



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009146135/03, 15.12.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.12.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **15.12.2009**(45) Опубликовано: **27.06.2011** Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2214866 C1, 27.10.2003. RU 2244597 C1, 20.01.2005. SU 1653236 A1, 20.09.1995. SU 1091949 A, 15.05.1984. RU 2264870 C1, 27.11.2005. RU 2012417 C1, 15.05.1994. US 4523682 A, 18.06.1985. US 58003270 A, 08.09.1998. Акустическая технология в обогащении полезных ископаемых// Под ред. ЯМЩИКОВА В.С. - М.: Недра, 1987, с.91-104, 109-115.**

Адрес для переписки:

**125414, Москва, ул. Фестивальная, 73, кор.2,
кв.131, С.А. Бахареву**

(72) Автор(ы):

Бахарев Сергей Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Бахарев Сергей Алексеевич (RU)**(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНОГО МЕТАЛЛА ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТВАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЛН РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области физики и может быть использовано при добыче благородного металла (БМ): золота, платины, олова, меди и т.д. - для снижения технологических потерь, извлечения БМ из техногенных отвалов, в том числе прошлых лет: галечных, эфельных и водных - в интересах рационального природопользования, для безреагентной очистки больших объемов оборотных и сточных вод от взвешенных веществ (ВВ) и коллоидных частиц (КЧ) - в интересах экологии, а также для водоподготовки - физической очистки и обеззараживания больших объемов воды - в интересах здоровья населения. Для реализации способа на техногенном отвале заранее в область

последующего забора техногенных песков, излучают акустические и электромагнитные волны. Перед загрузкой техногенных песков в приемный бункер промывочного прибора (ПП) их также подвергают воздействию акустическими и электромагнитными волнами. Затем под действием интенсивных акустических волн последовательно производят акустическую обработку техногенных песков в приемном бункере, классификаторе и основном шлюзе ПП, а также на дополнительном шлюзе. В дальнейшем под действием акустических и электромагнитных волн последовательно производят обработку техногенных песков в первом и втором магнитоакустических гидроциклонах (МАГ). Далее промышленную сточную воду с выхода второго МАГ

направляют в нижнюю часть отстойника для оборотных вод. Под воздействием низкочастотных бегущих гидроакустических волн осуществляют акустическую коагуляцию взвешенных веществ (ВВ) - менее крупные и более подвижные частицы механически прибивают к более крупным и менее подвижным частицам. Одновременно с этим в верхней части отстойника для оборотных вод под воздействием высокочастотных стоячих гидроакустических волн осуществляют коагуляцию ВВ и коллоидных частиц. Кроме

того, по всей площади отстойника для оборотных вод под действием акустических сигналов исходные и акустические коагулированные ВВ принудительно перемещают из верхнего слоя воды в нижний слой воды, а также прижимают ко дну отстойника для оборотных вод. Технический результат - повышение извлечения мелкодисперсных частиц благородных металлов, в том числе из техногенных отвалов и повышение эффективности дезинтеграции. 10 ил., 3 табл.

RU 2 4 2 2 2 0 9 C 1

RU 2 4 2 2 2 0 9 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

B03B 7/00 (2006.01)**B03B 5/00** (2006.01)**B03B 13/00** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009146135/03, 15.12.2009**(24) Effective date for property rights:
15.12.2009

Priority:

(22) Date of filing: **15.12.2009**(45) Date of publication: **27.06.2011 Bull. 18**

Mail address:

**125414, Moskva, ul. Festival'naja, 73, kor.2,
kv.131, S.A. Bakharevu**

(72) Inventor(s):

Bakharev Sergej Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Bakharev Sergej Alekseevich (RU)**(54) METHOD OF EXTRACTING NOBLE METAL FROM TECHNOGENIC WASTE BANKS BY VARIOUS-ORIGIN WAVES**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to physics and may be used in extraction of noble metals, namely, gold, platinum, tin, copper, etc, from waste banks. For this, acoustic and electromagnetic waves are radiated into waste bank, in its area of subsequent extraction of technogenic sands. Prior to loading technogenic sand in receiving bin of washing tool, said sands are also irradiated by said waves. Then, said sands are intensively processed by acoustic waves in receiving bin, classifier and washing tool main and additional locks. Further, technogenic sands are intensively processed by acoustic and electromagnetic waves in first and second magneto-

acoustic hydro cyclones. Then, industrial effluents from second magneto-acoustic hydro cyclone are directed into bottom section of settler for circulation waters. Suspended substances are subjected to low-frequency travelling hydro acoustic signals for acoustic coagulation, smaller and faster particles are mechanically forced to larger and slower particles. Simultaneously, suspended particles and colloidal particles are coagulated by high-frequency hydro acoustic waves at settler top section. Besides, acoustic signals force initial and coagulated suspended particles from water top layer to bottom layer and to settler floor.

EFFECT: higher yield of noble metals.

10 dwg, 3 tbl, 1 ex

Изобретение относится к области физики и может быть использовано при добыче благородного металла (БМ): золота, платины, олова, меди и т.д. - для снижения технологических потерь, извлечения БМ из техногенных отвалов, в том числе прошлых лет: галечных, эфельных и водных - в интересах рационального природопользования, для безреагентной очистки больших объемов оборотных и сточных вод от взвешенных веществ (ВВ) и коллоидных частиц (КЧ) - в интересах экологии, а также для водоподготовки - физической очистки и обеззараживания больших объемов воды - в интересах здоровья населения.

Известен способ извлечения БМ из золотоносных песков при помощи грохота с динамической связью просеивающей поверхности и вибровозбудителя электромагнитного типа, заключающийся в механическом перемешивании породы при непрерывном ее орошении водой, образовании пульпы, направлении пульпы на сито, колеблющемся в направлении, перпендикулярном к его плоскости.

/Акустическая технология в обогащении полезных ископаемых // Под редакцией В.С.Ямщикова. - М.: Недра. 1987, с.109/.

К недостаткам данного способа относятся:

1. Малый объем обрабатываемой породы.
2. Низкая эффективность способа из-за низкой скорости просева частиц.
3. Низкая эффективность дезинтеграции, особенно при промывке глинистой и мерзлой породы.
4. Недостаточная эффективность улавливания мелкодисперсных частиц (МДЧ) БМ - класса «-0,25» мм.
5. Невозможность использования для извлечения сверхмелкодисперсных частиц (СМДЧ) БМ-класса «-0,1» мм и ультрамелкодисперсных частиц (УМДЧ) БМ-класса «-0,01» мм.
6. Невозможность рентабельного использования для извлечения БМ из техногенных отвалов, в том числе прошлых лет и др.

Известен способ извлечения БМ из золотоносных песков, основанный на принципе «обратного грохочения», заключающийся в механическом перемешивании породы при непрерывном ее орошении водой, образовании пульпы, направлении пульпы в специальный аппарат под поверхностью сита. При этом восходящим потоком среды тонкая фракция выносится сквозь сито. /Акустическая технология в обогащении полезных ископаемых // Под редакцией В.С.Ямщикова. - М.: Недра. 1987, с.109, 110/.

К недостаткам данного способа относятся:

1. Малый объем обрабатываемой породы.
2. Низкая эффективность дезинтеграции, особенно при промывке глинистой и мерзлой породы.
3. Недостаточная эффективность улавливания МДЧ БМ.
4. Невозможность использования для извлечения СМДЧ и УМДЧ БМ.
5. Невозможность рентабельного использования для извлечения БМ из техногенных отвалов, в том числе прошлых лет и др.

Известен способ извлечения БМ из золотоносных песков при использовании волн различной физической природы, заключающийся в механическом перемешивании породы в барабане при непрерывном ее орошении водой, образовании пульпы, дезинтеграции первичной пульпы по заданному классу с помощью сита, установленного внутри барабана, направлении пульпы в шлюз, содержащий трафарет с постоянными параметрами, осаждение гидродинамическими и гравитационными волнами крупного и среднего золота на трафарете /Акустическая технология в

обогащении полезных ископаемых // Под редакцией В.С.Ямщикова. - М.: Недра. 1987, с.111-115/.

Основными недостатками способа являются:

1. Малый объем обрабатываемой породы.

2. Низкая эффективность дезинтеграции, особенно при промывке глинистой и мерзлой породы.

3. Недостаточная эффективность улавливания МДЧ БМ.

4. Невозможность использования для извлечения СМДЧ и УМДЧ БМ.

5. Невозможность рентабельного использования для извлечения БМ из техногенных отвалов, в том числе прошлых лет и др.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому относится способ, выбранный в качестве способа-прототипа, извлечения БМ из золотоносных песков при использовании акустических волн, заключающийся в искусственном перемешивании породы и орошении ее водой, а также ее первой дезинтеграции и первой классификации, образовании первой пульпы и направлении ее на вход основного шлюза, имеющего постоянный угол своего наклона θ_1 , практически полного извлечения - не менее 95% крупнодисперсных частиц (КДЧ)-класса «+1,0» мм, недостаточно полного - 75...95% извлечения среднедисперсных частиц (СДЧ) и незначительного - менее 25% извлечения МДЧ на основном шлюзе промывочного прибора (ПП) в потоке первой пульпы, имеющей скорость потока V_1 и высоту потока H_1 ; регулируемом механическом разделении потока сбрасываемой в накопитель первой пульпы при помощи регулируемого распределителя на верхнюю и нижнюю части на выходе основного шлюза; направлении нижней части первой пульпы - слоя предварительной концентрации ПИ, на вход дополнительного шлюза; естественном перемешивании первой пульпы на входе дополнительного шлюза, второй классификации породы, содержащей КДЧ, СДЧ и МДЧ БМ в виде технологических потерь; образовании второй пульпы и направлении ее на вход дополнительного шлюза, имеющего угол своего наклона $\theta_2 < \theta_1$; полного извлечения КДЧ, практически полного извлечения СДЧ и значительного извлечения МДЧ на дополнительном шлюзе ПП в потоке второй пульпы, имеющей скорость потока $V_2 < V_1$ и высоту потока H_2 ($H_2 < H_1$), путем воздействия на вторую пульпу интенсивными гидроакустическими волнами ультразвукового (УЗД), звукового (ЗД) и низкого звукового диапазона (НЗД) частот при помощи высоконаправленных, ориентированных заданным образом и размещенных определенным образом по длине дополнительного шлюза гидроакустических излучателей УЗД, ЗД и НЗД частот /Бахарев С.А. - Патент РФ №2214866 по заявке №2002105319, приоритет 26.02.02 г./.

Основными недостатками способа-прототипа являются:

1. Недостаточная эффективность дезинтеграции, особенно при промывке глинистой и мерзлой породы.

2. Низкая надежность способа из-за возможного выхода из строя гидроакустических излучателей, расположенных на дне дополнительного шлюза ПП в потоке движущейся пульпы.

3. Недостаточная эффективность извлечения МДЧ БМ.

5. Невозможность использования для извлечения СМДЧ и УМДЧ БМ.

6. Невозможность рентабельного использования для извлечения БМ из техногенных отвалов, в том числе прошлых лет и др.

Задача, которая решается изобретением, заключается в разработке способа, свободного от указанного выше недостатка.

Технический результат предложенного способа заключается в эффективном и рентабельном извлечении КДЧ, СДЧ, МДЧ, СМДЧ и УМДЧ БМ из галечных, эфельных и других отвалов, в том числе при наличии глинистых и мерзлых фракций, а также в эффективной физической очистке и физическом обеззараживании
5 промышленных оборотных и сточных вод.

Поставленная цель достигается тем, что в способе извлечения БМ из техногенных отвалов при использовании волн различной физической природы, включающем физико-механическую обработку техногенного отвала интенсивными акустическими и
10 электромагнитными волнами на частотах F_{a1} и $F_{эм1}$ соответственно перед началом его разработки, физико-механическую активацию поверхности минералов в месте забора эфелей или гали из техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a2} и $F_{эм2}$ соответственно перед их
15 загрузкой в приемный бункер ПП, воздействии в приемном бункере ПП на эфеля или галю интенсивной струей воды и интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a3} и F_{a4} сверху и сбоку, а также пузырьками воздуха снизу со временем их жизни не меньше продолжительности полного цикла обогащения, воздействии в дезинтеграторе ПП на эфеля или галю интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a5} и F_{a6}
20 сверху и сбоку, классификации материала по классу «-40» мм при помощи сит, расположенных внутри классификатора ПП, и образовании первой пульпы, направлении первой пульпы на вход основного шлюза (ОШ) ПП, содержащего n -секций (где $n=2, 3, 4, \dots$), соединенных параллельно друг другу, имеющего постоянный угол своего наклона θ_1 и содержащего глубокие трафареты с постоянными
25 параметрами, а также оборудованного сверху несколькими - не менее двух, акустическими излучателями интенсивных акустических волн на частотах F_{a7} и F_{a8} , установленными по всей длине ОШ ПП, извлечении под действием силы тяжести, гидродинамического потока, а также интенсивных акустических волн, оживляющих
30 постель ОШ ПП, изменяющих траекторию движения минералов в потоке первой пульпы, имеющей скорость потока V_1 и высоту потока H_1 , и прижимающих минералы к трафаретам глубокого наполнения ОШ ПП, полностью - 100% улавливают крупнодисперсные минералы (КДМ) класса «+1,0» мм, практически полностью улавливают - более 75% среднедисперсные минералы (СДМ) класса «+0,5...-1,0» мм и
35 частично улавливают - менее 25% мелкодисперсные минералы (МДМ) класса «+0,1...-0,5» мм, перемешивании, естественной дегазации первой пульпы пузырьками воздуха и ее классификации по классу «-5» мм на выходе ОШ ПП при помощи колосниковой решетки, образовании второй пульпы, направлении второй пульпы на
40 вход дополнительного шлюза (ДШ) длиной, меньшей длины ОШ, содержащего $(n+1)$ секцию, соединенных параллельно друг другу, имеющего переменный угол своего наклона θ_2 , меньший θ_1 , содержащего трафареты мелкого наполнения с переменными параметрами, а также оборудованного сверху несколькими - не менее трех,
45 оросителями второй пульпы, расположенными по всей длине ДШ и несколькими - не менее двух, акустическими излучателями интенсивных акустических волн на частотах F_{a9} и F_{a10} , расположенными по всей длине ДШ, на котором под действием силы тяжести, гидродинамического потока, а также интенсивных акустических волн, в
50 потоке второй пульпы, имеющей скорость потока V_2 , меньшей V_1 , и высоту потока H_2 , меньшей H_1 , и прижимающих минералы к трафаретам мелкого наполнения ДШ, полностью улавливают СДМ, практически полностью улавливают МДМ и частично улавливают сверхмелкодисперсные минералы (СМДМ) классом «-0,1» мм, перемешивании, естественной дегазации второй пульпы пузырьками воздуха,

классификации второй пульпы на выходе ДШ по классу «-0,5» мм при помощи колосниковой решетки, образовании третьей пульпы, направлении третьей пульпы на вход первого магнитоакустического гидроциклона (МАГ), оборудованного равномерно распределенными по внутренней камере излучателями гидроакустических и электромагнитных волн, в котором под действием гидродинамического потока, интенсивных гидроакустических волн на частоте ω_{a1} и электромагнитных волн на частоте $\omega_{эм1}$ полностью улавливают МДМ, практически полностью улавливают СМДМ и частично улавливают ультрамелкодисперсные минералы (УМДМ) класса «-0,01» мм, перемешивании и естественной дегазации третьей пульпы, а также направлении третьей пульпы на вход второго МАГ, оборудованного равномерно распределенными по внутренней камере излучателями гидроакустических и электромагнитных волн, в котором под действием гидродинамического потока, интенсивных гидроакустических волн на частоте ω_{a2} и электромагнитных волн на частоте $\omega_{эм2}$ полностью улавливают СМДМ, практически полностью улавливают УМДМ, направлении промышленной сточной воды с выхода второго МАГ в нижнюю часть отстойника для оборотных вод, а также забора воды для промышленных целей из верхнего слоя верхней части отстойника для оборотных вод, установки в геометрическом центре нижней части отстойника для оборотных вод ненаправленного излучателя интенсивных низкочастотных (НЧ) гидроакустических волн, под действием которых осуществляют акустическую коагуляцию ВВ в поле бегущих НЧ гидроакустических волн (БГАВ) - менее крупные и более подвижные ВВ механически прибивают к более крупным и менее подвижным ВВ, установки на противоположных сторонах верхней части отстойника для оборотных вод направленных навстречу друг другу высокочастотных (ВЧ) излучателей интенсивных ВЧ волн, под действием которых осуществляют акустическую коагуляцию мелкодисперсных ВВ и КЧ в поле стоячих гидроакустических волн (СГАВ) - частицы различной дисперсности концентрируют в областях сжатия СГАВ, установки на берегу отстойника для оборотных и сточных вод со всех его сторон нескольких, не менее четырех, излучателей интенсивных акустических волн - под действием которых исходные ВВ и акустические коагулированные ВВ и КЧ принудительно, дополнительно к силе тяжести, перемещают из верхнего слоя воды в нижний слой воды, а также прижимают ко дну отстойника для оборотных вод.

На фиг.1 - фиг.6 представлена структурная схема устройства, реализующего разработанный способ.

При этом на фиг.1 представлена структурная схема устройства применительно к реализации разработанного способа в процессе физико-механической обработки техногенного отвала. На фиг.2 представлена структурная схема устройства применительно к реализации разработанного способа в процессе физико-механической обработки техногенных песков перед их погрузкой в приемный бункер ПП, а также применительно к очистке оборотных промышленных вод. На фиг.3 и фиг.4 представлена структурная схема устройства применительно к реализации разработанного способа работы в процессе извлечения БМ из техногенных песков на ОШ ПП и ДШ. На фиг.5 и фиг.6 представлена структурная схема устройства применительно к реализации разработанного способа работы в процессе извлечения БМ из техногенных песков в первом МАГ (фиг.5) и втором МАГ (фиг.6).

На фиг.7 иллюстрируется принцип обогащения БМ на ОШ ПП без акустического воздействия на первичную пульпу и постель шлюза. На фиг.8 иллюстрируется принцип обогащения БМ на ОШ ПП при акустическом воздействии на первичную

пульпу и постель шлюза.

На фиг.9 представлены результаты ситования БМ - распределения БМ по классам крупности, у способа-прототипа (пунктирная линия) и у разработанного способа (сплошная линия). На фиг.10 представлены результаты распределения металла по длине ОШ у способа-прототипа (пунктирная линия) и у разработанного способа (сплошная линия).

Устройство содержит ПП (1) с приемным бункером (2), основным транспортером (3) техногенной породы, основным дезинтегратором (4), основным классификатором (5), основным транспортером (6) отвала крупных фракций «+40» мм, основным распределителем (7) пульпы и основным шлюзом (8), содержащим, в свою очередь, идентичные друг другу n секций (9), на дне которых находятся идентичные друг другу коврики (10) для сбора крупного и среднего БМ, а также трафареты (11) глубокого наполнения с фиксированными параметрами: высотой, углом наклона и т.д.; дополнительный шлюз (12) с первым дополнительным классификатором (13) пульпы по классу «-5» мм, первым дополнительным распределителем (14) пульпы, первым дополнительным транспортером (15) отвала средних фракций «+5» мм, с идентичными друг другу (n+1) секциями (16), на дне которых находятся идентичные друг другу коврики (17) для сбора среднего и мелкого БМ, а также трафареты (18) мелкого наполнения с переменными параметрами: высотой, углом наклона и т.д., со вторым дополнительным классификатором (19) пульпы по классу «-0,5» мм, вторым дополнительным распределителем (20) пульпы, вторым дополнительным транспортером (21) отвала мелких фракций «+0,5» мм; последовательно соединенные первый МАГ (22) и второй МАГ (23); отстойник (24) для оборотных промышленных вод, имеющий нижнюю часть (25), среднюю часть (26) и верхнюю часть (27), а также техногенный отвал (28) и техногенную породы (29), предназначенную для непосредственной погрузки в приемный бункер (2) ПП (1).

При этом первый МАГ (22) содержит: входной пульповод (30), механически соединенный со вторым дополнительным распределителем (20) ДШ (12); выходной пульповод (31) с патрубком (32) и гидропереходом (33); сменный конус (34), соединенный через разгрузочное устройство (35) с транспортером (36) обогащенного продукта; корпус (37), в котором располагается рабочая камера (38), внутри которой находится полый вал (39) с лопастями (40), соединенный посредством гидроперехода (33) с патрубком (32);

электродвигатель (41) с редуктором (42); магнитоакустический блок (43), являющийся нижней частью рабочей камеры (38), который содержит равномерно распределенные по периметру идентичные друг другу излучатели гидроакустических волн (44), а также идентичные друг другу излучатели электромагнитных волн (45).

При этом второй МАГ (23) содержит: входной пульповод (46), механически соединенный с выходным пульповодом (31) первого МАГ (22), выходной пульповод (47) с патрубком (48) и гидропереходом (49); сменный конус (50), соединенный через разгрузочное устройство (51) с транспортером (52) обогащенного продукта; корпус (53), в котором располагается рабочая камера (54), внутри которой находится полый вал (55) с лопастями (56), соединенный посредством гидроперехода (49) с патрубком (48); электродвигатель (57) с редуктором (58); магнитоакустический блок (59), являющийся нижней частью рабочей камеры (54), который содержит равномерно распределенные по периметру идентичные друг другу излучатели гидроакустических волн (60), а также идентичные друг другу излучатели электромагнитных волн (61).

Устройство также содержит последовательно соединенные компрессор (62) высокого давления, воздухопровод (63) и диспергатор (64), установленный под защитным воздухопрозрачным кожухом (65) по всей площади дна приемного бункера (2) ПП (1). Устройство также содержит магистральный водовод (66) с приемным патрубком (67),
 5 находящимся в нижней части поплавковой камеры (68) и пространственно размещенным в верхней части (27) отстойника (24) для оборотных вод, а также водяной насос (69), обеспечивающий подачу промышленной воды с заданным давлением различным потребителям.

10 Устройство также содержит первый локальный водовод (70) для приемного бункера (2) с направляющим устройством (71) и соплом (72). Устройство также содержит второй локальный водовод (73) с водяным распределителем (74) для дезинтегратора (4) ПП (1). Устройство также содержит третий дополнительный водовод (75) с идентичными друг другу оросителями (76), равномерно
 15 расположенными над ДШ (12) по всей его площади.

Устройство содержит последовательно электрически соединенные первый генератор (77) акустических сигналов, первый усилитель мощности (78) акустических сигналов и первый излучатель (79) акустических сигналов на частоте F_{a1} в диапазоне
 20 частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . При этом в качестве излучателей могут использоваться воздушные (свистки, сирены), электроакустические и др. Устройство также содержит последовательно электрически соединенные первый генератор (80) электромагнитных сигналов, первый усилитель мощности (81) электромагнитных сигналов и первый излучатель (82) электромагнитных сигналов на
 25 частоте $F_{\text{эм}1}$ (в диапазоне длин волн не более 3 см) с интенсивностью не менее 2 кВт/м^2 . При этом в качестве излучателей могут использоваться передающие антенны радиолокационных станций и др.

Устройство содержит последовательно электрически соединенные второй генератор (83) акустических сигналов, второй усилитель (84) мощности акустических сигналов и второй излучатель (85) акустических сигналов на частоте F_{a2} в диапазоне
 30 частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . Устройство также содержит последовательно электрически соединенные второй генератор (86) электромагнитных сигналов, второй усилитель (87) мощности электромагнитных сигналов и второй излучатель (88) электромагнитных сигналов на частоте $F_{\text{эм}2}$ (в диапазоне длин волн
 35 не более 3 см) с интенсивностью не менее 2 кВт/м^2 .

Устройство содержит последовательно электрически соединенные третий генератор (89) акустических сигналов, третий усилитель (90) мощности акустических сигналов и третий излучатель (91) акустических сигналов на частоте F_{a3} в диапазоне
 40 частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . Устройство также содержит последовательно электрически соединенные четвертый генератор (92) акустических сигналов, четвертый усилитель (93) мощности акустических сигналов и четвертый излучатель (94) акустических сигналов на частоте F_{a4} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с
 45 интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 .

Устройство содержит последовательно электрически соединенные пятый генератор (95) акустических сигналов, пятый усилитель (96) мощности акустических сигналов и пятый излучатель (97) акустических сигналов на частоте F_{a5} в диапазоне
 50 частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . Устройство также содержит последовательно электрически соединенные шестой генератор (98) акустических сигналов, шестой усилитель (99) мощности акустических сигналов и шестой

излучатель (100) акустических сигналов на частоте F_{a6} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м².

Устройство содержит последовательно электрически соединенные седьмой генератор (101) акустических сигналов, седьмой усилитель (102) мощности акустических сигналов и седьмой излучатель (103) акустических сигналов на частоте F_{a7} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м². Устройство также содержит последовательно электрически соединенные восьмой генератор (104) акустических сигналов, восьмой усилитель (105) мощности акустических сигналов и восьмой излучатель (106) акустических сигналов на частоте F_{a8} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м².

Устройство содержит последовательно электрически соединенные девятый генератор (107) акустических сигналов, девятый усилитель (108) мощности акустических сигналов и девятый излучатель (109) акустических сигналов на частоте F_{a9} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м². Устройство также содержит последовательно электрически соединенные десятый генератор (110) акустических сигналов, десятый усилитель (111) мощности акустических сигналов и десятый излучатель (112) акустических сигналов на частоте F_{a10} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м².

Устройство содержит последовательно электрически соединенные генератор (112) НЧ гидроакустических сигналов, усилитель (113) мощности НЧ гидроакустических сигналов и излучатель (114) НЧ гидроакустических сигналов на частоте $F_{га1}$ в диапазоне частот 10^2 - 10^4 Гц с амплитудой звукового давления не менее 1 кПа.

Устройство содержит последовательно электрически соединенные первый генератор (115) ВЧ гидроакустических сигналов, первый усилитель (116) мощности гидроакустических сигналов и первый излучатель (117) ВЧ гидроакустических сигналов на частоте $F_{га2}$ в диапазоне частот 10^4 - 10^6 Гц с амплитудой звукового давления не менее 1 кПа. Устройство также содержит последовательно электрически соединенные второй генератор (118) ВЧ гидроакустических сигналов, второй усилитель (119) мощности гидроакустических сигналов и второй излучатель (120) ВЧ гидроакустических сигналов на частоте $F_{га3}$ в диапазоне частот 10^4 - 10^6 Гц с амплитудой звукового давления не менее 1 кПа.

Устройство содержит последовательно электрически соединенные первый многоканальный - не менее 3-х каналов, генератор (121) интенсивных ВЧ гидроакустических сигналов, первый многоканальный - не менее 3-х каналов, усилитель (122) мощности гидроакустических сигналов и несколько - не менее 3-х, первых излучателей (44) интенсивных ВЧ гидроакустических сигналов на частоте ω_{a1} в диапазоне частот 10^5 - 10^7 Гц с амплитудой звукового давления не менее 100 кПа. Устройство также содержит последовательно электрически соединенные первый многоканальный - не менее 3-х каналов, генератор (123) электромагнитных сигналов, первый многоканальный - не менее 3-х каналов, усилитель (124) мощности электромагнитных сигналов и несколько - не менее 3-х, первых излучателей (45) электромагнитных сигналов на частоте $\omega_{эм1}$.

Устройство содержит последовательно электрически соединенные второй многоканальный - не менее 3-х каналов, генератор (125) интенсивных ВЧ гидроакустических сигналов, первый многоканальный - не менее 3-х каналов, усилитель (126) мощности гидроакустических сигналов и несколько - не менее 3-х,

вторых излучателей (60) интенсивных ВЧ гидроакустических сигналов на частоте ω_{a2} в диапазоне частот 10^5 - 10^7 Гц с амплитудой звукового давления не менее 100 кПа.

Устройство также содержит последовательно электрически соединенные второй многоканальный - не менее 3-х каналов, генератор (127) электромагнитных сигналов, второй многоканальный - не менее 3-х каналов, усилитель (128) мощности электромагнитных сигналов и несколько - не менее 3-х, вторых излучателей (45) электромагнитных сигналов на частоте $\omega_{эм2}$.

Устройство содержит последовательно электрически соединенные многоканальный - не менее четырех каналов, генератор (129) акустических сигналов, многоканальный - не менее четырех каналов усилитель (130) мощности акустических сигналов и несколько - не менее четырех, излучателей (131) акустических сигналов на частоте F_{a11} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м².

Разработанный способ извлечения БМ из техногенных отвалов при использовании волн различной физической природы реализуют следующим образом (фиг.1-фиг.6).

Известно, что в процессах дезинтеграции, грохочения и обогащения песков всегда имели место потери БМ, особенно мелких классов. В эпоху СССР размеры этих потерь для золота, по отчетным показателям соответствующих служб, не превышали 5%. Однако результаты последующих научных исследований, а также вторичная и третичная промышленная промывка галечных и эфельных отвалов, проведенные в последующие годы на некоторых предприятиях, показывали, что доля неизвлекаемого металла, в зависимости от его гранулометрического состава, формы, промывистости песков и т.д. в эпоху СССР достигала 40-50% /Богданович А.В., Зарогатский А.Н., Коровников А.Н. Современное оборудование и технологии высокоэффективного извлечения тонкозернистого золота из рудных и техногенных видов сырья. - Обогащение руд, 1999, №4, с.33-37; Осипич А.В., Барышников В.И. Прогнозирование технологических потерь при промывке золотоносных песков. - Безопасный труд в промышленности, №10, 2001, с.28-30/. К технологическим потерям относят потери, связанные с несовершенством обогатительного оборудования; неоптимальным режимом обогащения; неэффективной дезинтеграцией глинистых песков; низкой эффективностью извлечения мелкого металла и др. К производственным потерям относят потери, связанные с увеличением нагрузки на обогатительные установки; холостой работой и аварийными остановками; грязной промывочной водой; сезонные эффекты (низкие температуры воздуха и т.д.) и др.

Таким образом, разрешение проблем освоения техногенных россыпей БМ не только расширит их минерально-сырьевую базу без вовлечения в разработку новых месторождений, но и ускорит восстановление нарушенных земель, а также будет способствовать снижению экологического ущерба для окружающей природной среды.

На техногенном отвале (28) экскаватором осуществляют забор и погрузку на автотранспорт (или транспортер, в зависимости от расположения техногенного отвала и ПП) техногенных песков: гали - крупные камни или эфелей - мелкие камни. При этом заранее на техногенные пески, с помощью последовательно электрически соединенных первого генератора (77), первого усилителя мощности (78) и первого излучателя (79) излучают - в область последующего забора техногенных песков, акустические волны на частоте F_{a1} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м² (с амплитудой звукового давления не менее 100 Па). При этом в качестве акустических излучателей могут быть использованы электроакустические, вихревые или другие типы излучателей.

Под действием интенсивных акустических волн на частоте F_{a1} осуществляют

физико-механическую обработку техногенных песков, находящихся в заданной области техногенного отвала, чем обеспечивают первую предварительную дезинтеграцию техногенных песков еще до начала основного процесса их дезинтеграции в специальном устройстве (например, в скруббере ПП типа ПКБШ-100 и т.д.) ПП, а в конечном итоге повышают эффективность их дальнейшего обогащения. Дело в том, что частицы пустой породы и БМ имеют совершенно различные акустические сопротивления ρc , поэтому пустая порода, обладающая гораздо меньшим акустическим сопротивлением, под действием интенсивных акустических волн, в том числе в местах спаек с БМ, легко разрушается и смывается - при наличии осадков естественного или искусственного происхождения, в нижние слои техногенного отвала. Кроме того, под действием интенсивных акустических волн часть акустической энергии превращается, на молекулярном уровне, в тепловую энергию, а поэтому процесс дезинтеграции еще более интенсифицируют, особенно при наличии глинистых фракций.

Одновременно с этим, при помощи последовательно электрически соединенных первого генератора (80), первого усилителя мощности (81) и первого излучателя (82) излучают - в область предстоящего забора техногенных песков из техногенного отвала, электромагнитные волны на частоте $F_{эм1}$ с интенсивностью не менее 2 кВт/м^2 . При этом в качестве излучателей электромагнитных волн могут быть использованы передающие антенны радиолокационных станций и т.д.

Под действием интенсивных электромагнитных волн на частоте $F_{эм1}$ производят дополнительную физико-механическую обработку техногенных песков, чем обеспечивают предварительную дезинтеграцию техногенных песков еще до начала основного процесса их дезинтеграции в специальном устройстве, а в конечном итоге повышают эффективность их обогащения.

Дело в том, что частицы пустой породы и БМ имеют совершенно различные диэлектрические проницаемости ϵ , поэтому пустая порода под действием интенсивных электромагнитных волн, в том числе в местах спаек с БМ, легко разрушается в результате пробоя и смывается - при наличии осадков естественного или искусственного происхождения, в нижние слои техногенного отвала.

Перед загрузкой техногенных песков (29), предварительно доставленных автотранспортом или транспортером из техногенного отвала, в приемный бункер (2) ПП (1) их, с целью повышения эффективности дезинтеграции и последующего обогащения, также подвергают воздействию интенсивными акустическими и электромагнитными волнами.

При этом с помощью последовательно электрически соединенных второго генератора (83), второго усилителя мощности (84) и второго излучателя (85) излучают по всему объему техногенных песков (29), акустические волны на частоте F_{a2} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . При этом в качестве акустических излучателей могут быть использованы электроакустические, вихревые или другого типа излучатели.

Под действием интенсивных акустических волн на частоте F_{a2} также производят физико-механическую обработку техногенных песков (29), чем обеспечивают вторую предварительную дезинтеграцию техногенных песков еще до начала основного процесса их дезинтеграции в специальном устройстве ПП, а в конечном итоге повышают эффективность их обогащения. Кроме того, под действием интенсивных акустических волн часть акустической энергии превращается, на молекулярном уровне, в тепловую энергию, а поэтому процесс дезинтеграции еще более

интенсифицируют.

Одновременно с этим, при помощи последовательно электрически соединенных второго генератора (86), второго усилителя мощности (87) и второго излучателя (88) излучают по всему объему техногенных песков (29) электромагнитные волны на частоте $F_{эМ2}$ с интенсивностью не менее 2 кВт/м^2 . При этом в качестве излучателей электромагнитных волн могут быть использованы передающие антенны радиолокационных станций и т.д.

Под действием интенсивных электромагнитных волн на частоте $F_{эМ2}$ также производят дополнительную физико-механическую обработку техногенных песков, чем обеспечивают предварительную их дезинтеграцию еще до начала основного процесса дезинтеграции в специальном устройстве, а в конечном итоге повышают эффективность их обогащения.

Далее с помощью погрузчика в приемный бункер (2) ПП (1) подают техногенные пески (29), содержащие, в общем случае, КДМ, СДМ, МДМ, СМДМ и УМДМБМ.

Одновременно с этим, с помощью водяного насоса (69) очищенную ранее до требуемой технологическим процессом кондиции оборотную воду из самого верхнего, наиболее чистого - содержащего наименьшее количество ВВ и КЧ, слоя воды - благодаря наличию приемного патрубка (67), размещенного в нижней части поплавковой камеры (68), из верхней, более чистой, части (27) отстойника (24) по магистральному водоводу (66) под заданным технологической схемой давлением (напором) подают различным потребителям, в том числе по первому локальному водоводу (70), в приемный бункер (2) ПП (1). При этом направлением и сектором воздействия интенсивной водной струи на техногенные пески (29) в приемном бункере (2) обеспечивают при помощи направляющего устройства (71) и сопла (72), размещенных в оконечной части первого локального водовода (70).

Одновременно с этим, при помощи последовательно соединенных компрессора (62) высокого давления, воздуховода (63) и диспергатора (64), установленного под защитным воздухопрозрачным кожухом (65), по всей площади дна приемного бункера (2) ПП (1) формируют пузырьки воздуха с временем жизни не меньшим продолжительности всего технологического процесса обогащения и диаметрами пузырьков, близкими друг к другу.

Одновременно с этим при помощи последовательно электрически соединенных третьего генератора (89), третьего усилителя (90) мощности и третьего излучателя (91) излучают сбоку и по всей площади приемного бункера (2) интенсивные акустические сигналы на частоте F_{a3} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 ; при помощи последовательно электрически соединенных четвертого генератора (92), четвертого усилителя (93) мощности и четвертого излучателя (94) излучают сверху вниз по всей площади приемного бункера (2) интенсивные акустические сигналы на частоте F_{a4} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . При этом в качестве акустических излучателей также могут быть использованы электроакустические, вихревые или другого типа излучатели, а длины волн λ_{a3} и λ_{a4} для акустических сигналов на частотах F_{a3} и F_{a4} соответственно близки к линейным размерам (диаметрам) пузырьков воздуха, сформированных ранее искусственным образом при помощи компрессора (62), воздуховода (63) и диспергатора (64).

Под действием интенсивных акустических волн на частотах F_{a3} и F_{a4} производят физико-механическую обработку техногенных песков, чем обеспечивают третью

предварительную дезинтеграцию техногенных песков еще до начала основного процесса их дезинтеграции в специальном устройстве ПП, а в конечном итоге повышают эффективность их обогащения.

5 Дело в том, что частицы пустой породы и БМ имеют совершенно различные акустические сопротивления ρc , поэтому пустая порода, обладающая гораздо меньшим акустическим сопротивлением, под действием интенсивных акустических волн, поднимающихся со дна приемного бункера (2) к его поверхности по всему объему приемного бункера (2), а также интенсивной струи воды, легко разрушается и
10 смывается. Кроме того, под действием интенсивных акустических волн часть акустической энергии превращается, на молекулярном уровне, в тепловую энергию, а поэтому процесс дезинтеграции еще более интенсифицируют.

Далее техногенные пески (техногенную породу) из приемного бункера (2) по
15 основному транспортеру (3) подают в основной дезинтегратор (4) ПП (1). При этом в качестве основного дезинтегратора может быть использован (как в ПП типа ПКБШ-100) скруббер - глухая бочка, внутри которой по всему объему размещены металлические ребра - своеобразные скребки. Одновременно с этим от магистрального водовода (66) по второму локальному водоводу (73), через водяной
20 распределитель (74), в дезинтегратор (4) ПП (1) подают очищенную ранее оборотную воду.

В процесс вращения основного дезинтегратора техногенную породу в 3-фазной среде: вода, пузырьки воздуха и порода, подвергают механической обработке на его
25 металлических ребрах, а далее подают в основной классификатор (5) - полая бочка с открытой боковой частью (как в ПП типа ПКБШ-100), внутри которой по всему объему размещены металлические сита.

В основном классификаторе (5), благодаря заданному технологическим процессом диаметру ячеек сита, дезинтегрированный ранее материал класса «-40» мм подают на
30 основной распределитель (7) первичной пульпы ПП (1), а материал класса «+40» мм подают на основной транспортер (6) ПП (1) для отвала крупных фракций.

В основном распределителе (7) поток первичной пульпы выравнивают по высоте H_1 и скорости V_1 и равномерно направляют на идентичные друг другу n секций (9) ОШ (8) ПП (1). При этом $n=3$ для ПП типа ПКБШ-100, и $n=2$ для ПП типа ПБШ-40.
35

На ОШ (8) ПП (1), благодаря углу его наклона θ_1 , трафаретам (11) глубокого наполнения с фиксированными параметрами: высотой h_1 , углом наклона α_1 , расстоянию между трафаретами l_1 и т.д., формируют ламинарный поток первичной пульпы, обладающей скоростью V_1 (фиг.7). В результате КДМ, СДМ и МДМ БМ,
40 благодаря своим силам тяжести $G_{\text{КДМ}}$, $G_{\text{СДМ}}$ и $G_{\text{МДМ}}$ соответственно, траектории и скорости микропотока U между трафаретами (11) глубокого наполнения, прижимаются к постели шлюза - рыхлому осадку, сформированному на ковриках (10) между трафаретами (11) ОШ (8) ПП (1). Но на постели шлюза, из-за ее последующего цементирования - приобретения жесткости, улавливают в основном только КДМ, а
45 существенная часть СДМ и практически все МДМ, не говоря уже о СМДМ и УМДМ, сносится с ОШ в потоке первичной пульпы в отвал. Однако за счет формирования, усиления и излучения, при помощи последовательно электрически соединенных седьмого генератора (101), седьмого усилителя (102) мощности и седьмого
50 излучателя (103), акустических сигналов на частоте F_{a7} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 навстречу движущемуся потоку первичной пульпы, а также за счет формирования, усиления и излучения, при помощи последовательно электрически соединенных восьмого генератора (104), восьмого

усилителя (105) мощности и восьмого излучателя (106), акустических сигналов на частоте F_{a8} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 навстречу движущемуся потоку первичной пульпы, осуществляют непрерывное
 5 рыхление постели шлюза (фиг.8), непрерывно тормозят в потоке первичной пульпы частицы БМ различной дисперсности и прижимают их к постели шлюза, т.е. частично изменяют траекторию их движения в потоке первичной пульпы. В результате КДМ - полностью, СДМ - практически полностью, МДМ - существенная часть и СМДМ - незначительная часть БМ, благодаря своим силам тяжести $G_{кдм}$, $G_{сдм}$, $G_{мдм}$ и $G_{мдм}$
 10 соответственно, траектории и скорости микропотока U между трафаретами (11) глубокого наполнения, воздействию акустических волн на частотах F_{a7} и F_{a8} , приводящих к изменению траектории движения частиц различной дисперсности БМ в потоке первичной пульпы и формированию живой (разрыхленной, не зацементированной) постели шлюза, более эффективно улавливают на ОШ (8) ПП (1).
 15 И только УМДМ полностью сносятся с ОШ (8) ПП (1).

Далее первичную пульпу направляют на первый дополнительный классификатор (13), представляющий собой колосниковую решетку с соответствующим расстоянием между колосниками. В результате дополнительной
 20 классификации материал класса «-5» мм подают на первый дополнительный распределитель (14) пульпы, а материал класса «+5» направляют на дополнительный транспортер (15) для отвала средних фракций «+5» мм.

В первом дополнительном распределителе (14) поток второй (вторичной) пульпы выравнивают по высоте H_2 , меньшей высоты H_1 , скорости V_2 , меньшей скорости V_1 , и
 25 равномерно направляют на идентичные друг другу (n+1) секцию (16) ДШ (12) ПП (1). При этом ДШ для ПП типа ПКБШ-100, например, должен содержать не менее 4 секций (16).

На ДТП (12) ПП (1), благодаря углу его наклона θ_2 , меньшему θ_1 , трафаретам (18) мелкого наполнения с изменяющимися параметрами: высотой h_2 , углом наклона α_2 ,
 30 расстоянию между трафаретами l_2 и т.д., формируют ламинарный поток второй пульпы, обладающей скоростью V_2 и высотой H_2 .

Одновременно с этим от магистрального водовода (66) по третьему
 35 дополнительному водоводу (75) подают обратную воду на идентичные друг другу оросители (76), равномерно установленные над ДШ (12) по всей его площади.

Одновременно с этим при помощи последовательно электрически соединенных девятого генератора (107), девятого усилителя (108) мощности и девятого
 40 излучателя (109) формируют, усиливают и излучают навстречу движущемуся потоку вторичной пульпы акустические сигналы на частоте F_{a9} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . Кроме того, при помощи последовательно электрически соединенных десятого генератора (110), десятого усилителя (111) мощности и десятого излучателя (112) формируют, усиливают и излучают навстречу
 45 движущемуся потоку вторичной пульпы акустические сигналы на частоте F_{a10} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м^2 . При этом, по аналогии с ОШ (8) ПП (1), осуществляют непрерывное рыхление постели ДШ (12), непрерывно тормозят в потоке второй пульпы частицы БМ различной дисперсности и прижимают их к постели ДШ, т.е. частично изменяют траекторию их движения в
 50 потоке второй пульпы. В результате СДМ - полностью, МДМ - практически полностью, СМДМ - существенная часть и УМДМ - незначительная часть БМ, благодаря своим силам тяжести $G_{сдм}$, $G_{мдм}$, $G_{смдм}$ и $G_{умдм}$, соответственно,

траектории и скорости микропотока U_2 между трафаретами (18) мелкого наполнения, воздействию акустических волн на частотах F_{a9} и F_{a10} , приводящих к изменению траектории движения частиц различной дисперсности в потоке второй пульпы и формированию живой постели ДШ (12) эффективно улавливают БМ на ДШ (12) ПП (1).

Далее вторую (вторичную) пульпу направляют на второй дополнительный классификатор (13), представляющий собой колосниковую решетку с соответствующим расстоянием между колосниками, дражную сетку и т.д.

В результате второй дополнительной классификации материал класса «-0,5» мм подают на второй дополнительный распределитель (20) пульпы, а материал класса «+0,5» направляют на второй дополнительный транспортер (21) для отвала мелких фракций «+0,5» мм.

С выхода второго дополнительного распределителя (20) ДШ (12) поток третьей (третичной) пульпы последовательно подают через входной пульповод (30) в рабочую камеру (38) первого МАГ (22).

Одновременно с этим при помощи электродвигателя (41) с редуктором (42) приводят во вращение полый вал (39) с лопастями (40). В результате в рабочей камере (38) первого МАГ (22) формируют интенсивный вращающийся гидродинамический поток. Кроме того, с помощью последовательно электрически соединенных первого многоканального генератора (121), первого многоканального усилителя (122) мощности и нескольких первых излучателей (44) формируют, усиливают и излучают в магнитоакустическом блоке (43), являющемся нижней частью рабочей камеры (38), интенсивные ВЧ гидроакустические сигналы на частоте ω_{a1} в диапазоне частот 10^5 - 10^7 Гц с амплитудой звукового давления не менее 100 кПа. Одновременно с этим при помощи последовательно электрически соединенных первого многоканального генератора (123), первого многоканального усилителя (124) мощности и нескольких первых излучателей (45) формируют, усиливают и излучают в магнитоакустическом блоке (43) интенсивные электромагнитные сигналы на частоте $\omega_{эм1}$. При этом благодаря тому, что по периметру магнитоакустического блока (43) равномерно установлены идентичные друг другу излучатели гидроакустических волн (44), а также идентичные друг другу излучатели электромагнитных волн (45), в нижней части (43) рабочей камеры (38) формируют стабильные гидроакустические и электромагнитные поля.

Под действием интенсивных гидроакустических волн на частоте ω_{a1} в режиме акустической кавитации и при других нелинейных эффектах производят глубокую физико-механическую обработку техногенных песков и физико-механическую активацию поверхности минералов, чем обеспечивают первую глубокую их дезинтеграцию, а в конечном итоге повышают эффективность обогащения особенно мелких классов БМ. При этом наибольший эффект обогащения достигается при воздействии ВЧ гидроакустических колебаний в диапазоне частот 16-32 кГц, с амплитудой колебаний не менее 5 мкм, при гидростатическом давлении в третичной пульпе порядка 5 атм.

Под действием интенсивных электромагнитных волн на частоте $\omega_{эм1}$ также производят глубокую физико-механическую обработку техногенных песков и физико-механическую активацию поверхности минералов, чем также обеспечивают первую глубокую их дезинтеграцию, а в конечном итоге повышают эффективность обогащения особенно мелких классов БМ.

Принцип электродинамического - под воздействием электромагнитного поля и

гидродинамического потока, разделения минералов заключается в следующем. Согласно закону электромагнитной индукции в контуре, помещенном в изменяющееся магнитное поле, возникает вихревой ток. Частицы БМ являются хорошими проводниками электрического поля, в то время как вмещающие их породы являются хорошими изоляторами. Возникающие в частицах металла вихревые токи проводимости значительно больше токов в частицах вмещающих пород, и с внешним электромагнитным полем реагируют только они. Подбирая закон, амплитуду и скорость изменения индуцирующего электромагнитного поля, можно добиться разделения БМ и вмещающих пород.

Таким образом, третичная (третья) пульпа, попадая на вращающиеся лопасти (40), совершает вращательное и поступательное движение, и в конечном итоге сходит с лопастей с повышенной скоростью. В результате этого движения увеличивается энергия давления, называемая статическим напором, и энергия вращающейся жидкости вокруг полого вала (39). При этом БМ более крупных классов - СМДМ вращаются по максимальному радиусу, вытесняя к центру БМ более мелких классов - УМДМ. Под действием динамического и статического напоров жидкие и мелкодисперсные частицы БМ поднимают по внутреннему отверстию полого вала (39) и последовательно направляют, через гидропереход (33) и патрубок (32) в выходной пульповод (31) формируя при этом четвертую (четвертичную) пульпу. Одновременно с этим, крупнодисперсную фракцию, освобожденную от мелкодисперсной фракции и осушенную от влаги, направляют по спиральной траектории внутри сменного конуса (34), через разгрузочное устройство (35) на транспортер (36) обогащенного продукта.

Далее с выхода выходного пульповода (31) первого МАГ (22) поток четвертой (четвертичной) пульпы последовательно подают через входной пульповод (46) в рабочую камеру (54) второго МАГ (23). Одновременно с этим при помощи электродвигателя (57) с редуктором (58) приводят во вращение полый вал (55) с лопастями (56). В результате в рабочей камере (54) второго МАГ (23) формируют интенсивный вращающийся гидродинамический поток. Кроме того, с помощью последовательно электрически соединенных второго многоканального генератора (125), второго многоканального усилителя (126) мощности и нескольких вторых излучателей (60) формируют, усиливают и излучают в магнитоакустическом блоке (59), являющемся нижней частью рабочей камеры (54), интенсивные ВЧ гидроакустические сигналы на частоте ω_{a2} в диапазоне частот 10^5 - 10^7 Гц с амплитудой звукового давления не менее 100 кПа. Одновременно с этим при помощи последовательно электрически соединенных второго многоканального генератора (127), второго многоканального усилителя (128) мощности и нескольких вторых излучателей (61) формируют, усиливают и излучают в магнитоакустическом блоке (59) интенсивные электромагнитные сигналы на частоте ω_{m2} . При этом благодаря тому, что по периметру магнитоакустического блока (59) равномерно установлены идентичные друг другу излучатели гидроакустических волн (60), а также идентичные друг другу излучатели электромагнитных волн (61), в нижней части (59) рабочей камеры (54) формируют стабильные гидроакустические и электромагнитные поля.

Под действием интенсивных гидроакустических волн на частоте ω_{a2} в режиме акустической кавитации и при других нелинейных эффектах производят вторую глубокую физико-механическую обработку техногенных песков и вторую физико-механическую активацию поверхности минералов, чем обеспечивают вторую

глубокую их дезинтеграцию, а в конечном итоге повышают эффективность обогащения особенно сверхмелких классов БМ. При этом наибольший эффект обогащения достигается при воздействии ВЧ гидроакустических колебаний в диапазоне частот 16-32 кГц, с амплитудой колебаний не менее 5 мкм, при гидростатическом давлении в третичной пульпе порядка 5 атм.

Под действием интенсивных электромагнитных волн на частоте $\omega_{\text{эм}2}$ также производят вторую глубокую физико-механическую обработку техногенных песков и вторую физико-механическую активацию поверхности минералов, чем также обеспечивают вторую глубокую их дезинтеграцию, а в конечном итоге повышают эффективность обогащения особенно сверхмелких классов БМ.

Таким образом, четвертичная (четвертая) пульпа, попадая на вращающиеся лопасти (56), совершает вращательное и поступательное движение, а в конечном итоге сходится с лопастей с повышенной скоростью. В результате этого движения увеличивается энергия давления, называемая статическим напором, и энергия вращающейся жидкости вокруг полого вала (55). При этом СМДМ вращаются по максимальному радиусу. Под действием динамического и статического напоров жидкие и ультрамелкие частицы породы поднимают по внутреннему отверстию полого вала (55) и последовательно направляют, через гидропереход (49) и патрубок (48) в выходной пульповод (47), формируя при этом промышленную сточную воду, содержащую ВВ и КЧ. Одновременно с этим, более крупнодисперсную фракцию, освобожденную от более мелкодисперсной фракции и осушенную от влаги, направляют по спиральной траектории внутри сменного конуса (50), через разгрузочное устройство (51) на транспортер (52) обогащенного продукта.

Далее промышленную сточную воду с выхода второго МАГ (23) направляют в нижнюю часть (25) отстойника (24) для оборотных вод. При этом с помощью последовательно электрически соединенных генератора (112), усилителя (113) мощности и излучателя (114), установленного в геометрическом центре нижней части (25) отстойника (24) для оборотных вод, формируют, усиливают и ненаправленно излучают НЧ гидроакустические сигналы на частоте $F_{\text{га}1}$ в диапазоне частот 10^2 - 10^4 Гц с амплитудой звукового давления не менее 1 кПа.

Под воздействием НЧ БГАВ в большой объеме промышленной воды осуществляют акустическую коагуляцию ВВ - менее крупные и более подвижные частицы механически (акустическим способом) прибавают к более крупным и менее подвижным частицам. В результате у вновь образованных ВВ возрастает масса, и они, благодаря возросшей силе тяжести, интенсивнее перемещаются из верхнего слоя воды ко дну отстойника для оборотных вод. При этом, благодаря конструкции отстойника для оборотных вод (24) и гидрологическому режиму его работы, частично очищенная промышленная вода последовательно перемещается из нижней части (25) в среднюю (центральную) часть (26) и далее в верхнюю часть (27) отстойника (24).

Кроме того, при помощи последовательно электрически соединенных первого генератора (115), первого усилителя (116) мощности и первого излучателя (117) формируют, усиливают и направленно от берега к центру верхней части (27) отстойника для оборотных вод (24) излучают ВЧ гидроакустический сигнал на частоте $F_{\text{га}2}$ в диапазоне частот 10^4 - 10^6 Гц с амплитудой звукового давления не менее 1 кПа. Одновременно с этим при помощи последовательно электрически соединенных второго генератора (118), второго усилителя (119) мощности и второго излучателя (120) формируют, усиливают и направленно от берега к центру верхней части (27) отстойника для оборотных вод (24) излучают ВЧ гидроакустический сигнал

на частоте $F_{га3}$ в диапазоне частот 10^4 - 10^6 Гц с амплитудой звукового давления не менее 1 кПа, под действием которых осуществляют акустическую коагуляцию мелкодисперсных ВВ и КЧ в поле ВЧ СГАВ - частицы различной дисперсности концентрируют в областях сжатия ВЧ СГАВ. В результате у вновь образованных ВВ возрастает масса, и они, благодаря возросшей силе тяжести, интенсивнее перемещаются из верхнего слоя воды ко дну отстойника (24).

Одновременно с этим при помощи последовательно электрически соединенных многоканального генератора (129), многоканального усилителя (130) мощности и нескольких излучателей (131) формируют, усиливают и непрерывно излучают по всей площади отстойника (24) для оборотных вод акустические сигналы на частоте F_{a11} в диапазоне частот 10^2 - 10^5 Гц с интенсивностью не менее 200 Вт/м², под действием которых исходные и акустические коагулированные ВВ принудительно, дополнительно к силе тяжести, перемещают из верхнего слоя воды в нижний слой воды, а также прижимают ко дну отстойника (24) для оборотных вод.

Отличительными признаками заявляемого способа являются:

1. Физико-механическая обработка техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a1} и $F_{эм1}$ соответственно перед началом его разработки.

2. Физико-механическую активацию поверхности минералов в месте забора эфелей или гали из техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a2} и $F_{эм2}$ соответственно перед их загрузкой в приемный бункер ПП.

3. Воздействие в приемном бункере ПП на эфеля или галю интенсивной струей воды и интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a3} и F_{a4} сверху и сбоку, а также пузырьками воздуха снизу со временем их жизни не меньше продолжительности полного цикла обогащения.

4. Воздействие в дезинтеграторе ПП на эфеля или галю интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a5} и F_{a6} сверху и сбоку.

5. Воздействие в ОШ ПП интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a7} и F_{a8} , на первичную пульпу и на постель ОШ ПП.

6. Механическое перемешивание, естественная аэрация первичной пульпы пузырьками воздуха и ее классификации по классу «-5» мм на выходе ОШ.

7. Воздействие в ДШ интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a9} и F_{a10} , на вторичную пульпу и на постель ДШ.

8. Механическое перемешивание, естественная аэрация вторичной пульпы пузырьками воздуха и ее классификации по классу «-0,5» мм на выходе ДШ.

9. Воздействие в первом МАГ на третичную пульпу вращающим гидродинамическим потоком, интенсивными гидроакустическими волнами на частоте ω_{a1} и электромагнитными волнами на частоте $\omega_{эм1}$.

10. Механическое перемешивание, естественная аэрация четвертичной пульпы на входе второго МАГ.

11. Воздействие во втором МАГ на четвертичную пульпу вращающим гидродинамическим потоком, интенсивными гидроакустическими волнами на частоте ω_{a2} и электромагнитными волнами на частоте $\omega_{эм2}$.

12. Акустическая коагуляция ВВ в поле НЧ БГАВ в нижней части отстойника для оборотных вод.

13. Акустическая коагуляция ВВ и КЧ в поле ВЧ СГАВ в верхней части отстойника для оборотных вод.

14. Принудительное осаждение исходных и акустически коагулированных ВВ и КЧ из верхнего слоя воды ко дну отстойника для оборотных вод.

Наличие отличительных от прототипа признаков позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого способа критерию "новизна".

Анализ известных технических решений с целью обнаружения в них указанных отличительных признаков показал следующее.

Признаки 1-5, 9 и 11 являются новыми и неизвестно их использование для извлечения БМ из техногенных отвалов при использовании волн различной физической природы.

Признаки 7 и 12-14 - являются новыми и неизвестно их использование для извлечения БМ из техногенных отвалов при использовании волн различной физической природы. В то же время известно использование признака 7 - при обогащении БМ, а признаков 12-14 - при очистке промышленных сточных вод

Признаки 6 и 8 и 10 являются известными.

Таким образом, наличие новых существенных признаков, в совокупности с хорошо известными, обеспечивает появление у заявляемого решения нового свойства, не совпадающего со свойствами известных технических решений - эффективно и рентабельно извлекать БМ из галечных, эфельных и других отвалов, в том числе при наличии глинистых и мерзлых фракций, а также в эффективной физической очистки и физическом обеззараживании промышленных оборотных вод. При этом:

1. Эффективно и рентабельно извлекать БМ из техногенных песков, в том числе из глинистых и мерзлых фракций достигается за счет того, что:

- осуществляют физико-механическую обработку техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a1} и $F_{\varepsilon m1}$ соответственно перед началом его разработки;

- осуществляют физико-механическую активацию поверхности минералов в месте забора техногенных песков из техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a2} и $F_{\varepsilon m2}$ соответственно перед их загрузкой в приемный бункер ПП;

- воздействуют в приемном бункере ПП на техногенные пески интенсивной струей воды и интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a3} и F_{a4} сверху и сбоку, а также пузырьками воздуха снизу со временем их жизни не меньше продолжительности полного цикла обогащения;

- воздействуют в дезинтеграторе ПП на техногенные пески интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a5} и F_{a6} сверху и сбоку;

- воздействуют в ОШ ПП интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a7} и F_{a8} , на первичную пульпу и на постель ОШ ПП;

- механически перемешивают и осуществляют естественную аэрацию первичной пульпы пузырьками воздуха, а также классифицируют ее по классу «-5» мм на выходе ОШ;

- воздействуют в ДШ интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a9} и F_{a10} , на вторичную пульпу и на постель ДШ;

- механически перемешивают и осуществляют естественную аэрацию вторичной пульпы пузырьками воздуха, а также классифицируют ее по классу «-0,5» мм на выходе ДШ.

- воздействуют в первом МАГ на третичную пульпу вращающим гидродинамическим потоком, интенсивными гидроакустическими волнами на частоте ω_{a1} и электромагнитными волнами на частоте $\omega_{\varepsilon m1}$;

- механически перемешивают и осуществляют естественную аэрацию четвертичной пульпы на входе второго МАГ;
- воздействуют во втором МАГ на четвертичную пульпу вращающим гидродинамическим потоком, интенсивными гидроакустическими волнами на частоте ω_{a2} и электромагнитными волнами на частоте $\omega_{эм2}$;
- осуществляют акустическую коагуляцию ВВ и КЧ в отстойнике для оборотных вод и т.д.

2. Эффективно физически очищать и обеззараживать промышленную оборотную воду достигается за счет того, что:

- воздействуют в первом МАГ на воду интенсивными гидроакустическими волнами на частоте ω_{a1} и электромагнитными волнами на частоте $\omega_{эм1}$;
- воздействуют во втором МАГ на воду интенсивными гидроакустическими волнами на частоте ω_{a2} и электромагнитными волнами на частоте $\omega_{эм2}$;
- акустически коагулируют ВВ в поле НЧ БГАВ в нижней части отстойника для оборотных вод;
- акустически коагулируют ВВ и КЧ в поле ВЧ СГАВ в верхней части отстойника для оборотных вод;
- принудительно осаживают исходные и акустически коагулированные ВВ и КЧ из верхнего слоя воды ко дну отстойника для оборотных вод и т.д.

Пример реализации способа.

Промышленные испытания разработанного способа производились в 2002-2007 гг. в Российской Федерации, в том числе на участках «Левтыринываям» и «Пенистый» ЗАО «Корякгеолдобыча» (п-ов Камчатка) при добыче россыпной платины, в том числе из техногенных отвалов прошлых лет. При этом в качестве базового оборудования использовались: на участке «Левтыринываям» -ПП типа «ПКБШ-10», самодельная шлюзовая приставка и гидроциклон (концентратор) «Кнельсон»; на участке «Пенистый» - ПП типа ПБШ-40 и промышленная шлюзовая приставка.

В табл.1 представлен, для примера, гранулометрический состав и объем шлиховой платины, извлеченной в 2002 г. ПП ПКБШ-100 из платиносодержащих песков участка «Левтыринываям».

Гранулометрический состав и объем шлиховой платины								Таблица 1
ПП	+2, мм	+1, мм	+0,5, мм	+0,25, мм	+0,125, мм	-0,125, мм	Масса, г	
							Отн. распредел., %	
ПКБШ-100	4,5	8,5	36,9	450,6	450,2	13,8	964,5	
	0,5	0,88	3,8	46,7	46,68	1,43	100	

Как видно из табл.1, извлеченный данными ПП из платиносодержащих песков данных блоков металл представлен, в основном, двумя классами: «-0,5+0,25» мм (средний металл) и «-0,25+0,125» мм (мелкий металл).

В табл.2 представлен гранулометрический состав и объем шлиховой платины, извлеченной в 2003 г. при помощи концентратора «Кнельсон» из техногенных отвалов 2002 г.

Гранулометрический состав и объем шлиховой платины

							Таблица 2
ПП	+1	+0,5	+0,25	+0,125	-0,125	Масса, г	
						Отн. распредел., %	
ПКБШ-100	40	80	700	1370	210	2400	
	1,7	3,3	29,2	57,1	8,7	100	

Как видно из табл.2, извлеченный концентратом «Кнельсон» БМ из техногенного отвала прошлых лет БМ представлен теми же двумя классами: «-0,5+0,25» мм и «-0,25+0,125» мм. Другими словами, эффективность извлечения СМДМ увеличилась незначительно.

В табл.3 представлено распределение БМ, дополнительно извлеченного на ДШ с излучением и без излучения акустических волн.

Распределение благородного металла по длине дополнительного шлюза				
Режим работы доп.шлюза	L=0-1,5 м, г/%	L=1,5-3М, г/%	L=3-4,5 м, г/%	Итого, граммы/%
Без излучения	10/62,5	5/31,25	1/6,26	16/100
С излучением	134,5/32,15	241,5/57,73	42,3/10,12	418,3/100
Разница	124,5	307,5	61,6	402,3/100

Примечание: акустический излучатель размещен на участке 1,5-3 м.

Как видно из табл.3 наибольшее количество (57,73%) БМ дополнительно извлечено на ДШ в районе расположения акустического излучателя.

На фиг.9 представлены результаты ситования БМ - распределения БМ по классам крупности, у способа-прототипа (пунктирная линия) и у разработанного способа (сплошная линия). Как видно из фиг.9, в процессе реализации разработанного способа доля УМДМ, СМДМ и МДМ БМ, извлеченного из техногенного отвала, составила 90,1%, в то время как у способа-прототипа 28,2%. При этом доля СМДМ и УМДМ при реализации разработанного способа в этом случае составила 46,6%.

На фиг.10 представлены результаты распределения металла по длине ОШ у способа-прототипа (пунктирная линия) и у разработанного способа (сплошная линия). Как видно из фиг.10, у способа-прототипа основную долю БМ (82,5%) улавливают только в головной части ОШ (это касается, в основном, КДМ), в то время как при реализации разработанного способа БМ осаждают в 3 раза больше, чем у способа-прототипа, в средней части ОШ (это касается, в основном, СДМ) и в 3 раза больше, чем у способа-прототипа, в нижней части ОШ (это касается, в основном, МДМ). Таким образом:

1. Эффективно и рентабельно извлекать БМ из техногенных песков, в том числе из глинистых и мерзлых фракций достигнуто за счет того, что:

- осуществляли физико-механическую обработку техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами;
- осуществляли физико-механическую активацию поверхности минералов в месте забора техногенных песков из техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами;
- воздействовали в приемном бункере ПП на техногенные пески интенсивной струей воды и акустическими волнами, а также пузырьками воздуха снизу;
- воздействовали в дезинтеграторе ПП на техногенные пески интенсивными акустическими волнами сверху и сбоку;
- воздействовали в ОШ ПП интенсивными акустическими волнами на первичную пульпу и на постель ОШ ПП;
- механически перемешивали и осуществляли естественную аэрацию первичной пульпы пузырьками воздуха;
- воздействовали в ДШ интенсивными акустическими волнами на частотах на вторичную пульпу и на постель ДТП;

- механически перемешивали и осуществляли естественную аэрацию вторичной пульпы пузырьками воздуха;

- воздействовали в первом МАГ на третичную пульпу вращающим гидродинамическим потоком, интенсивными гидроакустическими волнами и электромагнитными волнами;

- механически перемешивали и осуществляли естественную аэрацию четвертичной пульпы на входе второго МАГ;

- воздействовали во втором МАГ на четвертичную пульпу вращающим гидродинамическим потоком, интенсивными гидроакустическими волнами и электромагнитными волнами;

- осуществляли акустическую коагуляцию ВВ и КЧ в отстойнике и т.д.

2. Эффективно физически очищать и обеззараживать промышленную оборотную воду достигнуто за счет того, что:

- воздействовали в первом МАГ на воду интенсивными гидроакустическими волнами и электромагнитными волнами;

- воздействовали во втором МАГ на воду интенсивными гидроакустическими волнами и электромагнитными волнами;

- акустически коагулировали ВВ в поле НЧ БГАВ в нижней части отстойника для оборотных вод;

- акустически коагулировали ВВ и КЧ в поле ВЧ СГАВ в верхней части отстойника для оборотных вод;

- принудительно осаживали исходные и акустически коагулированные ВВ и КЧ из верхнего слоя воды ко дну отстойника для оборотных вод и т.д.

Формула изобретения

Способ извлечения благородного металла из техногенных отходов при использовании волн различной физической природы, включающий физико-механическую обработку техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a1} и $P_{эм1}$ соответственно, перед началом его разработки физико-механическую активацию поверхности минералов в месте забора эфелей или гали из техногенного отвала интенсивными акустическими и электромагнитными волнами на частотах F_{a2} и $P_{эм2}$ соответственно, перед их загрузкой в приемный бункер промывочного прибора, воздействие в приемном бункере на эфеля или галю интенсивной струей воды и интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a3} и F_{a4} сверху и сбоку, а также пузырьками воздуха снизу со временем их жизни не меньше продолжительности полного цикла обогащения, воздействие в дезинтеграторе на эфеля или галю интенсивными акустическими волнами на частотах F_{a5} и F_{a6} сверху и сбоку, классификацию материала по классу -40 мм при помощи сит, расположенных внутри классификатора, и образовании первой пульпы, направление первой пульпы на вход основного шлюза промывочного прибора, содержащего n секций (где $n=2, 3, 4, \dots$), соединенных параллельно друг другу, имеющего постоянный угол своего наклона θ_1 и содержащего глубокие трафареты с постоянными параметрами, а также оборудованного сверху несколькими - не менее двух, акустическими излучателями интенсивных акустических волн на частотах F_{a7} и F_{a8} , установленными по всей длине основного шлюза, извлечение под действием силы тяжести, гидродинамического потока, а также интенсивных акустических волн, оживляющих постель основного шлюза, изменяющих траекторию движения минералов в потоке первой пульпы, имеющей скорость потока V_1 и высоту потока H_1 ,

и прижимающих минералы к трафаретам глубокого наполнения основного шлюза, полностью - 100% улавливают крупнодисперсные минералы класса +1,0 мм, практически полностью улавливают - более 75% среднедисперсные минералы класса +0,5...-1,0 мм и частично улавливают - менее 25% мелкодисперсные минералы класса +0,1...-0,5 мм, перемешивание, естественную дегазацию первой пульпы пузырьками воздуха и ее классификацию по классу -5 мм на выходе основного шлюза при помощи колосниковой решетки и образование второй пульпы, направление второй пульпы на вход дополнительного шлюза длиной, меньшей длины основного шлюза, содержащего $n+1$ секций, соединенных параллельно друг другу, имеющего переменный угол своего наклона θ_2 , меньший θ_1 , содержащего трафареты мелкого наполнения с переменными параметрами, а также оборудованного сверху несколькими - не менее трех, оросителями второй пульпы, расположенными по всей длине дополнительного шлюза и несколькими - не менее двух, акустическими излучателями интенсивных акустических волн на частотах F_{a9} и F_{a10} , расположенными по всей длине дополнительного шлюза, на котором под действием силы тяжести, гидродинамического потока, а также интенсивных акустических волн, в потоке второй пульпы, имеющей скорость потока V_2 меньшей V_1 и высоту потока H_2 меньшей H_1 , и прижимающих минералы к трафаретам мелкого наполнения дополнительного шлюза, полностью улавливают среднедисперсные минералы, практически полностью улавливают мелкодисперсные минералы и частично улавливают сверхмелкодисперсные минералы класса -0,1 мм, перемешивание, естественную дегазацию второй пульпы пузырьками воздуха и классификацию второй пульпы на выходе дополнительного шлюза по классу -0,5 мм при помощи колосниковой решетки, и образование третьей пульпы, направление третьей пульпы на вход первого магнитоакустического гидроциклона, оборудованного равномерно распределенными по внутренней камере излучателями гидроакустических и электромагнитных волн, в котором под действием гидродинамического потока, интенсивных гидроакустических волн на частоте ω_{a1} и электромагнитных волн на частоте $\omega_{эм1}$ полностью улавливают мелкодисперсные минералы, практически полностью улавливают сверхмелкодисперсные минералы и частично улавливают ультрамелкодисперсные минералы класса -0,01 мм, перемешивание и естественную дегазацию третьей пульпы, а также направление третьей пульпы на вход второго магнитоакустического гидроциклона, оборудованного равномерно распределенными по внутренней камере излучателями гидроакустических и электромагнитных волн, в котором под действием гидродинамического потока, интенсивных гидроакустических волн на частоте ω_{a2} и электромагнитных волн на частоте $\omega_{эм2}$ полностью улавливают сверхмелкодисперсные минералы практически полностью улавливают ультрамелкодисперсные минералы, направление промышленной сточной воды с выхода второго магнитоакустического гидроциклона в нижнюю часть отстойника для оборотных вод, а также забор воды для промышленных целей из верхнего слоя верхней части отстойника для оборотных вод, установку в геометрическом центре нижней части отстойника для оборотных вод ненаправленного излучателя интенсивных низкочастотных гидроакустических волн, под действием которых осуществляют акустическую коагуляцию взвешенных веществ в поле бегущих гидроакустических волн - менее крупные и более подвижные частицы механически прибавляют к более крупным и менее подвижным частицам, установку на противоположных сторонах верхней части отстойника для оборотных вод направленных навстречу друг другу высокочастотных излучателей интенсивных

высокочастотных волн, под действием которых осуществляют акустическую коагуляцию мелкодисперсных взвешенных веществ и коллоидных частиц в поле стоячих гидроакустических волн, - частицы различной дисперсности концентрируют в областях сжатия стоячих гидроакустических волн, установку на берегу отстойника для
5 оборотных и сточных вод со всех его сторон нескольких, не менее четырех, излучателей интенсивных акустических волн, под действием которых исходные и акустические коагулированные взвешенные вещества принудительно, дополнительно к силе тяжести, перемещают из верхнего слоя воды в нижний слой воды, а также
10 прижимают ко дну отстойника для оборотных вод.

15

20

25

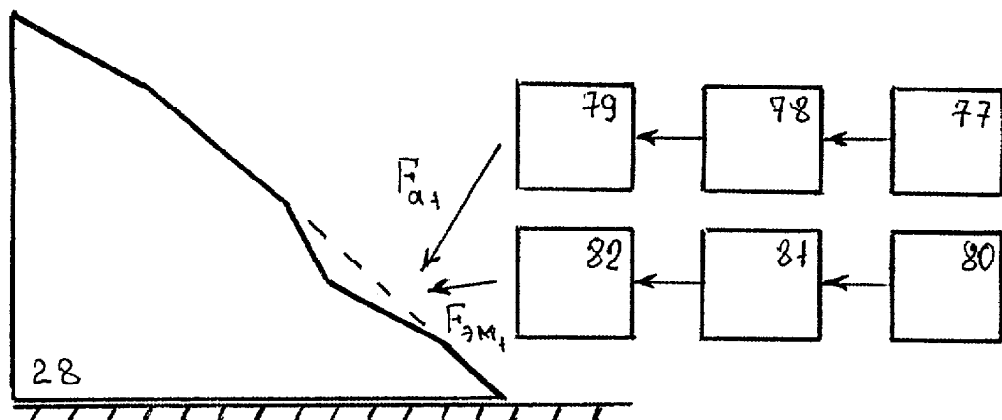
30

35

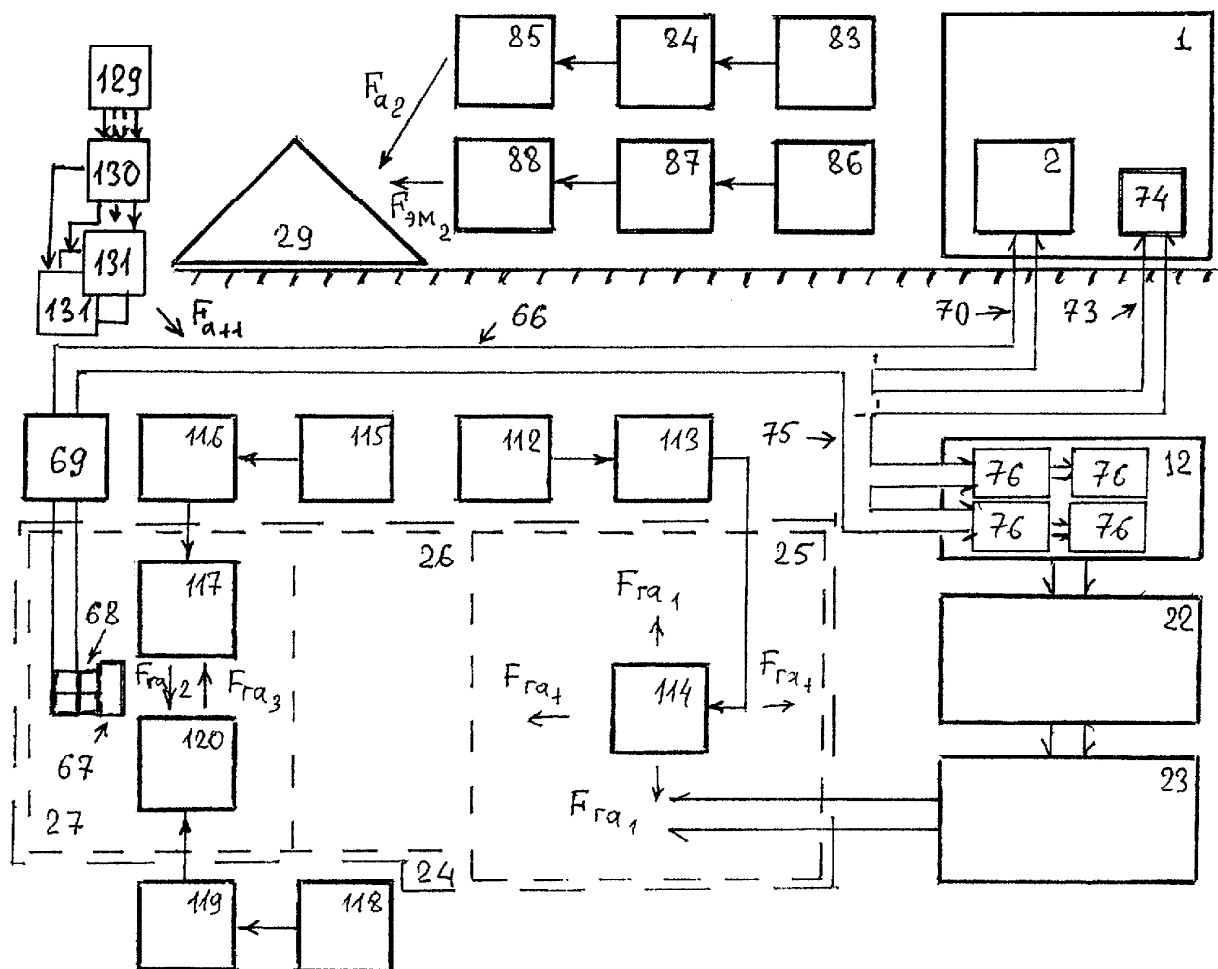
40

45

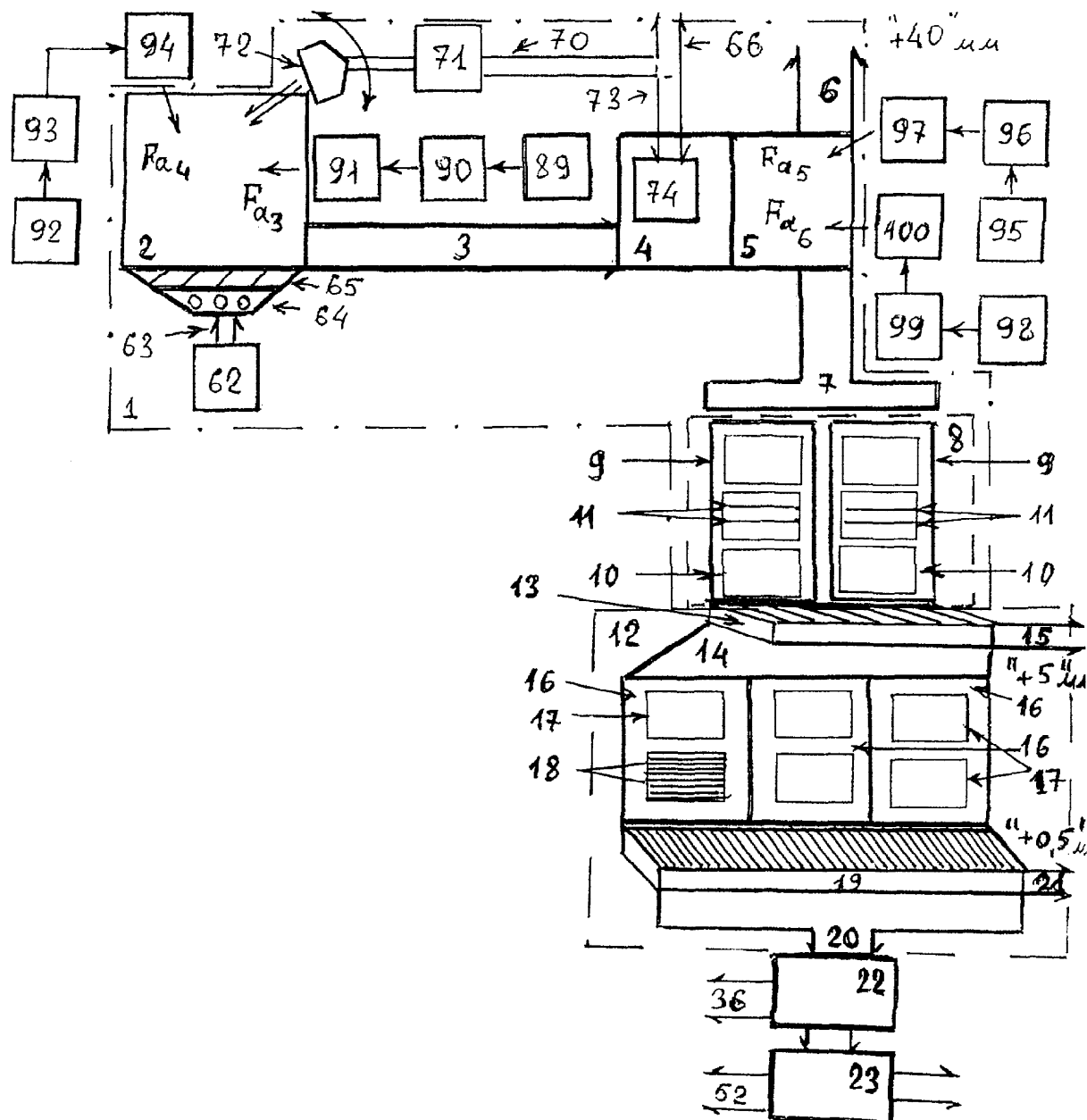
50



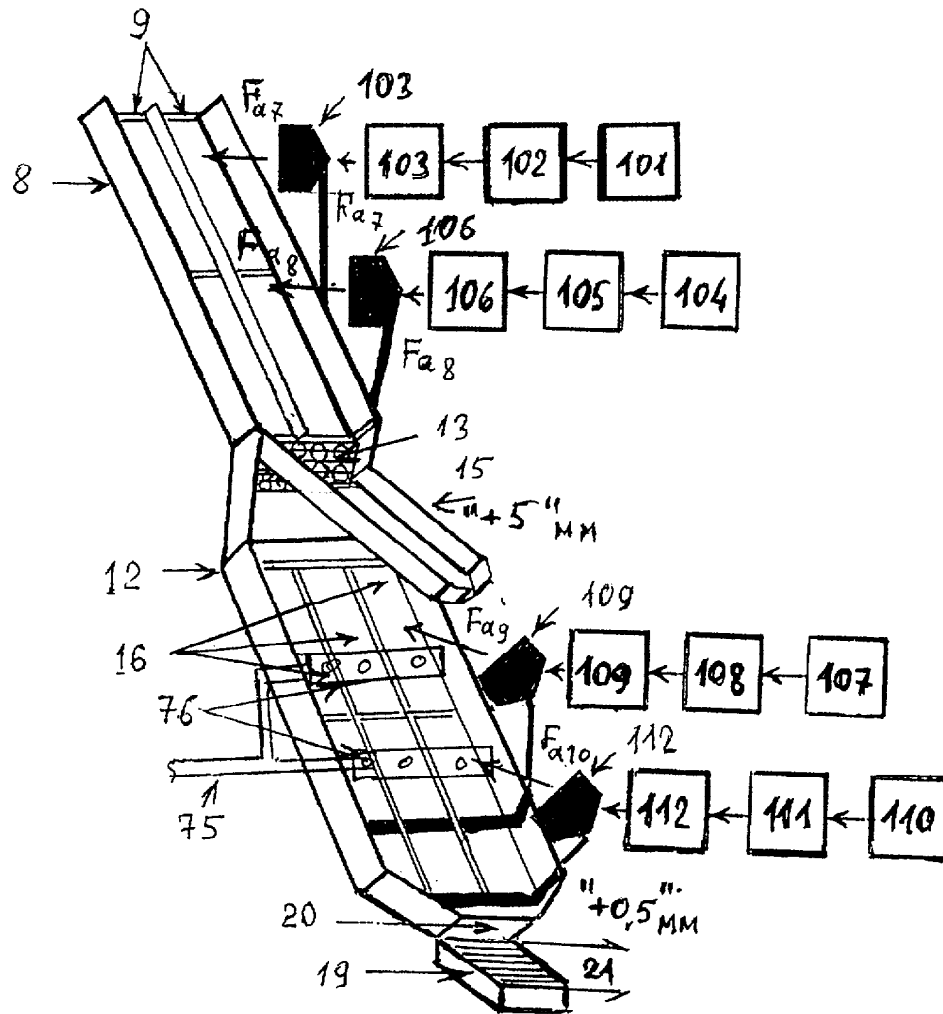
Фиг. 1



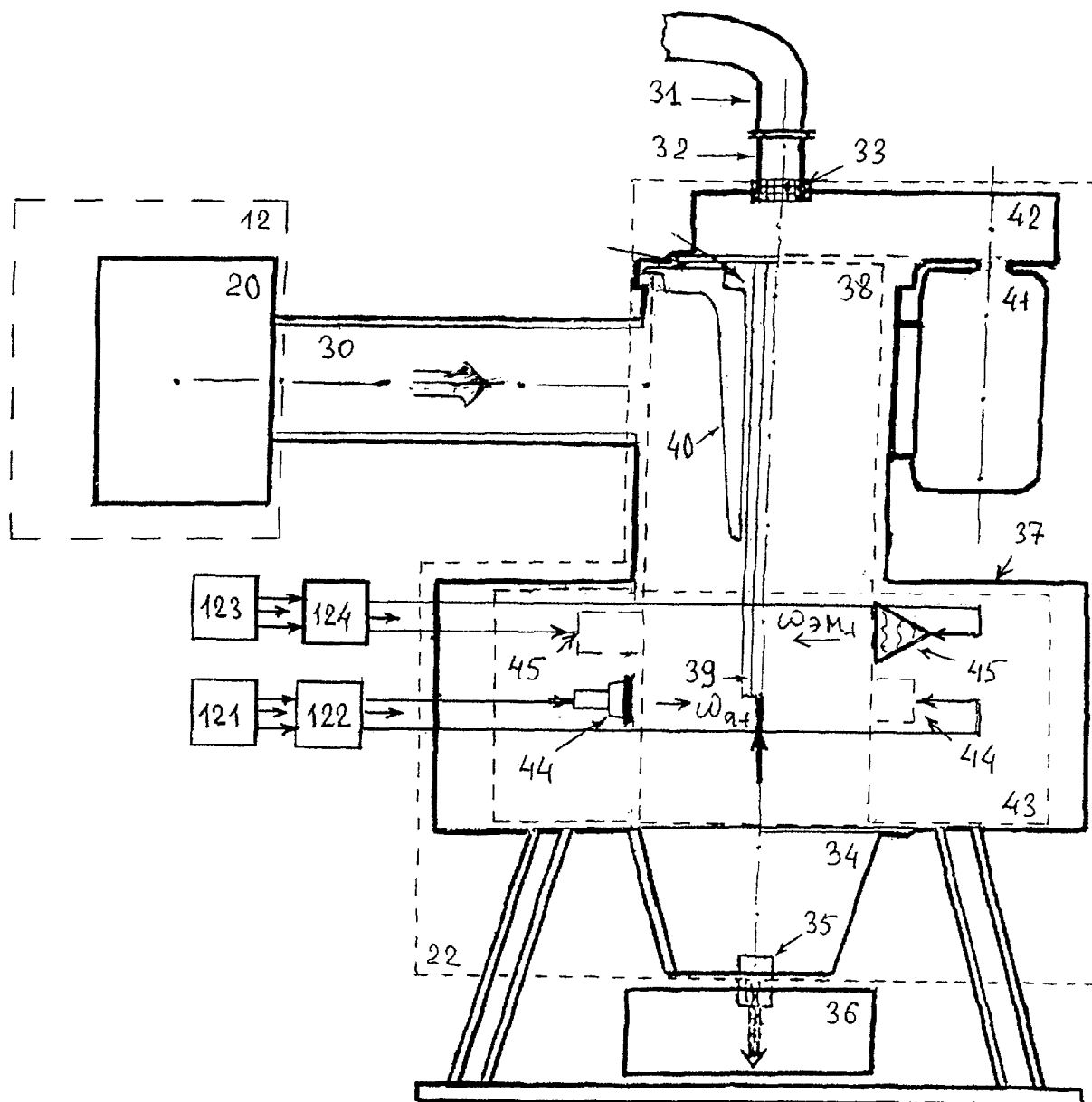
Фиг. 2



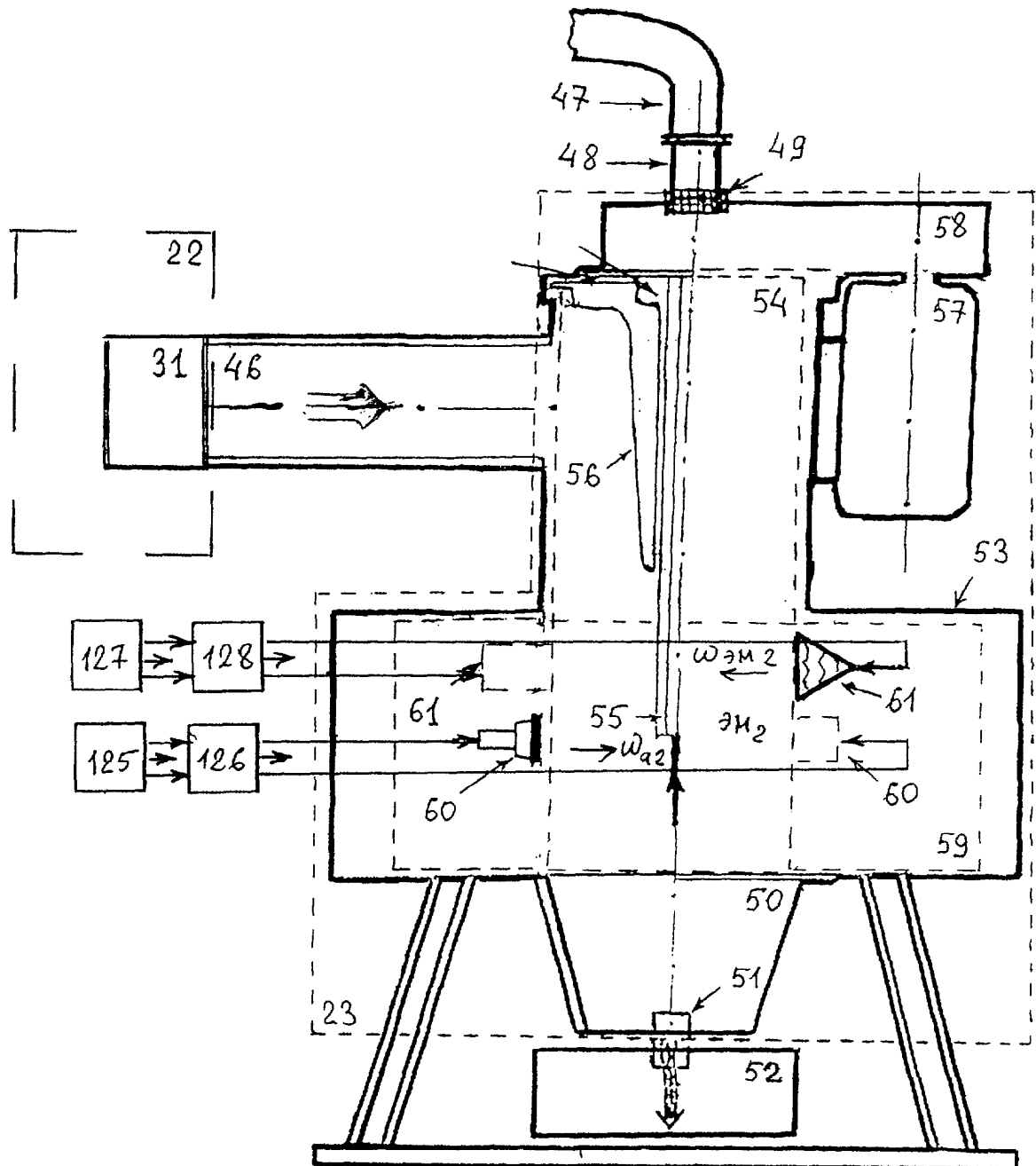
ФИГ. 3



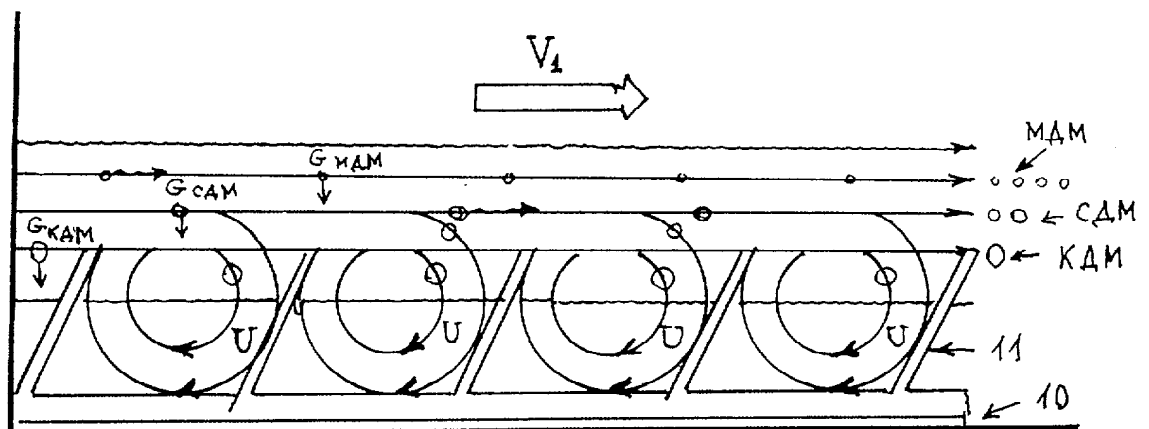
Фиг. 4



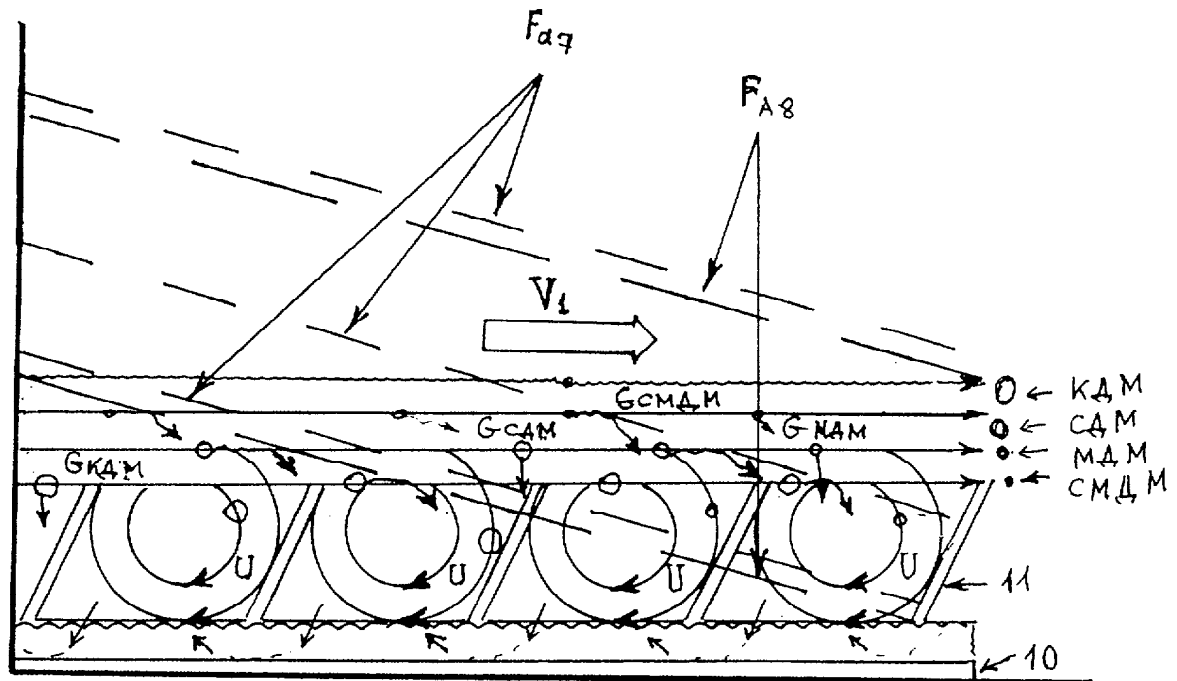
Фиг. 5



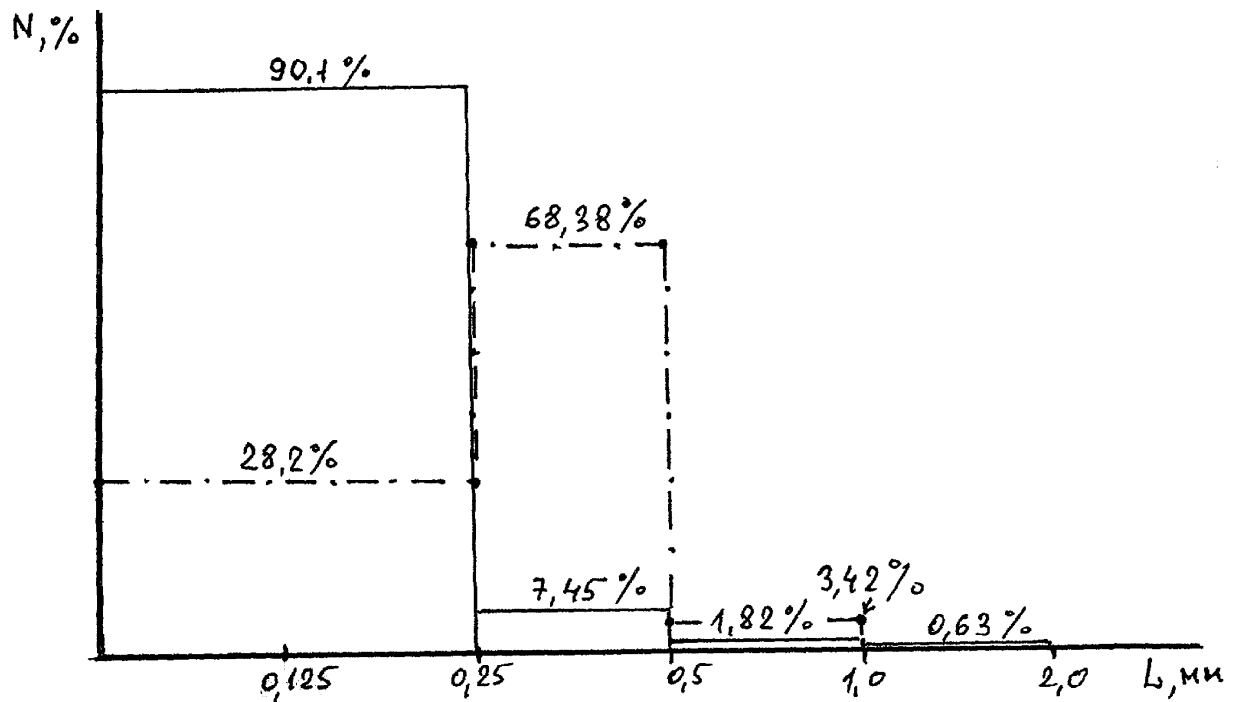
Фиг. 6



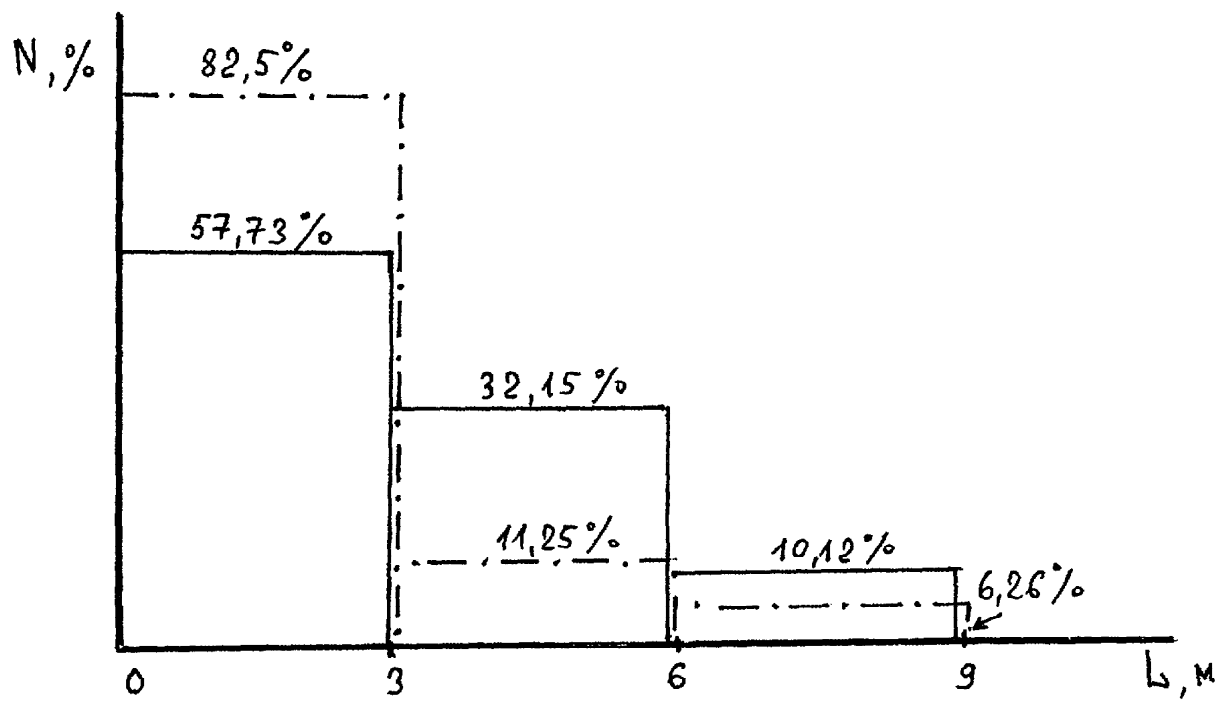
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10