

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2576715

### СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО ПЛАТИНОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

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

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014149393

Приоритет изобретения 08 декабря 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 февраля 2016 г.

Срок действия патента истекает 08 декабря 2034 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014149393/03, 08.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.12.2014

(45) Опубликовано: 10.03.2016 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2167001 C2, 20.05.2001. SU 1002017 A1, 07.03.1983. SU 1720723 A1, 23.03.1992. RU 2309799 C1, 10.11.2007. RU 2144429 C1, 20.01.2000. RU 2022648 C1, 15.11.1994. RU 2446019 C1, 27.03.2012. CN 102886311 A, 23.01.2013.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Александрова Татьяна Николаевна (RU),  
Ромашев Артём Олегович (RU),  
Николаева Надежда Валерьевна (RU),  
Янсон Ульяна Михайловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

**(54) СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛАТИНОИДОВ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО ПЛАТИНОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано в горно-обогатительной промышленности при обогащении платиносодержащих нетрадиционных руд. Способ обогащения руд, содержащих металлы платиновой группы, включает измельчение и кондиционирование материала с собирателем, введение в пульпу вспенивателя, выделение металлов методом флотации в пенные продукты, а минералов пустой породы - в хвосты. Измельчение проводится в среде аминокислотной

кислоты с получением класса крупности -0,074+0 мм. Последующую флотацию полученного класса крупности осуществляют с комплексным собирателем - амины из нитропарафинов с расходом от 100 до 150 г/т руды и бутиловым ксантогенатом калия от 200 до 250 г/т руды, депрессором - жидкое стекло от 200 до 300 г/т руды, вспенивателем - сосновое масло от 20 до 40 г/т руды. Технический результат - повышение извлечения платиноидов из нетрадиционных руд. 5 ил., 2 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014149393/03, 08.12.2014

(24) Effective date for property rights:  
08.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: 08.12.2014

(45) Date of publication: 10.03.2016 Bull. № 7

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2, FGBOU  
VPO "Natsionalnyj mineralno-syrevoj universitet  
"Gornyj", otdel intellektualnoj sobstvennosti i  
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

Aleksandrova Tatjana Nikolaevna (RU),  
Romashev Artem Olegovich (RU),  
Nikolaeva Nadezhda Valerevna (RU),  
JAnson Uljana Mikhajlovna (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
professionalnogo obrazovaniya "Natsionalnyj  
mineralno-syrevoj universitet "Gornyj" (RU)

(54) **METHOD OF INCREASING EXTRACTION OF PLATINOIDS FROM UNCONVENTIONAL PLATINUM-CONTAINING RAW MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to mineral processing and can be used in mining industry for enrichment of non-traditional platinum ores. Method for concentration of ores containing platinum group metals, involves crushing and conditioning of material with collector, introduction of pulp foaming agent, extraction of metals by flotation in foam products, and mineral waste rock in tails. Milling is carried out in a medium of aminoacetic acid to obtain a size fraction of

-0.074+0 mm. Further flotation of obtained size is performed with complex collector-amines of nitroparaffins with flow rate of 100 to 150 g/t of ore and butyl potassium xanthate from 200 to 250 g/t of ore, depressor-liquid glass from 200 to 300 g/t of ore, foaming agent - pine oil from 20 to 40 g/t of ore.

EFFECT: technical result is increased extraction of platinumoids from unconventional ores.

1 cl, 5 dwg, 2 ex

Изобретение относится к области обогащения полезных ископаемых и может быть использовано в горно-обогатительной промышленности при обогащении платиносодержащих нетрадиционных руд.

Известен способ извлечения металлов платиновой группы (патент RU №2224034, опубл. 20.02.2004 г.), включающий плавку исходного материала в присутствии углеродистого восстановителя с последующим концентрированием извлекаемых металлов в железной фазе. В качестве исходного материала используют шихту, содержащую не менее 2 г/т металлов платиновой группы, а также силикатные, железные и сульфидные компоненты, углеродистый восстановитель берут в избытке и плавку ведут до образования гетерогенного расплава сульфидной, силикатной и железной фаз, после чего отделяют железную фазу, концентрирующую металлы платиновой группы, и подвергают ее окислительной термообработке до полного выделения металлов платиновой группы.

Недостатками являются необходимость проведения процесса при высоких температурах, а также повышенный расход реагентов.

Известен способ извлечения частиц благородных металлов из металлоносных песков и поточная линия для его осуществления (патент RU №2427431, опубл. 27.08.2011 г.), включающий дезинтеграцию, грохочение, выделение магнитной фракции и гравитационное обогащение. После выделения магнитной фракции производят классификацию песков по крупности +0,5 мм и -0,5 мм. Гравитационному обогащению подвергают пески крупностью +0,5 мм, а пески крупностью -0,5 мм и хвосты гравитационного обогащения после сушки подвергают электродинамической сепарации путем направленного воздействия на проводящие частицы импульсным бегущим магнитным полем высокой напряженности и градиента. Способ осуществляют на поточной линии, содержащей последовательно установленные устройство для дезинтеграции, комплекс магнитных сепараторов, комплекс гравитационных аппаратов, комплекс плавки. Линия дополнительно снабжена классификатором, установленным после комплекса магнитных сепараторов, устройством для сушки, установленным после комплекса гравитационных аппаратов, и электродинамическим сепаратором с импульсным бегущим магнитным полем, установленным после классификатора.

Недостатками являются потери части металлов, находящихся в связанном состоянии, а также сложная компоновка технологической линии для его осуществления.

Известен способ переработки концентратов платиновых металлов на железоникелевой основе для извлечения платиновых металлов (патент RU №2391419, опубл. 10.06.2012 г.), включающий обработку концентрата соляной кислотой с переводом платиновых металлов в раствор. Затем ведут отделение нерастворимого остатка, обработку раствора нитритом натрия и отделение осадка гидроксида железа. Перед обработкой концентрата соляной кислотой его распульповывают в воде, пульпу нагревают, вводят азотную кислоту в объеме, необходимом для растворения примерно 60% железа и никеля, и прогревают в течение 4-5 часов при температуре 85-100°C. Обработку соляной кислотой ведут добавлением соляной кислоты в объеме, необходимом для растворения оставшейся части железа и никеля и платиновых металлов, и прогревают еще в течение 4-5 часов при температуре 85-100°C. Перед обработкой раствора нитритом натрия в него вводят ортофосфорную кислоту или ее натриевую соль.

Применение указанного способа затруднительно ввиду нетрадиционности реагентов, невозможности создания замкнутого оборота технологических растворов и относительной сложности и длительности процесса.

Известен способ извлечения металлов платиновой группы (патент RU №2360984, опубл. 10.07.2009 г.), который включает плавку шихты, состоящей из материалов, содержащих металлы платиновой группы в железосодержащих компонентах, углеродистого восстановителя и шлакообразующих материалов, с концентрацией  
 5 извлекаемых металлов в железной фазе. Плавку шихты осуществляют в предварительно разогретой до температуры 1600-1700°C плазменно-дуговой печи постоянного тока с катодом, установленным на подине печи, при равномерном введении шихты в зону устойчивой дуги. После введения шихты ее плавят и выдерживают расплав при той же температуре до образования жидкотекучего расплава и концентрации его в зоне катода.  
 10 При этом количество углеродистого восстановителя составляет 5-30% от необходимого расчетного количества для полного восстановления железа.

Недостатком является его неэкологичность и повышенный расход энергии ввиду использования плазменно-дуговой печи. Также недостатком является скорость осуществления предложенного способа, так как требуется выдержка расплава.

15 Известен способ обогащения сульфидных медно-никелевых руд, содержащих металлы платиновой группы (патент RU №2167001, опубл. 20.05.2001 г.), принятый за прототип. Способ включает измельчение и кондиционирование материала с сульфгидрильным собирателем, введение в пульпу маслорастворимых сульфонов щелочноземельных металлов и вспенивателя и постадийное выделение сульфидов металлов методом  
 20 флотации в пенные продукты, а минералов пустой породы - в хвосты.

Маслорастворимые сульфонаты щелочноземельных металлов вводят на первую стадию флотации в количестве, составляющем 55-90 мас.% от их общего расхода. Массовое отношение маслорастворимых сульфонов щелочноземельных металлов к сульфгидрильному собирателю в каждой стадии флотации составляет (0,0005-0,0035).

25 Недостатками прототипа являются получение многокомпонентного трудноразделяемого продукта, а также применение данных реагентов не обеспечивает эффективное извлечение материалов платиновой группы.

Техническим результатом является повышение извлечения платиноидов из нетрадиционного платиносодержащего сырья.

30 Технический результат достигается тем, что измельчение проводится в среде аминокислотной кислоты с получением класса крупности -0,074+0 мм для последующей флотации с комплексным собирателем - амины из нитропарафинов с расходом от 100 до 150 г/т руды и бутиловым ксантогенатом калия от 200 до 250 г/т руды, депрессором - жидкое стекло от 200 до 300 г/т руды, вспенивателем - сосновое масло от 20 до 40 г/т  
 35 руды.

Способ повышения извлечения платиноидов из нетрадиционного платиносодержащего сырья поясняется следующими чертежами:

фиг. 1 - минералогический состав материала;

фиг. 2 - технологическая схема проведения эксперимента;

40 фиг. 3 - гистограмма распределения частиц материала при стандартном измельчении,  $S_{уд}=1342 (1/м^2)$ ;

фиг. 4 - гистограммы распределения частиц материала при измельчении с аминокислотной кислотой,  $S_{уд}=7606 (1/м^2)$ ;

45 фиг. 5 - усредненные данные серии проведенных экспериментов.

В результате механохимоактивации при измельчении руды, платиновая минерализация в которой представлена туламинитом ( $Pt_2FeCu$ ), тетраферроплатиной ( $PtFe$ ) и никельферроплатиной ( $Pt_2FeNi$ ) (фиг. 1), в присутствии аминокислотной кислоты (АУК)

и последующей флотации с комплексным собирателем, с которым элементы платиновой группы образуют хелатные соединения с комплексообразователями, при взаимодействии образуются циклические группировки, включающие комплексообразователь и лиганд аминокислоты, который относится к категории бидентатных лигандов, образующих две химические связи с комплексообразователем - через атом кислорода карбоксильной группы и через атом азота аминогруппы, кроме того, происходит увеличение удельной поверхности измельченного материала, что предопределяет лучшую сорбцию собирателей при флотации. Наличие хелатных соединений предопределяет образование многоядерных комплексных соединений, к которым относятся кластеры, мостиковые соединения и изо- и гетеросоединения.

Реализация способа осуществляется следующим образом (фиг. 2).

Предварительное измельчение материала, содержащего туламинит, тетроферроплатину и никельферроплатину, осуществляется в шаровой мельнице в среде аминокислоты при расходе 500 г/т. Загрузка мельницы шарами составляет 45% от объема мельницы. Далее измельченный материал подвергается классификации для выделения класса крупности -0,074+0 мм. Далее выделение металлов производится методом флотации в пенные продукты, а минералов пустой породы - в хвосты флотации. Процесс выполняется при соблюдении известных технологических и реагентных режимов. Флотация осуществляется в слабощелочной среде с величиной pH=7-8. В качестве собирателей используется бутиловый ксантогенат калия (БКК) с расходом 200-250 г/т и амины из нитропарафинов (АНП) - расход 100-150 г/т. Для подавления флотации минералов пустой породы применяется депрессор - жидкое стекло (расход 200-300 г/т). В качестве вспенивателя применяется сосновое масло, расход которого составляет 20-40 г/т. Время агитации пульпы с каждым реагентом равняется 1-3 мин.

Пример 1. Платиносодержащую руду измельчают в шаровой мельнице в среде аминокислоты при расходе 500 г/т. Далее измельченный материал подвергается классификации для выделения класса крупности -0,074+0 мм, пески возвращаются на доизмельчение в мельницу, а слив поступает на кондиционирование. И затем проводят флотацию в одну стадию. Флотация осуществляется в слабощелочной среде с величиной pH=7-8. В качестве собирателей используется бутиловый ксантогенат калия (БКК) с расходом 250 г/т и амины из нитропарафинов (АНП) - расход 150 г/т. Для подавления флотации минералов пустой породы применяется депрессор - жидкое стекло (расход 300 г/т). В качестве вспенивателя применяется сосновое масло, расход которого составляет 40 г/т. Время агитации пульпы с каждым реагентом равняется 1-3 мин. Извлечение в концентрат ассоциированных Fe, Ni и Cu, входящих в состав платиносодержащих соединений туламинита, тетраферроплатины и никельферроплатины, составляет Fe - 82320 г/т, Ni - 2667 г/т и Cu - 378 г/т.

Пример 2. Отличается тем, что при извлечении золота в концентрат по предлагаемому способу варьировали расход реагентов: бутиловый ксантогенат калия (БКК) с расходом 200 г/т и амины из нитропарафинов (АНП) - расход 100 г/т. Извлечение в концентрат ассоциированных Fe, Ni и Cu, входящих в состав платиносодержащих соединений туламинита, тетраферроплатины и никельферроплатины, составляет Fe - 47214 г/т, Ni - 1502 г/т и Cu - 272 г/т.

На фиг. 5 приведены усредненные данные серии проведенных экспериментов для платиносодержащих руд. Применение данного способа позволило получить концентрат с повышенным содержанием металлов, ассоциированных с платиной.

По совокупности проведенных опытов можно заключить, что предварительная механоактивация с АУК и флотация позволяют получить концентрат с повышенным

содержанием платиноидов за счет увеличения извлечения ассоциированных Fe, Ni и Cu (содержание Fe - 82320 г/т, Ni - 2667 г/т и Cu - 378 г/т), входящих в состав платиносодержащих соединений туламинита, тетраферроплатины и никельферроплатины. Гистограммы распределения частиц материала после измельчения в стандартных условиях и в присутствии комплексообразователя АУК приведены на 5 фиг. 3 и фиг. 4.

Разработанный способ позволяет повысить эффективность извлечения платиноидов из нетрадиционного сырья.

#### Формула изобретения

10 Способ обогащения руд, содержащих металлы платиновой группы, включающий измельчение и кондиционирование материала с собирателем, введение в пульпу вспенивателя, выделение металлов методом флотации в пенные продукты, а минералов пустой породы - в хвосты, отличающийся тем, что измельчение проводится в среде 15 аминокислотной кислоты с получением класса крупности  $-0,074+0$  мм для последующей флотации с комплексным собирателем - аминами из нитропарафинов с расходом от 100 до 150 г/т руды и бутиловым ксантогенатом калия от 200 до 250 г/т руды, депрессором - жидкое стекло от 200 до 300 г/т руды, вспенивателем - сосновое масло от 20 до 40 г/т руды.

20

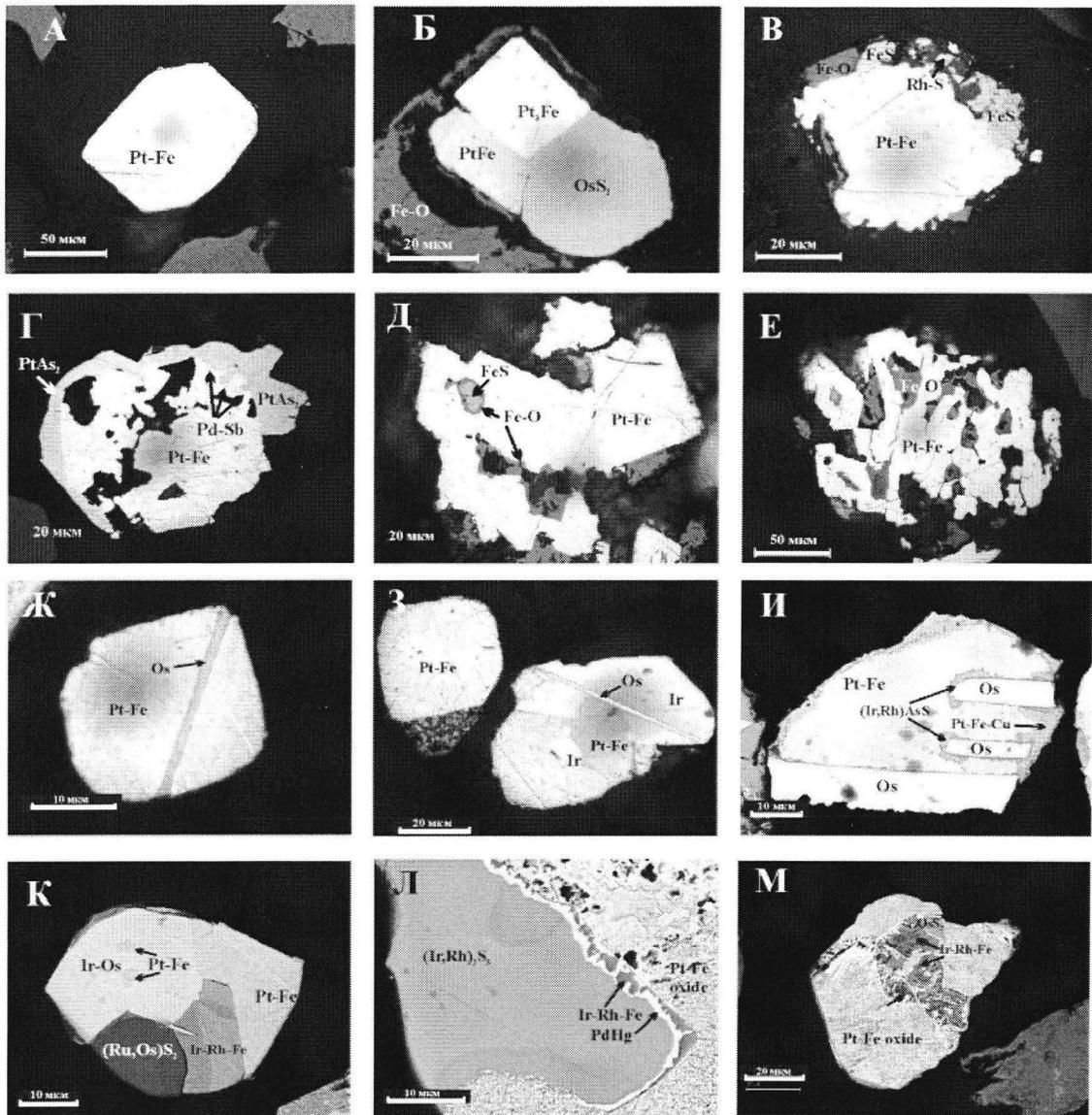
25

30

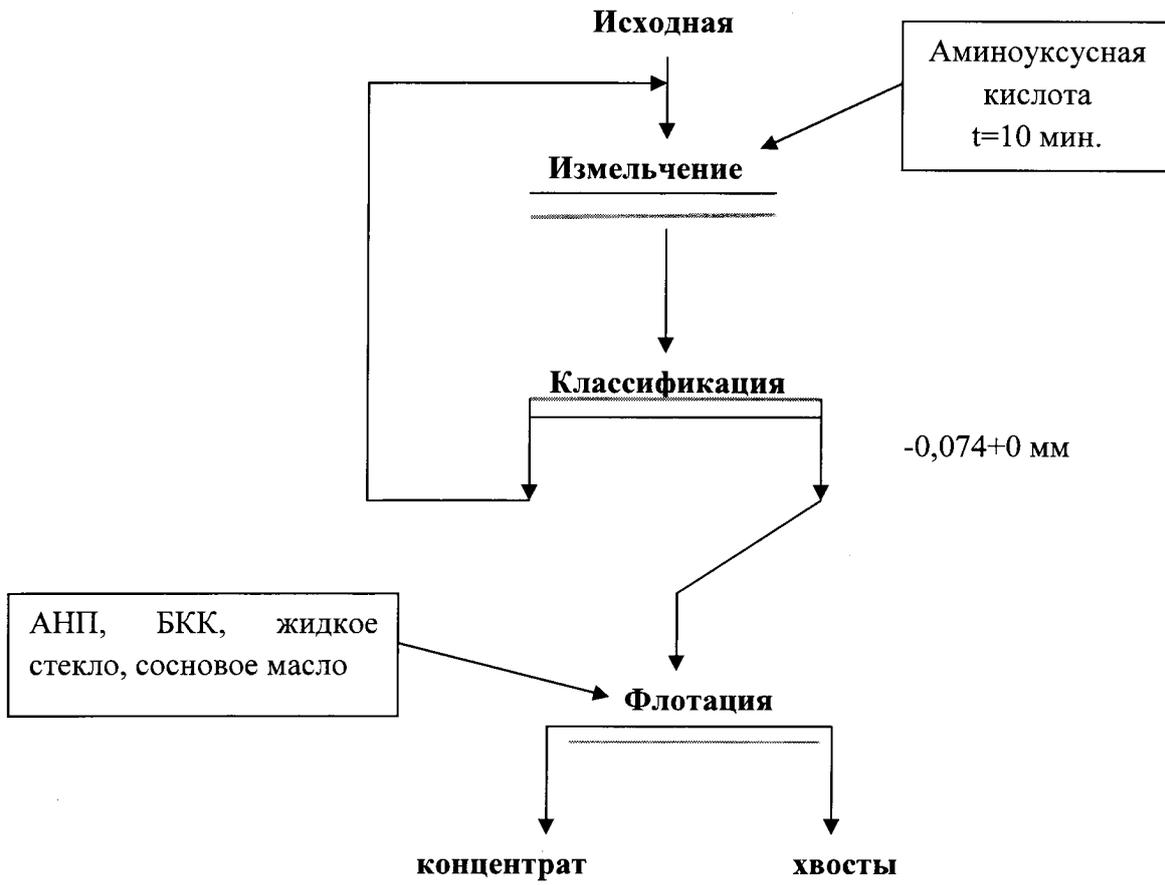
35

40

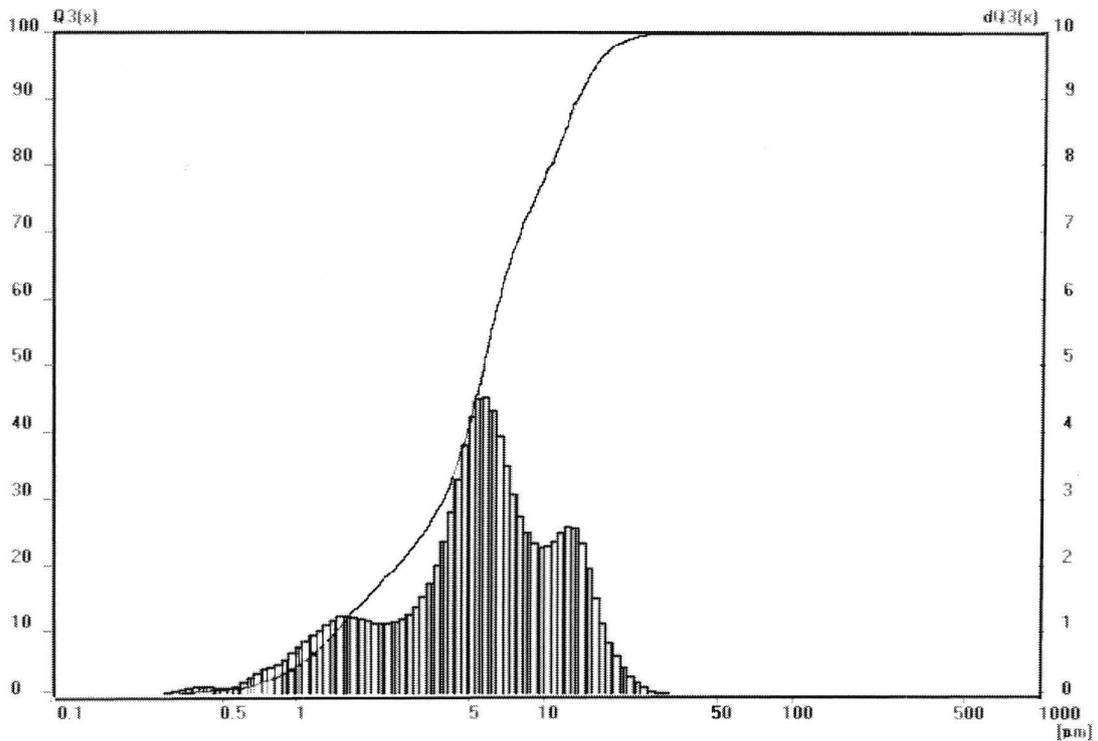
45



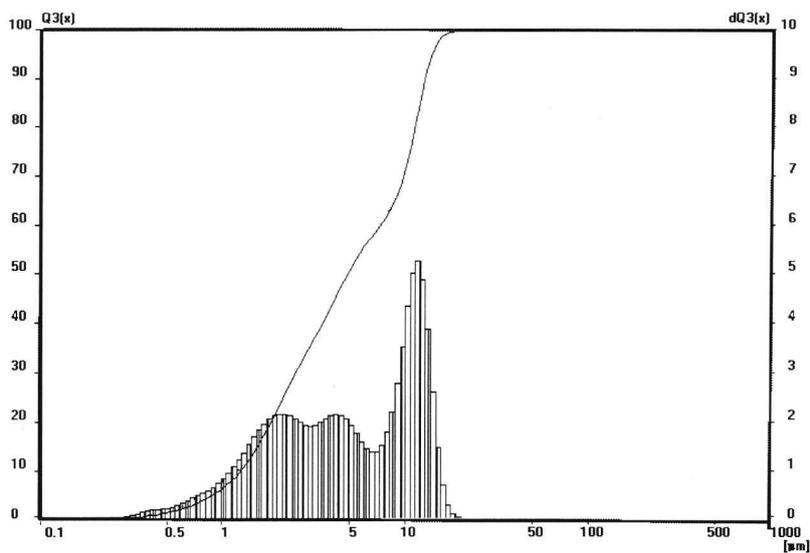
Фиг. 1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг. 4

Таблица

Усредненные данные серии проведенных экспериментов

№	Реагенты	Содержание, г/т			
		Fe	Ni	Cu	Pd
1	Исходное сырье (без АУК)	47214	1105	272	-
2	АНП 150 г/т и БКК 50 г/т + АУК	41051	1502	230	-
3	АНП 150 г/т и БКК 250 г/т + АУК	82320	2667	378	5
4	БКК 250 г/т + АУК	50272	1028	-	-

Фиг.5