



(51) Международная классификация изобретения <sup>5</sup>:  
B07C 5/346

A1

(11) Номер международной публикации: WO 90/11842  
(43) Дата международной публикации: 18 октября 1990 (18.10.90)

(21) Номер международной заявки: PCT/SU89/00087

(22) Дата международной подачи: 3 апреля 1989 (03.04.89)

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ «МЕХАНОБР» [SU/SU]; Ленинград 196026, 21 линия, д. 8а (SU) [VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I PROEKTNY INSTITUT MEKHANICHESKOI OBRABOTKI POLEZNYKH ISKOPAEYKH «MEKHANOB», Leningrad (SU)].

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели / Заявители (только для US): КРОТКОВ Михаил Иванович [SU/SU]; Ленинград 195300, пр. Энтузиастов, д. 45, корп. 2, кв. 275 (SU) [KROTKOV, Mikhail Ivanovich, Leningrad (SU)]. РЕВНИВЦЕВ Владимир Иванович [SU/SU]; Ленинград 199226, Морская набережная, д. 15, кв. 380 (SU) [REVNIVTSEV, Vladimir Ivanovich, Leningrad (SU)]. САТАЕВ Ирик Шагитович [SU/SU]; Ленин-

град 197341, аллея Поликарпова, д. 5, кв. 144 (SU) [SATAEV, Irik Shagitovich, Leningrad (SU)]. ВА-СИЛЬЕВ Николай Федорович [SU/SU]; Ленинград 190000, ул. Декабристов, д. 16, кв. 39 (SU) [VASILIEV, Nikolai Fedorovich, Leningrad (SU)]. ПО-НОМАРЁВ Владимир Сергеевич [SU/SU]; Ленинград 195253, ул. Стасовой, д. 2, кв. 363 (SU) [PONOMAREV, Vladimir Sergeevich, Leningrad (SU)].

(74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР; Москва 103735, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [THE USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)].

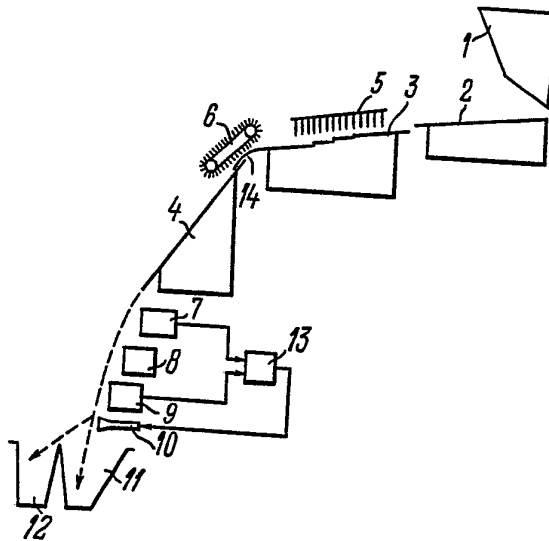
(81) Указанные государства: АТ (европейский патент), ВЕ (европейский патент), ВГ, СН (европейский патент), DE (европейский патент), FI, FR (европейский патент), GB (европейский патент), HU, IT (европейский патент), JP, LU (европейский патент), NL (европейский патент), SE (европейский патент), US.

Опубликована

С отчетом о международном поиске.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR X-RAY SEPARATION OF RAW MATERIAL

(54) Название изобретения: СПОСОБ РЕНТГЕНОВСКОЙ СЕПАРАЦИИ СЫРЬЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ



(57) Abstract

In a method for X-ray separation of a raw material its pieces are laid down on a transporting surface in one layer and, after obtaining their stabilized position, are brought into a regime of non-supported movement along stabilized trajectories without their rotation. Subjecting the pieces to the X-ray radiation and measuring their secondary emission are effected in the course of their non-supported movement. A device for X-ray separation of a raw material comprises a steeply-inclined vibrofeeder (4) conjugating with a preceding slightly-inclined vibrofeeder (3) above which is mounted a stabilizer (5) for putting the pieces of the raw material into a stabilized position. Above the conjugation section (14) between the vibrofeeder (3, 4) is located a second stabilizer (6) providing for compensation of torsional moments of the pieces generated at the moment when they come on the vibrofeeder (4). Downstream of the vibrofeeder (4), along the passage of the raw material, are mounted: a coordinate system (7), sources (8) and detectors (9) of the X-ray radiation and actuating mechanisms (10) intended for selection of standard pieces.

В способе рентгеновской сепарации сырья куски сырья после раскладки в монослой на транспортирующей поверхности и установки их в устойчивое положение переводят в режим безопорного движения по стабилизированным траекториям без вращения. Облучение кусков рентгеновским излучением, измерение вторичного излучения от кусков и их отбор производят в процессе безопорного движения кусков.

Устройство рентгеновской сепарации сырья содержит крутонаклонный вибропитатель (4), сопряженный с установленным перед ним слабонаклонным вибропитателем (3), над которым расположен стабилизатор (5) для установки кусков сырья в устойчивое положение. Над участком (14) сопряжения вибропитателей (3, 4) расположен второй стабилизатор (6), обеспечивающий компенсацию моментов вращения кусков, возникающих при их переходе на вибропитатель (4). Координатная система (7), источники (8) и детекторы (9) рентгеновского излучения и исполнительные механизмы (10), осуществляющие отбор кондиционных кусков, установлены по ходу перемещения сырья за вибропитателем (4).

### ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	DK	Дания	MG	Мадагаскар
AU	Австралия	ES	Испания	ML	Мали
BB	Барбадос	FI	Финляндия	MR	Мавритания
BE	Бельгия	FR	Франция	MW	Малави
BG	Буркина Фасо	GA	Габон	NL	Нидерланды
BG	Болгария	GB	Великобритания	NO	Норвегия
BI	Бенин	HU	Венгрия	RO	Румыния
BR	Бразилия	IT	Италия	SD	Судан
CA	Канада	JP	Япония	SE	Швеция
CF	Центральноафриканская Республика	KR	Корейская Народно-Демократическая Республика	SN	Сенегал
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SU	Советский Союз
CH	Швейцария	LI	Лихтенштейн	TD	Чад
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	TG	Того
DE	Федеративная Республика Германия	LU	Люксембург	US	Соединенные Штаты Америки
		MC	Монако		

## СПОСОБ РЕНТГЕНОВСКОЙ СЕПАРАЦИИ СЫРЬЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

### Область техники

Настоящее изобретение относится к горной технике, а именно, к способам и устройствам для рентгеновской сепарации сырья, и может быть использовано для предварительного обогащения минерального сырья, металлического вторичного сырья и т.д.

### Предшествующий уровень техники

Известен способ рентгенорадиометрического обогащения полезных ископаемых (SU, А, 952384), согласно которому куски сепарируемого сырья последовательно пропускают перед источником рентгеновского излучения, одновременно измеряют характеристическое флуоресцентное рентгеновское излучение и рассеянное от куска рентгеновское излучение, определяют отношение интенсивности характеристического флуоресцентного излучения определяемого полезного компонента к интенсивности рассеянного излучения от каждого куска и производят сепарацию по величине указанного отношения, сравнивая его с заданным порогом. При этом интенсивность рассеянного излучения регистрируют в энергетической области, соответствующей фотопике этого излучения.

Способ реализуется устройством (SU, А, 952384), содержащим изотоп, помещенный в коллиматор, и детекторы рентгеновского излучения в виде пропорциональных счетчиков, расположенных по обе стороны от изотопа. Куски сепарируемого сырья пропускают перед изотопом и счетчиками в свободном падении.

Недостаток указанных способа и устройства состоит в том, что куски сырья проходят мимо изотопа и детекторов по разным траекториям, поэтому эти элементы, а также исполнительные механизмы, осуществляющие сепарацию кусков, приходится располагать на достаточном удалении от средней траектории движения кусков, чтобы они не задели указанные элементы. Следствием этого является повышенная

- 2 -

мощность исполнительных механизмов, снижающая экономичность способа, и понижение чувствительности регистрации вторичного излучения.

5 Чувствительность регистрации вторичного рентгеновского излучения снижается также из-за того, что куски сырья, проходя в свободном падении мимо изотопа и пропорциональных счетчиков, ориентированы относительно них произвольно, то есть могут быть обращены к ним как широкими, так и узкими гранями. Поскольку время экспозиции кусков рентгеновскому излучению весьма мало, произвольная ориентация кусков относительно направления их перемещения может привести к тому, что кусок, имеющий содержание полезных компонентов выше порогового значения, но повернутый к изотопу узкой гранью, будет расценен как некондиционный и попадет в отходы. Все это снижает эффективность сепарации.

Известен также способ рентгеновской сепарации сырья, реализуемый устройством, описанным в научно-техническом информационном сборнике "Обогащение руд", №3 (178), 1985 (Ленинград), А.П.Чернов и другие "Рудосортировочный автомат для покускового обогащения минерального сырья", с.31-33). Способ заключается в том, что куски сепарируемого сырья раскладывают на транспортирующей поверхности в монослой и устанавливают в устойчивое положение, в результате чего куски перемещаются на транспортирующей поверхности по стабилизированным траекториям поступательно, не переворачиваясь и не отрываясь от поверхности. При движении на транспортирующей поверхности куски облучают рентгеновским излучением, измеряют вторичное рентгеновское излучение, прошедшее через них, и производят отбор кондиционных кусков по величине интенсивности вторичного излучения.

Устройство содержит установленные последовательно по ходу перемещения сырья подающий бункер, транспортирующее устройство, включающее слабонаклонный вибропитатель и ленточный транспортер, и исполнительные пневматические меха-

- 3 -

низмы. Над транспортной лентой расположен стабилизатор в виде щеточного конвейера для прижатия кусков к ленте и установки их в устойчивое положение. За стабилизатором по  
5 ходу движения сырья под транспортной лентой равномерно по всей ее ширине установлены источники рентгеновского излучения, а соосно им над лентой - детекторы рентгеновского излучения. Последние выполняют также функцию координатной системы, определяя размеры кусков и их положение  
10 на ленте. Имеется также вычислительное устройство, входы которого соединены с выходами детекторов, а выходы с исполнительными механизмами.

Источники и детекторы рентгеновского излучения образуют по ширине движущегося потока сырья отдельные зоны  
15 обзора, а исполнительные механизмы установлены в каждой из указанных зон обзора на участках схода с транспортной ленты. Днище лотка вибропитателя имеет ускоряющий ступенчатый профиль, благодаря чему скорость перемещения кусков сырья возрастает, высота его потока соответственно  
20 уменьшается и на выходе питателя куски движутся монослоем. На транспортере куски сырья прижимаются щеткой стабилизатора к поверхности ленты и устанавливаются на ней с опорой на грани, обеспечивающие устойчивое положение кусков в процессе их перемещения. При прохождении  
25 кусков сырья мимо источников рентгеновского излучения детекторы фиксируют интенсивность прошедшего через куски вторичного излучения, а вычислительное устройство обрабатывает сигналы детекторов, пропорциональные содержанию  
30 полезных компонентов в куске, и выдает команды на включение соответствующих исполнительных механизмов для отбора кондиционных кусков. При этом количество включаемых исполнительных механизмов соответствует габаритам отбираемых кусков.

Благодаря установке кусков на транспортере в устойчивое  
35 положение они обращены к источникам рентгеновского из-



- 5 -

детекторами рентгеновского излучения и перед исполнительными механизмами, осуществляющими отбор кондиционных кусков, по стабилизированным траекториям, в результате чего  
5 повышается эффективность сепарации и уменьшаются энергозатраты на работу исполнительных механизмов.

Поставленная задача решается тем, что в способе рентгеновской сепарации сырья, заключающемся в том, что куски сепарируемого сырья раскладывают на транспортирующей поверхности в монослой, устанавливая их в устойчивое положение, определяют размеры кусков и их положение по ширине монослоя, облучают рентгеновским излучением, измеряют вторичное рентгеновское излучение от каждого куска и отбирают кондиционные куски по результатам измерений, согласно  
10 изобретению, после схода кусков с транспортирующей поверхности осуществляют их безопорное перемещение монослоем с сохранением положения кусков относительно направления их перемещения, а определение размеров кусков и их положения по ширине монослоя, облучение рентгеновским излучением,  
15 измерение вторичного излучения и отбор кондиционных кусков производят в процессе указанного безопорного перемещения кусков.

Поставленная задача решается также тем, что в устройстве для рентгеновской сепарации сырья, содержащем  
25 подающий бункер, транспортирующее устройство, включающее слабонаклонный вибропитатель для раскладки кусков сепарируемого сырья в монослой, стабилизатор, расположенный над транспортирующим устройством, для установки кусков в устойчивое положение, координатную систему для определения размеров кусков и их положения по ширине монослоя,  
30 источники рентгеновского излучения, детекторы рентгеновского излучения, исполнительные механизмы для отбора кондиционных кусков и вычислительное устройство, входы которого соединены с выходами координатной системы и детекторов рентгеновского излучения, а выходы - с исполнительными механизмами, согласно изобретению, транспорти-

- 6 -

ружщее устройство дополнительно содержит крутонаклонный вибропитатель, установленный по ходу перемещения сырья за слабонаклонным вибропитателем и сопряженный с ним, причем  
5 устройство содержит еще один стабилизатор, расположенный над участком сопряжения слабонаклонного и крутонаклонного вибропитателей, для компенсации моментов вращения кусков, возникающих при их переходе на крутонаклонный вибропита-  
10 тель, а координатная система, источники рентгеновского излучения, детекторы рентгеновского излучения и исполнительные механизмы установлены по ходу перемещения сырья за крутонаклонным вибропитателем.

Эффективность сепарации в предлагаемых способе и устройстве повышается благодаря тому, что при безопорном дви-  
15 жении сырья оказывается возможным регистрировать вторичное характеристическое излучение ценных компонентов в кусках и рассеянное излучение от кусков без фоновых помех, как и в способе согласно *su*, А, 952384. Однако в отличие от  
20 указанного способа в предлагаемом способе куски сырья совершают безопорное перемещение с сохранением их положения относительно направления перемещения, то есть не вращаясь и по стабилизированным траекториям. Такое безопорное движение обеспечивается в предлагаемом устройстве крутонаклон-  
25 ным вибропитателем и вторым стабилизатором. Прохождение кусков сырья источников и детекторов рентгеновского излучения, а также мимо координатной системы и исполнительных механизмов по стабилизированным траекториям дает возмож-  
30 ность приблизить указанные элементы к анализируемым кускам и, следовательно, повысить чувствительность регистрации вторичного рентгеновского излучения и снизить мощность исполнительных механизмов.

#### Краткое описание чертежа

В дальнейшем изобретение поясняется подробным описанием лучшего варианта его осуществления со ссылками на  
35 прилагаемые чертежи, на которых



- 7 -

Фиг. I схематично изображает предлагаемое устройство для рентгеновской сепарации сырья и

5 Фиг. 2а-2е поясняет движение кусков сырья по круто-наклонному вибропитателю в устройстве, показанном на фиг. I.

Лучший вариант осуществления изобретения

Способ рентгеновской сепарации сырья, согласно изобретению, заключается в следующем. Куски сепарируемого сырья определенного диапазона крупности подают на транспортную поверхность, имеющую небольшой наклон. На транспортной поверхности куски раскладываются в монослой посредством виброподачи и отделяются друг от друга по ширине потока. При дальнейшем движении кусков на транспортной поверхности каждый из них устанавливается в устойчивое положение, то есть на такую грань, опираясь на которую (хотя бы тремя точками) кусок перемещается без перекатывания с постоянной опорой на эту грань. Такая грань не обязательно должна быть максимальной по площади из всех имеющихся у куска граней, а является любой, которая будучи опорной, имеет достаточную поверхность для дальнейшего устойчивого движения куска без его вращения. Наличие таких граней в любом куске гарантируется процессом получения кусков горных пород - взрывной отбойкой или дроблением за счет раскалывания. Крупные глыбы горных пород дробятся в обоих случаях по линиям наибольшей ослабленности - микротрещинам или направлениям наибольшего усилия сдавливания, имеющим линейную направленность. Поэтому для кусков горных пород характерна не округлая форма, а такие формы, как клинообразная, пластинчатая, брускообразная или форма неправильного относительно изометричного многогранника.

10  
15  
20  
25  
30

Далее куски переводят со слабонаклонной транспортной поверхности на крутонаклонную, где куски приобретают дополнительное ускорение, благодаря чему каждый кусок отделяется от последующего. Возникающие при ускорении мо-

35

- 8 -

менты вращения кусков, обусловленные их поворотом на крутонаклонную траекторию и трением скольжения, устраняют, например, с помощью механических приемов компенсации момента вращения и с помощью движения на крутонаклонной поверхности не скольжением, а виброподачей.

После схода с крутонаклонной транспортирующей поверхности куски перемещаются монослоем без опоры, сохраняя в результате указанных выше мер неизменную траекторию кусков, имеющих одинаковое положение по ширине потока, и не меняя своего положения относительно направления перемещения, то есть не вращаясь. При этом куски обращены к плоскости, являющейся продолжением крутонаклонной транспортирующей поверхности, теми же гранями, которые являлись опорными после установки кусков в устойчивое положение на транспортирующей поверхности.

Во время безопорного перемещения кусков сырья определяют крупность (размеры) каждого куска и его положение по ширине монослоя, облучают каждый кусок рентгеновским излучением, измеряют вторичное характеристическое излучение ценных компонентов в куске и отбирают кондиционные куски по результатам измерений. Благодаря стабилизации траекторий кусков операции измерения и отбора кусков производят при оптимальном удалении от них соответствующих элементов. Кроме того, измерение вторичного рентгеновского излучения от кусков в процессе их безопорного движения обеспечивает снижение фоновых помех излучения.

Устройство для рентгеновской сепарации сырья содержит подающий бункер I (фиг. I) с накопительной емкостью и выпускным механизмом (не показан), транспортирующее устройство, включающее три вибропитателя 2, 3 и 4, стабилизаторы 5 и 6, координатную систему 7 для определения размеров кусков и их положения по ширине движущегося потока, источники 8 рентгеновского излучения, детекторы 9 рентгеновского излучения, исполнительные механизмы, например,

- 9 -

пневмоклапаны 10, приемные емкости 11 и 12 для разделенных кусков и вычислительное устройство 13. Координатная система 7, источники 8 и детекторы 9 рентгеновского излучения, а также вычислительное устройство 13 являются, как  
5 будет указано ниже, широко известными устройствами, поэтому на чертеже они не раскрыты.

Вибропитатели 2 и 3 имеют слабонаклонные несущие поверхности, а вибропитатель 4 - крутонаклонную несущую поверхность, причем в верхней части вибропитатель 4 имеет  
10 криволинейный участок 14, сопряженный с поверхностью вибропитателя 3.

Стабилизатор 5, предназначенный совместно с вибропитателем 3 для установки кусков сырья в устойчивое положение, находится над вибропитателем 3 и выполнен, например, в виде неподвижной эластичной щетки. Стабилизатор 6, представляющий собой, например, щеточный конвейер, расположен над криволинейным участком 14 вибропитателя 4 и служит для  
15 компенсации моментов вращения сепарируемых кусков при их переходе с вибропитателя 3 на вибропитатель 4. Расстояния между стабилизаторами 5 и 6 и поверхностями соответствующих вибропитателей должны быть таковы, чтобы куски прижимались к этим поверхностям без существенного торможения.

Координатная система 7, источники 8 и детекторы 9 рентгеновского излучения и исполнительные механизмы 10  
25 установлены по ходу перемещения кусков сырья за крутонаклонным вибропитателем 4. Координатная система 7 содержит установленные по ширине потока движущихся кусков сырья источники света и фотоприемники, расположенные напротив  
30 них по другую сторону от траекторий перемещения кусков. Примерами подобных устройств являются контрольно-пропускные системы метрополитена, устройства для подсчета предметов, движущихся на конвейере, и тому подобное, принцип работы которых основан на регистрации тени от предмета при  
35 его прохождении мимо источников света. В качестве источников 8 рентгеновского излучения могут быть использованы

- 10 -

рентгеновские трубки или радионуклиды, а в качестве детекторов 9 - пропорциональные, сцинтилляционные или полупроводниковые счетчики. Источники 8 и детекторы 9 рентгеновского излучения и пневматические клапаны 10 так же как и элементы координатной системы 7 равномерно распределены по ширине потока кусков сырья.

Входы вычислительного устройства 13 соединены соответственно с выходами координатной системы 7 и выходами детекторов 9, а выходы - с пневмоклапанами 10. Вычислительное устройство 13 содержит амплитудный анализатор импульсов, процессор с оперативной памятью и блок управления для связи процессора с фотоприемниками координатной системы и с исполнительными механизмами. Подобные устройства широко известны и описаны, например, в SU , A, 915558 и SU , A, 646737.

Устройство работает следующим образом.

Сырье определенного диапазона крупности через подающий бункер 1 поступает на первый слабонаклонный вибропитатель 2 и затем на второй слабонаклонный вибропитатель 3, обеспечивающий большую скорость транспортировки, чем первый, вследствие чего куски раскладываются в монослой. Кроме того, вибропитатель 3 вместе со стабилизатором 5 осуществляет проверку положения кусков на устойчивость. С этой целью на поверхности вибропитателя 3 имеются ступеньки высотой 0,1-0,2 от средней крупности кусков сепарируемого класса, при прохождении через которые кусок наклоняется и центр тяжести его смещается относительно точек опоры несущей грани. Если при этом кусок не опрокидывается, то грань, на которую он опирается, обеспечивает достаточную устойчивость для его дальнейшего продвижения с опорой на эту грань. Если положение куска неустойчиво, то он опрокинется на следующий ступеньке на новую грань, и так далее до тех пор, пока не ляжет на "устойчивую" грань. Вместо ступенек на несущей поверхности вибропитателя 3

## - II -

могут быть использованы другие приспособления для установки кусков сырья в устойчивое положение, например, поперечные ролики, ребра и тому подобное. Регулируя частоту вибрации питателя 3, упругую силу щетки стабилизатора 5, то есть поднимая или опуская ее над поверхностью питателя 3, можно обеспечить условия, исключаящие перекатывание кусков на выходе вибропитателя 3.

На вибропитателе 3 осуществляется также отделение кусков друг от друга по ширине потока, например, за счет расширения поверхности вибропитателя 3 по ходу движения кусков и установки на нем расходящихся направляющих.

Продвигаясь далее, куски попадают на крутонаклонный вибропитатель 4 и под щетку стабилизатора 6. Скорость щеточного конвейера стабилизатора 6 равна скорости вибропередачи питателя 3, а направление вращения таково, что нижняя, обращенная к транспортируемым кускам, ветвь конвейера движется в том же направлении, что и куски. Щетка прижимает куски к поверхностям вибропитателей 3 и 4 на их смежных участках и как бы сопровождает куски, не создавая им сильного торможения. При этом моменты вращения кусков, вызванные их переходом на крутонаклонную транспортирующую поверхность, гасятся и куски двигаются на вибропитателе 4 с опорой на те же грани, что и на вибропитателе 3. На крутонаклонном вибропитателе 4 куски приобретают ускорение и отделяются от следующих за ними, создавая условия для поштучных измерений в монослое.

Неизменное положение кусков в процессе их движения по вибропитателю 4 относительно направления этого движения можно пояснить следующим образом. При движении куска виброподачей по наклонной поверхности кусок не скользит по ней, а "шагает", то есть соприкасается с поверхностью только в момент встречного по отношению к нему движения этой поверхности. Если в момент соприкосновения с поверхностью вибропитателя контактирует вся опорная грань куска,

- 12 -

то он получает толчок, направленный через его центр  $C$  тяжести (фиг.2а). В этом случае момент вращения у куска отсутствует.

5       Если по какой-либо причине в момент удара ближайшей к поверхности вибропитателя 4 окажется передняя точка  $A$  опорной грани куска (фиг.2в), то кусок получит момент  $m$  вращения, направленный против хода его подачи, а если  
10       задняя точка  $B$  опорной грани (фиг.2с) - то момент  $m$  вращения будет направлен по ходу подачи куска. Поскольку амплитуда вибрации питателя 4 составляет 0,5-1,0 мм, а частота - 100-400 Гц, то в любом случае кусок не успевает за период вибрации повернуться более чем на несколько гра-  
15       дусов и толчок от вибропитателя при следующем ударе получит противоположащая точка той же опорной поверхности. Так, покачиваясь и постепенно стабилизируясь, кусок "шагает" по крутонаклонной поверхности, отклоняясь от прямолиней-  
20       ной траектории не более, чем на 1 мм, что с достаточной для практики точностью можно считать стабилизированной траекторией.

      После схода кусков с крутонаклонного вибропитателя 4 (фиг.1) они движутся без опоры монослоем с ускорением  
25       свободного падения, при этом отклонение их граней, бывших опорными, от стабильных траекторий, не превышает несколь-  
30       ких миллиметров, что пренебрежимо мало по сравнению с размерами кусков, так что такие траектории можно считать ста-  
      билизированными.

      При безопорном движении кусков координатная система  
35       7 определяет размер каждого из них, точнее, площадь проекции каждого куска, "видимой" ее фотоприемниками, а также источниками 8 и детекторами 9 рентгеновского излучения. Далее куски облучаются рентгеновским излучением от источ-  
      ников 8, а детекторы 9 регистрируют вторичное излучение от каждого куска - линейчатый характеристический спектр  
      полезного компонента и непрерывный (полиэнергетический) спектр рассеянного куском излучения. Сигналы детекторов 8,

- 13 -

пропорциональные содержанию полезного компонента в куске, так же, как и сигналы от координатной системы 7 поступают в вычислительное устройство 13, которое после обработки

5 этих сигналов определяет кондиционность каждого куска по ширине монослоя и выдает команды на включение тех пневмоклапанов 10, положение которых по ширине монослоя соответствует положению кондиционных кусков, при этом количество пневмоклапанов 10, включаемых для отбора одного кус-

10 ка, соответствует размерам этого куска, зарегистрированным координатной системой 7. В результате кондиционные куски направляются, например в приемную емкость 12, а некондиционные - в емкость 11.

Стабилизация траекторий кусков сырья и их положения

15 относительно направления перемещения дает возможность оптимально приблизить к ним источники 8 и детекторы 9 рентгеновского излучения и пневмоклапаны 10. Это повышает чувствительность измерений, обеспечивая возможность сепарации сырья с содержанием ценных компонентов до 0,5 %, и

20 снижает энергозатраты на работу пневмоклапанов. Так, в предлагаемом способе пневмоклапаны могут быть установлены на расстоянии 1-2 см от кусков, в то время как в известном способе при нестабилизированном движении кусков в зоне

25 расположения пневмоклапанов это расстояние не может быть сделано меньше 5-8 см. Соответственно, расход воздуха для пневмоклапанов в предлагаемом способе снижается в 15-25 раз, так как сила удара воздушной струи уменьшается обрат-

но пропорционально квадрату расстояния от клапана до куска.

#### Промышленная применимость

30 Изобретение предназначено для предварительного обогащения и сортировки кускового сырья в диапазоне крупности 15-200 мм с содержанием ценных компонентов с атомным номером не больше 20. Изобретение может быть использовано на обогатительных фабриках, в циклично-поточных линиях обога-

35 щения рудного сырья и в технологических комплексах переработки металлического вторсырья.

- 14 -

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 1. Способ рентгеновской сепарации сырья, заключаю-  
щийся в том, что куски сепарируемого сырья раскладывают  
на транспортирующей поверхности в монослой, устанавливают  
их в устойчивое положение, определяют размеры кусков и их  
положение по ширине монослоя, облучают куски рентгеновским  
10 излучением, измеряют вторичное рентгеновское излучение от  
каждого куска и отбирают кондиционные куски по результатам  
измерений, отличающийся тем, что после схода  
кусков с транспортирующей поверхности осуществляют их  
безопорное перемещение монослоем с сохранением положения  
кусков относительно направления их перемещения, а опреде-  
15 ление размеров кусков и их положения по ширине монослоя,  
облучение рентгеновским излучением, измерение вторичного  
излучения и отбор кондиционных кусков производят в процес-  
се указанного безопорного перемещения кусков.

2. Устройство для рентгеновской сепарации сырья, со-  
держашее подающий бункер (1), транспортирующее устройство,  
20 включающее слабонаклонный вибропитатель (3) для расклад-  
ки кусков сепарируемого сырья в монослой, стабилизатор  
(5), расположенный над транспортирующим устройством, для  
установки кусков в устойчивое положение, координатную сис-  
тему (7) для определения размеров кусков и их положения  
25 по ширине монослоя, источники (8) рентгеновского излуче-  
ния, детекторы (9) рентгеновского излучения, исполнитель-  
ные механизмы (10) для отбора кондиционных кусков и вычис-  
лительное устройство (13), входы которого соединены с вы-  
ходами координатной системы (7) и детекторов (9) рентге-  
30 новского излучения, а выходы - с исполнительными механиз-  
мами (10), отличающееся тем, что транспорти-  
рующее устройство дополнительно содержит крутонаклонный  
вибропитатель (4), установленный по ходу перемещения  
сырья за слабонаклонным вибропитателем (3) и сопряженный  
35 с ним, и тем, что оно содержит еще один стабилизатор (6),



- 15 -

расположенный над участком (14) сопряжения слабонаклонного (3) и крутонаклонного (4) вибропитателей, для компенсации моментов вращения кусков, возникающих при их переходе на крутонаклонный вибропитатель (4), а координатная система (7) источники (8) рентгеновского излучения, детекторы (9) рентгеновского излучения и исполнительные механизмы (10) установлены по ходу перемещения сырья за крутонаклонным вибропитателем (4).

1/1

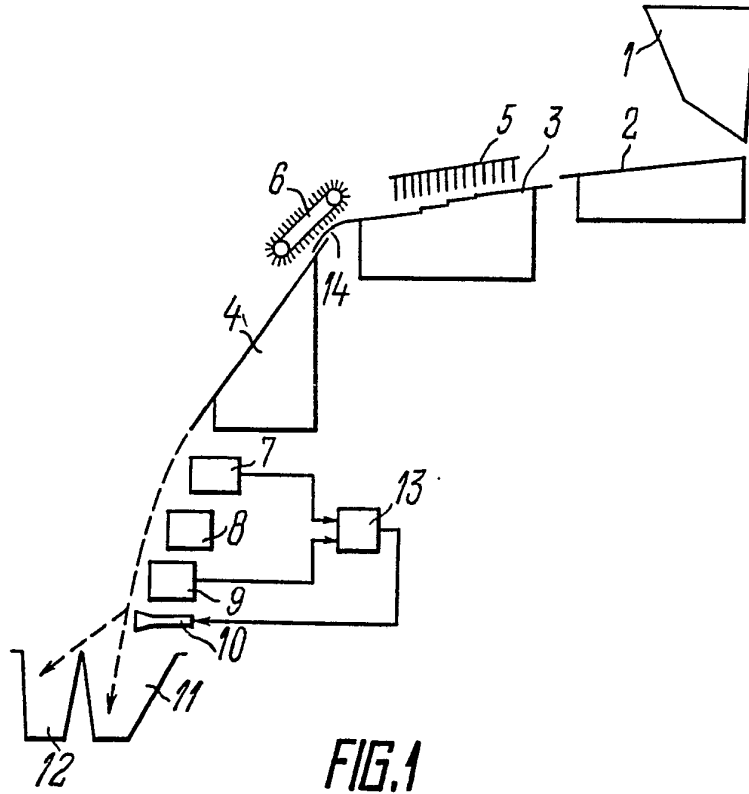


FIG. 1

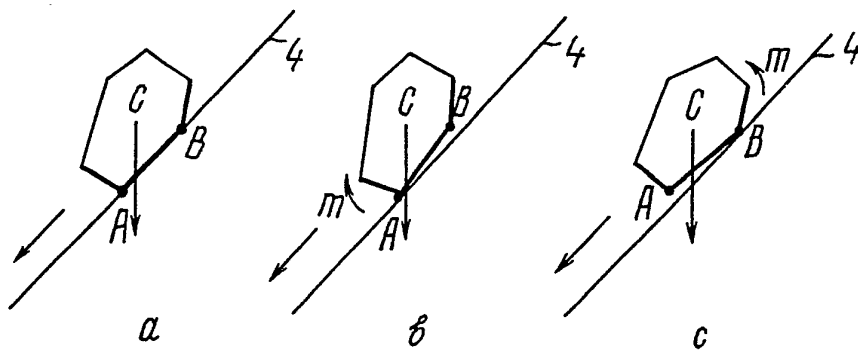


FIG. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU89/00087

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
IPC <sup>5</sup> : B07C 5/346				
II. FIELDS SEARCHED				
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>				
Classification System	Classification Symbols			
IPC <sup>4</sup>	B07C 5/342, 5/346, B03B 13/02-13/06			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched <sup>8</sup>				
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup>				
Category <sup>9</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>		
A	US, A, 3581888 (SPHERE INVESTMENTS LIMITED) 1 June 1971 (01.06.71), the claims  ---	1-2		
A	CA, AI, 1242260 (KELLY, LEONARD) 20 September 1988 (20.09.88), the claims & US 4848590  ---	1-2		
A	CA, AI, 1158748 (KELLY, LEONARD) 13 December 1983 (13.12.83), the claims  ---	1-2		
A	SU, AI, 1212631 (D.N. VAISBERG et al.) 23 February 1986 (23.02.86), the claims  -----	1-2		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p><sup>10</sup> Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p><sup>10</sup> Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
<p><sup>10</sup> Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>			
IV. CERTIFICATION				
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report			
21 November 1989 (21.11.89)	15 December 1989 (15.12.89)			
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer			
ISA/SU				

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка № PCT/SU 89/00087

<b>I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ</b> (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все) <sup>1</sup>		
В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ -5 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">B 07C 5/346</p>		
<b>II. ОБЛАСТИ ПОИСКА</b>		
Минимум документации, охваченной поиском <sup>7</sup>		
Система классификации	Классификационные рубрики	
МКИ <sup>4</sup>	B 07C 5/342, 5/346, B 03B 13/02-13/06	
Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска <sup>6</sup>		
<b>III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА</b> <sup>9</sup>		
Категория*	Ссылка на документ <sup>11</sup> , с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска <sup>12</sup>	Относится к пункту формулы № <sup>13</sup>
A	US ,A, 3581888 (SPHERE INVESTMENTS LIMITED) I июня 1971 (01.06.71), формула	I-2
A	CA ,AI, 1242260 (KELLY, LEONARD ), 20 сентября 1988 (20.09.88), формула & US 4848590	I-2
A	CA, AI, 1158748 ( KELLY, LEONARD ), 13 декабря 1983 (13.12.83), формула	I-2
A	SU ,AI, 1212631 (Д.Н. ВАЙСБЕРГ и другие), 23 февраля 1986 (23.02.86), формула	I-2
* Особые категории ссылочных документов <sup>10</sup> :		
.A* документ, определяющий общий уровень техники, который не имеет наиболее близкого отношения к предмету поиска.		
.E* более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.		
.L* документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).		
.O* документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д.		
.P* документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты исправимого приоритета.		
.T* более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.		
.X* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем.		
.Y* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; документ в сочетании с одним или несколькими подобными документами порочит изобретательский уровень заявленного изобретения, такое сочетание должно быть очевидно для лица, обладающего познаниями в данной области техники.		
& документ, являющийся членом одного и того же патентного семейства.		
<b>IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА</b>		
Дата действительного завершения международного поиска <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">21.11.89</p>	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">15.12.89</p>	
Международный поисковый орган <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">ISA/SU</p>	Подпись уполномоченного лица <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">  А.Павловский                 </p>	