

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦВЕТНЫХ,
РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ



Алматы 2018 Almaty

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ**

**Металлургия ғылымы мен өнеркәсібінің мәселелеріне және белгілі
ғалым металлург, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі,
Қазақстан Республикасы Мемлекеттік сыйлығының иегері
Болат Балтақайұлы Бейсембаевті еске алуға арналған
«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның**

МАТЕРИАЛДАРЫ

МАТЕРИАЛЫ

**Международной научно-практической конференции
«Эффективные технологии производства цветных, редких и
благородных металлов», посвященной проблемам металлургической
науки и промышленности и памяти известного ученого-металлурга,
члена-корреспондента Академии наук РК,
лауреата Государственной премии Республики Казахстан
Булата Балтакаевича Бейсембаева**

PROCEEDINGS

**of International scientific and practical conference
“The Effective Technologies of Non-Ferrous,
Rare and Precious Metals Manufacturing” devoted to the metallurgy
science and industry concerns and in memory of well-known scientist
of metallurgy, Associate Member of the National Academy
of Sciences of Kazakhstan, the honoree of the State Prize of the
Republic of Kazakhstan Bulat Baltakayevich Beisembayev**

Алматы 2018

УДК 669
ББК 34.3
Э94

Ответственный редактор: д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К.

Жауапты редактор: т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К.

Редакционный совет: д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К., д.т.н., проф. Загородняя А.Н., д.т.н. Квятковский С.А., к.т.н. Кульдеев Е.И., к.х.н. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

Редакциялық алқа: т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К., т.ғ.д., проф. Загородняя А.Н., т.ғ.д. Квятковский С.А., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., х.ғ.к. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

«Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов»: Материалы Межд. научно-практ. конф. / Сост.: к.х.н. Темирова С.С., к.т.н. Кульдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 с.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»: Халықар. ғыл. практ. конф. материалдары / Құраст.: х.ғ.к. Темирова С.С., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 б.

ISBN 978-601-323-132-7

В Материалах конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов» представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований в области металлургии цветных, редких и благородных металлов, обогащения минерального и техногенного сырья, получения высокочистых металлов и перспективных материалов, а также разработки новых и усовершенствования существующих технологических схем, процессов и аппаратов.

Материалы конференции предназначены для ученых и специалистов, работающих в области переработки минерального сырья и материаловедения.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары» атты конференцияның материалдарында түсті, сирек және асыл металдар металлургиясы, минералдық және техногенді шикізаттарды байыту, тазалығы жоғары металдар мен келешегі зор материалдарды алу, сонымен қатар жаңа технологиялық схемаларды, үрдістерді және аппараттарды жасап шығару және олардың бұрыннан келе жатқан түрлерін жетілдіру салаларындағы іргелі және қолданбалы зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Конференция материалдары материалтану және минералды шикізаттарды өңдеу саласында жұмыс жасайтын ғалымдар мен мамандарға арналған.

УДК 669
ББК 34.3

ISBN 978-601-323-132-7

© АО «ИМиО», 2018

РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ МЕДНЫХ И МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД УРАЛА

<https://doi.org/10.31643/2018-7.48>

***Шемякин В.С., Скопов С.В., Мамонов Р.С.**

ORCID: 0002-3918-8704

0000-0002-9371-1762

«Научно-производственная компания «Техноген», г. Екатеринбург, Россия,
*shemiyakin@mail.ru

Аннотация. *Качество минерального сырья с каждым годом ухудшается. Для повышения его качества необходимы сухие методы обогащения. На опытно-промышленном комплексе, расположенном на промплощадке «НПК «Техноген», проводятся исследования медного и медно-цинкового сырья на обогатимость, разрабатываются и внедряются технологии обогащения сырья с применением метода рентгенорадиометрической сепарации. По результатам опытно-промышленных испытаний рентгенорадиометрического обогащения различного минерального сырья Урала были разработаны технологии обогащения медных и медно-цинковых руд на предприятиях Уральской горно-металлургической и Русской медной компаний.*

Горнодобывающие предприятия Урала обладают достаточно высоким сырьевым потенциалом. Однако качество сырья с каждым годом ухудшается, а себестоимость его добычи – возрастает. Одним из основных направлений повышения качества сырья является его обогащение. К обогатительным технологиям предъявляется ряд основных требований:

- предлагаемые технологические схемы и режимы должны быть легко реализуемые;
- капитальные вложения должны окупаться в сжатые сроки;
- внедрение процессов обогащения в производство не должно ухудшать экологической обстановки;
- дополнительные затраты, связанные с обогащением минерального сырья, должны полностью компенсироваться получаемой прибылью на последующих гидро- и пирометаллургических переделах производства.

Для решения указанных выше проблем необходимы «сухие» технологии обогащения, используемые, как правило, на стадии подготовки сырья на участках дробления и грохочения. Одной из таких технологий может быть радиометрическая сепарация. В качестве основного обогатительного аппарата, работающего на крупнокусковом сырье, может быть применен рентгенорадиометрический сепаратор.

На Урале в 2006 году было создано предприятие «Научно-производственная компания «Техноген». Основной задачей «НПК «Техноген» является разработка и внедрение технологий обогащения на базе сухих методов с использованием рентгенорадиометрической сепарации на горнодобывающих и металлургических предприятиях.

В настоящее время на производственной площадке Научно-производственная компания «Техноген» действует опытно-промышленный участок по рентгенорадиометрической сепарации. Участок оснащен необходимым оборудованием для проведения исследований и опытно-промышленных испытаний по обогащению минерального сырья и техногенных образований на стадии рудоподготовки. В частности, для проведения исследований и опытно-промышленных испытаний по рентгенорадиометрической сепарации используются несколько типов сепараторов (рисунок 1).

Рентгенорадиометрическая сепарация в сепараторах СРФ осуществляется следующим образом (рисунок 2):

- подлежащий предварительному обогащению машинный (сортируемый) класс крупности подается на сортировочную машину сепаратора марки СРФ (в приемный бункер);

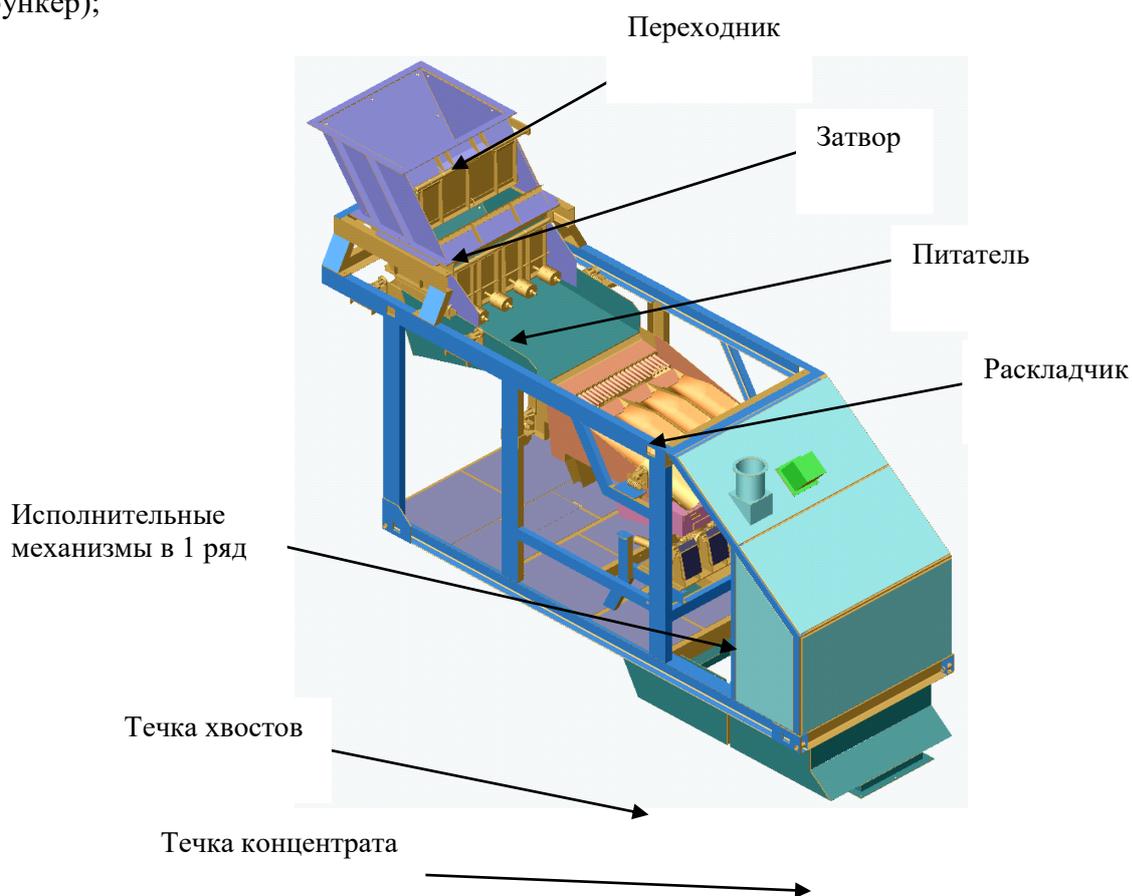


Рисунок 1 – Рентгенометрический сепаратор

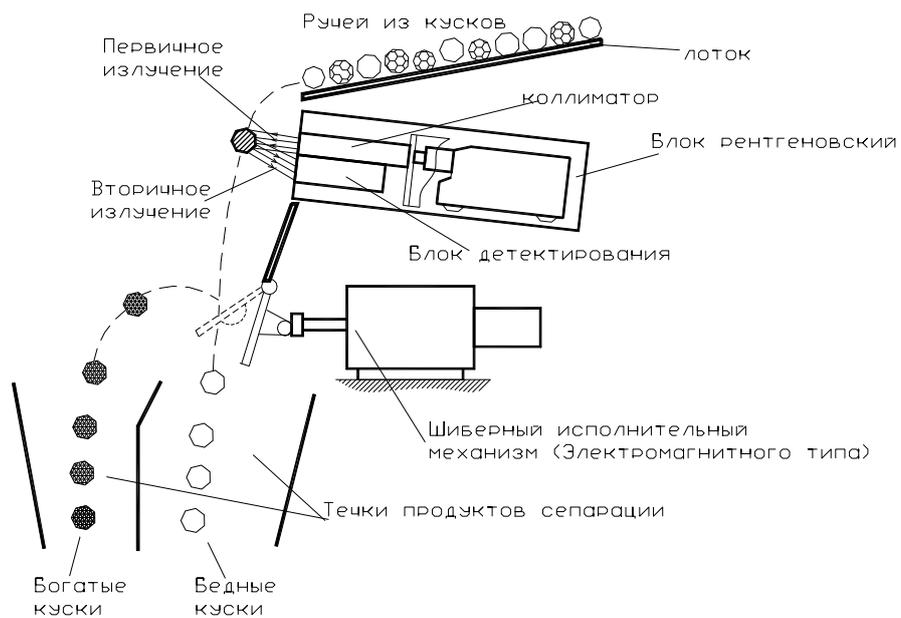


Рисунок 2 – Измерение и отбор кусков руды в сепараторе

- питающий вибропитатель сортировочной машины обеспечивает дозированную непрерывную разгрузку руды из приемного бункера и подачу ее на раскладчик. Раскладчик имеет лотковую конструкцию и формирует потоки (ручьи) руды с покусковой подачей ее в зону измерения и отбора в режиме свободного падения;

- каждый кусок подвергается сканирующему рентгеновскому облучению за счет естественного движения куска в узкощелевой полосе облучения;

- спектр вторичного (отраженного) излучения от куска подвергается автоматической компьютерной обработке, определению аналитического параметра разделительного признака и сравнению полученной величины с заданным пороговым значением;

- измерительно-управляющая система сепаратора (на основе ЭВМ) вырабатывает сигнал управления на срабатывание исполнительного механизма на кусок с повышенным или пониженным содержанием компонентов;

- исполнительный механизм электромагнитного шибера типа срабатывает, изменяя траекторию падения куска, который направляется в течку отбираемого продукта. Остальные куски падают без отклонения траектории в течку «хвостов» (условно).

В рентгеноспектральном анализе (к которому относится и рентгенорадиометрическая сепарация) анализируемая толщина материала зависит от энергий первичного и вторичного излучений (но более всего от характеристического рентгеновского излучения (ХРИ) анализируемых элементов) и составляет от 0,01 до 1 мм. Эта особенность определяет основные физические и методические основы рентгенорадиометрической сепарации (РРС), а также и требования к самой технологии.

Управление качеством и количеством (выходом) продуктов рентгенорадиометрического обогащения производится порогом сепарации.

Опытно-промышленный комплекс, расположенный на промплощадке «НПК «Техноген» позволяет проводить как исследования сырья на обогатимость методом рентгенорадиометрической сепарации (на пробах массой 50-100 кг), так и опытно-промышленные испытания с разработкой технологии на пробах массой до 10-20 тонн.

За прошедшие 15 лет на опытно-промышленном участке по радиометрическому обогащению ЗАО «НПК «Техноген» были разработаны технологии обогащения различного минерального сырья Уральского региона [2].

Результаты опытно-промышленных испытаний по обогащению медных и медно-цинковых руд отдельных месторождений Среднего и Южного Урала методом рентгенорадиометрической сепарации представлены в таблице 1.

На ряде предприятий Урала были запроектированы и построены комплексы по рентгенорадиометрическому обогащению медных и медно-цинковых руд (медно-цинковый рудник предприятия Святогор, Гайский и Учалинский ГОКи).

Таблица – Результаты опытно-промышленных испытаний по обогащению медных и медно-цинковых руд Урала

Основные показатели обогащения	Продукты обогащения		
	Исходная руда	Концентрат	Хвосты сепарации
Медная руда Валенторского месторождения			
Выход, %	100,0	21,0	79,0
Содержание Cu, %:	0,46	1,80	0,10
Извлечение Cu, %:	100,0	82,7	17,3
Медная руда Маукского месторождения			
Выход, %	100,0	70,7	29,3
Содержание Cu, %:	1,11	6,4	0,24
Извлечение Cu, %:	100,0	93,6	6,4

продолжение таблицы

Медно-цинковая руда месторождения «Чебачье»			
Выход, %	100,0	78,0	22,0
Содержание, %:			
Cu	1,60	2,02	0,12
Zn	1,85	2,30	0,26
Извлечение, %:			
Cu	100,0	98,3	1,7
Zn	100,0	96,8	3,2
Медно-цинковая руда Учалинского ГОКа			
Выход, %	100,0	60,0	40,0
Содержание, %:			
Cu	0,98	1,38	0,37
Zn	1,97	2,97	0,46
Извлечение, %:			
Cu	100,0	84,8	15,2
Zn	100,0	90,6	9,4

ЛИТЕРАТУРА

1. Мокроусов В.А., Лилеев В.А. Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд. – М.: Наука. 1979. 192 с.
2. Шемякин В.С., Цыпин Е.Ф., Федоров Ю.О., Скопов С.В. Теория и практика радиометрического обогащения. – Екатеринбург: Изд-во «ФОРТ Диалог-Исеть», 255 с.

X-RAY RADIOMETRIC SEPARATION OF COPPER AND COPPER-ZINC ORES OF THE URAL REGION

Shemyakin V.S., Skopov S.V., Mamonov R.S.

ORCID: 0000-0002-3918-8704

0000-0002-9371-1762

Research and Production Company “Technogen”, Ekaterinburg, Russia

Abstract. *The quality of mineral raw materials is deteriorating every year. Increasing the quality requires the use dry methods of enrichment. The research on copper and copper-zinc raw material enrichment takes place at the experimental-industrial facility located at “Research and Production Company “Technogen”. The techniques of raw material enrichment using x-ray radiometric separation method are developed and implemented at the site. On the basis of experimental-industrial trials of x-ray radiometric enrichment of Ural’s various mineral raw materials, methods of copper and copper-zinc ore enrichment were designed to be implemented at the production sites of Ural Mining and Metallurgical Company and Russian Copper Company.*