

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

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФОРМЫ НА ПНЕВМАТИЧЕСКУЮ СЕПАРАЦИЮ

<https://doi.org/10.31643/2018-7.44>

Завьялов С.С.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»,
г. Екатеринбург, Россия, doker_777@bk.ru

Аннотация. На эффективность пневматической сепарации существенное влияние оказывают плотность частиц и их форма. С помощью лабораторной установки экспериментально изучено влияние формы частиц на их отклонение воздушным потоком. Установлено, что для плоских кусков с большим коэффициентом формы большое влияние на отклонение оказывает подача в воздушный поток плоской или узкой стороной. Снизить влияние формы кусков на результаты разделения по плотности в пневматической сепарации можно путем структурированной подачи кусков в воздушный поток плоской стороной или отдельным обогащением предварительно выделенных кусков плоской формы.

На эффективность пневматической сепарации минерального сырья влияют различия в плотности, размеры и форма частиц, образование вихреобразных воздушных потоков в зоне разделения, взаимное трение и столкновение частиц между собой и со стенками аппарата, неравномерность распределения скоростей воздушных потоков в зоне разделения.

Для эффективного разделения по плотности пневматической сепарацией требуется узкая классификация разделяемого материала в соответствии с диаграммой Г.О. Чечотта для разделения частиц, отличающихся по плотности на 100 кг/м^3 . Так, тяжелые частицы крупностью 16 мм могут быть отделены от частиц с плотностью меньше на 100 кг/м^3 крупностью 16,9 мм, а тяжелые частицы крупностью 1,3 мм могут быть отделены от частиц с плотностью меньше на 100 кг/м^3 крупностью 1,35 мм.

Существенное влияние на эффективность разделения будет оказывать форма частиц. Оценка влияния формы частиц на их отклонение воздушным потоком выполнена на частицах разной формы с примерно одинаковой длиной. Для исследования выбраны шесть кусков длиной от 2,8 до 3,6 мм. Для всех кусков определены габаритные размеры, масса, объем, плотность и коэффициент формы (таблица 1). Коэффициент формы (K_ϕ) по геометрическим параметрам рассчитан по формуле:

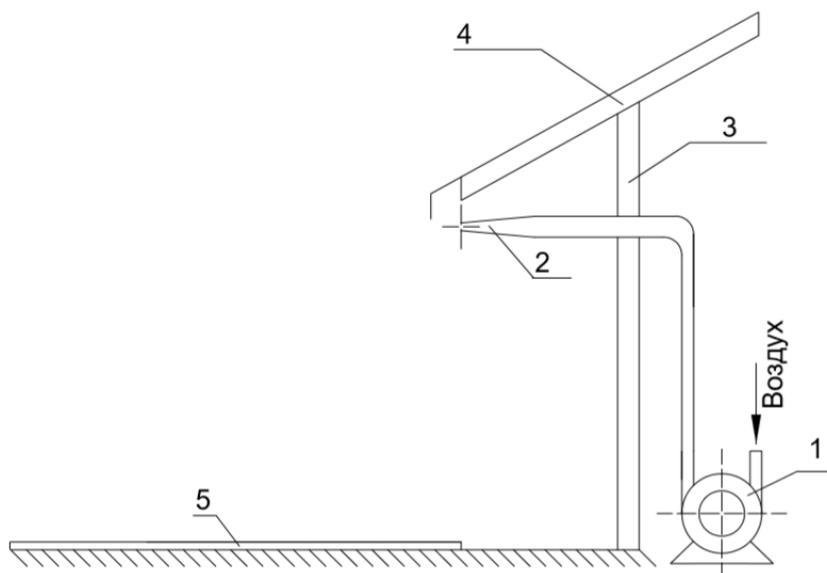
$$K_\phi = \frac{l}{b} + \frac{l}{h},$$

где l – длина куска, мм; b – ширина куска, мм; h – высота куска, мм.

Таблица 1 – Характеристики кусков

№ куска	Масса, г	Объем, см ³	Плотность, кг/м ³	Длина, l , см	Высота, h , см	Ширина, b , см	Коэф. формы
1	9,92	2,06	4815,53	3,4	0,3	2,4	12,75
2	10,38	3,24	3203,7	3,3	0,5	2,1	8,17
3	6,3	2,37	2658,23	2,9	0,4	2,5	8,41
4	18,63	5,01	3718,56	3,2	1,3	1,5	4,59
5	13,31	4,54	2931,72	2,8	1,4	2,9	2,97
6	11,36	4,24	2679,25	3,6	1,3	2,1	4,48

Для изучения отклонения кусков с помощью потока воздуха собрана лабораторная установка, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.



1 – воздуходувка; 2 – сопло; 3 – стойка; 4 – загрузочный лоток; 5 – линейка

Рисунок 1 – Принципиальная схема лабораторной установки для изучения отклонения кусков

Куски подавали в воздушный поток плоской и узкой сторонами. Давление подаваемого воздуха из сопла составляло 0,04 МПа, ширина щели сопла – 2 мм. Поток воздуха был направлен под углом 90° к вертикали. Высота от сопла до замерочной площадки 400 мм.

Каждый кусок в заданном режиме пропускали через поток воздуха по сто раз. Расстояние от начала координат на замерочной площадке до точки падения куска замеряли с помощью линейки.

По полученным данным построены зависимости вероятностей распределения P отклонения кусков по длине L , которые приведены на рисунках 2-7.

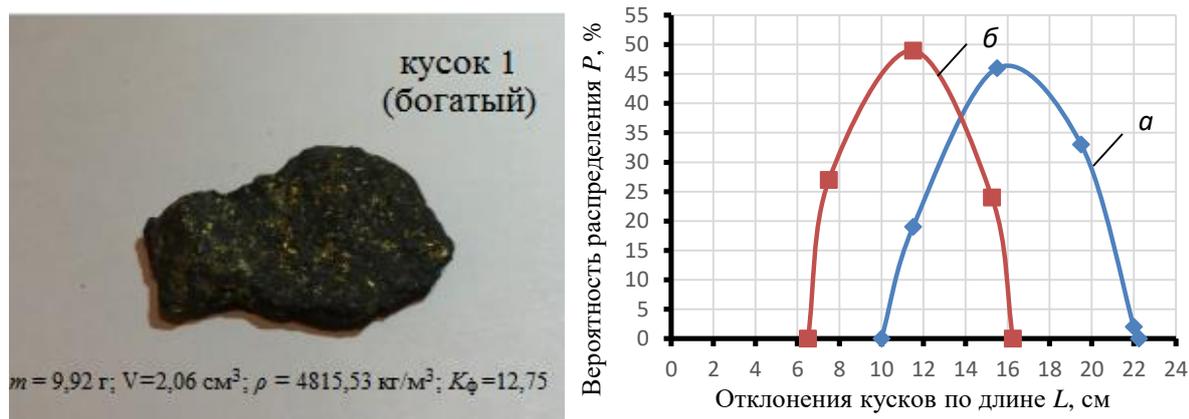


Рисунок 2 – Вероятности распределения P отклонения кусков по длине L при подаче куска № 1 плоской стороной (a) и узкой стороной (b)

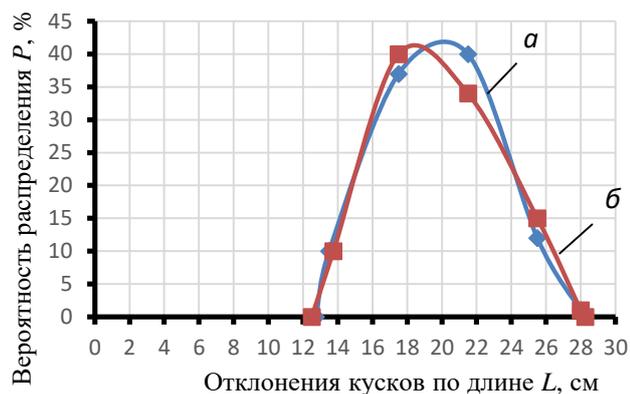


Рисунок 3 – Вероятности распределения P отклонения кусков по длине L при подаче куска № 2 плоской стороной (a) и узкой стороной (b)

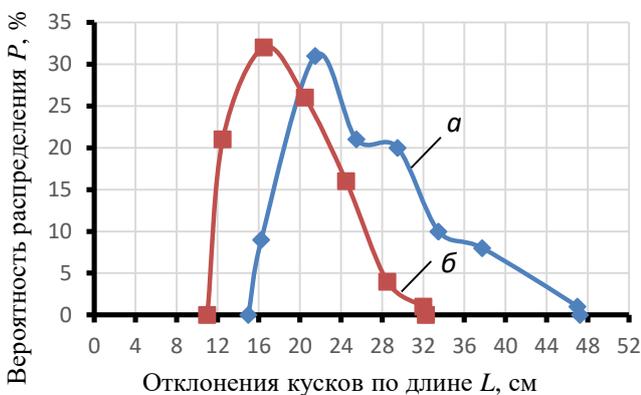


Рисунок 4 – Вероятности распределения P отклонения кусков по длине L при подаче куска № 3 плоской стороной (a) и узкой стороной (b)

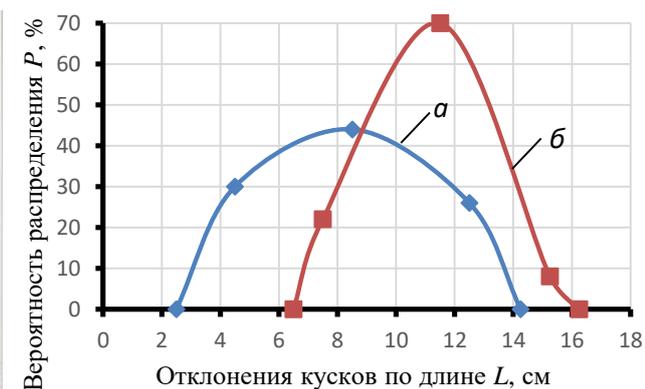
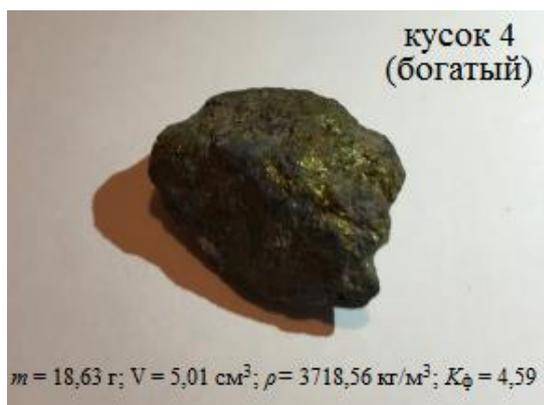


Рисунок 5 – Вероятности распределения P отклонения кусков по длине L при подаче куска № 4 плоской стороной (a) и узкой стороной (b)

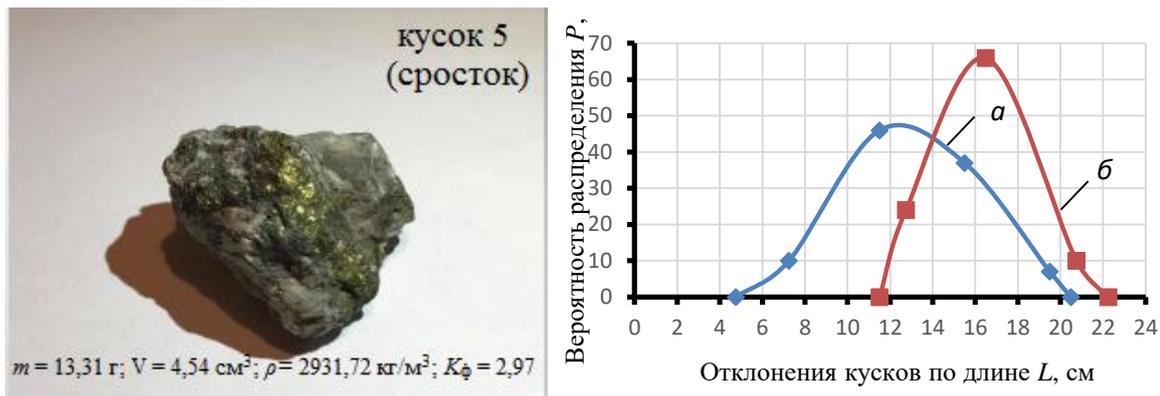


Рисунок 6 – Вероятности распределения P отклонения кусков по длине L при подаче куска № 5 плоской стороной (a) и узкой стороной (b)

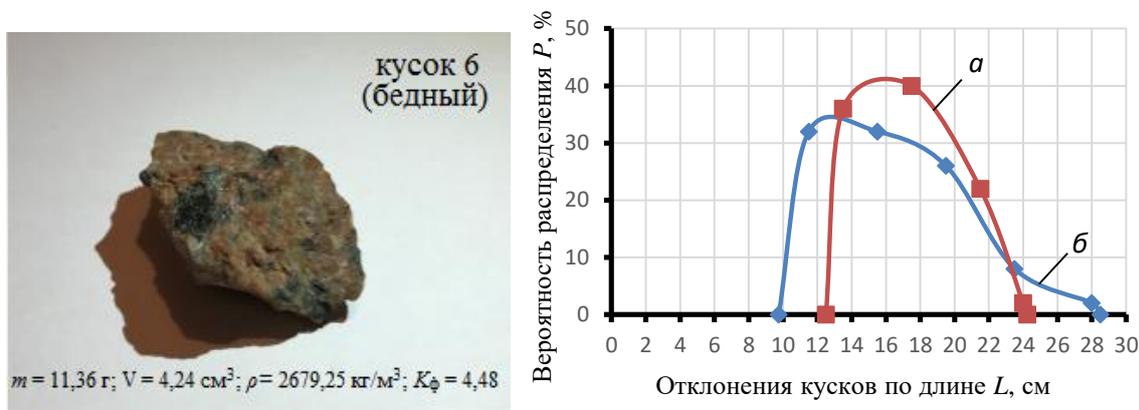


Рисунок 7 – Вероятности распределения P отклонения кусков по длине L при подаче куска № 6 плоской стороной (a) и узкой стороной (b)

Анализ зависимостей показывает, что чем ниже плотность кусков, тем существеннее влияние формы кусков на размах отклонения частиц. Для плоских кусков с большим коэффициентом формы большое влияние на отклонение оказывает подача в воздушный поток плоской или узкой стороной. Подача кусков плоской стороной по сравнению с подачей узкой стороной приводит к большему отклонению траектории движения кусков. Снижение влияния формы кусков на результаты разделения по плотности в пневматической сепарации может быть достигнуто путем структурированной подачи кусков в воздушный поток плоской стороной. Другим направлением является предварительное выделение кусков плоской формы в отдельную фракцию, которая обогащается самостоятельно.

EFFECT OF THE SHAPE FACTOR ON PNEUMATIC SEPARATION

Zavyalov S.S.

Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia, doker_777@bk.ru

Abstract. *The efficiency of pneumatic separation is significantly influenced by particle density and shape. With the help of the laboratory installation, the influence of the shape of the particles on their deflection by the air flow has been experimentally studied. It is established that for flat pieces with a large shape factor a large influence on the deflection is provided by the supply to the air flow by a flat or narrow side. The influence of the shape of the pieces on the pneumatic separation can be reduced by structured feeding of the pieces into the air flow by a flat side or by separately beneficiation the previously isolated pieces of a flat shape.*