

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

КОМПОЗИЦИОННЫЕ АЭРОФЛОТЫ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ФЛОТАЦИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

<https://doi.org/10.31643/2018-7.03>

Тусупбаев Н.К.

ORCID: 0000-0002-6110-0772

АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан, nesipbay@mail.ru

Аннотация. *Представлена технология получения композиционного аэрофлота из сивушного масла для интенсификации флотационного обогащения золотосодержащих руд. В отличие от базовых собирателей, имеющих в своем составе нормальные углеводородные радикалы (нормальный бутиловый аэрофлот), композиционные аэрофлоты являются более эффективными за счет гидрофобного взаимодействия углеводородных радикалов нормального и изостроения. Результаты испытаний показали, что применение указанных реагентов взамен базовых значительно интенсифицирует технологический процесс флотации золотосодержащих руд.*

В горно-обогатительной промышленности стран СНГ и Казахстана в качестве собирателей используются, в основном, бутиловый ксантогенат натрия или калия и бутиловый аэрофлот натрия или калия, а в качестве вспенивателей - Т-80, Т-92, МИБК. Эти реагенты в Казахстан завозятся из Китая и России.

В последнее время более эффективными являются модифицированные ксантогенаты и аэрофлоты. К эффективным модифицированным ксантогенатам и аэрофлотам относятся:

- а) физическая смесь ксантогенатов или аэрофлотов нормального и изостроения;
- б) ксантогенаты и аэрофлоты с более длинными углеводородными радикалами, чем бутиловые ксантогенаты и аэрофлоты.

Нами для существенного удешевления и повышения эффективности реагентов при получении ксантогенатов и аэрофлотов в качестве исходного сырья было использовано специально подготовленное сивушное масло, являющееся отходом спиртового производства. Очищенное сивушное масло по данным хроматографического анализа включает пять спиртов (изопропиловый, изобутиловый, бутиловый, амиловый и изоамиловый), содержание изоамилового спирта в них колеблется в пределах 50-65%. Поэтому полученные из него аэрофлоты, ксантогенаты и вспениватели можно называть композиционными реагентами, состоящими из смесей углеводородных радикалов нормального и изостроения. Уникальность предлагаемых композиционных реагентов заключается в том, что они в отличие от своих аналогов, являются дешевыми, экономически выгодными. Применение указанных реагентов взамен базовых значительно интенсифицирует технологический процесс флотации руд цветных и благородных металлов.

Разработана технология получения экологически безопасных композиционных ксантогенатов, аэрофлотов и вспенивателей из отходов спиртового производства для интенсификации флотационного обогащения сульфидных полиметаллических и золотосодержащих руд.

В данной работе рассматривается получение композиционного аэрофлота на основе смеси спиртов выделенной из осушенной спиртовой фракции сивушного масла. Отработаны параметры синтеза композиционного аэрофлота, оптимальное время получения диалкилдитиофосфорной кислоты – 3,0-4,5 часа при оптимальной температуре реакции – 67-72° С, с содержанием основного вещества более 70%, оптимальное мольное соотношение исходных компонентов – спиртов и пентисернистого фосфора при загрузке составляет 4:1. Оптимальная температура нейтрализации едким натрием диалкилдитиофосфорной кислоты 35-45°С, при этом образуется не более 4,5%

органических примесей в виде органических фосфатов $R_2H_3PO_4$. Остаточное содержание свободной гидроксида натрия не менее 2,5-4%.

Композиционный аэрофлот, имеющий в своем составе углеводородные радикалы нормального и изостроения на границе раздела фаз «вода-воздух» может образовывать уплотненные гидрофобные пленки за счет дисперсионного взаимодействия, т.е. более прочные пузырьки приблизительно одинакового размера, а полярная часть становится более доступной для взаимодействия с поверхностью сульфидных минералов. С другой стороны, плотной гидрофобной частью он может гидрофобизировать более крупные частицы и флокулировать тонкие гидрофобные шламы. Оработан Технологический регламент получения композиционного аэрофлота в пилотном масштабе.

Большая флотационная активность композиционного аэрофлота по сравнению с базовым бутиловым аэрофлотом объясняется повышенным гидрофобизирующим действием за счет перекрывания углеводородных радикалов нормального и изостроения и, соответственно, меньшей растворимости поверхностных соединений. Реагент также способствует уменьшению потерь тонких классов минералов благодаря флокуляции. Это подтверждено флотационными испытаниями на золотосодержащих рудах.

Применение новых синтезированных аэрофлотов при обогащении золотосодержащих руд Тишинского позволило повысить извлечение золота на 3-4 % и улучшить качество золотосодержащих концентратов при снижении расхода вспенивателя на 50 %.

На опытно-промышленной установке «ВНИИцветмет» были проведены испытания по флотации сульфидной золотосодержащей руды месторождения Секисовское с применением новых флотационных реагентов (вспенивателя – СВМ и собирателя – АЭРО), синтезированных в Институте металлургии и обогащения (ИМиО), в ходе которых было переработано 4,02 т руды с содержанием Au 1,1-1,2 г/т.

По результатам испытаний установлено:

- в базовом режиме с применением вспенивателя МИБК и собирателя бутилового ксантогената среднее извлечение золота в концентрат с содержанием 34,7 г/т составило 81,4%;

- совместное применение реагентов - вспенивателя СВМ и собирателя АЭРО позволило при существенном снижении расхода реагентов (87% и 25%, соответственно) получить концентрат со средним содержанием золота 38,07 г/т при извлечении 83,5 %.

Проведены испытания по флотации золотосодержащей руды месторождения Бестобе с применением композиционного аэрофлота, полученного в лаборатории ИМиО. По результатам испытаний, в сравнении с действующим фабричным режимом, установлено, что при применении нового композиционного аэрофлота на руде «Шахта Новая» месторождения Бестобе содержание золота в концентрате увеличивается на 15,07 %, извлечение золота в концентрат увеличивается на 18,74 % при полном исключении из процесса флотации базовых реагентов – бутилового ксантогената калия и пенообразователя Т-92.

На золотоизвлекательной фабрике ТОО «ИНВЕСТ-РТ» проведены испытания по флотации сульфидной золотосодержащей руды месторождения Карабулак с применением нового аэрофлота, синтезированного в ИМиО, в ходе которых переработано 840 тонн руды с содержанием золота 1,0-1,12 г/т.

Вещественный состав руды месторождения Карабулак характеризуется следующим составом: валовое содержание сульфидов в рудах от 3 до 7%, из них от 4 до 6% приходится на пирит, 1-1,5% на арсенопирит, остальное – рудные минералы. Из нерудных минералов присутствуют кварц, слюдястые минералы, в т.ч. графитоид. Основные результаты работы по двум сравнительным режимам приведены в таблице. По результатам промышленных испытаний установлено: в действующем базовом (фабричном) режиме с применением бутилового ксантогената калия и вспенивателя Т-66 среднее извлечение золота в концентрат составило 76,7 % при содержании 22,0 г/т;

при применении нового композиционного собирателя - аэрофлота извлечение золота в концентрат составило 85,2 % при содержании 24,3 г/т.

Таблица – Результаты флотации золотосодержащих руд месторождения Карабулак

Наименование	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение Au, %	Реагентный режим
Флотационный концентрат	3,90	22,0	76,7	При действующем базовом (фабричном) реагентном режиме
Хвосты	96,10	0,27	23,3	
Исходная руда	100	1,12	100	
Флотационный концентрат	3,92	24,3	85,2	При применении в реагентном режиме нового композиционного собирателя-аэрофлота
Хвосты	96,08	0,17	14,8	
Исходная руда	100	1,12	100	

Применение нового модифицированного собирателя - аэрофлота позволило исключить из процесса флотации бутиловый ксантогенат калия и вспениватель Т-66, при этом повысить извлечение золота на 8,5 % и увеличить содержание золота в концентрате на 2,3 г/т.

На основе технологии получения композиционного аэрофлота предлагается организовать в Казахстане производство эффективных, нетоксичных и дешевых флотореагентов, применение которых при флотации бедных золотосодержащих руд позволит получать кондиционные концентраты, вовлечь в переработку низкокачественное минеральное и техногенное сырье.

COMPOSITE AEROFLOT FOR INTENSIFICATION OF FLOTATION OF GOLD ORES

Tussupbayev N.K.

“Institute of Metallurgy and Beneficiation” JSC, Almaty, Kazakhstan, nesipbay@mail.ru

Abstract. *In this paper the technology of composite Aeroflot production from fusel oil for intensification of flotation enrichment of gold-containing ores is described. In contrast to the basic collectors, having in its composition of normal hydrocarbon radicals (normal butyl Aeroflot, etc.) composite Aeroflot are more effective due to hydrophobic interaction of hydrocarbon radicals of normal and isomeric structures. The test results showed that the use of these reagents instead of the basic ones significantly intensifies the technological process of flotation of gold ores.*