



**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

приоритет2030⁺
лидерами становятся

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ**

Материалы
XIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

(г. Иркутск, 19–20 апреля 2023 г.)

Сборник материалов



ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
технического университета
2023



СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ №1. Прогрессивные технологии и физико-химические основы повышения эффективности металлургических производств

Г.М. Михайловский. Моделирование процесса аддитивного выращивания деталей с использованием программного комплекса SimufactWelding.....	9
И.А. Сысоев, С.В. Лутчиков. Разработка мероприятий, направленных на повышение срока службы футеровки inductionных печей, на примере Богучанского алюминиевого завода.....	12
Е.Е. Занин, В.А. Лях, А.А. Зайцева. Челябинский цинковый завод – единственный производитель металлического цинка в России.....	15
И.Д. Матвиенко, Д.Д. Щеплякова, А.Н. Баранов. Технология повышения сорбции углей путем изменения емкости двойного электрического слоя.....	18
А.П. Кондратенко, М.Ю. Кузьмина. Печи, применяемые на участке литья цветных металлов литейного цеха металлургического производства авиастроительного предприятия.....	21
М.И. Васильев, А.А. Тютрин, К.С. Бушуев. Проблема образования коксовой пыли при производстве алюминия и оценка возможности ее брикетирования.....	24
Н.В. Немчинова, А.В. Плакущий, В.С. Коршунов. Современные тенденции применения углеродных материалов в производстве металлургического кремния.....	28
В.В. Грудина, М.П. Кузьмин. Перспективы утилизации мелкодисперсных отходов алюминиевого производства.....	32
М.П. Кузьмин, Ю.А. Хаблак. Получение силуминов методом inductionной плавки кремнийсодержащей шихты под слоем криолита.....	35
Н.В. Немчинова, О.Н. Логинов, И.С. Леонов. Требования к анодам электролизеров при производстве алюминия.....	38
В.В.Грудина, М.П. Кузьмин. Перспективные направления утилизации катодной футеровки алюминиевых электролизёров.....	41
Э.А.Самаев, Т.С. Минеева. Сорбция золота и серебра из цианистых растворов и пуль. Зарубежный опыт.....	44
Д.А. Бегунов, А.А. Бегунов.Воздействие металлургического производства на объекты среды.....	46

С.А. Демидов, А.В. Аксенов. Перспективные направления переработки золотосодержащих руд, обладающих сорбционной активностью.....	50
В.С.Лепихов, Ю.В. Ильина, А.А. Марденова, И.В.Ноздрин. Исследование возможности переработки оксида вольфрама в плазменном реакторе.....	54
Е.А. Мартусевич, Д.А. Гавриленко, В.О. Митягин, И.В. Ноздрин. Оптимизация технологии получения алюминиевых сплавов на основе информационно-обучающей системы «Алюминщик».....	57
Г.А. Ломтиков, Т.А. Пескова, Т.С. Минеева. Интенсивное цианирование гравиоконцентратов на модуле «АВГУСТ».....	61
Л.М. Данилин, Т.Н. Луговицкая, Д.А. Рогожников. Поверхностное натяжение растворов ПАВ в азотнокислой среде и перспективы их использования при выщелачивании сырья цветных металлов.....	64
О.А. Полях, И.В. Ноздрин, Н.Ф. Якушевич, Е.Н. Чернева, А.А. Хорощенко. Особенности восстановительных процессов при производстве ферросилиция.....	67
О.А. Полях, И.В. Ноздрин, Н.Ф. Якушевич, С.А. Сюльдина, М.А. Ядыкина. Особенности механизма синтеза карбида кремния в печах сопротивления.....	70
О.А. Полях, И.В. Ноздрин, И.В. Строкина, Е.С. Безрукова, Е.Н.Чернева. Термодинамические условия интенсификации восстановления железорудного сырья.....	73
А.А. Бабинцев, Д.И. Головкин, Д.А. Рогожников. Исследование влияния скорости подачи хлора на процесс хлорирования бадделеитового концентрата.....	76
И.М. Чикичев, Н.В. Немчинова. Современное состояние алюминиевой промышленности.....	79
О.Ю. Маковская, Л.В. Соколов, О.В. Чемезов, А.В. Лукинских. Извлечение скандия из трудновскрываемых титано-магнетитовых руд.....	82
Д.И. Блудова, С.В. Мамяченков, А.Д. Михайловских, Б.К. Мочалов, А.С.Ханжина. Извлечение металлов при переработке пыли медеплавильного производства.....	85
Э.О. Воронич. Обзор технологии печати гибридным металлполимерным филаментом.....	89

СЕКЦИЯ № 2. Актуальные проблемы химии и химической технологии

Д.С. Васильченко, Е.В. Янчуковская. Повышение биодоступности лекарственных препаратов методом образования солей.....	91
А.А. Логвин, Е.В. Янчуковская. Математическая модель и алгоритм расчета поверхностных теплообменных аппаратов.....	94
Л.В. Хогоева, А.А. Яковлева. Особенности адгезионных взаимодействий на поверхности стали с антикоррозионным покрытием на основе стирол-акриловых латексов.....	96
Р.Д. Саидов, Н.Д. Губанов. Установка концентрирования водного раствора аммиака.....	99
В.А. Рыбалко, Т.В. Сауло. Химико-аналитическое исследование определения содержания йода в рассоле с устранением мешающего влияния броматов.....	102
З.А. Зомберг, В.Ю. Конюхов. Современное состояние и перспективы развития процесса каталитического крекинга нефтяного сырья.....	105
О.В. Белозерова, А.А. Турусин, А.А. Шовкомуд. Перспективы применения углеродистых остатков в качестве добавок к пластичным смазкам.....	107
О.Ю. Григорьева. Новые возможности современных мембран.....	110
А.В. Багдueva, Ю.А. Айзина. Применение твердых дисперсных систем для повышения биодоступности лекарственных веществ.....	113
Т.Н. Буханова, С.Г. Дьячкова, Е.Б. Ковалева. Исследование методов обессеривания нефтепродуктов.....	116
В.В. Мельников, В.А. Крыжников. Каталитический риформинг, химизм, основные технологические параметры.....	119
К.А. Россов. Разновидности установок испарения сжиженных углеводородных газов.....	122
Д.В. Бережная, В.В. Баяндин. Производство этил-трет-бутилового эфира на базе установки метил-трет-бутилового эфира.....	125
А.О. Монтошкинова, В.В. Баяндин. Способы осушки попутного нефтяного газа.....	128
А.Б. Чимитдоржиева, Т.А. Подгорбунская. Соответствие физико-химических свойств товарных масел значениям производителей....	131
Е.Б. Дульбеева, Т.А. Подгорбунская, А.Б. Чимитдоржиева. Катализаторы процесса каталитического крекинга.....	134

А.М. Адушинова, Ю.А. Айзина. Оценка возможности альтернативных методов очистки от сероводорода и меркаптанов в АО «АНХК».....	137
Л.Б. Дамбиева, В.В. Баяндин. Модернизация установки комплексной подготовки нефти.....	140
М.В.Сулицкая, Н.Б. Алимов, А.А. Чайка. Проблема загрязнения окружающей среды при производстве бутиловых спиртов.....	142
М.В.Сулицкая, Д.А. Павлова, М.Е.Мостовская, А.А. Чайка. Жидкое биотопливо из древесных отходов в России, его способ получения и преимущества.....	145
С.Д. Тишин, А.В. Селезнев. Разработка устойчивых водных дисперсий твёрдых радикальных инициаторов с целью их применения в суспензионной полимеризации винилхлорида.....	148
А.Н. Петрова, Л.А. Бегунова. Определение поллютантов в свалочном фильтрате.....	150
Н.С. Назаров, Г.В. Боженков. Каталитическая депарафинизация средних дистиллятов.....	153
В.А.Фрейнд, А.А. Яковлева. Сравнение поглотительных качеств природных и промышленных адсорбентов по отношению к эмульсиям нефтепродуктов.....	156
С.Н. Евсеева, О.В. Белозерова. Фритюрное масло как основа загустителя пластичных смазок.....	159
Т.К. Касиров, Ю.А. Айзина, Д.О. Ткачук. Оценка качества воды в источниках водоснабжения.....	163
А.И. Прокофьев, В.В. Баяндин. Борьба химическим способом с солеотложениями гипса в трубопроводах и другом оборудовании при добыче нефти.....	166
Ю.М. Коньков, В. В. Баяндин. Проблема выбора катализаторов при риформинге.....	169
В.И. Дударев, Ю.И. Коконова, Д.И. Дударев, Л.Д. Лиховид, М.А. Давыдова. Сорбционное взаимодействие ионов никеля(II) с углеродными материалами.....	172

СЕКЦИЯ № 3. Интенсификация, контроль и автоматизация технологических процессов

А.Е. Рыбин, Ю.Э. Голодков. Автоматизация процесса контроля качества продукции фармацевтических лабораторий.....	174
---	-----

Ю.В. Карасёва, Ю.Э. Голодков. О системе автоматического мониторинга микроклимата на складах фармацевтического производства.....	177
Т.В. Батурицкий, Ю.Э. Голодков. О развитии адаптивных систем управления технических объектов в условиях неопределенности.....	180
Н.А. Сизых, П.Р. Ершов. Современные средства автоматизации как способ повышения показателей качества производства.....	182
А.В. Дулов, А.О. Ващенко, С.И. Половнева, Е.А. Анциферов. Цифровая трансформация метрологического обеспечения предприятий	185
М.Д. Коробов, П.Р. Ершов. Дополнительное охлаждение газотурбинных агрегатов.....	188
П.Р. Ершов, А.И. Жданов. Теоретические аспекты управления процессом сушки ПВХ.....	190
Д.С. Фалилеев, А.Е. Овсюков. Процесс флотации как объект управления.....	193
К.Е. Пежемский, Е.А. Овсюков. Выбор российского программируемого логического контроллера.....	196
В.Н. Лузгин, Е.А. Овсюков. Применение среды Simintech при имитации систем управления технологическими процессами.....	198
К.А. Россов, О.В. Лазарева. Кожухотрубный испаритель СУГ как объект управления.....	201
К.Д. Миниханов, А.Е. Овсюков. Разработка систем диспетчеризации транспортных средств в рамках нефтегазовых месторождений.....	205
А.А. Лисицына, В.В. Ёлшин, А.П. Миронов. Алгоритм идентификации математической модели кинетики сорбции золота активированным углем в замкнутом объеме.....	208
М-О.В. Гармаев, Е.А. Гусева. Патентный обзор технологического оборудования, применяемого для производства растительных масел.....	213
З.А.Зомберг, В.Ю. Конюхов. Инновационные способы повышения экологичности подземных газгольдеров.....	216
И.А.Борисов, И.Л.Ильина. Разработка виртуального стенда по поверке расходомеров.....	220
А.А. Терентьева, Д.А. Золотухин, Е.А. Овсюков. Разработка требований к системе управления лабораторной информацией.....	223

К.В. Черниговский, В.М. Салов. Разработка новой модели управления температурой в кубе колонны стабилизации бензина на базе нечеткой логики.....	226
С.А. Сапунова, С.И. Половнева, А.А. Подкорытов, Д.А.Маклецов. К вопросу импортозамещения в области автоматизации технологических процессов.....	229
А.А. Большедворский, О.В. Лазарева. Система ПАЗ рециркуляционной колонны установки получения линейных альфа-олефинов.....	233

СЕКЦИЯ № 4. Менеджмент систем качества

П.А. Лонcich, Хэ Цзе Дун, Н.П. Лонcich, А.В. Федотова. Разработка, внедрение и сертификация систем менеджмента качества на основе требований стандарта ISO 9001:2015 на примере компании Shenyang Bona Titanium Technology Co., Ltd, Китай.....	237
А.О. Ли. Цифровизация управления качеством.....	242

СЕКЦИЯ № 5. Инноватика в технологиях и управлении

Л.Д. Лиховид, А.А. Яковлева. Инновационные технологии в «физической химии».....	246
Б.Т. Дякив, А.С. Бовкун. Инновации в области аккумуляторных технологий.....	248
П.А. Дудина, А.С. Бовкун. Инновации и прорывные технологии в энергетике.....	252
П.А. Дудина, О.А. Шишлянникова. Инновационная технология преобразования углекислого газа в топливо.....	256
Б.Т. Дякив, О.А. Шишлянникова. Инновационные технологии в энергетике.....	259
А.В. Синицин, О.М. Сафонова, Т.А. Опарина. Производственные издержки и критический объем производства в машиностроительной отрасли.....	263

крупностью до 200 мкм при концентрации порошков в плазменном потоке азота 0,01 кг/кг.

Список источников:

1. Моссэ А.Л. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах/А.Л. Моссэ, И.С. Буров. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
2. Ноздрин И.В. Модельно-математическое исследование условий эффективной переработки хромсодержащего сырья в плазменном реакторе / И.В. Ноздрин, В.В. Руднева, Л.С. Ширяева, М.А. Терентьева. – Изв. вузов. Черная металлургия. – 2012. – № 2. – С. 13 – 18.
3. Руднева В.В. Модельно-математическое исследование режимов эффективной переработки дисперсного сырья в плазменном реакторе / В.В. Руднева, Г.В. Галевский, Е.К. Юркова // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2007. – № 5. – С. 52 – 55.
4. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния: монография: в 3 т. / науч. ред. Г.В. Галевский: дополнительный том. Плазмометаллургическое производство карбида кремния: развитие теории и совершенствование технологии / В.В. Руднева. – М.:Флинта: Наука, 2008. – 387 с.
5. Rudneva V.V. Effective Processing of Disperse Raw Materials in a Plasma Reactor / V.V. Rudneva, G. V. Galevskii, E.K. Yurkova // Steel in Translation. – 2007. – Vol.37. – № 2. –Р. 115 – 118.

УДК 004.942

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «АЛЮМИНЩИК»

Е.А.Мартусевич¹, Д.А.Говриленко², В.О.Митягин³, И.В.Ноздрин³

¹преподаватель кафедры прикладных информационных технологий и программирования, ФГБОУ «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru;

²магистрант гр. ММХТ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail:kafcmet@sibsiu.ru;

³магистрант гр. ММХТ-22, ФГБОУ ВО «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail:kafcmet@sibsiu.ru;

⁴д.т.н., профессор кафедры металлургии цветных металлов и химической технологии ФГБОУ «СибГИУ», г. Новокузнецк, e-mail: polimet1@yandex.ru

Металлургия относится к системообразующим отраслям мировой и отечественной промышленности. Лидирующее положение среди цветных

металлов занимает алюминий с мировым производством около 67 млн. тн/год. Отечественные предприятия с производством около 3, 6 млн.тн/год уступают по данному показателю только китайским компаниям.

В чистом виде алюминий применяется редко. Основные потребители используют его в виде сплавов. Формирование алюминиевых сплавов осуществляется в миксерах или индукционных печах при помощи метода последовательного приближения до заданного химического состава посредством смешивания алюминия-сырца, присадок лигатур и флюсов. Данный этап производства связан с наличием избыточного количества корректирующих воздействий при изготовлении расплава в результате неточных расчетов значений параметров смешивания исходного сырья и имеющихся добавок. В результате этого увеличивается время приготовления расплава, снижается производительность работы литейного отделения, повышаются затраты на единицу продукции, что, в свою очередь, предопределяет необходимость совершенствования технологии производства алюминиевых сплавов [1].

Экспериментальная оптимизация технологического процесса формирования алюминиевых сплавов весьма дорогостояща и связана с большим количеством организационных проблем, а зачастую вообще неосуществима. В связи с этим большое значение приобретает использование современного математического аппарата моделирования физико-химических процессов приготовления сплавов [2]. Получение оптимизационных математических моделей позволяет легко трансформировать систему в обучающий тренажер, обеспечивающий как приобретение начальных знаний обучающимися, так и совершенствование профессиональных навыков у технологического персонала.

Целью данной работы является разработка и внедрение в учебный процесс автоматизированной информационно-обучающей системы (АИС) «Алюминщик», позволяющего сформировать у обучающихся технологические навыки получения алюминиевых сплавов в миксерах и отработать алгоритм оптимизации технологического процесса. (АИС) «Алюминщик» была разработана на кафедре прикладных информационных технологий и внедрена в учебный процесс на кафедре металлургии цветных металлов и химической технологии СибГИУ.

Основой АИС является математическая модель технологического процесса, при разработке и описании которой используются не только принципы информационного подобия, но и фундаментальные физико-химические законы, а также экспериментально-статистические методы. Блок-схема АИС «Алюминщик» приведена на рисунке 1, а параметры процесса, учитываемые при выполнении расчетов на рисунке 2.

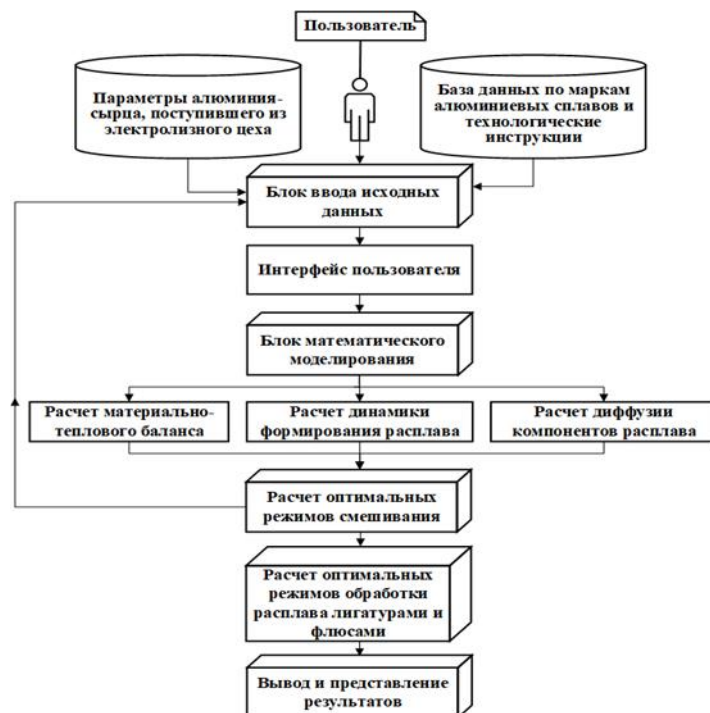


Рисунок 1 - Блок-схема АИС «Алюминщик»

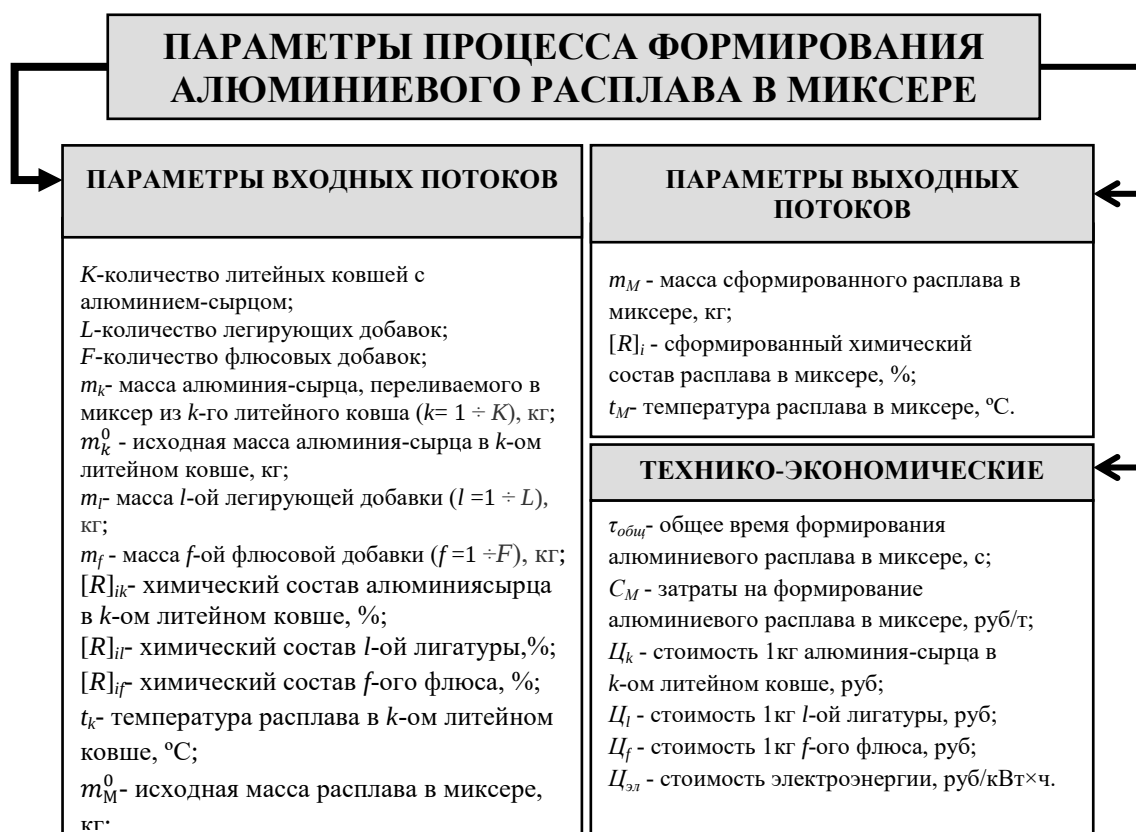


Рисунок 2 – Параметры процесса формирования алюминиевого расплава в миксере

Программа позволяет моделировать технологический процесс шихтовки алюминиевого расплава до заданной марки алюминия путем варьирования химическим составом исходного алюминия, применением различных

легирующих и флюсующих добавок, использованием разных технологических приемов обработки расплава. Конечная цель работы на тренажере – это получение заданной марки алюминия, при различных начальных условиях и ограничениях [3,4].

В качестве критерии оптимизации, по усмотрению руководителя, могут задаваться как технологические параметры – минимизация времени приготовления или количества технологических операций, так и экономические – стоимость затрат на получения сплава.

Анимированный интерфейс программы позволяет наглядно представить последовательность технологических операций получения сплавов путем визуализации процессов загрузки алюминия-сырца, легирующих компонентов и флюсов, операций перемешивания, дегазации, съема шлака, выдержки и разлива полученного сплава в требуемых комбинациях. Вид заключительного окна АИС представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Окно финальной страницы АИС «Алюминщик»

Список источников:

1. Белецкий, В. М. Алюминиевые сплавы. Состав, свойства, технология, применение / В. М. Белецкий, Г. А. Кривов. – К.: Изд-во «Коминтех». – 2005. – 365 с.
2. Горенский, Б. М. Информационные технологии в управлении технологическими процессами цветной металлургии / Б. М. Горенский, О. В. Кирякова, С. В. Ченцов, Л. А. Лапина. – Красноярск: Изд-во «СФУ». – 2012. – 148 с.
3. Мартусевич, Е. А. Изменение образовательных ресурсов под влиянием средств информатизации / Е. А. Мартусевич, С. В. Ковыршина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной

конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2016. – № 4. – С. 35–38.

4. Калашников, С. Н. Особенности применения информационных экспертных систем в металлургии на основе интеллектуальной обработки данных и знаний / С. Н. Калашников, В. Н. Буинцев, Е. А. Мартусевич [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2020. – №1. – С. 1–10.

УДК 669.213.6

ИНТЕНСИВНОЕ ЦИАНИРОВАНИЕ ГРАВИОКОНЦЕНТРАТОВ НА МОДУЛЕ «АВГУСТ»

Г.А. Ломтиков¹, Т.А. Пескова², Т.С. Минеева³

¹ студент гр. МЦб-20-1, ИВТ, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск, e-mail:lomtikov.lider@gmail.com

² студент гр. МЦб-20-1, ИВТ, ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск, e-mail:tanya19102002@gmail.com

³ к.т.н., доцент кафедры металлургии цветных металлов ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск, e-mail:_ksu_@inbox.ru

Технологические схемы извлечения золота из руд отличаются большим разнообразием. Выбор той или иной схемы зависит от многих факторов, из которых главными являются характер золота в руде, прежде всего, его крупность, вещественный состав руд, присутствие других ценных металлов, а также компонентов, осложняющих технологию переработки. Часто в рудах встречается крупное свободное золото (+0,071 мм), которое плохо извлекается не только флотационным обогащением, но и при гидрометаллургической переработке. Поэтому его предварительное выделение гравитационным обогащением в начале технологического процесса позволяет снизить потери золота с отвальными хвостами [1].

Стандартные методы переработки гравитоконцентратов, как правило, позволяют извлекать золото на уровне не выше 70%, что определяет необходимость использования разветвленных технологических схем и увеличивает их себестоимость. Интенсивное цианирование характеризуется выгодными отличиями, позволяя достигать высокого (97,0-98,5%) извлечения золота из гравитоконцентратов за приемлемое для общего технологического цикла время (6-24 ч) и локализовать продукт с высоким содержанием металла на охраняемом участке («золотой комнате») [2].

Интенсивное цианирование, являющееся альтернативой гравитационной доводке концентратов с получением «золотой головки», начали применять в промышленных условиях 25 лет назад в ЮАР для извлечения крупного свободного золота из гравитоконцентратов. В настоящее время во всем