

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов и материаловедения (ИЦМиМ)

Кафедра металлургии цветных металлов

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель магистерской
программы
_____ Н.В. Белоусова
подпись
« _____ » _____ 2021 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

в форме магистерской диссертации

Переработка пены на ПАО «РУСАЛ Братск»

Металлургия цветных металлов (22.04.02.02)

Руководитель	д-р хим. наук, профессор, Белоусова Н.В.
Выпускник	Чупров В.Н.
Рецензент	Менеджер ДТ и ТРАП ООО "РУСАЛ ИТЦ" канд.тех.наук. Гавриленко Л.В.
Консультанты:	канд. экон. наук, доцент, Твердохлебова Т.В
Нормоконтролер	Белоусова Н.В.

Красноярск 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	4
Введение.....	5
1. Аналитический обзор проблемы извлечения фтористых соединений из отходов алюминиевого производства.....	8
1.1. Механизм образования и объемы фтористых соединений в отходах алюминиевых производств.....	8
1.2. Анализ современного состояния теории и практики применения флотационных аппаратов в процессе флотации.....	15
1.3. Механических флотомашин и их назначение.....	22
2. Методы извлечения фторуглеродсодержащих отходов в алюминиевом производстве.....	24
2.1. Метод высокотемпературной обработки.....	25
2.2. Выщелачивание.....	27
2.3. Другие направления утилизации отходов алюминиевого Производства.....	28
3. Методы переработки фторуглеродсодержащих отходов на ПАО «РУСАЛ Братск».....	30
3.1. Флотация угольной пены.....	29
3.2. Получение фторида кальция из растворов газоочистки.....	32
3.3. Производство регенерационного криолита из растворов газоочистки.....	34
3.4. Переработка пушонки.....	39
4. Возможные способы переработки пены электролизёров.....	39
4.1. Потенциальное использование угольного остатка.....	40
4.2. Брикетирование угольных остатков.....	40
4.3. Результаты экспериментов на участке ОПФ-1 ПАО «РУСАЛ Братск» в 2011.....	45
4.4. Производство анодной массы.....	52
4.5. Агломерация железосодержащих материалов.....	53

4.6. Углеродные нанотрубки в хвостах флотации.....	53
5. Экономическая эффективность реализации топливных брикетов населению.....	54
Заключение.....	65
Список используемой литературы.....	66

Аннотация

Выпускная квалификационная работа в форме магистерской диссертации по теме «Переработка пены на ПАО РУСАЛ Братск» содержит 73 страницы текстового документа, в том числе 17 иллюстраций, 17 таблиц, без приложений. Список использованных источников содержит 55 наименований.

В алюминиевой промышленности практически с выпуска первых тонн алюминия, встал вопрос об утилизации и переработке отходов, образующихся в процессе производства (пена электролизеров, солевой шлак с подины электролизёра, отработанная футеровка и пыль электрофильтров). На данный момент только лишь часть этих отходов перерабатывается, а остальная часть складирована на шламовые поля из-за высокого содержания фтористых соединений. В работе выполнен анализ существующих методов переработки твёрдых фторуглеродсодержащих отходов алюминиевой промышленности, и обоснован выбор оптимальных решений этой проблемы. Более подробно в работе была рассмотрена новая схема переработки угольной пены электролизёров за счет внедрения колонных флотомашин, этот процесс дофлотирования позволил более качественно отчистить фторуглеродсодержащий остаток. Это улучшение позволит снизить уровень фтористых веществ в угольном остатке с 8-9% до 4,6%, что позволяет использовать угольный остаток в качестве вторичного сырья для переработки.

Далее для дальнейшей переработки полученного угольного концентрата были рассмотрены различные способы его переработки с целью получения готового продукта и дальнейшей его реализацией.

Автором был просчитан экономический эффект от внедрения до реализации угольного концентрата в виде топливных брикетов.

Ключевые слова: угольный остаток, угольная пена, дофлотирование, фторуглеродсодержащие отходы, переработка пены, электролизер, криолит, флотация.

Список используемой литературы

1. Прокопов, И. В. Российская алюминиевая промышленность и некоторые современные тенденции развития мирового рынка алюминия / И. В. Прокопов // Алюминий Сибири.-2004.- Красноярск : Версо, 2004. - С.4-16.
2. Матвеев, Ю.А. Пути модернизации и технического перевооружения алюминиевых заводов России и других стран СНГ / Ю.А. Матвеев, Н.А. Калужский, Г.Е. Вольфсон / Металлургия легких металлов на рубеже веков. Современное состояние и стратегия развития. - Санкт-Петербург, 2001 – С. 6-9.
3. Эволюция российской технологии производства алюминия электролизом / В. А. Крюковский, [и др.] / Цветные металлы и минералы: сборник трудов девятой международной конференции Т. 23. – Красноярск, 2017. - С.227-237.
4. Галевский, Г. В. Экология и утилизация отходов в производстве алюминия / Г. В. Галевский, Н. М. Кулагин, М. Я. Минцис. – Новосибирск : Сибирская издательская фирма -1997.- 158 с.
5. Гринберг, И. С. Производство алюминия в электролизерах с верхним токоподводом / И. С. Гринберг, Л. В. Рагозин, А. А. Ефимов. – Санкт-Петербург: Изд-во МАНЭБ, 2003. – 299 с.
6. Пурденко Ю. А. Алюминиевая промышленность России: состояние, проблемы и перспективы развития / Ю. А Пурденко.- Иркутск : Вост.-Сиб. Книжное изд-во, 1997.- 136с.
7. Терентьев, В. Г. Производство алюминия / В. Г. Терентьев, А. В Сысоев, И. С. Гринберг / Новокузнецк: Изд-во ОАО СибВАМИ, 2000. – 350 с.
8. Куликов Б. П. Технические аспекты экологической безопасности алюминиевого производства на современном этапе / Б.П. Куликов / Алюминий Сибири . – Красноярск, 2004. – С.287-296.
9. Патрин, Р. К. Перспективы пирометаллургической переработки техногенных отходов алюминиевого производства / Р. К. Патрин, В. М. Сизяков, В.

Ю. Бахин / Известия высших учебных заведений, цветная металлургия. - Санкт-Петербург : Изд-во НМСУ «Горный», 2006.-С.61-63.

10. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны – Введ.1.01.1989. Москва: Стандартинформ, 1989.- 30с.

11. Матвеев, Ю. А. Пути модернизации и технического перевооружения алюминиевых заводов России и других стран СНГ / Ю. А Матвеев, Н. А. Калужский, Г. Е. Вольфсон / Металлургия легких металлов на рубеже веков. Современное состояние и стратегия развития. - Санкт-Петербург, 2001. – С. 6-9.

12. Комплексная переработка и использование отходов производства алюминия и местного минерального сырья / А. Н. Курохтин, [и др.] // Цветные металлы. – 2002. - № 3 – С. 67-79.

13. Истомина, С. П. Исследование флотационного способа получения криолита / С. П. Истомина, С. Г. Мясникова // Цветные металлы. – 1999. - № 3 – С. 85-89.

14. Полькин С. И., Обогащение руд цветных и редких металлов: / С. И. Полькин, Э.В. Адамов.- Москва: Недра, 1975.- 461с.

15. Пат. SU1150035A1 Патентное ведомство СССР, Пневматическая флотационная машина \ С. С. Шахматов, заявл. 08.07.1983.опубл. 01.01.1961

16. Мещеряков Н. Ф. Флотационные машины / Н.Ф. Мещеряков. - Москва: Недра, 1972.-248 с.

17. Истомина, С. П. Новые направления в технологии переработки высокодисперсных фторуглеродсодержащих отходов производства алюминия / С. П. Истомина, Б. П. Куликов, С. Г. Мясникова // Цветные металлы. – 1999. - № 3 – С. 45-47.

18. Истомина, С. П. Исследование флотационного способа получения криолита / С. П. Истомина, С. Г. Мясникова // Цветные металлы. – 1999. - № 3. - С. 56-58.

19. Пат. Российская федерация МПК C01F 7/54 Способ получения криолита / Истомина С. П., Веселков В. В., Рагозин Л. В., Куликов Б. П., Мясникова С. Г, заявитель и патентообладатель Иркутск Общество с ограниченной

ответственностью «СИБКОМ» - Патент РФ №2140396 заявл. 29.09.97. опубл. 27.10.1999

20. Леонов, С. Б. XXI Век технологии в области обогащения полезных ископаемых / С. Б. Леонов // Вестник ИрГТУ. - 1997. - № 1. – С. 3-17.

21. Пат. Российская федерация МПК C01F 7/54 Способ получения гранулированного креолита. / Истомин С. П., Жирнаков В.С., Минцис М.Я., Еруженец А. А, Махалов. Ю. С. заявитель и патентообладатель Иркутск Общество с ограниченной ответственностью «СИБКОМ» Патент №1650588 заявл. 06.05.89. опубл. 23.05.1991

22. Колонные флотационные машины C-FLOT. – URL: <https://elemet.ru/project/kolonnye-flotacionnye-mashiny/>

23. Бедрань Н. Г. Флотационные машины для обогащения угля. / Н. Г. Бедрань, - Москва: Недра, 1968.-374с.

24. Теория и практика колонных флотационных аппаратов с нисходящим пульповоздушным потоком / С.Б. Полонский, [и др.]. - Иркутск: изд-во ИрГТУ .-2001.- 94 с.

25. Флотационные машины RCS. – URL: <https://www.metso.com/ru/products/flotation-machines-/rcs/>

26. Флотомашинa колонного типа. – URL: <http://www.mpoltd.ru/mashiny-i-oborudovanie/kolonnaya-flotomashina.html>

27. Флотомашины колонного типа Outotec. – URL: <https://www.outotec.ru/globalassets/ru/brochures/outotec-columncell-kolonnye-flotomashiny-pdf>

28. Черных С. И. Создание флотационных машин пневматического типа и опыт их применения на обогатительных фабриках. /С. И. Черных - Москва.: ЦНИИЦ цветмет, 1995.- 296 с.

29.Ржечицкий, Э.П Перспективная безотходная технология переработки фторуглеродсодержащих отходов на алюминиевых заводах / Э.П Ржечицкий, В.В Кондратьев. – Санкт-Петербург : Наука, 2000. – С.57-59 с.

30. Новая флотомашина колонного типа / М. Г. Видуецкий, [и др.] / Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2003. - № 3. - С. 226-230.
31. Теории и технология флотации руд / О.С. Богданов [и др.]. – Москва: Недра.- 1980.-431 с.
32. Таггарт А. Ф. Справочник по обогащению полезных ископаемых. А. Ф. Таггарт. / Москва: металлургиздат, 1952.- 372 с.
33. Галевский, П.В. Экология и утилизация отходов в производстве алюминия / Н. М. Кулагин, М. Я. Минцис,- Новосибирск: Наука.- 1997.-159с.
34. Гавриленко Л. В. Повышение эффективности производства вторичного криолита из отходов алюминиевых заводов.(на примере ПАО «РУСАЛ Братск»: автореф. канд.хим. наук : 05.16.02 / Л. В. Гавриленко. – Иркутск, 2005.- 16с.
35. Бурхат, В. С. Изучение процесса сорбционной очистки газов, цехов электролиза алюминиевых заводов / В. С. Бурхат, И. А. Юсупов // Труды Братского государственного университета.- 2009. - № 1.- С. 85-91.
36. Раджабов, Ш. Х. Кинетика процесса, сернокислотного разложения твердых фторсодержащих отходов производства алюминия /Ш. Х. Раджабов, [и др.] / Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – Душанбе, 2013. - Т. 56. С.44-47
37. Производство фторида кальция из твердых и жидких отходов процесса получения алюминия / А. Н. Баранова, [и др.] // Журнал сибирского федерального университета. Engineering&Technologies. – 2015. - № 4 (8). – С. 468-474.
38. Технологический регламент ТР 440.07.01.01 Производство вторичного криолита на ПАО «РУСАЛ Братск»
39. Технологическая инструкция ТИ 440.07.01-2017 Производство вторичного криолита на ПАО «РУСАЛ Братск»
40. Пат. Российская федерация, МПК С22В 7/00(2006.01). Способ переработки фторуглеродсодержащих отходов алюминиевого производства / Б. П.

Куликов; заявитель и патентообладатель Иркутск. Общество с ограниченной ответственностью "Безотходные и малоотходные технологии" (ООО "БМТ") - RU 2 586 389 С1; заявл. 19.03.15 ; опубл.10.06.16

41. Истомин, С. П. Новые направления в технологии переработки высокодисперсных фторсодержащих отходов производства алюминия /С. П. Истомин, Б. П. Куликов // Цветные металлы. - 1999. - № 3. - С45-47.

42. Кондратьев В.В. Исследование и разработка комплексной технологии утилизации твердых фторуглеродсодержащих отходов алюминиевого производства: автореф. дис...канд. техн. наук /В. В. Кондратьев; Иркут.гос. техн. ун-т. – Иркутск, 2007. – 19 с.: граф. – Библиогр.: С. 16 (18 назв.).

43. Истомин С. П. Технология переработки фторсодержащих отходов производства алюминия / С. П. Истомин // Цветные металлы. – 1995. – № 4. – С. 40-41.

44. Николаева. Л. А. Брикетирование бурого угля с использованием модифицированного гудрона : дис, д-ра. тех. наук : 25.00.13 / Л.А. Николаева. – Иркутск, 2011. – 135с.

45. Разумов, К. А. Проектирование обогатительных фабрик / К. А. Разумов, В. А. Перов. – Москва: Недра, 1982. - 518 с.

46. Абрамов А. Д. Флотационные методы обогащения / А. Д. Абрамов – Москва.: Горная книга, 2016. – 595 с

47. Гавриленко, Л. В. Колонная флотация угольной пены на Братском алюминиевом заводе / Л. В. Гавриленко, А. А. Гавриленко // Материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Братск, 2004. - С.72-74.

48. Гавриленко, Л. В. Усовершенствование технологии извлечения криолита из угольной пены алюминиевых производств / Л. В. Гавриленко, А. Н. Баранов / Электрометаллургия легких металлов: сборник научных трудов. – Иркутск. 2003. – С.43.

49. Яковлева С. В. Очистка производственных сточных вод: Учебное пособие для ВУЗов / С. В. Яковлева – Москва: Строиздат, - 1985-335с.

50. Фаткуллин М. Р. Получение спекающих добавок в процессе жидко-фазного термолиза гудрона западно-сибирской нефти: дис, д-ра. тех. наук: 05.17.07 / М. Р. Фаткуллин.- Уфа, 2012.- 113с.

51. Вейцер, О. И., Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды / О. И. Вейцер, Д. М. Минц. – Москва: Стройиздат, 1975. – 191 с.

52. Комбинированные органосиликатные связующие в производстве строительных материалов / Купчинов Б. И [и др.] // Материалы, технологии, инструменты. - 2008. - Т. 13, № 3. - С. 71-77.

53. Кондратьев, В. В. Угольная пена алюминиевых электролизеров и углеродные нанотрубки в ней /В. В. Кондратьев [и др.] // ВЕСТНИК: ИрГТУ, - 2015.- №12. – С.215-219.

54. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений: федер. Закон Российской Федерации от 25.02.1999 года №39-ФЗ // Российская газета. – 1999. -17 июля

55. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 27.12.2019) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»RCS. – URL.<https://www.consultant.ru/>

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цветных металлов и материаловедения (ИЦМиМ)
Кафедра металлургии цветных металлов

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель магистерской
программы


подпись

Н.В., Белоусова

« 21 » 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Переработка пены на ПАО «РУСАЛ Братск»


Металлургия цветных металлов (22.04.02.02)

Руководитель

 21.06.21

д-р. хим. наук, профессор,
Белоусова Н.В.

Выпускник

16.06.2021 

Чупров В.Н.

Рецензент


11.06.2021г.

менеджер ДТ и ТРАП ООО «РУСАЛ ИТЦ»
канд. тех. наук
Гавриленко Л.В.

Консультанты:



канд. экон. наук, доцент,
Твердохлебова Т.В.

Нормоконтролер

 21.06.21

Белоусова Н.В.

Красноярск 2021