

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Хоанг Ван Виен

«Переработка рафинировочного шлака кремниевого производства с получением Al-Si сплавов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность работы.

Актуальность диссертационной работы Хоанг Ван Виена обусловлена тем, что существует объективная необходимость в разработке и внедрении на металлургических предприятиях эффективных технологий переработки техногенного сырья с возвратом ценных элементов в технологический процесс, что в свою очередь может обеспечить использование вторичного сырья для цели ресурсо-, энергосбережения и охраны окружающей среды.

Исследования Хоанг В.В. выполнялись в ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, 11 приложений и списка литературных источников из 149 наименований. Работа изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 67 рисунков и 38 таблиц.

Научная новизна исследований и полученных результатов.

Автором в диссертационной работе теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность извлечения кремния в виде доэвтектического силумина из рафинировочного шлака кремниевого производства.

На основе термодинамического анализа трехкомпонентной диаграммы состояния шлакообразующей системы $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ установлено оптимальное соотношение содержания оксидов кремния и кальция (0,87–1,31) в шихте для извлечения кремния из рафинировочного шлака.

Определено влияние технологических параметров (температуры, содержания CaF_2 в составе флюсовой смеси фторида и оксида кальция, крупности частиц шлака) плавки шихты, состоящей из рафинировочного шлака, на извлечение кремния в алюмо-кремниевый сплав и получена математическая модель процесса переработки шлака, отражающая влияние каждого фактора.

Практическая значимость диссертационных исследований автора заключается в том, что:

Предложение способа получения силумина из техногенного сырья кремниевого производства – рафинировочного шлака (патент РФ на изобретение № 2785528).

Установление оптимальных параметров переработки рафинировочного шлака для извлечения кремния в виде алюмокремниевого сплава: температура плавки – 1350–1400 °С, содержание CaF_2 в составе вводимой в шихту флюсовой смеси ($\text{CaF}_2 + \text{CaO}$) – 25 %, крупность частиц кремнийсодержащего шлака – 1,5 мм. Максимальное извлечение кремния составило ~ 75,8 %.

В результате проведенных экспериментов даны рекомендации по соотношению компонентов в шихте (алюминий – 70,6 %, шлак – 23,5 %, флюсы – 5,9 %) для извлечения кремния из рафинировочного шлака в виде силумина. Получены экспериментальные образцы Al-Si сплавов, отвечающие по структуре доэвтектическим силуминам (с содержанием кремния 2,75–9,27 % масс.).

Рекомендации технологической схемы получения металлургического кремния с организацией участка по переработке рафинировочного шлака с получением алюмокремниевых сплавов. Условно-годовая экономия от отсутствия платы за размещение отходов IV класса опасности составляет 1,6546 млн. руб./год (при объеме производства кремния 27415,95 т в год, данные АО «Кремний» за 2022 г.). В целом извлечение кремния в процессе увеличилось до ~72,2 %.

Получение в диссертационной работе теоретические и экспериментальные результаты, разработанные компьютерные программы для ЭВМ представляют научно-практический интерес для промышленного производства (имеется акт АО «Кремний») и используются в учебном процессе при подготовке обучающихся по направлению «Металлургия».

Результаты диссертационной работы использованы в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» при подготовке обучающихся по направлению «Металлургия».

Степень обоснованности и достоверности научных положений.

Подтверждена применением современных отработанных методик исследований и аттестованных измерительных приборов; современным

метрологическим обеспечением оборудования лабораторий Иркутского национального исследовательского технического университета, центральной заводской лаборатории службы качества филиала ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов (Иркутского алюминиевого завода), лаборатории службы качества АО «Кремний», Центра коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» Института земной коры СО РАН; использованием апробированных современных компьютерных программ. Полученные результаты экспериментальных исследований не противоречат основам физико-химических взаимодействий компонентов и теории пиromеталлургических процессов.

Публикации.

Результаты научных исследований Хоанг Ван Виена нашли отражение в 16 публикациях, в том числе 4 статьях в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 1 статье в рецензируемом научном издании из международной реферативной базы данных Scopus; также представлены на российских и международных конференциях. Получен 1 патент РФ на изобретение и 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Оформление.

Диссертация и автореферат написаны четким, ясным технически грамотным языком; стилистика соответствует современному научному языку. При оформлении работы использованы графические и табличные материалы, выполненные на высоком иллюстративном уровне.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Существуют проблемы при переплаве шлака из-за существенной разницы по плотности с расплавом, поэтому, не понятно как они решаются с технической точки зрения и выхода годного продукта (Al-Si сплава).

2. На страницах 13, 26, 48, 57, 59, 89, 104 имеются опечатки и неточности формулировок.

3. Какова экономическая составляющая технических предложений.

4. Не понятно, для чего, для данной технологии такое количество Свидетельств на программу ЭВМ, ведь работа технологическая.

5. Данные выводов №3 и №5 не совсем согласуются с заявленными результатами, полученными в ходе лабораторных испытаний.

В целом, диссертационная работа оставляет весьма благоприятное впечатление, и отмеченные недостатки существенно не снижают ее научной ценности, актуальности и практической значимости.

Заключение.

Диссертационная работа Хоанг Ван Виена на тему «Переработка рафинировочного шлака кремниевого производства с получением Al-Si сплавов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения по переработке кремнийсодержащего техногенного сырья, имеющие существенное значение для развития металлургии. Диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного 24 сентября 2013 г. (№ 842), а ее автор – Хоанг Ван Виен – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Заведующий кафедрой металлургии,
доктор технических наук,
профессор



Бажин
Владимир Юрьевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
Почтовый адрес: Россия, 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21, линия д.2
Раб. тел.: +7 (812) 328-8476
e-mail: bazhin-alfoil@mail.ru



С. Ю. Бажин

Директор
Управления делопроизводства
и контроля документооборота

Е.Р. Яновицкая

16 МАР 2023