

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Проректор по НИР ФГБОУ ВО  
«Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова»  
профессор  С.Ю. Хаширова  
« 5 » октябрь 2021 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова»

Диссертационная работа Кармоковой Риты Юрьевны на тему «Исследование поверхностных явлений в кавитационных пузырьках в расплаве алюминия» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова». В период подготовки диссертации Кармокова Рита Юрьевна обучалась в аспирантуре в «Кабардино-Балкарском государственном университете им. Х.М. Бербекова» по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния. В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры электроники и цифровых информационных технологий «Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова».

В 2005 году Кармокова Р.Ю. с отличием окончила «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» по специальности «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» с присуждением квалификации «Физик - микроэлектронщик».

В 2010 году Кармокова Р.Ю. окончила аспирантуру очной формы обучения «Кабардино-Балкарского государственного университета

им. Х.М. Бербекова» по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния. Справка №0249 о сдаче кандидатских экзаменов выдана 22 сентября 2021 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Научный руководитель – Рехвиашвили Серго Шотович, доктор физико-математических наук, профессор, работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» в должности профессора кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

**Личное участие автора.** Представленные в диссертационной работе данные получены автором самостоятельно. Постановка цели и задач диссертации, планирование работы проводилось совместно с научным руководителем, который также принимал участие в обсуждении полученных результатов.

**Достоверность результатов.** Степень достоверности полученных результатов обуславливается использованием для их получения общепризнанных и широко известных методов, таких как: сканирующая электронная микроскопия, атомно–силовая микроскопия, рентгеноспектральный анализ. Полученные в работе данные экспериментальных измерений и выводы физически обоснованы и согласуются с известными теоретическими и экспериментальными данными.

**Научная новизна.** Наиболее существенные научные результаты, полученные автором в ходе диссертационного исследования, заключаются в следующем:

1. Различными методами исследованы структура и концентрационный состав кавитационных пузырьков в расплаве алюминия. Методами растровой электронной микроскопии и микрозондового анализа проведено

исследование перераспределения примесей, содержащихся в расплаве алюминия. В области кавитационных пузырьков, образующихся в результате акустического воздействия с частотой 5 и 15 кГц на расплав, выявлено скопление различных примесей.

2. Экспериментально выявлено, что при воздействии акустических колебаний звуковой и ультразвуковой частоты в слое расплава алюминия толщиной  $\sim 20-30$  мкм вблизи излучателя образуются кавитационные пузырьки, эффективно захватывающие растворенные примеси и способствующие шлакообразованию.

3. С использованием парного межатомного потенциала взаимодействия разработана теоретическая модель растворения примеси и шлакообразования при акустическом воздействии на жидкие металлы.

4. Оценка изменения свободной энергии Гиббса на внутренней поверхности пузырька показывает ее положительное значение, начиная с радиуса 0.27 до 0.35 мкм для всех примесей, содержащихся в шлаковом расплаве алюминия.

5. В рамках модели Дебая установлена роль размерного эффекта поверхностного натяжения в кавитационных пузырьках. Показано, что поверхностное натяжение пузырька выше, чем поверхностное натяжение плоской поверхности. Это может приводить к ускорению адсорбции примеси на межфазную границу на начальном этапе процесса.

#### **Практическая значимость работы.**

Полученные экспериментальные данные по временной зависимости концентрации примесей на межфазной границе «расплав – парогазовая фаза» от частоты звуковых волн и индекса кавитации в алюминии могут быть использованы в технологии очистки алюминия.

Созданная экспериментальная установка используется в лаборатории для получения алюминия особой чистоты и сплавов с гомогенной структурой для научных исследований и в учебном процессе.

Результаты работы активно используются в учебном процессе, в частности для дисциплин физика конденсированного состояния и материалы и процессы электронной техники.

По результатам исследования разработан способ очистки жидкости и получен патент на изобретение.

**Полнота изложения материалов диссертации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 17 печатных изданиях, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, из которых 1 работы индексируются международными системами цитирования Scopus и Web of Science, а также 1 патент на изобретения.

1. Кармокова Р.Ю. К расчету постоянной Толмена / С.Ш. Рехвиашвили, Е.В. Кишტიкова, Р.Ю. Кармокова, А.М. Кармоков // Письма в журнал технической физики. – 2007. – Т.33. – №2. – С. 1-7. (ВАК, Web of Science и Scopus)
2. Кармокова Р.Ю. Влияние акустического воздействия на расплав алюминия / Р.Ю. Кармокова, С.Ш. Рехвиашвили, А.М. Кармоков // Физика и химия обработки материалов. – 2012. – №5. – С. 20-26. (ВАК)
3. Кармокова Р.Ю. Перераспределение примесей в межфазном слое сплава алюминия с кавитационными пузырьками / Р.Ю. Кармокова, А.М. Кармоков // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2015. – №3. – С. 392-398. (ВАК)
4. Кармокова Р.Ю. Сепарация жидкости в скрещенных электрическом и магнитном полях/ Р.Ю. Кармокова, А.М. Кармоков С.Ш. Рехвиашвили, О.А. Молоканов// Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2017. – №4. – С. 55-59. (ВАК)
5. ПАТЕНТ РФ №2054388. Кармоков А.М., Кармокова Р., Гидов Х,Ш., Рехвиашвили С.Ш. Способ очистки жидкости. 28.05.2012. Бюл. №4.

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях и семинарах: Международная научно-техническая конференция «Микро- и

нанотехнологии в электронике», г. Нальчик (2009 г., 2014-2017 г.г., 2021 г.); Республиканская конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективные инновационные проекты молодых ученых КБР», г. Нальчик, 2011г.; Международный научно-методический семинар "Флуктуационные и деградационные процессы в полупроводниковых приборах", Москва, 2011; III Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии в науке о Земле». Нальчик, 2013; Научные семинары, проводимые в Институте прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН с 2012 по 2019 г.г.

В диссертационной работе не содержатся заимствованные материалы, представленные без ссылки на авторов и источника публикации.

Диссертация подверглась проверке по программе «Антиплагиат» и установлена уникальность 86%.

Диссертационное исследование «Исследование поверхностных явлений в кавитационных пузырьках в расплаве алюминия» представляет собой научно-квалификационную работу и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (раздел II «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. №842). Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния, п.п. 1,2.

По объему выполненных работ и новизне полученных результатов диссертационная работа Кармоковой Р.Ю. «Исследование поверхностных явлений в кавитационных пузырьках в расплаве алюминия» рекомендуется для защиты на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния.

Заключение принято на заседании кафедры «Электроника и цифровые информационные технологии».

Присутствовало на заседании 18 человек.

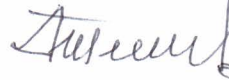
Результаты голосования: «за» – 18 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Протокол № 2 от « 4 » сентября 2021 г.

Председатель заседания,

Зав. кафедрой электроники и информационных технологий,

д-р техн. наук, профессор



Р.Ш. Тешев

Руководитель подразделения,

Директор ИИЭиР, к.ф.-м.н., доцент



Н.В. Черкесова