

## **ОТЗЫВ**

на диссертационную работу  
докторанта физико-технического факультета  
Карагандинского университета им. Е.А. Букетова  
специальности **6D060400 – Физика Шалтакова С.Н.**  
**Разработка научных основ и методов исследования**  
**теплофизических и структурных свойств металлических расплавов с**  
**целью повышения качества продукции**

### **1. Актуальность темы исследования.**

Жидкие металлы и композиции на их основе уже давно нашли широкое применение в качестве высокотемпературных теплоносителей. Особенно велик к ним интерес в энергетике, ядерной и ракетной технике, связанной с дальнейшей интенсификацией тепловых процессов. Помимо практической важности, изучение свойств расплавов, в частности вязкости, представляет и большой научный интерес. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к вязкоупругой теории, отличительной чертой которой является установление близости жидкого состояния к кристаллическому состоянию вблизи точки плавления. Развитие этой теории позволяет устанавливать и прогнозировать свойства металлических расплавов опираясь на уравнения гидродинамики, основанных на межчастичных взаимодействиях. Всякое движение расплава можно описать системой уравнений Навье – Стокса.

В этой связи диссертантом в данной работе необходимые для этого уравнения выводятся с помощью теории квантовой статистической физики и широко применяющихся методов вторичного квантования, приведен расчет межатомных потенциалов на основе методов квантовой статистической физики. Кроме того, рассмотрены математические аспекты решения уравнений гидродинамики с учетом физической природы кинетических параметров, таких как сдвиговая и объемная вязкости. Однако, особенности химических, физических, механических, теплофизических и термодинамических свойств расплавов требуют тщательного исследования и анализа процессов, происходящих при их нагреве, установления закономерностей технологии изменения состояния расплавов в условиях процесса нагрева, что несомненно подтверждает актуальность темы исследования, представленной в диссертации Шалтакова С.Н..

### **2. Степень обоснованности и достоверности результатов, выводов и заключения, сформулированных в диссертации.**

В настоящей работе предлагается физико-математическая модель течения высокотемпературных расплавов с учетом природы ближнего порядка в них. Вводя ряд последовательных приближений диссертант устанавливает связь между важнейшей характеристикой расплавов такой, как объемная и сдвиговая вязкости, с потенциалом межчастичного

взаимодействия, который аппроксимируется суммой потенциалов парных взаимодействий, определяемых современным методом функционала плотности.

Обоснованность и достоверность теоретических исследований подтверждаются сопоставлением результатов расчетов параметров течения расплава меди для технологической линии SCR-2000. Полученный результат по теоретическим расчетам  $0,40\text{ м/с}$  и фактический результат  $0,45\text{ м/с}$  показывают, что выполненные исследования достигли хороших показателей. Совокупность выполненных научных разработок, анализ их результатов на основе методов гидродинамики, теории и критериях подобия, математического моделирования задач гидродинамики, компьютерного моделирования, метода функционала плотности, рентгеноструктурного метода, физико-математических методов исследования обеспечивает высокую степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, сформулированных в диссертации.

### **3. Степень новизны научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации.**

Диссертантом впервые получены и представлены в диссертации новые методы решения уравнений гидродинамики для металлических систем, включающие:

- научное обоснование и алгоритм расчета корреляционных функций вязкости с точки зрения квантово-статистического метода;
- проведен полный квантово-статистический анализ физических параметров коэффициентов переноса уравнений гидродинамики на примере вязкости расплавленных систем; проанализирована корректность постановки и разрешимости краевых задач гидродинамики.

Эти результаты в диссертации представлены в заключении в форме научных положений с указанием их теоретической и прикладной значимости и в виде выводов в каждой главе, а также приведенных в соответствующих разделах диссертации «научная новизна» и «практическая значимость».

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников из 134 наименований, 3 приложений. Диссертация изложена на 111 странице текста, содержит 28 рисунков и 14 таблиц. Основные научные результаты диссертационной работы представлены в 12 публикациях, изданных в Республике Казахстан и зарубежье.

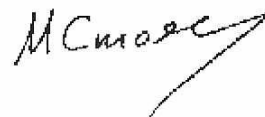
В изданиях, рекомендованных КОКСОН МОН РК, опубликованы 4 статьи (Вестник Карагандинского университета – 2 статьи, Труды университета – 1 статья, Новости науки Казахстана – 1 статья).

В журналах, входящих в базу данных Scopus, 3 статьи («Archives of Control Sciences» процентиль 71, «Eurasian Physical Technical journal» процентиль 15, «Journal of the Bulgarian Chemical Communications» процентиль 15).

Автором опубликовано 5 докладов на международных научно-практических конференциях (с личным участием). Получен патент №35062 «Инструментальный способ исследования сложного вещества на плотность» от 14.05.2021, СИС №2348 «Физико – математические вопросы гидродинамики расплавов» от 10 марта 2019г.

Докторант Шалтаков С.Н. заслуживает присвоения академической степени доктора PhD по специальности **6D060400 – Физика.**

Научный консультант:  
доктор инженерии, природо-  
математический факультет Юго-Западный  
университет «Неофит Рилски» (Благоевград,  
Болгария)



Митко Стоев

17.10.2021 г.  
Благоевград