

# ОТЗЫВ

г. Саров

№ \_\_\_\_\_

на автореферат диссертации  
Парамонова Михаила Анатольевича  
«Исследование термодинамических свойств плотной плазмы  
W, Mo и Zr методом квантовой молекулярной динамики», представленной  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3.9 «Физика плазмы»

В диссертации Парамонова М.А. рассмотрена актуальная проблема применения первопринципного метода квантовой молекулярной динамики (КМД) для расчетов теплофизических свойств тугоплавких металлов. Знание высокотемпературных термодинамических характеристик материалов атомной энергетики и их уравнений состояния играет важную роль в различных физических задачах, среди которых следует выделить теоретическое описание и моделирование поведения атомных энергетических установок в условиях критических воздействий, предсказание возможных сценариев, приводящих к серьезным техногенным авариям, и анализ последствий этих событий.

**Научная новизна** работы не вызывает сомнений. С помощью метода квантовой молекулярной динамики впервые получены кривые сосуществования жидкость-газ и оценки параметров критических точек для вольфрама, молибдена и циркония. На основе численных расчетов методом КМД выполнена теоретическая интерпретация экспериментальных данных по ударному сжатию и изоэнтропическому расширению для W и Mo и по импульсному нагреву для W, Mo и Zr. Также следует отметить расчеты и верификацию с доступными измерениями по скорости звука для жидкого молибдена.

**Практическая значимость** работы весьма высокая. Так, автор провел расчет термодинамических параметров высокотемпературной плазмы тугоплавких металлов в широком диапазоне параметров без использования эмпирических данных. Эти результаты могут быть представлены в форме таблицы, что обеспечит возможность интерпретации экспериментов и калибровки полуэмпирических



уравнений состояния. Был предложен и использован метод расчета критических точек металлов, который может применяться для определения критических параметров широкого круга веществ. Автором были получены новые данные по вторым производным термодинамического потенциала молибдена и циркония.

Автореферат не вызывает замечаний по структуре и стилю изложения. Результаты представленного исследования вносят значимый вклад в понимание теплофизических свойств металлов W, Mo и Zr. Особенно стоит отметить хорошее согласие рассчитанных методом квантовой молекулярной динамики кривых изоэнтропического расширения ударно-сжатого молибдена с экспериментальными данными М.В. Жерноклетова (ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ») 1995 года, что является наглядной демонстрацией надежности и точности используемой теоретической модели.

Диссертационная работа Парамонова Михаила Анатольевича «Исследование термодинамических свойств плотной плазмы W, Mo и Zr методом квантовой молекулярной динамики», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – «физика плазмы», является завершенным научным исследованием, выполненным на высоком уровне и содержащим ряд новых результатов.

Работа удовлетворяет всем требованиям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 в редакции от 07.06.2021). Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.9 «Физика плазмы», а ее автор Парамонов Михаил Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Заместитель директора Института  
экспериментальной газодинамики и физики взрыва –  
начальник научно-исследовательского отделения,  
ученый секретарь ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»,  
кандидат физико-математических наук  
(83130)2-30-66, [aoblikov@vniief.ru](mailto:aoblikov@vniief.ru)



А.О. Бликов

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»  
607188, Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира, д. 37,  
(83130)2-48-02, [staff@vniief.ru](mailto:staff@vniief.ru)