

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Апфельбаума Евгения Михайловича
«Законы подобия на основе идеальных линий и теплофизические свойства веществ на фазовой диаграмме жидкостей» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника

В диссертации Апфельбаума Е. М. теоретически и численно изучаются геометрические законы подобия с целью дальнейшего их использования при построении фазовых диаграмм различных веществ. Изучаемый класс соотношений подобия заключается в том, что целый набор линий на фазовой плоскости сохраняет свою геометрическую форму независимо от типа вещества или системы частиц. В частности, это касается идеальных линий, т.е. таких контуров, вдоль которых то или иное физическое свойство (давление, энтальпия и т.д.) имеет то же значение, которое было бы у идеального газа при тех же параметрах, например, плотности и температуре. Необходимо отметить, что число веществ или систем, для которых выполняется такое геометрическое подобие для идеальных линий, существенно больше, чем число веществ для других известных соотношений подобия (например, принципа соответственных состояний). Таким образом, этот класс подобий имеет, возможно, наибольшую область применимости среди остальных, что делает его весьма актуальным объектом для исследования. В диссертации проанализирован значительный объём измеренных теплофизических данных реальных веществ, что позволило подтвердить уже существующие и найти новые закономерности, вытекающие из изначальных геометрических соотношений подобия. В частности, была установлена математическая связь между Бойлевскими параметрами и координатами критической точки. Кроме этого, отдельное внимание уделено случаям систем, для которых изучаемые закономерности нарушаются.

Для решения проблемы, касающейся области применимости исследуемых соотношений подобия, были рассмотрены многочисленные модельные системы с заданными потенциалами взаимодействия. В результате была установлена связь геометрических соотношений подобия с функциональной формой потенциала межчастичного взаимодействия, а точнее с радиусом этого взаимодействия. Это позволило объяснить случаи нарушения изучаемых соотношений подобия, а также было показано, что для реальных веществ, для которых подобия выполняются, радиус соответствующего эффективного межчастичного взаимодействия находится в требуемом диапазоне. На основе полученных результатов было построено интерполяционное уравнение для бинадали жидкость-газ, которое учитывает полученные закономерности. Это позволило описать кривую сосуществования во всём диапазоне от тройной точки до критической. Проверка построенного уравнения для веществ с известной бинадалью показала, что ошибка не превышает 5 %. Отдельно был рассмотрен случай веществ, для которых известна лишь низкотемпературная часть бинадали, и была разработана процедура восстановления оставшейся части.

Построенное интерполяционное уравнение применялось для металлов, для которых кривая сосуществования не известна ни в рамках экспериментальных исследований, ни первопринципных расчётов. В рамках этого подхода были получены новые оценки для таких важных параметров как критические точки металлов. Было также показано, на примере серы, что построенная процедура хорошо описывает и вещества с аллотропией состава.

Далее были рассмотрены системы с переменным составом, содержащие кулоновскую компоненту. К таковым системам относится любая плазма и, в частности,

низкотемпературная плазма с нейтральной компонентой. С помощью точных аналитических разложений было показано, что для таких систем именно наличие кулоновской компоненты ответственно за нарушение геометрического подобия. Но из этих же разложений было получено более слабое (степенное) соотношение подобия при сравнительно низких плотностях. Для проверки этого соотношения, а также для расчёта теплофизических свойств таких сред, был использован химический подход и приближение времени релаксации. Эти методы применялись для расчета свойств низкотемпературной плазмы различных металлов. Это позволило решить сразу две задачи, а именно: подтвердить полученное подобие и рассчитать теплофизические свойства металлов, причём для ряда из них эти свойства были получены впервые.

В автореферате представлено обоснование актуальности, достоверности, новизны, теоретической и практической значимости защищаемых результатов. Содержание глав диссертации отражено в автореферате достаточно полно.

К содержанию реферата есть следующие замечания:

Мне кажется, было бы полезно указать при моделировании каких процессов или оценках каких параметров при обработке экспериментальных данных были использованы результаты, полученные в диссертации. Кроме того, было бы полезно узнать, насколько полученные результаты соответствуют требованиям по размещению их в базах данных теплофизических свойств веществ.

Перечисленные замечания не снижают общей значимости диссертационной работы и носят рекомендательный характер. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., (ред.07.06.2021г.) а ее автор Апфельбаум Евгений Михайлович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.14 - теплофизика и теоретическая теплотехника

Профессор департамента
молекулярной и биологической
физики МФТИ,
д.ф.-м.н.
e-mail: tkachenko@phystech.edu



С. И. Ткаченко

Подпись Ткаченко С.И. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета МФТИ
к.ф.-м.н.



Е. Г. Евсеев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» 141701, МО., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9. Тел.: (+7 495) 408-45-54. Сайт <https://mipt.ru>. Электронная почта: info@mipt.ru