

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. рассмотрено две задачи. Первая из них — применение геометрических законов подобия на основе идеальных линий для построения фазовых диаграмм самых различных веществ. Вторая — расчёт свойств низкотемпературной плазмы металлов и поиск аналогичных соотношений подобия для этих систем. Сами исследуемые подобия заключаются в том, что форма ряда линий на фазовой плоскости остаётся универсальной независимо от конкретного вещества. Это касается и идеальных линий, вдоль которых величина, например, давления, совпадает со значением, которое имелось бы у идеального газа при тех же параметрах, например, плотности и температуре. На основе анализа огромного числа экспериментальных данных в работе диссертанта показано, что геометрическое подобие имеет, возможно, наибольшую область применимости по сравнению с другими подобными соотношениями, т.е. ему удовлетворяет наибольшее число веществ. Отдельно были рассмотрены вещества, где исследуемое подобие нарушается. Кроме этого, проведённый анализ позволил найти новые идеальные линии, удовлетворяющие закону подобия, а также ряд других соотношений, таких как математическая связь между параметрами идеальной линии для давления и координатами критической точки.

Непосредственно построить изучаемые линии и проверить полученные соотношения подобия можно путём численного моделирования для модельных систем с известными потенциалами взаимодействия. Такое моделирование было проведено в данной работе для множества систем. В результате была установлена связь между формой идеальных линий и параметрами функциональной зависимости потенциала, отвечающими за радиус действия этого потенциала. Это позволило объяснить случаи нарушения изучаемых соотношений подобия уже для реальных веществ: параметры эффективных потенциалов лежат вне области требуемых значений. На основе полученных закономерностей и теории критических явлений было построено общее уравнение для бинодали жидкость-газ. Сравнение расчётов по этому уравнению с данными измерений для веществ с известной бинодалью показало, что оно описывает экспериментальные данные с высокой точностью во всём требуемом диапазоне, т.е. от тройной точки до критической. Для применения разработанного уравнения к веществам, у которых известна лишь низкотемпературная часть бинодали, была разработана процедура минимизации, позволяющая получить недостающие данные и оценить положение критической точки. Процедура минимизации применялась далее к различным металлам, для которых известны данные только при низких температурах. Это позволило получить новые оценки для критических точек ряда металлов и рассчитать положение их бинодалей. Кроме металлов, разработанный метод успешно применялся к сере, у которой из измерений известна критическая точка и положение бинодалей, но которая обладает аллотропией состава, т.е. при разных плотностях и температурах она состоит из нейтральных молекул разного вида.

Были рассмотрены системы с переменным составом, содержащие кулоновскую компоненту. К таковым относится, в частности, низкотемпературная плазма металлов. Исходя из строгих аналитических разложений, показано, что наличие кулоновской компоненты приводит к нарушению линейной формы линии единичного фактора сжимаемости, которая характерна для веществ без этой компоненты. Тем не менее, из этих же соотношений при сравнительно низких плотностях диссертантом было получено более слабое (степенное) подобие. Это подобие далее исследовалось в рамках химического подхода и приближения времени релаксации. Был реализован

соответствующий численный код, который помимо подтверждения аналитически найденного подобия использовался для решения второй основной задачи, упомянутой выше. Были рассчитаны теплофизические свойства низкотемпературной плазмы ряда металлов. Для ряда из них эта информация была получена впервые именно в работах диссертанта, что является ещё одним новым и практически важным результатом.

В автореферате обоснованы актуальность, достоверность, новизна, теоретическая и практическая значимость защищаемых результатов. Содержание глав диссертации отражено в автореферате достаточно полно.

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


Отзыв составил
г.н.с. теоретического отдела ИОФ РАН
д.ф.-м.н., проф.
А. М. Игнатов
e-mail: aign@fpl.gpi.ru

V 05.02.2024

Подпись главного научного сотрудника
д.ф.-м.н., проф. Игнатова А.М. заверяю

Врио ученого секретаря ИОФ РАН,
д.ф.-м.н.



 / Глушков В.В. /

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН). 119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38. Тел. (+7 495) 503-87-34. Сайт <https://www.gpi.ru>. Электронная почта: office@gpi.ru