

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

Диссертация Апфельбаума Е. М. посвящена исследованию фазовых диаграмм самых различных веществ и систем с помощью законов подобия для идеальных линий. Эти линии определены как контуры на фазовой плоскости для конкретных физических величин, например, давления или энтальпии. Вдоль каждой такой линии значение соответствующей физической величины совпадает со значением которое было бы у идеального газа при тех же параметрах, например, плотности и температуре. И форма таких линий может быть универсальной, независимо от конкретного вещества. В различных исследованиях, включая и работы диссертанта показано, что такое геометрического подобие выполняется для огромного числа веществ, существенно больше, чем для других законов подобия, например, принципа соответственных состояний. В работе проанализирован большой объём экспериментальных данных, что позволило проверить старые и установить ряд новых соотношений подобия, а так же найти новые идеальные линии, для которых они выполняются. В частности, было найдено соотношение между параметрами идеальной линии для давления и координатами критической точки и установлена, что эта линия является асимптотой к жидкой ветви бинадали в пределе низких температур. Отдельно рассматривались вещества, где наблюдались отклонения от исследуемых закономерностей.

Для установления области применимости исследуемых закономерностей методами численного моделирования исследовались многочисленные модельные системы с заданными потенциалами взаимодействия. Для таких систем исследуемые линии строятся напрямую, что позволяет точно проверить изучаемые соотношения подобия. Основным результатом этого исследования является установленная зависимость геометрических соотношений подобия с функциональной формой потенциала взаимодействия, а точнее с его параметрами, ответственными за дальноедействие. Т.е. универсальная форма идеальных линий и все следующие отсюда соотношения подобия выполняются лишь в сравнительно узком диапазоне значений таких параметров, что позволяет объяснить случаи нарушения изучаемых соотношений подобия. Далее полученные закономерности были использованы для построения общего интерполяционного уравнения бинадали, которое учитывает также и результатами теории критических явлений. Это уравнение описывает бинадаль во всём требуемом диапазоне, т.е. от тройной точки до критической. Проверка его для веществ с известной во всём этом диапазоне бинадалью показала, что ошибка не превышает 5 %. Далее для этого уравнения была разработана процедура минимизации, чтобы описать вещества, у которых известна лишь низкотемпературная часть бинадали. К таковым относятся, например, практически все металлы. Поэтому именно для них далее и применялось это интерполяционное уравнение. В результате были получены новые оценки для таких важных параметров как критические точки металлов. Причём указанная процедура применима и к металлам с "обратным" плавлением, таким как висмут и галлий, а, кроме этого, и к веществам с аллотропией состава, таким как сера.

Отдельно, на примере низкотемпературной плазмы металлов, были рассмотрены системы с переменным составом, содержащие кулоновскую компоненту. Наличие последней приводит к нарушению изучаемого геометрического подобия, что было показано автором с помощью точных аналитических разложений, которые, тем не менее, приводят к новому более слабому соотношению подобия при сравнительно низких плотностях. Более точное исследование этого нового результата при повышенных плотностях было проведено численно. Для этого использовался химический подход и приближение времени релаксации, а также была написана соответствующая численная

программа. Расчёты по этой программе применялись для определения теплофизических свойства низкотемпературной плазмы ряда металлов, причём для некоторых из них - впервые в этой области. Эти расчёты представляют собой ещё один новый и практически важный результат работы. Кроме этого, они же позволили решить и начальную задачу, т.е. подтвердить полученное подобие для низкотемпературной плазмы.

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

К содержанию автореферата есть следующие **замечания**:

- В автореферате не упоминается связь представленных результатов с работами известного российского учёного Маслова В. П., хотя он занимался близкими вещами.
- Вопрос о связи формы потенциала взаимодействия с формой идеальных линий на мой взгляд требует более детального описания.

Все перечисленные замечания не снижают общей значимости диссертационной работы и носят рекомендательный характер. Я считаю, что работа Е. М. Апфельбаума, базирующаяся на теории подобия свойств веществ, позволяет получить данные о термодинамических свойствах веществ, которые пока не могут быть получены экспериментально. 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
проф.
д.ф.-м.н. .
e-mail: SinkevichOA@mpei.ru



О. А. Синкевич

Подпись О. А. Синкевича заверяю
Зам. начальника управления
по работе с персоналом НИУ "МЭИ"



Полевая Л. И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ", 111250 г. Москва, ул Красноказарменная, д.14, стр.1. Тел. (+7 495) 362-75-60. Сайт <https://mpei.ru>. Электронная почта: universe@mpei.ac.ru