

ОТЗЫВ

научного руководителя на работу Хайрулина Андрея Рашидовича "Калорические свойства жидких сплавов систем щелочных металлов со свинцом и висмутом", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

Жидкие сплавы щелочных металлов с висмутом и свинцом относятся к уникальному классу так называемых ионно-металлических расплавов, в которых, помимо металлического типа связи, в той или иной степени проявляется ионная связь. Это приводит к необычному поведению температурных и концентрационных зависимостей многих физических свойств таких систем, которые дают перспективы использования ионно-металлических расплавов для разработки новых устройств и технологий. Следует, однако, отметить, что теория этих материалов разработана недостаточно полно. Не определен круг систем, в которых наблюдается концентрационный переход "металл-неметалл", не до конца ясно, как он связан со свойствами компонентов и видом фазовой диаграммы. В первую очередь это обусловлено отсутствием подробных и надежных экспериментальных данных по многим физико-химическим и, в частности, теплофизическим свойствам жидких сплавов, в которых проявляется ионный характер межатомного взаимодействия. Практический интерес к исследованию жидких сплавов щелочных металлов со свинцом связан, в первую очередь, с их перспективами применения в качестве теплоносителей в атомной и термоядерной энергетике. Это чистые литий, натрий и свинец, а также их сплавы со свинцом.

Исследования жидких сплавов щелочных металлов со свинцом и висмутом были начаты в лаборатории «Термодинамики веществ и материалов» ИТ СО РАН в 2009 году. Длительное время проводились измерения только термических свойств расплавов. Однако вскоре стало ясно, что одной плотности и коэффициентов взаимной диффузии недостаточно для понимания поведения данных систем и в 2013 году был «реанимирован» массивный калориметр смешения, который находился на консервации. После модификации установки и методики проведения измерений, а также их верификации в 2017 году были начаты измерения энтальпии и теплоемкости расплавов систем щелочных металлов со свинцом и висмутом. В 2019 году к исследованиям калорических свойств подключился Андрей Хайрулин, который достаточно быстро освоил сложную экспериментальную технику и обработку данных измерений и в настоящее время является ответственным за данное направление в лаборатории. За время работы Хайрулин А.Р. получил большой объем новых высокоточных экспериментальных данных по энтальпии и теплоемкости сплавов шести систем щелочных металлов со свинцом и висмутом в жидком и частично в твердом состояниях. Значительная их часть была получена впервые и в настоящее время они остаются единственными.

Следует заметить, что в настоящее время калориметр смешения ИТ СО РАН по своим возможностям и метрологическим характеристикам не имеет аналогов ни в России ни за рубежом. Результаты верификации установки и оценка неопределенности измерений показывают, что погрешность получаемых данных находится на уровне погрешностей стандартов калорических свойств. Не вызывает сомнения, что данные, полученные Хайрулиным А.Р. для систем щелочных металлов со свинцом и висмутом (как и чистых лития и свинца), войдут в основные базы данных и будут востребованы еще многие десятилетия, как наиболее точные и достоверные.

Хайрулин А.Р. пришел в институт в 2016 году, будучи студентом НГУ. Последовательно закончил бакалавриат, магистратуру и аспирантуру, а также прошел без пропусков все должности - лаборант, инженер, инженер-исследователь и младший научный сотрудник. Высокая загруженность Хайрулина при выполнении проектов и договоров лаборатории, в том числе не связанных с темой диссертационной работы, не позволили ему представить диссертацию еще во время обучения в аспирантуре, хотя все материалы уже были получены.

Обращаясь к личностным качествам Хайрулина А.Р., следует отметить, что он сразу вписался в коллектив лаборатории, доброжелательный и отзывчивый человек, всегда готовый оказать помощь сотрудникам. В отличие от многих выпускников НГУ обладает ценным для экспериментатора качеством – умением работать руками. Самостоятельно ремонтирует калориметр и предлагает технические решения для его улучшения.

Хайрулин А.Р. проявил себя как самостоятельный исследователь, умеющий провести глубокий анализ полученных результатов. Он активно работает с научной литературой, пишет статьи, выступает на научных конференциях различного уровня. Упорен в достижении оставленных задач, что можно было ожидать, поскольку Хайрулин А.Р. является спортсменом высокого уровня: мастер спорта международного класса, чемпион мира среди юниоров и победитель кубка мира среди взрослых по плаванию в ластах.

Считаю, что диссертационная работа Хайрулина Андрея Рашидовича соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор, без сомнения, по качеству и объему проведенных исследований, а также квалификации достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Научный руководитель:
руководитель научного
направления ИТ СО РАН
д.ф.-м.н., профессор

Станкус
01.06.2026

С.В. Станкус

Подпись Станкуса Сергея Всеволодовича
удостоверяю
ученый секретарь ИТ СО РАН,
к.ф.-м.н.



А.А. Ягодница

ФГБУН Институт теплофизики
им. С.С. Кутателадзе СО РАН
пр. ак. Лаврентьева, 1, Новосибирск, 630090
тел. +7 (383) 336-07-06
e-mail: stankus@itp.nsc.ru
<http://www.itp.nsc.ru>