

Отзыв

официального оппонента о диссертации Н.В.Оляниной
«Особенности температурной и концентрационной зависимостей
вязкости расплавов бинарных систем кобальта с кремнием и бором»,
представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Цель рецензируемой работы состоит в экспериментальном исследовании температурных и концентрационных зависимостей вязкости расплавов Co-Si и Co-B и анализе возможностей описания концентрационных зависимостей имеющимися уравнениями. Сразу отмечу *актуальность* этой работы. Она определяется чрезвычайно высоким разбросом имевшихся в литературе данных по этому свойству, причем он касается не только численных значений вязкости и энергии активации вязкого течения, но и наличия или отсутствия разного рода аномалий на температурных и концентрационных зависимостях. Даже оставив в стороне естественное различие чистоты сплавов, изучаемых экспериментаторами, и чувствительность вязкости к химическому составу образцов, оставалось множество вопросов о причинах указанных аномалий и процессах, сопровождающих изменение температуры и состава этих сплавов. Поскольку системы кобальт-металлоид являются основой многих аморфизирующихся, в том числе появившихся в последние 15 лет объемно аморфных сплавов, актуальность работы Н.В.Оляниной становится еще более очевидной.

Диссертант выполнила свою работу в коллективе, занимающем одну из ведущих позиций в вискозиметрии металлических расплавов как в России, так и за рубежом. Уже одно это снимает основные сомнения по поводу *достоверности* представленных в ее работе результатов. Однако Н.В.Олянина внесла и свой, весьма существенный вклад в методику высокотемпературного эксперимента. Он связан с изучением влияния поверхностных оксидных пленок, всегда в той или иной степени присутствующих на поверхности изучаемого расплава, на декремент затухания колебаний подвесной системы крутильно-колебательного вискозиметра (в настоящее время наиболее надежного инструмента для измерения вязкости). Выяснилось, что начиная с некоторой толщины оксидной пленки, она играет роль второй торцевой поверхности тигля и это надо принимать во внимание при обработке результатов эксперимента. Поскольку переходные процессы, связанные с формированием и исчезновением такой пленки, трудно

идентифицировать, было предложено изменить конструкцию тиглей вискозиметра, введя в нее специальную оксидную крышку, которая смачивается исследуемым расплавом и является реальной второй торцевой поверхностью образца в ходе всего опыта.

Результат этого, на первый взгляд, простого действия оказался просто выдающимся: исчез целый ряд аномалий температурных зависимостей вязкости, которые в течение уже не одного десятка лет вызывали пристальный интерес экспериментаторов и к объяснению которых привлекались различные, на первый взгляд, даже физически обоснованные модели и теории. Мне представляется, что одного этого результата было бы достаточно для того, чтобы присудить Н.В.Оляниной искомую степень.

Однако и результаты собственно экспериментальной работы диссертанта тоже весьма существенны. Помимо неоднократных измерений вязкости жидкого кобальта, ей проведены измерения температурных зависимостей этого свойства еще 23 сплавов Co-Si и 19 сплавов Co-B. В дополнение к вискозиметрическим опытам, она измерила краевые углы смачивания исследованными расплавами огнеупоров Al_2O_3 и BeO с использованием установки для измерения плотности и поверхностного натяжения методом лежащей капли и исследовала поверхности закристаллизованных образцов на растровом электронном микроскопе (РЭМ) Philips SEM-515 с применением энергетического дисперсионного спектрометра Genesis 2000 XMS. Принимая во внимание трудоемкость всех перечисленных экспериментов, могу повторить, что объем и качество представленных к защите результатов, безусловно, достаточен для того, чтобы считать их совокупность вполне соответствующей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по избранной специальности.

В числе наиболее существенных результатов работы, помимо упомянутых выше методических достижений, считаю нужным указать на следующие:

- Большой объем температурных и концентрационных зависимостей вязкости расплавов Co-Si и Co-B, которые были уточнены путем кропотливого устранения ложных точек, связанных с оксидными пленками на поверхности. На сегодняшний день они являются лучшими вискозиметрическими данными по этим системам, которые могут быть рекомендованы в качестве справочных.
- Анализируя причины большого разброса между экспериментальными результатами измерений вязкости жидкого кобальта, полученными разными авторами, диссертант обратила внимание на то, что с увеличением числа итераций при расчете вязкости по дифференциальным уравнениям метода крутильных колебаний значение вязкости увеличивается. Это привело ее к вполне правдоподобному выводу о том, что именно в количестве использованных итераций «кроется причина расхождения между значениями вязкости, полученных в ... ранних ... публикациях» и современными результатами. (с.91).

Кроме того, обнаруженная в диссертации описка в показателе степени в работе Роско ($-3/2$ вместо $-1/2$) также сближает его результаты с более современными.

- Отдельный интерес вызывают результаты проведенных диссертантом расчетов концентрационных зависимостей вязкости расплавов Co-Si и Co-B по существующим термодинамическим моделям (уравнениям) и их сопоставление с полученными ей и другими авторами экспериментальными данными.

Оказалось, что только уравнение Козлова-Романова-Петрова позволяет с удовлетворительной точностью описать экспериментальные изотермы вязкости расплавов Co-Si во всем исследованном в работе интервале концентраций. Для расплавов Co-B вообще не удалось подобрать одного подобного уравнения. Однако комбинация уравнения Карпай в области концентраций до 20 ат.% бора и уравнения Козлова-Романова-Петрова при его содержании от 40 до 54% дает вполне удовлетворительные результаты. В дальнейшем это обстоятельство может послужить толчком к теоретическому анализу его причин.

В качестве критических замечаний по работе Н.В.Оляниной могу отметить следующие:

- На стр.75-76 она утверждает, что «не было выявлено разницы в погрешностях измерения плотности кобальта разными методами». Как автор абсолютного варианта гамма-денситометрии расплавов, могу обоснованно утверждать, что данные, полученные гамма-методом, имели погрешность, не более 0.2%, что почти на порядок превышает точность прочих методов, рассматриваемых в работе. Опираясь на свой тезис о равнозначности методов, Н.В.Олянина усредняет все имеющиеся данные по плотности и ее температурному коэффициенту и использует результаты этого усреднения в своих расчетах вязкости. Это приводит, во-первых, к искаженным ее значениям и, кроме того, вдвое завышает их абсолютную погрешность.

- В Выводах как по отдельным главам, так и по работе в целом диссертант смешивает полученные ей экспериментальные факты с их объяснением, носящим гипотетический характер. Например. В выводах по 5-й главе она утверждает, что «Рост значений вязкости и энергии активации вязкого течения при увеличении содержания бора от 20 до 40 ат.% является следствием усиления средней энергии межатомных взаимодействий в расплаве за счет формирования сравнительно прочных связей между атомами кобальта и бора. Резкое снижение значений вязкости при увеличении содержания бора выше 40 ат.% коррелирует с началом интенсивного падения плотности расплавов и обусловлено «разрыхлением» структуры расплава». В работе, носящей ярко выраженный экспериментальный характер, такого смешения следовало бы избегать.

- Литературный обзор, содержащийся в главе 1 диссертации, занимает слишком большую часть работы и не носит критического характера, позволяющего на основании анализа состояния вопроса сформулировать цель и задачи данного исследования.

Отмеченные недостатки не существенно снижают общее положительное впечатление о диссертационной работе Н.В. соискание ученой

степени кандидата физико-математических наук. В этой научно-квалификационной работе выяснена одна из причин, приводящих к неверным выводам о поведении вязкости расплавов при ее измерении методом затухающих крутильных колебаний тигля, измерены температурные и концентрационные зависимости вязкости расплавов Co-Si и Co-B и проанализирована возможность использования имеющихся в литературе уравнений для описания концентрационных зависимостей. Решенные в работе задачи имеют несомненную научную значимость для специальности 1.3.8 –

- Физика конденсированного состояния, поскольку эта специальность подразумевает «Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств ...систем, включая ... классические и квантовые жидкости. Теоретическое и экспериментальное изучение свойств конденсированных веществ в экстремальном состоянии (... низкие и высокие температуры), а также разработку экспериментальных методов изучения физических свойств». Практическая ценность данного исследования связана с возможностью использования его результатов для оптимизации технологических процессов получения магнитомягких аморфных и объемно-аморфных сплавов на основе кобальта.

Считаю, что диссертация Н.В.Оляниной соответствует паспорту специальности 1.3.8 – «физика конденсированного состояния» и критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Аннотация отражает основное содержание диссертации.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, профессор, профессор кафедры физики, технологии и методики преподавания физики и технологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный педагогический университет»

Контактная информация:

Почтовый адрес: 620017, г.Екатеринбург, пр.Космонавтов, 26, УрГПУ.

Факс: (353) 336-12-42.

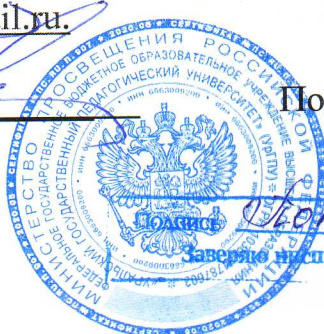
Сайт: www.uspu.ru.

Телефон: (343) 218-06-41.

E-mail: pspopel@mail.ru.

Попель Петр Станиславович

14 ноября 2022 г.



Шоренце Л.С.
ОК УргТУ

село Черноротово