

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу
Разумовского Михаила Игоревича «Диффузия в системах тугоплавких металлов с ОЦК решёткой: Ti / Ti-Zr-Hf-Ta-Nb-Mo и Ti / Ta», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»

Тема диссертационной работы Разумовского Михаила Игоревича связана, помимо проблем физики диффузии, с мало изученным вопросом об особенностях взаимной диффузии компонентов в многокомпонентном твердом растворе тугоплавких металлов с ОЦК решеткой. Вопрос этот имеет и большое практическое значение, поскольку связан с разработкой нового поколения жаропрочных сплавов. В этой связи был выбран сплав, разработана методика исследования диффузии, рассчитаны коэффициенты диффузии и энергии активации. Многие из этих величин были получены впервые и представляют самостоятельный интерес. Работа в целом была объёмной, кропотливой и потребовала много терпения.

Анализ полученных результатов привёл к формулировке положений, обладающих несомненной новизной, которые и были вынесены на защиту. Назову наиболее, на мой взгляд, любопытные.

Зависимость коэффициентов диффузии компонентов сплава (тантала, ниобия, молибдена, гафния, циркония и титана) от их концентрации. Если концентрационный профиль, т. е. зависимость концентрации компонентов от глубины проникновения, очевидно асимметричен, и концентрация любого из компонентов слабо меняется до плоскости Матано, то в дальнейшем, т. е. в области сплава, наблюдается резкий рост. Напротив, коэффициенты диффузии слабо уменьшаются до плоскости Матано (в области титана), а в области сплава почти не меняются.

С этим, по-видимому, связан эффект выравнивания подвижности компонентов при взаимной диффузии. Если при самодиффузии при одинаковых сходственных температурах ($T_{пл}/T$) подвижность компонентов отличается на 3 порядка, то при взаимной диффузии – менее, чем на порядок. Компоненты движутся при взаимной диффузии в одной команде, стараясь не обгонять друг друга. Такой, по Высоцкому, общепримирующий эффект.

Расчеты показывают, что средняя подвижность компонентов в сплаве не уменьшается по сравнению с самодиффузией, что противоречит эффекту замедления диффузии в высокоэнтропийных сплавах (Sluggish эффект). Об

этом же говорит сравнение подвижностей тантала (в чистом виде) и тантала в составе сплава в титане.

Что касается Миши Разумовского, то это – настойчивый, трудолюбивый и целеустремленный молодой человек. Он сделал хорошую работу, которая отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а он заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Научный руководитель, Д. ф.-м. н.,
профессор кафедры Физической химии



Б. С. Бокштейн

Подпись Б. С. Бокштейна заверяю:
Проректор НИТУ «МИСиС»
по науке и инновациям, Д.т.н., профессор



М. Р. Филонов