

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бусуриной Марии Леонидовны на тему «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез, структура и свойства сплавов Гейслера на основе системы Ti-Al-Me (Me = Co, Fe и Cu)» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Работа М.Л.Бусуриной посвящена актуальной теме: исследованию процессов фазообразования при получении высокоэффективным и экономичным методом СВС и механоактивированного СВС (МА-СВС) интерметаллических сплавов Гейслера системы Al-Ti-M (M=Co,Cu,Fe) и изучению их физических свойств. Сплавы Гейслера, представляющие собой тройные интерметаллические соединения, такие как  $\text{Co}_2\text{TiAl}$ ,  $\text{Cu}_2\text{TiAl}$ ,  $\text{Fe}_2\text{TiAl}$ , обладают уникальными физическими свойствами для применения в микроэлектронике, и ранее метод СВС для их получения никем не применялся.

В работе получен ряд экспериментальных результатов, обладающих существенной научной новизной. В частности, впервые определены основные закономерности фазо- и структурообразования при СВС и МА-СВС в режиме теплового взрыва фаз Гейслера  $\text{Co}_2\text{TiAl}$ ,  $\text{Cu}_2\text{TiAl}$  и  $\text{Fe}_2\text{TiAl}$ , исследованы их электрические и магнитные свойства.

Практическая ценность состоит в разработке оптимальных режимов СВС и МА-СВС фаз Гейслера с низкой пористостью (менее 3%), на которые подана заявка на патент РФ.

Следует отметить наличие у соискателя статей в рецензируемых журналах по тематике диссертации (Физика горения и взрыва, Известия ВУЗов. Цветная металлургия, Химическая физика, Перспективные материалы).

По автореферату имеются следующие замечания:

- 1) На рис.11 и в тексте на стр.15 не указано, каким интервалам температуры соответствуют стадии III-V.
- 2) Текст на стр.14 противоречив. Над рис.10 упоминаются твердый раствор Ti( $\text{Fe}_3\text{Al}$ ) (т.е. раствор Ti в фазе  $\text{Fe}_3\text{Al}$ , которая существует только ниже  $\approx 600$  °C согласно диаграмме Fe-Al) и фаза Гейслера  $\text{Fe}_2\text{TiAl}$  как отдельные фазы. Однако под рис.10 ссылкой на работу [M.Palm, J.Lacaze, Intermetallics, 2006, v.14, p.1291-1303] указано, что “фаза  $\text{Fe}_2\text{TiAl}$  образуется на основе интерметаллида  $\text{Fe}_3\text{Al}$ , в котором атомы железа частично замещены атомами титана” (до 25 ат.%). На самом же деле в цитируемой статье отмечено (см. p.1295, левая колонка), что хотя такой состав и соответствует максимальной растворимости Ti в  $\text{FeAl}_3$ , но существование индивидуальной фазы  $\text{Fe}_2\text{TiAl}$  ( $\tau_1$ ) отрицается, и в Table 2 и на реакционной схеме (Fig.4) она отсутствует. На изотермическом сечении тройной диаграммы при 800 и 900 °C (Figs.5,6) имеется область  $L2_1$  с максимальным содержанием Ti  $\approx 22$  ат.% при 50% Fe и 28% Al, которой можно приписать состав  $\text{Fe}_2\text{TiAl}$ , но она представляет собой область упорядочения в легированной титаном B2-фазе FeAl (до 50% Fe), а вовсе не в фазе  $\text{Fe}_3\text{Al}$ , которая при этих температурах не существует.

Высказанные замечания не снижают научной значимости работы и практической ценности ее результатов.

В целом, работа выполнена на достаточно высоком научном уровне, обладает научной новизной и практической ценностью и однозначно свидетельствует о наличии у ее автора квалификации, соответствующей степени кандидата технических наук по

специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества. Соискатель М.Л.Бусурина заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Главный научный сотрудник  
лаборатории высоких давлений и специальных сплавов  
Физико-технического института НАН Беларуси,  
д.ф.-м.н., доцент



Хина Борис Борисович  
12 ноября 2021 г.

Адрес: 20141, Беларусь, г.Минск, ул.Купревича, 10.  
e-mail: khina\_brs@mail.ru, тел. +375 29 3029387

Подпись Хины Б.Б. удостоверяю:  
ученый секретарь ФТИ НАН Беларуси



Басалай А.В.