

## **ОТЗЫВ**

официального рецензента Кислицина С.Б. на диссертационную работу **Ибраевой Гульзиры Муратбековны** на тему «Многослойная структура интерметаллидных соединений алюминидов кобальта, никеля и титана», представленную на соискание степени доктора PhD по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами**

Актуальность диссертационной работы Ибраевой Гульзиры Муратбековны обосновывается необходимостью экспериментального исследования интерметаллидных соединений. В первую очередь это связано с расширением применения интерметаллидов в аддитивных технологиях. Результаты, полученные методом диффузионных пар, представляют практический интерес, для применения в аддитивных технологиях интерметаллидных соединений бинарных систем. Это обусловлено экономической эффективностью разработок, поскольку применение недешевых интерметаллидов в аддитивных технологиях становится оправданным лишь при определённых условиях. До настоящего времени в аддитивных технологиях использовались лишь однофазные материалы. Однако, как программное обеспечение, так и аппаратная часть этих технологий позволяют ставить задачи по 3d-печати двухфазных (и более) деталей. Поэтому, следует упомянуть о выдвинутой автором гипотезе конструирования изделий методами аддитивных технологий, т.е. изделий, состоящих из высокопрочного каркаса из интерметаллида с дешевым наполнителем, представляющим собой родственные в фазовом отношении материалы при условии обеспечения стабильности контакта. В связи с этим роль исследований построенных на методе диффузионных пар применительно к интерметаллидным соединениям алюминидов может расширяться и приобретает особое значение.

Диссертационная работа соответствует направлениям развития науки и выполнялась в соответствии с государственной программой «Грантовое финансирование научных исследований на 2015-2017 годы по теме «Создание основ технологии производства высокопрочных и жаростойких интерметаллидных суперсплавов на базе алюминидов методом порошковой металлургии». В Приложении А автор указан как исполнитель соответствующей темы.

### **2. Соответствие принципу новизны**

Диссертационная работа Ибраевой Г.М. в полной мере соответствует принципу новизны, как по теме и в методическом смысле, так и по полученным результатам. Сама постановка задачи сравнивать микроструктуру интерметаллидов в их совокупности представляет собой

достаточно свежий подход, и сведения о взаимном влиянии различных фазовых интерметаллидных соединений чрезвычайно редки. Разработанная методика с получением концентрационных профилей компонентов с помощью линейного волнодисперсионного микроанализа решает целый ряд металлографических задач в поперечном сечении, что также является новым подходом.

Новые стехиометрические соотношения интерметаллидов вида  $\text{Co}_{79}\text{Al}_{21}$ ,  $\text{Co}_{56}\text{Al}_{44}$ ,  $\text{Co}_{80}\text{Al}_{20}$ ,  $\text{Co}_{73}\text{Al}_{27}$ ,  $\text{Ni}_{49}\text{Al}_{51}$ ,  $\text{Ni}_{64}\text{Al}_{36}$ ,  $\text{Ni}_{70}\text{Al}_{30}$  и  $\text{Ni}_{68}\text{Al}_{32}$ , обнаруженные в образцах, подвергнутых различным высокотемпературным выдержкам, требуют дальнейших исследований и проверок другими методами.

Использование автором сравнительного исследования подобных микроструктур, после различных видов воздействия и формирующихся различными способами, также составляет определённую новизну, и может свидетельствовать о широком кругозоре автора.

Аналогично следует сделать вывод о новизне обнаруженных автором температурных сдвигов интерметаллидных соединений алюминидов в выбранных системах Al-Co, Al-Ni и Al-Ti на 163-446°C по сравнению с диаграммами состояния.

Наконец, к новизне результатов можно отнести и сведения об элементах управления структурно-фазовым состоянием диффузионной зоны и зоны реакций. К этим элементам относятся не только температурно-временные параметры термообработки системы, но и так называемый структурный фактор (соседство фаз в многослойных структурах, межфазные границы и их морфология, пористость и трещинообразование).

### **3. Соответствие принципу самостоятельности**

Диссертационная работа Ибраевой Г.М. представляет собой новое, самостоятельное и имеющее научную и практическую значимость исследование. В соответствии с «Правилами присуждения ученых степеней» основные научные результаты диссертации на соискание степени доктора философии опубликованы в печати, доложены на международных и республиканских конференциях.

### **4. Соответствие принципу достоверности**

Все описанные в диссертационной работе литературные сведения, исследовательские методы, а также собственные результаты соответствуют принципу достоверности. Выводы, сделанные в ходе выполнения диссертационной работы, подтверждаются собственными экспериментальными наблюдениями.

## **5. Соответствие принципу внутреннего единства**

Все разделы, полученные результаты и выводы в диссертации, логично связываются между собой, излагаются в соответствии с поставленной целью и задачами исследования, создавая внутреннее единство всей диссертационной работы.

## **6. Соответствие принципу практической ценности**

Диссертационная работа Ибраевой Г.М. соответствует принципу практической ценности. В первую очередь, это касается большого объема микроструктурных данных и данных микроанализа, накопленных и проанализированных автором для выбранных систем. Работа также дает «подсказку» разработчикам аддитивных технологий о возможности изготовления деталей из интерметаллидов, имеющих многофазную структуру.

С другой стороны, диссертация обладает методической ценностью, поскольку разработанная автором методика микроанализа концентрационных профилей компонентов с помощью линейного волнодисперсионной спектроскопии уже используется в лаборатории физических методов анализа АО «Института металлургии и обогащения», как подтверждено соответствующим Актом (Приложения Е и Ж).

## **7. Соответствие принципу академической честности**

В диссертационной работе использованы достоверные, современные и надежные источники информации. Недобросовестное заимствование не замечено. Автором выполнены экспериментальные исследования, которые легко могут быть верифицированы.

## **8. Замечания и предложения по диссертации**

К работе можно сделать следующие замечания и/или пожелания:

- В диссертации приведен достаточно подробный литературный обзор теоретических исследований, посвященных бинарным системам и интерметаллидам, где приводятся данные о кристаллической структуре и физическим свойствам систем. Однако, результаты, полученные в диссертационной работе для выбранных систем, зачастую не имеют сопоставления с результатами других авторов.

- На мой взгляд, возможности метода рентгеновской дифрактометрии использованы далеко не полностью. Метод позволяет кроме идентификации фаз получать и другую информацию, например, о степени совершенства кристаллической решетки, что может быть полезно при обсуждении результатов измерений механических свойств, например микротвердости.

- По-видимому, автору следовало бы обосновать применение измерения микротвердости для тонких слоев. Возможно, более корректными были бы измерения нанотвердости.

Указанные выше замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы в целом.

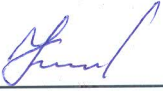
### **9. Соответствие содержания диссертации в рамках требованиям Правил присуждения ученых степеней**

Представленная для рецензирования диссертационная работа обладает внутренним единством, системным подходом, подчиненности исследований поставленным целям и задачам, логикой изложения, достоверностью данных и достаточной доказанностью выводов и заключений. Работа написана грамотным техническим языком, без стилистических и орфографических ошибок.

Основные результаты исследований были представлены и обсуждались на международных научно-практических конференциях. По количеству и видам публикаций диссертация соответствует требованиям Комитета по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности.

Исходя из вышеизложенного, полагаю, что диссертационная работа «Многослойная структура интерметаллидных соединений алюминидов кобальта, никеля и титана» по научной новизне, важности для теории и практики, объёму экспериментальных исследований полностью соответствует предъявляемым требованиям «Правил присуждения ученых степеней» от 31 марта 2011 года № 127 к содержанию и оформлению диссертации PhD, а ее автор – **Ибраева Гульзира Муратбековна** заслуживает присуждения ученой степени доктора PhD по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

Официальный рецензент кандидат  
физико-математических наук,  
Заведующей лабораторией прикладного  
и теоретического материаловедения Института  
ядерной физики

  
**С.Б. Кислицин**  
«30» апреля 2019 г.

Подпись **Кислицина С.Б.** заверена

Ученый секретарь



  
**У.П. Козтаева**