

2 Башенко В.В., Вихман В.Б. Козлов А.Н., Гайдукова И.С. Состояние и перспективы развития электронно-лучевой сварки // Технологии и оборудование электронно-лучевой сварки – 2008. Материалы Санкт – Петербургской международной научно – технической конференции. ООО «Агентство «ВиТ-Принт»». 2008.- 210 с.

УДК 621.763

Получение порошка на основе алюминидов титана для нанесения защитных газотермических покрытий

Студент гр. 104615 Реутёнок Ю.А.
 Научный руководитель – Лецко А.И.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Целью настоящей работы является создание порошков для газотермического напыления покрытий, предназначенных для эксплуатации в воздушной атмосфере при повышенных температурах, которые бы имели высокие механические характеристики, жаростойкость, фазовую стабильность.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке сплавов на основе γ -TiAl, которые имеют низкий удельный вес, высокие характеристики жаростойкости и жаропрочности, что особенно важно для материалов аэрокосмического назначения.

Необходимая жаростойкость двойных сплавов Ti-Al достигается при содержании алюминия в них более 54 ат.-% при температурах до 920-950 К. Введение легирующих элементов, таких как хром, позволяет повысить стойкость сплава к окислению на воздухе (до 1273 К).

Недостатком традиционных технологий получения сплавов на основе гамма-алюминидов титана из расплавов является высокая стоимость процессов, т.к. необходимо проводить процесс в защитной или инертной атмосфере. Кроме того, гамма-сплавы очень чувствительны даже к незначительным изменениям химического состава, особенно по отношению к алюминию.

Известно, что реакции взаимодействия титана и алюминия экзотермичны. Поэтому их получение возможно методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), но из-за невысокого экзотермического эффекта реакций в системе Ti-Al при классическом варианте проведения процесса СВС даже при стехиометрическом соотношении компонентов продукт синтеза содержит смесь алюминидов титана, а при использовании крупных порошков – еще и не прореагировавшие исходные компоненты, что ведет к значительному снижению механических свойств и жаростойкости продуктов СВС. Поэтому в условиях разбавления реакционной смеси хромом для обеспечения полноты превращения реагентов необходимо использовать активирование процесса синтеза. Интенсивно исследуемый в последнее десятилетие метод механоактивируемого самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (МАСВС) позволяет получать в системе Ti-Al гомогенные однофазные алюминиды. МАСВС представляет собой двухстадийный процесс. На первом этапе реакционную шихту обрабатывают в энергонапряженных мельницах до некоторого критического времени, чтобы сформировать механически активированную смесь, которая состоит из частиц, содержащих очень тонко, вплоть до наномасштаба, распределенные между собой элементарные компоненты. Такая механически активированная смесь подвергается последующему СВС.

Результаты проведенных исследований показали, что полученный методом МАСВС порошок характеризуется однородной структурой и повышенной по сравнению с известными материалами на основе гамма-алюминидов титана микротвердостью: средняя величина которой при нагрузке 25 г составила 3,13 ГПа (по сравнению с 1,55-2,80 ГПа для известных гамма-сплавов). При этом трещин, в том числе образующихся при индентировании, в синтезированных порошках обнаружено не было.

Наиболее важными технологическими характеристиками порошков для ГТН являются гранулометрический состав, текучесть и насыпная плотность. Результаты испытаний указанных свойств для размолотых и разделенных по фракциям неклассифицированных порошков представлены в таблице.

Таблица - Основные свойства синтезированных порошков

Номер образца	Размер частиц порошка, мкм	Содержание фракции в размолотом порошке, %	Насыпная плотность, г/см ³	Текучесть, с
1	71 – 100	3,2	1,23	55,6
2	41 – 71	10,8	1,19	59,2
3	0 – 40	85,4	1,14	64,8

Как видно из таблицы, порошки системы Ti-Al-Cr, получаемые после механического измельчения, характеризуются высоким выходом (~ 90 %) фракций 0 – 40 мкм, пригодной для детонационного напыления, с приемлемой текучестью и насыпной плотностью.

Синтезированные порошки показали отличную способность к детонационному напылению. Для всех типов основы (нержавеющая и углеродистая сталь, титановый сплав) покрытия отлично копируют рельеф основы и плотно прилегают к ней, что является необходимым условием высокой адгезии. Трещин и отслоений в покрытиях не обнаружено. Исследование структуры покрытия при помощи оптической микроскопии свидетельствует о небольшой общей пористости покрытий – менее 1 %. Распределение пор по площади покрытия равномерное, поры имеют размер 0,5–2 мкм. Полученные покрытия характеризуются высокой твердостью. Средняя величина микротвердости составляет 9–11 ГПа. Это значительно выше твердости известных покрытий на основе гамма-сплавов, которая, как правило, не превышает 5 ГПа.

Для образцов с покрытиями на основе из сплава VT-16 были проведены исследования жаростойкости и прочности сцепления с основой. Полученные данные свидетельствуют о том, что детонационные покрытия из синтезированного порошка могут работать при температурах до 1173 К. Прочность сцепления покрытий с основой достаточно высока и составляет 83-96 МПа.

Заключение

Исследованы структура и свойства СВС порошков системы Ti-Al-Cr. Порошки характеризуется более высокой по сравнению с известными материалами на основе гамма-сплавов микротвердостью. Технологические свойства синтезированных порошков отвечают требованиям, предъявляемым к материалам для напыления.

Полученные детонационные покрытия из порошка на основе алюминид титана имеют пористость менее 1 %, высокую микротвердость (9-11 ГПа), прочность сцепления с основой (83-96 МПа) и повышенную жаростойкость (до 1173 К).

УДК 517.958:536.25

Элементы компьютерной методики конструктивно-технологического проектирования сварных конструкций

Студент гр.104816 Галаев К.О.
Научный руководитель – Медведев С.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является рассмотрение компьютерного моделирования сварного узла, и качественная оценка образования деформаций и напряжений при сварке, с дальнейшей проверкой расчётов в универсальных лицензионных системах конечно-элементного анализа, развернутых на вычислительных ресурсах Республиканского суперкомпьютерного центра коллективного пользования в Объединенном институте проблем информатики НАН Беларуси, и подтверждение полученных результатов реальными опытами, проведёнными при одинаковых условиях нагружения.

При изготовлении сварных конструкций дугowymi способами возникают деформации, нарушающие проектные размеры и форму изделия.

Общие остаточные деформации отдельно сваренных узлов или монтажных единиц затрудняют общую сборку конструкции. В результате сварки элементы могут получить такие деформации, что их сборка без пригонки окажется невозможной и потребуются подгонка сопрягаемых кромок, правка, натяг и др. операции, усложняющие технологию, увеличивающие трудоёмкость изготовления сварных конструкций и снижающие в ряде случаев их работоспособность.

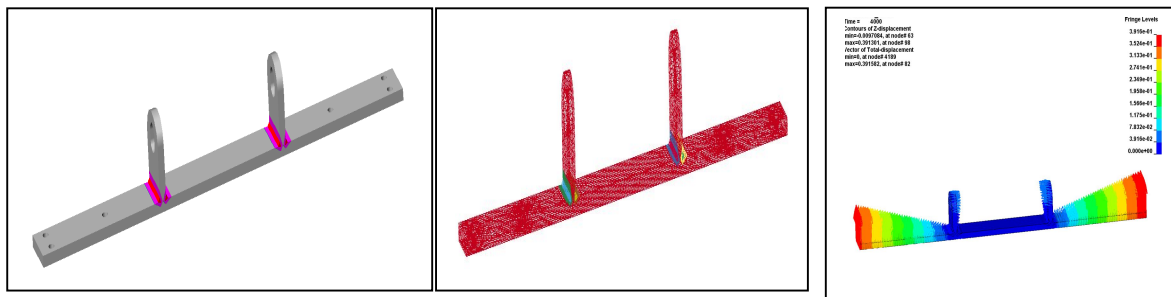


Рисунок 1. Трёхмерные твердотельные и конечно-элементные модели сварной конструкции