

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕКСАБОРИДА ЛАНТАНА С НИОБИЕМ ПРИ ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКЕ В ВАКУУМЕ

© С. И. Мамчур

Дніпропетровський державний університет

Досліджуються процеси, що відбуваються при дифузному зварюванні у вакуумі гексабориду лантану з ніобієм через проміжні прокладки для створення термокатодів. На основі отриманих даних вибрано оптимальний склад проміжного шару.

В связи с развитием электронных устройств новой техники различного назначения основным направлением разработки термокатодов является обеспечение хороших эмиссионных характеристик в жестких условиях эксплуатации. К таким условиям относятся: высокие и низкие температуры, низкий и сверхвысокий вакуум, агрессивные и инертные среды, интенсивные ионные и электронные бомбардировки, различные облучения.

Проведены исследования по изысканию материалов термокатодов электроракетных двигателей с оптимальными свойствами, которые бы обеспечили заданную плотность тока эмиссии с однородным распределением ее на поверхности.

От термокатодных материалов требуются: устойчивость эмиссии при изменении внешних условий, долговечность.

К наиболее перспективным материалам для изготовления термокатодов относится гексаборид лантана. Он обладает целым комплексом уникальных свойств: высокой температурой плавления, химической инертностью, низкой работой выхода, высокой плотностью эмиссионного тока. В качестве подложки изготавливаемых термокатодов из гексаборида лантана был выбран тугоплавкий ниобий.

Наиболее подходящим способом соединения материалов, при котором гексаборидный элемент с металлическим токоподводом находится в состоянии физического контакта и представляет единое тело, является диффузионная сварка в вакууме. Используя технологические особенности этого метода — совместный нагрев соединяемых по рабочей поверхности элементов в вакууме, приложение необходимого давления и выдержки можно получить качественное соединение путем подбора оптимальных сварочных параметров.

Проведенные исследования показали, что при диффузии бора из гексаборида лантана в ниобий

происходит образование термостойких боридов. Однако диборид ниобия является хрупким и имеет отличные от ниобия электрические свойства, и именно по этому слою происходит расслоение. Поскольку бориды являются термостойкими, можно выбрать промежуточную прокладку из металла, склонного к образованию боридов. Промежуточная прокладка должна обеспечить достаточную пластичность в плоскости физического контакта, с одной стороны, и способность к образованию боридов для повышения термостойкости, с другой. Перечисленным требованиям отвечают материалы из титана и циркония, обладающие достаточной пластичностью и высокой температурой плавления.

Сварка термокатодов проводилась следующим образом: образцы из гексаборида лантана и ниобия диаметром 10 мм и высотой 10 мм зачищались по поверхности сварки, между ними устанавливалась прокладка из титановой фольги толщиной 0.1 мм, и сборка помещалась в камеру установки А-306-08 для диффузионной сварки. Режим сварки: температура — 1673 К, давление — 1.5 МПа, время выдержки — 2400 с.

Для исследования диффузионной зоны применялись измерения микротвердости, рентгенофазовый и микрорентгеноспектральный анализ. Комплексное исследование диффузионной зоны позволило установить, что сварка происходит за счет диффузии бора, лантана и ниобия в промежуточную прокладку с образованием: 1) тетраборида лантана LaB_4 шириной 65 мкм; 2) смеси боридов TiB , TiB_2 с α -La шириной 27 мкм; 3) слоя из боридов титана, α -La и β -Ni шириной 35 мкм; 4) слоя α -La, борида TiB_2 - β -Ni шириной 26 мкм. Общая ширина диффузионного слоя 153 мкм.

Наличие лантана в диффузионной зоне отрицательно сказывается на качестве сварного соединения и надежности катодного устройства. Задача

ограничения проникновения лантана в диффузионную зону может быть решена подбором необходимого сочетания промежуточного слоя. Образцы изготавливались следующим образом: на поверхность ниобиевой части помещалась циркониевая фольга толщиной 0.1 мм, на нее наносилась паста, состоящая из смеси дисперсных порошков в соотношении 3:1. Режим сварки: температура — 1673 К, давление — 1.5 МПа, время — 5100 с.

Проведенные исследования позволили установить, что в процессе сварки лантан в промежуточную прокладку не диффундирует. При испытаниях на стенде в составе двигателя катоды выдержали

100 включений двигателя и 1000 ч работы двигателя в стационарном режиме.

RESEARCH OF LaB_6 AND Nb's MANUALLY DURING DIFFUSION WELDING IN VACUUM

S. I. Mamchur

Processes of diffusion welding of LaB_6 and Nb in vacuum through intermediate layings for creation of thermocathode are looked in this article. As a result of the optimal composition of intermediate layer is choosed.

УДК 678.621.365

ВИБІР ІЧ-НАГРІВАЧІВ ДЛЯ ОТВЕРДЖЕННЯ КОМПОЗИТІВ

© Т. А. Манько, В. В. Курінний

Дніпропетровський державний університет

Робиться спроба реалізувати селективний підбір смуги поглинання при використанні галогенних ламп розжарювання для отвердження композитів на основі фенолформальдегідних складових. Підібрані та обґрунтовані смуги поглинання, які відповідають переважно за нагрів досліджуваного матеріалу. Ефективність вкладу цих смуг оцінювалась на основі розрахунку енергії активації для кожної з них. Запропонована система фільтрації, яка дозволяє використовувати енергію активації безпосередньо від джерела ІЧ-випромінювання, виключаючи фактор конвекційного теплообміну.

Останнім часом композиційні матеріали знаходять все ширше застосування. Це пов'язано з тим, що вони дешевші за метали, їхня міцність може перевищувати міцність сталі у декілька разів. До того ж вони мають меншу питому вагу та характеризуються вищою технологічністю отримання виробів складної форми. Традиційний спосіб отримання композитів на основі фенолформальдегідних складових є їх отвердження у печах конвекційного нагрівання, що триває понад 14—16 годин. Такий спосіб не є технологічним, а тому зараз ведеться пошук інтенсифікації цього процесу.

Найважливішим з технологічної точки зору та економічно доцільним є використання ІЧ-нагрівачів, що скорочує процес отвердження у 8—10 разів. Для підбору найефективнішого джерела нагрівання були експериментально визначені оптичні властивості матеріалів і розглянуті джерела ІЧ-випромінювання, які мають відповідні або близькі спектральні характеристики. Встановлено, що всі досліджувані матеріали добре поглинають ІЧ-випромінювання в області довжин хвиль λ 2.7...4.0 мкм.

Тому для передачі максимальної питомої енергії до зовнішнього шару композиту оптимальною для нагрівання слід вважати саме цю смугу хвиль. Як нагрівачі, спектральні характеристики яких перебивають названий діапазон довжин хвиль, доцільно використовувати галогенні лампи розжарювання (ГЛР). Для усунення крайового ефекту та зменшення теплових втрат у навколишнє середовище технологічно використовувати мідні відбивачі.

Шляхом дослідження експериментальних ІЧ-спектрів поглинання фенолформальдегідних складових (типу ЛБС-4) було встановлено, що дана смуга інтенсивного поглинання, в якій поглинається до 80 % променевої енергії, обумовлена переважно коливаннями метиленових груп (3.38 мкм) і кільця з чотирма та п'ятьма сусідніми незаміщеними атомами водню (2.85 та 2.91 мкм). Припускаючи, що конвекційні процеси у речовині композиту протікають досить повільно, а тому вся поглинена енергія випромінювання йде на збудження хімічних зв'язків у молекулі, за допомогою рівняння Ареніуса були розраховані енергії активації