

## ВЫБОР МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКИ С ГЕКСАБОРИДОМ ЛАНТАНА

© С. И. Мамчур, О. В. Михайлова, Л. В. Пуйто

Дніпропетровський фізико-технічний інститут

Розглядаються питання твердофазної взаємодії між гексаборидом лантану, який є емітером і металом підкладки.

Решение вопросов твердофазного взаимодействия в катодных узлах между эмиттером и поддерживающей арматурой может значительно увеличить срок службы, а следовательно, качество и надежность устройств и приборов.

Среди металлов, склонных к образованию боридов и применяемых в качестве подложки в изготовляемых термокатадах, основными являются тантал, молибден, вольфрам, однако способность к образованию боридов у них различна.

Сравнение значений энергии активации процессов взаимодействия металлов с бором свидетельствует, что наиболее активно он диффундирует в титане, затем — в цирконии и ниобии. Значит, именно эти металлы могут быть выбраны в качестве материала обоймы. Большая склонность титана и циркония к образованию боридов делает их применение предпочтительным с точки зрения создания барьерных слоев и повышения термостойкости, но использование их в качестве подложки ограничивается довольно низкой температурой плавления. В то же время ниобий, имея более высокую температуру плавления, может рассматриваться как наиболее подходящий для соединения с гексаборидом лантана в качестве токоподвода.

Учитывая особенности технологии изготовления катодных узлов для соединения гексаборида лантана с металлом методом диффузионной сварки в вакууме, необходимо руководствоваться характеристиками, определяющими возможность диффузионного взаимодействия. При этом качественную оценку диффузионного взаимодействия можно получить, анализируя диаграмму состояния лантан — бор. Очевидно, что возможность активного участия обоих компонентов в диффузионном процессе образования соединения может характеризоваться на-

личием области гомогенности у гексаборида лантана от 85 до 90 % ат. бора.

Можно отметить, что при температурах выше 1473 К в ниобии и его сплавах наступает значительное увеличение пластичности, что в условиях сварки конкретного эмиттера может привести к потере формы металлического элемента, а следовательно, и браку сварной конструкции.

Таким образом, температура сварки конструкции, включающей ниобиевый и гексаборидовый элементы, может быть выбрана 1473 К и выше, но при этом должны быть подобраны ограничения во времени выдержки, исключающие потерю формы ниобиевого элемента.

Потеря формы элемента из высокопрочного и непластичного гексаборида лантана при сварке не происходит.

Предполагая в качестве активного диффузанта из гексаборида лантана чистый лантан, с учетом диаграммы состояния Nb—La можно сказать, что при диффузии лантана в ниобий имеет место резкое снижение температуры плавления диффузионной зоны, и уже при незначительных концентрациях лантана в ниобии может наступить подплавление в контактной зоне при температуре 1158 К. Следовательно, полученное сварное соединение не будет термостойким.

Если активным диффузантом при образовании сварного соединения будет бор, то температура сварки может быть повышена до 1873 К. В этом случае растворение бора в ниобии возможно при температуре сварки с образованием значительной области твердого раствора. Образование твердого раствора характеризует возможную свариваемость гексаборида лантана с ниобиевым сплавом.

Таким образом, при диффузионной сварке в

вакууме гексаборид лантана с ниобиевым сплавом можно указать на следующие особенности.

1. В случае диффузии лантана из  $\text{LaB}_6$  в ниобий в диффузионной зоне со стороны ниобиевого сплава возможно образование легкоплавких фаз.

2. В случае диффузии бора из гексаборида лантана в ниобий и диффузионной зоне со стороны ниобия возможно образование области твердых рас-

творов и ряда с повышенной температурой плавления.

#### CHOICE OF METALLS FOR DIFFUSION WELDING WITH $\text{LaB}_6$

S. I. Mamchur, O. V. Mykhailova, L. V. Puito

Problems of solid phase reaction of  $\text{LaB}_6$ , which is emitter and metall substrate are represented in this article.

УДК 678.02:621.365

## РАДИАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННОГО СВЯЗУЮЩЕГО

© Т. А. Манько, Н. А. Задоя, Н. Ю. Леснинов

Дніпропетровський національний університет

Запропоновано технологію формування склопластику СТКТ на основі поліконденсаційного зв'язника ЛВС-4 з використанням прискорених електронів. Ця технологія скорочує тривалість затвердіння та збільшує міцність матеріалу.

Согласно технологии процесс формообразования изделий из полимерных композиционных материалов является длительным и трудоемким, требующим значительных затрат производственных площадей и электроэнергии. Интенсифицировать процесс получения изделий из полимерных композиционных материалов можно за счет использования физических полей, в частности ускоренных электронов.

Нами исследовалась возможность применения ускоренных электронов при радиационном отверждении стеклопластиков СТКТ В качестве армирующего материала применяли кремнеземную ткань КТ-11-ТОА, связующим служил термореактивный олигомер ЛВС-4 поликонденсационного типа. Отверждение образцов стеклопластика осуществляли на низкоэнергетическом ускорителе прямого действия ЭлТ-1.5 при следующих режимах: энергия электронов 1 МэВ; мощность дозы излучения 2.33 Мрад; поглощаемая доза варьировалась в пределах 40, 60, 80 Мрад; ток пучка 7 мА. Исследования проводили с целью отработки режимов отверждения тонкостенных образцов стеклопластика СТКТ с использованием энергии ускоренных электронов.

Для повышения адгезионной прочности между связующим и наполнителем при радиационном отверждении исследовали влияние дозы облучения  $D$

на изменение сдвиговой прочности. Поглощенная доза составляла 40, 60, 80 Мрад. Для сравнительных испытаний изготавливали контрольные образцы, отвержденные по штатному термовременному режиму. В табл. 1 приведены результаты механических испытаний образцов.

Механические испытания образцов показали, что оптимальной поглощенной дозой облучения является 80 Мрад. При этой дозе облучения степень отверждения композита составила 97—97.5%, что характеризует завершенность химического процесса.

С целью дальнейшего повышения межслоевой прочности композита проводили комбинированное отверждение, сочетающее предварительное термотверждение (ПТО) с последующим радиационным отверждением (РО) ускоренными электронами при поглощенной дозе 80 Мрад. Известно, что предва-

Таблица 1. Разрывная прочность образцов радиационноотвержденного стеклопластика СТКТ при различных дозах облучения

Способ отверждения	РО	РО	РО	ТО
$D$ , Мрад	40	60	80	0
$R_p$ , МПа	2.5	3.5	8.3	10.8