

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шутова Ильи Владиславовича «Формирование микроструктуры и прочностных свойств Al сплавов AMg6 и АД1 при высокотемпературной пайке припоями Zn-Cu-Al и Al-Si», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Диссертационная работа Шутова Ильи Владиславовича посвящена актуальной проблеме выбора режимов пайки и флюсов для конкретных сплавов (AMg и АД) для оптимизации и управления микроструктурой шва. Режимы пайки Al сплавов сильно влияют на прочностные свойства паяных соединений и соответствующие эксплуатационные характеристики конечных изделий. Высокая актуальность работы обусловлена значительной потребностью промышленности в разработке методик получения контролируемых по качеству паяных соединений, в том числе для алюминиевых сплавов. Полученные результаты имеют как методическую, так и научную ценность.

В первой главе приведен литературный обзор по технологии высокотемпературной пайки (ВТП) Al сплавов, основные аспекты применения технологии, актуальность исследования, ключевые преимущества и недостатки метода ВТП. Вторая глава посвящена постановке эксперимента исследований, подготовке исследуемых образцов и методов исследования. Третья глава описывает результаты термических испытаний (дифференциально-сканирующей калориметрией ДСК), структурно-фазового анализа, металлографических и сделанных с помощью электронного микроскопа исследований образцов сплавов AMg3, AMg6. Описаны термограммы, микроструктура исследуемых образцов, приведены механизмы структурообразования при различных режимах пайки, описано влияние оксидов на качество пайки конкретными припоями. В четвертой главе разрушающими методами изучаются прочностные свойства паяных соединений, исследовано трещинообразование. В пятой главе исследовано влияние на микроструктуру шва внедренного флюса. Предложены режимы флюсовой пайки деформируемого сплава марки АД1, представлен механизм структурообразования и влияние температурных режимов на характерные особенности микроструктуры соединения.

Поставленные в работе цели достигнуты, задачи выполнены; достоверность результатов подтверждается апробацией на международных научных семинарах и конференциях.

По содержанию автореферата хотелось бы отметить 3 замечания, не умаляющих значимости работы, тем не менее, призывающих обратить на важные детали проведенных исследований:

1. На рисунке 1 представлены экспериментальные диаграммы ДСК припоев различных составов. Для припоев 98%Zn-2%Al (рисунок 1 б) и 78%Zn-22%Al (рисунок 1 в) в области температур выше 350 °С представлены пики, связанные с эвтектическим плавлением. Чем обусловлены скачки ДСК сигнала в областях пиков, связанных с эвтектическим плавлением?
2. В четвертой главе автореферата диссертации автор говорит о разрушении паяных швов по сильнонапряженным элементам микроструктуры, к которым относятся интерметаллиды и оксиды, но не указаны конкретные составы этих элементов микроструктуры.
3. Разработка экспериментального стенда для пайки представляет дополнительный интерес, однако, по мнению рецензента, деталям экспериментальной техники приготовления образцов, также имеющей методологическую ценность, было уделено

недостаточно внимания в соответствующем разделе Методология и методы исследования.

Результаты исследований опубликованы автором в 4 научных статьях в рецензируемых российских и зарубежных изданиях, индексируемых Web of Science/Scopus, определенных ВАК РФ, 6 – в трудах конференций и тезисах докладов.

Автореферат диссертации позволяет получить достаточное представление о теме исследования, актуальности работы и полученных автором результатах.

По совокупности полученных результатов, объему выполненных исследований и представленных публикаций по тематике работы, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Шутова Ильи Владиславовича соответствует паспорту специальности 2.6.17 – Материаловедение, работа отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Шутов Илья Владиславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Я, Анкудинов Владимир Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Шутова Ильи Владиславовича, и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник теоретического отдела, к. ф.-м. н.,  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ им. Л.Ф. ВЕРЕЦАГИНА РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК (ИФВД РАН)

Анкудинов Владимир Евгеньевич



/Анкудинов В. Е./

03 июня 2024 г.

Адрес: 108840, Россия, г. Москва (г. Троицк), Калужское шоссе, д. 14, тел.: +7 (495) 851-05-82;  
E-mail: vladimir@ankudinov.org

Подпись Анкудинова В. Е. заверяю.

*Заверяю подпись от имени  
научног ИФВД РАН  
03.06.2024*

