

# КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XXI Международная  
научно-техническая конференция  
5-7 октября 2016 год

**КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ  
ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Тезисы докладов

Обнинск  
2017

за уровень, заданный в ТУ, как для «сырых» отливок (до термообработки), так и для этих отливок после их термообработки и процент брака по ТКЛР, прогнозируемый по теоретической функции распределения, не превышает 0,2 %. Таким образом, показано, что требования ТУ к сохранению регламентных значений ТКЛР соблюдены.

Термообработку отливок проводят с учетом результатов определения ТКЛР образцов «сырых» отливок, при этом режим последующей термообработки отливок может уточняться по термообработке «сырых» образцов. Корреляционно-регрессионный анализ, проведенный на объединенном массиве данных сплава основного состава и состава с повышенным содержанием углерода, выявил тесную линейную связь между результатами определения ТКЛР сырых отливок и отливок термообработанных. Коэффициент корреляции  $R = 0,8323$  при уровне значимости  $p = 0,0000$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,6928$ , т.е. 69,3 % изменчивости величины ТКЛР отливок после термообработки могут быть объяснены изменчивостью величины ТКЛР отливок, по которым уточнялись режимы термообработки и, следовательно, полученная регрессионная модель обладает приемлемыми прогностическими возможностями оценки ТКЛР.

Исследование по определению степени влияния на ТКЛР химического состава отливок (содержания в отливках никеля, кобальта, углерода, расчетного содержания железа) показало, что взаимосвязь ТКЛР и содержания Ni, Co, C и Fe, а также отношения содержания указанных элементов в диапазонах их варьирования по ТУ или отсутствует, или свидетельствует лишь о некоторой тенденции изменения ТКЛР.

Оценены возможности технологического процесса изготовления отливок для изготовления деталей из рассматриваемого сплава по заданным ТУ требованиям к ТКЛР с использованием контрольных карт.

Для учета негативного влияния на ТКЛР сплава примесей в основных исходных компонентах (железо, никель) даны рекомендации по учету применяемых в плавках партий исходного сырья.

## **ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ГЕРМЕТИКА «ВИКСИНТ У-2-28НТ» НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛ-КЕРАМИКА**

---

*Харитонов Д. В., Анашкина А. А., Моторнова М. С.*

АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина», г. Обнинск, Россия

В современном мире по мере бурного развития авиационной промышленности и создания новых высокоскоростных летательных аппаратов широкое распространение получили разработки совершенных средств их уничтожения с дальнего расстояния. Одним из основных элементов ракет с радиолокационной системой наведения является керамический радиопрозрачный антенный обтекатель. Его крепление к корпусу ракеты осуществляется посредством переходного шпангоута. Операция сборки керамической оболочки с металлическим шпангоутом осуществляется с использованием кремнийорганических герметиков «Виксинт У-2-28НТ» и «Виксинт У-1-18НТ» [1,2] и является одной из наиболее ответственных, поскольку на данном этапе необходимо обеспечить

как полную герметизацию внутреннего объема обтекателя, так и высокую прочность соединения, достаточную для того, чтобы обтекатель выдержал силовые нагрузки.

Герметик «Виксинт У-2-28НТ» представляет собой смесь трех компонентов: пасты У 2, гидрофобизирующей жидкости ГКЖ 136-41 и катализатора № 28. После соединения всех компонентов и их перемешивания в течение 5-8 минут, герметик наносят на поверхности, подлежащие склейке, с предварительно нанесенными подслоями холодной сушки П-9 и П-11, которые способствуют лучшей адгезии герметика к склеиваемым поверхностям.

Процесс перемешивания компонентов является ключевым при приготовлении герметика. Как правило, масса пасты герметика на одно изделие не превышает 400 г, при этом масса жидких компонентов – катализатора и ГКЖ, не превышает 5 г. В связи с высокой вязкостью пасты и малым количеством остальных компонентов, равномерно перемешать герметик представляется затруднительным. Таким образом, актуальной является проблема автоматизации процесса перемешивания с достижением таких характеристик, как равномерность перемешивания, отсутствие пузырей воздуха в структуре вулканизированного герметика, а также высокая прочность клеевого соединения при сдвиге.

Среди существующего стандартного оборудования не удалось найти устройства, способного справиться с этой задачей. Поэтому для этих целей была разработана установка для смешивания компонентов, перемешивание на которой осуществляется автоматически с заданной скоростью в течение определенного времени в условиях вакуума. Последний фактор позволяет избежать попадания воздуха в структуру герметика и предотвращает образование воздушных пузырей.

Для определения прочности клеевого соединения при сдвиге с использованием двух различных способов перемешивания (ручного и автоматического) были собраны образцы-спутники, представляющие собой металлическую пластину, склеенную слоем герметика с керамической призмой. На начальной стадии работы с установкой были подобраны характеристики вращения, близкие к ручному способу перемешивания (скорость перемешивания – 150 об/мин., время – 8 мин.).

Прирост прочности в случае использования установки в условиях вакуума достиг 17 % по сравнению с образцами, собранными с использованием ручного способа перемешивания без вакуума (рис. 1).

Ранее уже проводились исследования по влиянию различных технологических факторов на прочность клеевого соединения при сдвиге – площади склейки [3], толщины клеевого шва и шероховатости металлической подложки [4], вида керамики и наличия подслоев [5]. Однако данные по исследованию влияния кинематических параметров (скорости и времени перемешивания герметика) на прочность связи металл-керамика в литературе отсутствуют.

Были собраны 7 партий образцов-спутников, используя герметик «Виксинт У-2-28НТ», приготовленный на установке с различными скоростями перемешивания (50 – 350 об/мин.) в течение 8 мин., а также 5 партий образцов-спутников – со скоростью перемешивания 250 об/мин. в течение 4-12 мин. В каждом случае была измерена температура герметика, проанализированы его структура после вулканизации и адгезионные свойства к поверхностям металла и керамики, а также определена прочность клеевого соединения при сдвиге образцов-спутников.

Таким образом, проведенные исследования показали, что автоматический способ перемешивания компонентов герметика «Виксинт У-2-28НТ» на установке в условиях вакуума в среднем на 20 % эффективнее ручного. Кроме того, были подобраны оптимальные кинематические параметры перемешивания герметика (скорость и время перемешивания), а также исследовано влияние температуры герметика после приготовления на его структуру и прочностные свойства.

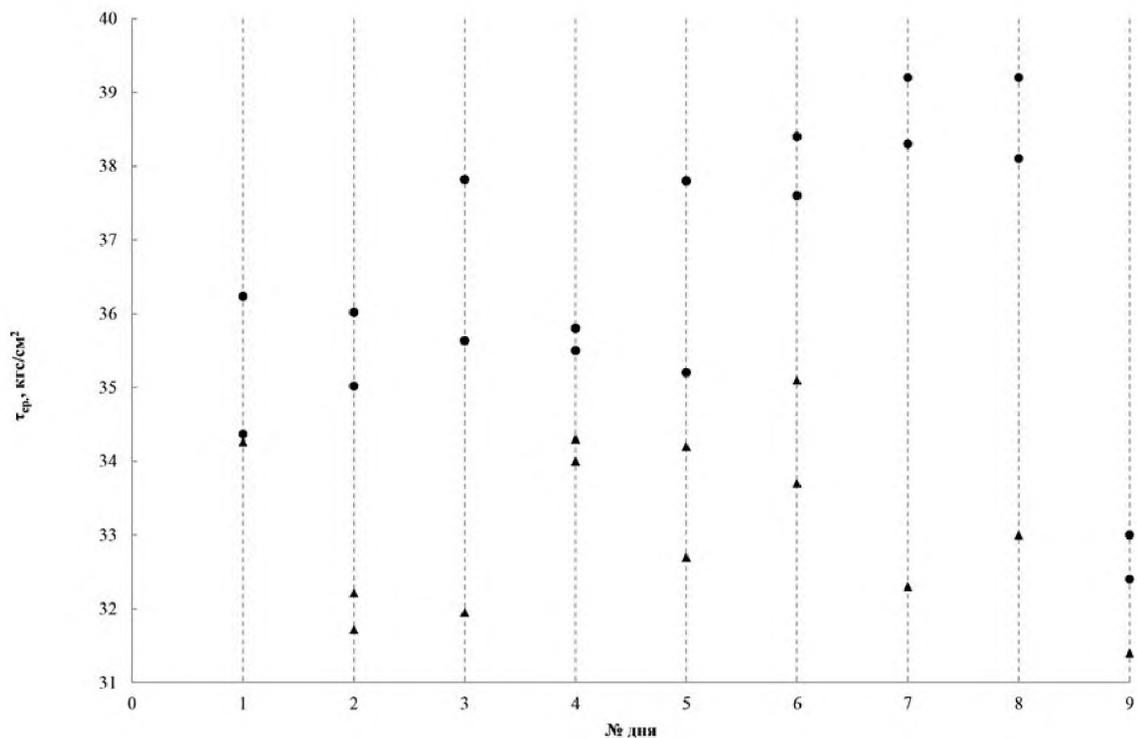


Рис. 1. Значения прочности клеевого соединения при сдвиге образцов-спутников, собранных в одинаковых условиях в одни и те же дни с использованием двух различных способов приготовления герметика (● – автоматическое перемешивание, ▲ – перемешивание вручную; Δ – разница между значениями прочности образцов-спутников, собранных с использованием установки и вручную)

#### Литература

1. Хора А.Н., Кубахов С.М., Русин М.Ю., Соколов В.Ф. Пат. РФ № 2168815 от 10.06.2001.
2. Харитонов Д.В., Анашкина А.А., Моторнова М.С. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2016. – № 4-5. – С.41-46.
3. Суздальцев Е.И., Миронова Е.В. // Новые огнеупоры. – 2014. – № 4. – С.44-46.
4. Суздальцев Е.И., Миронова Е.В., Якушкин П.Ю., Фетисов В.С., Кирюшина В.В. // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2013. – № 8. – С.50-58.
5. Суздальцев Е.И., Миронова Е.В. // Новые огнеупоры. – 2013. – № 12. – С.40-43.