**Влияние гранулометрии титаната свинца на ТКЛР стеклоприпоечных композиций**

***Удинцева Я.Е., Спиридонов Ю.А.***

*Инженер каф. ХТСиС*

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия*

*E-mail: yana.udinceva@list.ru*

Стеклокомпозитные припои широко используются в микроэлектронике и аэрокосмической промышленности для соединения различных компонентов. Они представляют собой особый вид композитных материалов, где в роли основы выступает легкоплавкое стекло, а дополнительным компонентом может быть как кристаллический, так и аморфный наполнитель. Такие припои незаменимы при сборке космических аппаратов, производстве электронных вакуумных компонентов, датчиков давления и интегральных схем. Особое внимание уделяется регулированию коэффициента термического линейного расширения, который можно оптимизировать двумя способами: корректировкой пропорции между стеклом и наполнителем или изменением тонкости измельчения наполнителя.

В работе [1] описаны взаимосвязи гранулометрических характеристик титаната свинца в качестве наполнителя в композиции со свинцовоборатным стеклом с термическим коэффициентом линейного расширения композиций в интервале ТКЛР от 22 до 100∙10-7 К-1 для широкого спектра величин удельных поверхностей наполнителя. Далее в работах [2,3] были подробно изучены и опубликованы закономерности влияния удельной поверхности титаната свинца на термический коэффициент линейного расширения в интервале более низких значений этого свойства. Так в данной работе удалось достичь околонулевых и слабоотрицательных значений ТКЛР, которые не характерны для стекловидных материалов и позволяют существенно расширить область применения припоечных материалов на основе стекла в ракетокосмической промышленности и других областях. А возможность презиционного изменения этого свойства путем регулирования размера частиц и массового содержания титаната свинца позволит проводить соединение трех и более деталей из различных материалов с сильно отличающимися значениями ТКЛР при одной температуре, в одну стадию, что существенно оптимизирует технологический процесс. Так же была подробно изучена микроструктура стеклянных спаев и закономерности распределения частиц титаната свинца в матрице свинцовоборатного стекла методами оптической и поляризационной микроскопии [4]. Полученные данные позволяют более точно объяснить процессы влияния гранулометрии на свойства спая.

**Литература**

1. Чакветадзе Д. К., Спиридонов Ю. А., Савинков В. И., Карпов Е. Н., Зинина Э. М., Сигаев В. Н. Влияние гранулометрического состава титаната свинца на ТКЛР легкоплавких стеклокомпозиционных материалов для вакуум-плотного низкотемпературного спаивания изделий из корунда // Стекло и керамика. 2017. Т. 90, № 5. С. 34-37.
2. Udinceva, Y.E., Spiridonov, Y.A. & Sigaev, V.N. Microstructure and Properties of a Glass-Fiber Composite as a Function of the Specific Surface Area of the Lead Titanate Filler. *Glass Ceram* **81**, 343–347 (2025). https://doi.org/10.1007/s10717-025-00709-1
3. Удинцева, Я. Е. Микроструктура и свойства стеклоприпоечного композита в зависимости от удельной поверхности наполнителя - титаната свинца / Я. Е. Удинцева, Ю. А. Спиридонов, В. Н. Сигаев // Стекло и керамика. – 2024. – Т. 97, № 9(1161). – С. 3-9. – DOI 10.14489/glc.2024.09.pp.003-009
4. Удинцева Я.Е. - студент Микроскопическое исследование структуры стеклоприпоечного материала на основе свинцовоборатного стекла и титаната свинца в качестве наполнител // Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых “Ломоносов 2024” (Москва, апрель 2024). - М.: Издетельство “Перо”, 2024. - С. 944