**Частицы меди, покрытые серебром, для тепло- и электропроводящих клеев**

***Кувшинова О.В.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Научный руководитель Ваниев М.А.*

*Волгоградский государственный технический университет, химико-технологический факультет, Волгоград, Россия*

*E-mail:* *oliveikik.16@gmail.com*

Проводящие клеи широко используются в различных микроэлектронных сборках. Однако в данный момент на российском рынке представлены проводящие клеи зарубежных производителей. В связи с проблемами импорта существует необходимость в разработке отечественного проводящего клея, который не уступает известным аналогам.

Во многих исследованиях, посвященных проводящим клеям, большое внимание уделяется металлическим наполнителям, поскольку они обладают превосходными тепловыми, механическими и электрическими свойствами. Медные материалы широко применяются в печатных платах в качестве проводников, поскольку обладают довольно высокими проводящими свойствами и считаются относительно дешевыми. Однако медь может легко окисляться при повышенных температурах, что в свою очередь приводит к снижению проводящих свойств материала. Одним из методов повышения устойчивости медных частиц к окислению может быть нанесение на них частиц серебра, которые, в свою очередь, выступают в роли защитного слоя.

В данной работе представлены результаты влияния покрытых серебром медных частиц на теплопроводящие и электропроводящие свойства клеевых композиций. Нанесение серебряного покрытия проводили электрохимическим методом, основанном на последовательном восстановлении одного иона металла над ядром другого. Медные порошки с серебряным покрытием получали с использованием нитрата серебра и восстановителя тартрата калия. Выбранные условия электрохимического осаждения были следующими: молярное соотношение NH4OH/(NH4)2SO4= 4, молярное соотношение NH4OH/AgNO3= 3, дозировка тартрата калия 14.25 г/л. Полученные порошки исследовали с помощью сканирующей электронной микроскопии на приборе Versa 3D Dual Beam, по результатам которой было установлено, что снижение времени активации медных частиц до 2 минут приводит к увеличению осажденного серебра на поверхности частиц меди и формированию равномерного серебряного слоя.

Покрытые серебром медные порошки добавляли в низкомолекулярный диметилсилоксановый каучук марки СКТН-А в количестве от 70 до 90 мас. %. Содержание отвердителя К-68 и катализатора дибутилдилаурината олова – 6 мас. % и 0.3 мас. % на 100 мас. % СКТН-А, соответственно. Клеевые композиции отверждали при 25 $℃$ в течение 24 часов. Определение теплофизических характеристик клеевых композиций проводили на приборе Netzsch LFA 467 в соответствии с ГОСТ Р 57943-2017. Электрическое сопротивление определяли по ГОСТ 20214-74.

Установлено, что при добавлении 80 мас. % посеребренного порошка меди наблюдается резкое увеличение коэффициента теплопроводности (до 2.08 Вт/м$∙$К при 25 $℃$) и уменьшение электрического сопротивления (до 0.006 Ом$∙$см) материала. При дальнейшем наполнении тепло- и электропроводящие свойства незначительно меняются, что указывает на достижение порога перколяции.

Таким образом, использование покрытых серебром порошков меди позволяет значительно повысить тепло- и электропроводящие свойства клеев.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение научных исследований межрегионального научно-образовательного центра Юга России при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (соглашение № FSUS-2024-0001).*