

Тополянский П.А. Электроизоляционные покрытия, наносимые методом воздушно-плазменного напыления. Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций. Материалы 5-й Международной практической конференции-выставки 8-10 апреля 2003 г. Санкт-Петербург. Изд. СПбГПУ, 2003. - С. 112-115

ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ, НАНОСИМЫЕ МЕТОДОМ ВОЗДУШНО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ТОПОЛЯНСКИЙ П.А.

НПФ «Плазмацентр», Санкт-Петербург, Россия

Разработаны технологический процесс и оборудование для воздушно-плазменного напыления электроизоляционных покрытий на изделия различного назначения, в том числе на охладители силовых полупроводниковых приборов и электрические токоведущие шины. В качестве материала для напыления изоляционных покрытий используются различные керамические порошки.

Существующие традиционные методы нанесения электроизоляционных покрытий связаны с использованием органических, полимерных и других термопластичных материалов. Они характеризуются рядом недостатков, а именно, высокой пожароопасностью и токсичностью при нагреве, ограниченной температурой эксплуатации изделий.

Технология воздушно-плазменного напыления электроизоляционных покрытий на изделия различного назначения основывается на:

- абразивно-струйной обработке рабочих зон для активации поверхности и получения требуемых параметров шероховатости;
- напыления на подготовленную поверхность промежуточного слоя;
- напыления на поверхность электроизоляционного керамического покрытия требуемой толщины.

Поверхность покрытий при необходимости может подвергаться механической обработке или нанесению других покрытий, например, органических или полимерных. В качестве материала электроизоляционного слоя, в зависимости от требуемых свойств изделий с покрытиями, применяются электрокорунд белый, электрокорунд титанистый (с добавками оксида титана), оксид хрома и др. Электрическая прочность изоляционных покрытий на основе керамических материалов составляет, в зависимости от используемого материала 2-6 кВ/мм, удельное электрическое сопротивление до 120 МОм·м. Ток утечки при испытаниях на пробой

покрытия из оксида алюминия составляет не более 2 мкА при напряжении до 500 В. При обработке покрытий уретаном с последующим отверждением, ток утечки уменьшается в 1000 раз.

Основными эксплуатационными преимуществами изоляционных покрытий, наносимых методом воздушно-плазменного напыления, являются:

- невозгораемость керамических покрытий;
- отсутствие газовых и прочих выделений при нагреве;
- повышенная температура эксплуатации изделий;
- низкая теплопроводность покрытия ($\lambda=0,5-3$ Вт/м К)

обеспечивает тепловую изоляцию изделий при изменении внешних температур покрытия;

- возможность восстановления повреждений изоляционных покрытий, путем использования передвижного малогабаритного комплекса оборудования для воздушно-плазменного напыления.

К электроизоляционным покрытиям для медных индивидуальных и групповых охладителей силовых полупроводниковых приборов (рис. 1) предъявляются следующие требования:

- а) пробивное напряжение не ниже 10 кВ;
- б) тепловое сопротивление слоя не выше 0,06 °С/Вт;
- в) сопротивление изоляции слоя во влагокамере после 5 суток выдержки при $t = 20^\circ + 5^\circ\text{C}$ и влажности $95\pm 3\%$ не должно быть ниже 10 МОм;
- г) неплоскостность слоя не более 0,015 мм;
- д) шероховатость покрытия не ниже $R_z 20$.



Рис. 1. Охладитель после напыления электроизоляционного покрытия из оксида алюминия

Испытания применительно к данной задаче нанесения электроизоляционного покрытия из оксида алюминия толщиной 0,2 – 0,5 мм показали следующие результаты:

1. шероховатость напыленного покрытия составляла R_z40 , разнотолщинность слоя (из-за ручного напыления) – 0,1-0,2 мм;

2. пробивное напряжение (испытания проводились по ГОСТ 6433.3-71, напряжение прикладывалось к корпусу охладителя и сферическому контакту диаметром 6 мм, установленному на керамическом покрытии) на исследуемых образцах с напыленным покрытием неустойчиво из-за разнотолщинности образцов.

3. испытания на влагостойкость выявило гигроскопичность покрытия (сопротивление изоляции, измеренное до проведения испытаний, составило $3 \cdot 10^{11}$ Ом, сопротивление изоляции после 4-х суток выдержки в камере влажности составило $3 \cdot 10^5$ Ом).

4. тепловые испытания показали, что удельная теплопроводность покрытия соответствует справочным данным.

С целью эффективного использования напыленных электроизоляционных покрытий целесообразно обеспечить плоскостность поверхности, за счет механизации процесса напыления или шлифования поверхности. С целью повышения влагостойкости обеспечить дополнительную пропитку напыленного покрытия специальными лаками.