

обучения: метод обучения «Fishbone», «Синквейн», метод «Кейсов» и др).

Вышеуказанные условия также смогут сформировать у студентов следующие профессиональные компетенции, не входящие в состав указанных:

- совершенствование педагогического процесса на основе поиска оптимальных методов, форм, средств обучения, применения современных педагогических и информационных технологии (ПК-5);

- пользоваться глобальными информационными ресурсами (ПК-18).

УДК 621.793

Токпроводящие покрытия на стеклянных подложках и технологии их получения

Комаровская В.М., Иващенко С.А., Латушкина С.Д., Гладкий В.Ю.
Терещук О.И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время токопроводящие покрытия на стекло и различные по природе прозрачные подложки получили широкое распространение в таких устройствах, как сенсорные экраны, жидкокристаллические дисплеи, органические светоизлучающие диоды (OLED), солнечные фотоэлементы. Также данные покрытия используются в качестве электрообогрева в остеклении транспорта, зданий, в авиации. Преимущество по сравнению с традиционным обогревом горячим воздухом является то, что они могут иметь гораздо более короткое эффективное время размораживания и равномерные большие рабочие зоны. Наибольшее распространение получило проводящее покрытие из оксида индия легированного оловом (ITO). К достоинствам покрытия на основе ITO относится высокая оптическая прозрачность (80-85%) и низкое поверхностное сопротивление (менее 18-25 Ом·м). Однако оксид индия имеет высокую стоимость и в ближайшем будущем прогнозируется еще большее увеличение его стоимости из-за резкого увеличения масштабов производства различного электронного оборудования.

Также широко применяется диоксид олова SnO_2 , который имеет высокую оптическую прозрачность (до 97%) и низкое удельное сопротивление (10^{-4} Ом·м) и является более дешевым. Высокая прозрачность для видимого света обусловлена большой шириной запрещенной зоны (E_g 3,6 эВ) и достаточно низким коэффициентом преломления (от 1.74 до 2.11 в зависимости от пористости). Для улучшения электропроводности покрытия SnO_2 легируют, например, сурьмой.

Для нанесения покрытий данного типа используются в основном

электронно-лучевой и магнетронный методы. Сложность электронно-лучевого метода заключается в том, что необходимо подготовить порошок диоксида олова, что является достаточно трудоемким процессом. При магнетронном методе мишень распыляется в среде реакционного газа и диоксид олова образуется непосредственно на поверхности подложки. Магнетронный метод получил в настоящее время наибольшее распространение в сфере напыления токопроводящих прозрачных покрытий.

Мало изучен вакуумно-плазменный метод нанесения токопроводящих прозрачных покрытий на стекло. Основным фактором, ограничивающим применение данного метода в этой сфере, является низкая производительность и адгезия. Ранее предложен вариант импульсного нанесения покрытий для решения данной проблемы. Ранее описана вакуумно-плазменная установка, способная распылять одновременно два пленкообразующих материала, которые смешиваются в общем плазмопроводе. При этом исследования показывают мелкодисперсную структуру покрытия, отсутствие капельной фазы, что может повлиять при внесении добавок в покрытие не только на проводимость, а также на светопропускание и износостойкость покрытия.

УДК 621.671

Электроэрозия подшипников электродвигателей

Комаровская В.М., Латушкина С.Д., Терещук О.И., Гладкий В.Ю.
Белорусский национальный технический университет

Электроэрозионные токи являются следствием паразитных напряжений на валах и подшипниках электрических машин основными причинами которых являются электромагнитные индуцированные токи и электростатическое-индуцированное напряжение между опорными шариками или роликами и стационарными поверхностями электромашин, что приводит к выходу из строя подшипников.

Высокочастотное напряжение появляется в поперечном направлении на пленке смазки между несущими шариками и неподвижной поверхностью. Если напряжение имеет достаточно высокие значения, то происходит диэлектрический пробой пленки смазки, создавая при этом ток в форме крошечной дуги между телами качения и кольцом подшипника качения. Пороговое напряжение для горения дуги, примерно от 5 до 30 В. Дуга вызывает эрозию подшипника в ускоренном темпе, что приводит к неровностям поверхности в кольцах подшипника электродвигателя. Неровности становятся все глубже, пока подшипник не выходит из строя.

Похожая ситуация возникает и в подшипниках качения. Образующиеся