

УДК 629.78

ЗАЩИТА ПОЛИИМИДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РКТ ОТ НАКОПЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА МЕТОДОМ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОГО ПОКРЫТИЯ

Можаровский Я. О., Мишензников Г. Е., Сидоров А. В., Чувилькин А. В.

Государственный космический научно-производственный центр
имени М. В. Хруничева, КБ «Салют», г. Москва

В последние годы в ракетной технике в качестве магистралей для криогенных компонентов топлива используются трубопроводы, выполненные из полиимида.

Полиимидные трубопроводы обладают тем основным достоинством, что имеют меньший вес, по сравнению с таковыми из металла, а также позволяют отказаться от использования специальных устройств - сифонов [1].

Однако полиимидные трубопроводы имеют существенный недостаток - так как полиимид является диэлектриком, то на поверхности трубопровода происходит накопление статического электричества.

Во время эксплуатации ракеты-носителя, на внешних диэлектрических поверхностях происходит накопление статического электричества до напряжений, приводящих к разрядным процессам – пробоем и, как следствие, изменению рабочих характеристик или разрушению материалов конструкции. В дополнение к этому, вследствие процесса поверхностных разрядов возникает широкий спектр электромагнитных помех, что отрицательно влияет на системы управления изделия, вплоть до отказа.

На сегодняшний день следует отметить, что электризация относится к важнейшим факторам, негативно влияющим на надёжность и безопасность изделий ракетно-космической техники в условиях её лётной эксплуатации.

Таким образом, при эксплуатации полиимидных трубопроводов необходимо обеспечить защиту поверхности от накопления статического электричества.

Защита изделий от опасного воздействия статического электричества должна быть обеспечена при решении следующих задач:

а) создание внешней поверхности, не имеющей при эксплуатации между отдельными ее частями разницы электростатического потенциала, способного вызвать электростатический разряд достаточной мощности для нарушения работы электротехнических устройств, возгорание пожароопасных смесей или разрушение материалов;

б) создание бортовой аппаратуры, работоспособной при воздействии электромагнитного импульса, вызванного разрядом статического электричества;

в) создание бортовых средств, снижающих общий электростатический потенциал различными специальными воздействиями на поверхность.

Для защиты полиимидных трубопроводов от накопления статического электричества наиболее приемлемым способом является создание электропроводного покрытия.

Традиционные технологии и материалы (намотка металлических сеток, наклейка металлических фольг, окраска токопроводными эмалями) для покрытия внешней поверхности трубопроводов из полиимидов не обеспечивают надёжной адгезии, не технологичны и приводят к увеличению массы трубопровода.

На опытных образцах в КБ «Салют» с кооперацией была проведена отработка технологии газопламенного напыления алюминиевого электропроводного покрытия на внешнюю поверхность полиимидных трубопроводов. В процессе работы по разработке

технологии нанесения электропроводного покрытия были опробованы разные методы газотермического напыления:

- высокоскоростное газопламенное (HVOF);
- газодинамическое (холодное);
- плазменное,
- газопламенное,
- электродуговое.

Все указанные методы имеют свои преимущества и недостатки, но наиболее экономичным и технологичным оказался метод газопламенного напыления. Другие методы напыления не позволили получить необходимое покрытие на поверхности полиимидной трубы за счёт своих технологических особенностей (высокого нагрева подложки, высокой кинетической энергии частиц, приводящей к пробое образца, а так же сложности и дороговизне оборудования).

При газопламенном напылении внешний токопроводный слой из алюминия на поверхности полиимидного трубопровода имеет высокую адгезию к подложке, малый вес $\sim 80 \text{ г/м}^2$ и поверхностное электрическое сопротивление $R_{\text{пов}} = 10^{-3} \text{ Ом}$ (Рис. 1)

В процессе нанесения электропроводного покрытия подложка не нагревается выше 120°C , что не разрушает структуру материала, возможна автоматизация процесса, а так же ручное нанесение покрытия на криволинейные участки ПИТ (Рис. 2).

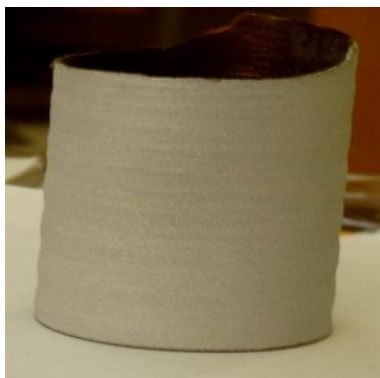


Рис. 1. Образец с электропроводным покрытием



Рис. 2. Криволинейный полиимидный трубопровод без покрытия

Оборудование для газопламенного напыления достаточно простое и недорогое, а возможность напылять на различные поверхности, как металлы, так и неметаллы, с заранее требуемыми свойствами, существенно расширяют область применения этого метода, позволяя использовать его в различных отраслях народного хозяйства.

Библиографический список:

1. Сеницын, В. В., Мишензников, Г. Е., Павлищев, Г. А. Перспективные покрытия для ракетно-космической техники (технология, оборудование, опыт применения) [Текст]/ В. В. Сеницын, Г. Е. Мишензников, Г. А. Павлищев // Первый научно-технический семинар. Сборник тезисов докладов. Опыт по повышению герметичности полиимидных трубопроводов для изделий РКТ, 2003г.-54с.