

Т.И. Давыдова, В.В. Барляев

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОПРОЗРАЧНЫХ ОБТЕКАТЕЛЕЙ АНТЕННЫХ УСТРОЙСТВ

Давыдова Татьяна Ивановна, окончила радиотехнический факультет Ульяновского государственного технического университета. Инженер-конструктор 1 категории ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Область интересов - антенны и устройства СВЧ. E-mail: tasha_dav@inbox.ru

Барляев Виктор Владимирович, окончил самолетостроительный факультет Ульяновского государственного технического университета. Инженер-конструктор 3 категории ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Область интересов - антенны и устройства СВЧ. E-mail: viktorb@ulx.ru

Аннотация

В статье рассматриваются преимущества использования радиопрозрачных обтекателей для антенных устройств. Предложен вариант автоматизации удаления снега и льда с поверхности радиопрозрачного обтекателя средствами электрического обогрева. Также рассматриваются типы систем обогрева обтекателя.

Abstract

The article presents advantages of use of radiotransparent radomes for antennas. It gives a variant of automation of snow and ice removal from radiotransparent radome surface by means of electrical heating. It also deals with types of radome heating system.

ВВЕДЕНИЕ

Большое количество изделий, располагающихся на корабле, в своем составе содержит антенные устройства, установленные на антенных постах. Антенные устройства подвержены внешнему воздействию атмосферных осадков и других внешних факторов. В зимний период возможны накопления снега и обледенение внешней поверхности антенных устройств, что затрудняет проведение технического обслуживания. В качестве средств защиты антенных устройств наибольшее применение находят обтекатели из стеклопластика.

РАДИОПРОЗРАЧНЫЕ ОБТЕКАТЕЛИ

Стеклопластики являются одним из наиболее распространенных композиционных материалов, сочетающих высокую прочность, небольшую плотность, хорошие диэлектрические свойства и приемлемую цену. Стеклопластик состоит из полимерной матрицы, армированной стекловолокнистым материалом. Использование различных сочетаний армирующих и связующих компонентов позволяет создавать материалы с широким диапазоном регулируемых свойств, что предопределяет большое разнообразие сфер применения стеклопластиков. В частности, стеклопластики широко применяются как в России, так и за рубежом для изготовления радиопрозрачных обтекателей и укрытий приемопередающих радиотехнических комплексов для авиакосмической, морской, сухопутной техники гражданского и специального назначения.

Материал обтекателя должен хорошо пропускать электромагнитные волны с минимальным поглощением и не искажать направление излучения радиоволн (радиопрозрачность). Для этого стеклопластики должны иметь минимальный тангенс угла диэлектрических потерь и постоянную величину диэлектрической проницаемости при больших частотах электромагнитных колебаний [1]. Важно, чтобы эти характеристики материалов незначительно менялись при изменении температуры и влажности воздуха. Эти характеристики зависят не только от материала, но и от формы и конструкции стенок обтекателя. Стеклопластики должны также обладать механической прочностью и устойчивостью к воздействию воздушно-капельной эрозии. Радиопрозрачность обтекателя определяется зависимостью пропускаемой длины волны от толщины стенки обтекателя. Для широкополосной антенны толщина сплошной стенки обтекателя должна составлять не более восьмой части от минимальной рабочей длины волны. Высокий коэффициент прохождения обтекателя должен сочетаться с возможно меньшими искажениями фазового фронта прошедшей волны, приводящими к изменениям формы и пространственной ориентации диаграммы направленности и, как следствие, к помехам в приеме сигналов от цели. Фазовые искажения связаны с прохождением плоской волны через неплоскую поверхность обтекателя. Стенка обтекателя должна иметь однородную плотность, не содержать пустот, расслоений и иметь незначительные изме-

нения по толщине. Указанные дефекты приводят к расслоению обтекателя и снижению механической прочности при эксплуатации, ухудшению радиопрозрачности и к искажению диаграмм направленности антенных устройств. Следствием этого являются уменьшение дальности действия антенных устройств и серьезные ухудшения их точностных характеристик. Особую роль при этом играют угловые ошибки, создаваемые обтекателями в определении пеленга цели (являющиеся следствием искажений диаграммы направленности), приводящие часто к полному нарушению работы радиосредств.

Современные способы изготовления стеклопластиков позволяют получить различные формы обтекателей (рис. 1) [1].

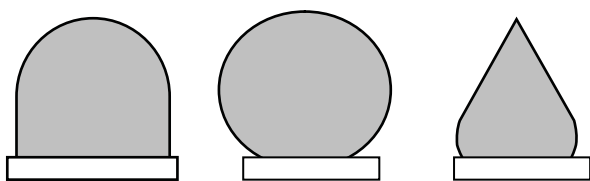


Рис. 1. Формы обтекателей

Форма обтекателей зависит от конфигурации антенных устройств.

При заданных форме и прочностных характеристиках обтекателей основными остаются вопросы электродинамического характера.

Электромагнитная энергия, излучаемая или принимаемая антенной, частично проходит сквозь обтекатель, а частично поглощается и отражается им. Благодаря использованию на практике диэлектриков с достаточно малыми потерями, поглощением энергии стенками обтекателей в первом приближении можно пренебречь. Энергия, не прошедшая через обтекатель, отражается его поверхностью и, рассеиваясь в пространстве, является причиной дополнительных помех.

Итак, антенные устройства, защищенные радиопрозрачными обтекателями такой формы, в меньшей степени подвержены действию атмосферных осадков, морской воды, они требуют минимальной герметизации при монтаже и демонтаже. Для удобства доступа к изделию обтекатель должен быть съемным, поэтому в его конструкции необходимо предусмотреть возможность крепления на петлях с надежной фиксацией замочным механизмом.

Предложения по автоматизации удаления снега и наледи при проведении технического обслуживания

При проведении технического обслуживания антенных устройств в зимний период возникает ряд трудностей, таких, как:

1) погодные условия при работе на высоте не соответствуют допустимым нормам согласно ПОТ Р М-012-2000 [2];

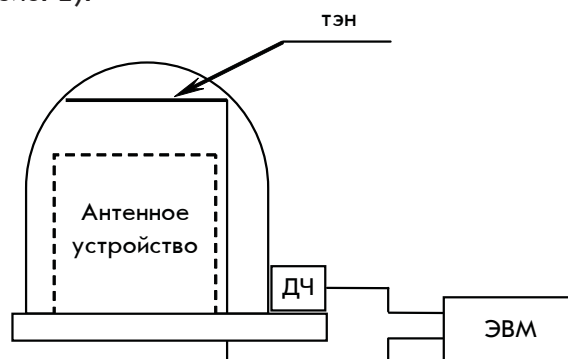
2) при очистке антенного устройства от снега и льда возможно повреждение защитного покрытия, что приведет к коррозии его поверхности. При регламентных работах предусмотрено удаление следов коррозии и восстановление поверхности изделия, что в свою очередь требует дополнительных расходов на хранение и закупку расходных материалов.

В качестве средства очистки обтекателя от влаги, наледи и снега может быть использована система электрического обогрева. При включении нагрева лед и снег растапливаются, излишняя влага за счет разницы температур поверхности обтекателя и окружающей среды испаряется. Образование конденсата внутри обтекателя контролируется путем закрепления мешочков с силикагелем. Форма радиопрозрачного обтекателя, указанного на рисунке 2, позволяет использовать в своей конструкции встраиваемый тэн с внутренней стороны. Тэн располагается в верхней части обтекателя, где излучение отсутствует. Для автоматизированной работы тэна возможно применение датчика влажности и температуры, устанавливаемого в непосредственной близости от антенного устройства.

Такая конструкция обтекателя обладает рядом преимуществ:

- 1) защита антенного устройства от воздействия атмосферных осадков и других внешних факторов;
- 2) проведение автоматизированного удаления снега и обледенения с внешней поверхности обтекателя и уменьшение затрат времени на проведение технического обслуживания;
- 3) постоянный контроль температуры и влажности внешней среды.

Связь между тэном и датчиком температуры и влажности осуществляется с помощью ЭВМ (рис. 2).



ДЧ — датчик температуры и влажности;
ЭВМ — электронно-вычислительная машина.

Рис. 2. Структурная схема системы автоматизированного удаления снега и наледи с поверхности обтекателя

ЭВМ программируется на различные температуры окружающей среды, параметры

влажности воздуха, скорости ветра. С ЭВМ производится постоянный опрос датчика и обработка полученных данных от него. При значениях, близких к возможности обледенения поверхности обтекателя, от ЭВМ поступает сигнал на включение обогрева. Продолжительность и температура нагрева тэна также программируются в ЭВМ.

Типы систем обогрева

Существует три основных типа систем обогрева (рис. 3).

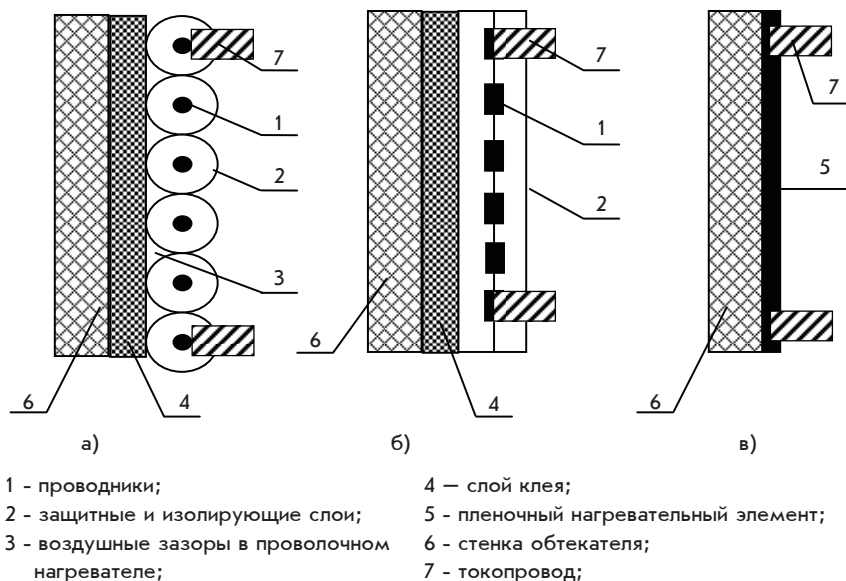


Рис. 3. Типы систем обогрева

Простейший тип нагревателя (рис. 3 а) изготавливается из проволоки, намотанной на основание или запрессованной между двумя полосами изолирующего материала. Он прикрепляется к обратной стороне обтекателя с помощью клея. Из-за наличия воздушных зазоров и промежуточных слоев между нагревателем и обогреваемой поверхностью обтекателя такой нагреватель характеризуется низким коэффициентом полезного действия.

Более совершенным является плоский нагреватель (рис. 3 б), изготовленный методом трафаретной печати проводящими пастами. Печатные проводники заключены между двумя слоями термостойкого полимера. Нагреватель приклеивают к внутренней стороне обтекателя.

В настоящее время этот тип нагревателя получил наиболее широкое распространение. Тем не менее, между источником тепла - проводниками и обогреваемым обтекателем по-прежнему есть промежуточные слои. Значит, есть бесполезный расход электроэнергии, снижается быстрота прогрева. Пасты, используемые для изготовления нагревателя, содержат серебро, что увеличивает стоимость нагревателя.

Наибольшей эффективностью обладают системы обогрева, нагревательный элемент которых наносится непосредственно на стенку обтекателя (рис. 3 в) в виде сплошной пленки, равномерно покрывающей поверхность обтекателя в верхней части, где излучение отсутствует. Для формирования нагревателя используются современные технологии вакуумного плазменного напыления. Отсутствие промежуточных слоев и равномерное покрытие исключают непроизводительные потери электроэнергии, обеспечиваются максимальные быстрота и равномерность прогрева при хорошей энергетической экономичности.

ЗаклЮчение

Применение радиопрозрачных обтекателей, в первую очередь, предохраняет антенные устройства от влияния внешних воздействий, не ухудшая их функционального назначения. Использование тэнов позволяет автоматизировать удаление снега и наледи с поверхности обтекателя независимо от метеорологических условий, уменьшить затраты и время на проведение технического обслуживания антенного устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуртовник И.Г., Соколов В.И., Трофимов Н.Н. Радиопрозрачные изделия из стеклопластиков. - М.: Мир, 2003.
2. ПОТ Р М-012-2000. Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте.