

и рули высоты, итерцепторы, створки шин основных опор шасси, створки мотогондолы, обтекатели, люки, полы в пассажирском салоне и др. Общий объем применения КМ на самолете В-767 составляет 1550 кг.

Однако при воздействии молнии на конструкции из ПКМ появляется ряд особенностей, не свойственных цельнометаллическим конструкциям: электрические пробой, газовыделение и появление высоких внутренних давлений, ударные волны, воздействие сильного электромагнитного излучения на бортовые цепи оборудования. Это приводит к значительному повреждению элементов конструкции, и как следствие, к снижению безопасности полетов.

Основной причиной разрушения конструкций из ПКМ при прямом воздействии молнии является сквозной пробой материала и последующее газодинамическое и термическое действие канала. В качестве рабочей гипотезы о причинах разрушения принят механизм, выявленный Ниенбергом и Рубином [2]: при протекании больших импульсных токов происходит быстрый нагрев материала за счет Джоулева тепла, в результате которого при достижении определенной температуры происходят реакции пиролиза, что приводит к образованию, наряду с твердыми обуглившимися остатками, газообразных продуктов. Так как энергия выделяется и в глубине материала, то реакции пиролиза происходят, по-видимому, и во внутренних порах материала, и на его поверхности. Термодинамическое давление на эти образовавшиеся при пиролизе газы, скапливающиеся в первоначально имеющихся порах, будет увеличиваться при увеличении их температуры или объема. Поскольку материал не является абсолютно непрозрачным, газ будет перемещаться в сторону свободной поверхности материала. Если скорость увеличения давления превысит скорость его уменьшения в следствии диффузии, в материале возникнут большие напряжения, которые могут привести к вздутию и разрушению материала.

Для защиты этих конструкций от воздействия молнии применяют различные средства защиты. Основной задачей молниезащиты является создание условий для отвода канала молнии вдоль поверхности конструкций из ПКМ к металлическим частям самолета. К ним относятся:

- сплошные металлические молниеприемники, располагаемые так, чтобы обеспечить попадание канала молнии на молниеприемник с достаточно большой степенью вероятности [3]. Однако главным недостатком этой защиты является ее большой удельный вес;
- сплошные проводящие покрытия в виде перфорированной фольги. Достоинство этой защиты – относительно малый вес, недостаток – большие площади выгорания при воздействии молнии;
- защитные сетки, изготовленные из проводящих материалов (манганин, медь, латунь, молибден, сталь, металлизированная стеклоткань и др.). Эта защита также обладает малым удельным весом.

Для того, чтобы оценивать воздействие молнии на различные структуры из ПКМ с элементами молниезащиты, удобно, чтобы ток разряда молнии охарактеризовался различными компонентами тока, которые воздействуют на самолет различными способами. С этой целью Комитет АЕ4L(молния) Общества Автомобильных Инженеров (SAE) разработал стандарт для испытания конструкций на молниестойкость MIL-STD-1757 (рис.1), в котором определены четыре компонента тока молнии, описываемые кратко следующим образом:

Компонент А – первый импульс тока, имеет амплитуду 200 кА $\pm 10\%$, интеграл действия $2 \cdot 10^6 \text{ А}^2\text{с} \pm 10\%$ и длительность не более 500 мкс. Этот компонент может быть униполярным или колебательным. Производимые эффекты: ударная волна, перенапряжение и воздействие электромагнитной силы.

Компонент В – промежуточный ток, имеет среднее значение 2 кА $\pm 10\%$, максимальная длительность 5 мс, максимальный переносимый заряд 10 Кл. Импульс должен иметь униполярную форму, а именно прямоугольную, экспоненциальную или линейно спадающую. Производимые эффекты: плавление, сквозной прожег.

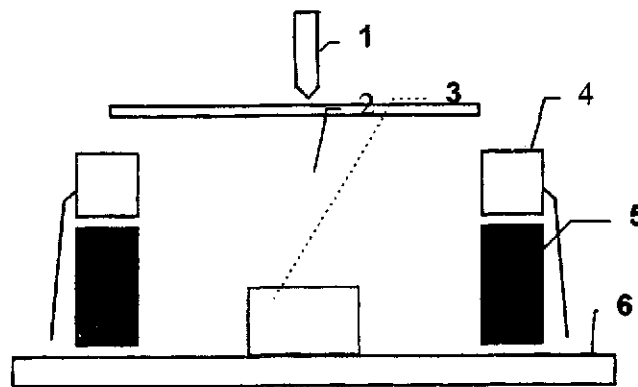


Рис.2. Схема подключения образцов.

1-высоковольтный стержневой электрод; 2-образец; 3-дополнительный электрод;
4-металлическая рамка; 5-изолятор; 6-заземленная плоскость

всех случаях он ориентируется в центр образца. Инициирование разряда между высоковольтным электродом и образцом обеспечивается электрическим пробоем под действием высокого напряжения при положительной полярности стержня.

Испытания различных конструкций воздушных судов из ПКМ с точки зрения молниезащиты занимают много времени и являются дорогостоящими. Поэтому целесообразным следует считать разработку и испытание новых конструкций из ПКМ, обеспечивающих молниезащиту с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР). Это позволит в сжатые сроки и с высоким качеством осуществлять проектирование новых конструкций из ПКМ и прогнозировать воздействие молнии на эти конструкции.

Список литературы

1. Баранов А.М. Облака и безопасность полетов. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 243 с.
2. Nienberg J.M. and Rubin I. Analysis of booster materials response to repetitively pulsed laser radiation. Proceedings of the AIAA laser effects and target response meeting, DNA 001-85-C-0309, Washington, DC, Dec. 1985. – P. 243–254.
3. Агапов В.Г., Ларионов В.П., Сергеевская И.М. Молниезащита радиолокационных систем и диэлектрического обтекателя самолета// Электричество, 1978, №3. – С. 83–85.

Стаття надійшла до редакції 1 червня 1998 року.

Віктор Михайлович Синєглазов (1950) закінчив Київський політехнічний інститут в 1978 році. Доктор технічних наук професор, завідувач кафедри "Автоматизовані системи керування" Київського міжнародного університету цивільної авіації". Автор 230 публікацій в галузі автоматизованих систем керування і обробки інформації.

Victor M. Sineglazov (b. 1950) graduated from Kyiv Polytechnical Institute (1973). DSc (Eng), professor of the "Automatic Systems Control and Pilotage-and-Navigation Complexes" Department of Kyiv International University of Civil Aviation. Author of 230 publications in computerized control system and computer processing.

Вячеслав Вікторович Клюс (1974) закінчив Київський міжнародний університет цивільної авіації у 1997 році по спеціальності "Автоматизація проектування, випробування та виробництва авіаційного обладнання". Навчається в аспірантурі при Київському міжнародному університеті цивільної авіації.

Vyachislav V. Kluys (b. 1974) graduated from Kyiv International University of Civil Aviation (1997) in speciality "Automatization of design, testing and production of aviation equipment", aspirant of Kyiv International University of Civil Aviation.