

Проведение испытаний антенны коротковолнового диапазона на воздействие магнитосферной плазмы

Целью данной работы являлось проведение испытаний антенны коротковолнового диапазона (далее – антенны) на воздействие высокоэнергетических электронов магнитосферной плазмы.

Антенна представляла собой сложную конструкцию, состоящую из диэлектрических материалов с высоким удельным сопротивлением и металлических элементов, гальванически соединенных с корпусом летательного аппарата (ЛА). Такая конструкция потенциально способна накапливать значительный электрический заряд, который может стать причиной возникновения электростатических разрядов (ЭСР), мешающих работе приемной аппаратуры.

В связи с этим была поставлена задача определения параметров электризуемости и амплитуды импульсов тока, наведенных в антенном кабеле при во время прохождения ЭСР между заряженными поверхностями антенны и корпусом ЛА.

Для решения поставленной задачи в рамках данной работы были проведены испытания антенны на воздействие магнитосферной плазмы, а также антенного фильтра, предназначенного для снижения амплитуды разрядных импульсов на входе в приемник.

Испытания проводились на установке ЭЛУ-2 МАИ (рисунок 1), позволяющей моделировать условия натурной эксплуатации антенны.



Рисунок 1 – Установка ЭЛУ-2 МАИ

В ходе испытаний антенна подвергалась воздействию потока электронов с энергиями до 70 кэВ и плотностью тока 1 нА/см², моделирующими реальные условия эксплуатации антенны. В результате данного воздействия на поверхности антенны происходило накопление электрического заряда, который фиксировался датчиком электрического поля вибрационного типа.

Характерный вид кривой накопления электрического заряда на поверхности антенны приведен на рисунке 2.

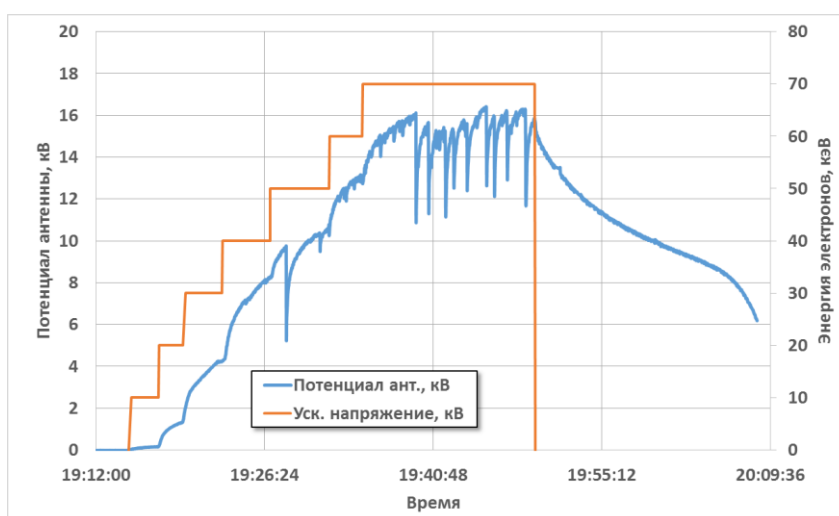


Рисунок 2 – Динамика накопления заряда на поверхности антенны

При достижении некоторого критического потенциала (около 16 кВ) на поверхности антенны начинали наблюдаться ЭСР, что проявлялось в скачкообразном падении потенциала антенны.

Типичный вид такого ЭСР приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Типичный ЭСР на поверхности антенны (точка привязки ЭСР показана стрелкой)

В результате ЭСР на выходе антенны возникает мощный импульс тока, осциллограмма которого представлена на рисунке 4.

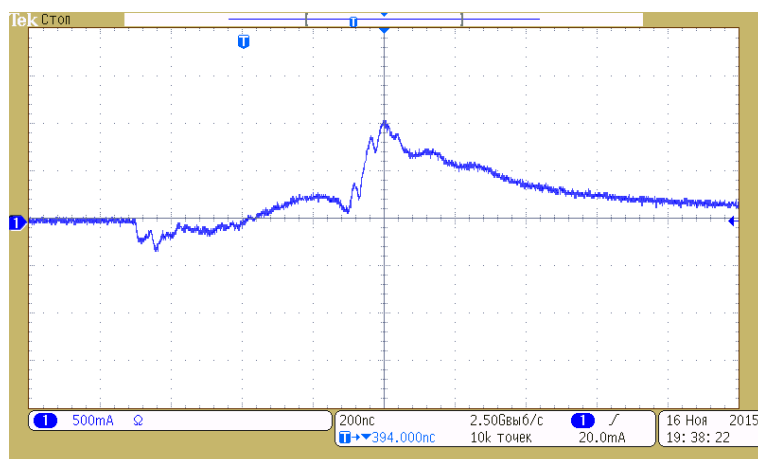


Рисунок 4 – Осциллограмма импульса тока в выходных цепях антенны в момент ЭСР

В связи с тем, что измерения разрядных импульсов производились на выходе антенного кабеля, имеющего длину более 3 метров, форма импульса тока была искажена и не отражала истинную картину ЭСР. Для определения истинных параметров ЭСР была составлена математическая модель возникновения ЭСР на поверхности антенны, которая позволяла по амплитуде скачка потенциала, фиксируемого датчиком электрического поля и длительности основания разрядного импульса определить его истинные параметры. Результат такого расчета приведен на рисунке 5.

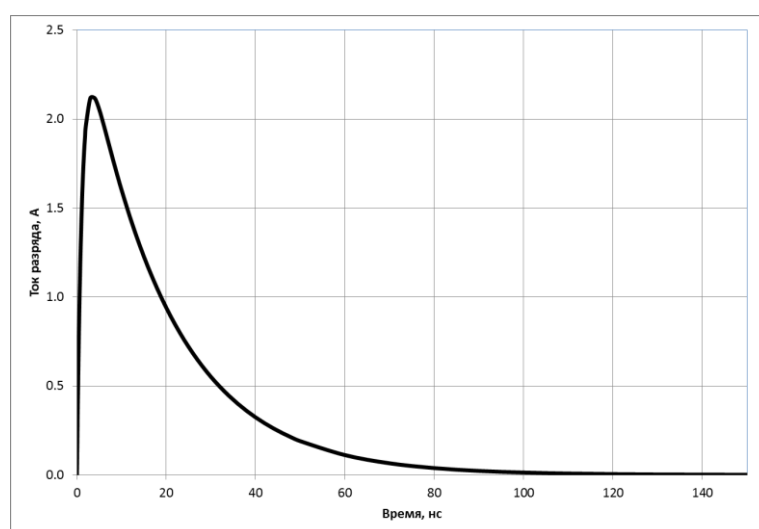


Рисунок 5 – Расчетная форма импульса тока при возникновении ЭСР

Таким образом были получены данные по динамике накопления потенциала и параметрам ЭСР в рабочем диапазоне температур антенны (от минус 70 до плюс 70°C), определена частота и места возникновения ЭСР.

Поскольку зафиксированные импульсы тока на выходе антенны, возникающие при ЭСР, могли привести не только к нарушению в работе принимающей аппаратуры, но и к выходу ее из строя, рассматривались возможные схемы антенных фильтров и их эффективность. В результате этих исследований было установлено, что обеспечить подавление помех от ЭСР, сохранив требуемую чувствительность приемной аппаратуры не представляется возможным.

В связи с этим были разработаны рекомендации по исключению возможности возникновения ЭСР на поверхности антенны. Было показано, что применение радиопрозрачных покрытий с низким объемным сопротивлением (не более $10^5 \dots 10^7$ Ом*м) и редкой металлической сетки позволяет обеспечить надежный сток электрического заряда и исключить электризационные и разрядные явления на поверхности антенны.