

УДК 621.3

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА МИКРОЧАСТИЦ

М.П. Калаев, А.М. Телегин

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: микрометеороид, датчик, ускоритель.

Для лабораторного моделирования высокоскоростного воздействия микрометеороидов и частиц космического мусора на элементы конструкции космического аппарата используют ускорители микрочастиц [1-4]. Наибольшее распространение в ускорителях получили датчики индукционного типа, выполненные, как правило, в виде полого металлического цилиндра Фарадея.

Заряженная микрочастица в тракте ускорителя, подлетая к индукционному датчику, наводит в датчике импульс тока, форму которого можно рассчитать с использованием теоремы Рамо-Шокли [5]:

$$i(t) = Q \cdot (\vec{V} \cdot \vec{E}),$$

где \vec{E} — эффективная (взвешенная) напряжённость поля в точке, где находится заряд Q в момент времени t , рассчитанная по схеме: заряд удалён, потенциал электрода, с которого снимается ток, равен 1, потенциал оставшихся электродов равен 0. $(\vec{V} \cdot \vec{E})$ — скалярное произведение вектора скорости и эффективной напряженности.

Для моделирования электрического сигнала на входе измерительной части, вызванного пролетом заряженной микрочастицы, были заданы два источника тока (рисунок 1), сигналы на каждом из этих источников имеют трапецеидальную форму с целью упрощения процесса моделирования. Первый источник тока формирует импульс тока положительной полярности и связан с моментом влета микрочастицы в индукционный датчик. Второй источник тока генерирует импульс тока отрицательной полярности и связан с моментом вылета микрочастицы из индукционного датчика.

Результаты проведённого моделирования хорошо согласуются с экспериментальными данными, полученными на реальном ускорителе микрочастиц [1]. Приведенная схема моделирования наведенного импульса позволяет быстро и с достаточной достоверностью моделировать работу измерительной части индукционного датчика.

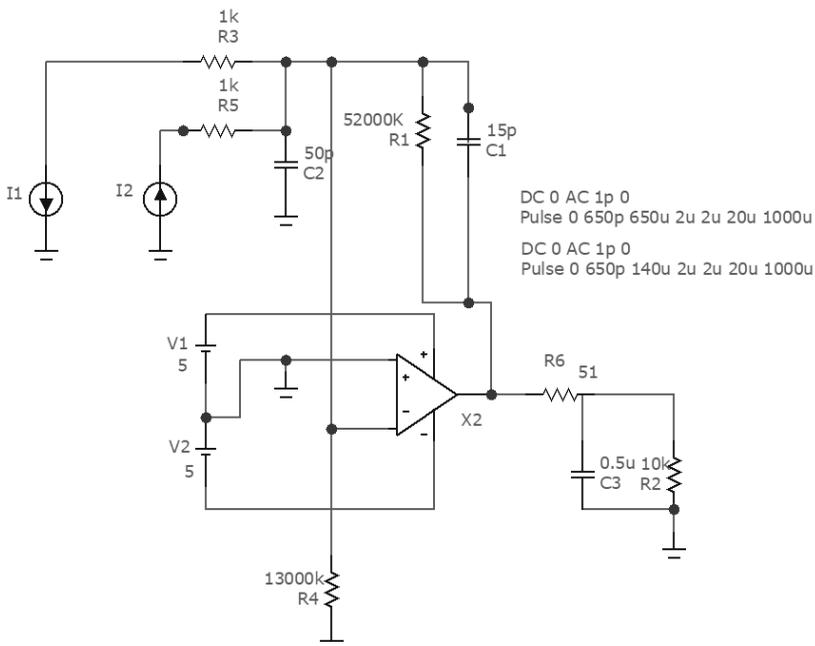


Рисунок 1 - Компьютерная модель входной цепи индукционного датчика микрочастиц

Список использованных источников

1. Телегин А.М., Пияков А.В. Исследование работы индукционного датчика для ускорителя заряженных микрочастиц // Приборы и техника эксперимента. 2017. № 6. С. 101-106.
2. Воронов К.Е., Григорьев Д.П., Телегин А.М. Обзор аппаратных средств для регистрации ударов частиц о поверхность космического аппарата (обзор) // Успехи прикладной физики. 2021. Т. 9. № 3. С. 245-265.
3. Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов", под ред. Л.С. Новикова и М.И. Панасюка. - М.: ЭНЦИТЕХ, 2000.
4. Телегин А.М., Федотов Ф.С. Моделирование наведённого заряда на измерительных электродах, используемых для регистрации параметров микрочастиц в тракте ускорителя//Инженерная физика. 2023. № 12. С. 47-54.
5. Герштейн Г. М. Моделирование полей методом электростатической индукции:(Наведенного тока). – Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970.

Калаев Михаил Павлович, к. т. н., доцент, доцент каф. РЭС, sgau5@yandex.ru.

Телегин Алексей Михайлович, к. физ.-мат. н., доцент, доцент каф. РЭС, talex85@mail.ru.