

1 –линейный закон, 2 –линейный закон с ограничителем, 3 –линейный закон с релейным выходом, 4 – логический закон с релейным выходом
Рисунок 3 – График разгрузки кинетического момента

Сложность исследования и достоверность описания углового движения спутника в магнитном поле во многом определяется выбранными моделями поля и реализуемостью закона управления.

Список использованных источников

1. М.Ю. Овчинников. Магнитные системы ориентации малых спутников [Текст] / М.Ю. Овчинников, В.И. Пеньков, Д.С. Ролдугин, Д.С. Иванов. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2016. – 366 с.
2. Семкин Н.Д. Система компенсации вращательных микроускорений магнитным способом [Текст] / Н.Д. Семкин, В.Л. Балакин, К.Е. Воронов // Вестник Самарского университета №1, 2007

Рябов Виктор Дмитриевич, студент кафедры радиотехники. E-mail: 145042@students.ssau.ru

УДК 537.63

МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИМИТАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

Ю.В. Аксенова

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

Для имитации воздействия техногенных частиц существуют различные способы ускорения твердых частиц в лабораторных условиях. В современных электромагнитных установках основная энергия тратится на тепловые потери в токопроводящих элементах, попытки увеличения КПД

направлены на снижение этих потерь. Резонансный метод позволяет отодвинуть проблему тепловых потерь и необходимость применения сверхпроводников. Метод направлен на максимальное использование энергии ускорителя, позволяет отказаться от нескольких накопителей в многоступенчатых системах, за счет этого снижаются массогабаритные параметры и стоимость. Резонансный метод ускорения решает еще одну проблему современных ускорителей: необходимость разрыва больших токов силовыми ключами в момент прохождения ускоряемым объектом середины соленоида, тем самым отпадает необходимость всплесков самоиндукции в цепях рекуперации.

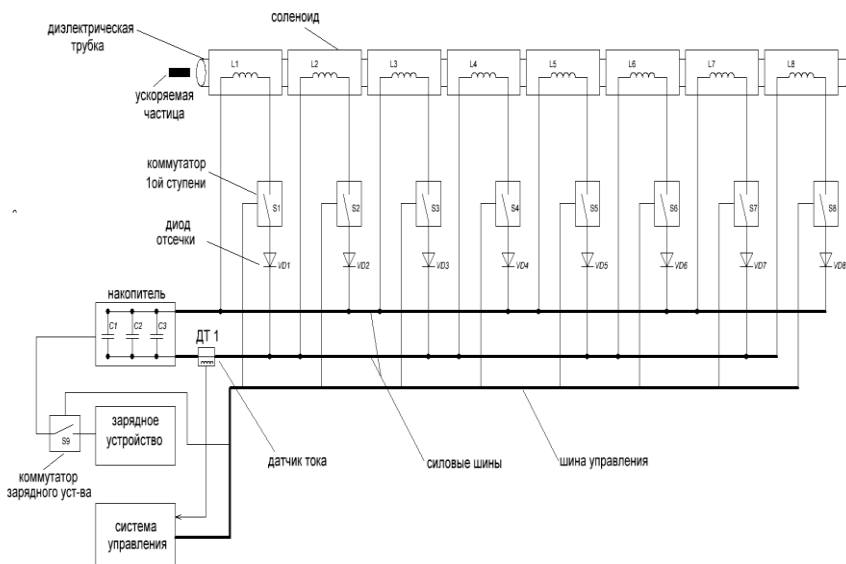


Рисунок 1- Многоступенчатый линейный стенд для имитации техногенных космических частиц

Суть метода - синхронизация процесса коммутации соленоидов с резонансным разрядом накопителя и движением объекта по тракту. В таком режиме каждый соленоид обрабатывает всю доступную в данный момент энергию накопителя, так как последний полностью перезаряжается через соленоид. Применяя многоступенчатую систему, можно добиться полного использования энергии накопителя [1], так как все ступени обрабатывают полную энергию одного накопителя.

Для анализа резонансного метода была разработана математическая модель, описывающая механику ускорения объекта, проходящего по тракту.

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{a}. dF_n = z \cdot \frac{k_r S_c \mu_0}{4} \left(\frac{\mu \cdot Ee^{\frac{R}{2L} \cdot ndt} \sin \left(ndt \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L} \right)^2} \right) \cdot n \cdot \left(\frac{x_{n-1}}{\sqrt{x_{n-1}^2 + r^2}} + \frac{(l - x_{n-1})}{\sqrt{(l - x_{n-1})^2 + r^2}} \right)}{L \cdot \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L} \right)^2}} \right); \begin{array}{l} x_n > 0,5l \quad z = -1 \\ x_n < 0,5l \quad z = 1 \end{array} \\ \dot{a}. da_n = \frac{dF_n}{m}; \\ \ddot{n}. x_n = x_{n-1} + v_{n-1} dt + \frac{da_n \cdot dt^2}{2}; \\ \ddot{a}. v_n = v_{n-1} + da_n dt; \end{array} \right.$$

По результатам моделирования получена эффективность ускорения в пределах 34% на начальных этапах оптимизации. Это выше эффективности существующих аналогов. Максимальная скорость частицы при энергии накопителя 28кДж составляет 10км/с. При дальнейшей оптимизации многоступенчатой конструкции с применением системы подзарядки накопителя в момент паузы между полуволнами тока удалось достигнуть эффективности ускорения до 60%, данный результат был получен на модели ускорителя, содержащего шесть ступеней ускорения. При увеличении числа ступеней увеличение эффективности не происходило, но конечная скорость частицы увеличивалась с каждой дополнительной ступенью.

Также была рассмотрена возможность ускорения различных ферромагнитных проводящих материалов с помощью резонансного электромагнитного ускорителя.

Список использованных источников

1. Сухачев К.И., Сёмкин Н. Д., Пияков А. В. Патент России № 2466340 С1 опубликовано 10.11.2012. Резонансный электромагнитный ускоритель.

2. Сёмкин Н.Д., Пияков А. В. и т.д. России № 2447626 С2. Ускоритель высокоскоростных твердых частиц.

Сёмкин Н. Д., Пияков А. В., Воронов К. Е., Сухачёв К. И. Резонансный метод ускорения немагнитных материалов. Вестник СГАУ, 2012 г №2 (33), стр. 126.

Аксенова Юлия Владимировна, студентка кафедры КТЭСИУ «Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева», E-mail: aksenova123a@yandex.ru