ЗАХВАТ ЭЛЕКТРОНОВ В РЕЖИМ СИНХРОННОГО УСКОРЕНИЯ В КОМБИНИРОВАННОЙ МАГНИТНОЙ ЛОВУШКЕ [[1]](#footnote-1)\*)

В.П. Милантьев

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия, [milantyev\_vp@pfur.ru](mailto:milantyev_vp@pfur.ru)

Для поддержания циклотронного резонанса электронов с волной в работах [1] было предложено использовать медленно нарастающее со временем ведущее магнитное поле. Этот механизм ускорения, названный гиромагнитным авторезонансом (ГА), был успешно реализован в комбинированной магнитной ловушке [2], представляющей собойцилиндрический резонатор моды ТЕ111, находящийся в магнитном поле пробочного типа. Теоретические исследования проводились с помощью численного моделирования в условиях, максимально приближенных к эксперименту. Вместе с тем, вопросы, связанные с особенностями захвата частиц в режим синхронного ускорения, остаются недостаточно изученными. В данной работе рассматриваются эти вопросы. Исходными являются релятивистские уравнения движения электрона в комбинированной ловушке указанного тапа, В уравнениях выделены фазы циклотронного вращения и стоячей волны и их комбинации. Получены усредненные по быстрым фазам уравнения, описывающие движение электрона в области циклотронного резонанса. Предполагается, что синхронизм электрона с волной поддерживается с помощью медленного нарастания ведущего магнитного поля в течение некоторого промежутка времени по линейному закону. Получено формальное решение усредненных уравнений, представляющее собой фактически интегральное соотношение между динамическими переменными электрона. Предполагается, что условие циклотронного резонанса выполняется в середине ловушки, где можно пренебречь пространственной зависимостью пробочного магнитного поля и поля резонатора. Получено приближенное уравнение для резонансной фазы, имеющее вид нелинейного осциллятора с двугорбой потенциальной энергией [3]. С помощью интеграла «энергии» проведен анализ фазовых траекторий с разделением захваченных и пролетных частиц при условии, что импульс электрона задан. Определены резонансные фазы в состоянии равновесия. Показано, что параметр, характеризующий темп нарастания со временем ведущего магнитного поля, должен быть существенно меньше безразмерного параметра интенсивности ускоряющей волны. Найдены приближенные условия захвата электронов в режим синхронного ускорения. Захват электронов сильно ограничен в связи с тем, что глубина потенциальной ямы в рассматриваемых условиях является сравнительно небольшой. При точном рассмотрении условий захвата необходимо самосогласованное решение полной системы уравнений движения, включающей в себя пространственные переменные, продольную и поперечную компоненты импульса и резонансную фазу. Такая задача может быть решена численными методами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-29-21041.

Литература

1. Golovanivsky K.S. Phys. Scripta. 1980, **22**, 126; IEEE Trans. Plasma Sci. 1983, **11**, 28.
2. Andreev V.V., Chuprov D.V., Ilgisonis V.I., Novitsky A.A. and Umnov A.M. Phys. Plasmas, 2017, **24**, 093518.
3. Заславский Г.М., Сагдеев Р.З. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. М.: Наука. 1988. 368 с.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Lt/en/ER-Milant'ev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)