БЕСКОНТАКТНОЕ УСКОРЕНИЕ ВТСП САБОТА В СКРЕЩЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ В PMG СИСТЕМЕ С БЕГУЩЕЙ МАГНИТНОЙ ВОЛНОЙ

Александрова И.В., Акунец А.А., Безотосный П.И., Блохин И.С., Гаврилкин С.Ю., Иваненко О.И., Корешева Е.Р., Кошелев Е.Л., Мицен К.В., Никитенко А.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Москва, Россия

Создание системы бесконтактного позиционирования и транспорта криогенной топливной мишени (КТМ) представляет собой одну из важнейших задач в общей программе лазерного термоядерного синтеза (ЛТС). Цель разработок − обеспечить сохранение качества топливного слоя при ускорении и инжекции КТМ в фокус мощной лазерной установки, или реактора ЛТС. Исследования, проводимые в Физическом институте им. П.Н.Лебедева (ФИАН), включают два основных направления по созданию гибридных систем бесконтактной доставки КТМ, основанных на эффекте квантовой левитации высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) в направляющей PMG (**p**ermanent **m**agnet **g**uideway) системе: (а) Гравитационный инжектор + PMG системы, (б) **Э**лектро**м**агнитный (ЭМ) инжектор + PMG системы.

На данный момент в ФИАН завершено создание концепции и проведены контрольные эксперименты по разработке инжектора с системой коррекции траектории сверхпроводящего носителя КТМ (или сабота) с электромагнитным запускающим импульсом. Концепция отличается от известных систем ускорения применением следующих элементов:

1. Сверхпроводящий сабот, который содержит в себе не только ускоряемый ВТСП-виток (или витки) с током, но и ВТСП-пластины, обеспечивающие стабильную левитацию сабота;
2. Левитационная (бесконтактная) система ускорения, которая содержит в себе не только ускоряющую систему коротких соленоидов для генерации бегущей магнитной волны, но и магнитный рельс (как составная часть PMG) для обеспечения левитации и стабилизации траектории ВТСП-сабота за счет пиннинг-эффекта.

В подтверждение работоспособности предложенной концепции проведен ряд исследований и получены следующие результаты:

- Моделирование: (a) вычислены ключевые параметры гибридного ЭМ инжектора с PMG системой типа «Магнитный Рельс» для различных сверхпроводящих материалов; (б) впервые показано, что при использовании ВТСП-кольца (колец) из сверхпроводника на основе MgB2 (критток Ic = 500 A) в качестве ускоряемого элемента, реакторная КТМ может достигать скорости инжекции 200 м/с при следующих условиях: внешнее ускоряющее поле - 0.25 T, ускорение - 400 g, длина ускорения - 5.0 м, сила левитации - 0.01254 Н, при высоте левитации 3 мм для ВТСП сабота на основе Gd123, и 5 мм для ВТСП сабота на основе Y123.

- Эксперимент: (a) продемонстрирована возможность использования различных импульсов движения (механический, электромагнитный и действие гравитации) для различных PMG систем; (б) продемонстрировано, при использовании бесконтактной системы «Короткий соленоид + Магнитный рельс», одновременное ускорение и левитация ВТСП сабота (выполненного из ВТСП лент на основе Gd123) при высоте левитации 3 мм.

Полученные результаты, как теоретические, так и экспериментальные, показали, что указанные ВТСП материалы могут успешно применяться при разработке и конструировании устройства бесконтактной доставки КТМ типа «ЭМ инжектор + PMG системы». Это позволит минимизировать риск разрушения топливного слоя в КТМ на этапе ее ускорения, а также обеспечит коррекцию ее траектории за счет эффекта пиннинга в ВТСП материалах.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ №15-02-02497, МАГАТЭ № 20344, а также в рамках ГЗ ФИАН и по программе Президиума РАН.