

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 537.03

DOI: 10.17223/00213411/64/1/130

В.А. РЫЖКОВ, И.Н. ПЯТКОВ, Э.В. КИБЛЕР, М.В. ЖУРАВЛЕВ, Г.Е. РЕМНЕВ

**СРАВНЕНИЕ КОЛЛЕКТИВНОГО УСКОРЕНИЯ ПРОТОНОВ И ДЕЙТРОНОВ
В ДИОДЕ ЛЮСА С ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМ АНОДОМ ***

Проведено сравнение коллективного ускорения протонов и дейтронов в одинаковой геометрии диода Люса с полиэтиленовым анодом при ускоряющем напряжении диода 250 кВ, токе и длительности импульса релятивистских электронов до 30 кА и 90 нс соответственно. Ускоряемые ионы перехватывали пластинами B_4C , BN и AlN, в которых по ядерным реакциям $^{10}B(p, \alpha)^7Be$, $^{12}C(p, \gamma)^{13}N$, $^{10}B(d, n)^{11}C$, $^{12}C(d, n)^{13}N$, $^{14}N(d, n)^{15}O$ и $^{27}Al(d, p)^{28}Al$ образовывались аналитические радионуклиды, по соотношениям активности которых определяли энергию, а по числу наведенных ядер радионуклидов определяли число ускоренных ионов. Установлено, что в одинаковых геометриях диода Люса скорости основной группы протонов и дейтронов были одинаковы в пределах погрешности измерения, а среднее количество дейтронов, ускоряемых в одном импульсе, было в среднем в 3 раза ниже чем при ускорении протонов

Ключевые слова: дейтерированный полиэтилен, изотопы водорода, радиоактивация, карбид бора.

Предложенный и реализованный Плюто А.А. с соавт. [1] подход к коллективному ускорению ионов электронным пучком из плазменного сгустка в области анода, модифицированный в дальнейшем Дж. Люсом [2] использованием диэлектрической шайбы на аноде для образования плазмы, обеспечивает достаточно высокую эффективность ускорения ионов, что может применяться для проведения прикладных исследований с такими пучками. В последующих публикациях других авторов этот подход называется диодом Люса (см., например, один из последних обзоров [3] и ссылки в нем). Этот термин используется и в данной работе. Механизм ускорения ионов в таких системах, отвечающий результатам различных экспериментальных данных, до сих пор не установлен и является предметом исследований.

Важным, в частности, для понимания того или иного механизма ускорения является установление связи максимальной энергии иона с его зарядом или с массой иона, независимо от его заряда. Для этого случая целесообразно использовать изотопы водорода: протия и дейтерия, массы которых различаются в 2 раза. Для выяснения механизма коллективного ускорения ионов в диоде Люса [2] важно определить соотношения энергий и потоков ускоренных ионов одного заряда, но разной массы, что идеально представлено для изотопов водорода: протия и дейтерия. В силу разницы масс таких изотопов водорода при одинаковой скорости протонов и дейтронов это выразится в удвоенной энергии основной группы ускоренных дейтронов по сравнению с энергией протонов.

Данный подход был использован при ускорении ионов из нейтрального газа при распространении электронного в камере дрейфа в прямых пучках [3, 4] и в диоде Люса [5]. В последнем случае источником дейтерия служил изотоп природного происхождения. Утверждалось о двухкратном превышении энергии дейтронов над протонами, т.е. одинаковой скорости их распространения. В этом случае авторы трактовали механизм ускорения ионов на фронте импульса электронного пучка. В следующей же работе [6] авторы, повторив эксперименты на другом ускорителе, пришли уже к другому выводу о возможном механизме ускорения ионов в диоде Люса. Более подробно этот факт изложен в обзоре [3].

Цель данной работы – проверка положения о коллективном ускорении ионов разной массы до максимальной энергии ионов, пропорциональной массе, а не заряду иона. Для этого нами использовалась диэлектрическая вставка с пленкой из дейтерированного полиэтилена и вставка из обычного полиэтилена.

Задачей данной работы являлась проверка тезиса, который можно кратко сформулировать как закон сохранения энергии для коллективного ускорения ионов, поскольку ополовиненное (по сравнению с протонами) количество дейтронов с удвоенной энергией приобретает от электронного сгустка ту же самую энергию. Здесь необходимо сделать поправку на то, что против как газовое загрязнение поверхности анода и катода присутствует (в виде воды или углеводородов) на

* Работа выполнена в рамках программы Повышения конкурентоспособности Томского политехнического университета.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>