



КОЛЛЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ

Авторы: А. Н. Лебедев

КОЛЛЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ заряженных частиц, основаны на непосредственном воздействии многих частиц сравнительно низкой энергии на небольшое количество ускоряемых частиц. Напр., для ускорения протонов и тяжёлых ионов могут быть использованы электроны. Перспективность метода обусловлена возможностью создания в вакууме или плазме очень сильных электрич. полей (с напряжённостью до 10^{10} В/м), рост которых в др. методах ограничивается потребляемой мощностью источника поля и опасностью электрич. пробоя. В К. м. у. пробой исключён, т. к. зона сильных полей может быть удалена от всех металлич. или диэлектрич. поверхностей и локализована в малом объёме вблизи ускоряемого и ускоряющего сгустков частиц. Использование сильных электрич. полей позволяет уменьшить размеры ускорителя на 2–3 порядка.

Первоначальная идея К. м. у. была высказана Х. [Альвеном](#) в 1940-х гг. Развитие К. м. у. началось в 1956, когда В. И. [Векслер](#), Я. Б. [Файнберг](#) и Г. И. [Будкер](#) предложили использовать собств. поля частиц для циклич. ускорения. К. м. у. казались очень перспективными, однако эксперименты группы физиков из Дубны (Векслер, В. П. Саранцев и др., опубл. в 1967) показали трудности реализации К. м. у. В этих экспериментах ускоряющий сгусток частиц представлял собой кольцевой электронный ток, перемещающийся вдоль магнитного поля вместе с захваченными ускоряемыми тяжёлыми ионами. Дальнейшее развитие этой идеи остановилось из-за трудно преодолимых проблем долговременной устойчивости такой двухкомпонентной системы.

К нач. 21 в. предложено более десятка различных К. м. у., использующих новые технич. достижения (пучки электронов относительно небольшой энергии с силой тока

до 10^7 А, компактные лазеры мощностью до 10^{12} Вт и др.). Разрабатываются К. м. у., близкие к идеям Я. Б. Файнберга о возбуждении интенсивных продольных волн сжатия и разрежения в плазме или в электронном пучке. Наиболее перспективными из этих К. м. у. представляются те, в которых используются т. н. кильватерные волны, возникающие в плазме вслед за мощным коротким импульсом электронного тока или коротким импульсом лазера. С использованием К. м. у. экспериментально получено ускоряющее поле напряжённостью более 10^9 В/м (на два порядка больше значений, получаемых др. методами). Энергия электронов, полученная с использованием К. м. у., достигает нескольких миллиардов электронвольт.

На нач. 21 в. К. м. у. не позволяют создать условия, требующиеся для проведения совр. исследований в области физики элементарных частиц. Однако развитие этого направления продолжается. Кроме того, в ходе разработки К. м. у. были получены результаты, позволившие усовершенствовать обычные методы ускорения, в первую очередь с точки зрения повышения интенсивности пучка.

Литература

Лит.: Саранцев В. П., Перельштейн Э. А. Коллективное ускорение ионов электронными кольцами. М., 1979; Лебедев А. Н., Шальнов А. В. Основы физики и техники ускорителей. 2-е изд. М., 1991.