

О выводе протонного пучка из камеры синхроциклотрона ПИЯФ с помощью изогнутого кристалла

Thursday 3 July 2025 18:00 (20 minutes)

В системе вывода ускоренного протонного пучка из синхроциклотрона ПИЯФ с энергией 1 ГэВ применяется регенеративный метод вывода. Эффективность выводной системы около 30% [1]. Не выведенный из камеры ускоренный пучок рассеивается на стенках камеры синхроциклотрона. Частота вывода ускоренного протонного пучка порядка 50 Гц. Максимальная выведенная интенсивность ускоренного пучка 1 мкА ($6 \cdot 10^{12}$ протонов в секунду).

Одной из важных задач является разработка и исследование детекторов и электроники для ядерно-физических экспериментов, которая решается с использованием тестовых пучков интенсивностью на 6-9 порядков меньше, позволяющих работать в счетном режиме. Сейчас получение таких тестовых пучков на синхроциклотроне осуществляется как путем изменения режимов ускорения синхроциклотрона, так и многоступенчатым коллимированием интенсивного выведенного пучка. В результате практически весь ускоренный и выведенный пучок гасится в веществе камеры и коллиматоров, производя радиационный фон. Режимы работы ускорителя с малыми интенсивностями ($10^3 \div 10^6$ протонов в секунду) являются «экзотическими», требуют сложной настройки и повышенного внимания. Вывод пучка из синхроциклотрона с помощью изогнутого кристалла позволит уменьшить интенсивность выведенного пучка до требуемой, существенно снизить радиационные потери в камере, коллиматорах и трактах транспортировки.

Для осуществления вывода протонного пучка с помощью изогнутого кристалла необходимо остановить ускоренный протонный пучок на радиусе до области действия регенератора, после чего с помощью изогнутого кристалла, помещенного в протонный пучок, отклонить пучок на такой угол, чтобы он за несколько оборотов (регенеративный вывод) или за один оборот попал в выводной магнитный канал.

Экспериментальные исследования поведения протонного пучка в камере ускорителя показали, что при прерывании ускорения на $R=309$ см пучок из камеры не выводится и существует в камере не менее 4,5 секунд.

Предварительные расчеты показали, что с этого радиуса возможен вывод каналированного кристаллом протонного пучка как с использованием регенеративной системы вывода, так и без нее. В первом случае нужен изгиб кристалла порядка 10 миллирадиан, во втором случае - более 20 миллирадиан. Прототипы изогнутых кристаллов на угол до 4 миллирадиан разработаны и исследованы в [2]. Кристаллы с большими углами изгиба находятся в стадии изучения.

Изменяя радиальное и угловое положение кристалла можно плавно менять интенсивность выведенного протонного пучка в необходимых пределах.

Кристаллический вывод способен улучшить инфраструктуру пучков на синхроциклотроне ПИЯФ.

1. Н.К. Абросимов, Создание и дальнейшее усовершенствование синхроциклотрона на энергию 1 ГэВ ПИЯФ РАН, ПИЯФ РАН: д.т.н. диссертация (2004).
2. Д.А. Амерканов и др., Письма в ЖЭТФ том 118, вып. 8, с. 551 –556.

Primary author: Др ИВАНОВ, Юрий М. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ)

Co-authors: ИЛАТОВСКИЙ, Алексей В. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ); АМЕРКАНОВ, Дмитрий А. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ); Др ИВАНОВ, Евгений М. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ); ИВАНОВА, Полина Ю. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ); Др АРТАМОНОВ, Станислав А. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ)

Presenter: Др ИВАНОВ, Юрий М. (Петербургский институт ядерной физики НИЦ КИ)

Session Classification: 3. Modern methods and technologies of nuclear physics

Track Classification: Section 3. Modern methods and technologies of nuclear physics.