

Испытания прототипа импульсного магнита источника позитронов для форинжектора ВЭПП-5

Р.М. Лапик, П.В. Мартышкин

Институт ядерной физики им. Г.И.Буджера РАН, Новосибирск, Россия

Введение

Позитроны, рождающиеся в материале конверсионной мишени, имеют большие поперечные углы и широкое энергетическое распределение. Для собирания позитронов необходимо использовать согласующее устройство, создающее сильное продольное магнитное поле. Такие поля могут быть получены только в импульсном режиме. Это устройство предназначено для формирования сильного импульсного магнитного поля (около 100 кГс) с использованием емкостного накопителя энергии.

1. Конверсионная мишень

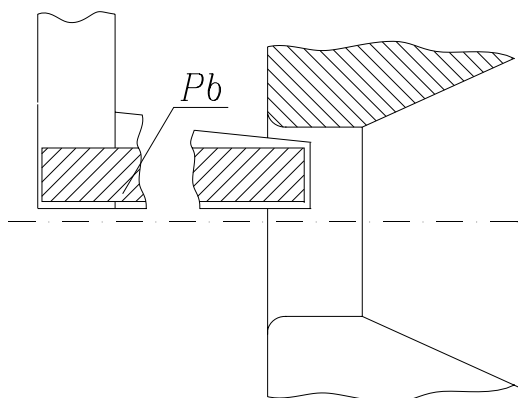


Рис. 1: Общий вид капсульной свинцовой мишени и ее расположение относительно согласующего устройства — импульсного магнита.

Для предотвращения теплового повреждения конверсионной мишени обычно используют вращающиеся вольфрамовые мишени с их принудительным охлаждением [2]. Для загрузки насыщенности конверсионного узла разными элементами было решено использовать стационарную свинцовую мишень капсульного типа (рис. 1). В результате тепловыделений в веществе мишени свинец будет находиться в жидкой фазе. Использование такой мишени позволяет поместить мишень в максимум импульсного поля и не требует дополнительного охлаждения конверсионной мишени.

2. Импульсный магнит

Позитронный сгусток, вылетающий из конверсионной мишени, имеет большой эмиттанс и широкое энергетическое распределение (от нескольких МэВ до нескольких десятков МэВ). Импульсный магнит создает адиабатически спадающее продольное магнитное поле с требуемым профилем вдоль оси. Магнит расположен сразу же за конверсионной мишенью и является короткофокусной аксиально-симметричной магнитной линзой.

Для проведения измерения магнитного поля данного устройства был изготовлен его прототип, который представляет собой одновитковый медный соленоид с внутренним коническим сечением. Поперечное сечение данного прототипа импульсного магнита представлено на рис. 2. Длина магнита составляет 75 мм, угол раскрыва внутреннего конического сечения 45° , минимальный диаметр прототипа 4 мм.

Прототип магнита запитывается полусинусоидальным импульсом тока 75 кА, при этом максимальное значение магнитного поля составляет примерно 100 кГс. Распределение создаваемого продольного магнитного поля на оси приведено на рис. 3. Энергетический запас магнитного поля во внутренней конической области устройства составляет примерно 10 Дж.

После проведения ряда измерений минимальный диаметр был увеличен до 5 мм, после чего измерения были повторены. Профиль продольного поля в последнем случае несколько отличается от предыдущего (см. рис. 3). Для получения предыдущего значения максимального магнитного поля 100 кГс потребовался импульсный ток в 100 кА, что на 20% больше, чем в первом случае.

При проведении испытаний в обоих случаях использовался полусинусоидальный импульс тока длиной 20 мкс. Прототип находился на воздухе и за $2 \div 3$ часа работы в режиме 50 импульсов за секунду нагревался на $40 \div 50^\circ\text{C}$. Энергоемкость конденсаторной батареи в обоих случаях в три раза больше энергии запасенной магнитным полем во внутренней конической полости прототипов.

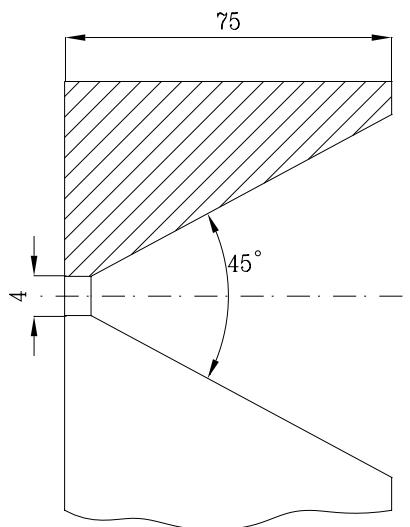


Рис. 2: Поперечное сечение прототипа импульсного магнита.

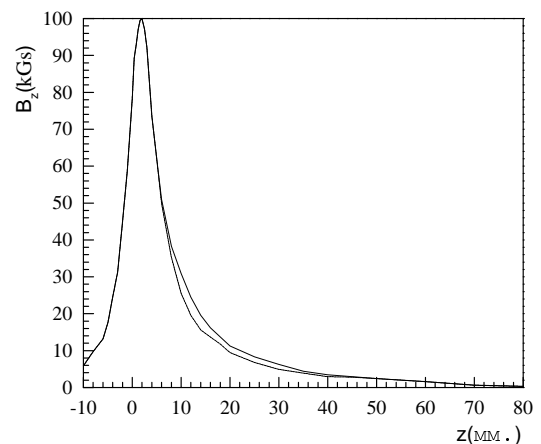


Рис. 3: Профиль продольного магнитного поля вдоль оси прототипа. Сплошная линия — 5 мм, пунктир — 4 мм.

Заключение

Проведенные испытания обоих прототипов импульсного магнита совместно с мишенью продемонстрировали возможность технической реализации подобной схемы конверсионного узла. В ходе испытаний стало ясно, что достижение еще большего максимального значения магнитного поля (вплоть до 150 кГс) с режимом работы 50 импульсов в секунду является вполне технически возможным.

Список литературы

- [1] GEANT — Detector Description and simulation Tool. CERN, Geneva 1993.
- [2] Stan Encklud Positrons for linear colliders. SLAC-PUB-4484, November 1987(M).