

УДК 621.384.6

ИНЖЕКТОР ПОЗИТРОНОВ ДЛЯ НАКОПИТЕЛЯ LEPTA

*В. Ф. Быковский, А. Г. Кобец, Ю. В. Коротаев, В. Н. Малахов,
И. Н. Мешков, В. Н. Павлов, И. А. Селезнев, А. О. Сидорин,
В. Г. Шмаровоз, С. Л. Яковенко*

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

В ОИЯИ ведется наладка инжектора монохроматических позитронов для накопителя низкоэнергичных позитронов LEPTA. Источником позитронов служит радиоактивный источник ^{22}Na . Позитроны на его выходе замедляются в твердой мишени. В качестве замедлителя используется замороженный неон. Для этих целей собрана система криогенного охлаждения источника и линия подачи замедлителя. Отлажен метод регистрации медленных позитронов. Проведены первые эксперименты с замороженным замедлителем. Получен непрерывный пучок медленных позитронов со средней энергией 1,2 эВ и шириной спектра 1 эВ.

An injector of the monochromatic positrons for accumulator LEPTA is being tested at JINR. The positron injector is based on ^{22}Na radioactive source. Positrons from the source are moderated in the solid target. Solid neon is chosen as moderator. For these goals the cryogenic system of the source and neon feed line has been constructed. The low energy positron registration method has been tuned. The first experiments with the solid moderator have been performed. A slow positron beam at average energy 1.2 eV and width of the spectrum 1 eV has been obtained.

ВВЕДЕНИЕ

В ОИЯИ ведется наладка инжектора монохроматических позитронов для накопителя низкоэнергичных позитронов LEPTA [1–3]. Инжектор позитронов (рис. 1) [4] базируется на радиоактивном источнике и состоит из двух основных элементов: источника позитронов и позитронной ловушки. В источнике позитронов формируется непрерывный монохроматичный пучок позитронов низкой энергии. Эмиттером позитронов служит таблетка β^+ -активного изотопа ^{22}Na . Позитроны с энергией до 0,54 МэВ замедляются до тепловых скоростей в замедлителе. В качестве замедлителя используется неон, который намораживается на коническую подложку, охлажденную до температуры в несколько градусов Кельвина. Такая технология позволяет достигнуть эффективности преобразования высокоэнергичных позитронов в тепловые порядка 1% [5]. Сформированный непрерывный пучок позитронов через канал транспортировки попадает в ловушку, где накапливаются позитроны. После накопления сгусток позитронов импульсно инжектируется в накопитель по каналу инъекции. Проходя канал инъекции, позитроны ускоряются до энергии 10 кэВ. Параметры инжектора приведены в таблице.

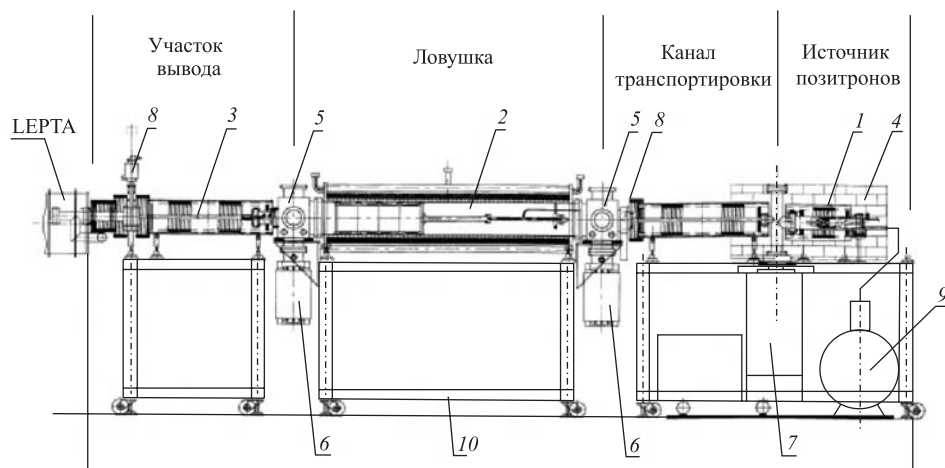


Рис. 1. Инжектор позитронов низкой энергии: 1 — источник позитронов; 2 — позитронная ловушка; 3 — участок инжекции позитронов в накопитель; 4 — радиационная защита; 5 — вакуумный пост; 6 — магниторазрядный насос; 7 — турбомолекулярный насос; 8 — шиббер; 9 — сосуд Дьюара; 10 — опора

Параметры инжектора

Длина, м	6,2
Энергия инжекции, кэВ	10,0
Продольное магнитное поле, Гс	400
Продольное магнитное поле в ловушке, Гс	1500
Давление остаточного газа, Торр	$1 \cdot 10^{-9}$
Радиус позитронного пучка, см	0,5
Время накопления, с	100
Длительность импульса инжекции, нс	300
Число позитронов в импульсе	$1 \cdot 10^8$
Продольный разброс по импульсу	$1 \cdot 10^{-4}$

1. ИСТОЧНИК ПОЗИТРОНОВ

Для настройки источника позитронов создан стенд «Источник позитронов» (рис. 2). В качестве источника позитронов используется тестовый изотоп ^{22}Na активностью 100 мкКи. Собрана и испытана схема регистрации медленных позитронов (рис. 3). Внутри вакуумной камеры находится источник позитронов и микроканальная пластина (МКП) для их регистрации. Между ними устанавливается заслонка, предотвращающая прямое попадание быстрых позитронов на МКП. Вакуумная камера помещена в продольное магнитное поле. Катушки коррекции располагаются до и после заслонки. Они формируют «слалом» — конфигурацию магнитного поля, благодаря которой медленные позитроны огибают препятствие. Перед МКП расположен энергоанализатор. Кроме того, снаружи вакуумной камеры расположен гамма-детектор, регистрирующий гамма-кванты



Рис. 2. Стенд «Источник позитронов»

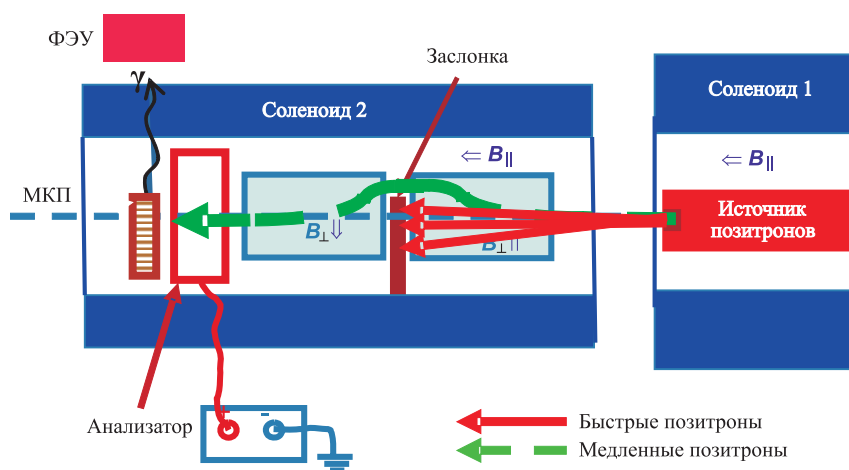


Рис. 3. Схема регистрации медленных позитронов

от распада позитронов на МКП. Откалиброванный по схеме совпадения, гамма-детектор позволит в последующем обойтись без микроканальной пластины.

На стенде ведутся испытания криогенной системы источника позитронов: через теплообменник пропускается жидкий гелий, охлаждающий подложку, на которую намораживается замедлитель [4]. После достижения стационарного режима охлаждения подложки на нее через систему сопел подается неон. При достижении минимальной температуры подложки 6,945 К давление насыщенных паров неона не превышает 10^{-9} Торр (ниже

давления в вакуумной камере), что позволяет полностью конденсировать на подложку весь поступающий в систему неон. Это подтверждено датчиком давления в системе, показания которого не менялись при процедуре напуска неона. По расходу неона можно контролировать слой замедлителя. Получен непрерывный пучок медленных позитронов с интенсивностью $1,5 \cdot 10^3$ позитронов, со средней энергией 1,2 эВ и шириной спектра 1 эВ. Ведутся эксперименты по оптимизации толщины замедлителя.

2. ПОЗИТРОННАЯ ЛОВУШКА

Собрана вакуумная камера позитронной ловушки (см. рис. 4) и проведено ее испытание. Проведены магнитные измерения магнитного поля соленоида ловушки. Измеренная



Рис. 4. Позитронная ловушка

максимальная неоднородность магнитного поля составила 10^{-2} , а в области накопления позитронов — 10^{-3} . Такая точность позволяет накапливать позитроны без существенных потерь. Установлена тестовая электронная пушка для проведения испытания ловушки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изготовлены основные узлы инжектора. Проведен монтаж источника позитронов и позитронной ловушки, начато их тестирование. Отлажена диагностическая аппаратура. Проведены первые эксперименты по наморозке замедлителя. Впервые на стенде «источник позитронов» получен монохроматичный поток медленных позитронов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 05-02-16320.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Meshkov I. N., Sidorin A. O. // Nucl. Instr. Meth. A. 1997. V. 391.*
2. *Антропов В. и др. // Proc. of EPAC. Paris, 2002. P. 1103–1105.*
3. *Антропов В. и др. // АЭ. 2003. Т. 94, вып. 1. С. 54–57.*
4. *Антропов В. и др. // Там же. С. 68–70.*
5. *Jørgensen L. V. et al. // Mat. Sci. Forum. 2001. V. 634. P. 363–365.*