

УДК 537.533

## Протонно-ионный линейный ускоритель ИЛУ-9

В. Г. Абдульманов, Н. И. Алиновский, В. Л. Ауслендер,  
А. Ф. Байдак, А. Д. Панфилов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

**Импульсный высокочастотный линейный ускоритель ИЛУ-9 может ускорять протоны до энергии 2,0 МэВ и ионы — до энергии 5,8 МэВ при  $Z/A = 0,5$ .**

Описан импульсный протонно-ионный высокочастотный линейный ускоритель ИЛУ-9 (рис. 1) с энергией ускоренных протонов по основному каналу 2,9 МэВ и с возможностью ускорения до энергии 5,8 МэВ ионов с  $Z/A = 0,5$ .

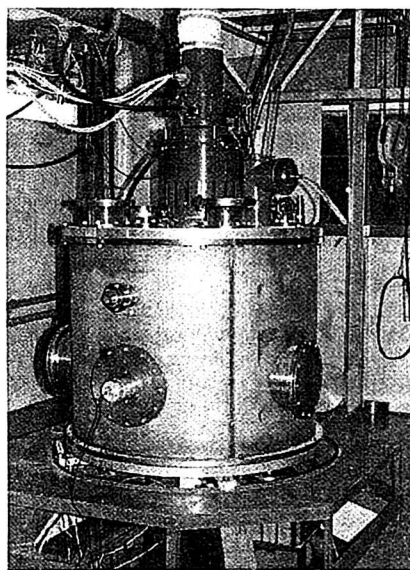


Рис. 1. Общий вид ускорителя ИЛУ-9

Схема ускорителя представлена на рис. 2. Основу его составляет высокочастотный резонатор, выполненный в виде закороченной на одном конце противофазно возбуждаемой четвертьволновой несимметричной экранированной двухпроводной коаксиальной линии 1, а на другом конце нагруженной емкостью дрейфовых трубок 2. Диаметр внешнего экрана 3 — 1100 мм, высота — 920 мм. Основной канал ускорения

содержит восемь ускоряющих зазоров и шесть дрейфовых трубок с длинами, определяемыми темпом ускорения. Предусмотрен дополнительный канал ускорения с тремя дрейфовыми трубками 4 при повороте пучка на  $270^\circ$  с помощью системы поворотных магнитов. При этом энергия протонов достигнет 4,9 МэВ, а ионов — 9,8 МэВ с  $Z/A = 0,5$ . Средняя напряженность электрического поля принята одинаковой для всех ускоряющих зазоров (что обеспечивается соответствующим выбором конструктивных параметров двухпроводной линии) и составляет 150 кВ/см при ускорении ионов с  $Z/A = 0,5$ . В ускорителе используется фазопеременная фокусировка. Резонансная частота резонатора 42,66 МГц; добротность  $7 \cdot 10^3$ ; эффективное шунтовое сопротивление 30 МОм/м; импульсная мощность возбуждения 1,2 МВт.

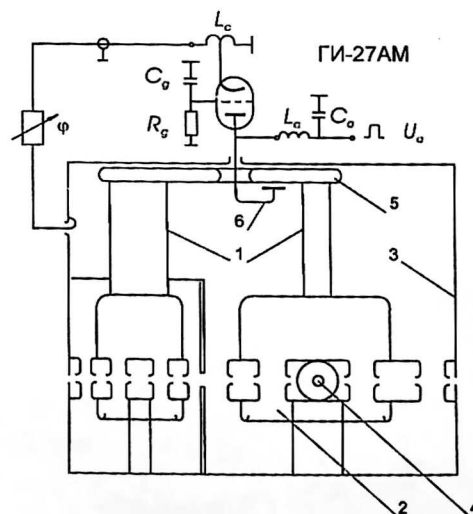


Рис. 2. Принципиальная схема ускорителя

Двухпроводная линия изолирована от внешнего экрана и находится под постоянным потенциалом 7 кВ для подавления низковольтного резонансного высокочастотного разряда (РВР). Напряжение смещения подается в точку минимума высокочастотного напряжения в середине закорачивающего диска 5.

При расчетах динамик движения частиц использовалось экспериментально измеренное методом пробного тела распределение электрического поля на оси ускоряющих зазоров. Ожидаемый эмиттанс ионного пучка ИЛУ-9 составляет  $10^{-3}$  см·рад.

Резонатор возбуждается от однокаскадного автогенератора на лампе ГИ-27АМ при внешней обратной связи через резонатор. Автогенератор расположен непосредственно на резонаторе и связан с ним с помощью индуктивной петли без применения промежуточного фидера.

Катодный контур для согласования входного сопротивления лампы с волновым сопротивлением кабеля обратной связи выполнен в виде высокочастотного ферритового автотрансформатора  $L_0$  (см. рис. 2) с коэффициентом трансформации  $K_{tr} = 1:2$ . Кольцевой ферритовый сердечник охвачен объемным витком обмотки, середина которого соединена непосредственно с выводом катода лампы, а на его начало через фазовращатель тромбонного типа подается напряжение возбуждения с петли обратной связи. Настройка катодного контура осуществляется с помощью внешнего магнитного поля, налагаемого на ферритовый сердечник. Магнитное поле

создается электромагнитом, между полюсами которого размещен катодный контур. Применение указанной конструкции одновременно решает несколько задач, а именно: уменьшаются габаритные размеры катодного контура, выполняются условия согласования низкого входного сопротивления лампы с волновым сопротивлением фидера обратной связи и, наконец, осуществляется бесконтактная настройка контура на частоту резонатора.

### Заключение

При испытании на стенде был получен пучок протонов с энергией 2,9 МэВ и импульсным током 2 мА при разбросе энергии  $\leq \pm 0,25\%$  при фазовом угле захвата  $40^\circ$ .

При установке на ускорителе группирователя со стороны инжекционного канала угол захвата вырастает приблизительно в пять раз, а импульсный ток ускоренных протонов — соответственно, до 10 мА при том же энергетическом разбросе.

Данный ускоритель может быть использован как инжектор в ионных ускорительных комплексах\*.

\* Абдульманов В. Г., Авербух И. И., Ауслендер В. Л. и др. Ускорительный комплекс синхротрона Б-5 Радиового института: Тр. XII Всес. совещ. по ускорителям заряженных частиц. — Дубна, 1992. Т. 2. С. 106.

## ILU-9 proton and ion linac

V. G. Abdulmanov, N. I. Alinovsky, V. L. Auslender, A. F. Baidak, A. D. Panfilov  
Budker Institute for Nuclear Physics, Novosibirsk, Russia

*The ILU-9 pulse high-frequency linac can accelerate protons up to energy of 2.0 MeV and ions up to energy of 5.8 MeV at  $Z/A = 0.5$ .*

\* \* \*