

С3456

Б-399

2535 / 2-76

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



5/вк-78
9 - 9592

Ю.Д.Безногих, Л.П.Зиновьев, И.И.Карпов,
В.А.Мончинский, В.А.Попов

О ПОВЫШЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ
УСКОРЕННЫХ ПУЧКОВ ЯДЕР
В ПРОТОННЫХ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЯХ

1976

9 - 9592

Ю.Д.Безногих, Л.П.Зиновьев, И.И.Карпов,
В.А.Мончинский, В.А.Попов

О ПОВЫШЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ
УСКОРЕННЫХ ПУЧКОВ ЯДЕР
В ПРОТОННЫХ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЯХ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В настоящее время в связи с развитием релятивистской ядерной физики протонные синхротроны на высокие энергии широко используются для ускорения не только ядер водорода, но и других, более тяжелых ядер с отношением $\frac{e}{m} = \frac{1}{2} / 1, 2, 4/$.

При этом в качестве инжектора ядер используют существующие протонные инжекторы /линейные ускорители/, которые в этом случае настраивают в режиме двойной кратности дрейфа ускоряемых частиц на периоде ускорения $L = \beta \lambda / 3/$. Один из основных недостатков этого режима инжектора заключается в том, что для получения резонансного захвата частиц в ускорение необходимо уменьшить скорость частиц на входе в линейный ускоритель в два раза по сравнению с протонным режимом. Это достигается двукратным снижением ускоряющего напряжения на ускорительной трубке форинжектора. Естественно, что при этом не только существенно ухудшается эмиттанс пучка ядер, поступающих на вход линейного ускорителя, но и уменьшается абсолютная величина импульса тока пучка, инжектируемого на вход линейного ускорителя, по сравнению с таким режимом, когда используется номинальное напряжение на ускорительной трубке форинжектора.

Таким образом, для того, чтобы протонный линейный ускоритель являлся высокоэффективным инжектором ядер, необходимо в режиме ускорения ядер выполнить условие сохранения номинального уровня ускоряющего напряжения на ускорительной трубке форинжектора.

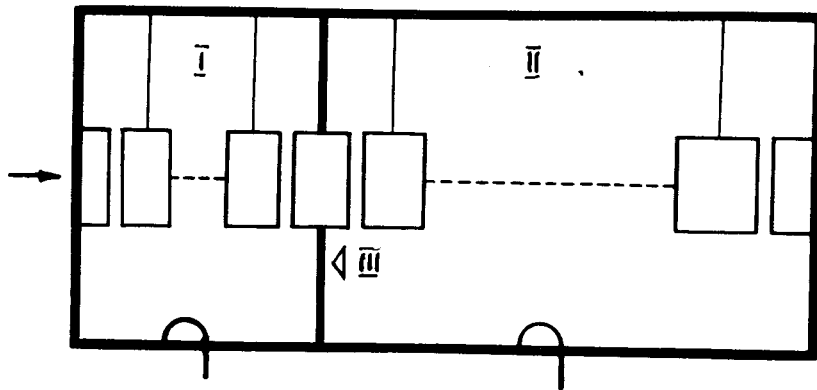


Схема установки металлической перегородки в линейном ускорителе.

Этому требованию будет удовлетворять линейный ускоритель протонов, резонатор которого конструктивно выполнен так, как это показано на рисунке, где I - первый отсек резонатора, II - второй отсек резонатора и III - сплошная металлическая перегородка. Причем металлическая перегородка устанавливается посередине такой трубки дрейфа, чтобы при отсутствии ускоряющего ВЧ поля в I отсеке выполнялось условие $U_{\text{фор.ядер}} \approx U_{\text{фор.прот.}}$, т.е. напряжение на ускоряющей трубке форинжектора при ускорении ядер примерно равнялось бы номинальному напряжению на ней в режиме ускорения протонов. Таким образом, при ускорении пучка ядер первый отсек резонатора не возбуждается ВЧ полем. Последовательность трубок дрейфа с квадрупольями этого отсека используется при этом для транспортировки пучка, поступающего из форинжектора, и для согласования этого пучка со входом второго отсека резонатора. Резонансное ускорение частиц на второй кратности дрейфа начинается с первого ускоряющего промежутка II отсека резонатора, в котором ускоряющее поле возбуждается обычным порядком. Выполнение условия $U_{\text{фор.ядер}} \approx U_{\text{фор.прот.}}$ приводит к улучшению эмиттанса пучка, инжектируемого на вход линейного ускорителя, увеличению его интенсивности и соответственно увеличению интенсивности ускоренного пучка ядер на выходе ускорителя.

В режиме ускорения протонов такой ускоритель работает как обычная двухрезонаторная система, каждый отсек резонатора возбуждается отдельно, и ускоряющие поля в этих отсеках фазируются между собой известными методами.

Таким образом, протонный линейный ускоритель, модифицированный указанным выше способом, удовлетворяет следующим требованиям.

1. Сохраняется легкость технической перестройки режимов ускорения протонов и ядер.
2. При работе в режиме ускорения протонов ускоритель не теряет своих свойств и эффективности.
3. При ускорении ядер за счет сохранения значения ускоряющего напряжения на ускоряющей трубке форинжектора возрастает интенсивность ускоренного пучка ядер на выходе ускорителя.

Рассмотренная выше модификация начальной части резонатора протонного линейного ускорителя была произведена на ЛУ-20 - инжекторе синхрофазотрона ОИЯИ. Сплошная медная перегородка была установлена посередине шестой трубки дрейфа. Напряжение на ускоряющей трубке форинжектора при ускорении ядер стало равно 630 кВ/номинальное напряжение на ускоряющей трубке форинжектора при ускорении протонов для ЛУ-20 равно 600 кВ/. При этом интенсивность ускоренного пучка дейтронов и α -частиц на выходе ЛУ-20 /по сравнению с прежним режимом/ возросла соответственно в 3 и 5 раз и стала равна: $J_d = 6 \text{ мА/имп.}$ и $J_\alpha = 100 \text{ мкА/имп.}$, что привело к соответствующему увеличению интенсивности ускоренного пучка в кольце синхрофазотрона.

Литература

1. Ю.Д.Безногих и др. Режим ускорения d и He в синхрофазотроне ОИЯИ до импульсов 11 и 22 ГэВ/с. ПТЭ, №4 /1969/.
2. H.H.Grunder et al. LBL-376, September 20, 1971.
3. Th.Sluyters. Preprint CERN, 64-22, Geneve, 1964.
4. E.D.Courant. United States Patent. Office, 3, 374,378. Patented, Mai 19, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 марта 1976 года.