

О НЕКОТОРОЙ ВОЗМОЖНОСТИ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПУЧКОВ ОТ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНОВ

Л.Е.Лазарева

Современные ускорители вместе с системой разводки пучков, определяющей организацию экспериментов на ускорителе, и измерительной аппаратурой представляют дорогостоящие сооружения. Поэтому вопрос об эффективном использовании ускорительных установок является весьма актуальным.

На рис. 1 приведена принципиальная схема линейного ускорителя электронов, являющаяся стандартной независимо от энергии E_0 , до которой ускоряются электроны. Так как электроны достигают 0,99 скорости света уже при энергии ~ 3 Мэв, инжекционная часть, состоящая из электронной пушки, группирователя и короткого группирующего волновода с переменной структурой, составляет очень незначительную часть ускорителя. Таким образом линейный ускоритель электронов практически целиком состоит из совершенно идентичных ускоряющих секций с постоянной структурой.

Если ускоритель не является инжектором для другой машины, а используется для ядерных исследований, то энергия ускорения должна изменяться в широком диапазоне. На небольших ускорителях ($E \leq 100-150$ Мэв) как правило используют только "прямой" пучок, выходящий на конце ускорителя, и энергию пучка варьируют, изменяя СВЧ мощность, подводимую к секциям. На больших ускорителях на сотни Мэв и более, чтобы иметь возможность работать в различных диапазонах энергии, кроме прямого пучка обычно используют также пучки электронов, выведенные с части ускорителя¹⁾.

С точки зрения эффективности использования ускорителя такая организация работы не является оптимальной. При проведении измерений на пучке, выведенном с части ускорителя, вторая часть ускорителя просто не используется. При уменьшении энергии электронов на прямом пучке либо часть секций выключается и также не участвует в процессе ускорения, либо секции работают, не используя всей мощности СВЧ.

Эффективность использования ускорителя можно существенно повысить следующим образом (рис. 2). Так как все ускоряющие секции имеют одинаковую структуру, пучок электронов от инжекционной секции может быть введен в любую секцию по длине ускорителя, т. е. любая группа секций может работать как самостоятельный ускоритель. Если

¹⁾ Например, на линейном ускорителе $E_0 = 600$ Мэв в Сакле имеется зал низких энергий, в который выводится пучок электронов с энергией $E_0 = 200$ Мэв.

установить дополнительные инжекторы, чтобы инжектировать электроны в любую из i -й группы секций, разделенных магнитными системами для вывода пучка, то ускоритель может работать как несколько независимых ускорителей. Пучки электронов, получаемые одновременно с различных участков ускорителя, могут при этом иметь максимальную интенсивность I_0 , не зависящую от условий работы другой части ускорителя.

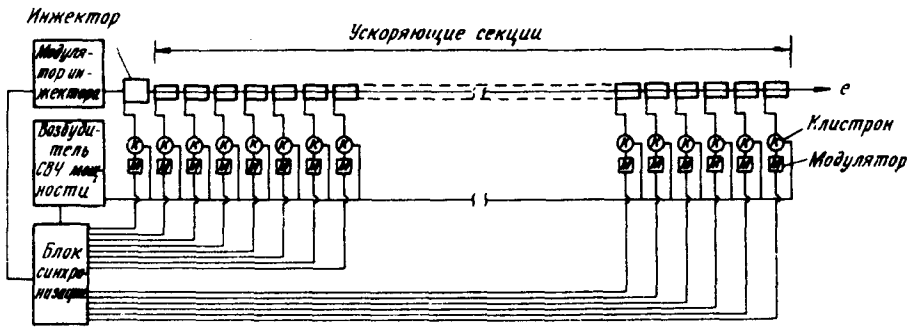


Рис. 1. Принципиальная схема линейного ускорителя электронов

Инжектирование электронов и вывод пучков в нескольких местах вдоль ускорителя дает ряд новых возможностей, которые следует учитывать при проектировании новых ускорителей.

1. Ускорительная установка такого типа превращается как бы в центр электронных исследований, располагающий некоторым парком электронных ускорителей на различные энергии¹⁾. Суммарное время работы на различных пучках при этом может значительно превышать время работы ускорителя.

2. Экономия, получаемая при таком использовании ускорителя, значительно превышает затраты на установку дополнительных инжекторов и сооружение дополнительных залов для выведенных пучков.

3. Так как на небольших ускорителях обычно одновременно выполняются несколько работ, для которых нужны различные энергии, такая система должна быть эффективна также и для малых ускорителей, начиная с 50 – 100 Мэв.

4. Наличие одновременно нескольких интенсивных пучков с энергиями $\sim E_0 \cdot \frac{1}{3}$, $E_0 \cdot \frac{1}{4}$ позволит без ущерба для основных исследований широко привлекать группы, занимающиеся прикладными задачами.

¹⁾ Например, при разделении ускорителя на три равные части: 3 ускорителя на энергию $E_0 \cdot \frac{1}{3}$; 2 ускорителя на энергию $E_0 \cdot \frac{1}{3}$ и $E_0 \cdot \frac{2}{3}$; 1 ускоритель на энергию E_0 .

Выбор конкретного типа инжектора может иметь различные решения. Целесообразным кажется использовать для этой цели короткие инжекторные секции на энергию $\sim 2 - 3 \text{ МэВ}$. Наиболее простой, дешевой и надежной может оказаться система инжекции, предложенная в работе [1] (пушка и ускоряющий резонатор).

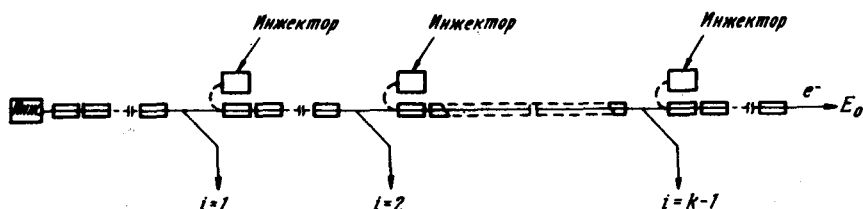


Рис. 2. Предлагаемая схема, обеспечивающая более эффективное использование ускорителя

Следует отметить, что возможность инжектировать электроны в любом зазоре между секциями могла бы дать наилучшее решение для проблемы изменения энергии пучков ускорителя. Очень удобным для этой цели мог бы оказаться прозрачный инжектор, обсуждаемый в ускорительной технике в связи с линотроном.

Автор выражает свою глубокую благодарность В.А.Балицкому и Р.М.Воронкову за полезную дискуссию вопросов, обсуждаемых в статье.

Институт ядерных исследований
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
17 июля 1974 г.

Литература

[1] В.А.Бойко, Р.М.Воронков, В.А.Даниличев. ЖТФ, 44, 888, 1974.