

## РЕЗОНАТОРНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ С СИЛОВОЙ ЕМКОСТНОЙ СВЯЗЬЮ И ВСТРОЕННОЙ ГЕНЕРАТОРНОЙ ЛАМПОЙ

В.С.Панасюк, Ю.К.Самошенков, М.Ф.Симановский, В.В.Филимонов

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
оптико-физических измерений, Москва

С.А.Иванов, Н.Н.Потрахов

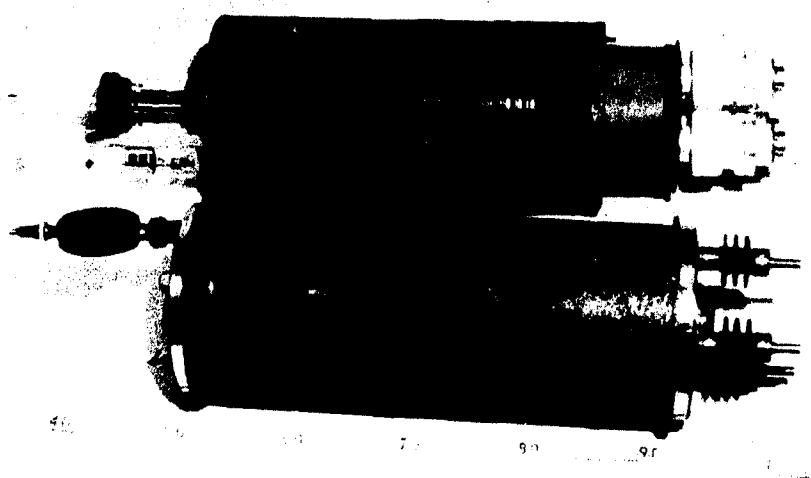
Ленинградский электротехнический институт

В резонаторных ускорителях заряженных частиц, предназначенных для использования в прикладных целях, часто генераторные лампы и ускоряющий резонатор объединяют в единую конструкцию. В подобных ускорителях с успехом может использоваться силовая емкостная связь генераторной лампы с ускоряющим резонатором. Особенности и достоинства силовой емкостной связи были исследованы на целом ряде электронных и ионных ускорителей /1-3/. Было показано, что применение силовой емкостной связи позволяет упростить конструкцию и увеличить надежность работы ускорителей.

В системах с силовой емкостной связью в резонатор вводится специальный конденсатор связи, к которому непосредственно подключается анод генераторной лампы /1-3/. При этом в резонаторе появляется дополнительный высоковольтный вакуумно-плотный изолятор, эквивалентный анодному изолятору генераторной лампы. С точки зрения электродинамических параметров в такой системе образуется паразитный контур, состоящий из распределенных реактивностей анодного вывода генераторной лампы и системы ее крепления. Резонансная частота этого контура оказывается на уровне нескольких сотен МГц /1-3/, что ограничивает возможность уменьшения габаритов ускорителя путем увеличения его рабочей частоты.

Как указывалось ранее, дальнейшим развитием систем с силовой емкостной связью может быть вариант, в котором генераторная лампа вносится в вакуумный объем ускоряющего резонатора /2,3/. При этом конструкция ускорителя упрощается за счет совмещения функций многих элементов лампы и резонатора. В частности, вместо двух высоковольтных изоляторов - лампы и резонатора - остается только один, рассчитанный, как и прежде, на напряжение анодного питания лампы и изолирующий одновременно от корпуса анод лампы и внутренний электрод резонатора. Функции конденсатора связи в этой конструкции может полностью или частично выполнять емкость между анодом и сеткой генераторной лампы - с дисковыми или коаксиальными электродами - паразитный контур представляет собой соответственно радиальную или коаксиальную линию, образованную анодом и сеткой лампы. При использовании лампы, рассчитанной на рабочую частоту ускорителя, резонансная частота этого контура заведомо оказывается в несколько раз выше рабочей (в противном случае лампа не могла бы работать на этой частоте). Тем самым практически снимаются ограничения на выбор рабочей частоты ускорителя.

На практике изложенная конструктивная схема может с успехом использоваться как в малогабаритных установках, так и в системах с повышенной средней мощностью. Действительно, значительное повышение рабочей частоты ускорителя приводит к пропорциональному уменьшению его габаритов и от части массы. При этом могут быть получены максимальные ускоряющие напряжения до нескольких



Внешний вид отпаянного ускорителя со встроенной генераторной лампой (внизу) и отпаянного резонатора с тремя навесными генераторными лампами аппарата "Пифон" (вверху).

мегавольт в единичном резонаторе при весьма скромных габаритах и массе – порядка  $\varnothing 300 \times 600$  мм и 20+30 кг. Такие установки могут с успехом использоватьсь в качестве портативных генераторов тормозного излучения для целей дефектоскопии. Отметим, что при этом они будут иметь значительное преимущество перед серийными аппаратами (в которых максимальное ускоряющее напряжение не превышает 420 кВ при массе порядка 50+100 кг и сопоставимой средней мощности). В то же время задача повышения ускоряющего напряжения в портативных аппаратах – дефектоскопах является в настоящее время весьма актуальной и до сих пор не решена в полном объеме /2/.

Практические исследования изложенной схемы были проведены на резонаторном ускорителе электронов с отпаянным ускоряющим резонатором. Резонатор – коаксиального типа, полуволновый и состоит из двух четвертьволновых резонаторов, электродинамически связанных через емкость ускоряющего зазора. Во внутренний электрод одного из резонаторов встроен анод генераторной лампы, а катодно-сеточный узел установлен на соответствующей торцевой стенке резонатора. На торце этого же электрода закреплена вольфрамовая мишень, а в другой электрод встроена управляемая электронная пушка. Внутренний электрод, несущий мишень и анод лампы, охлаждается водой, которая подводится по медным трубкам. Эти трубы являются одновременно цепью подвода анодного питания к лампе (18 кВ) и элементами крепления внутреннего электрода, от корпуса они электрически развязаны керамическими изоляторами. Катодно-сеточный узел коаксиального типа с оксидным катодом, использован от серийной генераторной лампы.

Собственная добротность ускоряющего резонатора составляет  $6 \cdot 10^3$ , шунтовое сопротивление  $1,2 \text{ МОм}$ , резонансная частота рабочего типа колебаний – 450 МГц. Ускоритель питается от модулятора мощностью 500 кВт в импульсе для

тельностью 15 мкс. Ускоритель рассчитан на максимальную энергию пучка 500 кэВ при токе пучка 1 А в импульсе. Ускоритель предназначается для использования в качестве генератора тормозного излучения для целей дефектоскопии. Масса излучателя составляет примерно 10 кг при габаритах Ø190x700 мм.

На фотографии представлен внешний вид отпаянного резонатора ускорителя со встроенной генераторной лампой. Рядом с ним на той же фотографии представлен отпаянный ускоряющий резонатор от аппарата "Пифон", который выполнен на четвертьволновом коаксиальном резонаторе с силовой емкостной связью с тремя навесными генераторными лампами ГИ-39Б и рассчитан на максимальную энергию 300 кэВ /2/. Как видно из фотографии, ускоритель со встроенной генераторной лампой имеет те же габариты, что и аппарат "Пифон", но при практически удвоенном значении выходной энергии. В целом применение изложенных принципов дает возможность строить ускорители со значительно улучшенными удельными параметрами по сравнению с существующими.

#### Л и т е р а т у р а

1. Панасюк В.С., Самошеников Ю.К., Симановский М.Ф. - Атомная энергия, 1983, 55, вып.4, с.249.
2. Панасюк В.С., Самошеников Ю.К., Симановский М.Ф. - Дефектоскопия, 1985, 4, с.60.
3. Панасюк В.С., Самошеников Ю.К., Симановский М.Ф., Филимонов В.В. - Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, ОИЯИ, Дубна, 1985, т.2, с.II4.