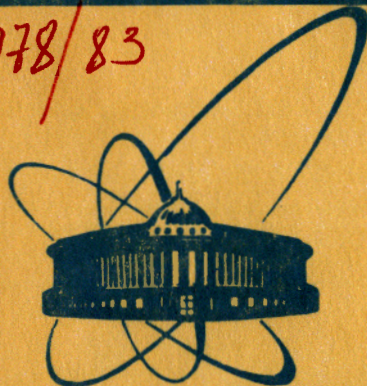


83-144

2978/83



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

6/6-83

9-83-144

А.А.Глазов, Е.Н.Заплатин, В.А.Кочкин

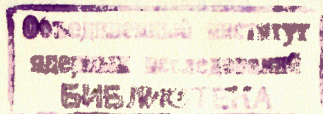
ИССЛЕДОВАНИЕ
ВОЗБУЖДЕНИЯ СИСТЕМЫ РАСТЯЖКИ
УСКОРЕННОГО ПУЧКА УСТАНОВКИ "Ф"

1983

Система растяжки ускоренного пучка установки "Ф" /1/ состоит из С-электрода и резонансной линии. Электрически С-электрод представляет собой два отрезка плоской линии с волновым сопротивлением Z_{00} длиной $\bar{R}\theta/2$ /где \bar{R} - средний радиус, θ - угловая протяженность С-электрода/, разомкнутых на одном конце и подключенных другим концом к коаксиальной четвертьволновой короткозамкнутой 50-омной резонансной линии. Ускоряющее напряжение на С-электроде необходимо иметь $U_0 = 15$ кВ в диапазоне частот $\Delta f_0 = 60$ кГц. Проведенный расчет позволил выбрать параметры и размеры системы растяжки:

Угловая протяженность С-электрода	-	60°
Мощность активных потерь в С-электродe	-	100 Вт
Длина резонансной линии	-	3,09 м
Максимальный ток в линии	-	330 А
Мощность активных потерь в линии	-	850 Вт
Собственная добротность системы растяжки	-	2000.

Исследования С-электрода проводились в экспериментальной камере, имеющей поперечные размеры, соответствующие поперечным размерам ускорительной камеры установки "Ф" в месте расположения С-электрода. Внутренние стенки экспериментальной камеры покрыты медной плакировкой толщиной 0,5 мм. На рис.1 показан С-электрод, подготавливаемый для исследований в экспериментальной камере. Видны трубки охлаждения С-электрода и пружинные контакты внешнего проводника резонансной линии со стенками камеры. С-электрод опирается на 3 алюминооксидных изолятора. Мощность, рассеиваемая в каждом из изоляторов, меньше одного ватта, поэтому их дополнительное принудительное охлаждение не предусматривается. Из-за отсутствия достаточного свободного пространства вблизи ускорителя в месте расположения системы растяжки резонансная линия выполнена изогнутой под углом 90°. В центральной части резонансной линии конструктивно предусмотрена возможность подсоединения дросселя для подачи на С-электрод постоянного напряжения смещения. Там же находятся охлаждаемый разделительный керамический конденсатор, устройство ввода и вывода воды для охлаждения С-электрода. На конце фидера установлены механизм привода закоротки резонансной линии, устройство ввода и вывода воды для охлаждения. На расстоянии $l_{вх.} = 200$ мм от закоротки фидера располагается высокочастотный 50-омный разъем для подключения кабеля, соединяющего генератор возбуждения и систему растяжки. Точка подключения разъема определялась из условия минимизации мощности отраженной волны в рабочем диапазоне частот /см. /1/ /. Под разъемом в медном кожухе находится охлаждаемое шунтирующее сопротивление УВ1-20. Охлаждение С-электрода и шунтирующего сопротивления осуществляется дистиллированной водой.



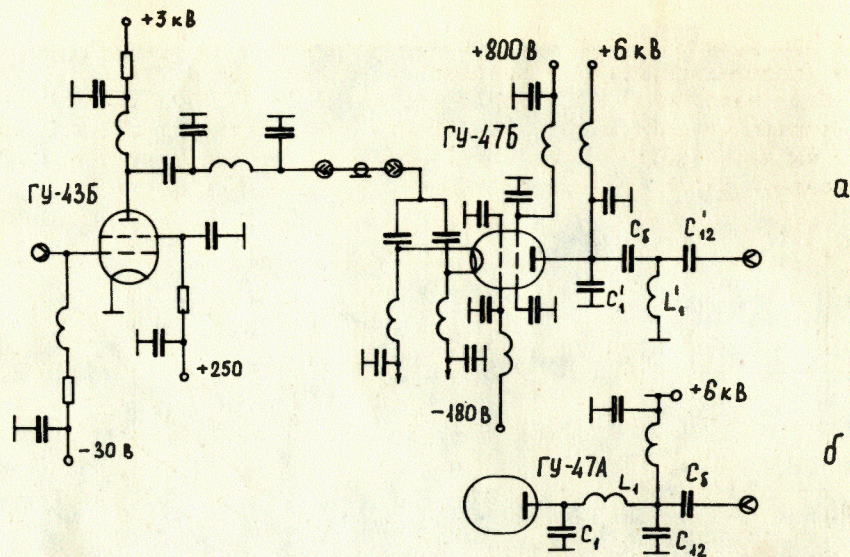


Рис. 5

вход генератора подается высокочастотное задающее напряжение рабочей частоты с амплитудой ~ 200 мВ. Для оперативного снятия возбуждения с генератора перед первым каскадом предусмотрен диодный ключ. Маломощные лампы 6Ж51П и 6П15П, на основе которых выполнены два первых каскада БМК, работают в режимах без отсечки. Коэффициент усиления лампы 6Ж51П составляет $k = 6,0$, лампы 6П15П - $k = 5,6$. В качестве нагрузки используются фильтры нижних частот. Зависимость напряжения на нагрузке от частоты для 6Ж51П представлена на рис. 3. Частота верхнего среза ~ 16 МГц/ определяется активным сопротивлением, включенным параллельно фильтру. Существование нижней частоты полосы пропускания объясняется наличием анодного дросселя. С помощью триммеров подстройки фильтров можно менять форму кривой напряжения /кривые 1, 2 на рис. 3/. Пунктирная линия на этом графике - частотная зависимость импеданса нагрузки.

Третий каскад БМК выполнен на параллельно включенном двойном тетраде ГУ-19. Лампа работает в классе В, угол отсечки для нее составляет $\sim 90^\circ$. В качестве нагрузки для нее используется система связанных контуров. Элементы контуров и индуктивность связи выбраны такими, чтобы получить равномерное распределение напряжения в диапазоне частот $\Delta f \approx 1$ МГц. На рис. 4 представлен график зависимости выходного напряжения от входного напряжения на сетке. Рабочее напряжение на нагрузке составляет $U_{R_{эф}} = 30$ В.

Первый мощный каскад выполнен на лампе ГУ-43Б по схеме с общим катодом /рис. 5а/. Угол отсечки для нее $\theta \approx 90^\circ$. В качестве нагрузки здесь используется резонансный колебательный контур с по-

лосой пропускания ~ 1 МГц. На рис. 6 показаны зависимости мощности /сплошная кривая/ и напряжения /пунктирная кривая/ на нагрузке от напряжения на управляющей сетке ГУ-43Б. Рабочее входное напряжение составляет ~ 20 В, что соответствует выходной мощности каскада ~ 600 Вт. Из графика видно, что существует почти двухкратный запас по выходной мощности этого каскада.

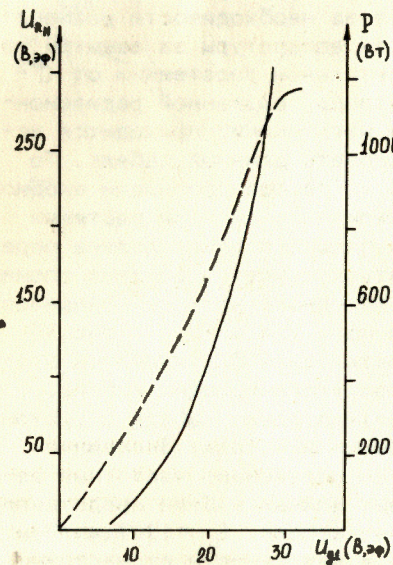


Рис. 6

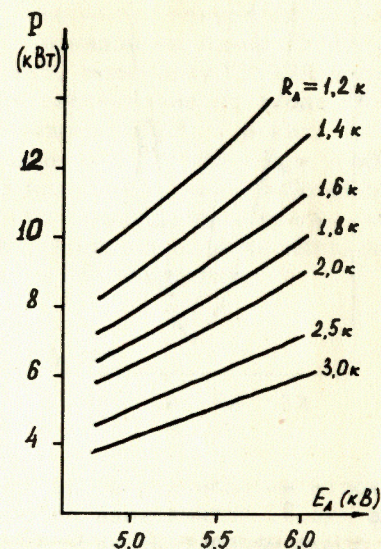


Рис. 7

Второй мощный каскад выполнен на основе тетрада ГУ-47 по схеме с общей сеткой. Угол отсечки $\theta \approx 70^\circ$. Работа генератора исследовалась в двух вариантах выходного каскада: на основе лампы ГУ-47Б /рис. 5а/ и на основе ГУ-47А /рис. 5б/. При работе генератора на согласованную нагрузку в обоих вариантах было получено рабочее напряжение 15 кВ. На рис. 7 представлены зависимости мощности, рассеиваемой в нагрузке, от анодного напряжения при работе генератора на лампе ГУ-47Б. Кривые получены для разных величин сопротивления в аноде. Для длительной эксплуатации вторая схема является предпочтительней, поскольку ГУ-47А позволяет рассеивать на аноде большую мощность.

Подключение к генератору системы растяжки преобразует анодную схему в систему связанных контуров, элементами связи в которых являются емкости C_{12} и C'_{12} . Величины реактивных сопротивлений, составляющих контуры, в данном случае такие, что связь в обоих вариантах выходного каскада генератора была сильная. Коэффициент связи для ГУ-47Б составляет $K' \approx 0,38$, а для лампы ГУ-47А $K \approx 0,16$ /при критическом коэффициенте связи $K_{кр.} \approx 0,0067$ /. Это означает, что если выбрать при данной связи рабочую точку в центре

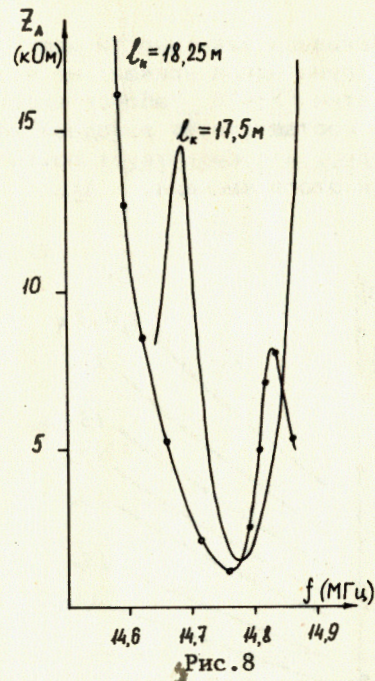


Рис. 8

зависимости импеданса в аноде при разных длинах кабеля представлены на рис. 8. Оптимальная рабочая длина кабеля $l_k \approx 17,7$ м. При этой длине напряжение на С-электроде в зависимости от частоты будет иметь симметричную форму /рис. 9, кривая 2/. При расстройке анодного контура от резонанса зависимости напряжения на С-электроде становятся несимметричными /рис. 9, кривые 1, 3/. Такую подстройку удобно использовать для оперативного изменения формы ускоряющего напряжения.

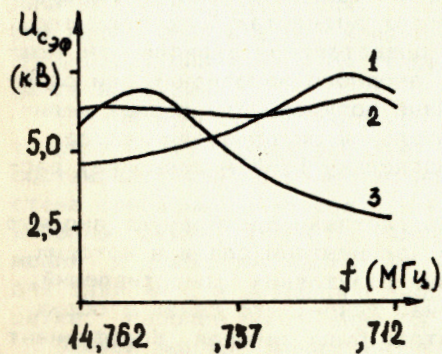


Рис. 9

провала характеристики при минимальном сопротивлении /рис. 8/, то импеданс в аноде лампы в рабочем диапазоне частот будет изменяться незначительно, что должно способствовать устойчивой работе генератора.

Из-за необходимости размещения ВЧ аппаратуры за защитой на значительном расстоянии от С-электрода, вызванной радиационными нагрузками, приходится использовать длинный кабель. То есть из-за трансформации входного импеданса системы растяжки по кабелю его длина должна определяться с учетом влияния элементов выходного каскада генератора. Например, для схемы на рис. 5б емкость связи C_{12} является элементом, укорачивающим кабель. Расчетная длина кабеля с учетом укорочения - 18 м. Экспериментально полученные частотные за-

При настройке генератора по ускоряющему напряжению основное внимание уделялось получению равномерного распределения напряжения в рабочем диапазоне частот на уровне 15 кВ. На рис. 10 представлены характеристики напряжения на С-электроде и тока экранной сетки лампы ГУ-47Б в зависимости от частоты при различных напряжениях возбуждения генератора. Основным ограничением на ширину полосы пропускания является максимально допустимая рассеиваемая мощность на экранной сетке /для ГУ-47Б $P_{g2} = 300$ Вт/,

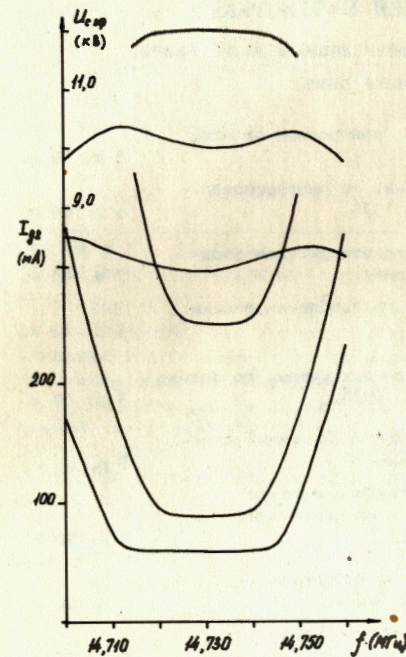


Рис. 10

что соответствует величине точного тока $I_{g2} \approx 300$ мА. Сопротивление в аноде на резонансной частоте 2,0 кОм. Видно, что напряжение на С-электроде в рабочей полосе частот изменяется на $\pm 1,5\%$. Аналогичные характеристики имеет генератор с выходным каскадом на лампе ГУ-47А. Однако, поскольку ГУ-47А допускает рассеивание на аноде большей мощности / $P_A = 6$ кВт/ по сравнению с ГУ-47Б / $P_A = 4$ кВт/, это позволяет иметь либо облегченный режим работы лампы, либо повышенное ускоряющее напряжение на С-электроде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазов А.А. и др. ОИЯИ, 9-82-110, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 марта 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Глазов А.А., Заплатин Е.Н., Кочкин В.А. 9-83-144
Исследование возбуждения системы растяжки ускоренного пучка установки "Ф"

В качестве системы растяжки ускоренного пучка установки "Ф" предполагается использовать С-электрод с угловой протяженностью 60°. В результате исследований возбуждения системы растяжки пучка получено рабочее напряжение на С-электроде 15 кВ в диапазоне частот $\Delta f_0 = 60$ кГц на резонансной частоте 14,7 МГц, определена оптимальная длина кабеля, соединяющего генератор с системой, конструктивно оптимизированы некоторые узлы системы. Для возбуждения системы изготовлен ВЧ генератор, рассчитанный на 10 кВт выходной мощности. Генератор исследовался в двух вариантах выходного каскада.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Glasov A.A., Zaplatin E.N., Kochkin V.A. 9-83-144
Investigation of Excitation of Accelerated Beam Stretching System of "F" Facility

As a stretching system of the accelerated beam of "F" facility it is proposed to use C-electrode with the 60° angular extension. The investigation of the excitation of the beam stretching system revealed that operating voltage on C-electrode equals 15 kV in the 60 kHz frequency range for 14.7 MHz resonance frequency, optimal length of the channel connecting the generator with the system is determined, some units of the system are optimized structurally. For excitation of the system a h.f. generator is designed for 10 kW of output power. The generator was investigated in two versions of output cascade.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.