

На дом не выдается

2/34

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСКОРИТЕЛИ

Т Р У Д Ы
V Межвузовской конференции,
Томск, 17—21 марта 1964 г.



АТОМИЗДАТ
Москва 1966

1966

11096

В сборнике помещены доклады, представленные на V Межвузовскую конференцию по электронным ускорителям, которая состоялась в г. Томске 17—21 марта 1964 г.

Доклады представляют интерес для специалистов, работающих в области разработки и изготовления электронных ускорителей, а также для инженеров и научных работников, работающих с ускорителями.

I. ЛИНЕЙНЫЕ И ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСКОРИТЕЛИ

ЗАМ СССР
Институт Науки - ТОХИ.
Библиотека

43124-66

СВЕРЕНО
2000

СВЕРЕНО
1983 г.

С
19...

тиратрон ТГИ-1-750/25. Несколько увеличив коэффициент трансформации сигнала по тракту или включив сигнал противоположной полярности на обе пластины, легко сохранить и даже повысить действующее напряжение на инфлекторе.

Следует отметить, что режим работы тиратрона позволяет в случае необходимости повысить напряжение без снижения стабильности.

Генераторы, выполненные по описанной схеме, эксплуатируются в ИЯФ СО АН СССР около года и отличаются высокой надежностью и простотой в эксплуатации.

В заключение авторы пользуются возможностью поблагодарить за постановку работы и постоянное внимание к ней А. А. Наумова, а также выражают благодарность И. Г. Катаеву за содержательные консультации.

ЛИТЕРАТУРА

1. О'Нейл Дж. В сб. «Накопление релятивистских частиц». М., Госатомиздат, 1963, стр. 17.
2. Гришаев И. А. и др. «Приборы и техника эксперимента», № 4, 139 (1963), стр. 139.
3. Бондаренко Л. М. Диссертация, Новосибирск, 1964.
4. Месяц Г. А., Коршунов Т. С. «Приборы и техника эксперимента», № 4, 115 (1963).
5. Смирнов С. А. и др. «Приборы и техника эксперимента», № 3, 89 (1961).
6. Гельцель М. Ю. и др. «Некоторые характеристики водородных тиратронов в наносекундном диапазоне». Доклад на конференции по ядерной электронике. М., февраль 1964.
7. Катаев И. Г. Ударные электромагнитные волны. М., Изд-во «Сов. радио», 1963.
8. Льюис И. и Уэлс Ф. Миллимикросекундная импульсная техника. М., Изд-во иностр. лит., 1956.
9. Ленди Р., Дэвис Д., Албрехт А. А. Справочник радиоинженера. М., Госэнергоиздат, 1961.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР С ИМПУЛЬСНОЙ МОЩНОСТЬЮ 8 Мвт ДЛЯ СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Ю. А. ГРИЦ, Г. Н. ОСТРЕЙКО, В. С. ПАНАСЮК, Л. И. ЮДИН

Институт ядерной физики СО АН СССР,
Физико-технический институт ГКИАЭ СССР

В 1960—1962 гг. в Физико-техническом институте был разработан и сооружен импульсный линейный ускоритель (ИЛУ), дающий пучок электронов со следующими параметрами: ток до 40 а; энергия 1,3 Мэв; разброс энергии электронов в пучке $\pm 0,5\%$; длительность импульса тока 7 нсек. Этот ускоритель, настроенный и пущенный в эксплуатацию в Институте ядерной физики СО АН СССР, используется в настоящее время для однооборотной инжекции в электронный синхротрон [1].

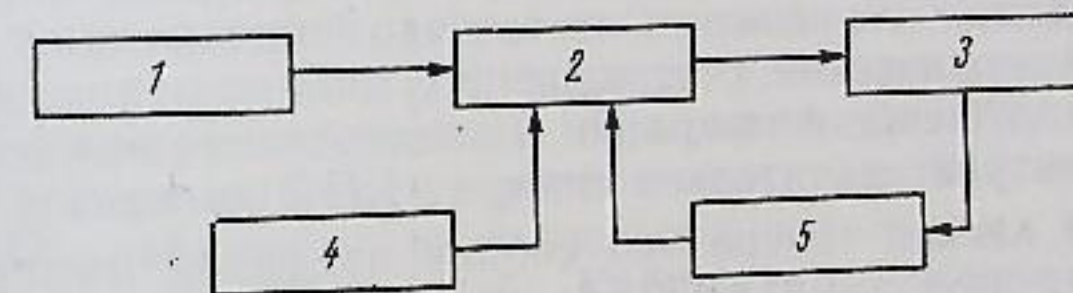


Рис. 1.

Для ускорения частиц используется высокочастотная энергия, накопленная в резонаторе с резонансной частотой 6,4 Мгц. Время, необходимое для накопления энергии в резонаторе, определяется процессом установления колебаний в нем. Переходным процессам в схеме посвящена отдельная работа [2].

Блок-схема высокочастотной системы ускорителя приведена на рис. 1. Для генератора 2 выбрана обратная связь через высокодобротную нагрузку 3. Подбор фазы обратной связи осуществляется посредством раздвижной коаксиальной линии 5. Схемы такого типа весьма распространены в ускорительных устройствах и применяются в тех случаях, когда по условиям работы частота напряжения на резонаторе не связана жестко с работой других систем и может изменяться вместе с уходами

собственной частоты резонатора, например вследствие деформации его элементов от тепловых разогревов. При этой схеме возбуждения отпадает необходимость подстройки автогенератора под частоту нагрузки. Импульсное анодное питание генератора осуществляется от модулятора 1. Маломощный автогенератор 4 служит для преодоления мультипактора в резонаторе.

Генератор выполнен по двухкаскадной схеме. В пользу выбора такой схемы говорят следующие соображения. Во-первых, благодаря значительному усилению по мощности двухкаскадного генератора его цепь обратной связи может быть достаточно маломощной, что упрощает конструкцию фазовращателя и дает возможность использовать в этой цепи стандартные радиочастотные кабели. Во-вторых, без заметного ухудшения КПД генератора для первого каскада можно осуществить перенапряженный режим. Это облегчает условия самовозбуждения генератора (особенно при работе на вакуумную нагрузку) и стабилизирует в некоторых пределах возбуждение выходного каскада, что повышает стабильность напряжения на нагрузке.

Генератор связан с резонатором через фидер, имеющий значительную длину, так как размещение генератора в непосредственной близости от ускорителя (в активной зоне) затруднило бы обслуживание генератора. Кроме того, есть основания считать, что интенсивное гамма-облучение может снизить электрическую прочность ламп и деталей генератора.

Присутствие фидера определяет необходимость анодного контура в выходном каскаде генератора. Входное сопротивление фидера может оказаться достаточно большим для одной из высших гармонических составляющих анодного тока. Вызванное этим нарушение фильтрации в анодной цепи при отсутствии фильтра-контура значительно снижает КПД каскада.

Первый каскад генератора собран на одной лампе ГК-5А, второй — на двух лампах ГК-5А, включенных параллельно. Оба каскада выполнены по схеме с общей сеткой. Входное сопротивление мощного каскада составляет 5 ом. При рабочей частоте генератора 6,4 МГц индуктивное сопротивление вводов катода и подводных коммуникаций соизмеримо с активной составляющей входного сопротивления лампы. При этом необходимо принимать специальные меры борьбы с известным явлением искажения (высшими гармоническими составляющими) синусоидальной формы напряжения в цепи возбуждения лампы, приводящим к снижению КПД генератора [3]. Особенно большой вред наносит в этом случае вторая гармоническая составляющая тока входной цепи лампы. Для получения удовлетворительной формы напряжения возбуждения приходится с помощью специальных конденсаторов создавать последовательный резонанс для второй гармонической составляющей. Однако эту компенсацию трудно совмещать с необходимыми условиями

трансформации ВЧ-напряжения основной частоты. Трудности возрастают в том случае, если анодный контур возбуждателя, являющийся межкаскадным трансформатором напряжения основной частоты, имеет относительно малую эквивалентную (с учетом шунтирующего действия нагрузки и внутреннего сопротивления лампы) добротность для необходимой фильтрации высших гармонических. Сравнение различных схем цепей возбуждения показывает, что весьма удобной оказывается схема, в которой пути основной и второй гармонических разделены. Эта схема особенно проста при работе генератора в узкой полосе частот (рис. 2).

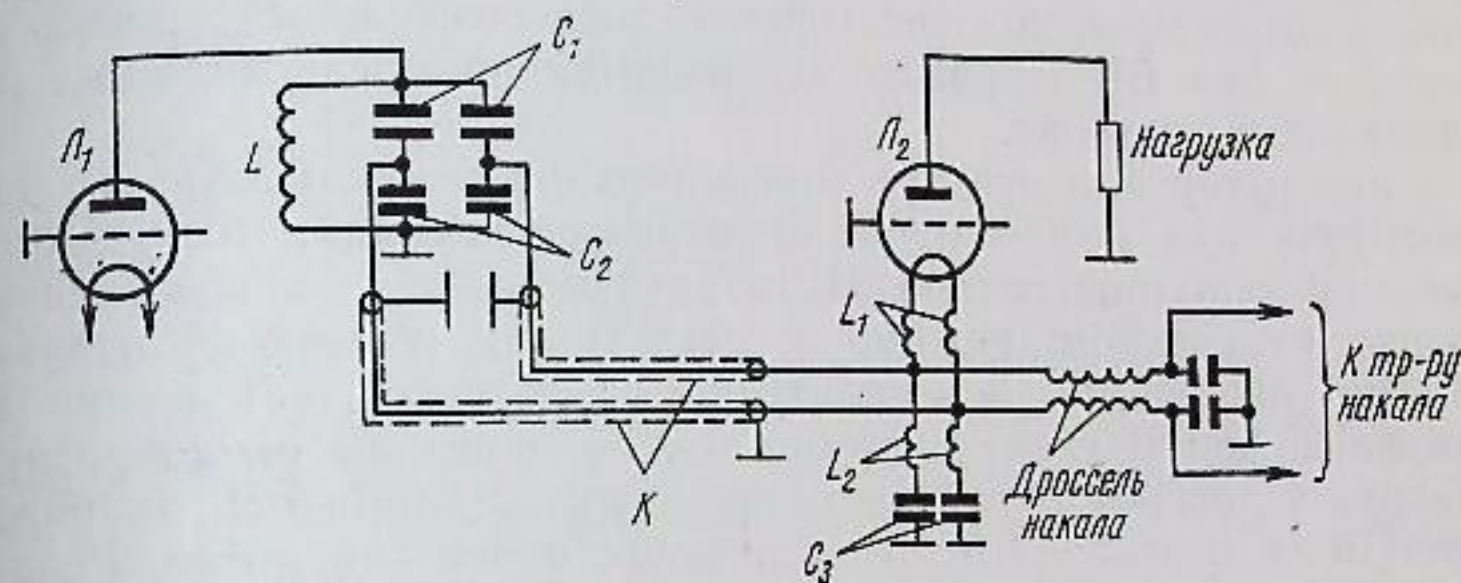


Рис. 2.

Резонансный контур LC_1C_2 трансформирует входное сопротивление мощного каскада Π_2 в необходимое эквивалентное сопротивление анодной цепи возбуждателя Π_1 . Эквивалентная добротность этого контура должна удовлетворять условиям хорошей фильтрации высших гармонических. Межкаскадный фидер K должен работать в режиме хорошего КВВ по основной частоте. Он набирается из нескольких включенных параллельно стандартных ВЧ-кабелей. Кабели равномерно распределяются по выводам накала (клицам) лампы. Во избежание короткого замыкания цепей накала через ВЧ-кабели конденсаторы анодного контура возбуждателя секционируются, как показано на рис. 2. Электрическая длина межкаскадных кабелей выбирается равной четверти длины волны второй гармонической составляющей. Таким образом, входное сопротивление кабелей для второй гармонической составляющей велико со стороны катодных цепей лампы Π_2 и равно входному сопротивлению короткозамкнутой (через конденсаторы C_2) четвертьволновой линии. Путь для второй гармонической составляющей образуется через последовательный резонансный контур $L_1L_2C_3$, где L_1 — индуктивность выводов лампы, L_2 — индуктивность коммуникаций конденсатора, C_3 — конденсатор. Индуктивность выбирается такой, чтобы емкостное сопротивление конденсатора на основной частоте значительно превышало входное со-

противление лампы \bar{L}_2 . Незначительное ответвление тока основной гармонической составляющей через цепь L_2C_3 может быть скомпенсировано настройкой этой цепи в параллельный резонанс с дросселем накала.

Большие затруднения встретились при подборе конденсаторов для анодных контуров генератора. Контурные слюдяные конденсаторы типа КВ обладают заметной паразитной индуктивностью и плохо фильтруют высшие гармонические составляющие анодного тока. В анодных контурах генератора применены керамические конденсаторы типа КВКГ на 100 и 150 пф, погруженные в масло. Масло повышает электрическую прочность изоляторов конденсаторов и дает возможность использовать их при ВЧ-напряжениях, значительно превосходящих номинальные значения.

Генератор был испытан при работе на активный эквивалент нагрузки при возбуждении от первого каскада, охваченного местной обратной связью. Испытания показали хорошее совпадение измеренного режима с расчетным: генератор отдавал 8 Мвт мощности при амплитуде импульсного напряжения на аноде 25 кВ. В схеме с возбуждением через высокооборотную нагрузку генератор работает при импульсе анодного напряжения 16 кВ и отдает 3,6 Мвт высокочастотной мощности. Реализации полной мощности генератора препятствует электрическая прочность резонатора.

Авторы благодарят А. А. Наумова за постановку работы и постоянный интерес к ней, В. И. Вишневого, Н. П. Рубинштейна и Е. П. Мельникова за участие в работах по наладке аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриц Ю. А. и др. «Сильноточный высокочастотный электронный ускоритель для однооборотной инжекции в синхротрон». Доклад на Международной конференции по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1963.
2. Гриц Ю. А. и др. «Переходные процессы в ВЧ-генераторе сильноточного импульсного электронного ускорителя». Доклад на V Межвузовской конференции по электронным ускорителям. Томск, 1964.
3. Модель З. И. «Радиопередающие устройства». М., Связьиздат, 1961.

К ВОПРОСУ О ЛИНЕЙНОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕКОТОРЫХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ

Г. И. ЗАЙДМАН, Д. И. СВИРЯКИН, А. П. ШПАГИН

Томский политехнический институт

Преобразование γ -излучения больших энергий (15–30 Мэв) в излучение видимого спектра обычно производится с помощью сцинтиллирующих пластмасс и кристаллов. Как известно, сцинтиллирующие кристаллы и пластмассы прозрачны для собственного излучения и поэтому яркость свечения под действием γ -излучения является функцией их толщины. Однако в настоящее время в литературе нет сведений о практической оценке качества изображения, получающегося на сцинтилляторах различных толщин.

Для визуализации с помощью средств телевидения информации, которую несут γ -лучи, прошедшие через просвечиваемое изделие, необходимо прежде всего знать основные параметры сцинтиллятора как преобразователя γ -излучения в видимое изображение.

Одним из основных параметров сцинтиллятора является линейная разрешающая способность, т. е. способность давать хорошо различимое изображение двух рядом расположенных листов поглотителя определенной толщины при длине листов, дающей полное поглощение γ -излучения. Причем расстояние между листами поглотителя должно быть равным их толщине, а ось симметрии такого листового дефектометра должна совпадать с осью пучка γ -излучения и быть перпендикулярной к торцовой стороне сцинтиллятора. По толщине листов поглотителя или по расстоянию между ними можно судить о разрешающей способности испытуемого сцинтиллятора. Оценивать эту способность можно по аналогии с оптикой количеством линий на миллиметр. В данной работе оценка производилась приблизительно по ширине полос размытия изображений, получаемых на торцах различных сцинтилляторов.

Для подтверждения наличия теневого изображения на сцинтилляторах значительных толщин и для приблизительной оцен-