

М-353

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2672



А.Т. Матюшин, Н.С. Глаголева, И. Шинагл

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
С ФЕРРОТРАНСФОРМАТОРАМИ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1966

2872

А.Т. Матюшин, Н.С. Глаголева, И. Шивагл

**ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
С ФЕРРОТРАНСФОРМАТОРАМИ**

У180/2 чр.

Применение в резонансной системе генератора трансформаторов с ферритовым сердечником позволяет уменьшить габариты трансформатора, улучшить выходные характеристики преобразователей и облегчить процесс налаживания.

Применение трансформаторов в целях накала ламп - кенотронов схемы умножения также упрощает вопрос питания и изоляции цепи накала кенотронов. Использование ферритовых колец в качестве магнитопроводов таких трансформаторов существенно упрощает конструкцию трансформатора, который имеет в этом случае одновитковые первичную и вторичную обмотки.

На рис. 1 изображена принципиальная схема высокочастотного преобразователя, обеспечивающего выходное напряжение до 10 кв при токе нагрузки до 250 мка. При необходимости эта же схема может обеспечивать двуполярное напряжение до  $\pm 5$  кв. Преобразователь находит применение в схемах питания электронно-лучевых трубок.

Автогенератор схемы ЛЗ (рис. 1) выполнен на лампе типа 6Э5П-И с трансформатором в анодной цепи. Трансформатор выполнен на двойном Ш-образном ферритовом стержне типа Ш 12x15 - 1000 НН. Первичная обмотка - 100 витков провода ПЭЛШО  $\varnothing$  0,25 мм, вторичная - 2x500 витков ПЭЛШО  $\varnothing$  0,25 мм. Обмотка обратной связи - один виток монтажного многожильного провода в полихлорвиниловом чулке. Схема выпрямления - удвоитель с кенотронами типа 1Ц11П, накал кенотронов осуществляется от одновитковых обмоток, расположенных на основном керне трансформатора. Схема преобразователя смонтирована в ящик из оргстекла, имеющий размеры 70 x 115 x 170. При регулировке преобразователя необходимо подобрать воздушный зазор в пределах 3-4 мм.

Высокочастотный преобразователь высокого напряжения с применением унифицированного трансформатора строчной развертки представляет собой автогенератор на лампе типа 6П13С(Л<sub>3</sub>) с колебательным контуром в анодной цепи (принципиальная схема на рис. 2), являющимся резонансным повышающим автотрансформатором, выпрямитель на схеме удвоения напряжения высокой частоты осуществлен на лампах Л1 и Л2 типа 1Ц11П. Стабилизатор выходного напряжения - Л4 (6Н6П).

Анод лампы автогенератора подключен к части общей обмотки трансформатора ТВС-А, содержащей 135 витков, высокое напряжение подано на схему выпрямления с удвоением с вывода повышающей обмотки 775 витков.

Выпрямленное напряжение поступает на нагрузку и через сопротивление  $R_7$  - на сетку левой половины Л4 типа 6Н6П, через сопротивление  $R_4$  на эту же сетку подано опорное напряжение - 150 в.

Потенциометр  $R_6$  служит для установки величины выходного напряжения. Усиленное левой половиной лампы Л4 напряжение поступает на сетку правой половины Л4 - катодного повторителя, управляющего величиной экранного напряжения лампы автогенератора. Блок смонтирован в ящике 80 x 120 x 170 из оргстекла. Применен унифицированный трансформатор строчной развертки типа ТВС-А со следующими изменениями: 1) поверх общей обмотки трансформатора уложено 6 ÷ 7 витков обмотки обратной связи, изолированной 2-мя слоями полиэтиленовой пленки, 2) в магнитную цепь введен воздушный зазор, величина которого подобрана по минимуму тока генераторной лампы (зазор 1-2 мм).

Накал кенотронов производится от вторичных обмоток двух последовательно включенных высокочастотных трансформаторов накала  $T_1$ ,  $T_2$ .

Магнитопровод трансформатора накала представляет собой ферритовое кольцо типа К32 x 16 x 8 - 2000 НМ, расположенное вблизи панели кенотрона.

Вторичная обмотка - 1 виток провода  $\phi$  0,5 ÷ 1,0 мм, первичная - также один, хорошо изолированный от сердечников  $T_1$ ,  $T_2$  виток, пронизывающий феррокольца трансформаторов накала и охватывающий керн основного трансформатора  $T_3$ . Подобная схема и конструкция позволяет обойти трудности, связанные с изоляцией отдельных накальных обмоток друг от друга и от основного керна. Выходное напряжение этой схемы - 15 кв при частоте 25 ÷ 30 кгц. При однократном выпрямлении без умножения напряжения  $U_{\text{вых}}$  равно 6 ÷ 8 кв.

Для получения более высокого напряжения был разработан и сконструирован высоковольтный преобразователь на 30 кв при токе нагрузки до 250  $\mu$  ка (рис. 4), работающий по схеме утроения напряжения, пределы изменения напряжения - 15 ÷ 30 кв (ВВП-30). Схема преобразователя аналогична описанной. В качестве резонансного повышающего автотрансформатора применен более мощный трансформатор. Применение автотрансформатора способствует устойчивости режима работы генератора. Трансформатор выполнен на двойном сердечнике от унифицированного строчного трансформатора типа ТВС-А ( $\phi$  - 800), первичная обмотка - 80 витков, вторичная - 1600 витков провода ПЭЛ  $\phi$  0,25 мм, между слоями обмотки - 3 слоя полиэтилена толщиной 0,075 мм. Фотография ВВП-30 приведена на рис. 5. Блок ВВП-30 смонтирован в ящике из оргстекла размером 245 x 240 x 150. Во время эксплуатации прибора выяснилось, что кено-

троны типа ШП1П часто выходят из строя, поэтому они были заменены кенотронами типа Ш7С.

Высоковольтные преобразователи на 40±80 кВ (ВВП-40, ВВП-80) (ток нагрузки до 450 мка, рис. 6) работают аналогично вышеописанным, автогенератор выполнен на лампе типа 6П20С.

Накал кенотронов осуществляется от генератора независимого возбуждения на лампе типа 6П13С ( $L_7$ ) с колебательным контуром в анодной цепи, являющимся резонансным автотрансформатором.

Рабочая частота автогенератора  $f = 300$  кГц. Автотрансформатор выполнен на Ш-образном ферритовом стержне типа Ш 12 x 15 - 400 НН. Первичная обмотка - 150 витков провода ПЭЛ  $\varnothing 0,12$  мм, вторичная - 2 витка провода  $\varnothing 0,5$  мм.

Повышающий трансформатор и схемы умножения преобразователя размещаются в трубе из отдельных секций из оргстекла, герметически уплотняемых с помощью кольцевых резиновых прокладок. Труба устанавливается на дно из оргстекла, накрывается крышкой из оргстекла и стягивается металлическими шпильками. В трубу заливается масло.

Одна секция рассчитана на размещение схемы удвоения. В верхней секции встраивается высоковольтный вывод (рис. 7).

Описанные преобразователи использовались в системах питания многопромежуточных камер (ВВП-30) и в камерах с большими промежутками (ВВП-40, ВВП-80) на лучке синхрофазотрона ОИЯИ.

Расчет трансформаторов для преобразователей может быть произведен по номограммам<sup>16/</sup>.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.Ф. Сенченков и Л.Г. Фунштейн. Применение ферритов в радиоаппаратуре, Госэнергоиздат, 1956.
2. Л.И. Рабкин. Высокочастотные ферромагнетики. Физматгиз, 1960.
3. Н.И. Светлов. Маломощные высокочастотные источники высокого напряжения. Госэнергоиздат, 1962.
4. Ф.А. Ступель. Электромеханические реле. Основы теории, проектирования и расчета. Издательство Харьковского университета, 1956.
5. Ю.А. Каржавин, А.Т. Матюшин, Н.С. Глаголева, И. Шынагл. Система питания многопромежуточных искровых камер. Препринт ОИЯИ 2871, Дубна, 1965.
6. А.Т. Матюшин, В.Т. Матюшин. Номограммы для выбора ферритовых сердечников трансформаторов высокочастотных преобразователей высокого напряжения.
7. "Радио", № 8, стр. 55, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 апреля 1966 г.

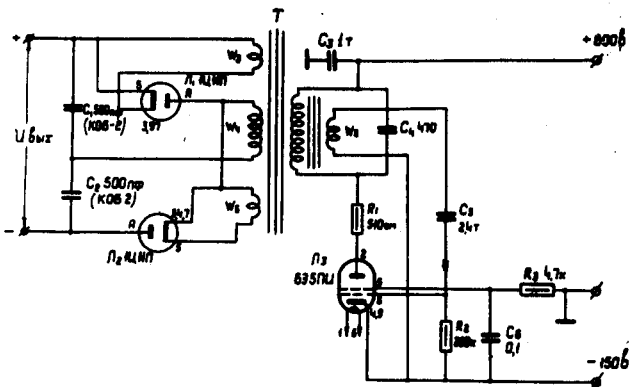


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема высокочастотного преобразователя 7-10 кВ.

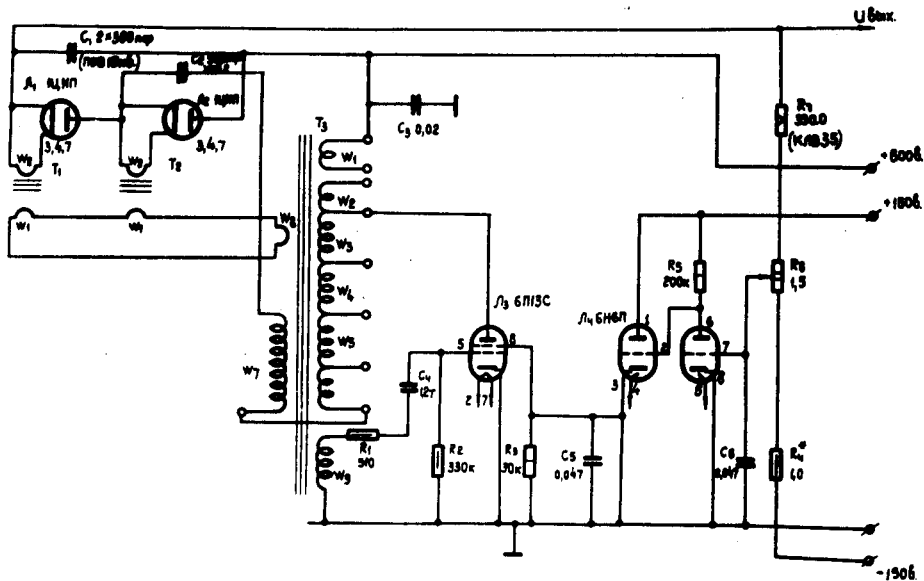


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема высокочастотного преобразователя высокого напряжения с применением унифицированного трансформатора строчной развертки.

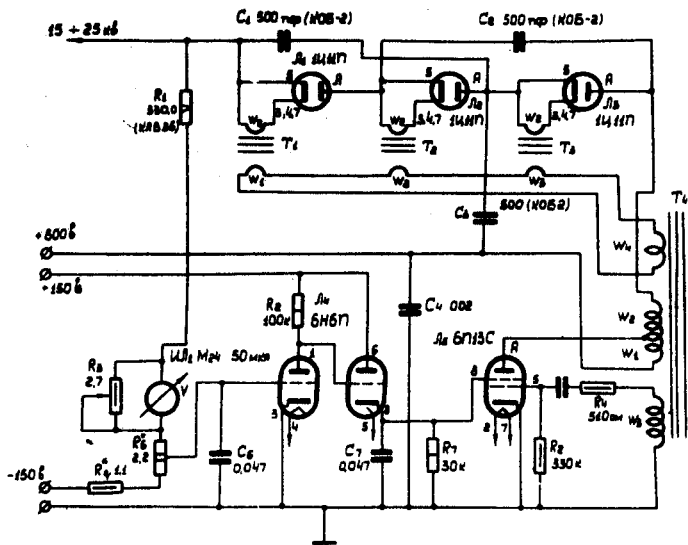


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема высокочастотного преобразователя высокого напряжения ВВП-30.

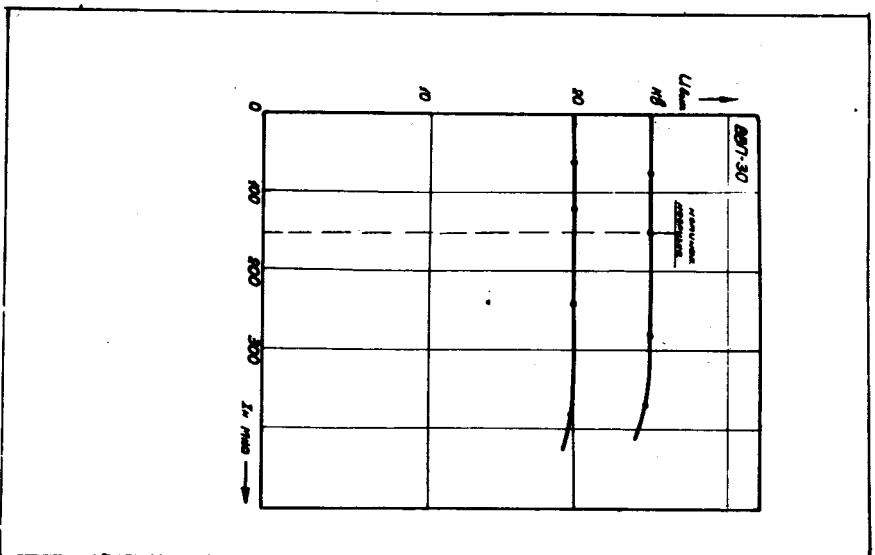


Рис. 4. Температурная характеристика ВВТ-30.



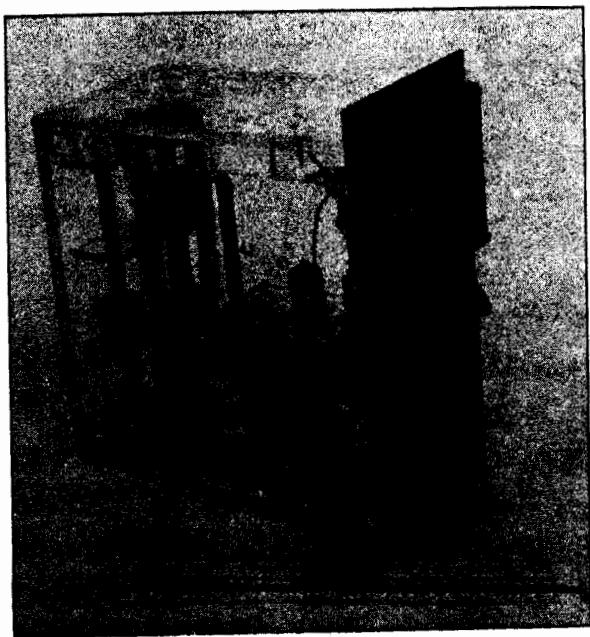


Рис. 5. Общий вид ВВП-30.

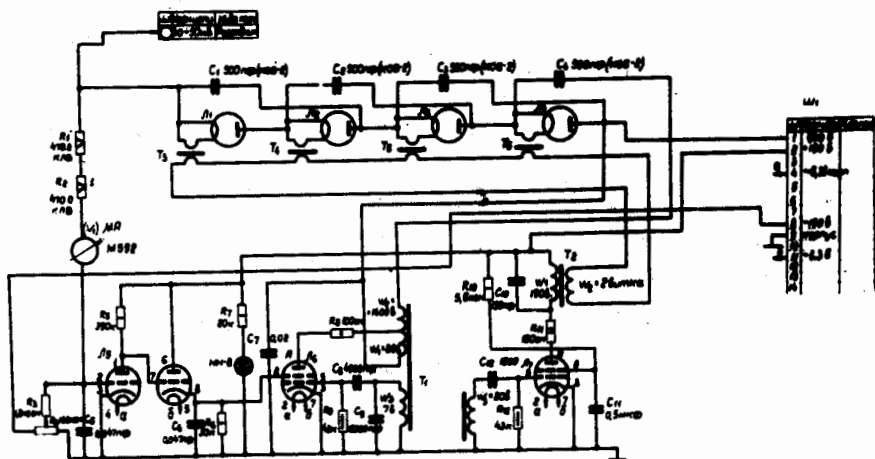


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема высокочастотного преобразователя высокого напряжения ВВП-40.