

ЭЛЕКТРОННЫЙ СТАБИЛИЗАТОР ИМПУЛЬСНОГО НАПЯЖЕНИЯ НА ИНЖЕКТОРЕ БЕТАТРОНА

В. М. РАЗИН

(Представлено научным семинаром физико-технического факультета)

Использование одного из способов стабилизации излучения бетатрона [1] требует поддержания постоянства напряжения инъекции с высокой степенью точности. Требуемая точность постоянства напряжения может быть получена с помощью разработанной нами электронной схемы стабилизации. Принципиальная схема стабилизатора изображена на рис. 1.

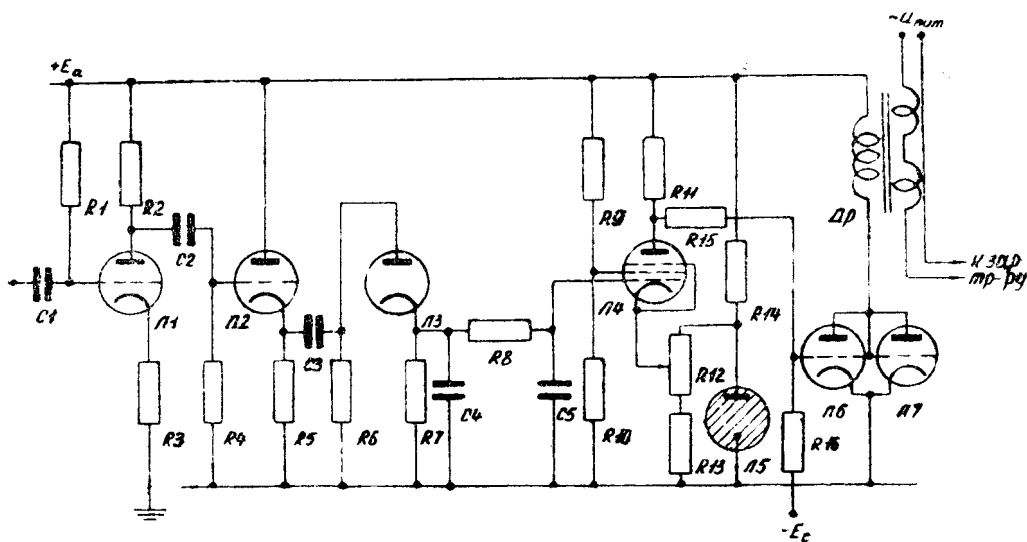


Рис. 1

Отрицательные импульсы напряжения с делителя, непосредственно подключенного к катоду инжектора бетатрона, подаются на сетку лампы $L1$. Основное назначение каскада усиления на лампе $L1$ заключается в изменении полярности импульса. Положительные импульсы напряжения с анода лампы $L1$ поступают на сетку катодного повторителя на лампе $L2$. Наличие малого выходного сопротивления у катодного повторителя дает возможность заряжать емкость $C4$ через диодный выпрямитель на лампе $L3$ почти до амплитудного напряжения за время, равное длительности импульса. Это обстоятельство позволяет уменьшить инерционность схемы при

быстрых возрастаниях напряжения сети и практически исключает возможность появления пробоев инжектора.

На выходе диодного выпрямителя имеется П-образный емкостно-реостатный фильтр. Фильтр должен уменьшать пульсации напряжения до такой величины, чтобы изменения напряжения на входе следующего усилительного каскада не выходили за пределы динамического диапазона. Сопротивление $R7$ уменьшает постоянную времени фильтра, т.е. уменьшает инерционность действия схемы. Для обеспечения стабильной работы схемы величина сопротивления $R7$ должна быть во много раз меньше сопротивления утечки по изоляции.

Постоянное напряжение с выхода фильтра поступает на сетку усилителя постоянного напряжения на лампе $L4$. Напряжение на сетке этого каскада сравнивается с опорным напряжением на катоде. Величина опорного напряжения от стабилизатора на лампе $L5$ регулируется потенциометром $R12$ и определяет величину импульсного высокого напряжения.

Напряжение с выхода усилителя на лампе $L4$ поступает на сетки параллельно включенных ламп $L6$ и $L7$ усилителя мощности. Постоянная составляющая положительного напряжения на аноде лампы $L4$ компенсируется отрицательным напряжением от отдельного источника. Усилитель мощности на лампах $L6$ и $L7$ управляет током подмагничивания дросселя насыщения Dr , через последовательно соединенные обмотки переменного тока которого питается зарядный трансформатор схемы инъекции.

Направление изменения напряжений и токов в электронном стабилизаторе нетрудно проследить по схеме рис. 1. Допустим, что произошло увеличение напряжения в сети, в результате чего напряжение инъекции также стремится увеличиться. Увеличение амплитуды отрицательного импульса на входе схемы $L1$ вызывает увеличение положительного постоянного напряжения на выходе диодного выпрямителя на лампе $L3$. Анодный ток лампы $L4$ при этом возрастает и напряжение на ее аноде падает. Падение напряжения передается через непосредственную гальваническую связь на сетки усилителя мощности. Анодный ток ламп $L6$ и $L7$ уменьшается, уменьшается подмагничивание дросселя насыщения, и индуктивное сопротивление обмоток переменного тока возрастает настолько, что высокое импульсное напряжение остается практически постоянным.

Из рассмотрения принципа действия схемы видно, что данный электронный стабилизатор является компенсационной системой автоматического регулирования. Как известно, в таких системах [2] имеется также и стабилизация по нагрузке, т.е. при изменении сопротивления нагрузки напряжение также будет стабилизировано.

Теоретические расчеты показывают, что в нашей схеме может быть получен коэффициент стабилизации по напряжению порядка нескольких сотен и коэффициент стабилизации по нагрузке порядка нескольких десятков единиц. Практически величина коэффициента стабилизации будет ограничиваться, по-видимому, стабильностью источника опорного напряжения. Стабилизация по отношению к изменению напряжения сети была проверена экспериментально путем изменения напряжения питания дросселя насыщения. Результаты исследований представлены на рис. 2. На графиках рис. 2 изображена зависимость импульсного высокого напряжения от напряжения питания дросселя насыщения при трех различных положениях движка потенциометра $R12$. Как видно из графиков рис. 2, в широкой области изменения напряжения питания дросселя насыщения импульсное напряжение изменяется настолько мало, что экспериментальное измерение коэффициента стабилизации представляет серьезные затруднения.

Результаты экспериментального исследования стабилизации по нагрузке представлены на рис. 3. Здесь кривая 1 показывает зависимость высокого импульсного напряжения от сопротивления нагрузки при отсутствии элек-

тройной стабилизации, кривая II ту же зависимость при наличии стабилизации. Как видно из рис. 3, изменение сопротивления нагрузки в широких пределах не вызывает заметного изменения импульсного высокого напряжения.

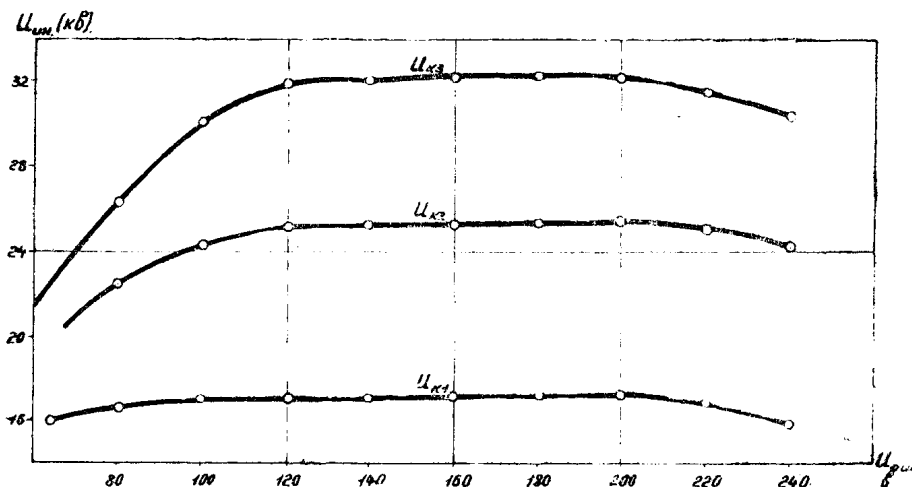


Рис. 2

Для точного определения коэффициентов стабилизации в нашей схеме должна быть разработана специальная методика измерения, позволяющая обнаруживать весьма малые изменения импульсного высокого напряжения.

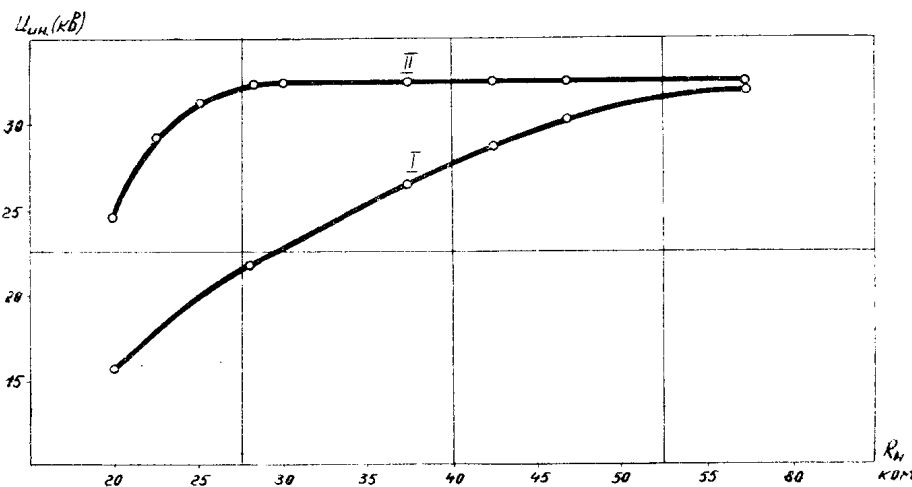


Рис. 3

В заключение отметим, что разработанная нами схема стабилизации высокого периодического импульсного напряжения может найти применение и в других физических установках, а не только в бетатроне.

Конструирование и экспериментальное исследование рассмотренной схемы электронной стабилизации выполнено Григорьевым Ю. В. и Беловым Е. М. под руководством автора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разин В. М. Стабилизация излучения бетатрона. Известия ТПИ, т. 87, 1957.
2. Бонч-Бруевич А. М. Применение электронных ламп в экспериментальной физике, ГИИЛ, 1955.