

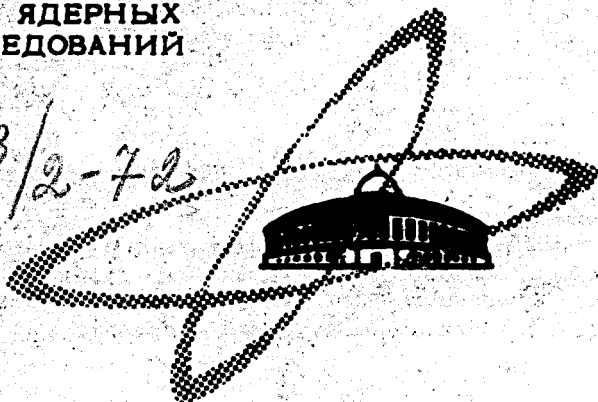
В-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

4393/2-72

1 - 6734



В.Д.Володин, П.С.Кузнецов,
А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

СОКРАЩЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ЗАДЕРЖКИ
ГЕНЕРАТОРА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ
НА ВОДОРОДНОМ ТИРАТРОНЕ

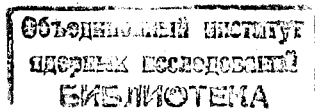
1972

1 - 6734

В.Д.Володин, П.С.Кузнецов,
А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин

СОКРАЩЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ЗАДЕРЖКИ
ГЕНЕРАТОРА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ
НА ВОДОРОДНОМ ТИРАТРОНЕ

Направлено в ПТЭ



В работе /1/ описаны генераторы высоковольтных импульсов для питания искровых камер, в частности, генератор с водородным тиратроном на напряжение 25 кв. Опыт работы показал высокую надежность тиратрона /с 1964 г. не отмечено ни одного случая выхода его из строя/, однако с течением времени задержка генератора увеличивалась, и в той же схеме включения достигла величины 0,8-1,5 мксек для тиратронов выпуска 1965 г. Такая величина задержки запуска во многих случаях недопустима, а применение тиратрона в качестве коммутатора желательно /ввиду ряда положительных качеств, присущих схеме: стабильность параметров импульса, регулирование его амплитуды в широких пределах без изменения давления или зазора, как это приходится делать в случае разрядника, надежность схемы/.

С целью уменьшения задержки генератора были проведены дополнительные исследования характеристик тиратрона с тлеющим разрядом, созданным при помощи сеточного смещения /2/, и разработана соответствующая схема включения, приведенная на рис. 1.

В отсутствие сигнала лампа со вторичной эмиссией L_1 типа 6В2П заперта по катоду положительным смещением от тока, протекающего через резисторы R_5 и R_3 . Одновременно это напряжение через резистор R_1 заряжает емкость C_1 . При подаче сигнала запуска соответствующей полярности или нажатия кнопки $КН_1$ на управляющую сетку L_1 поступает положительный импульс, отпирающий лампу. Импульс положительной полярности с динода L_1 подается через C_7 на сетку тиратрона T_1 и запускает его. Ограниченные величины блокировочных емкостей в цепях анода и экранной сетки, а также достаточно большие величины резисторов в этих цепях позволяют предохранять лампу от выхода из строя при случайной подаче на ее сетку импульса большой длительности, либо недопустимо высокой частоты повторения.

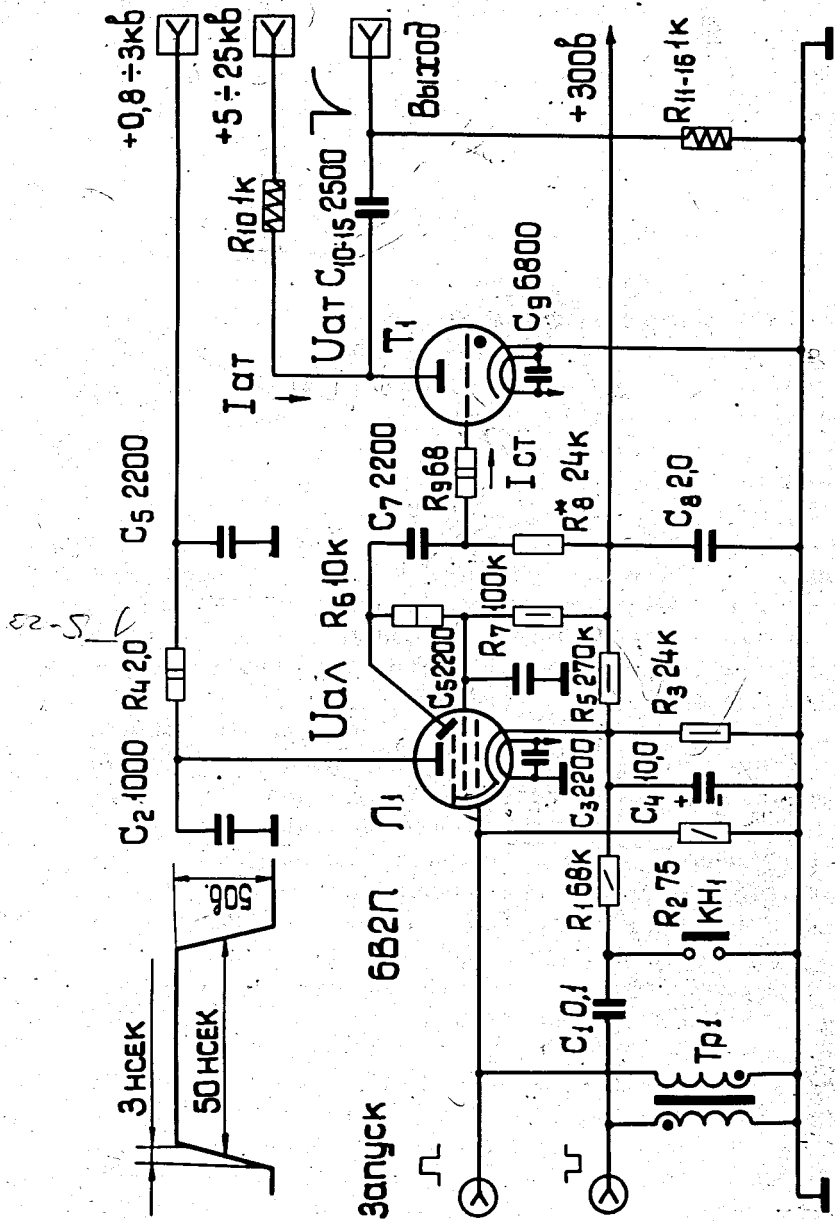


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема ГИН2-Т-25/6/С₁₀₋₁₅ и R₁₁₋₁₆ - шесть каналов на выходе/. Вверху слева - импульс запуска на сетке лампы.

Как показали измерения, даже небольшой ток, протекающий в цепи сетки тиратрона при положительном смещении, позволяет резко сократить задержку тиратронов данного типа: у новых экземпляров /1972 г. выпуска/ в два-три раза, у старых /1965 г./ - более чем на порядок. Ток устанавливается подбором резистора R_8 , при этом напряжение на сетке мало меняется /19-22 вольта при изменении тока от 0,2 до 20 ма/. Резистор R_9 типа ТВО защищает схему от действия обратного импульса сетки при срабатывании тиратрона.

Отрицательное смещение на сетке не приводит к сокращению задержки и потому все характеристики относятся к случаю положительного смещения по схеме рис. 1.

На рис. 2 приведены кривые задержки всей схемы генератора t_3 в зависимости от тока сетки тиратрона I_{CT} при постоянном напряжении на его аноде 15 кв, и разных значениях напряжения на аноде 6В2П $U_{ад}$. Задержка схемы обусловлена в основном тиратроном, задержка всей цепи запуска при подаче импульса с достаточно крутым фронтом /1-3/ нсек составляет 6-8 нсек при импульсе положительной полярности. При запуске отрицательным импульсом задержка возрастает на 8-10 нсек за счет трансформатора T_{p1} .

Как видно из рисунка, начальный участок - очень резкое падение задержки при сеточном токе, составляющем доли ма, затем идет довольно пологий участок с минимальной задержкой 50 нсек при $I_{CT} \sim 10-20 ат$. Интересно, что даже при таком токе сетки не возникает самопроизвольного срабатывания тиратронов данного типа, а лишь постепенно растет анодный ток в режиме покоя $I_{ад}$.

На рис. 3 приведена зависимость тока анода от тока сетки при различных анодных напряжениях тиратрона. Сплошные линии - ток анода тиратронов выпуска 1972 г., пунктирные - 1965 г.

В схеме с сеточным током характеристики старых и новых тиратронов по задержке практически совпадают, исключая небольшой разброс различных экземпляров, а по току в режиме покоя различаются довольно сильно. Тем не менее, в оптимальном режиме / $I_{CT} \approx 1-5 ма$ / ток анода величиной 0,2-0,3 ма оказывается приемлемым, особенно в режиме многократного /за цикл/ срабатывания тиратрона, когда все равно требуются источники высокого напряжения достаточно большой мощности. При наличии источников питания, обеспечивающих заряд емкостей в анодной цепи тиратрона, генератор высоковольтных импульсов, собранный

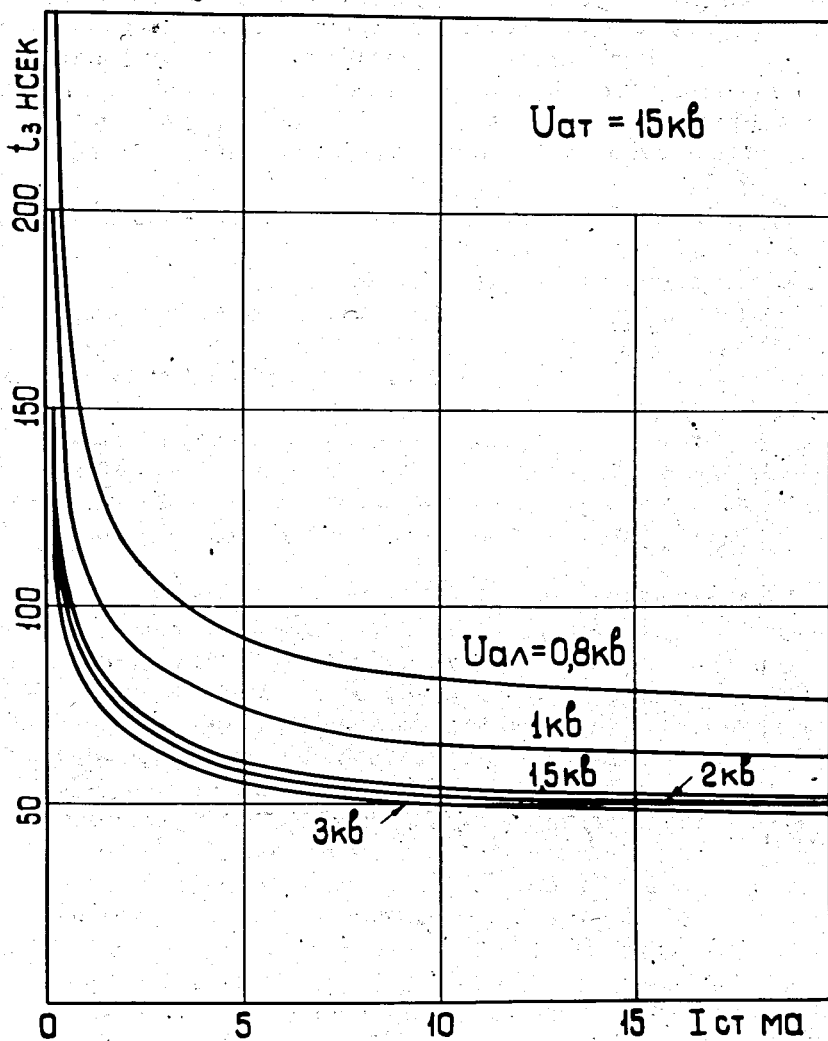


Рис. 2. Задержка генератора t_3 в зависимости от тока сетки тиратрона $I_{ст}$ при различном напряжении на аноде 6B2П.

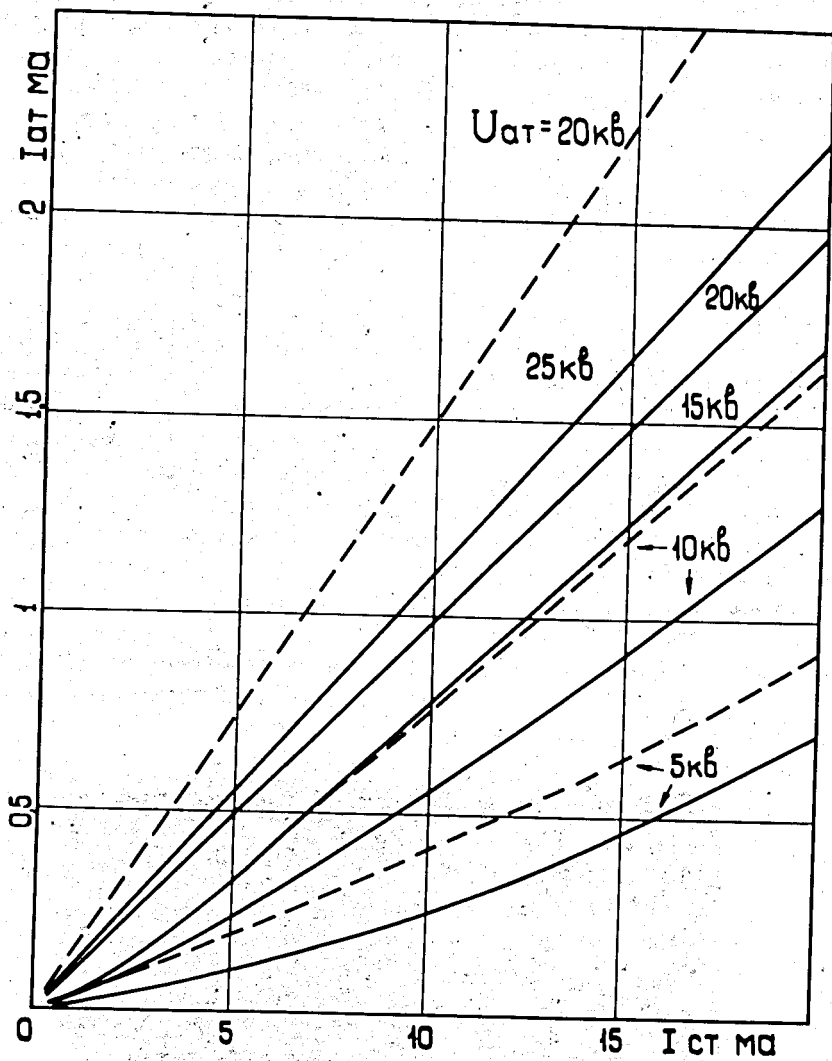


Рис. 3. Ток анода тиратрона $I_{ат}$ в зависимости от тока его сетки $I_{ст}$ при разном анодном напряжении. Пунктир - ток анода тиратрона выпуска 1965 года.

по схеме, изображенной на рис. 1, может работать с частотой 30-50 гц и более. При напряжении на аноде 6В2П порядка 1 кв и выше длительность запускающего импульса /рис. 1, слева вверху/ может быть сокращена до 20-25 нсек, поскольку дальнейшее увеличение длительности не приводит к заметному сокращению в задержке. В исходном состоянии лампа 6В2П заперта / $U_{сл} = 20-25$ в/ и при таких коротких импульсах запуска средняя рассеиваемая лампой мощность невелика. Как показали испытания, изоляция электродов лампы достаточно высока - лампа работает при анодном напряжении до 3 кв. При повышенной влажности в атмосфере в этом случае иногда возникают пробой в ламповой панельке, исчезающие после прогрева схемы. Величина емкости C_2 в анодной цепи лампы может быть сокращена при необходимости по крайней мере вдвое с соответствующим увеличением задержки тиратрона на 2-3 нсек. Сокращение величины ограничительного сопротивления R_9 , либо его исключение, не приводит к заметному уменьшению задержки. Не обнаружено также зависимости длительности фронта выходного импульса от тока сетки тиратрона. Зависимость задержки от напряжения на аноде тиратрона при $U_{ал} \geq 1$ кв и $I_{ст} \geq 0,2$ ма весьма слабая: она сокращается на 2-5 нсек при увеличении $U_{ал}$ от 5 до 25 кв в зависимости от экземпляра.

Характерно, что у всех испытанных тиратронов данного типа как новых, как и старых, с ростом тока $I_{ст}$ уменьшается разброс в величине задержки /джиттер/, достигая значения, меньшего 1 нсек уже при $I_{ст} = 2-3$ ма. В ряде устройств это обстоятельство может оказаться решающим.

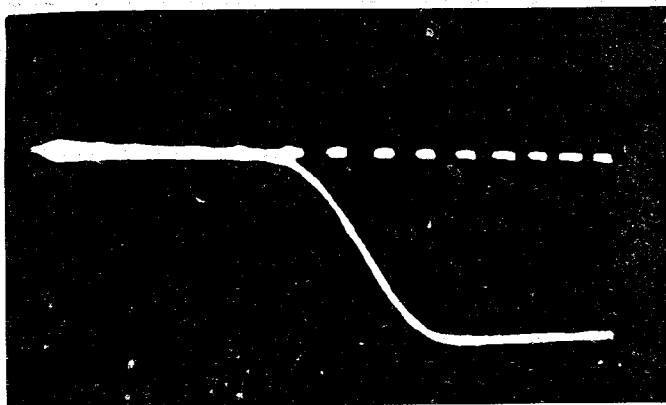


Рис. 4. Осциллограмма высоковольтного импульса $U_{ат} = 15$ кв, $I_{ст} = 2$ ма.

На рис. 4 приведена осциллограмма высоковольтного импульса /фронта/ амплитудой 15 кв, полученная наложением 25-30 импульсов при $I_{ст} = 2$ ма.

Два шестиканальных генератора, собранные по схеме рис. 1, в режиме $U_{ал} = 2,5$ кв, $I_{ст} = 3$ ма работают безотказно уже в течение года сначала в установке на синхрофазотроне,^{/3/} а затем на испытательном стенде большой стримерной камеры, осуществляя запуск 600 кв генератора.

Литература

1. А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин, Р.Фирковский, М.Н.Хачатурян, ПТЭ, 2, 119 /1968/.
2. Д.Актон, Д.Свифт. Газоразрядные лампы с холодным катодом. Перевод с английского. Изд. "Энергия". М.-Л, 1965.
3. Р.Г.Аствацатуров, А.М.Балдин, С.Г.Басиладзе, В.Д.Володин, В.И.Иванов, В.А.Крамаренко, И.Ф.Колпаков, А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин, Г.Л.Мелкумов, В.А.Смирнов, М.Н.Хачатурян, М.С.Хвастунов. Препринт ОИЯИ, Р13-6184, 1971.

*Рукопись поступила в издательский отдел
25 сентября 1972 года.*