



# Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

В. В. Орлов, Ю. М. Федорук, Генератор цуга световых вспышек большой яркости для гидродинамических и газодинамических исследований, *ТВТ*, 1968, том 6, выпуск 4, 764–766

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 44.220.255.141

5 ноября 2024 г., 02:40:09



1. В. Е. Фикельштейн, Н. Г. Старунов. Приборы и техника эксперимента, № 3, 1960.
2. В. Е. Фикельштейн, Н. Г. Старунов. Измерительная техника, № 1, 1960.
3. В. Е. Фикельштейн, А. Н. Кисель. Измерительная техника, № 2, 1966.
4. В. Е. Фикельштейн, А. Н. Кисель. Измерительная техника, № 3, 1965.

УДК 535.824.3

## ГЕНЕРАТОР ЦУГА СВЕТОВЫХ ВСПЫШЕК БОЛЬШОЙ ЯРКОСТИ ДЛЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*В. В. Орлов. Ю. М. Федорук*

Известно много конструкций стробоскопических источников света, работающих в непрерывном режиме [1]. Эти источники обеспечивают необходимую точность выдерживания временных интервалов, однако энергия вспышки в данном режиме сильно ограничивается допустимой средней мощностью как источника света, так и источника питания прибора. В то же время для визуализации течения слишком большое число вспышек не только бесполезно, но даже вредно из-за наложения друг на друга треков от разных частиц. Гораздо более целесообразно использовать в данном случае ограниченный цуг вспышек; число вспышек в цуге должно устанавливаться для разных задач от нескольких единиц до нескольких десятков.

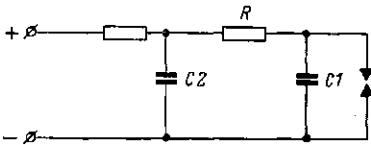


Рис. 1. Релаксационная схема для получения цуга световых вспышек

Из числа известных стробоскопических источников света, излучающих цуг вспышек, следует упомянуть часто применяющуюся [2] релаксационную схему (рис. 1), в которой разряд емкости  $C_2$  обеспечивает ограничение цуга. Здесь можно достичь большой мощности и энергии вспышек, однако интервалы между моментами самопробоя разрядного промежутка недостаточно стабильны вообще и, кроме того, меняются

на протяжении цуга из-за разряда емкости  $C_2$ . Частота вспышек ограничивается скоростью восстановления электрической прочности разрядного промежутка. Например, наиболее удобные в работе ксеноновые лампы низкого давления не позволяют получить в этой схеме необходимую частоту в несколько килогерц.

Перечисленные соображения разрешают сделать вывод, что поставленным требованиям будет удовлетворять лишь импульсный источник света с «внешним» управлением при помощи быстродействующих мощных коммутаторов тока (например импульсные тиратроны).

Применяемый нами генератор цуга световых вспышек состоит из двух основных частей: электронной схемы управления (рис. 2) и блока тиратронов с накопительными конденсаторами и импульсной лампой (рис. 3). Работа отдельных каскадов в схеме управления поясняется рис. 4. Каскад запуска 1, служащий для согласования электронной схемы с синхронизатором фото- или кинокамеры, посылает сформированный импульс  $U_1$  на каскад с регулируемым временем задержки, что необходимо для синхронизации работы электронной схемы с затворами различных конструкций. Задержанный импульс  $U_2$  отпирает каскад 3, и периодические импульсы с регулируемым периодом  $T$  от отдельного генератора 4 приводят в действие формирователь 5, выдающий острые импульсы с тем же периодом  $T$ . Запирающий каскад 3 имеет два устойчивых состояния и остается открытым до тех пор, пока пересчетный блок с коэффициентом пересчета  $(m+1)$  (для определенности на рис. 2 изображен блок с  $(m+1) = 4$ ) своим  $(m+1)$ -м импульсом не вернет его в нормальное (запертое) состояние. Пересчетные ячейки  $6a-6g$  соединены по кольцевой схеме, так что каждый импульс направляется по отдельному каналу через предусилители  $76-7g$  и оконечные усилители  $86-8g$  к тиратронам № 1-3. Первый импульс здесь не используется, так как интервал времени между первым и вторым импульсом из-за произвольности момента включения схемы по отношению к периодическим импульсам генератора 4 может быть меньше  $T$ .

Таким образом, блок управления выдает серию из  $m$  острых импульсов с равными интервалами  $T$ , точность выдерживания которых определяется лишь стабильностью частоты генератора 4 и разбросом моментов срабатывания каскадов 3, 5, 6,

который легко может быть сведен до десятых долей микросекунды и менее. Стабильность частоты может быть обеспечена применением кварцевого генератора с делителем частоты.

Блок тиратронов (рис. 3) для получения дуга импульсов тока состоит из  $m$  тиратронов, каждый из которых дает по одному импульсу от собственного накопительного конденсатора  $C$ . Особенность этого варианта схемы блока тиратронов состоит

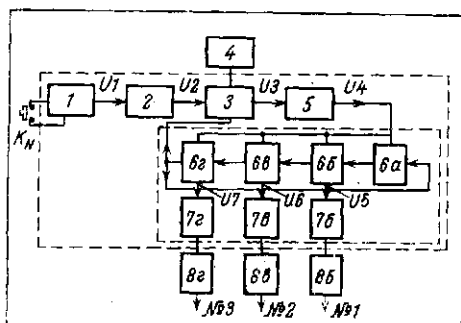


Рис. 2. Электронная схема управления (блок-схема)

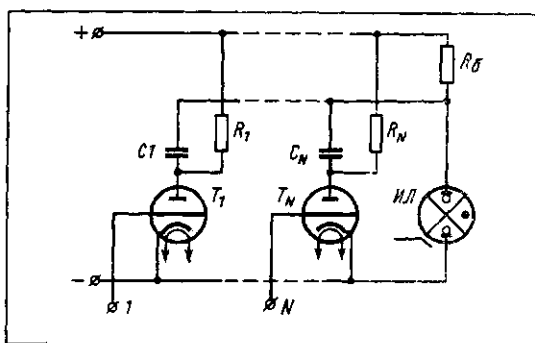


Рис. 3. Блок тиратронов

в том, что для повышения точности выдерживания временных интервалов между импульсами тока импульсная лампа работает непрерывно в режиме тлеющего разряда через сопротивление  $R_6$ . Такое включение устраняет нестабильность моментов пробоя импульсной лампы от отдельных импульсов тока.

В качестве импульсной лампы применялась обычная лампа-вспышка ИФК-120, нагрузочные характеристики которой ограничивают режим разряда следующими параметрами:  $C = 4 \text{ мкф}$ ,  $U = 2 \text{ кв}$ , мощность в импульсе — порядка 800 *ватт*. Поверхностная яркость разряда в этом режиме составляет  $\sim 10^5$  *стильбов*. Длительность вспышки при работе от обычных бумажных конденсаторов и длине разрядной цепи  $\sim 0,5 \text{ м}$  составляет 30—50 *мксек*.

Еще большую поверхностную яркость дает капиллярная лампа ИСП-5 [3]. Однако режим тлеющего разряда в этой лампе оказался устойчивым лишь при небольшой энергии вспышек ( $C = 0,25 \text{ мкф}$ ,  $U = 2 \text{ кв}$ ); поэтому при разрядной емкости  $C = 2 \text{ мкф}$  пришлось установить дополнительный генератор высоковольтных поджигающих импульсов, работающий синхронно с тиратронами.

Описанный выше вариант схемы блока тиратронов, имеющий  $m$  параллельных каналов, может обеспечить весьма большую частоту вспышек ( $\sim 20 \text{ кГц}$ ), так как здесь каждый из тиратронов работает однократно, и существование некоторого конечного времени деионизации тиратронов не имеет значения. Однако такая схема несколько громоздка. Если же требуемый интервал между вспышками значительно больше времени деионизации управляющего тиратрона, то возможен второй вариант схемы, в котором единственный тиратрон многократно разряжает рабочий конденсатор  $C_1$  через импульсную лампу ИЛ. Этот конденсатор, в свою очередь, заряжается за время паузы от дополнительной конденсаторной батареи  $C_2$  через балластное сопротивление  $R$  (рис. 5). В этом варианте схемы для возможно более быстрой деионизации тиратрона нужно вводить в разрядную цепь специально подобранную индуктивность  $L$ . Так, даже при неоптимальных параметрах разрядной цепи удавалось до-

вести частоту в дуге из восьми вспышек до нескольких килогерц ( $C_1 = 2 \text{ мкф}$ ,  $U = 2 \text{ кВ}$ , тиратрон ТГИ-1-400). Допустимую частоту можно еще несколько повысить, применив трансформаторную связь разрядной цепи тиратрона с импульсной лампой: это снизит импульсный и средний ток через тиратрон. Для работы в режиме дуга импульсов тока средний ток через тиратрон (за время дуга) может многократно превышать его паспортное значение для непрерывной работы.

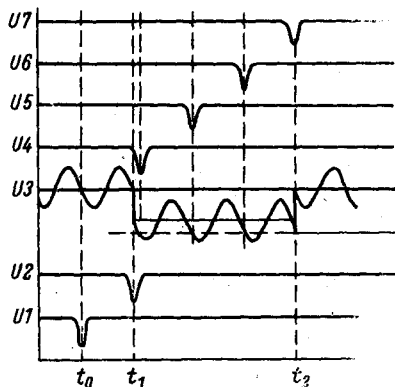


Рис. 4. Вид импульсов в отдельных точках схемы управления

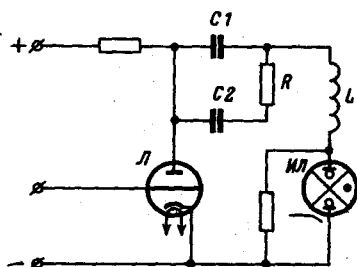


Рис. 5. Схема для получения дуга световых вспышек от одного тиратрона

Как указывалось, для некоторых гидродинамических задач необходима такая система вспышек в дуге, которая позволяла бы определить знак направления движения. С этой целью можно применить следующие способы: 1) в многотиратронном варианте в первом или последнем каналах устанавливается конденсатор иной емкости, чем остальные, тогда по плотности отдельных изображений частичек на фотопленке можно отличить начало или конец трека; 2) в одготиратронном варианте ограничение емкости  $C_2$  также позволяет определить начало трека по плотности изображений; 3) замена равномерного распределения вспышек в дуге определенным кодом.

Описанный выше прибор освоен в мелкосерийном производстве Опытным заводом совместно с СКБ научного приборостроения СО АН СССР.

Институт теплофизики  
СО АН СССР

Поступило в редакцию  
14 IV 1967

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Махлау. Lichtblitzstroboskopie zur Untersuchung schneller periodischer und nichtperiodischer Bewegungsvorgänge. Funktechnik, № 14, 517, 1960.
2. Г. Д. Саламандра, И. К. Севастьянова. Инж.-физ. ж., 3, № 9, 31, 1960.
3. И. С. Маршак. Импульсные источники света. Госэнергоиздат, 1963.