

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕМНОГО САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА ПРИ БОЛЬШИХ ДЛИТЕЛЬНОСТЯХ ЭНЕРГОВКЛАДА

О.Б.Ковальчук, Б.Б.Кудабаев, Е.Э.Трефилов, Б.Г.Шубин

Алтайский государственный университет,
656099, Барнаул
(Поступило в Редакцию 19 января 1994 г.)

Известно, что длительность устойчивого горения объемного самостоятельного разряда (ОСР) в электроразрядных CO_2 лазерах высоко-го давления лимитирована развитием прикатодных неустойчивостей и обычно не превышает нескольких мкс. В то же время в [1] сообщается о реализации ОСР с длительностью до 50 мкс в смесях $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He}$ атмосферного давления при удельных энерговкладах более 100 Дж/л. Здесь предыонизация основного промежутка осуществлялась вспомогательным ОСР (ВР), формируемым при иницировании УФ излучением. Энерговклады в ВР и источник УФ излучения не превышали 10% от энерговкладов в основной разряд.

Целью настоящей работы является изучение и оптимизация данного метода возбуждения ОСР.

Схема установки подобна [1] и приведена на рис. 1. Общий электрод (ОЭ), являющийся одновременно анодом вспомогательного и катодом основного (ОР) разрядов, выполнен из параллельно натянутых металлических проволочек (диаметр 1 мм, шаг 7 мм). Такое исполнение обусловлено удобством контроля однородности разрядов. В качестве предыонизатора ВР использовался барьерный разряд, источник питания (ИП) которого позволял реализовать режим предварительного заполнения вспомогательного зазора электронами [2] и запускался на несколько мкс раньше основного генератора. Величина вспомогательного зазора 2 см, основного 6 см. Площадь рабочей зоны 6×50 см. Использовалась газовая смесь $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He} — 1:2:11$. Суммарное давление 0.7 атм.

На рис. 2,а приведены результаты изучения влияния тока ВР на устойчивость основного разряда. Изменение тока ВР осуществлялось изменением сопротивления R . В качестве критерия устойчивости использовался диапазон ΔU_g существования основного разряда по напряжению генератора накачки U_g .

Наличие оптимума по величине R можно объяснить следующим образом. При больших R ток ВР слишком мал, соответственно слаба предыонизация основного зазора. При R меньше оптимальных происходит "перегрузка" ВР с последующим быстрым (несколько мкс) его контрагированием. Причем удельные энерговклады в ВР оставались по крайней мере на порядок меньше, чем в основной разряд. Длительность тока последнего (по уровню 0.1) составляла в зависимости от величины L 10–30 мкс. Отметим, что явной привязки по времени и

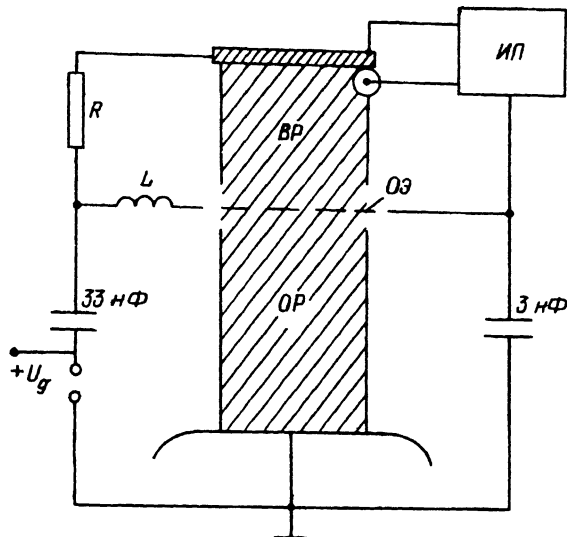


Рис. 1. Схема установки.

пространству контракции основного и вспомогательного разрядов замечено не было.

Таким образом, оптимальным оказалось использование относительно слаботочного ВР. Данный вариант эффективней как системы с традиционной предьонизацией основного разряда ($R \rightarrow \infty$), так и случая, в котором ток ВР не ограничен добавочным сопротивлением (режим близок к режиму "плазменного листа").

В используемой схеме в начальный момент все напряжение U прикладывается к малому вспомогательному зазору. Поэтому в [1] предлагалось (по аналогии с [3]) существенная роль начальных перенапря-

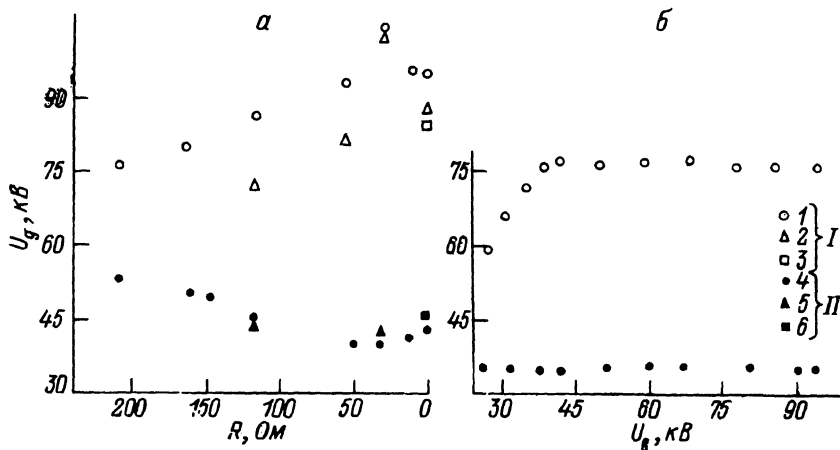


Рис. 2. Диапазон устойчивого горения ОР по напряжению генератора накачки в зависимости от величины R (а) и от напряжения вспомогательного генератора (б).

I — верхняя граница, II — нижняя граница; L , мкГ: 1, 4 — 7.5; 2, 5 — 17; 3, 6 — 50.

жений и связанных с этим эффектов "убегания" электронов, жесткого излучения ВР.

Для проверки данного предположения цепь резистора R отключалась. Между электродами вспомогательного разряда включался дополнительный малоиндуктивный генератор с емкостью в ударе 3 нФ, запускающийся на 0.1–1 мкс раньше основного ГИНа. На рис. 2,а приведена зависимость ΔU_g от напряжения U_B холостого хода вспомогательного генератора. Насыщение ΔU_g достигается уже при U_B , ненамного превосходящих напряжение статического пробоя вспомогательного зазора. Дальнейшее повышение перенапряжения не влияло на величину диапазона устойчивости основного разряда.

Таким образом, основным механизмом реализации больших длительностей горения основного разряда при инициировании его вспомогательным ОСР следует считать одностороннюю подпитку его катодной зоны электронами, эмиттируемыми из плазмы уже сформированного ВР. Плотность и длительность тока ВР целесообразно иметь существенно (примерно на порядок) меньше, чем в основном разряде. Большие перенапряжения на ВР не являются необходимым условием формирования устойчивого основного разряда.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 93-02-3482.

Список литературы

- [1] Ковальчук О.Б., Миненков В.Р., Шубин Б.Г., Фирсов К.Н. // Тез. докл. VI конф. по физике газового разряда. Казань, 1992. С. 35–36.
- [2] Аполлонов В.В., Байцур Г.Г., Прохоров А.М., Фирсов К.Н. // Квантовая электрон. 1986. Т. 13. № 12. С. 2538–2540.
- [3] Павловский О.И., Басманов В.Ф., Босамыкин В.С. и др. // Квантовая электрон. 1987. Т. 14. № 3. С. 428–431.

01;02;10
© 1994 г.

Журнал технической физики, т. 64, в. 8, 1994

СВОЙСТВА СИНХРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ FODO

О.Е.Шлишанин

Московский автомобилестроительный институт,
109280
(Поступило в Редакцию 25 января 1994 г.)

Эта заметка является продолжением работ [1,2], где прямолинейные промежутки не рассматривались. Необходимость данной задачи обусловлена тем, что именно система FODO наиболее часто используется при создании мощных электронных синхротронов, таких как DESY, и полученные здесь формулы могли бы быть проверены экспериментально.

В рассматриваемом случае будем раскладывать в ряд Фурье не градиент магнитного поля n , как в [1,2], а сами составляющие этого