

## СО<sub>2</sub>-ЛАЗЕР, ИНИЦИИРУЕМЫЙ СКОЛЬЗЯЩИМ РАЗРЯДОМ

*С.И. Андреев, И.М. Белоусова, П.Н. Дашук,  
Д.Ю. Зарослов, Е.А. Зобов, Н.В. Карлов, Г.П. Кузьмин,  
С.М. Никифоров, А.М. Прохоров, А.Н. Сидоров,  
Л.Л. Челноков, М.Д. Ярышева*

Сообщается об инициировании самостоятельного объемного разряда в рабочей смеси СО<sub>2</sub>-лазера излучением скользящего разряда. Получена генерация при давлении рабочей смеси до 1,5 атм. При вкладе энергии в объемный разряд до 150 дж/л·атм выходная энергия излучения составляла 10 дж/л·атм.

К настоящему времени хорошо известны методы управления разрядом как пучком заряженных частиц [1–3], так и путем воздействия на разрядный промежуток ультрафиолетовым излучением [4,5]. В этой работе показано, что для обеспечения объемного разряда СО<sub>2</sub>-лазера при атмосферном давлении рабочей смеси и выше может быть эффективно использован скользящий разряд [6] по поверхности раздела твердых и газообразных диэлектриков.

При воздействии колебательного импульса напряжения с крутизной переднего фронта  $du/dt = 10^{11} + 10^{12}$  в/сек и периодом  $T = 1 + 10$  мксек на систему электродов, один из которых является протяженной металлической пластиной, покрытой тонкослойным диэлектриком, вдоль поверхности диэлектрика формируется скользящий разряд.

На рис. 1 показаны незавершенная (а, б) и завершенная (в) стадии скользящего разряда. При недостаточно высоком приложенном напряжении прорастание искр скользящего разряда происходит хаотически и с различными скоростями. Этот недостаток устраняется нанесением на поверхность лака с наполнителем из мелкодисперсного порошка со-

единений бария, меди и графита. При этом скорость развития яркосветящихся каналов удается засинхронизовать (рис. 1 б, в). Таким образом при амплитуде импульса напряжения  $50 + 200$  кВ были сформированы каналы скользящего разряда в диапазоне длин от 20 до 200 см. В ультрафиолетовой области спектра яркостная температура плазмы завершённой стадии скользящего разряда составляет  $9 \div 10^3$  К.

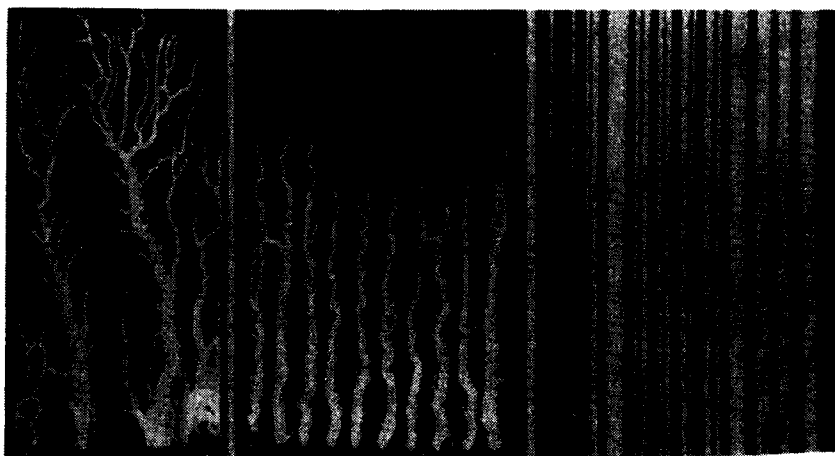


Рис. 1. а – Каналы скользящего разряда без нанесения управляющего покрытия, б, в – упорядоченные каналы. Слой диэлектрика (лавсан и триацетат) толщиной 0,43 мм, длина разрядного промежутка 62 см, ширина – 32 см. Амплитуда напряжения в случае а, б – 44 кВ, в случае в – 126 кВ.

Многоканальный скользящий разряд может быть использован для получения объемного разряда в  $\text{CO}_2$ -лазерах высокого давления как в качестве плазменного катода, более эффективного, чем в [7], так и для мощной ультрафиолетовой засветки рабочего объема лазера.

Разрядные характеристики скользящего разряда не соответствуют закону Пашена. При давлении рабочей смеси выше 0,3 атм разрядное напряжение слабо зависит от давления газа. Более того, при повышении давления рабочей смеси каналы разряда более однородно и плотно заполняют поверхность диэлектрика. Однороднозаполненный плазменный лист был получен в  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , He и их смесях при давлении до 1,5 атм.

Лазерный модельный эксперимент при малом объеме активной среды был проведен с использованием одного канала скользящего разряда. Этот разряд длиной 45 см был сформирован по поверхности стеклянной грубки (толщина стенок 1,5 мм). Диффузный объемный разряд в активной среде лазера формировался в зазоре  $2 \times 5 \times 40$  см<sup>3</sup> между двумя профилированными электродами.

Вольт-амперные характеристики этого объемного разряда свидетельствуют о том, что он, будучи инициирован ультрафиолетовым излучением скользящего разряда, носил самостоятельный характер. Его длительность в зависимости от величины накопительной емкости менялась в пределах  $0,07 + 0,7$  мксек. Резонатор лазера был образован глухим золотым зеркалом с радиусом кривизны 500 см и плоскопараллельной германиевой пластиной. При вкладе энергии в объемный разряд до

150 дж/л. атм. выходная энергия составляла 10 дж/л. атм. Длительность импульса излучения по полувысоте составляла 200 нсек. Генерация была получена при давлении рабочей смеси вплоть до 1,5 атм.

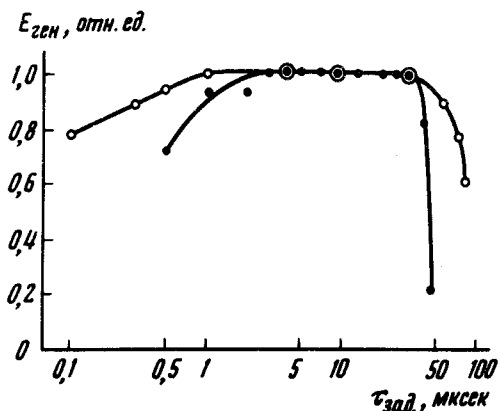


Рис. 2. Зависимость энергии импульсов генерации от величины задержки импульса основного питания относительно начала формирования скользящего разряда. Амплитуда импульса напряжения —  $\Delta$  — — 120 кВ,  $\circ$  — +240 кВ

Интенсивная ультрафиолетовая засветка обеспечивала работу лазера при задержке основного разряда относительно начала формирования скользящих искр в пределах от  $0,1 \pm 0,5$  до  $50+100$  мксек в зависимости от напряжения на скользящем разряде, как показано на рис. 2. При переходе к несамостоятельному разряду такой способ предионизации может быть полезен для создания  $CO_2$ -лазеров большого давления с большой длительностью импульсов излучения.

Таким образом, скользящий разряд может быть реализован в рабочих смесях  $CO_2$ -лазеров при больших давлениях и использован для инициации однородного разряда в больших объемах.

Физический институт  
им. П.Н.Лебедева  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
11 февраля 1975 г.

### Литература

- [1] В.М.Андряхин, Е.П.Велихов, С.А.Голубев, С.С.Красильников, А.М.Прохоров, В.Д.Письменный, А.Т.Рахимов. Письма в ЖЭТФ, **8**, 346, 1968.
- [2] Б.М.Ковальчук, В.В.Кремнев, Г.А.Месяц. Доклады АН СССР, **191**, 76, 1970.
- [3] С.А.Fenstermacher, M.I.Nutter, I.P.Rink, K.Boyer. Bull. Amer. Phys. Soc., **16**, 42, 1971.
- [4] О.Р.Judd. Appl. Phys. Lett., **22**, 95, 1973.
- [5] Е.П.Велихов, Е.А.Муратов, В.Д.Письменный, А.М.Прохоров, А.Т.Рахимов. Письма в ЖЭТФ, **20**, 108, 1974.
- [6] П.Н.Дашук, С.Л.Зайенц, В.С.Комельков и др. Техника больших импульсных токов и магнитных полей. Атомиздат, 1970.
- [7] Д.Ю.Зарослов, Е.К.Карлова, Н.В.Карлов, Г.П.Кузьмин, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, **15**, 665, 1972.