

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Ф. В. Бункин, В. В. Коробкин, Ю. А. Куриный, Л. Я. Полонский, Л. Н. Пятницкий, Лазерная искра со сплошным каналом в воздухе,
Квантовая электроника, 1983, том 10, номер 2, 443–444

<https://www.mathnet.ru/qa4135>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<https://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.81

19 апреля 2025 г., 17:23:23



В заключение авторы выражают благодарность Баранову В. Ю., Выхайко Ф. И. за полезные обсуждения и Шумилкину В. М. за помощь в проведении экспериментов.

1. T. V. Jacobson, G. H. Kimbell. *IEEE J. QE-9*, 173 (1973).
2. C. B. Hatch. *J. Phys. E*, 13, 589 (1980).
3. F. Voigner, M. Gastaud. *Appl. Phys. Letts*, 25, 649 (1974).
4. T. V. Jacobson, G. H. Kimbell. *Chem. Phys. Letts*, 8, 309 (1971).
5. H. Pummer, K. L. Kompa. *Appl. Phys. Letts*, 20, 356 (1972).
6. R. G. Wenzel, G. P. Arnold. *IEEE J. QE-8*, 26 (1972).
7. T. Y. Chang. *Rev. Sci. Instrum.*, 44, 405 (1973).
8. А. К. Жигалкин, Ю. Л. Сидоров. *ПТЭ*, № 6, 146, (1980).

Институт атомной энергии
им. И. В. Курчатова

Поступило в редакцию
7 января 1982 г; после
доработки — 12 апреля
1982 г.

D. D. Mal'yuta, V. F. Tolstov. **Electric-Discharge-Initiated Pulsed HF Chemical Laser Utilizing the Mixture of Industrial C_3H_8 With SF_6 .**

Development is reported of an HF electrochemical laser utilizing the mixture of industrial propane-butane mixture with SF_6 with the resistive anode made of single-crystal Ge with $\rho=25 \Omega \cdot cm$ with UV preionization with high stability of the laser radiation. Under nonselective lasing conditions from the discharge volume of 0.086 l laser, pulses with the energy of 220 mJ and the peak power of 3 MW have been obtained. Under stimulated emission at separate lines the energies of the radiation due to $P_1(4-9)$, $P_2(3-8)$, $P_3(3-8)$ transitions amounted to 15-43 mJ with the peak power of 0.2-0.5 MW.

«Квантовая электроника», 10, № 2 (1983)

УДК 537.523

Ф. В. Бункин, В. В. Коробкин, Ю. А. Куриный, Л. Я. Полонский, Л. Н. Пятницкий

ЛАЗЕРНАЯ ИСКРА СО СПЛОШНЫМ КАНАЛОМ В ВОЗДУХЕ

С помощью фокусировки аксиконом излучения лазера на неодимовом стекле (мощность ~ 1 ГВт) получена лазерная искра со сплошным каналом в атмосфере. Длина канала достигает 11 см.

Длительные лазерные искры обычно возникают при фокусировке мощного излучения длиннофокусной линзой (см., напр. [1, 2]), однако при этом разряд имеет дискретную структуру, что неудобно для ряда применений. Эта дискретность структуры искры связана, по-видимому, с распределением интенсивности поля в фокусированном линзой световом пучке. В связи с этим представляет интерес проверка других способов фокусировки, например, аксиконом. При этом способе фокусировки в принципе можно избежать явлений самофокусировки излучения в плазме искры, играющих существенную роль при фокусировке линзой [3], поскольку подвод световой энергии производится сбоку на всем протяжении фокального отрезка. Такие эксперименты были выполнены для аргона [4] и гелия [5] при повышенном давлении.

Настоящая работа посвящена экспериментальной проверке возможности получения в атмосферном воздухе без предварительной его подготовки лазерной искры со сплошным каналом при фокусировке излучения аксиконом.

В экспериментах использовалась многокаскадная лазерная система на неодимовом стекле со следующими параметрами: длительность импульса 40 нс, энергия до 50 Дж, диаметр лазерного пучка на выходе 3 см, расходимость $\sim 10^{-4}$ (в ряде экспериментов в лазерную систему вводилась отрицательная линза силой -0.33 дп для расширения пучка с целью более эффективного использования апертуры усилительных каскадов; при этом на выходе получалась сферическая волна, распространявшаяся в угле $2,6 \cdot 10^{-2}$, а диаметр пучка увеличивался до 4,5 см). Фокусировка излучения осуществлялась стеклянными аксиконами диаметром 6 см с углами при вершине конуса $\chi=144$ и 13° .

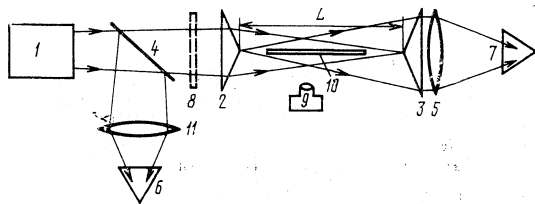


Рис. 1

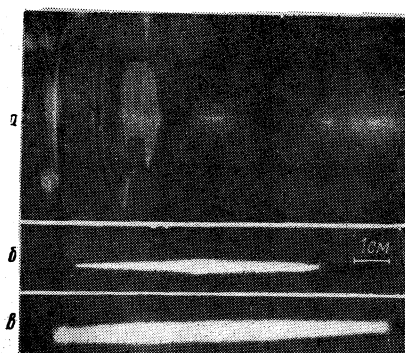


Рис. 2

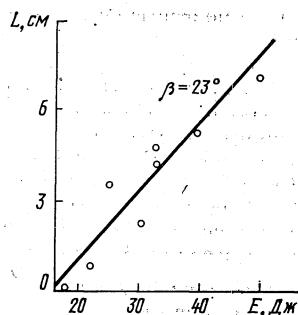


Рис. 3

Оптическая схема представлена на рис. 1. Излучение лазера 1 фокусируется аксиконом 2 на фокальном отрезке длиной L , где и образуется искра 10, а затем собирается аксиконом 3 и линзой 5 в калориметр 7. Стеклопластина 4, линза 11 и калориметр 6 позволяют контролировать энергию лазерного пучка перед фокусировкой, а сменный фильтр 8 — уменьшать ее без изменения режимов накачки активных элементов лазерной системы. Фотоаппарат 9 фиксирует интегральное свечение разряда в видимом диапазоне.

Длина фокального отрезка L определяется соотношением

$$L = R / [n(\beta - \omega/2n) - \beta], \quad (1)$$

где R — радиус лазерного пучка на аксиконе; $\beta = 1/2 (180^\circ - \chi)$ — преломляющий угол аксикона; n — показатель преломления его материала; ω — угол, в котором распространяется сферическая волна, падающая на аксикон.

В случае $\omega \ll \beta$ (почти плоская волна) $L \approx R/\beta(n-1)$. Из (1) следует, что длину фокального отрезка можно увеличить не только уменьшая β , но и увеличивая ω .

Фотографии полученных искр приведены на рис. 2 — дискретная искра, полученная с аксиконом при недостаточно тщательной юстировке (а) и сплошные искры при правильно настроенных аксиконах с углами $\chi = 134^\circ$ (б) и 144° (в).

При энергии лазерного импульса 50 Дж длина канала равна 9,5 и 11 см, что составляет 80 и 70 % от длины фокальных отрезков, рассчитанных по формуле (1). На 1 см длины канала в этих экспериментах в среднем приходилась световая энергия от 4 до 5 Дж, из которых 30 % проходит в калориметр 7 (рис. 1). Диаметр области фокусировки определялся по отпечатку на фотобумаге и составлял $\sim 0,1$ мм.

Для ослабления энергии лазерного импульса в луч вводились калиброванные светофильтры. При этом удалось установить, что порог пробоя составляет около 17 Дж, а при увеличении энергии длина искры меняется приблизительно линейно (рис. 3, $\beta = 23^\circ$).

Сравнение полученных результатов по ослаблению лазерного излучения плазмой искры с аналогичными данными, полученными при линзовой фокусировке, [6] показывает, что они не сильно отличаются друг от друга.

Авторы выражают признательность А. М. Прохорову и А. Е. Шейндлину за поддержку работы и ценные обсуждения, а также Ю. С. Касьянову и В. Г. Онищенко за помощь в наладке лазерной системы и Н. С. Скуратову за предоставление аксиконов.

1. Г. В. Островская, А. Н. Зайдель. *УФН*, **111**, 3 (1973).
2. Ю. П. Райзер. *УФН*, **132**, 549 (1980).
3. V. V. Korobkin, A. J. Alcock. *Phys. Rev. Letts*, **21**, 1433 (1968).
4. Б. Я. Зельдович, Б. Ф. Мульченко, Н. Ф. Пилипецкий. *ЖЭТФ*, **58**, 794 (1970).
5. R. Tremblay, Y. D'Astons, G. Roy, M. Blanshard. *Optics Comms*, **28**, 193 (1979).
6. J. R. Wilson. *J. Phys. D*, **3**, 2005 (1970).

Институт высоких температур АН СССР,
Москва

Поступило в редакцию
21 апреля 1982 г.

F. V. Bunkin, V. V. Korobkin, Yu. A. Kurinnyi, L. Ya. Polonskii, L. N. Pyatnitskii. **A Laser Spark With a Continuous Channel in the Air.**

With the use of neodymium-glass laser radiation (power of ~ 1 GW) focusing by an axicon a laser spark with a continuous channel in the atmosphere has been obtained. The channel length amounted to 11 cm.