

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронная промышленность, 1979, № 8—9: В. П. и др. Маломощные ОКГ для лечения трофических язв, долго не заживающих ран, костных переломов (с. 72); Б о я р с к и й Г. В. и др. Механизм биоэффекта лазерного излучения (с. 77); К о с а р е в И. И. и др. Применение низкоинтенсивного красного лазера в хирургии и другие статьи в этом номере.
2. Электронная промышленность, 1981, № 5—6: Г у щ а А. П. и др. Применение лазерного излучения для стимуляции процессов регенерации ... (с. 150), и другие статьи в этом номере.
3. Lasers in Photomedicine and Photobiology/Editors R. Pratesi, C. A. Sacchi.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1980.— (Optic Sciences. V. 22).
4. А с к а р ь я н Г. А. О прохождении светового и лазерного излучения через мутные физические и биологические среды. Возможность усиления проникания через мягкие среды! Препринт ФИАН СССР № 55.— Москва, март 1982; Квант. электр., 1982, т. 9, с. 1379.

535(048)

Г. А. Аскарьян, Б. М. Манзон. «Л а з е р н ы й д р а к о н» — н а п р а в л е н н ы й по лучу выброс светового разряда в атмосферу⁴. Обычно светодетонационные разряды в газе^{1,2} распространяются от фокуса навстречу световому лучу, причем фронт поглощения движется со скоростью $V_D \approx (I/\rho_0)^{1/3}$, где ρ_0 — плотность газа и I — плотность светового потока (для типичных разрядов $I \approx 10^9 - 10^{10}$ Вт/см² и $V_D \approx 10^6$ см/с при давлении 1 атм).

Что будет, если перед фокусом выкачать газ, а за фокусом — оставить? Как будет происходить световой разряд, особенно в случае длительных гигантских лазерных импульсов? Этой проблемой мы занялись после создания лазера нового типа³, дающего импульсы длительностью от сотен нс до десятков мкс.

Схема опыта⁴ дана на рис. 1, а. Внутри вакуумной камеры 1 фокусировался луч 2 мощного неодимового лазера на тонкую (10 мкм) быстропрогорающую лавсановую пленку 3, закрывающую окно и сдерживающую перепад давления. Линза имела фокусное расстояние 1 м и размер пятна фокусировки составлял 1 мм. Энергия импульса $Q \leq 100$ Дж. Длительности импульсов в режиме волны генерации могли быть изменены от 0,3 до 10 мкс. В качестве контрольного использовался обычный 50-нс импульс той же энергии. При откачке воздуха из камеры сразу же был получен направленный выброс светового разряда в атмосферу, длина которого возрастала с увеличением длительности T импульса: от 3 см при $T \approx 0,3$ мкс до 17 см при $T \approx 5$ мкс⁴ (рис. 1, б—е).

Поразительным было малое сечение канала энерговыделения, концентрированное распространение света и лидера инициирования пробоя. Размер нити пробоя не превышал десятых долей мм, т. е. был во много раз меньше не только длины разряда, но и начального размера фокуса. Все это показывало, что в разряде обеспечивается подфокусировка и концентрированное проведение света в плазме⁵⁻⁶, для чего достаточно концентрации плазмы $n_e \approx \theta^2 n_{кр} \ll n_{кр} \approx 10^{21}$ см⁻³ ввиду малости угла захвата ($\theta \approx 0,1 - 0,05$ рад). При малой энергии наблюдалась одиночная нить, свидетельствующая о захвате луча и при его повороте, связанном с движением волны генерации³. Наблюдались срывы захвата и образование прорывов при нескольких дискретных углах. Были зарегистрированы на скоростных фоторазвертках скорости прорыва вперед, достигающие $5 \cdot 10^6$ см/с. Отметим, что погонные энерговыделения составили несколько Дж/см, что заведомо достаточно для высоких температур и малых плотностей остающихся следов.

Направленный выброс светового разряда в атмосферу, названный нами «лазерным драконом» в честь мифического существа, изрыгающего пламя, представляет интерес не только как световой плазмотрон нового типа. Он открывает новый класс радиационной газодинамики, описывающей концентрированное распространение мощного луча света в поглощающей среде, при котором луч, нагревая и выбрасывая среду со своего пути, подфокусирует сам себя. Распространение фронта вторжения имеет много общего с газодинамическим гиперзвуковым обтеканием тонкого тела⁷.

Одним из важных факторов, позволивших получить длинные выбросы разряда, выявить и проанализировать его структуру, было использование сверхдлительных гигантских импульсов, создаваемых лазером нового типа³.

Такие импульсы позволили получить¹¹ также длинные непрерывные световые разряды в атмосфере, достигающие длины 20 см (рис. 2), отличающиеся от неравномерных прерывистых разрядов в обычных гигантских импульсах (см. рис. 2, б) своей непрерывностью, весьма желательной в ряде практических случаев. Зависимость длины L разряда от длительности T импульса близка к теоретической $L \approx v_D T \sim T^{2/3}$ при заданной энергии Q .

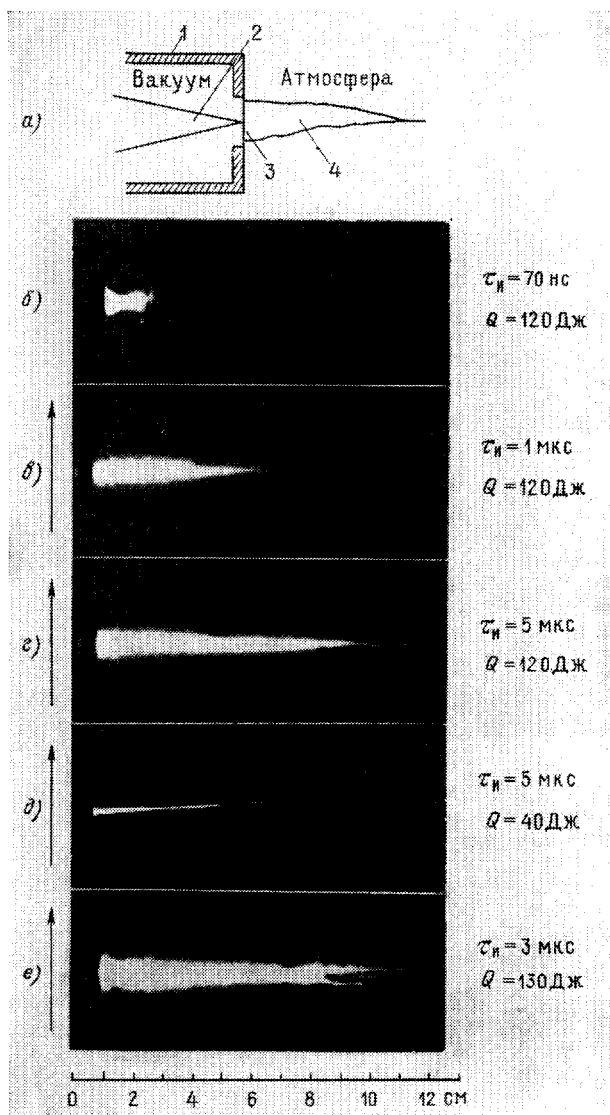


Рис. 1. Направленный по лучу выброс светового разряда в атмосферу.

а) Схема опыта (1 — вакуумная камера; 2 — луч лазера; 3 — тонкая лавсановая пленка, сдерживающая перепад давления; 4 — световой разряд); б—е) Интегральные фото световых разрядов при разных длительностях T и энергиях Q лазерных импульсов; рис. б) — случай обычного 70-нс гигантского импульса; рис. в—д) — случай длинных гигантских импульсов; при уменьшенных энергиях (рис. б)) видна тонкая прямая нить прорыва диаметром 0,2 мм; при больших энергиях часто получается гроздь нитей под дискретными углами (рис. е)).

Полученные световые разряды можно использовать для создания каналов ^{8,9} пониженной плотности и плазменных каналов в газе с целью проведения пучков частиц

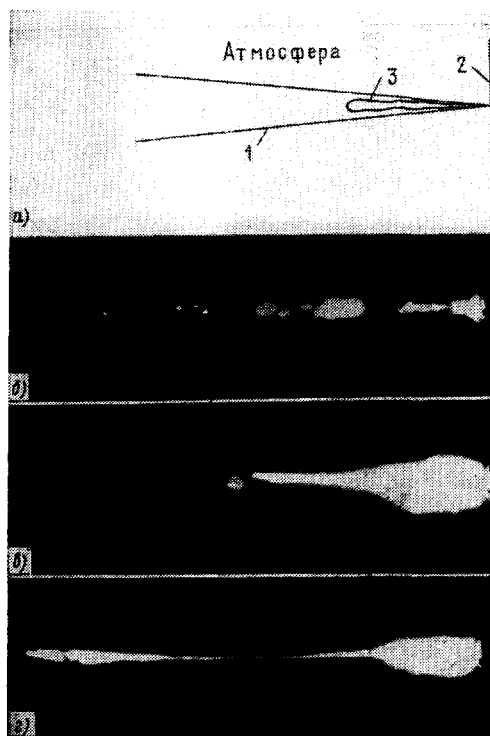


Рис. 2. Длинный непрерывный разряд в газе навстречу лучу.

а) Схема опыта (1 — луч лазера, 2 — мишень, 3 — разряд); б) четочный неоднородный разряд в обычном гигантском импульсе с $T \approx 50$ нс; в, г) непрерывные длинные искры при длительностях $T \approx 3$ и 10 мкс соответственно. Масштаб изображения тот же, что и на рис. 1.

излучения, быстролетающих частиц, для создания ¹⁰ плазменных антенн, отражателей и направляющих систем для радиоволн, для создания направленного пробоя, замыкания разряда, создания плазменных электродов и т. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островская Г. В., Зайдель А. Н.— УФН, 1973, т. 111, с. 579.
2. Райзер Ю. П. Лазерная искра и распространение разрядов.— М., Наука, 1974.
3. Аскарьян Г. А., Манзон Б. М.— Письма ЖЭТФ, 1978, т. 27, с. 113.
4. Аскарьян Г. А., Манзон Б. М.— Письма ЖТФ, 1982, т. 8, с. 1125.
5. Аскарьян Г. А.— ЖЭТФ, 1962, т. 42, с. 1567.
6. Аскарьян Г. А.— УФН, 1973, т. 111, с. 249.
7. Черный Г. Г. Течение газа с большой сверхзвуковой скоростью.— М.: Физматгиз, 1959.
8. Аскарьян Г. А., Тарасова Н. М.— Письма ЖЭТФ, 1974, т. 20, с. 277.
9. Aggaval G. P.— Optics and Laser Techn., 1981, v. 13, p. 141.
10. Аскарьян Г. А., Манзон Б. М., Раевский И. М.— Письма ЖТФ, 1978, т. 4, с. 1466.
11. Аскарьян Г. А., Манзон Б. М.— Письма ЖТФ, 1982, т. 8, с. 1256.