

образцов и обсуждение параметров сверхпроводящей керамики, а также А.Л. Шмаева и Л.Н. Борисова за помощь в проведении экспериментов.

Л и т е р а т у р а

- [1] Young R. - Proceedings of 14-th Field Emission Symp. NBS, Maryland and Georgetown University, 1967, p. 7-10.
- [2] Herrmann M. - Z. Phys., 1965, Bd. 184, H. 4, S. 352-354.
- [3] Gazier C. - Phys. Lett. 1971, v. 35 A, p. 243-244.
- [4] Афанасьева Н.П., Егоров Н.В., Кочерыженков А.В., Фурсей Г.Н. - ПТЭ, 1982, № 5, с. 141-142.
- [5] Фурсей Г.Н., Егоров Н.В., Кочерыженков А.В. - Письма в ЖТФ, 1981, т. 7, в. 13, с. 798-801.
- [6] Фурсей Г.Н., Мохасне М.М., Егоров Н.В., Пономарев В.С., Щемелев В.Н. - ФТТ, 1976, т. 18, в. 2, с. 631-632.
- [7] Кочерыженков А.В., Маслов В.И., Фурсей Г.Н. - ФТТ, 1987, т. 29, в. 8, с. 2471-2472.
- [8] Фишер Р., Нойман Х., Львов О.И., Фурсей Г.Н. Автоэлектронная эмиссия полупроводников. Под ред. Сокольской И.Л. М. Наука. 1971, 215 с.
- [9] Варлашкин А.В., Васильев А.Л. и др. - Письма в ЖЭТФ, 1987, Приложение к т. 46, с. 59.

Ленинградский электротехнический институт связи
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Поступило в Редакцию
19 августа 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 20

26 октября 1988 г.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ АЗОТНОГО УФ-ЛАЗЕРА, ВОЗБУЖДАЕМОГО СКОЛЬЗЯЩИМ РАЗРЯДОМ

П.П. Б р ъ н з а л о в, Б.О. З и к р и н,
Н.В. К а р л о в, Г.П. К у з ь м и н

Большой интерес к исследованию физики развития сильнопоточного скользящего разряда [1-4] в значительной мере определяется успешным его применением в качестве источника предионизации и плазменных электродов при создании мощных газовых лазеров

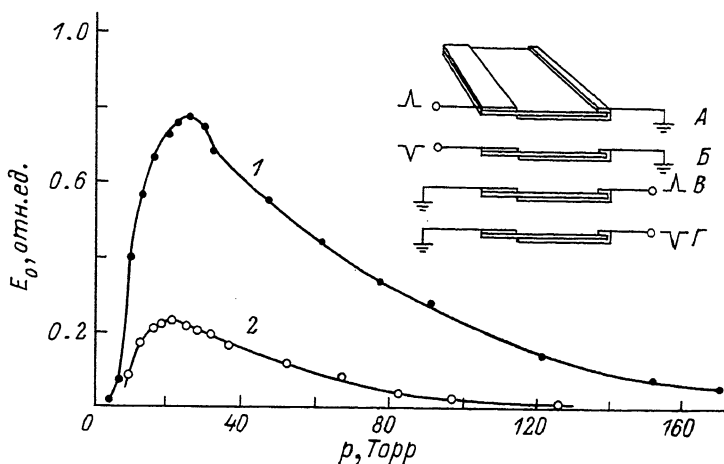


Рис. 1. Зависимости энергии лазерного импульса от давления азота при различной полярности питающего импульса. (1) - вариантам (А) и (Г), (2) - вариантам (Б) и (В).

[5, 6]. Кроме того, известно, что и сам скользящий разряд в различных конструктивных исполнениях [7, 8, 9] может служить источником накачки лазерных сред. Отметим, что скользящий разряд, развиваясь на поверхности диэлектрика, позволяет формировать для лазерных сред с высоким коэффициентом усиления (например, широкий класс лазеров на самоограниченных переходах), лазерный пучок с конфигурацией, задаваемой профилем поверхности диэлектрика. Так, в работе [7] была получена УФ-генерация на азоте с кольцевой формой сечения лазерного излучения, в работах [8, 9] была получена ножевидная форма сечения лазерного излучения для азота ($\lambda = 337.1$ нм) и неона ($\lambda = 540.1$ нм). Необходимо также подчеркнуть, что лазерное излучение, формируемое в плазме скользящего разряда, обладает в силу специфики этого разряда [9] двумя важными достоинствами: высокой плотностью мощности и малой расходимостью.

В данной работе приведены результаты исследований работы азотного УФ-лазера ($\lambda = 337.1$ нм) при различной полярности импульса напряжения, питающего скользящий разряд.

Электрическая схема питания скользящего разряда включала в себя высоковольтный источник с рабочим напряжением (± 40 кВ), управляемый разрядник РУ-65. В качестве накопительной емкости использовалась батарея конденсаторов К15-10, с общей емкостью 15 нФ, а оптимизированная обостряющая емкость составляла 2.5 нФ (К15-4). Скользящий разряд развивался на поверхности сапфировой

пластины, имеющей размеры $800 \times 80 \times 1 \text{ мм}^3$ (см. рис. 1). Расстояние между электродами, выполненными из листовой стали толщиной 0.1 мм, составляло 44 мм, а длина электродных пластин была 750 мм.

На рис. 1 приведены зависимости энергии лазерного импульса от давления азота при различной полярности источника питания. В этой серии экспериментов регистрировалась полная энергия излучения в оптической схеме кварцевая пластина – плоское металлическое зеркало. Были исследованы четыре варианта (А, Б, В, Г) подключения импульсного генератора к электродной системе скользящего разряда. Вариантам (А) и (Г), которые по существу эквивалентны, соответствует зависимость (1), приведенная на рис. 1, а вариантам (Б) и (В) – зависимость (2). Как видно из рис. 1, для обеих энергетических зависимостей оптимальным является диапазон давлений 20–30 Торр, однако в случае (А) либо (Г) энергия лазерного импульса существенно больше, чем в случае (Б) и (В) во всем исследованном диапазоне давления в лазерной камере. Такая зависимость энергии лазерного импульса от полярности питающего импульса указывает на существенную неравнозначность электродов. Оптимальным для работы лазера является использование иницилирующего электрода, который на рис. 1 обозначен с левой стороны в качестве анода.

В следующей серии экспериментов исследовалось распределение энергии по сечению лазерного пучка в поперечном и продольном к плоскости скользящего разряда направлениях при двух полярностях импульса напряжения (варианты А и Б на рис. 1) при давлении азота 18 Торр. Распределение энергии снималось в ближней зоне, на расстоянии 25 см от выходного окна в режиме, когда вместо отражающего металлического зеркала использовалась кварцевая пластина. Измерения проводились с помощью чувствительного пироэлектрического приемника с щелевой диафрагмой (ширина щели составляла 0.1 мм).

На рис. 2 представлены результаты исследований. Кривые (1) и (2) для двух полярностей импульса напряжения отражают распределение энергии в продольном к плоскости скользящего разряда направлении. Кривые (3) и (4) отражают распределение энергии в поперечном к плоскости скользящего разряда направлении. Характер распределения энергии не зависит от полярности прикладываемого к электродам импульса напряжения, являясь явно несимметричным как в продольном, так и в поперечном направлениях. Распределение энергии в поперечном направлении представляет собой интенсивный узкий пик и менее интенсивное широкое крыло.

Распределение энергии в продольном направлении также существенно неравномерно с более крутым фронтом нарастания плотности энергии вблизи электрода, противоположного иницилирующему электроду. Зависимости (1) и (2) на рис. 2 отображают резконеверный характер распределения электрического поля в межэлектродном промежутке. Так, вблизи иницилирующего электрода электрическое поле имеет преимущественно направление по нормали к плоскости

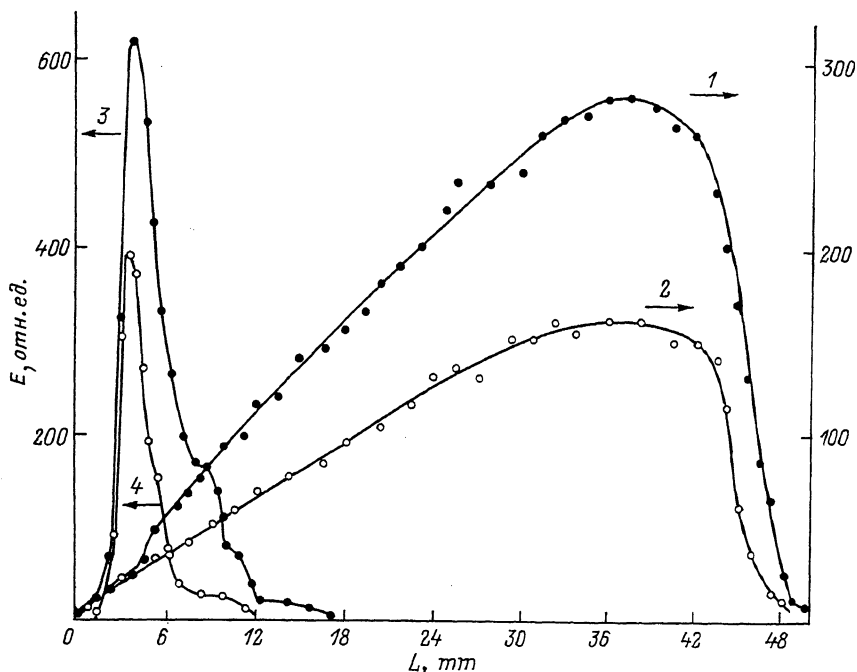


Рис. 2. Распределение энергии по сечению лазерного пучка. (1) и (3) — соответствует вариантам (А) и (Г), (2) и (4) — вариантам (Б) и (В). Начало отсчета соответствует инициирующему электроду скользящего разряда.

разряда в связи с малой по отношению к длине разрядного промежутка толщиной диэлектрика и наличия на обратной стороне диэлектрической пластины металлического электрода под другим потенциалом. При продвижении фронта скользящего разряда от инициирующего электрода к противоположному возрастает составляющая электрического поля, а следовательно и продольная составляющая скорости электронов. Асимметрия в характере распределения поля приводит, в частности, к тому, что с ростом давления газа уже в диапазоне 300–400 Торр суперлюминесценция визуально наблюдается лишь вблизи электрода, противоположного инициирующему.

Таким образом, проведенные исследования азотного лазера, возбуждаемого скользящим по поверхности диэлектрика разрядом, позволяют сделать следующие выводы: электроды не являются равнозначными относительно полярности прикладываемого импульса напряжения, и в случае получения генерации на азоте в УФ области предпочтительным является использование инициирующего электрода в качестве анода.

- [1] З а р о с л о в Д.Ю., К а р л о в Н.В. и др. - Изв. АН СССР, сер. физ., 1979, т. 43, № 2, с. 230-236.
- [2] Б а р а н о в В.Ю., Б о р и с о в В.М. и др. - Препринт № 347217, Институт атомной энергии, М., 1981 г.
- [3] Д а ш у к П.Н., Д е м е н т ь е в В.А. и др. - Письма в ЖТФ, 1983, т. 9, вып. 2, с. 89-94.
- [4] Б а р а н о в В.Ю., Б о р и с о в В.М., В ы ш к а й л о Ф.И., Х р и с т о ф о р о в О.Б. - ТВТ, 1984, т. 22, с. 661.
- [5] Г о р к о в с к и й В.П., К а р л о в Н.В. и др. - Квантовая электроника, 1984, т. 11, № 9, с. 1867-1869.
- [6] Б о р и с о в В.М., В и н о х о д о в А.Ю., К и р ь ю х и н Ю.Б., М о р о з о в А.Н. - Квантовая электроника, 1987, т. 14, с. 2168-2174.
- [7] Д а ш у к П.Н., К у л а к о в С.Л. - Письма в ЖТФ, 1981, т. 7, в. 21, с. 1307-1311.
- [8] А н т о н о в В.С., К н я з е в И.Н., М о в ш е в В.Г. - Квантовая электроника, 1974, т. 1, № 2, с. 433-435.
- [9] Б р ь н з а л о в П.П., З и к р и н Б.О., К а р л о в Н.В. и др. - Письма в ЖТФ, 1988, т. 14, в. 10, с. 946-949.

Институт общей физики
АН СССР, Москва

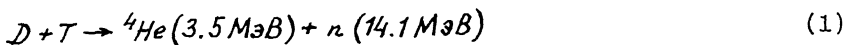
Поступило в Редакцию
27 июля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 20 26 октября 1988 г.

К ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ
ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА НА D^3He ТОПЛИВЕ

И.Н. Г о л о в и н, В.В. К о с т е н к о,
В.И. Х в е с ю к, Н.В. Ш а б р о в

Современная программа управляемого термоядерного синтеза ориентируется на создание реакторов, использующих в качестве топлива прежде всего равнокомпонентную смесь дейтерия с тритием, так как реакция



протекает с наибольшей скоростью и при наименее высокой температуре среди всех реакций термоядерного синтеза.

Однако с точки зрения практического использования реакция (1) обладает двумя существенными недостатками. Топливо - тритий - радиоактивно и в нем рождаются нейтроны с высокой энергией. Образующиеся нейтроны будут приводить к сильным радиационным повреждениям первой стенки и прилегающих к ней конструкций