

бардировки катода инертных газов. Это связано либо со сглаживанием катодных микровыступов, либо с увеличением работы выхода поверхности катода.

Результаты экспериментов показывают, что инициирование импульсного вакуумного пробоя на ВТСП электродах имеет особенности по сравнению с обычными металлами. Формирование на поверхности катода диэлектрического покрытия делает возможным использование ВТСП катодов в высоковольтных электрофизических устройствах.

Благодарим Г.А. Месяца, В.Ф. Пучкарева за поддержку, полезные советы и обсуждение результатов.

Л и т е р а т у р а

- [1] Пучкарев В.Ф., Шкуратов С.И. — Тез. докл. XX Всесоюзной конференции по миссионной электронике. Киев, 1987, т. II, с. 248.
- [2] Месяц В.Г., Шкуратов С.И. — Труды 1 Всесоюзного рабочего совещания по проблеме высокотемпературной сверхпроводимости. Свердловск, июль 1987, т. II, с. 248–250.

Институт электрофизики
АН СССР, Свердловск

Поступило в Редакцию
31 мая 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 16

26 августа 1988 г.

ПРОХОЖДЕНИЕ ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ *NaCl* — ЛАЗЕРА ЧЕРЕЗ КВАРЦЕВЫЙ СВЕТОВОД

Е.М. Д и а н о в , В.И. К о н о в ,
В.П. П а ш и н и н , А.С. С и л е н о к

Широкие перспективы применения УФ излучения эксимерных лазеров в технологии и медицине требуют создания волоконно-оптических линий, способных передавать с малыми потерями импульсно-периодическое излучение большой средней мощности. Поскольку возможность увеличения энергии W каждого отдельного импульса серии ограничена разрушением волокна или нелинейным поглощением в нем излучения [1, 2], естественным путем существенного увеличения средней мощности излучения, передаваемого по волокну заданного сечения, представляется повышение частоты f следования лазерных импульсов.

В настоящей работе обнаружен и исследуется эффект самоограничения с ростом f мощности излучения с длиной волны $\lambda = 308$ нм, транспортируемого через световод из кварцевого стекла.

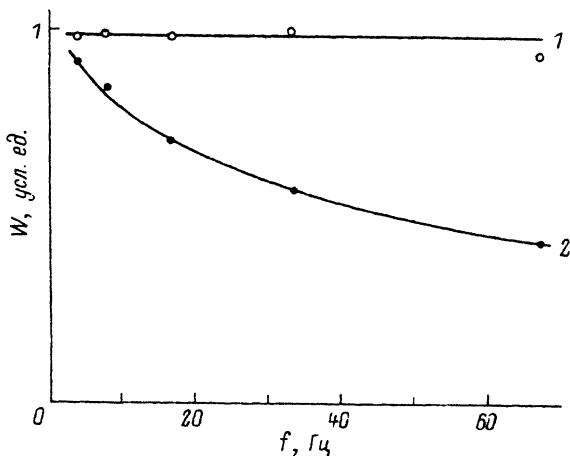


Рис. 1. Зависимость энергии на выходе световода (тип б) от частоты f следования импульсов. 1 - $l=0.5$ м, 2 - 15.6 м.

Методика измерения затухания излучения в световоде заключалась в измерении энергии импульсов на выходе световодов разной длины при фиксированной энергии на их входе и неизменных условиях ввода. Такие условия реализовались при укорачивании волокна в условиях жесткого закрепления его входного участка в вводном устройстве. Средняя мощность излучения на выходе световода измерялась ИМО-2 и пересчитывалась в среднюю энергию импульсов. Источником излучения являлся *HeNe*-лазер с длительностью импульсов излучения ≈ 10 нс и частотой следования импульсов $f \leq 100$ Гц. Угловая апертура излучения на входе световода составляла $2\theta \approx 0.28$ рад, входной и выходной торцы световода формировались сколом волокна. Эксперименты проводились с прозрачными в УФ области спектра световодами трех типов: а - кварц-полимер $\varnothing 600$ мкм, б - кварц-легированный кварц $\varnothing 400$, в - кварц-легированный кварц $\varnothing 600$ мкм.

На рис. 1 представлены типичные зависимости энергии импульсов на выходе световода от частоты f , полученные при фиксированной энергии лазерных импульсов до и после укорочения световода. Из рисунка видно, что коэффициент поглощения κ излучения в световоде зависит от частоты следования импульсов, возрастая с увеличением f . К росту κ приводит также увеличение энергии лазерных импульсов при фиксированной частоте их следования.

Для обработки экспериментальных результатов мы в общей зависимости $\kappa = \kappa(f, E)$ ограничивались линейным по плотности энергии E в волокне членом: $\kappa \approx \alpha \cdot \beta(f) \cdot E$. В таком приближении плотность энергии E_1 на входе и E_2 на выходе удаляемого в процессе эксперимента отрезка световода длины l связаны между собой отношением [1]:

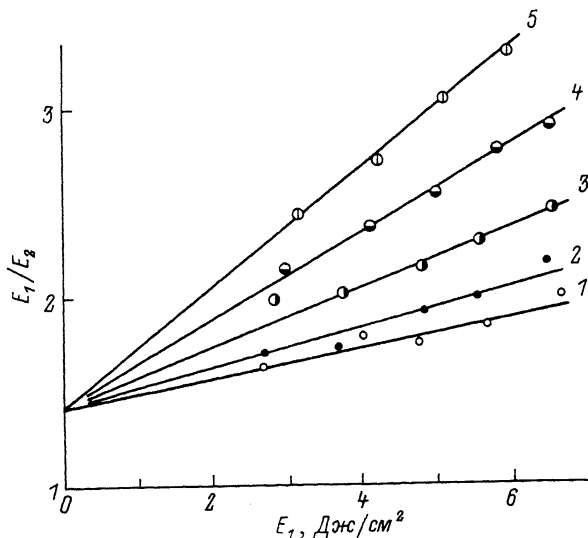


Рис. 2. Отношение $\frac{E_1}{E_2}$ в зависимости от E_1 для волокна типа а ($l=13$ м). 1 - $f=1.9$ Гц, 2 - 3.9 Гц, 3 - 8.2 Гц, 4 - 16.8 Гц, 5 - 33.6 Гц.

$$\frac{E_1}{E_2} = e^{\alpha l} + E_1 \frac{\beta}{\alpha} (e^{\alpha l} - 1) = C_1 + E_1 C_2 \beta(f), \quad (1)$$

где C_1 и C_2 - константы, не зависящие от f .

Представим результаты наших экспериментов в виде зависимости отношения $\frac{E_1}{E_2}$ от E_1 (см. рис. 2). Видно, что они достаточно хорошо описываются соотношением (1), т.е. ложатся на семейство прямых, исходящих из некоторой точки на оси ординат, местоположения которой соответствует значению $C_1 = \exp(\alpha l)$ и позволяет определить коэффициент α поглощения слабого сигнала ($\alpha=0.12, 0.27, 0.13$ дБ/м для световодов типов а, б, в соответственно). Тангенс угла наклона к оси абсцисс каждой из этих прямых зависит от f и определяет значение $\beta(f)$. Зависимости $\beta(f)$, следующие из обработанных указанным способом экспериментов, представлены на рис. 3. Как это следует из рисунка, нелинейное затухание проявляется тем сильнее, чем выше частота следования импульсов, становясь менее заметным при переходе к низким частотам и, в пределе, к одиночным импульсам. Величина нелинейности, определяемая значением β , зависит от типа волокна. Было замечено, что для волокон с сильной зависимостью пропускания от f и E (типы „а“, „б“) характерна красная люминесценция под действием излучения $\lambda=308$ нм, в то время как для волокна со слабо меняющимся пропусканием (тип „в“) такая люминесценция не наблюдается.

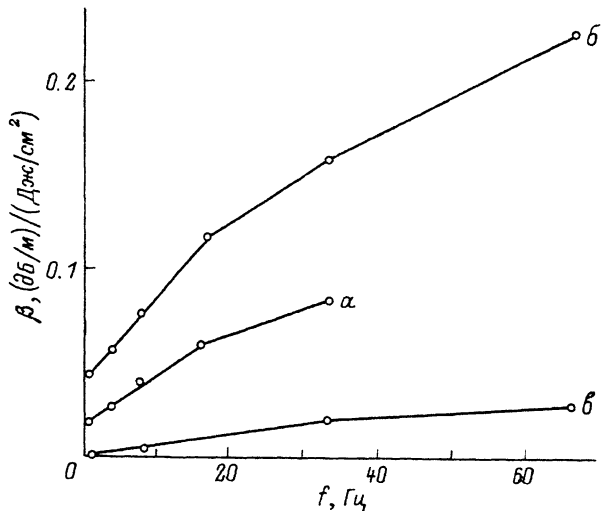


Рис. 3. Зависимости коэффициента β от f для световодов типов а, б, в.

Наличие красной люминесценции позволяет связать наблюдаемый эффект с фотоиндуцированными центрами окраски, образующимися на дефектах типа нестиковых атомов кислорода $\geq Si-O^{\cdot}$. Возникновение стабильной полосы поглощения $\lambda=260$ нм и связанной с ней полосы люминесценции $\lambda=670$ нм было обнаружено в работе [3] при облучении особо чистых кварцевых стекол УФ излучением с энергией квантов $\xi=6-8$ эВ. Наблюдалось также монотонное снижение пропускания кварцевых световодов на длине волны $\lambda=308$ нм, сопровождающееся увеличивающейся люминесценцией в полосе $\lambda=670$ нм при многократном прохождении через световод импульсов УФ излучения с $\xi=4$ эВ ($\lambda=308$ нм) [4]. Короткоживущее поглощение при облучении кварца УФ излучением ранее не наблюдалось, но в работе [5] короткоживущая полоса $\lambda=260$ нм индуцировалась в некоторых типах стекол импульсом электронов с энергией 500 кэВ.

По нашему мнению наблюдаемый нами эффект зависимости β от f обусловлен возникновением короткоживущей полосы поглощения $\lambda=260$ нм под действием УФ излучения $\lambda=308$ нм. В случае неполной релаксации поглощающих центров этот эффект приводит к деградации световода, наблюдаемой в [4]. Подчеркнем, что нелинейный характер поглощения наблюдался нами при частоте следования импульсов $f \geq 2$ Гц. Особый интерес вызывает вопрос, сохраняется ли нелинейность при прохождении одиночных импульсов: если характерное время образования дефектов меньше длительности лазерного импульса, то наведенное поглощение может воздействовать на сам импульс, вызывающий это поглощение. В этом случае эффект наведенного короткоживущего поглощения может объяснить результаты работы [1] в части нелинейного затухания в световоде

излучения $\lambda=248$ нм. Кроме того, выяснение этого вопроса связано с задачей определения оптимальной (с точки зрения минимальных потерь) длительности лазерного импульса.

Результаты настоящей работы показывают, что рост поглощения УФ излучения в кварцевых световодах с ростом частоты следования лазерных импульсов ограничивает возможность увеличения средней мощности, передаваемой по волокну.

Л и т е р а т у р а

- [1] Артюшенко В.Г., Белоярцев Д.Ф., Бубнов М.М., Букреев В.С., Вартапетов С.К., Дианов Е.М., Конов В.И., Кузин М.И., Пашинин В.П., Покровский А.В., Прохоров А.М., Саргин М.Е., Силенок А.С., Скуба Н.Д. – Препринт ИОФАН № 187. М.: ИОФАН, 1987. 48 с.
- [2] P i n i R., S a l i m b e n i R., V a n n i n i M. – Appl. Opt., 1987, v. 26, No 19, p. 4185–418
- [3] Силинь А.Р. Автореферат докторской диссертации. Рига, 1983.
- [4] M ü l l e r G., K a r H., D o r s c h e l K., R i n g e l h a n H. – Proc. SPIE, Optical Fibers in Medicine III, 1988, v. 906, p. 39.
- [5] G r i s s o m D.L. – Proc. XXXII Frequency Symp., N 4, 1979, p. 98–109.

Институт общей физики
АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию
27 апреля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 16

26 августа 1988 г.

МАХОВСКОЕ ОТРАЖЕНИЕ КОНИЧЕСКИХ УДАРНЫХ ВОЛН В КОНДЕНСИРОВАННОЙ СРЕДЕ

А.Ю. Логвенов, А.Л. Мисоночников,
Б.В. Румянцев

1. Нерегулярное (маховское) отражение конических сходящихся ударных волн (УВ) является одним из видов взаимодействия косых УВ и представляет значительный практический интерес для физики высоких давлений, т.к. с его помощью достигают давлений порядка единиц ТПа [1, 2]. Уже достигнуты определенные успехи в понимании физики этого процесса для плоских УВ [3].

Целью настоящей работы было численное моделирование маховского отражения при схождении конических УВ в металле и выбор локальных теорий, описывающих окрестность тройной точки.