

АНТИСТОКСОВО ВКР В КВАРЦЕВОМ ОДНОМОДОВОМ ВОЛОКОННОМ СВЕТОВОДЕ В ПОЛЕ МОЩНЫХ ПИКОСЕКУНДНЫХ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

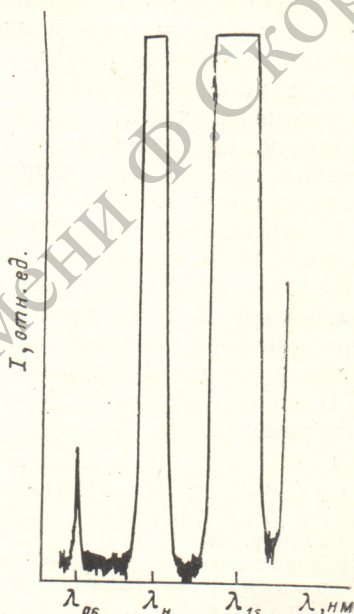
Нестерова З. В.

В ряде работ сообщалось о получении в волоконном световоде (ВС) широкополосного светового излучения, простирающегося как в стоксову, так и в антистоксову области спектра [1-5]. При изучении такого рода процессов важно установить доминирующий механизм преобразования излучения накачки и, в частности, в антистоксову область спектра, поскольку в настоящее время единой точки зрения по данному вопросу нет [6].

Антистоксово излучение, зарегистрированное в мало- и многомодовых ВС, являлось результатом параметрических взаимодействий, протекающих при согласовании фаз взаимодействующих волн за счет компенсации дисперсии материала сердцевины ВС дисперсией мод ВС [1, 4, 5], или результатом нелинейного суммирования частот излучения накачки и стоксовых компонент вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР) [2]. Антистоксово излучение в одномодовом ВС до настоящего времени зарегистрировано не было. Более того, на основании анализа существовавших ранее моделей в [7] был сделан вывод о невозможности генерации антистоксова ВКР в одномодовом ВС, так как коллинеарность распространения световых пучков в таких волокнах исключает рассмотренные ранее механизмы. Такой вывод был сделан без учета возможности проявления эффектов самовоздействия мощного лазерного излучения в сердцевине ВС. Предположение об эффектах самовоздействия в ВС как причине антистоксова излучения, было высказано в [3] при исследовании многомодовых ВС. Авторами этой работы было показано, что согласованное взаимодействие волн излучения накачки и компонент ВКР и ВС возможно за счет так называемого «нелинейного» синхронизма, при котором различие скоростей распространения световых волн может быть скомпенсировано нелинейным изменением показателя преломления, пропорциональным интенсивности этих волн. Однако для многомодовых ВС такая интерпретация не является однозначной. Для устранения неоднозначности причин был проведен эксперимент по возбуждению антистоксова излучения в одномодовом ВС.

Исследуемые образцы были изготовлены из кварцевого стекла, легированного окислами германия, и имели длину 6—40 м. В качестве излучения накачки использовались импульсы 2-й гармоники лазера на YAG-Nd³⁺ с длиной волны излучения 532 нм, длительностью импульса 35 пс и мощностью в импульсе ~100 кВт. Регистрация излучения на выходе ВС осуществлялась с помощью спектрографа СТЭ-1 и скоростного фоторегистратора «Агат» с временным разрешением 2 пс.

На рисунке приведена микрофотограмма спектра нелинейно преобразованного излучения на выходе одномодового ВС. Из рисунка видно, что на расстоянии $\Delta\nu=440\text{ см}^{-1}$ от линии возбуждения, как и для стоксовой области, расположена антистоксова компонента ВКР. Антистоксово излучение зарегистрировано в режиме накопления импульсов, следующих с частотой 12 Гц при экспозиции пленки в течение 0.5 мин. Обнаруженная генерация антистоксова излучения в одномодовом ВС является однозначным свидетельством изменения показателя преломления материала сердцевины ВС в поле световой волны и выполнения



условий «нелинейного» синхронизма векторов взаимодействующих световых волн накачки и компонент ВКР. В связи с этим вывод автора [7] о невозможности генерации антистоксова ВКР в одномодовых ВС справедлив только при малой мощности световых импульсов накачки.

Результаты исследований антистоксова рассеяния в одномодовом ВС были сопоставлены с результатами исследований многомодовых ВС. Весьма существенным оказалось различие в эффективности преобразования излучения накачки в данных волокнах в антистоксову область спектра. Так, в одномодовом ВС в антистоксовой области спектра удается наблюдать 1—2 компонента, тогда как в многомодовых ВС при той же мощности излучения накачки и сопоставимом числе компонент в стоксовой области спектра зарегистрированы 10—11 антистоксовых компонент ВКР. Наблюдаемое различие может быть объяснено меньшим значением коэффициента комбинационного усиления в одномодовых ВС, возможностью в многомодовых ВС перекачки энергии из высших мод в низшие и наконец реализацией в многомодовых ВС антистоксова рассеяния по обычной схеме пространственного синхронизма волн.

Следует отметить, что в режимах генерации стоксовых компонент ВКР при исследовании одно- и многомодовых волокон также обнаружено отличие. Превышение порога ВКР в одномодовом волокне сопровождается практически полным истощением накачки. В аналогичных условиях возбуждения ВКР в многомодовых ВС истощения накачки не наблюдается. Этот результат, по-видимому, определяется обратным действием поля компонент ВКР на поле накачки при неколлинеарном взаимодействии волн, заведомо невозможным в одномодовых ВС.

Полученные результаты способствуют пониманию и другого физического явления в ВС-генерации широкополосного светового континуума, конкурирующего с ВКР преобразованием. На основании полученных данных можно предположить, что доминирующий вклад в образование широкополосного фона в антистоксовой области спектра вносят также эффекты самовоздействия лазерного излучения в ВС и, в частности, явление само модуляции фаз световых волн.

В заключение автор благодарит В. В. Соловьева за помощь в проведении эксперимента.

Литература

- [1] Stolen R. H. — J. Quant. Electron., 1975, v. QE-11, p. 100.
- [2] Fujii Y., Kawasaki B. S., Hill K. O., Johnson D. C. — Opt. Lett., 1980, v. 5, p. 48.
- [3] Нестерова З. В., Александров И. В., Полницкий А. А., Саттаров Д. К. — Письма в ЖЭТФ, 1981, т. 34, с. 391—395.
- [4] Дианов Е. М., Захидов Э. А., Карасик А. Я., Мамышев П. В., Прохоров А. М. — ЖЭТФ, 1982, т. 83, с. 39.
- [5] Григорьянц В. В., Смирнов В. И., Чаморовский Ю. К. — Квант. электрон., 1982, т. 9, с. 1322.
- [6] Гурьянов А. Н., Гусовский Д. Д., Дианов Е. М., Захидов Э. А., Карасик А. Я. — Квант. электрон., 1985, т. 12, с. 799.
- [7] Barbosa F. R. — Appl. Opt., 1983, v. 22, p. 3859.

Поступило в Редакцию 12 июля 1985 г.

УДК 539.194+535.34-31

Опт. и спектр., т. 59, в. 6, 1985

ГОРЯЧИЕ ПОЛОСЫ МОЛЕКУЛЫ CO_2 В СПЕКТРЕ ПОГЛОЩЕНИЯ УФ ИЗЛУЧЕНИЯ

Галактионов И. И.

Коэффициенты поглощения молекулы CO_2 в вакуумной и ближней УФ областях спектра изучены довольно подробно [1—4]. Однако, как отмечалось в [5], полосы, обнаруженные разными авторами в области 140—175 нм, не поддаются