

УДК 535.015

ЗАМЕДЛЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ГРАДИЕНТНОМ ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ

Конин Ю. А. (Университет ИТМО), В. А. Щербакова (Пермский национальный исследовательский политехнический университет), Летов Д.А. (Университет ИТМО), А. Ю. Петухова (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Петров А.А.
(Университет ИТМО)

В статье исследован процесс распространения оптического разряда в оптоволокне. Предложен метод измерения скорости распространения оптического разряда по оптоволокну. В данной работе был описан способ замедления скорости распространения оптического разряда в градиентном волокне. Была получена зависимость скорости распространения оптического разряда от мощности и пути распространения в оптоволокне.

Введение. Явление разрушения оптического волокна под действием лазерного излучения называется катастрофическим разрушением (catastrophic damage) или эффектом плавления (fuse-effect). Это явление начинается с оптического пробоя. Оптический пробой возникает при оптических мощностях выше критических и представляет собой яркую бело-голубую вспышку, которая возникает на торце волокна и начинает распространяться навстречу лазерному излучению. Сердцевина оптического волокна переплавляется плазменным образованием, которое оставляет за собой периодическую структуру из микропузырей. Это явление может вызывать критические повреждения в лазерах и оптических сетях или использоваться для создания новых устройств. Настоящая работа посвящена исследованию эффекта оптического пробоя в оптическом волокне, а также методам замедления скорости оптического пробоя.

Основная часть. Для измерения скорости распространения оптического разряда по волокну был собран экспериментальный стенд. Стенд состоит из иттербиевого лазера с длиной волны 1080 нм, и высокоскоростной камеры телефона Xiaomi MiMax 3 с частотой съемки 120 к/сек. Исследуемое многомодовое градиентное волокно GIMM 62.5/125 приваривается к выходу. Выходная оптическая мощность лазера была зафиксирована на 4 Вт. Инициация оптического пробоя происходит посредством контакта металлического предмета(стриппера) с очищенным концом волокна. Далее фиксируется движение искры в сторону лазерного диода на высокочастотную камеру. В каждом опыте происходило смещение оси привариваемого волокна от оси волокна лазера на шаг 10 мкм, в диапазоне от 0 до 30 мкм.

Чтобы осуществить замедление скорости оптического разряда мы увеличивали длину пути лазерного луча в волокне. Для этого выходное волокно лазера приваривалось к испытываемому волокну с различными смещениями, при нулевом смещении луч распространяется по оси волокна, и имеет самую короткую траекторию, при увеличении смещения длина пути соответственно увеличивается.

Выводы. В ходе эксперимента фиксировался процесс распространения оптического разряда на высокоскоростную камеру. Далее производилась раскадровка видео и подсчет скорости распространения. Из эксперимента видно, что наибольшая скорость распространения искры составила 0,97 м/сек при смещении осей свариваемых волокон 0 мкм. При увеличении смещения происходит изменение траектории оптической искры с прямолинейной на криволинейную, и соответственно увеличение длины траектории разряда. Из-за малых поперечных размеров волокна внешний наблюдатель фиксирует только продольное движение

разряда, это выражается в снижении скорости разряда. При смещении в 30 мкм происходит сильное замедление оптического разряда. При этом волокно начинает полностью разрушаться и сгорает полимерная оболочка. Для создателей волоконных лазеров и мощных оптических систем очень важным является изучение явления плавления волокна (fuse effect). Этот эффект может приводить к полному выгоранию оптических схем, поэтому его необходимо учитывать, и закладывать предел прочности в разрабатываемую оптическую систему. В настоящей работе показана возможность создания оптического пробоя, и метод замедления скорости распространения оптического пробоя по волокну. В ходе исследования разработан и собран специальный макет для исследования скоростей распространения оптического пробоя по волокну. При проведении экспериментов были исследованы методы замедления оптического пробоя в градиентных волокнах. В результате исследования было показано что можно замедлять скорость оптической искры до 0,69 см/сек.

Конин Ю.А. (автор)

Подпись

Петров А.А. (научный руководитель)

Подпись