

УДК 621.373.826

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ В ПИКОСЕКУНДНОМ ЛАЗЕРЕ НА ОСНОВЕ АКТИВНОГО ТЕЙПЕРИРОВАННОГО ВОЛОКНА

Летов Д.А. (Университет ИТМО), Петров А.Б. (Университет ИТМО),
Михайловский Г.А. (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)
Руководитель – к.ф.-м.н. Одноблюдов М.А.
(Университет ИТМО)

В статье обосновывается эффективность использования активного тейперированного волокна в пикосекундном лазере с узкой шириной спектральной линии. В данной работе также представлена эффективность генерации второй гармоники, при использовании тейперированного волокна для окончательного усиления сигнала.

Введение. Пикосекундные лазеры – сверхбыстрые волоконные лазеры, которые генерируют ультракороткие импульсы длительностью в десятки пикосекунд и более. Такие лазеры обладают узкой шириной линии в микрометровом диапазоне длин волн. Короткое время импульса позволяет достичь высоких значений пиковой мощности при минимальных тепловых эффектах, что позволяет получить ряд преимуществ в различных областях деятельности, например, в микрообработке материалов, спектроскопии и генерации гармоник в нелинейных средах.

Основная часть. Большая часть таких мощных волоконных лазерных усилителей основаны на принципе усилителя мощности задающего генератора, в котором сигнал слабого затравочного лазера усиливается рядом последовательных элементов. В настоящее время основной подход заключается в использовании полупроводниковой распределенной обратной связи с переключением усиления (distributed feedback) и лазерных диодов Фабри-Перо в качестве задающего генератора. Преимущества таких лазеров диодов заключаются в надежности, цене, и простоте конструкции, по сравнению с волоконными лазерами с синхронизацией мод. Также, такие диоды позволяют менять частоту следования импульсов без использования дорогих устройств захвата импульсов (АОМ). Поскольку у таких диодов очень низкая энергия импульса, то появляется необходимость в использовании нескольких предусилителей для получения необходимой мощности усилителя. Обычно для окончательного усиления сигнала используют волокна с большой эффективностью моды (LMA).

В данной работе, для окончательного усиления, используется тейперированное волокно с двойной оболочкой. В таком волокне диаметр сердцевины и оболочки изменяется по всей длине. Свет, попадающий в узкую – 10/125 микрометровую – часть волокна, которая поддерживает строго одномодовый режим, распространяется без изменения количества мод в сторону широкой области тейперированного волокна, диаметром 400 мкм. В результате, в широкой части волокна распространяется только основная мода с качеством луча, близким к дифракционному пределу. В этой работе используются свойства тейперированного волокна для эффективного усиления слабого затравочного сигнала. Этот сигнал генерируется задающим источником с переключением усиления на длине волны 1064 нм и длительностью импульса 50 пс. При частоте следования 10 МГц и средней выходной мощности 90 Вт сохраняется узкая ширина спектральной линии. Усиленное излучение на длине волны 1064 нм использовалось для генерации второй гармоники, обеспечивая оптическую мощность более 30 Вт на длине волны 532 нм и при частоте следования 10 МГц. Эффективность преобразования для 50 пс импульсов составила порядка 38%. Снижение частоты повторения до 0,5 МГц привело к более эффективному преобразованию частоты до 48% при выходной мощности 14,5 Вт на длине волны 532 нм с сохранением ширины линии менее 0,1 нм.

Выводы. Использование тейперированного волокна является эффективным решением для пикосекундной системы с узкой шириной спектральной линии – обеспечивается высокая пиковая мощность в почти дифрагированном пучке. Полученные результаты делают систему усилителя мощности задающего генератора с использованием активного тейперированного волокна экономичным лазерным источником для обработки материалов и генерации второй гармоники.

Летов Д.А. (автор)

Подпись

Одноблюдов М.А. (научный руководитель)

Подпись