

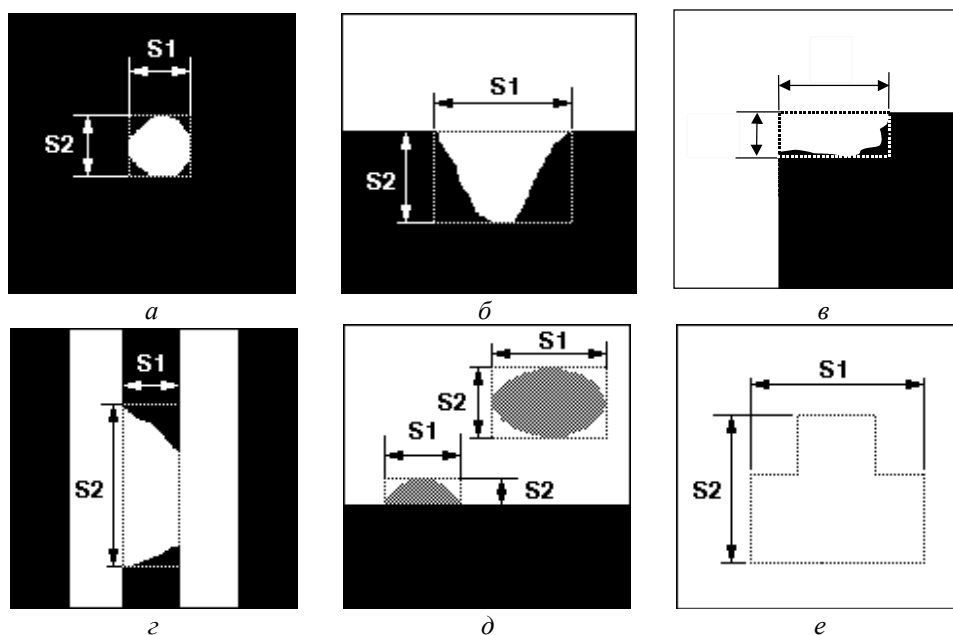


Рис. 2. Некоторые виды прозрачных дефектов фотошаблонов

УДК 621.3.038.825.2

ВОЛОКОННЫЙ ИСТОЧНИК СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ

Аспирант Лазарчук А. И., студент гр. 11311222 Шишко Т. А.

Д-р физ.-мат. наук, профессор Кисель В. Э.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

За последние десять лет волоконные лазеры и усилители претерпели значительные изменения и начали вытеснять традиционные объемные твердотельные лазеры в различных областях. Это связано с их компактностью, лучшим качеством луча, высокой надежностью и эффективностью. Импульсные волоконные лазеры находят широкое применение в таких сферах, как спектроскопия, нелинейное преобразование частоты, лазерная маркировка, гравировка и микрообработка, благодаря своей высокой пиковой мощности и энергии импульса. В данной работе представлен полностью волоконный источник импульсного лазерного излучения с длиной волны около 1030 нм.

Волоконный источник импульсного лазерного излучения состоял из волоконного лазера, работающего в режиме синхронизации мод, волоконного стрэтчера, двух ступеней усиления мощности на основе активных волокон с накачкой в сердцевину волокна (предусилитель) и с накачкой в оболочку волокна (усилитель), последняя ступень лазерной системы – это компрессор на пропускающей дифракционной решетке. Схема всей системы представлена на рис. 1. Затравочный лазер состоит из диэлектрического зеркала, пары пропускающих дифракционных решеток, асферической собирающей линзы. А также спектрального уплотнителя 1×2 (WDM), активного волокна (SM-YDF-5/130-VIII) 15 см, пассивного волокна длиной которого достигалась полученная частота следования импульсов, и разветвителя 2×2 делящего проходящее излучение в отношении 70:30 запирая в резонаторе 70 % излучения. И двух собирающих линз, обеспечивающих необходимую плотность энергии на насыщающемся поглотителе SESAM. Предусилитель включает в себя спектральный уплотнитель 1×2 (WDM), 2,1 м активного волокна (SM-YSF-LO-HP) и 20 см (SM-YDF-5/130-VIII), для накачки используется лазерный диод аналогичный диоду в затравочном лазере. Перед усилителем установлен стрэтчер из волокна (G.657) длиной 200м. В усилителе используется 3,2 м активного волокна с двойной оболочкой (Yb1200-10/125DC), накачиваемое многомодовым лазерным диодом через объединитель накачки (2+1)×1. Между предусилителем и усилителем установлены изоляторы для блокировки обратного излучения рассчитанные на мощность 500 мВт и 5 Вт соответственно.

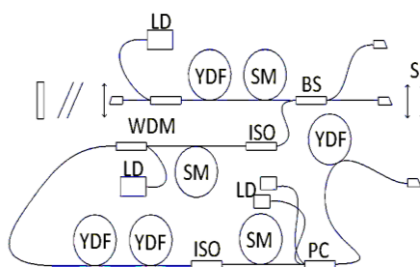


Рис. 1. Схема лазерной системы

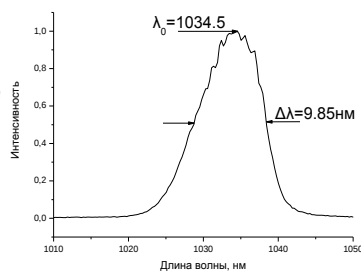


Рис. 2. Спектр излучения после усилителя

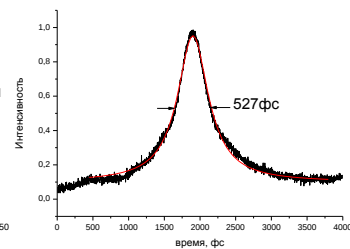


Рис. 3. Автокорреляция сжатого импульса

Выходная мощность затравочного лазера достигает 4,6 мВт при этом мощность накачки 80 мВт. Частота следования импульсов 65 МГц. Спектр излучения и показан на рис. 2. Предусилитель увеличивает выходную мощность до 120 мВт, спектр излучения показан на рисунке 2. Мощность накачки составляла 460 мВт. Затем выход предусилителя был подключен в усилитель для дальнейшего усиления мощности. Выходная мощность 10,9 Вт была получена при мощности накачки 15,7 Вт. Спектр излучения показан на рис. 2. Энергия импульса в таком случае составляет 167 нДж. Автокорреляция сжатого импульса показана на рис. 3. Она составляет 263,5 фс.

УДК 621.373.826

ТЕРМИЧЕСКАЯ ЛИНЗА В КРИСТАЛЛЕ Yb:GYSO

Аспирант Лазарчук А. И.,

Д-р физ.-мат. наук, профессор Юмашев К. В., д-р физ.-мат. наук, профессор Кисель В. Э.
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Лазерные кристаллы, легированные Yb, признаны подходящими материалами для компактных эффективных лазеров с диодной накачкой, работающих в различных режимах. Это связано с существенным снижением тепловых эффектов из-за низкого квантового дефекта (по сравнению с материалами, легированными Nd); высокой доступностью мощных лазерных диодов InGaAs; простой схемой энергетических уровней, которая исключает паразитную апконверсию, поглощение из возбужденного состояния и процессы кросс-релаксации. Известно, что термическая линза является наиболее важным ограничением для возможностей масштабирования мощности твердотельных лазеров с диодной накачкой. В работе исследуются параметры термической линзы кристаллов Yb³⁺(5 ат. %):Gd_{1.615}Y_{0.385}SiO₅ (Yb:GYSO) при диодной накачке.

Параметры термической линзы определялись по изменению пространственного профиля выходного лазерного пучка при различных поглощенных мощностях накачки с использованием метода ABCD и с учетом эллиптических гауссовых пучков. Измерения проводились при нескольких уровнях накачки с целью определения так называемого фактора чувствительности тепловой линзы, $M = dD/dP_{abs}$ (где D – оптическая сила линзы, P_{abs} – поглощенная мощность накачки). Для анализа астигматизма S диаметр пучка контролировался в двух направлениях: параллельном и перпендикулярном выходной поляризации лазера. Для определения параметров термической линзы использовался двухзеркальный плоский лазерный резонатор. Для накачки кристалла использовался лазерный диод с длиной волны излучения 976 нм. Диаметр пятна излучения накачки в кристалле составлял около 200 мкм. Для экспериментов использовались кристаллы, вырезанные вдоль трех главных осей оптической индикатрисы N_p , N_m и N_g .

Измеренные значения оптической силы термической линзы D для кристаллов трех вырезов показаны на рис. 1, а–в. Минимальный M -фактор получен для кристалла Yb:GYSO вырезанного вдоль оси N_p со значениями 2,6 и 1,3 для направлений параллельных осям N_g и N_m , соответственно. Для кристалла Yb:GYSO вырезанного вдоль оси N_m наблюдался минимальный астигматизм $S = |MN_g - MN_p| - 0,2$. Тепловая линза в кристаллах Yb:GYSO является положительной для всех вырезов активных элементов, использовавшихся в работе. Подробные результаты лазерных экспериментов представлены в табл. 1.