

УДК 621.373.826

РАЗРАБОТКА УСИЛИТЕЛЯ 2 ДЖ 50 ГЦ 1047 НМ Nd:YLF ЛАЗЕРА С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

Макаров А.М. (Университет ИТМО), Карпов П.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физ.-мат. наук Викторов Е.А.
(Университет ИТМО)

Разработан усилитель твердотельного 1047 нм Nd:YLF лазера с диодной накачкой. На выходе усилителя получено значение энергии в импульсе 2 Дж, длительности импульса 3 нс на частоте повторения импульсов 50 Гц при входном сигнале ~ 1 мДж. Использование в усилителе ОВФ-зеркала и методов коррекции астигматизма усиленного излучения позволило получить высокое качество выходного излучения лазера.

Введение. К настоящему времени наносекундные твердотельные лазеры нашли широкое применение в индустрии, удаленном зондировании, спектроскопии и медицине. На рынке широко представлены 1064 нм Nd:YAG лазеры джоулевого уровня энергии, частотой повторения импульсов до сотен Гц и высоким качеством излучения. Тем не менее, отдельные применения, например, диагностика плазмы методом томсоновского рассеяния, требуют использование излучения на длине волны 1047 нм, что определяет выбор кристалла Nd:YLF в качестве усилительной среды. Одним из преимуществ кристалла Nd:YLF является его природное двулучепреломление, устраняющее термически наведенные деполаризационные потери. При использовании диодной накачки существенным преимуществом кристалла Nd:YLF является большое время жизни верхнего уровня (480 мкс), что позволяет использовать большую длительность накачки и получать большую запасенную в кристалле энергию по сравнению с кристаллом Nd:YAG (240 мкс). Тем не менее, при разработке мощных усилителей на кристаллах Nd:YLF необходимо учитывать значительную анизотропию кристалла Nd:YLF, приводящую к сильному астигматизму термически наведенной линзы. Для получения высокого качества выходного излучения требуется использовать методы компенсации астигматизма усиленного излучения.

Авторы сообщают о разработке усилителя 1047 нм Nd:YLF лазера с диодной накачкой, отличительными особенностями которого являются энергия в импульсе 2 Дж, короткая длительность импульса 3 нс на частоте повторения импульсов 50 Гц, а также высокое качество выходного излучения лазера.

Основная часть. Усилитель лазера является двухкаскадным, двухпроходным и основан на двух усилительных каскадах с диодной накачкой, в которых используются цилиндрические активные элементы Nd:YLF размером $\text{Ø}12 \times 140$ мм и $\text{Ø}10 \times 140$ мм, соответственно. Торцы активных элементов параллельные и закошены под углом 3° . Концентрация ионов Nd^{3+} в активных элементах составляет 0,6 ат.%. Длина волны излучения 1047 нм обеспечивается использованием активных элементов с π -ориентацией ($E \parallel c$).

Конструктивно активный элемент в трубке из стекла, легированного самарием, размещается в кварцевом моноблоке с диффузным отражающим покрытием, которое обеспечивает высокую эффективность и хорошую равномерность распределения излучения накачки по поперечному сечению активного элемента. Моноблок имеет прозрачные щели для пропускания излучения накачки. Накачка активного элемента Nd:YLF обеспечивается тремя матрицами лазерных диодов на длине волны 806 нм. Моноблок с активным элементом, а также матрицы лазерных диодов устанавливаются в титановый корпус и закрепляются при помощи механических соединений с уплотнениями.

Вакуумированный ретранслятор, размещенный между активными элементами, используется для пространственной фильтрации пучка, согласования апертур активных элементов, а также

для переноса изображения из центра одного активного элемента в центр второго активного элемента.

Для компенсации астигматизма усиленного излучения и повышения качества обращения волнового фронта ОВФ-зеркалом оси активных элементов были развернуты относительно друг друга на 90° , а между ними установлена полуволновая пластина.

Использование ОВФ-зеркала обеспечивало второй проход усилителя, а также коррекцию искажений волнового фронта излучения после первого прохода усилителя. Вывод излучения после второго прохода усилителя обеспечивался 45° вращателем Фарадея и поляризатором.

Выводы. Разработанный усилитель 1047 нм Nd:YLF лазера позволяет получить энергию в импульсе на выходе лазера 2 Дж при длительности импульса 3 нс на частоте повторения импульсов 50 Гц при величине сигнала на входе усилителя ~ 1 мДж. Использование ОВФ-зеркала и коррекции астигматизма усиленного излучения обеспечивает высокое качество выходного излучения лазера в ближней и дальней зоне. Распределение интенсивности излучения в ближнем поле близко к П-образному. Расходимость излучения в дальней зоне по уровню 0,5 энергии составляет $1,2 \times DL$.

Макаров А.М. (автор)

Викторов Е.А. (научный руководитель)