

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

ФИЗИКА

МОДУЛЬНЫЙ ЛАЗЕР НА $\text{YVO}_4:\text{Nd}^{3+}$ ДЛЯ ПРОФИЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Выполнил:

Оганисян Рубен Давитович,

обучающийся 10а класса

МАОУ СОШ N2 имени Николая Александровича Тимофеева

городской округ Бронницы

Руководитель:

Ашурбеков Сефер Ашурбекович,

педагог дополнительного образования,

кандидат технических наук,

доцент

Бронницы

2024

Оглавление

Введение

1. Обоснование актуальности проекта.
2. Анализ существующих методов сборки и юстировки лазерных излучателей с диодной накачкой.
3. Цель проекта
4. Функциональные схемы и конструкция модуля накачки
5. Функциональные схемы модулей активных оптических резонаторов
6. Классификация лазерных излучателей

Заключение

Список литературы

Введение.

1. Обоснование актуальности проекта.

Лазерная физика и лазерные технологии обладают высоким научным, технологическим и методическим потенциалом. Они соответствуют приоритетным направлениям развития науки, техники и критических технологий в России. Несмотря на большой размах лазерных технологий, школьная программа не предусматривает более углубленного изучения данной темы, не отвечая на запросы учащихся, активно интересующихся наукой. Современные требования ФГОС требуют от системы обучения школьников больше внимания к развитию индивидуальных способностей к исследовательской и практической деятельности.

Подробно изучив освещённую в школьных учебниках тему лазеров и их применения, можно сделать вывод о том, что данная тема раскрыта не достаточно, не позволяет учащимся выполнять исследовательские проекты по лазерной физике. Не затронута и тема современных твердотельных лазерных излучателей с диодной накачкой, доля которых на мировом лазерном рынке ежегодно возрастает более чем на 20%. Еще один важный недостаток методики изучения лазерных технологий отсутствие наглядных пособий и физического практикума по лазерной физике. Это объясняется тем, что сборка и юстировка современного лазерного излучателя длительный и сложный процесс, требующий высокой квалификации работника.

Поэтому представляется особенно актуальной идея разработки твердотельного лазерного излучателя модульной конструкции. Данная технология позволяет относительно быстро собирать и юстировать модульные лазеры видимого и ближнего ИК-диапазона.

2. Анализ существующих методов сборки и юстировки лазерных излучателей с диодной накачкой.

Сборку и юстировку твердотельного лазерного излучателя с накачкой полупроводниковыми лазерными диодами производят, как правило, начиная с оптических элементов и лазерных диодов накачки, затем последовательно собирают и юстируют оптические элементы резонатора - входное зеркало, активный элемент и нелинейный кристалл, выходное зеркало. В последнюю очередь юстируют телескоп. Причем наиболее ответственная операция – юстировка резонатора.

Поручение генерации - главная задача юстировки. Если хотя бы одна деталь не будет строго закреплена на главной оптической оси, генерации не произойдет. От точности юстировки оптических элементов излучателя зависят все важнейшие характеристики лазера - энергетические и спектральные, модовый состав и пространственная индикатриса излучения в ближней зоне. Наиболее распространённые методы юстировки - это метод оптического рычага, автоколлимационный метод и интерференционный метод. В проекте мы использовали метод оптического рычага с использованием вспомогательного твердотельного лазера видимого диапазона (532 нм) малой мощности выходного излучения (менее 5 мВт).

Все существующие методы сборки и юстировки лазерного излучателя весьма трудоемки и занимают длительное время вплоть до одной недели. Зеркала резонатора в железных оправках, как правило, клеиваются в корпус резонатора, а время высыхания клея - более одних суток. В целом, юстировка и сборка твердотельного излучателя занимает 5-7 дней.

3. Цель проекта

Разработка ванадатного излучателя модульной конструкции, состоящего из набора модулей накачки, оптического резонатора и телескопа, позволяющего собирать и получать лазерную генерацию в видимой области оптического спектра путем сочетания на подложке излучателя различных комбинаций модулей.

4. Функциональные схемы и конструкция модуля накачки.

В конструкцию излучателя входит модуль накачки, выполненный с использованием полупроводниковых лазерных диодов накачки. Функциональная схема такого универсального модуля накачки приведена на рисунке 4.1.

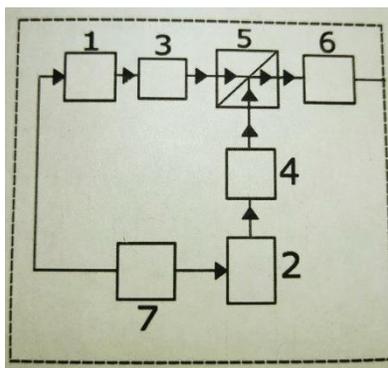


Рис. 4.1. Функциональная схема модуля накачки для инфракрасного лазерного излучателя с накачкой двумя диодами.

1,2 лазерные диоды накачки (700-800 нм);

3,4 конденсоры;

5 - призма-куб;

6-бъектив;

7-стабилизированный источник питания 5В.

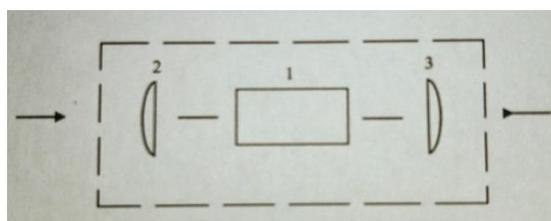
Полупроводниковые лазерные диоды накачки (1,2) установлены в корпусе излучателя. Диоды питаются стабилизированным источником питания на 5В и имеют

возможность в небольших пределах перемещаться относительно конденсоров (3,4). Излучение диодов накачки направляется конденсорами на призму-куб (5). Далее лазерный пучок, строго отъюстированный в вертикальной плоскости, направляется вдоль оси резонатора. Суммарная мощность закачки 2 Вт.

5. Функциональные схемы модулей активных оптических резонаторов.

На рисунке 5 (а, б) представлены функциональные схемы двух активных резонаторов на $YVO_4:Nd^{3+}$

а)



б)

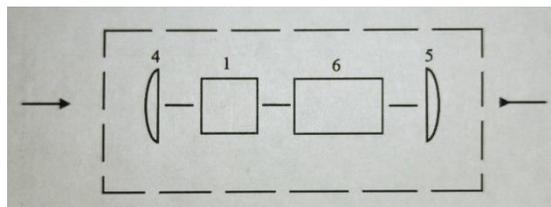


Рис. 5. Функциональные схемы модулей активных резонаторов на $YVO_4:Nd^{3+}$: а) на основной гармонике 1064 нм; б) на второй гармонике 532 нм.

1-активный элемент ванадата с неодимом 4x4x4 мм;

2- входное зеркало с многослойными покрытиями на 1064 нм, с коэффициентом отражения 96-98%;

3- выходное зеркало на 1064 нм, коэффициент пропускания 40-60%;

4- входное зеркало на 532 нм;

5- выходное зеркало на 532 нм;

6- нелинейный кристалл ниобата лития $2 \times 2 \times 10$ мм.

Юстировка и сборка всех модулей выполнены с высоким качеством на специальном лабораторном стенде, собранном на виброустойчивых лазерных сотовых столах.

6. Спецификация лазерных излучателей.

По результатам исследовательского проекта разработаны два излучателя со следующими характеристиками, приведенными в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1

Излучатель на $YVO_4:Nd^{3+}$ на основной гармонике (1064 нм).

Режим работы	Непрерывный одномодовый
Длина волны	1064 нм
Диаметр пучка на выходе излучение	1,6 мм
Угловая расходимость	< 1 мРад
Мощность излучение на выходе излучается	< 50 мВт
Поперечная мода	TEM_{00}
Диапазон рабочей температуры	$10 - 40^\circ C$
Вариация выходной мощности	$< 5\%$

Таблица 6.2

Излучатель на $YVO_4:Nd^{3+}$ на второй гармонике (532нм).

Режим работы	Непрерывный одномодовый
Длина волны	532 нм
Диаметр пучка на выходе излучателя	1,4 мм
Угловая расходимость	< 0,5 мРад
Мощность излучение на выходе излучателя	< 20 мВт
Поперечная мода	TEM
Диапазон рабочей температуры	10-40
Вариация выходной мощность	< 5%

7. Заключение.

Разработан инновационный ванадаты лазер модульной конструкции, позволяющий относительно быстро собрать и отъюстировать лазерные излучатели в видимой и ИК-области оптического спектра.

Модульная конструкция лазерного излучателя имеет большое практическое применение в лабораториях проектного образования образовательных учреждений среднего, средне-профессионального и высшего образования при выполнении исследовательских проектов по лазерной физике и лазерным технологиям.

Предложенный лазер позволяет обучающимся самим собрать и проектировать твердотельный лазерный излучатель с диодной накачкой в приемлемом ценовом сегменте для выполнения исследовательских проектов.

8. Список использованной литературы.

1. Вейко В.П., Петров А.А., Самохвалов А.А. Введение в лазерные технологии. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии» под редакцией Вейко В.П. – СПб: Университет ИТМО. 2018. –161 с.
2. Вейко В.П., Шахно Е.А., Лазерные технологии в задачах и примерах. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2014. - 88 с.
3. Комиссаров А.В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий. Новосибирск: СГТА, 2015. – 103.
4. Пойзнер Б.И. Физические основы лазерной техники. Учебное пособие.- Москва: ИНФРА-М, 2018. - 160 с. техники. Учебное
5. Звелто О. Принцип лазеров. Перевод с английского. - Москва: Мир, 1990. – 558с.

