**Научно-исследовательская работа**

**Физика**

Проектирование учебно-научной исследовательской лабораторной работы «Инфракрасный лазер с диодной накачкой для целей гравировки»

Выполнила:

Голованова Мария Константиновна, учащаяся 11 класса МАОУ СОШ №2 имени Н.А. Тимофеева Россия, г.о. Бронницы.

Руководитель:

Ашурбеков Сефер Ашурбекович, кандидат технических наук, доцент, педагог дополнительного образования МАОУ СОШ №2 имени Н.А.Тимофеева,

Россия, г.о. Бронницы

2022 г.

***Оглавление***

Введение

1. Цели и задачи проекта

2. Краткие сведения из теории

3. Правила выполнения лабораторной работы и требования к отчётности

4. Описание экспериментальной установки

5. Порядок выполнения работы

6. Содержание отчёта

7. Список рекомендуемой литературы

***Введение***

В современном мире лазерные технологии применяются во многих сферах жизни общества.

В рамках нашего проекта разработан и спроектирован инфракрасный лазер на кристалле ванадата с примесью неодима с накачкой двумя полупроводниковыми лазерными диодами (с мощностью выходного излучения 4 Вт) для использования в целях гравировки неметаллических изделий. По результатам исследований разработана учебно-исследовательская лабораторная работа для обучающихся средних, средне-профессиональных и высших учебных заведениях.

***1. Цели и задачи проекта***

Цель работы: а) ознакомление с конструкцией и элементами твердотельного инфракрасного лазерного излучателя на кристалле ванадата с ионами неодима с накачкой двумя 4-ваттными лазерными диодами; б) ознакомление с методами юстировки излучателя; в) изучение возможности использования лазера для целей гравировки неметаллических материалов.

***2. Краткие сведения из теории***

Лазерная гравировка представляет собой способ нанесения изображений на поверхность за счёт лазерного пучка, сфокусированного оптической системой в пятно минимально возможного размера. При этом в области воздействия лазерного пучка создаётся достаточно высокая для выжигания и испарения материала температура. Центральный элемент установки для гравировки – мощный лазер. Чаще используются газовые С-лазеры, реже – неодимовые и волоконные (активной средой служит оптоволокно, легированное иттербием или эрбием). Волоконные лазеры обладают высоким КПД, обеспечивают быструю замену активных элементов, компактны. Однако их стоимость гораздо выше, чем у традиционных лазеров. Основной недостаток С-граверов – большие габариты излучателей и необходимость охлаждения системы. Газоразрядная трубка лазеров может быть отремонтирована только на заводе-изготовителе.

Система перемещения управляется компьютером согласно чертежам. Точность позиционирования излучателя менее 0,01 мм, скорость резки варьируется в зависимости от материала и от мощности выходного излучения. Современные установки поддерживают ввод чертежей раскроя в формате CorelDraw, Autocad и Adobe Illustrator.

***3. Правила выполнения лабораторной работы и требования к отчётности***

1. Общие требования лазерной безопасности.

Не стоит забывать, что лазер является мощным источником света. Попадание как прямого, так и отражённого излучения на глаза или кожу недопустимо.

1.1. Принятие мер лазерной безопасности при выполнении экспериментальных работ зависит от класса опасности лазера. Лазеры по степени опасности генерируемого излучения подразделяются на четыре класса опасности:

1 класс – полностью безопасные лазеры;

2 класс – это лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз или кожи коллимированным пучком, диффузно-отражённое излучение (например, от стен) безопасно как для кожи, так и для глаз.

3 класс – лазеры, выходное излучение которых представляет собой опасность при облучении глаз не только коллимированным, но и диффузно-отражённым излучением.

4 класс – лазеры, диффузно-отражённое излучение которых представляет опасность для кожи и глаз на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

1.2. В лазерной лаборатории лазерная безопасность обеспечивается коллективными средствами защиты (ограждение зоны действия лазерного пучка) или индивидуальными средствами (противолазерные очки).

1.3. Вводный инструктаж проводится со всеми обучающимися лазерной лаборатории до начала работ. Обучающиеся проходят повторный инструктаж не реже одного раза в три месяца.

2. Правила выполнения исследовательских и лабораторных работ.

2.1. К выполнению работ допускаются только обучающиеся, прошедшие инструктаж по «Правилам лазерной безопасности» и тщательно их соблюдающие.

2.2. В помещении лазерной лаборатории не допускается присутствие обучающихся в верхней (уличной) одежде или с едой и напитками.

2.3. Сотовые телефоны должны быть настроены на беззвучный режим работы или выключены.

2.4.Работы выполняются бригадами по 2-3 человека. В случае присутствия только одного члена бригады лабораторная работа не проводится.

2.5.Перед включением лабораторного стенда или установки необходимо:

 – провести обзор рабочего места, убрать всё лишнее, мешающее нормальной работе;

 – убедиться в исправности защитных блокировок и заземления;

 – установить наличие противолазерных очков или светоограждения, если это требуется.

2.6. Все члены бригады должны постоянно присутствовать на своём рабочем месте.

2.7. При проведении работ запрещается:

 – работать на стенде одному человеку;

 – облокачиваться на лабораторные стенды;

 – оставлять без присмотра включённую установку;

 – вносить в зону действия лазерного луча посторонние предметы, особенно зеркально отражающие.

2.8. Включение лабораторного стенда производится только с разрешения преподавателя.

2.9. При травме или другом несчастном случае с обучающимся надо немедленно отстранить его от работы, оказать первую медицинскую помощь, в случае необходимости вызвать **“Скорую помощь”** по телефону **03** или **112**.

***4. Описание экспериментальной установки***

В работе исследуется лазерный излучатель с накачкой двумя лазерными диодами мощностью выходного излучения 4 Вт каждый. Функциональная схема приведена на рисунке 4.1.

1

3

3

5

6

8

9

10

11

4

2

7

Рис.4.1. Функциональная схема инфракрасного лазерного излучателя с диодной накачкой двумя лазерными диодами для целей гравировки.

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

3,4 – конденсоры;

5 – призма-куб;

6 – объектив;

7 – стабилизированный источник питания 5V;

8,10 – зеркала оптического резонатора;

9 – кристалл граната (Y3Al2O12: Nd3+);

11 – двухкомпонентный телескоп для формирования геометрических параметров лазерного пучка.

Полупроводниковые лазерные диоды накачки (1,2) установлены в корпусе осветителя. Диоды питаются стабилизированным источником питания на 5V и имеют возможность в небольших пределах перемещаться относительно конденсоров (3,4). Излучение диодов накачки направляется конденсорами на призму-куб (5). Далее лазерный пучок фокусируется на активном элементе (9), который вместе с зеркалами (8, 10) установлен в корпусе резонатора. Одно зеркало (8) с коэффициентом отражения 0,98 для линии основной гармоники 1064 нм, второе (10) – полупрозрачное, с коэффициентом пропускания 40-60%. Корпуса осветителя и резонатора размещены на элементах Пельтье. Геометрические параметры излучения формируются с помощью двухкомпонентного телескопа (11).

На рисунке 4.2. показан пример маркировки изделия, используя разработанный в работе излучатель. Скорость и качество маркировки достаточно высокое.



Рис. 4.2. маркировка неметаллических изделий.

***5. Порядок выполнения работы***

Задание 1. Выполнить юстировку осветителя.

1. Для юстировки и сборки излучателя используется специальный стенд, на котором размещён вспомогательный юстировочный лазер, призма и экран с узким отверстием.
2. Включить вспомогательный лазер 532 нм и направить видимый зелёный луч строго вдоль оси стенда на одной и той же высоте. По нему ориентируют и закрепляют основание излучателя (луч, отражённый от плоского параллельного зеркала, приставленного к торцу излучателя, должен попасть в отверстие на экране).
3. Закрепить на платформе корпуса осветителя и резонатора.
4. Определить правильное положение призмы-куба, чтобы отражённый от неё луч юстировочного лазера попадал в отверстие на экране или в точку, отстоящую от него на 2-5мм.
5. Отъюстировать лазерные диоды, чтобы они давали на выходном отверстии правильный крест. Вставить объектив и добиться попадания сфокусированного излучения накачки в центр активного элемента в резонаторе.

Задание 2. Юстировка резонатора.

1. Разместить перед экраном с отверстием инфракрасную камеру с дисплеем, направив её на центр экрана.
2. Опустить на подвижке входное зеркало в оправке в резонатор на своё место, меняя положение зеркала в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Добиться появления на экране зелёного блика излучения юстировочного лазера и добиться попадания блика в отверстие на экране.
3. Повторить те же манипуляции с выходным полупрозрачным зеркалом резонатора.
4. При достаточно качественной юстировке в излучателе должна возникнуть генерация и на экране дисплея появится изображение инфракрасного пучка излучения. Производя тонкую и точную юстировку зеркал резонатора и активного элемента добиться генерации излучателя в одномодовом режиме. Сечение лазерного пучка должно быть по форме ближе к кругу. В этом положении склеить все оптические детали резонатора, при этом не допустить распада моды, каждый раз после склейки юстируя резонатор с помощью подвижек.
5. Убрать подвижки после окончательного высыхания клея.

Задание 3. Измерение номинальной мощности выходного излучения.

1. Спросить у преподавателя назначение четырёх подстроенных резисторов на плате управления током лазерных диодов.

1 – управление током прямого лазерного диода;

2 – управление током бокового лазерного диода;

3 – управление температурой лазерных диодов;

4 – управление температурой активного элемента;

1. Выставить номинальные токи лазерных диодов.
2. Установить температуру лазерных диодов, соответствующую максимальной выходной мощности.
3. Меняя температуру активного элемента найти значение t, при котором выходная мощь будет максимальной.
4. Записать оптимальные значения температуры диодов накачки и активного элемента.
5. Установить двухкомпонентный телескоп с просветлением на длину волны 1064 нм и отъюстировать его.
6. Снять зависимость выходной мощности лазера при изменении токов накачки от пороговых до номинальных значений. Построить график. Сделать вывод.

Задание 4. Эксперименты.

Экспериментально исследовать резку и гравировку фанеры, кожи, пластика сфокусированным лазерным излучением. При удачной сборке и юстировке мощность излучателя может составить величину 3,5-4 Вт, что вполне достаточно для раскроя ткани и гравировки фанеры, пластика, кожи.

***6. Содержание отчёта***

1. Название и цель работы.
2. Схема излучателя с перечислением составляющих элементов.
3. Протокол измерений, подписанный преподавателем.
4. Списание и анализ полученных данных. Выводы.

***7. Список рекомендуемой литературы***

1. Пойзнер Б.И. Физические основы лазерной техники. Учебное пособие. – Москва – ИНФА – М, 2018. – 160 с.
2. Вейко В.П. Опорный конспект лекций «Лазерные микро- и нанотехнологии в микроэлектронике». – СПБ: НИУ ИТМО, 2011. – 141 с.
3. Вейко В.П., Шахно Е.А., Лазерные технологии в задачах и примерах: Учебное пособие. – СПБ: Университет ИТМО, 2014. – 88 с.
4. Дьюли У. Лазерная технология и анализ материалов: перевод с английского. – Москва: МИР, 1986. – 504 с.
5. Семашко В.И. Методы лазерной маркировки. Доклады БГУИР, октябрь-декабрь №4, 2004.
6. 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.