

4. Закрепление и вторичное осмысление ранее полученных знаний. Учащиеся выполняли серию проверочных заданий различной специфики, например, тесты с мгновенным подтверждением ответа, позволяющие в онлайн-режиме закреплять материал в инновационной для учащихся форме.

5. Формирование качества знаний по дисциплине. Осуществлялась проверка качества усвоения знаний учащимися с помощью теста достижений. Успешность овладения студентами знаний посредством авторского электронного учебника оценивалась с помощью проверочных тестов и итогового теста.

Полученные результаты эксперимента свидетельствуют, что внедрение электронного учебника «Исследовательские задачи» в работу учреждения общего среднего образования оптимизирует процесс обучения математике, развивает у учащихся навыки самостоятельного решения задач олимпиадного характера и исследовательских задач, что делает его более эффективным и интерактивным для всех участников образовательного процесса. Использование электронного учебника «Исследовательские задачи» на факультативных занятиях в школе поможет школьникам подготовиться к получению высшего образования, развивать критическое мышление, инновационную культуру и творческие способности, что необходимо для успешной адаптации в современном мире.

Список использованных источников

1. Ефремова, М.И. Научно-исследовательская работа студентов физико-инженерного факультета / М.И. Ефремова // Педагог 21 века: современные вызовы и компетенции [Электронный ресурс]: материалы Междунар. научн.-практ. конф., Гомель, 16 июня 2022 г. / Государственное учреждение образования «Гомельский областной институт развития образования»; редкол.: А.З. Бежанишвили (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2022. – С. 157–159.

УДК 535.42

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА МЕЖДУ СИНФАЗНЫМИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИМИ СВЕТОВЫМИ ПУЧКАМИ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ SBN

А.В. Федорова

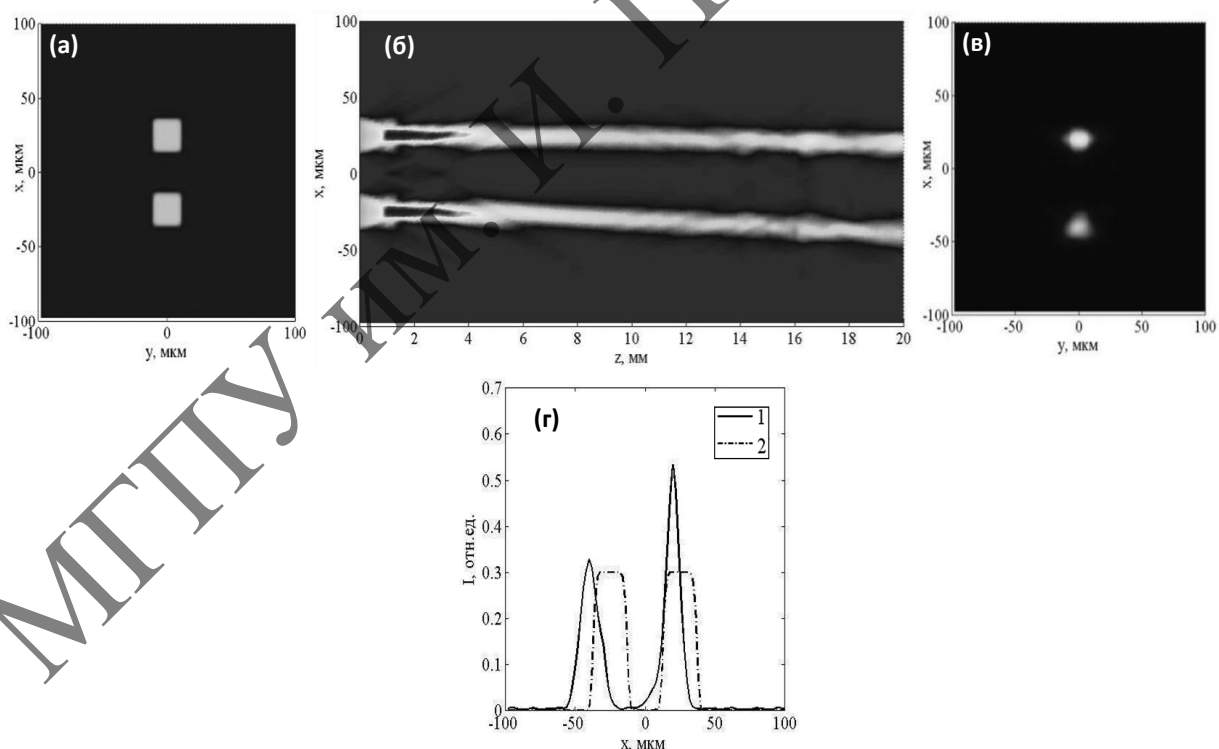
УО «Мозырский государственный педагогический университет
имени И.П. Шамякина» (г. Мозырь)

Одним из наиболее ценных для практического применения следствий фоторефрактивного эффекта является энергетический обмен между взаимодействующими в фоторефрактивном кристалле лазерными пучками, вследствие которого можно посредством одного пучка контролировать, переключать или усиливать другой пучок. Этот эффект можно успешно использовать в адаптивных оптических устройствах [2] и фильтрах новизны (novelty filters) [3].

Как правило, перекачка энергии между пучками осуществляется путем задания начальной разности фаз между пучками, однако если поперечные сечения взаимодействующих пучков на входе в кристалл расположены вдоль прямой, параллельной вектору напряжённости внешнего электрического поля приложенного вдоль оптической оси кристалла, то перекачка энергии может наблюдаться и без задания входной разности фаз между ними.

При вводе в фоторефрактивный кристалл SBN толщиной 20 мм, к которому вдоль оптической оси приложено внешнее электрическое поле с напряженностью $E_0 = 3$ кВ/см, двух двумерных квадратных супергауссовых световых пучков с шириной 25 мкм и расстоянием между пучками, равным ширине пучка (рис. 1, а), наложение явлений дрейфа и диффузии электронов приводит в случае, когда поперечные сечения пучков на входе в кристалл расположены вдоль прямой, параллельной направлению внешнего электрического поля, к энергетическому обмену между пучками (рис. 1, б–г).

Определим оптимальные параметры кристалла SBN; значения напряженности и направления внешнего электрического поля; характерные размеры и взаимное расположение двумерных световых пучков с целью осуществления энергетического обмена между ними, а также достижения их квазисолитонного распространения.

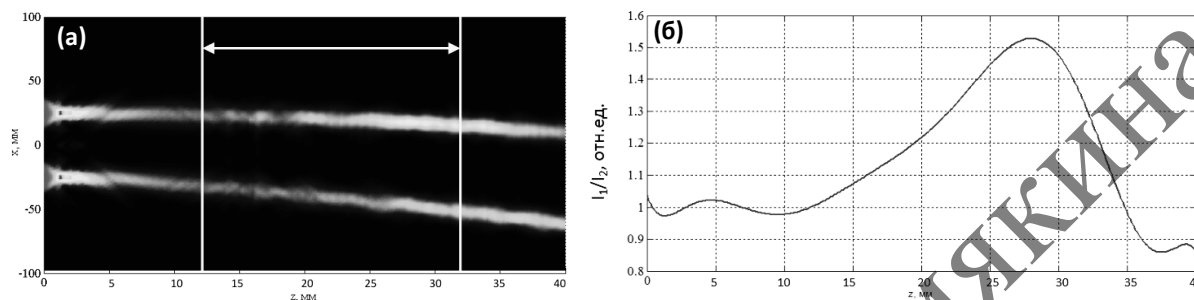


(а) – световые пучки на входе в кристалл; (б) – распределение светового поля двумерных пучков по толщине кристалла; (в) – световые пучки на выходе из кристалла; (г) – 1 – профили световых пучков на выходе из кристалла, 2 – профили супергауссовых световых пучков квадратного сечения на входе в кристалл

Рисунок 1 – Пучки на входе в кристалл SBN

Проанализируем взаимодействие двух пучков, расположенных на входе в кристалл SBN толщиной 40 мм параллельно направлению вектора внешнего электрического поля (рис. 2). Модуль напряжённости внешнего электрического поля, в которое помещён кристалл SBN, равен $E_0 = 3$ кВ/см.

Обозначим интенсивность верхнего пучка I_1 , а интенсивность нижнего пучка – I_2 , оценивать будем отношение этих интенсивностей I_1/I_2 (рис 2б).



(а) – распределение светового поля двумерных пучков по толщине кристалла;

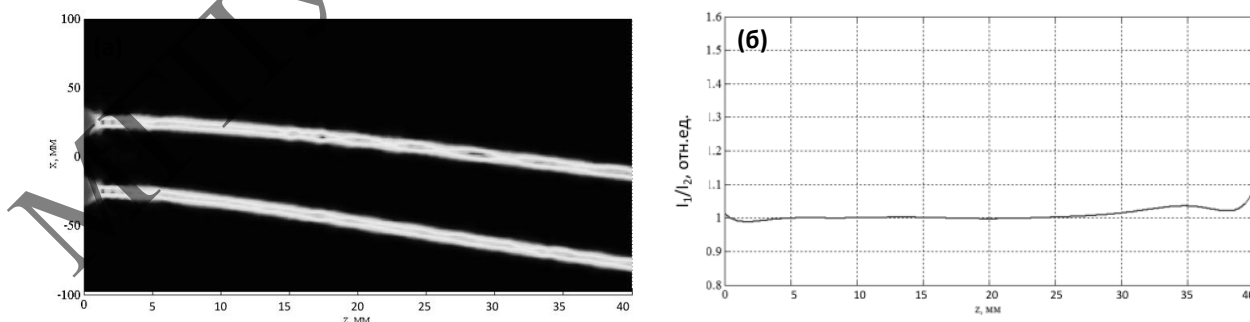
(б) – отношение интенсивностей верхнего и нижнего пучков

Рисунок 2 – Взаимодействие пучков при $E_0 = 3$ кВ/см и $z=40$ мм

Из рисунка 2 видно, что оптимальный промежуток для получения значительного энергетического обмена между пучками при $E_0 = 3$ кВ/см от 15 мм до 33 мм (рисунок 2а), на этом промежутке отношение I_1/I_2 больше, чем 1.1 (рисунок 2б).

При толщине кристалла более 28 мм отношение I_1/I_2 начинает убывать, так как расстояние между пучками увеличивается и степень взаимодействия между ними уменьшается.

При увеличении поля до 4 кВ/см (рисунок 3) энергетический обмен между взаимодействующими пучками практически не наблюдается. Из рисунка 3б видно, отношение интенсивностей I_1/I_2 мало отличается от 1, т. е. интенсивности верхнего и нижнего пучка практически одинаковы.



(а) – распределение светового поля двумерных пучков по толщине кристалла;

(б) – отношение интенсивностей верхнего и нижнего пучков

Рисунок 3 – Взаимодействие пучков при $E_0 = 4$ кВ/см и $z=40$ мм

При уменьшении поля до 2 кВ/см оба пучка дифрагируют и энергетический обмен между ними не наблюдается.

При увеличении расстояния между пучками на входе в кристалл пучки взаимодействуют меньше, и желаемые для исследования эффекты (объединение и энергетический обмен) практически отсутствуют.

Параметры подбирались для наблюдения сразу двух явлений (объединения и энергетического обмена), поэтому наиболее подходящими являются $E_0 \approx 3$ кВ/см и толщина кристалла не более 20 мм.

Рассмотренные в работе эффекты могут быть использованы при проектировании оптических волноводных устройств, осуществляющих каналирование световых потоков, передачу и обработку информации.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций» на 2021–2025 гг. (задание 6.1.14).

Список использованных источников

1. Динамические голограммы Денисюка в кубических фоторефрактивных кристаллах / С.М. Шандаров [и др.] // Квантовая электроника. – 2008. – Т. 11, № 11. – С. 1059–1069.
2. Динамические отражательные голограммы для адаптивной интерферометрии / А.А. Колегов [и др.] // Изв. вузов. Физика. – 2010. – № 9/3. – С. 147–148.
3. Woerdemann, M. Full field particle velocimetry with a photorefractive optical novelty filter / M. Woerdemann, F. Holtmann, C. Denz // Appl. Phys. Lett. – Vol. 93. – 2008. – P. 021108 – 021111.

УДК 669.2/8:620

ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ ПОТЕРИ ПРИ ЛОКАЛЬНО-КОНТАКТНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ АЛЮМИНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТИ

Чэнь Янцзы

УО «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина» (г. Мозырь)

Наиболее распространенным случаем силового взаимодействия деталей машин, конструкций, узлов является контактное нагружение, возникающее в сопряженных элементах в процессе эксплуатации. Одним из факторов, которые определяют условия трения и износа деталей машин, является сопротивление материала упругопластической контактной деформации. Величина возникающих в деформированном металле гистерезисных потерь является одним из параметров, которые определяют величину деформационной составляющей внешнего трения [2].

В данной статье представлены результаты исследования структурных характеристик гистерезисных потерь при локально-контактном деформировании материалов.

Деформированию подвергались образцы диаметром от 2,48 до 5 мм из электротехнической алюминиевой проволоки, один из которых проходил волочение без воздействия тока, а второй подвергался волочению в условиях