

**Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева
Национальной академии наук Кыргызской Республики**

ISSN 1694-6634

www.iopjournal.org

эл. почта: info@iopjournal.org

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ФИЗИКА

ИЛИМИЙ ЖУРНАЛЫ

2024, №1

Кыргызстан, г. Бишкек

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ФИЗИКА

Учредитель:

Институт физики им. академика
Ж.Жеенбаева Национальной
академии наук Кыргызской
Республики

Журнал зарегистрирован в
Министерстве юстиции Кыргызской
Республики.

Свидетельство о регистрации №1418
от 13 июня 2008г.

ISSN 1694-6634

Редакционная коллегия:

Главный редактор, д. ф.-м. н.,
член-корр. НАН КР

Зам. главного редактора, д. ф.-м.
н., профессор

Ответственный секретарь,
к. ф.-м. н., с. н. с.

Жеенбаев Н. Ж.

Касмамытов Н. К.

Ласанху К. А.

Члены редколлегии:

А. А. Кутанов

Т. С. Рамазанов

М. М. Кидибаев

Э. М. Мамбетакунов

Б. В. Шульгин

Т. Н. Нурахметов

С. Джуманов

М. Имаев

А. А. Назаров

В. Н. Фоломеев

Р. М. Султаналиева

Н. К. Джаманкызов

Г. Дж. Кабаева

А. Т. Татыбеков

В. Ю. Иванов

К. Х. Хайдаров

К. Шаршеев

У. К. Мамытбеков

Г. Ж. Доржуева

Дж. А. Исмаилов

Б. Б. Саякбаева

Б. К. Рахадиев

С. Г. Джабаров

Академик НАН КР (Кыргызстан)

Академик НАН РК (Казахстан)

Академик НАН КР (Кыргызстан)

Член-корр. НАН КР (Кыргызстан)

д. ф.-м. н., профессор (Россия)

д. ф.-м. н., профессор (Казахстан)

д. ф.-м. н., профессор (Узбекистан)

д. ф.-м. н., профессор (Россия)

д. ф.-м. н., профессор (Россия)

д. ф.-м. н., профессор (Кыргызстан)

член-корр. НАН КР (Кыргызстан)

д. ф.-м. н., профессор (Кыргызстан)

д. ф.-м. н., профессор (Кыргызстан)

д. т. н. (Кыргызстан)

к. ф.-м. н. (Россия)

к. ф.-м. н. (Кыргызстан)

д. ф.-м. н. (Кыргызстан)

к. ф.-м. н. (Кыргызстан)

к. ф.-м. н. (Кыргызстан)

к. т. н. (Кыргызстан)

к. ф.-м. н. (техн. секр-рь) (Кыргызстан)

PhD, профессор (Казахстан)

д. ф.-м. н. (Азербайджан)

Адрес редакции:

720071, Кыргызская Республика,
г. Бишкек, проспект Чуй, 265-а

Тел.: +(312) 64-62-90

Факс: +(312) 43-11-69, 43-11-71

E-mail: MegaCom17@mail.ru

УДК 666.3.017

СИНТЕЗ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ Si_3N_4 С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКА Al_2O_3

Ласанху К. А., Касмамытов Н. К., Матяш И. В., Макаров В. П.

Институт физики им. академика Ж. Жеенбаева Национальной академии наук, 720071, Кыргызская Республика, Бишкек, проспект Чуй 265-а
e-mail: MegaCom17@mail.ru

Аннотация. В статье описано как влияет оксид алюминий на физико-химические и физико-механические свойства полученных нитридо-кремниевых керамических материалов после реакционного спекания в электропечи в среде газообразного чистого азота.

Ключевые слова: оксид кремний, оксид алюминий, нитрид кремний, реакционное спекание, газообразный азот, порошки.

SYNTHESIS OF TEST SAMPLES OF Si_3N_4 WITH ADDITION OF Al_2O_3 POWDER

Lasankhu K. A., Kasmamytov N. K., Matyash I. V., Makarov V. P.

Institute of physics named after academician J. Jeenbaev National Academy of Sciences, Bishkek, 265-a Chui Avenue, the Kyrgyz Republic
e-mail: MegaCom17@mail.ru

Abstract: The article describes how aluminum oxide affects the physic-chemical and physic-mechanical properties of the obtained nitride-silicon ceramic materials after reaction sintering in an electric furnace in a pure nitrogen gas medium.

Keywords: silicon oxide, aluminum oxide, silicon nitride, reaction sintering, nitrogen gas, powders.

Технология получения керамических материалов на основе рационно-спеченного нитрита кремния (Si_3N_4) заключается в азотирование ультрадисперсных формированных различными методами порошков кремния в среде газообразного азота при температуре до 1700-1773 К в процессе которого порошок кремния при взаимодействии с азотом превращаются в Si_3N_4 . Необходимо учитывать, что форма и размеры керамического изделия на основе Si_3N_4 получают непосредственно в виде готового изделия, в связи с этим следует учитывать, что свойства готовой керамики, полученные при формовке изделия должны реализовываться в процессе их технологического изготовления (до спекания в электропечи). Впоследствии такого технологического процесса готовое изделие не требует механической обработки. Такая технология возможно в результате отсутствие усадки или увеличение размеров в процессе реакционного синтеза, поскольку увеличение

объёма полученного материала происходит за счёт заполнения внутренних пор заготовки всего объёма. При анализе зарубежной литературы сведения практически отсутствует, а если и есть о методе формирования и формование, то носит общий характер, и точной информации нет. При получении изделия из порошков кремния следующими методами - шликерное литье, инжекционного прессования, заливки под различным давлением, сухого брикетирования или плазменного напыления приоритет отдается шликерному литью, которому отводится первое место [1,2].



Рис. 1. Технологические процессы получения нитридо-кремниевых материалов методом реакционного спекания в среде газообразного азота.

Физико-химическое взаимодействие атома азота с компактным порошком кремния имеет ряд особенностей и в значительной степени зависит от многих факторов способствующих данному процессу получения нитрида кремния. Так же на скорость реакции, образования микроструктуры и свойства керамики влияет дисперсность, плотность, присутствие различных примесей в порошке, температура, давления азота и химический состав газообразного азота, экзотермический эффект реакции, и масштабный фактор зависящий от массы и формы изделия, который в свою очередь влияет на диффузионные процессы при кристаллохимической реакции [3-6]. Согласно литературным источникам информация по данной теме имеет научный характер, и в частности экспериментальных результатов нет, так или иначе связанных с технологией процесса представляется в общем виде, а присутствующая информация, касающаяся научных результатов, также носит рекламно - описательный характер.

В лаборатории «Порошковых материалов» Института физики Национальной академии наук Кыргызской Республики разработали метод получения нитридо-кремниевой керамики, которая состоит из следующих технологических операций, показанный на рисунке 1[3, 5].

Целью исследования является изучения влияния порошка оксида алюминия (Al_2O_3) на физико-химические и физико-механические свойства нитридо-кремниевой керамики. А так же исследование и измерение, физико-химических и физико-механических свойств с добавлением Al_2O_3 в шихту порошка кремния, в частности устойчивость к высокой температуре.

Нами было получено ряд опытных образцов на основе нитрида кремния с добавлением порошков оксида алюминия. Для исследования были получены опытные образцы цилиндрической формы с размером $45 \times (2+i)$ мм, где i отклонения радиуса цилиндрического опытного образца, в среднем $\pm 1 \div 2$ мм изображённого на рисунке 2.

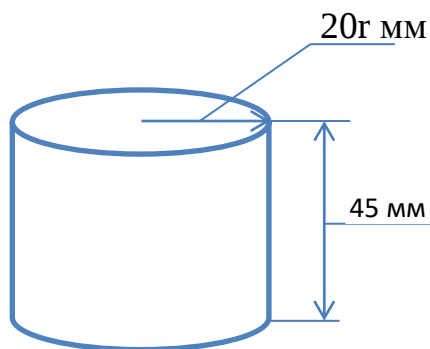


Рис. 2. Цилиндрические опытные образцы на основе фаз Si_3N_4 и порошка Al_2O_3 .

Так как в литературе свойства композиционной нитридо-кремниевой керамики с добавлением порошка оксида алюминия отсутствует, мы поставили задачу исследовать данный вопрос. В нитридо-кремниевые опытные образцы, полученные при реакционном спекании в газообразном азоте, добавлялись порошки Al_2O_3 с разным процентным содержанием таблица 1.

Таблица 1 – Нитридо-кремниевые изделия с добавлением порошка Al_2O_3

№ п/п	Состав образца	Количество примесей Al_2O_3 , %
1	$Si_3N_4+Al_2O_3$	0
2	$Si_3N_4+Al_2O_3$	0,5
3	$Si_3N_4+Al_2O_3$	1,0
4	$Si_3N_4+Al_2O_3$	2,0
5	$Si_3N_4+Al_2O_3$	5
6	$Si_3N_4+Al_2O_3$	10,0

Полученные опытные композиционные нитридо-кремниевые изделия легированные порошком оксида алюминия (до 0-10% от масс.) были отправлены на исследования термической стойкости.

Термостойкость керамических материалов является одним из важнейших качественных показателей, как известно на основе термостойкости определяется область применения в конкретных условиях. При эксплуатации керамических материалов в области высоких температур и резким изменением температуры в местах эксплуатации, появляются в изделии термические напряжения, которые могут быть разрушающими.

Для оценки значения возникающих термических напряжений мы рассчитывали количественную меру сопротивления термического напряжения композиционного нитридо-кремниевое опытного изделия. Количественная мера сопротивления термического напряжения является максимальная разность температур между изотермическими поверхностями, при котором происходит полное разрушение композиционного нитридо-кремниевое опытного образца при определенных условиях теплопередачи. При разрушении композиционного нитридо-кремниевое опытного образца значения термического напряжения, так же является в данном случае предел прочности материала. Для определения максимальной разности температур, которое приводит к разрушения

композиционного нитридо-кремниевого изделия можно определить по формуле 1:

$$\Delta t_{\max} = R * S \quad (1)$$

где $\Delta t_{\max}$ – максимальная разность температуры между изотермическими поверхностями;

R – сопротивления изделия термическому напряжению;

S – факторы геометрической формы изделия.

Сопротивления композиционного нитридо-кремниевого изделия термическому напряжению R зависит от условий нагрева и охлаждения, а так же от свойств изделия. Факторы геометрической формы и размеров опытного изделия влияет на возникающие термические напряжения и ее время появления.

Физико-химические свойства керамических материалов, а так же фактор геометрической формы и размеров и условия теплопередачи определяет возможность образования трещин в изделии [7].

Для композиционных нитридо-кремневых опытных изделий термостойкость определяли методом последовательных теплосмен путем нагрева 1500°C до образования на поверхности трещин и разрушений. Для нагрева использовали электропечь марки СЗВН-12,5.1500/14,5-Н1 (Редмет 30, Россия) – номинальная температура 1450°C с графитовыми нагревателями. С помощью данной электропечи методом Чохральского из расплава получают монокристаллы кремния в инертной среде.

Таблица 2 – Термическая стойкость нитридо-кремневые изделия с добавлением порошка Al_2O_3

№ п/п	Температура нагрева, °C	Количество теплосмен (Критерия термостойкости)	Изменения поверхности (рельефа) изделия
1	800	10	Изменения нет
2	900	10	Изменения нет
3	1000	10	Изменения нет
4	1100	10	Изменения нет
5	1200	10 (8)	опытный образец с 10 % (Al_2O_3) образовалось трещина

6	1300	10	Изменения нет
7	1400	10	Изменения нет
8	1500	10	Изменения нет

Композиционные нитридо-кремниевые опытные образцы нагревались в интервале температур от 800°C до 1500°C с температурным шагом в 100°C. Каждые 100°C производилось ее охлаждения в холодной воде. После термического отжига каждый композиционный нитридо-кремниевый образец проходил измерение по изменению рельефа поверхности с помощью оптического микроскопа на определение и наличия трещин и разрешения на поверхности опытного нитридо-кремниевого изделия. Критерием определения термической стойкости служило количество теплосмен до появления трещин или разрушения опытного образца. Полученные экспериментальные данные по теплостойкости приведены в таблице 2.

Как из таблицы 2 видно испытание композиционного нитридо-кремниевого опытного образца при температуре 1200°C появились мелкие трещины. При дальнейшем повышении температуры до 1500°C новообразование трещин, почему то обнаружено не было. Причина появления трещины при температуре 1200°C осталось непонятным, так как дальнейшей деструкции композиционного нитридо-кремниевого опытного образца не происходило.

Заключение. Разработан комплексный метод определения термомеханических свойств нитридо-кремниевого изделия легированного порошком Al_2O_3 . Полученные опытные композиционные нитридо-кремниевые материалы на основе шламовых отходов порошка кремния реакционно-синтезированных в среде чистого газообразного азота обладают высокими конкурентоспособными физическими свойствами и термической стойкостью до 1500°C.

Для полной картины физико-механических и физико-химических свойств опытных нитридо-кремниевых образцов требуется исследовать и другие свойства, что будет сделано в следующих работах.

Список литературы

1. Петрова Д. А. Кремний. // Сб. статей. Перевод под редакцией Петрова Д. А. М. – Иностранная литература. – 1960. 436 с.
2. Викулин В. В., Курская И. Н. Конструкционные керамические материалы на основе реакционно связанного нитрида кремния // Огнеупоры. – 1990. - №9. – С. 13-18.

3. Макаров В. П. Технология особенности получения большеобъемных изделий из материала на основе нитрида кремния (Si_3N_4) // Сб. научных трудов КРСУ. Физика. – вып. 3. – Бишкек. – 2000. С. 82-83.
4. Ласанху К.А., Касмамытов Н. К., Гудимов Н. В., Макаров В. П. Технология получения, структура и физико-химические свойства керамокомпозиционных материалов // кыргызская керамика на основе местного сырья: сб. ст. – Бишкек. 2014. – С. 90-99.
5. Макаров В.П., Касмамытов Н. К., Ласанху К. А. Способ получения керамического композиционного материала из отходов кремниевого производства // Пат. № 1766 KG. – Заявка №201440066.1; Приоритет 18.06.2014; Зарегистрировано 31.07.2015.
6. Ласанху К. А. Нитридокремниевые фазы в керамических материалах // Физика НАН КР. – Бишкек. 2018. -№1. – С. 110-115.
7. Баринов С. М., Иванов Д. А., Фомина Г. А. Термостойкость и характеристики термостойкости алюмооксидного материала со слоистогранульной структурой // Огнеупоры. – 1996. №3. – С. 9-12.

УДК 621.372:551.508.8

ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ ОЗОнового СЛОЯ

А.Т. Орозобаков, Б.Б. Саякбаева, Э.У. Орозобаков

*Институт физики им. академика Ж.Ж.Зеембаева НАН КР, 720071,
Кыргызстан, Бишкек, пр.Чуй 265-а*

Аннотация. В статье на некоторых примерах распределения озона показана необходимость дальнейших исследований озонового слоя. Приведены количество данных об общем содержании озона с близлежащих к обсерватории станций, а также число точек, по которым представляются данные об озоне в признанном канадском центре. Для примера представлено высотное распределение озона над Иссык-Кулем по данным наземных измерений обсерватории в сравнении со спутниковыми.

Ключевые слова: озон, мировая сеть, наземные станции, измерение.

ABOUT OZONE LAYER MEASUREMENTS

A.T. Orozobakov, B.B. Sayakbaeva, E.U. Orozobakov

*Institute of Physics academician J.J. Zheenbaeva, NAS KR,
Bishkek, Chui Avenue 265-a*

Annotation. The article uses some examples of ozone distribution to show the need for further research into the ozone layer. The number of total ozone data from stations close to the observatory is given, as well as the number of points that provide ozone data at a recognized

Canadian center. As an example, the altitudinal distribution of ozone over Issyk-Kul is presented according to ground-based observatory measurements in comparison with satellite ones.

Keywords: *ozon, worldwide network, ground stations, measurement.*

Об озоновой дыре над Антарктидой, открытой в 80-х годах прошлого века и необходимости тщательных исследований озонового слоя различными методами было представлено в ранее опубликованных многочисленных статьях, в том числе наших [1-4]. Несмотря на ряд принятых конвенций, международных соглашений по сохранению озонового слоя и разрушающим его веществам на обывательском уровне проталкиваются заключения о неважности, не надобности шагов, исследований по сохранению озонового слоя. В связи с этим, в качестве примера, стоят ли эти проблемы на сегодня, рассмотрим два случая.

К концу марта 2020 года над Северным полюсом на высоте 18 километров измерительные аэростаты NASA [5] зафиксировали падение содержания озона на 60 процентов. Это привело к образованию озоновой дыры — области, внутри которой содержание озона находилось ниже отметки в 220 единиц Добсона. По данным многолетних наблюдений это событие явилось первым появлением настоящей озоновой дыры над Арктикой (рис.1).

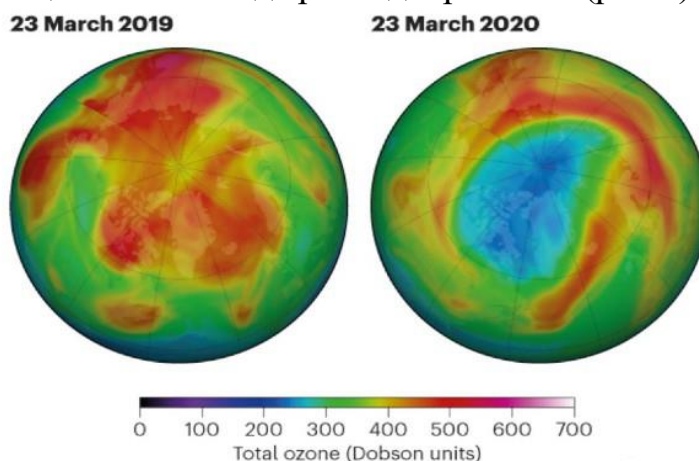


Рис.1. Сравнение содержания озона (в единицах Добсона) в марте 2019 и в марте 2020 NASA Ozone Watch.

Более подробно этот случай описан в статье [3]. Хотя по данным спутника NASA Aura [6] концентрация озона уже восстановилась, а по данным службы мониторинга атмосферы Коперник [7] запас активного хлора, разрушающего стратосферный озон над Арктикой, уже исчерпан нет гарантии, что это вновь не повторится, или не произойдет то же самое над другим районом, в неожиданном регионе.

А в 2023 году данные Европейского космического агентства (ESA) [8] показали, что озоновая дыра в том году над Антарктидой достигла своего максимального размера 16 сентября и составила 26 миллионов квадратных километров – это примерно равно площади Северной Америки.

Появление такого гигантского разрыва объяснили извержением вулкана Хунга Тонга-Хунга Хаапай, который произошел с огромной мощностью в начале 2022 года и создал самый высокий шлейф извержения, когда-либо зарегистрированный. Ученые предполагают, что извержение этого вулкана могло оказать влияние на озоновый слой в связи негативным воздействием на него выброса более 50 миллионов тонн водяного пара в верхние слои атмосферы, что эквивалентно увеличению количества атмосферной воды на 10%. Озоновые дыры над обоими полюсами демонстрируют естественную изменчивость, которая также может влиять на размер дыры в текущем году.

Что касается того, что может данные никому уже не нужны, может только мы зачем-то продолжаем проводить свои исследования, на рисунке 2 представлены наземные станции по наблюдениям за озоновым слоем, взятые из мирового центра данных по озону и ультрафиолетовому излучению (WOUDC) и используемые канадским центром по окружающей среде и климату (ECCC).



Рис.2. Данные мирового центра данных по озону и ультрафиолетовому излучению (WOUDC).

ЕССС обобщают данные мировой сети наземных станций, в случае отсутствия данных замещают из орбитальных данных. По их данным наземные станции в близлежащих районах от нашей обсерватории (рис.3а) действительно в последние годы не представляют им свои данные (рис.3б), но это не означает, что они закрылись.

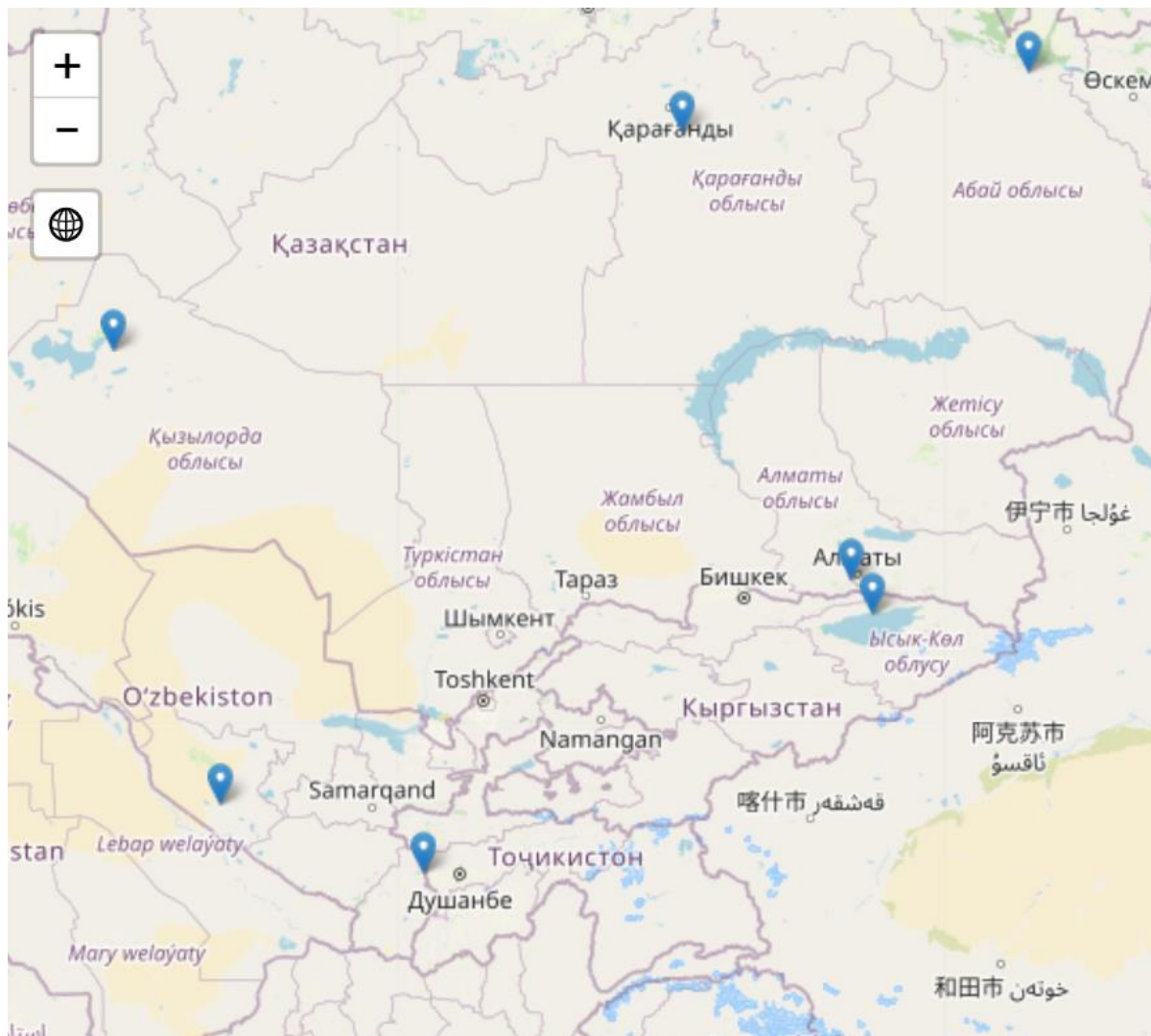


Рис.3а. Станции в близлежащих районах.

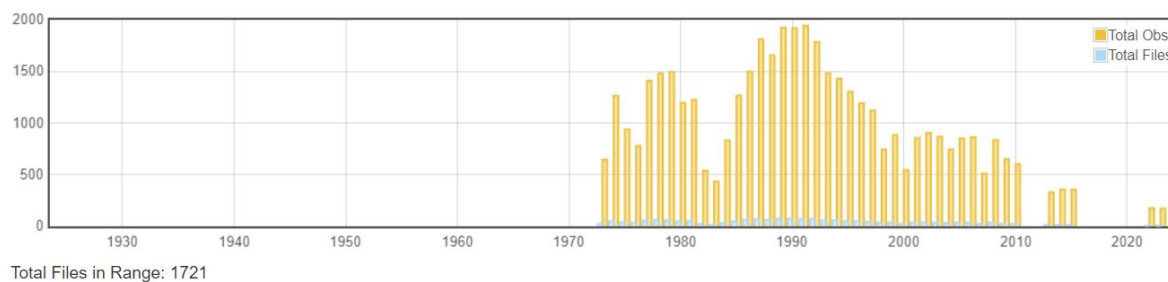


Рис.3б. Представленные данные близлежащих наземных станций.

Есть много причин отсутствия данных, это и окончание договора поставки, временные замены аппаратур и т.д.

В связи с вышеизложенным, наши исследования продолжаются, независимо от условий. Типичные результаты наземных измерений в сравнении со спутниковыми, выполненные по последним доработанным программам представлены на рисунке 4.

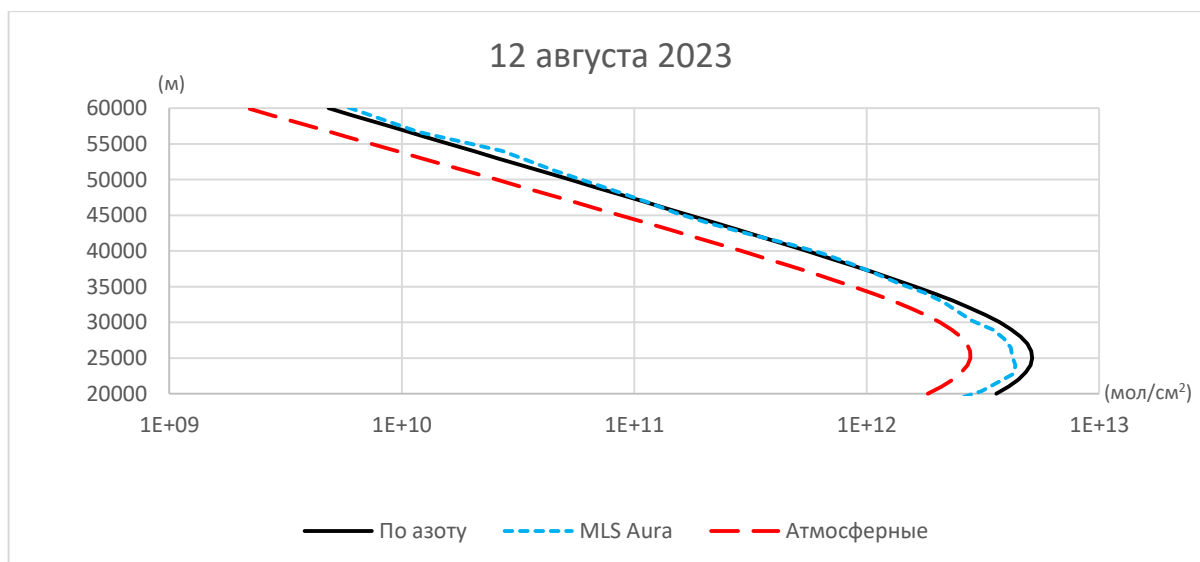


Рис.4. Результаты наземных измерений обсерватории в сравнении со спутниковыми.

Как обычно максимальная концентрация озона над наблюдаемым в обсерватории регионом Центральной Азии находится в пределах высот 24-26 км. Коэффициент корреляции со спутниковыми данными наземных измерений как по абсолютной, так и по атмосферной калибровке - 0,98. Коэффициент смещения при атмосферной калибровке по многочисленным экспериментам всегда оказывался - 1,35. Что даёт уверенность в дальнейшем подборе эквивалентной нагрузки.

Список литературы

1. Орозобаков А.Т., Саякбаева Б.Б., Аманкулова Н.А., Орозобаков Э.У. Наземные измерения стратосферного озона над регионом Средней Азии в сравнении со спутниковыми данными // Известия ВУЗов Кыргызстана №1, 2023, с.3-13.
2. Орозобаков А.Т., Саякбаева Б.Б., Орозобаков Э.У. Наземные радиофизические наблюдения высотного распределения озона над регионом Средней Азии // Журнал «Радиоэлектроники» Россия, №12, 2018, с.3-9.
3. Орозобаков А.Т., Саякбаева Б.Б., Орозобаков Э.У. Измерения концентрации озона на миллиметровых волнах по атмосферной калибровке // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана №3, 2022, с.3-9.

4. Орозобаков А.Т., Саякбаева Б.Б., Орозобаков Э.У., Аманкулова Н.А. Определение общего содержания стратосферного озона на миллиметровых волнах над регионом Средней Азии // Сибирский физический журнал, Новосибирск, т.18, №2, 2023, с.5-15.
- 5.<http://toms.gsfc.nasa.gov/>
- 6.<http://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation.pl?tree=project&project=MLS>
- 7.Copernicus Climate Change and Atmosphere Monitoring Services launched // European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. – 2014 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2014/copernicus-climate-change-and-atmosphere-monitoring-services>
- 8.<https://www.esa.int>

УДК 621.03.536.12

РАСЧЕТ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

¹Д.С. Джураев, ²У.К. Мамытбеков

¹*Худжандский политехнический институт Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими, г. Худжанд*

²*Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева НАН КР, Кыргызстан, г.Бишкек, пр.Чуй 265-а, E-mail. ulan-mk@bk.ru*

Аннотация. В данной статье приведены расчеты температуропроводность, теплопроводность и теплоемкость магнитных жидкостей на основе трансформаторного масла в зависимости от воздействия магнитного поля. Установлены что температуропроводность и теплопроводность с ростом вектора индукции магнитного поля и концентрации ферромагнитного порошка увеличивается, а теплоемкость уменьшается.

Ключевые слова: температуропроводность, теплопроводность, теплоемкость магнитная жидкость, магнитное поля, ферромагнитный порошок.

CALCULATION OF THERMAL PHYSICAL PROPERTIES OF MAGNETIC FLUIDS BASED ON TRANSFORMER OIL DEPENDING ON THE INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD AT ROOM TEMPERATURE AND ATMOSPHERIC PRESSURE

¹D.S. Juraev, ²U.K. Mamytbekov

¹*Khujand Polytechnic Institute of the Tajik Technical University named after. Academician M.S. Osimi, Khujand*

²*Institute of Physics named after. Academician Zh. Zheenbaev NAS KR,
Kyrgyzstan, Bishkek, Chui Ave. 265-a, E-mail. ulan-mk@bk.ru*

Annotation. This article provides calculations of the thermal diffusivity, thermal conductivity and heat capacity of magnetic fluids based on transformer oil depending on the influence of the magnetic field. It has been established that thermal diffusivity and thermal conductivity increase with increasing magnetic field induction vector and concentration of ferromagnetic powder, and heat capacity decreases.

Key words: *thermal diffusivity, thermal conductivity, heat capacity, magnetic fluid, magnetic fields, ferromagnetic powder.*

Теплофизические свойства (температуропроводность, теплопроводность и теплоемкость) магнитных жидкостей в зависимости от воздействия магнитного поля нами исследованы впервые при комнатной температуре и атмосферном давлении [1-5].

Расчет температуропроводности исследуемых объектов методом лазерной вспышки в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре по формуле 1.

$$a = \frac{1,37 \cdot l^2}{(\pi^2 \cdot \tau_{0.5})} , \quad (1)$$

где l – толщина образца, $\tau_{0.5}$ – время достижения на тыльной поверхности температуры, равной половине ее максимального значения.

Результаты расчетов температуропроводности в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре приведены в таблице 1.

Расчет теплопроводности в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре производится по формуле 2.

$$\lambda = A \cdot C_p \cdot m , \quad (2)$$

где C_p – теплоемкость испытуемого образца; m – темп регулярного охлаждения; A – коэффициент формы.

Коэффициент формы определяется следующим уравнением [6].

$$A = \left[(\pi / 2\delta x)^2 + (\pi / 2\delta y)^2 + (\pi / 2\delta z)^2 \right]^{-1} \quad (3)$$

Темп регулярного охлаждения определяется по формуле:

$$m = \frac{\ln \theta_1 - \ln \theta_2}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\ln N_1 - \ln N_2}{\tau_2 - \tau_1} , \quad (4)$$

где θ_1 и θ_2 – разность температур между теплообменивающимися поверхностями вначале – τ_1 и в конце – τ_2 отсчета; N_1 и N_2 та же разность температур, выраженная числом делений шкалы микровольтнаноамперметра.

Результаты расчетов теплопроводности в зависимости от давления приведены в таблице 2.

Расчет теплоемкости в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре производится по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\lambda}{a \cdot \rho}, \quad (5)$$

где a – температуропроводность испытуемого образца в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре, и концентрации железного порошка; λ – теплопроводность испытуемого образца в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре и концентрации железного порошка; ρ – плотность испытуемого образца. Результаты расчетов теплоемкости испытуемого образца в зависимости от индукции магнитного поля при комнатной температуре и концентрации приведены в таблице 3.

Таблица 1 - Температуропроводность ($a \cdot 10^7, \text{м}^2/\text{с}$) трансформаторного масла в зависимости от вектора индукции магнитного поля и концентрации ферромагнитного порошка (Fe) при комнатной температуре

$B, 10^{-2} \text{ Тл}$ $m_{Fe}, 10^{-3} \text{ кг}$	0,1594	0,1992	0,239	0,2789	0,3188	0,3586	0,3866
0.1	0,965	0,985	1,00	1,018	1,037	1,06	1,08
0.15	1,115	1,145	1,175	1,202	1,232	1,262	1,293
0.2	1,21	1,237	1,27	1,3	1,336	1,37	1,41
0.25	1,32	1,37	1,42	1,47	1,52	1,58	1,63
0.3	1,41	1,47	1,53	1,6	1,66	1,73	1,8

Таблица 2 - Теплопроводности ($\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$) трансформаторного масла в зависимости от вектора индукции магнитного поля и концентрации ферромагнитного порошка (Fe) при комнатной температуре

$B, 10^{-2} \text{ Тл}$ $m_{Fe}, 10^{-3} \text{ кг}$	0,1594	0,1992	0,239	0,2789	0,3188	0,3586	0,3866
0.1	113,6	115,4	116,7	118,1	119,5	121,4	122,9
0.15	131,2	133,8	136,4	138,4	140,4	142,5	144,6
0.2	145,6	147,9	151,1	153,3	156,7	159,1	162,1
0.25	156,1	160,4	164,1	168,5	172,1	176,8	180,6
0.3	163,4	168,4	173,1	178,9	184,1	189,6	194,5

Таблица 3 - Теплоемкость C_p , $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ трансформаторного масла в зависимости от вектора индукции магнитного поля и концентрации ферромагнитного порошка (Fe) при комнатной температуре

$B, 10^{-2} \text{ Тл}$ $m_{Fe}, 10^{-3} \text{ кг}$	0,1594	0,1992	0,239	0,2789	0,3188	0,3586	0,3866
---	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------

0.1	1146,8	1140,8	1136,3	1129,6	1122,1	1115	1108,1
0.15	1067,7	1060,3	1053,4	1044,8	1034,1	1024,6	1014,8
0.2	1022,4	1015,8	1010,8	1002,4	996,5	986,6	976,7
0.25	938,5	929,2	917,2	909,7	898,6	888,1	879,3
0.3	871,1	860,1	850,2	840,1	833,2	823,4	811,8

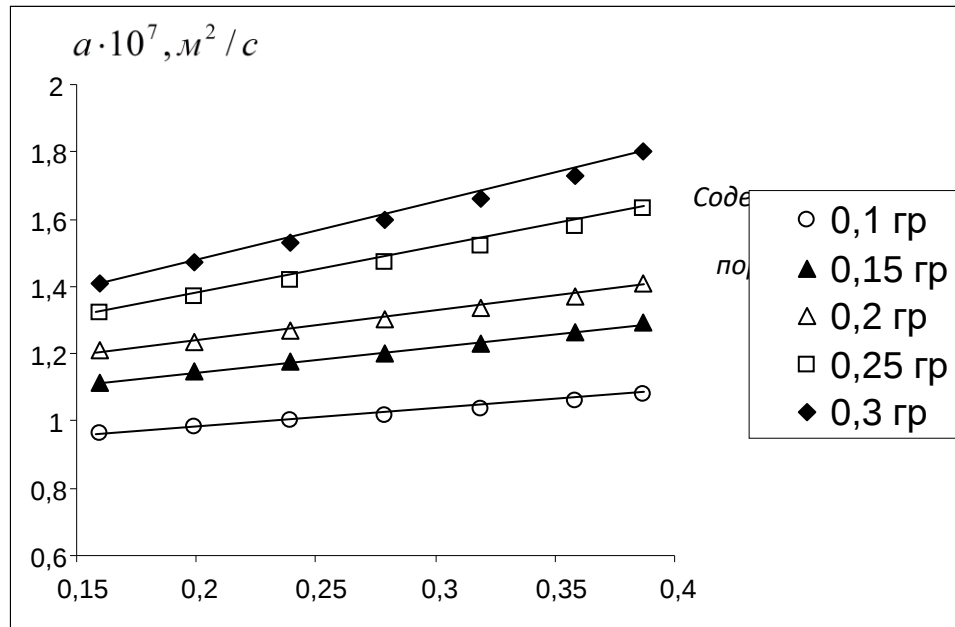


Рис.1. Зависимость температуропроводности исследуемых магнитных жидкостей от вектора индукции магнитного поля при комнатной температуре.

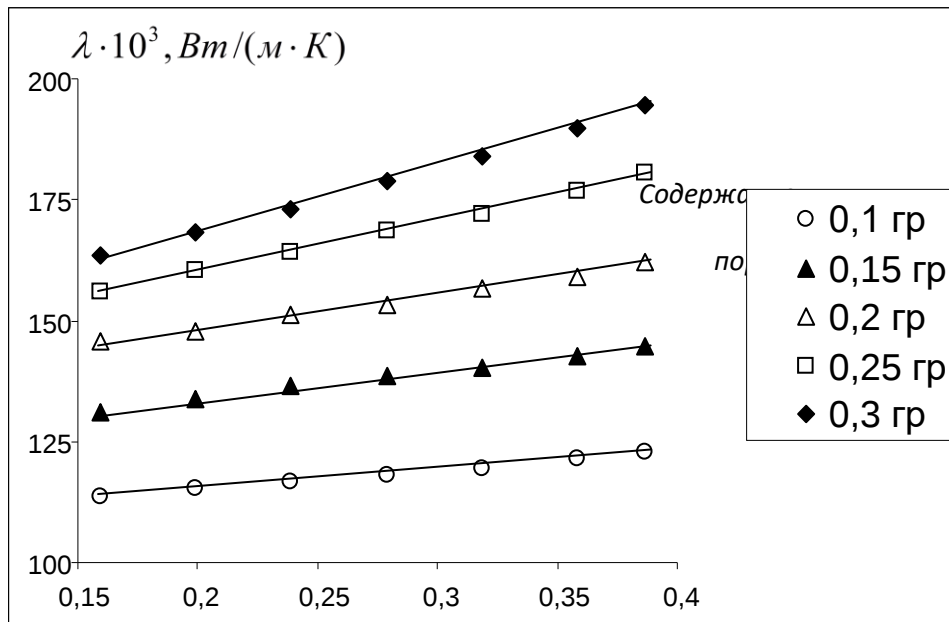


Рис.2. Зависимость теплопроводности исследуемых магнитных жидкостей от вектора индукции магнитного поля при комнатной температуре.

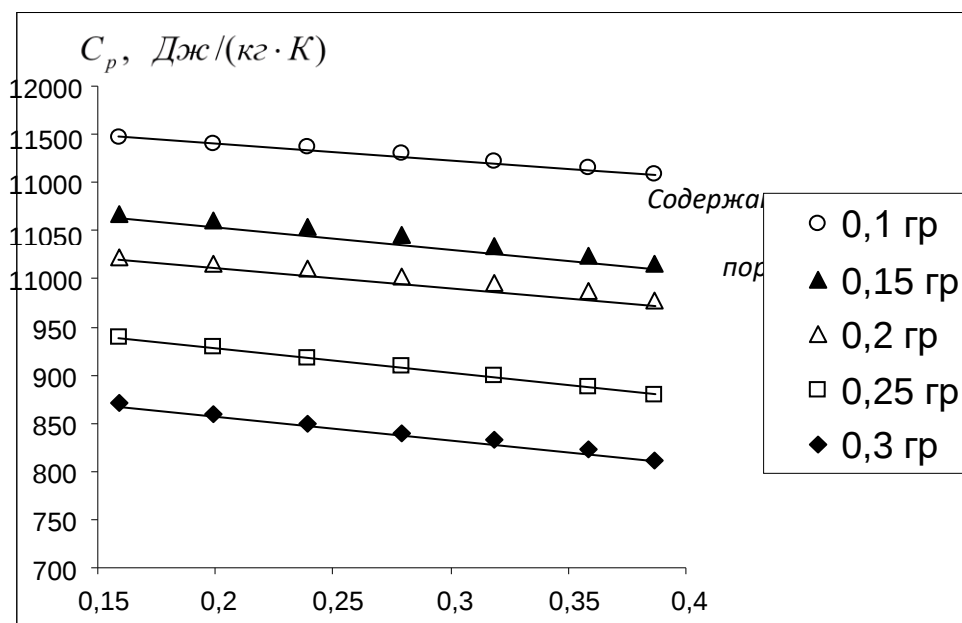


Рис. 3. Зависимость теплоемкости исследуемых магнитных жидкостей от вектора индукции магнитного поля при комнатной температуре.

Как видно из табл. 1–3 и рис. 1–3 температуропроводность и теплопроводность с ростом вектора индукции магнитного поля и концентрации ферромагнитного порошка увеличивается, а теплоемкость уменьшается. Например: при увеличении концентрации ферромагнитного порошка (Fe) от $m=0,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ на $m=0,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ при $B=0,1595 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ температуропроводность образца увеличивается на 46,1%, теплопроводность увеличивается на 43,8%, теплоемкость уменьшается на 31,6%, а при $B=0,3866 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$, температуропроводность образца увеличивается на 86,5%, теплопроводность увеличивается на 71,2%, теплоемкость уменьшается на 41,3%.

Список литературы

1. Мирзомамадов А.Г., Сафаров М.М., Холиков М.М., Джураев Д.С., Абдуназаров С.С., Назирмадов Д.А., Назруллоев А.С. Теплофизические и адсорбционные свойства медных катализаторов на основе пористого гранулированного оксида алюминия в среде воздух-пар воды. Сборник научных трудов Международного научно-технического семинара, посвящённого 175-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. 2018. С. 250-255.
2. Сафаров М.М., Назаров Х.Х., Давлатов Н.Б., Назруллоев А.С., Зарипова М.А., Тиллоева Т.Р., Ризоев С.Г., Едалиева З.Н., Давлатзода Ф.С., Джураев Д.С., Холиков М.М., Хакимов Д.Ш., Норов З.Ю., Назримов Д.А., Рафиев С.С. Адсорбционные, теплофизические, термодинамические свойства некоторых наночастиц и их влияние на поведение теплоносителей. Материалы X школы-семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е.Алемасова. 2016. С. 217-220.

3. Хушвактов А.А., Сангов Т.Ш., Джураев Д.С., Сафаров М.М. Степень набухания, коэффициент термодиффузии и массоотдачи ультрадисперсных никелевых катализаторов на основе силикагеля в насыщенных конденсированных средах. Вестник Таджикского национального университета. 2012. № 1-3. С. 160-165.

4. Джураев Д.С. Влияние температуры, давления и магнитного поля на изменение теплофизических свойств магнитных жидкостей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кыргызско-российский славянский университет им. Б.Н. Ельцина. Бишкек, 2012

5. Тиллоева Т.Р., Тагоев С., Зоиров Х.А., Зарипова М.А., Джураев Д.С., Сафаров М.М. Температуропроводность коллоидного раствора наносеребра в зависимости от давления при комнатной температуре. Измерительная техника. 2012. № 3. С. 51-53.

6. «Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент». Под общей редакцией А.В. Клименко и В.М. Зорина. 3-е издание. –М.: Издательство МЭИ, 2001. –560 с.

УДК 539.186; 621.373.8

ПОЛУТОНОВАЯ ПРЯМАЯ ЛАЗЕРНАЯ ЗАПИСЬ НА ПЛЕНКИ АМОРФНОГО КРЕМНИЯ

Н. Сыдык уулу, И.А. Снимщиков

*Институт физики им. академика Ж.Ж. Жеенбаева,
Национальная Академия наук, Чуй проспект 265-а, Кыргызская Республика*

Аннотация. В данной работе приведены результаты полутоновой лазерной записи на тонких пленках аморфного кремния a-Si. Экспериментально продемонстрированы возможности полутоновой записи на пленках a-Si излучением полупроводникового лазера с $\lambda=405\text{nm}$ с размером дорожек $\sim 1\text{ мкм}$. Зафиксировано образование поверхностного рельефа порядка 30nm под действием сфокусированного лазерного излучения на пленку аморфного кремния при его переходе в кристаллическое состояние.

Ключевые слова: аморфный кремний, кристаллизация, лазер, оптика, фокус, запись, система, микроструктура.

HALF-TONE DIRECT LASER WRITING ON AMORPHOUS SILICON FILMS

N. Sydyk uulu, I.A. Snimshikov

*Institute of Physics named after academician Zh.Zh. Zheenbaeva NAS KR,
Bishkek, Chui Avenue 265-a*

Annotation. This paper presents the results of half-tone laser recording on thin films of amorphous silicon a-Si. The possibilities of half-tone recording on a-Si films using semiconductor laser radiation with $\lambda=405$ nm and a track size of ~ 1 μm were experimentally demonstrated. The formation of a surface relief of about 30 nm was recorded under the action of focused laser radiation on a film of amorphous silicon during its transition to the crystalline state.

Key words: amorphous silicon, crystallization, laser, optics, focus, recording, system, microstructure.

Введение

Развитие микро-нано-фотоники и оптоэлектроники в настоящее время является одной из приоритетных задач научно-технического прогресса. Прямая лазерная запись на тонких пленках различных материалов используется при изготовлении фотошаблонов и дифракционных оптических элементов (ДОЭ). По сравнению с другими фотолитографическими методами, требующих определенное количество термохимических процессов, прямая лазерная приводит к упрощению процесса изготовления, оптических систем и других затрат [1]. В работе [2,3] изложено о получении полутонковой оптической записи на пленках аморфного кремния (a-Si) прямой лазерной записью с высоким пространственным разрешением до 2000 мм^{-1} .

Изготовление полутонковых фотошаблонов на основе аморфного кремния имеет следующие достоинства:

- экономическая эффективность изготовления ДОЭ за счет низкой стоимости нанесения пленок кремния;
- тонкий маскирующий слой и высокое пространственное разрешение позволяют изготавливать высоко апертурные ДОЭ при контактном копировании;
- возможность визуального и фотоэлектрического контроля процесса записи.

Прямая лазерная запись на пленки аморфного кремния

Пленки a-Si напылялись методом магнетронного распыления в атмосфере аргона при давлении $(0,5\div 5)\cdot 10^{-1}\text{Па}$ на стеклянную подложку толщиной 100-250нм на установке в Кыргызско-Российском (Славянском) университете. На индуктор от генератора подавалось переменное напряжение с частотой 13,56МГц. Чтобы не допустить нагрева подложки необходимо охлаждение. При высокой скорости напыления, которая лежит в пределах 1,5-2нм/с получается однородная аморфная пленка кремния. С использованием однолучевого спектрофотометра Helios Omega проводилось измерение спектров поглощения полученных тонких пленок аморфного кремния для эффективной записи дифракционных оптических элементов в диапазоне длин волн $\lambda=200-600\text{нм}$ [4]. Из данных рентгеноструктурного анализа приведенных на рис. 1 которые были выполнены на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3, следует, что исходная пленка состоит из аморфной фазы без следов кристаллизации.

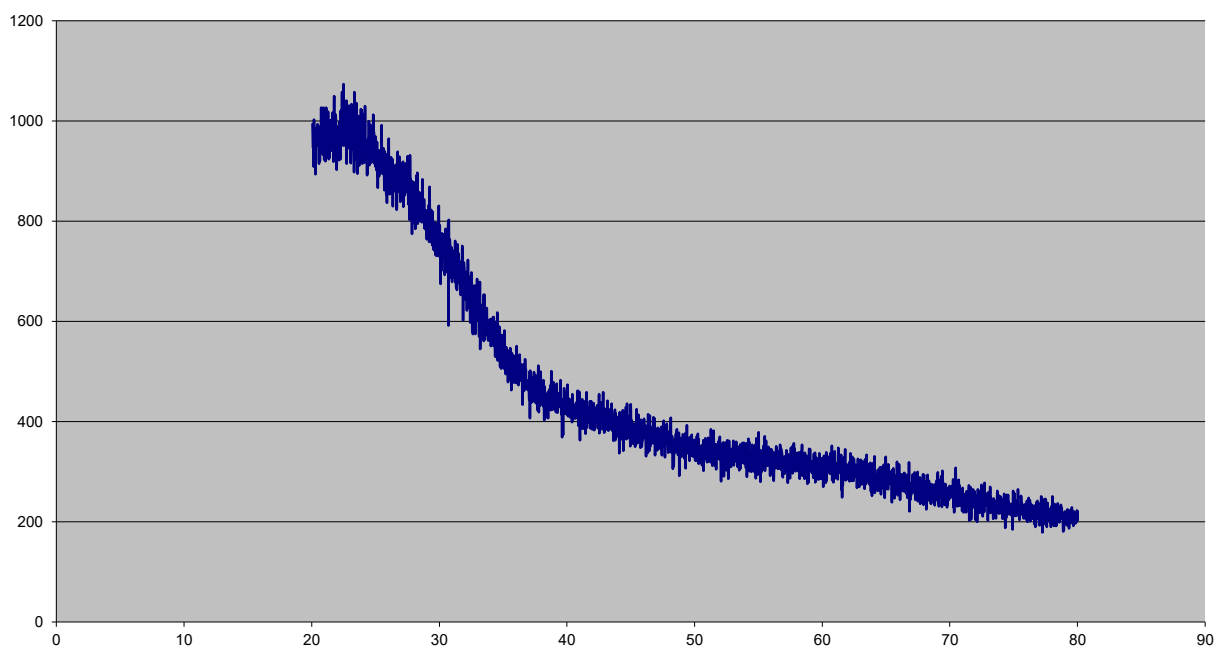


Рис. 1. Диаграмма рентгеноструктурного анализа полученного на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3, подтверждающая, что исходная пленка а-Si состоит из аморфной фазы без следов кристаллизации.

Прямая лазерная запись на пленки аморфного кремния проводилась на компактном лазерном x-y нанолитографе (ЛНЛ) с длиной волны излучения 405нм и мощностью 60мВт в Центре коллективного пользования Института Автоматики и Электрометрии СО РАН, г. Новосибирск. ЛНЛ выполняет сканирование на базе двухкоординатного стола который имеет прецизионные направляющие с ходом до 250мм. При острой фокусировке лазерного пучка с линейной быстрой скоростью (до 10м/с) можно получить уменьшенный диаметр лазерного пятна. При дальнеполной фокусировке уменьшение рабочей длины волны лазерного источника и повышение числовой апертуры НА фокусирующей системы приводит к уменьшению диаметра сфокусированного лазерного пятна. Фокусировка системы контролируется с пьезопозиционером, на котором установлен микрообъектив. Пьезопозиционер на котором установлен микрообъектив, контролирует фокусировку системы и совершает автофокусировку [5.6].

Проведены многократные эксперименты с изменением мощности лазера, длительности импульса, расстояния между импульсами. Диаметр сфокусированного лазерного пятна был равен ~1мм, сфокусированное расстояние 2мм, длительность импульса 2нс. Один из полученных результатов снятый на оптическом микроскопе Микро 201-01 показан на рис. 2. На рисунке можно видеть, что при высокой мощности происходит испарение пленки а-Si, в то время при мощности 8-10мВт, видно наиболее контрастное изображение, а при наименьших мощностях на пленках аморфного кремния следы лазера слабые, контрастность очень низкая.

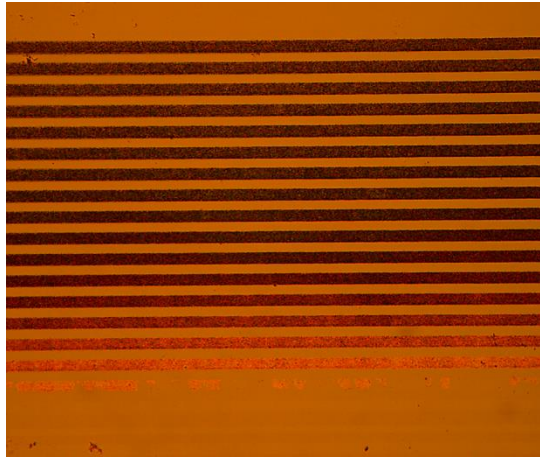


Рис. 2. Фотография дорожек полутоновой лазерной записи снятые на оптическом микроскопе Микро 201-01.

Далее обширно исследовалось место, где получена более контрастная запись на пленке аморфного кремния с непрерывным и импульсным лазерным излучением с разными строчными шагами. На рис. 3 приведены графики рельефа записи, снятые на интерференционном сканирующем микроскопе белого света VLI в режиме на отражение. Полученные графики показывают образование рельефа записи на пленках а-Si высотой 30нм.

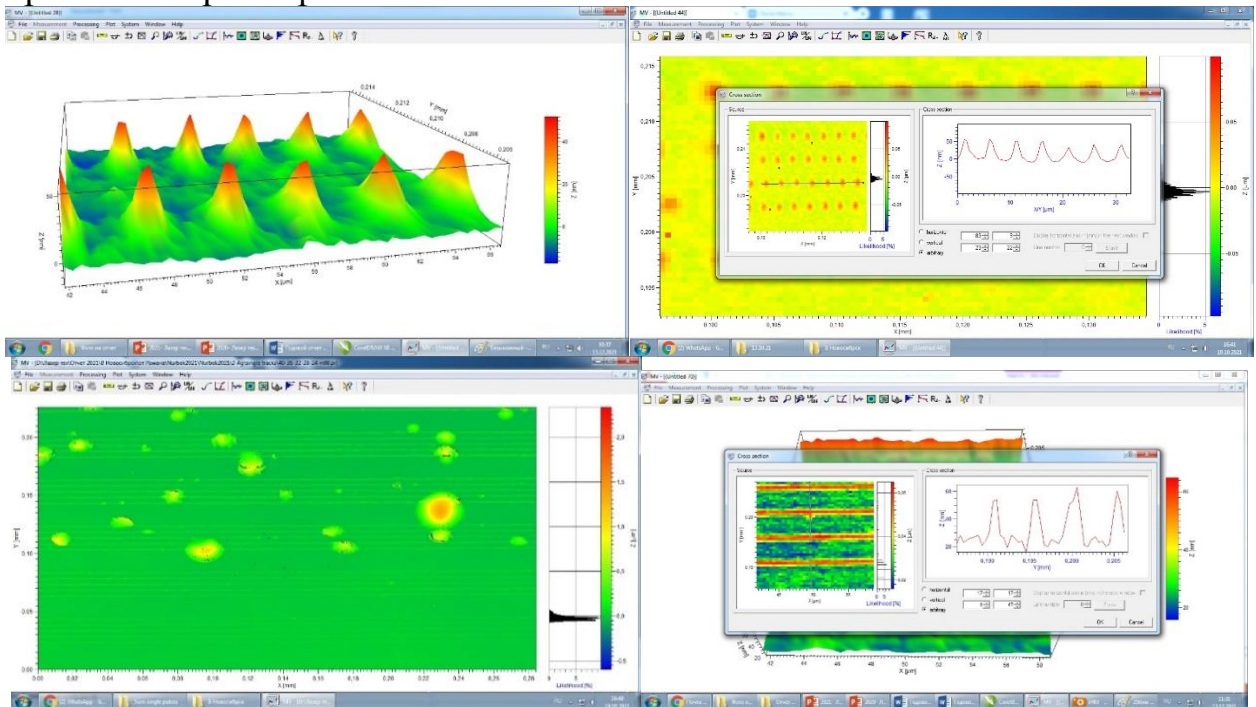


Рис. 3. Графики рельефа записи, снятые на интерференционном сканирующем микроскопе белого света VLI в режиме на отражение.

Из результатов записанных контрастных изображений следует, что на поверхности пленок аморфного кремния происходят структурные и морфологические изменения. На участках лазерного воздействия кремний переходит из неупорядоченной аморфной фазы в упорядоченную кристаллическую структуру. Переход к упорядоченному расположению атомов с

увеличением расстояния между ними приводит к увеличению объема и появлению рельефа на поверхности аморфного кремния.

Заключение

Экспериментально получены результаты полутоновой прямой лазерной записи микроструктур на пленках аморфного кремния с шириной линий и диаметром лазерного пятна равен ~ 1 мкм. Зафиксировано увеличение толщины пленок порядка 30 нм на облученных участках пленок кремния под тепловым действием лазерного излучения при переходе аморфного кремния в кристаллическую структуру. Прямая лазерная запись на тонких пленках кремния применима для изготовления полутоновых фотошаблонов и дифракционных оптических элементов, синтезированных голограмм с высоким пространственным разрешением.

Список литературы

1. А. Г. Полещук. Микроструктурирование оптических поверхностей: технология и устройство прямой лазерной записи дифракционных структур / А. Г. Полещук, А. А. Кутанов, В. П. Бессмельцев [и др.] // Автометрия 2010. Т. 46 № 2. С. 86-96.
2. В. П. Корольков. Оптическая запись на пленках аморфного кремния с субмикронным разрешением / В. П. Корольков, В. П. Чернухин // ЖТФ, 1989, том 59, выпуск 6, С. 131–133
3. В. З. Гочияев, В. П. Корольков, А. П. Соколов, В. П. Чернухин, Квантовая электроника, 1989, том 16, номер 11, 2343–2348
4. Сыдык уулу Н. Исследование прямой записи микрорельефа на двухслойной структуре а-Si/Ag / Сыдык уулу Н., Кутанов А.А., Казакбаева З.М. // Сборник международной конференции СибОптика-2021, Актуальные вопросы высокотехнологичных отраслей – Россия, Новосибирск : СГУГиТ, 2021. С. 229-235
5. А. Г. Полещук. Современные методы повышения разрешения термохимической лазерной записи дифракционных структур / А. Г. Полещук, В. П. Корольков, А. Г. Седухин [и др.] // HOLOEXPO 2018: XV международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям Нижний Новгород, Россия, 11–13 сентября 2018 г. С. 39-42
6. А. Г. Полещук. Разработка сканирующего лазерного нанолитографа для исследований по сверхразрешающей записи дифракционных наноструктур / А. Г. Полещук, А. Е. Качкин, В. П. Корольков [и др.] // Междунар. науч. конф. «СибОптика-2018»: сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. С. 3-8.

УДК. 510.32

АКСИОМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

У.И. Мамыров

*Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева НАН КР, Кыргызстан,
г.Бишкек, пр.Чуй 265-а.*

Аннотация. В работе описаны постулаты и аксиомы, формулировки теорем и их доказательства с помощью принятых понятий. Рассмотрены понятие теорий, их структура, свойства, а также их сходства и различия. Приведены краткие этапы развития классической теории физики.

Ключевые слова: аксиома, теория, этап, схема, постулаты, формула, доказательство, математика, концепция, система, понятие, практика, объект.

AXIOMATIC THEORY AND STAGES OF DEVELOPMENT OF THE CLASSICAL THEORY OF PHYSICS

U.I. Mamurov

*Institute of Physics by Academician J. Jeenbayev of the National Academy of
State, Kyrgyzstan, Bishkek, Chui 265-a.*

Annotation. The work describes postulates and axioms, formulations of theorems and their proofs using accepted concepts. The concept of theories, their structure, properties, as well as their similarities and differences are considered. Brief stages of development of the classical theory of physics are given.

Keywords: axiom, theory, stage, scheme, postulates, formula, proof, mathematics, concept, system, concept, practice, object.

Начало формирования теоретических суждений можно проследит со времени античности (например, дедуктивный метод рассуждения в силлогистике Аристотеля и др.), поэтому, естественно, и сам термин " теория" происходит от древне-греческого слова "theoria", переводимого как наблюдение, рассмотрение, исследование [1]. Для получения всего основного содержания геометрической теории чисто дедуктивным путём из некоторого, относительно небольшого, числа утверждений в системе Евклида уже достаточно четко приведены аксиомы, истинность которых представлялось наглядно очевидной в практике." Начала" Евклида- его научное произведение, написанное в 3 в. до н. э., составлены по определённой схеме, сложившейся ещё до Евклида и кратко изложенной в сочинениях Аристотеля: сначала приводятся определения понятий, постулаты и аксиомы, затем формулировки теорем и их доказательства с помощью принятых понятий, постулатов и (или) аксиом [2,3]. По такой же схеме, но, во- первых, с более строгими

требованиями к определению понятий, во- вторых, вводя также в качестве аксиом установленные три закона механики как исходные, основополагающие, И. Ньютоном во второй половине 17 в. была впервые построена основа теории физики [4], которая в последующем представлялась как основа классической теории физики (КТФ) [5]. Примечательно то, что и Евклид, и И. Ньютон свои знаменитые работы, которые впервые и в математике, и в физике создавшие условия аксиоматических истолковывать, не называли иначе, как "Начала" у Евклида, "Математические начала натуральной философии" у И. Ньютона. Это свидетельствует о том, что они при этом прекрасно понимали что создали. Они создавали именно начала или основу аксиоматических истолкований (суждений), или основу аксиоматических теорий (или основу теорий). В [6] совершенно справедливо отмечается, что в математике каждый новый этап в развитии аксиоматического метода вплоть до работ Д. Гильберта и его учеников был некоторым уточнением первоначальной концепции Евклида; исключения не составляют и идеи Ловачевского, Я. Болье и К. Ф. Гаусса, а позднее - Б. Римана, послужившие к созданию "неевклидовых геометрий". В то же время перво-начальной концепции основы теории физики И. Ньютона до конца 20 в. не было ни какое существенное уточнения и дополнения.

Современный этап развития теории, в котором наиболее полно смогли раскрыться характерные её черты и проявиться основные её свойства, начался ещё в 19 в. Этот этап развития теории по времени совпал с периодом появления (создания) множества различных теорий, как в естественных так и в общественных науках, в которых можно найти яркие проявления тех или иных свойств самой теории.

Так что же такое теория в современном её понимании [5]: Теория- это суждения (толкования), которые получаются как логические следствия из рассматриваемых объектов с применением принятой единой системы понятий и постулатов (аксиом, законов, принципов) как исходной. Принятая единая система понятий и постулатов (аксиом, законов, принципов), как исходная в данной теории, называется её основой.

Используемые в основе теории понятия иногда называют основными её понятиями.

Вообще же понятие - это знание об объекте, которое формируется (образуется, создаётся) на основе опыта, практики или творчества и представляет собой установленную целостную совокупность суждений, в которых утверждаются как отличительные признаки, свойства и структуры, характерные для рассматриваемого объекта, так и его (рассматриваемого объекта) общности или отношения к наиболее общим объектам.

Объектами могут быть как предметы, так и явления, существующие в реальности, а также продукты творчества человека. Однако здесь следует отметить, что в науке, тем самым особенно в научной теории естествознания, все характерные черты, структуры и свойства объекта, для которого формируются понятия, не должны задаваться как продукты творчества, а

должны выявляться и устанавливаться объективно у самой Природы человеческой практикой, экспериментами и наблюдениями. Ибо качество теории, оцениваемое точностью отражения теорией описываемых ею объективных реальностей, заложено исключительно в основе самой теории, в том числе и в объективности установления основных понятий [5].

Основные понятия любых научных теорий, так же как постулаты (аксиомы, законы, принципы) при введении их в основы теории должны иметь свои определения [2,7], показывающие степень их изученности и исключающие нехарактерные определяемому понятию оценки или допущения как результат вольного о них суждения.

Для примера, показывавшего важность определения основных понятий, достаточно привести только одну ту некорректность определения понятия прямой линии в пространстве, что имеется в геометрии. Если бы оно содержало в себе существование действительно прямой линии в пространстве, то навряд ли возник ли бы нынешняя неевклидова геометрия, то есть логика не допустила бы возникновения неевклидовой геометрии, в самом деле являющей плодом уродливости определения основного понятия в данном случае.

Так же как и основные понятия, установленные законы, принципы или вообще постулаты (аксиомы) в основе научных теорий, являясь результатом соответствующих немалых, зачастую длительных и мучительных трудов, в конечном счете представляют знания о них.

Естественно, при этом не всякое знание является истинным. В то же время от истинности каждого из элементов (понятий и постулатов) основы теории зависит истинность самой теории. Поэтому истинность всех принятых элементов основы теории, корректность их определений постоянно должны проверяться, сверяться опытными данными, практикой, экспериментами и т. д., как вне данной теории так и косвенно, через сличение результатов теоретических вычислений (или высказываний) в пределах данной теории с экспериментом и практикой. При обнаружении тех или иных недостатков или ошибок в элементах основы теории или тех или иных несогласованностей результатов теоретических предсказаний с результатами экспериментов, опытов или наблюдений необходимо их соответствующим образом устранить, то есть при необходимости элементы основы теории должны дополняться, корректироваться или вообще аннулироваться [8].

Элементы (постулаты, основные понятия) основы в той или иной теории в зависимости от её общности могут состояться только из явных или, наряду с явными, использоваться и неявные элементы основы.

Элемент основы теории является явным, если при формировании основы теории или последующем её дополнении он вводится в неё (основу данной теории) соответствующим определением его. Обычно при условии использования только лишь явных элементов основы теории строятся наиболее общие теории (например, философские теории).

Если в основу данной теории, наряду с явными, включаются элементы основы более общих теорий как само собою разумеющихся, без повторных

переопределений, то такие элементы основы теории называют неявными элементами основы по отношению к этой теории. Например, в основы теории классической электродинамики, наряду с такими явными её элементами как закон Кулона, Лоренцовая сила, электрические заряды, электрические и магнитные поля и т. д., дополнительно принимаются как неявные элементы её основы основные понятия и все три закона механики Ньютона, ещё в виде неявных все элемент основы теории материалистической философии.

Отсюда следует, что чем теория (точнее, объект, охватываемый теорией) более частная, тем она обладает большим числом элементов в своей основе.

Или наоборот, чем теория (объект, охватываемый теорией) более общая, тем она обладает меньшим числом элементов в своей основе.

Здесь следует отметить, что и явные и неявные элементы основы данной теории имеют совершенно одинаковый статус, создавая внутри этой теории свои воздействующие возможности, не отличающиеся друг от друга и неимеющийся привилегий друг перед другом.

Все элементы основы данной теории должны не противоречить друг другу [2,3], быть независимыми, то есть ни один из них не должен быть выводим из остальных элементов этой же системы [2,3]. И, наконец, по возможности система понятий и постулатов должна быть полной. Последнее, естественно, зависит от уровня человеческих знаний и тем самым оно может быть дополнено с развитием знаний.

Полезным является в качестве лемм подчеркнуть нижеследующие моменты из общих свойств теории.

Лемма 1. Теория по отношению к её основе имеет генетическую связь, то есть: а) чем шире по действующему значению постулаты и основные понятия, тем обширнее теория, опирающаяся на основу, составленную из одних лишь таких элементов. Если в системе понятий и постулатов имеется хотя бы один узко действующий (то есть частный элемент в основе теории), то опирающаяся на неё теория тоже частная;

б) если хотя бы один из элементов (понятие, постулат) данной системы (то есть основы теории) неверен, то неверна и теория, опирающаяся на эту систему и всегда можно найти в Природе или из объективной реальности моменты, противоречащие теоретическим данным; в) без основы теория не бывает; г) если хотя бы одно из понятий или один из постулатов основы теории неконкретно (неконкретен) или имеет некоторые неопределенности, то вся теория, полученная на этой основе, страдает этим же недостатком; д) если основа теории не полна своими постулатами или своими основными понятиями, то теория, опирающаяся на такую основу, не в состоян полностью описать все реальные явления Природы и процессы, относящиеся к её области.

Лемма 2. Расширение теории. Если ранее установленные элементы основы теории дополняются ещё новым, обладающим своей общностью не менее, чем какой-либо элемент из ранее введенных и не противоречащий предыдущим, и тем самым не исключаящий ни один из элементов ранее действующей основы, то теорию, опирающуюся на такую основу, дополненную новым элементом,

можно называть расширенной или современной, поскольку дополнение основы этой теории осуществляется по времени, как правило, последним.

П р и м е ч а н и е. Если вновь вводимый элемент обладает сам по себе более узкой общностью, чем хотя бы один элемент из прежней основы теории, и не противоречит ни одному из них, то теория, основанная на дополненной основе, является частной по отношению к теории, опирающейся на прежнюю, недополненную основу, но, как обычно, с ней совпадающей по направлению философских позиций.

Лемма 3. Новая (самостоятельная) теория.

Если новый элемент, введенный в основу теории, противоречит хотя бы одному элементу из предыдущих систем понятий и постулатов в основе теории, тем самым исключая действие старого (несовместимого), то теория, основанная на новой системе понятий и постулатов, является новой, самостоятельной теорией.

Из вышеуказанных представлений понятий теории, её структуры и свойств вытекает ещё немаловажное утверждение о взаимоотношениях между теориями разной общности о том, что истоки направлений восприятия реальностей любой частной теории так или иначе, в конечном счёте, замыкаются на той или иной наиболее общей теории из мировоззренческих или вообще философских теорий.

В философии ныне существуют два главных теоретических направления, связанных с признанием (или непризнанием) существования объективного реального мира, компонентами которого являются пространство, время, материя и их свойства [6] - материалистическая философская теория и, соответственно, идеалистическая со всеми их разновидностями. Значит, все существующие теории, как в физике, так и в астрономии, находящиеся в ранге частных теорий, должны группироваться на этих двух главных направлениях философских теорий. При этом необходимо отметить, что в принципе не должна быть такая ситуация, что одна и та же какая-либо частная теория одновременно находится на позициях и материалистической, и идеалистической философской теории, если только основа у этой теории удовлетворяет, наряду с другими необходимыми, одному из основных требований её существования - непротиворечивости элементов основы теории.

После этих кратких сведений о понятиях теорий, их структурах, свойствах, а также общностях и различиях между теориями, можно привести краткие этапы развития классической теории физики (КТФ): в периоде с 17 в. до начала 20 в. условно делится на три этапа [9,10]: первый этап (конец 17 в. по 60-е годы 19 в.) - этап её наивысшего расцвета и могущества, имеющий колоссальные успехи во всех направлениях физики и астрономии, второй этап (60-е годы 19 в по 1894 г.) этап появления отдельных затруднений по объяснению природы электромагнитных полей (в частности, Света) и появления гипотетического эфира; третий этап (1895-1904 гг.) - этап революционных изменений в экспериментальной физике, таких как открытие электрона, радио, рентгеновских и гамма лучей, естественной радиоактивности,

закона радиоактивных превращений, закона зависимости массы электрона от его скорости и т. д., создавших серьезные затруднения для классической теории физики (КТФ), базирующейся на "Началах" Ньютона, при объяснении экспериментально установленных фактов, особенно при объяснении изменении массы электрона с изменением его скорости. Вокруг этих затруднений или неспособности КТФ объяснить отдельные экспериментальные факты, естественно, появились различные суждения. У одних исследователей появились подозрения о несовершенстве самой КТФ, основу которой необходимо пересмотреть и вести в неё соответствующие коррективы, позволяющие создать условия вывода КТФ из кризисной ситуации. Другим исследователям казалось, что направление развития КТФ вообще бесперспективное, тупиковое. Среди таких "революционно" настроенных особо отличились исследователи с субъективно идеалистически миропониманием (Мах и его последователи), которые в этот затруднительный для КТФ период уже приступили к извращению некоторых основных понятий в КТФ таких как материя и её количество - масса и т. д., объявляя, что "материя исчезла" [10,11]. Четвёртый этап (1905-2000 гг.) - самый трудный этап, КТФ попадает под унижения, загоняя как не перспективная теория физики, особенно, после появления релятивистской теории физики (РТФ), основой которой является специальная теория относительности (СТО) и общая теория относительности (ОТО) А.

Эйнштейна. Для КТФ этого периода характерен целый букет ревизий, критики, извращений её основы в угоду РТФ и старания превратить КТФ в историческое прошлое в развитии физической науки. Пятый этап (2000 г. и далее) впервые дополнено основы КТФ после её обоснования согласно леммы 2 аксиоматической теории, которые полностью выводят КТФ из кризисной ситуации, начатой ещё третьего этапа ее развития и начинает функционировать безкризисная классическая теория физики с расширенной (или современной) основой, наряду с ранее существующих возможностей, открывает новых возможностей КТФ определяющееся абсолютного пространства и абсолютной скорости материальных объектов и т. д. [5].

Список литературы

1. Словарь иностранных слов. - М.: Русский язык, 1980.
2. Кондаков Н.И. Логический словарь - справочник. - М., 1971.
3. Математическая энциклопедия. -Т. 1-5. -М.: Советская энциклопедия, 1977-1985.
4. Крылов А.Н. Собрание трудов.- Т.7. -М.-Л.: Издательство АН СССР, 1936.
5. Мамыров У.И. Классическая теория физики с дополненной основой (Начала современной классической теории физики). -Бишкек:Илим,2006.
6. Философская энциклопедия. Т.5.-М.,1970
7. Войшвилло Е.К. Понятие. - М.: Изд. Моск. ун-та, 1967.

8. Мамыров У. И. О методике выбора теоретических направлений в современной физике и астрономии // Наука и новые технологии.-1996.- N:2.- С.109-112.
9. Храмов Ю. А. Физики. Библиографический справочник.- М.: Наука,1983.
10. Кудрявцев К.С. История физики.- Т. 1-3.- М.: Просвещение, 1971.
11. Спасский Б. И. История физики.- М.: Изд. Моск. Университета,1964.

УДК 53.082.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТООПТИЧЕСКОГО ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ФИЛЬТРА

¹Сагымбаева К.А., ²Аккозиев И.А., ¹Сагымбаев А.А.

¹Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева НАН КР

²Кыргызско-Российский Славянский университет им.Б.Ельцина

Аннотация. Исследовались образцы акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ) на основе монокристалла диоксида теллура, в котором распространялась медленная поперечная акустическая волна. С целью рассмотрения возможности применения АОПФ в системах оптической обработки информации было принято решение исследовать его работу в широком диапазоне углов падения света. При этом необходимо измерить угловую функцию распределения, представляющую собой зависимость интенсивности минус первого порядка дифракции Брэгга от угла падения света на ячейку.

Ключевые слова: акустооптический перестраиваемый фильтр, кристалл диоксида теллурита, ячейка Брэгга, акустическая волна.

STUDY OF OPTICAL CHARACTERISTICS OF ACOUSTOOPTICAL TUNABLE FILTER

¹Sagymbaeva K.A., ²Akkoziev I.A., ¹Sagymbaev A.A.

¹Institute of Physics named after Academician J.Zheenbaev NAS KR

²Kyrgyz-Russian Slavic University named after Boris Yeltsin

Annotation. In this article we examined samples of an acousto-optical tunable filter (AOTF) based on a single crystal of tellurium dioxide, in which a slow transverse acoustic wave propagated. In order to consider the possibility of using AOPF in optical information processing systems, it was decided to study its operation in a wide range of light incidence angles. In this case, it is necessary to measure the angular distribution function, which is the dependence of the intensity of minus first order Bragg diffraction on the angle of incidence of light on the cell.

Keywords: acousto-optical tunable filter, tellurite dioxide crystal, Bragg cell, acoustic wave.

Введение

Акустооптические перестраиваемые фильтры (АОПФ) занимают особое место среди акустооптических устройств. Это единственный вид среди них, в котором происходит модуляция не угла отклонения или интенсивности света, а

длины волны. Вследствие этого главная функция, которую выполняют АОПФ – выделение из входного полихромного светового пучка свет с определенной длиной волны.

Эту функцию АОПФ используют многие устройства. Наиболее широко распространены спектрометры с электронным управлением [1], а также устройства сканирования и формирования многоцветных изображений [2,3].

Принцип работы АОПФ не отличается от принципа работы других акустооптических приборов и основан на дифракции света на ультразвуке в ячейке Брэгга. Из полихроматического пучка света, падающего на ячейку Брэгга, в первый порядок направляется только тот свет, чья длина волны удовлетворяет условию Брэгга для частоты ультразвука, возбужденного в ячейке. Исходя из этого требования, рабочий кристалл ячейки ориентируется таким образом, чтобы селективность по длине волны света была бы максимальной. Это эквивалентно увеличению селективности по углу падения. В то время как в таких приборах, как дефлекторы или анализаторы спектра главное внимание уделяется расширению полосы частот, не в последнюю очередь за счет закругления селективности по углу (например, использование анизотропной дифракции или решетки фазированных пьезопреобразователей [4,5]), то в АОПФ решается противоположная задача. Поэтому ячейка Брэгга для АОПФ часто выглядит, как показано на рис.1.

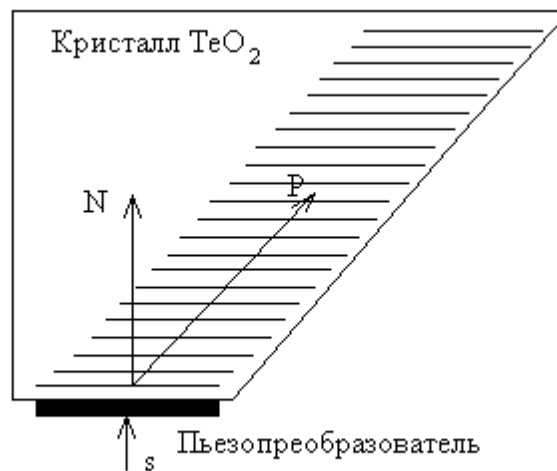


Рис.1. Схематическое представление ячейки Брэгга АОПФ со сном акустического пучка из-за анизотропии кристалла (случай неколлинеарного взаимодействия).

Из рис.1 видно, что вектор Пойнтинга $\mathbf{P}$, характеризующий направление распространения мощности ультразвукового излучения, и вектор $\mathbf{N}$, указывающий направление нормали к волновому фронту акустического пучка, направлены под значительным углом друг к другу, который в практически интересующем случае работы на сдвиговой волне в кристалле диоксида теллурида (TeO_2) может превышать величину в 50° . Это явление связано с сильнейшей анизотропией индикатрисы скоростей сдвиговой волны в диоксиде теллуриде, и при определенной ориентации кристалла возникает ситуация,

проиллюстрированная на рис.1, когда акустическое излучение, относящееся к правой части диаграммы угловой направленности ультразвукового пучка, постоянно опережает излучение, относящееся к левой части диаграммы направленности.

Известно, что условием формирования первого дифракционного порядка максимальной интенсивности в режиме дифракции Брэгга является условие Брэгга [6]:

$$\alpha = \lambda f / v \quad (1)$$

где α - угол падения светового пучка на акустический пучок, λ - длина волны света, f – частота акустической волны, а v – ее скорость. Из выражения (1) можно видеть, что оно жестко связывает звуковую частоту с длиной волны света. Стало быть, при заданном угле падения полихроматического пучка света на ячейку Брэгга для определенной частоты входного сигнала условие (1) соблюдается только для единственной длины волны. Ячейка же, изображенная на рис.1, обеспечивает весьма высокую селективность дифракции Брэгга к длине волны.

1. Экспериментальная часть

Исследовались образцы акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ) на основе монокристалла диоксида теллура, в котором распространялась медленная поперечная акустическая волна. Для этого направление ее распространения выбиралось близким к оси [110]. С целью повышения селективности АОПФ угол отклонения направления распространения звука от оси [110] выбирался таким, чтобы обеспечить максимальный снос пучка в сторону от нормали в акустическом волновом фронте.

С целью рассмотрения возможности применения АОПФ в системах оптической обработки информации было принято решение исследовать его работу в широком диапазоне углов падения света. При этом необходимо измерить угловую функцию распределения, представляющую собой зависимость интенсивности минус первого порядка дифракции Брэгга от угла падения света на ячейку.

Для проведения исследований была разработана и изготовлена экспериментальная установка, показанная на рис.2.

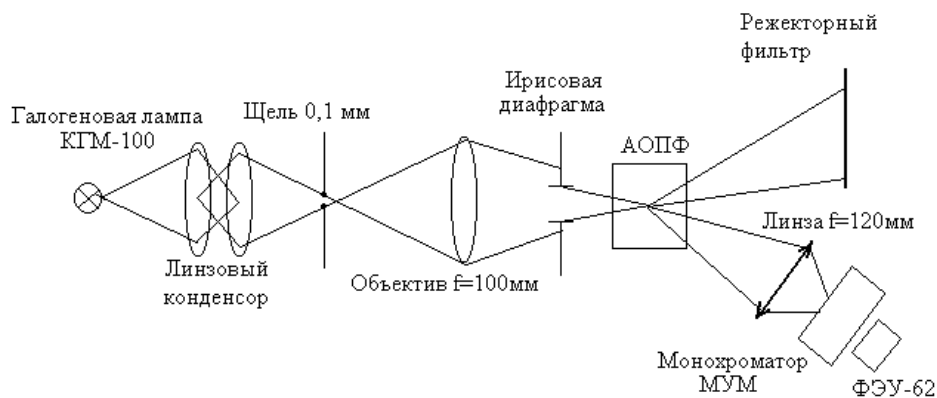


Рис.2. Блок-схема экспериментальной установки исследования АОПФ.

В качестве источника света с широким спектром использовалась галогеновая лампа КГМ-100. Свет от лампы с помощью линзового конденсора фокусировался на щель, ширина которой в среднем составляла 0,1 мм и изменялась в достаточно широком интервале. Конденсор формировал в плоскости щели равномерное по интенсивности и спектральному составу пятно света. Объектив с фокусным расстоянием 100 мм фокусировал изображение щели в районе центра акустического пучка ячейки Брэгга АОПФ. Настройка правильности фокусировки осуществлялась по максимуму интенсивности минус первого порядка дифракции.

Перед ячейкой Брэгга устанавливалась ирисовая диафрагма, которая обеспечивала ограничение по расходимости пучка света величиной 3^0 , которая достаточна, чтобы избежать перекрытия порядков на выходе ячейки.

Поскольку режим дифракции, особенно в области левого края полосы, являлся не чисто брэгговским, а переходным от режима Рамана - Ната к режиму Брэгга, необходимо было обеспечить средства подавления паразитных порядков. Эту функцию выполнял режекторный фильтр.

Свет, направленный в результате дифракции на акустической волне в минус первый порядок, при помощи линзы с фокусным расстоянием 120 мм попадает на щель монохроматора МУМ. Регистрация интенсивности сигнала осуществляется с помощью ФЭУ-62. Измерение сигнала происходит с помощью цифрового вольтметра.

В исследуемом образце АОПФ медленная сдвиговая волна возбуждалась путем подачи радиосигнала частотой 65...120 МГц на пьезопреобразователь из ниобата лития, присоединенный к монокристаллу диоксида теллура через ряд промежуточных слоев, что обеспечивает высокий коэффициент преобразования электрической энергии в акустическую волну. Мощность радиосигнала на входе не превышала единиц Вт.

В соответствии со схемой, приведенной на рис.2, была получена зависимость максимума длины волны пропускания АОПФ от входного радиочастотного сигнала. Полученная зависимость приводится на рис.3.

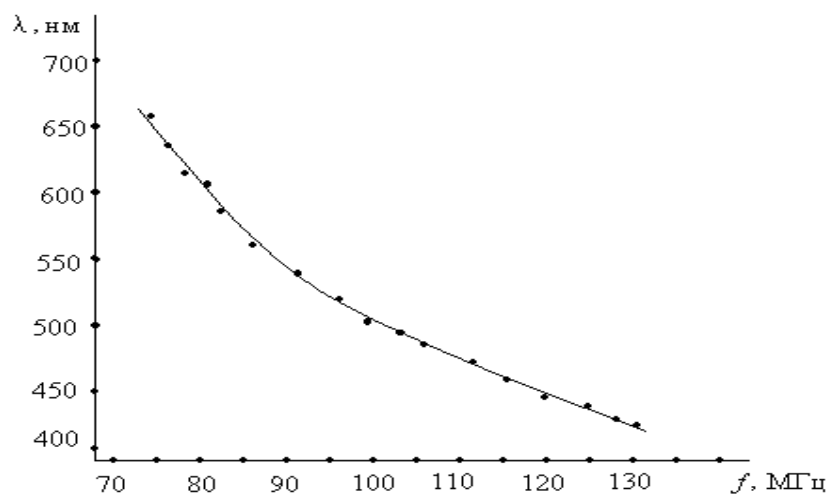


Рис.3. Зависимость спектрального максимума пропускания АОПФ от частоты возбуждающего радиочастотного сигнала.

Функции пропускания АОПФ, снятые на частотах 65, 80, 100 и 120 МГц, показаны на рис. 4-7.

При этом, длину волны максимальной мощности относительной интенсивности отклика определяют как значение, соответствующее максимуму спектрального распределения мощности отклика, а ширину спектра отклика – как интервал длин волн, в котором спектральная плотность мощности составляет половину максимальной мощности относительной интенсивности отклика.

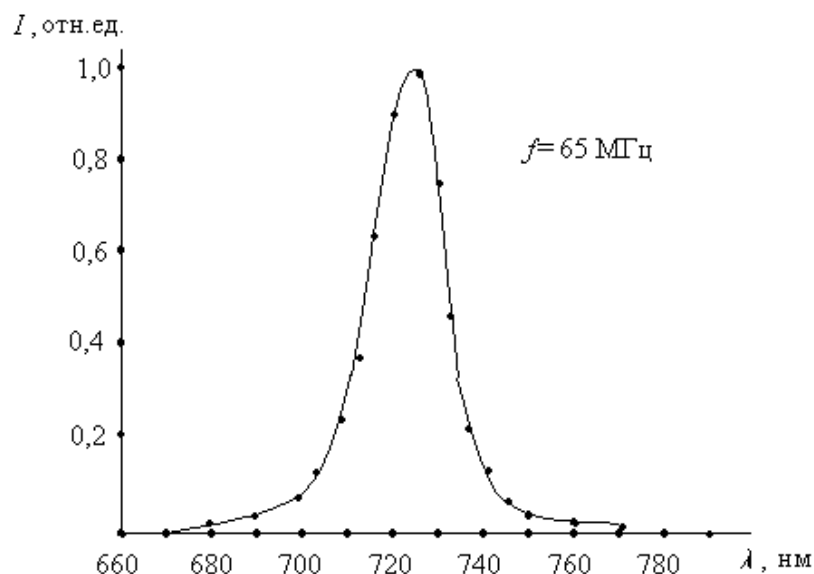


Рис.4. Зависимость относительной интенсивности отклика АОПФ от длины волны на частоте 65 МГц.

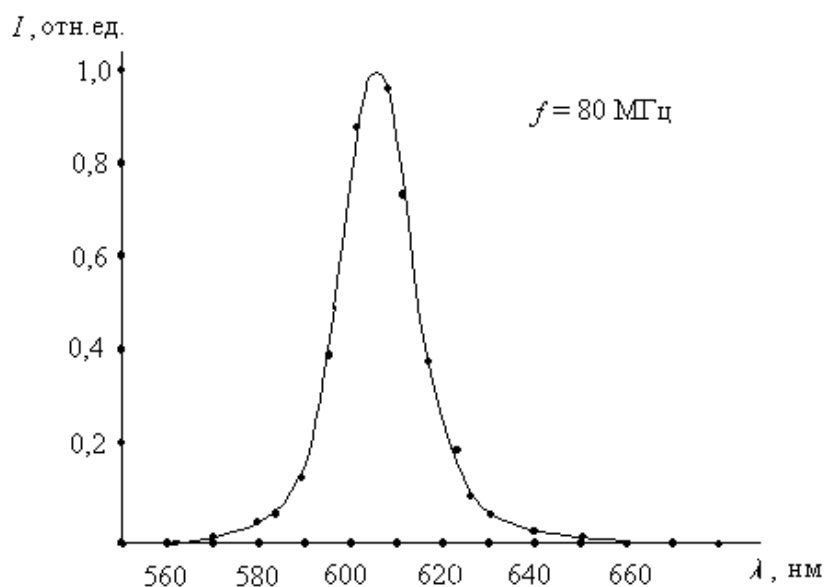


Рис.5. Зависимость относительной интенсивности отклика АОПФ от длины волны на частоте 80 МГц

Как видно из рис.4, когда возбуждающая радиочастота соответствует 65 МГц, максимальная мощность относительной интенсивности отклика соответствует 728 нм, а ширина спектра отклика составляет около 18 нм. При 80 МГц, максимальная мощность относительной интенсивности отклика соответствует 605 нм, а ширина спектра отклика составила около 14 нм (рис.5).

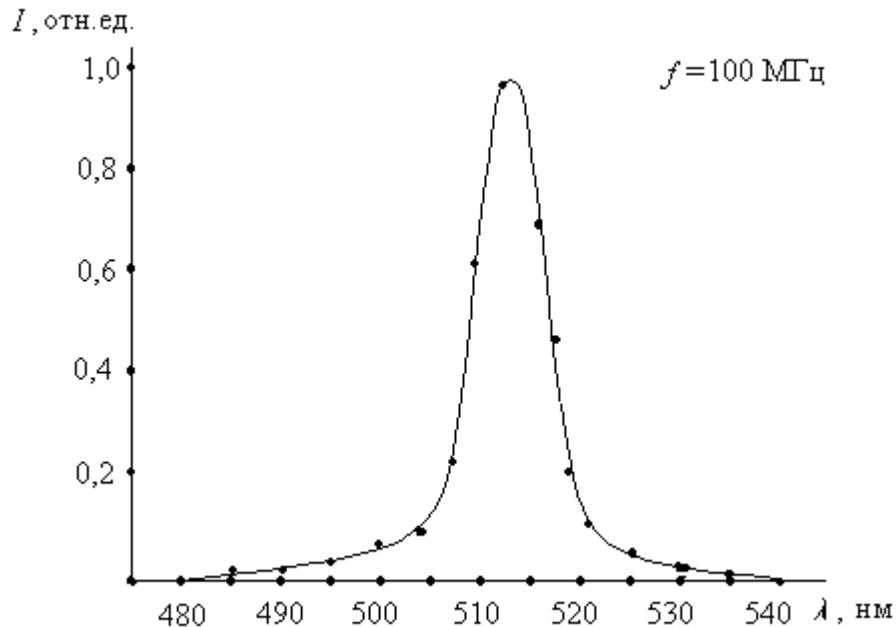


Рис.6. Зависимость относительной интенсивности отклика АОПФ от длины волны на частоте 100 МГц

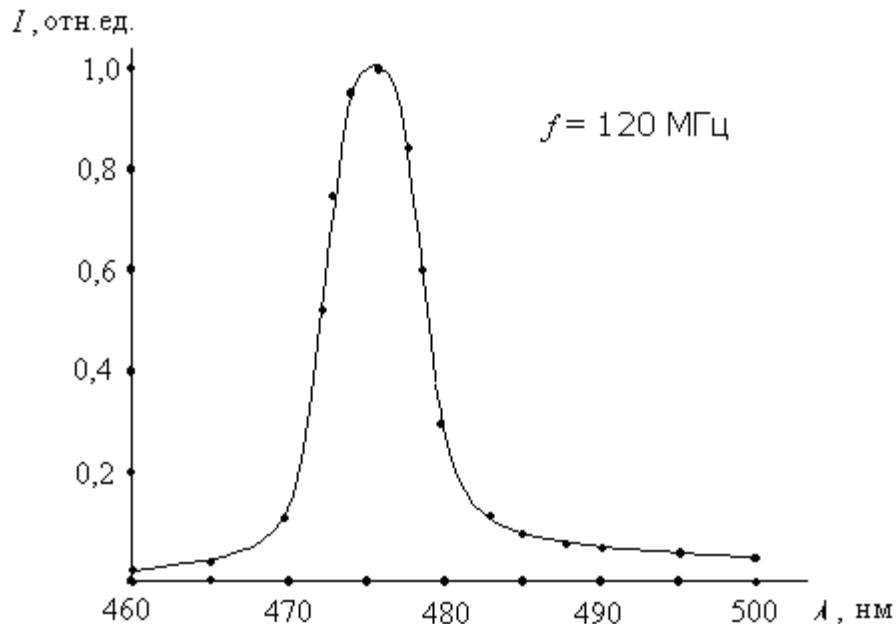


Рис.7. Зависимость относительной интенсивности отклика АОПФ от длины волны на частоте 120 МГц.

На рис.6 представлена зависимость относительной интенсивности отклика АОПФ от длины волны на радиочастоте 100 МГц. При этом максимальная мощность относительной интенсивности отклика соответствует 513 нм, а ширина спектра отклика составляет около 10 нм.

Когда радиочастота возбуждающего сигнала 120 МГц, максимальная мощность относительной интенсивности отклика соответствует 475 нм, а ширина спектра составляет около 6 нм (рис.7).

Результаты измерений, представленные на рис.4-7, показывают, что в пределах рабочей полосы радиочастот от 65 до 120 МГц ширина спектра отклика акустооптического перестраиваемого фильтра изменяется в пределах от 6 до 18 нм.

Заключение

Таким образом, результаты исследований экспериментального образца АОПФ показали, что:

1. Область спектральной перестройки АОПФ – 475...720 нм.
2. Ширина спектра отклика в диапазоне, указанном в п. 1 - от 6 нм до 18 нм. Первое значение относится к коротковолновому краю спектра, а второе – к длинноволновому.
3. Для обеспечения спектральной перестройки в диапазоне, указанном в п. 1, необходимо изменение частоты управляющего радиочастотного сигнала в пределах 65...120 МГц.

Список литературы

1. V.E.Pozhar, V.I. Pustovoit, "Acoustooptic spectrometry", In: Acoustooptics: Researches and Developments. School-Seminar. June 27- July 1. – 1990. – Leningrad.
2. L.J.Denes, M.S.Gottlieb, and B.Kaminsky, "Acousto-optic tunable filters in imaging applications", Optical Engineering, 1998, vol. 37, No. 4, pp. 1262-1267.
3. В.Б.Волошинов, Л.А.Кулаков, О.В.Миронов. Сканирование оптических изображений путем акустооптической фильтрации света. Радиотехника и электроника, 1988, № 10, С. 2177-2182.
4. Корпел, Адлер, Десмарес, Ватсон. Использование акустической системы отклонения и модуляции когерентного света для создания телевизионного изображения. - ТИИЭР, 1966, т. 54, N 10, с. 225-235.
5. Гордон. Обзор по акустическим отклоняющим и модулирующим устройствам. - ТИИЭР, 1966, т. 54, N 10, с. 181-192.
6. А.Корпел. Акустооптика: обзор основных принципов. - ТИИЭР. - 1981. - т.69. - N 1. - с. 55-62.

УДК 339.727

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Сагымбаев А.А., Сагымбаева К.А.

Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева НАН КР

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы глобализации мира и связанные с ней общие проблемы для различных стран мира, анализируется возникающий при глобализации цифровой разрыв между различными странами и социальными слоями одного общества, а также определена роль информационно-коммуникационных технологий в формировании национальной системы образования в процессе глобализации.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, национальная система образования, процесс глобализации, Интернет, цифровой разрыв, цифровое неравенство.

THE ROLE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF AN INFORMATION SOCIETY

Sagymbaev A.A., Sagymbaeva K.A.

Institute of Physics named after Academician J.Zheenbaev NAS KR

Annotation. The article examines the issues of globalization of the world and related common problems for different countries of the world, analyzes the digital gap that arises during globalization between different countries and social strata of the same society, and also determines the role of information and communication technologies in the formation of the national education system in the process of globalization.

Keywords: information and communication technologies, national education system, globalization process, Internet, digital divide, digital inequality.

Введение

Сегодня, когда объем информации на планете удваивается каждый год, слова английского философа Френсиса Бекона: «кто владеет информацией, тот владеет миром» актуальны как никогда. Информации накоплено настолько много, что ни один человек не способен удержать ее в голове. В нынешних условиях «обладать знанием» - значит уметь быстро ориентироваться в потоке новой информации, и находить необходимую информацию в нужный момент времени в базе данных и ее обработать.

Справиться с такой задачей может человек, умеющий работать на компьютере, подключенном к глобальной компьютерной сети-Интернет. Доступ к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) и умение грамотно использовать возможности глобальной компьютерной сети-Интернет - вот ключ к успеху в информационном обществе [1].

1. Новые технологии – новые возможности

Информационно-коммуникационные технологии имеют как положительное, так и отрицательное влияние на развитие подрастающего поколения. Вот некоторые особенности, которые стоит рассмотреть [2]:

Положительные стороны:

- образовательные возможности: ИКТ предоставляют доступ к широкому спектру образовательных ресурсов, включая электронные книги, интерактивные обучающие программы и онлайн-курсы;
- развитие навыков: взаимодействие с ИКТ помогает развивать навыки информационной грамотности, критического мышления, решения проблем и технологической грамотности;
- расширение общения: сетевые платформы, социальные сети и мессенджеры позволяют пользователям поддерживать связь с друзьями и семьей, делиться интересами и идеями;
- креативность и самовыражение: ИКТ предлагает молодым людям возможность самовыражаться через веб-сайты, блоги, социальные сети, музыку и видео.

Отрицательные стороны:

- зависимость и потеря времени: неконтролируемое использование смартфонов может приводить к зависимости, увлечению и отвлечению от учебы и других важных задач;
- опасности в Интернете: пользователи могут столкнуться с нежелательным контентом, кибербуллингом, онлайн-хищниками и другими угрозами в Интернете;
- снижение физической активности: длительное время, проводимое перед экраном, может вести к сокращению физической активности и снижению общего здоровья пользователей;
- снижение социальных навыков: частое общение через ИКТ может привести к сокращению прямого межличностного взаимодействия и развитию социальной неуклюжести.

Динамика умственного развития подрастающего поколения под влиянием ИКТ зависит от ряда факторов, таких как: количество времени, проводимого ребенком с использованием умных технологий, характер использования (образовательный или развлекательный), тип контента и возраст ребенка. Некоторые исследования показывают, что чрезмерное использование ИКТ может негативно влиять на развитие когнитивных функций ребенка, его способностей к умственной концентрации и общей умственной работоспособности в целом.

Однако, если умеренно и в рамках безопасных и целесообразных предпочтений, воздействие ИКТ на умственное развитие ребенка может быть положительным, способствуя освоению знаний, развитию навыков и расширению кругозора. Важно поддерживать баланс между ИКТ и другими сферами жизни детей, такими как физическая активность, чтение и социальное взаимодействие.

2. Цифровой разрыв – значение и место

В условиях перехода к информационному обществу ведущей тенденцией мирового развития выступает глобализация, которая представляет собой постепенно нарастающий в историческом масштабе процесс взаимодействия и взаимопроникновения различных культур и цивилизаций, сложившихся в более или менее устойчивых территориальных границах на базе определенных этносов. Этот процесс, включает в себя преодоление культурно-цивилизованных барьеров, выравнивание стандартов и норм всех видов социальной, духовной, хозяйственной, политической и бытовой деятельности [3,5].

Основу процесса глобализации составляют информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), создавая предпосылки для развития новых секторов экономики, определяют новые подходы в государственном управлении, в социально-экономической сфере, законодательстве, создании соответствующих трудовых ресурсов.

Человечество еще недостаточно представляет масштабы и глубину разворачивающейся глобализации, ее влияние на глобальные геополитические преобразования мира и его социально-экономическую сферу. В процессе глобализации зависимость успеха определенного государства от его отношения к ИКТ получила название «цифровой разрыв» и возникла связанная с ним проблема «цифровое неравенство».

Цифровой разрыв между странами может возникать по нескольким причинам:

- инфраструктурные проблемы: некоторые страны имеют ограниченный доступ к интернету из-за несоответствующей инфраструктуры. Недостаток широкополосного доступа, ограниченная сетевая инфраструктура и недостаточное покрытие мобильной связью могут быть главным фактором, препятствующими равному доступу к информации;
- ограничения правительства: некоторые страны применяют цензуру в интернете, блокируя доступ к определенным веб-сайтам, социальным сетям и новостным источникам. Это может создавать цифровой разрыв, так как граждане не получают полный доступ к информации;
- экономические проблемы: неравные экономические условия в разных странах могут привести к цифровому разрыву между странами. Низкий уровень дохода и высокая стоимость доступа к интернету могут ограничивать возможности граждан для получения информации.

Чтобы преодолеть цифровой разрыв, необходимо предпринять следующие меры:

- привлечь инвестиции в инфраструктуру связи: правительства и международные организации должны инвестировать финансовые средства для развития широкополосного доступа, улучшения мобильного покрытия и расширения сетевой инфраструктуры в отсталых регионах, чтобы снизить «цифровой разрыв»;

- повышение цифровой грамотности: расширение доступа к информации должно сопровождаться обучением о том, как использовать интернет и цифровые технологии. Это поможет повысить цифровую грамотность и умения граждан, чтобы они могли эффективно использовать полученные ресурсы;
- урегулирование цен и лицензирование: правительства могут внести регулирование на рынке телекоммуникаций, чтобы снизить стоимость доступа к интернету и сделать его более доступным для граждан с низким доходом;
- борьба с цензурой: международные организации и правительства должны активно выступать против цензуры в Интернете и нарушения свободы слова. Должны быть предприняты все меры для защиты свободного доступа к информации.

Преодоление цифрового разрыва требует комплексного подхода и совместных усилий со стороны правительства, международных организаций и общественности. Он важен для обеспечения равного доступа к информации и содействия социально-экономическому развитию всех граждан.

Поэтому в эпоху формирования информационного общества «цифровое неравенство» становится еще одним из важнейших факторов деления людей на богатых и бедных. В развитых странах уже появилось социально-экономическое понятие «интернетовский образ жизни», характеризующее жизнь людей, для которых пользоваться Интернетом так же естественно, как, к примеру, звонить по телефону. Новый стиль жизни отличается особой динамичностью, легким и быстрым доступом человека к самой разнообразной информации и услугам, необходимой ему как в быту, так и на производстве, непрерывным повышением профессиональных знаний.

«Цифровое неравенство» - проблема не только и не столько отдельных людей, но целых стран и регионов. Уже в обозримом будущем вместо того, чтобы говорить о «бедной стране», политики станут рассуждать о «странах с дефицитом знаний» [5]. Государства будут вынуждены в числе первоочередных задач на первое место ставить повышение уровня образования и профессиональной квалификации своих граждан, ибо уже сегодня конкурентоспособность определяется в решающей степени наличием высококвалифицированных человеческих ресурсов. Те страны, которые не смогут повысить уровень развития науки и сполна использовать сокровищницу знаний, будут неизбежно отставать от своих соседей. В результате чего, в мире еще больше возрастет экономическое и социальное неравенство наций.

Таким образом, информационно-коммуникационная инфраструктура республики перестает восприниматься как роскошь - она необходимая основа информационного общества.

3. Цифровое неравенство – степень свободы государства и граждан

«Цифровое неравенство» между теми, кто имеет доступ к информационно-коммуникационным технологиям, и теми, кто не имеет такой возможности, проявляется в самых разных сферах жизни общества.

Степень свободы граждан, регулярно пользующихся Интернетом, возрастает, при этом возникает сообщество пользователей компьютерной сети. Уникальность этой социальной структуры состоит в том, что она может существовать только в виртуальном мире и имеет возможность обсуждать в реальном масштабе времени общественно значимые проблемы, с неограниченным количеством участников, как своих сторонников, так и оппонентов, а также перепроверять информацию о происходящих событиях на веб-сайтах информационных агентств и электронных изданий. Таким образом, возникает новая система социальных связей, реализующая идеи формирования эффективного гражданского общества, создавая необходимую фундаментальную базу для него. В демократическом государстве всеобщий доступ к глобальной сети должен быть признан общественным благом. При этом роль Интернета можно сравнить с ролью бесплатных и общедоступных библиотек, а возможность свободно им пользоваться становится фактором, позволяющим добиться как повышения уровня «социальной интеграции», так и обеспечения гражданских свобод.

В информационном обществе меняются и формы взаимоотношений граждан с государственными институтами. Уже сегодня функции многих правительственных и муниципальных учреждений эффективно реализуют через Интернет. В настоящее время население многих стран прекрасно понимают такие понятия, как «электронное управление», «электронное правительство», «электронный государственный служащий», «электронный документооборот» или «электронная система социального обеспечения». Это говорит о том, что если понадобится проконсультироваться в какой-либо государственной организации или получить государственные услуги, то вместо того, чтобы идти на прием и простаивать в очереди, можно будет воспользоваться государственной услугой с помощью соответствующих информационных систем [4,5].

Равноправное вхождение нашей страны в информационное общество определяется наличием и уровнем информационно-коммуникационной инфраструктуры республики, и информатизация, как структурообразующей основой становления информационного общества, выступает национальным стратегическим ресурсом развития, характеризующим не только общий уровень социально-экономического и культурного развития государства, но и его место в глобальном процессе мирового развития.

У нас сомнений не вызывает тот факт, что уровень применения ИКТ во всех сферах экономики определяет национальную безопасность и благосостояние населения страны и коренным образом изменяет взаимоотношения общественных институтов, в том числе и схему трансмиссии знаний и методы обучения.

Но, к сожалению, наблюдается цифровой разрыв между возможностями цифровых образовательных технологий и реальным применением ИКТ в образовании. Данная проблема еще больше осложняется с непрерывным появлением передовых технологий, основанных на новых достижениях научно-

технического прогресса. Поэтому, в нашей системе образования наблюдается сложная ситуация, связанная с недостатком специалистов со знаниями ИКТ и специализированных научно-исследовательских подразделений по трансмиссии знаний и методов обучения с применением ИКТ. Данная ситуация наталкивает на необходимость системного подхода в формировании высокого уровня информационной культуры любого специалиста посредством интеграции ИКТ и образовательных программ.

4. Роль ИКТ в образовании

Не секрет, что на сегодняшний день усилие по подготовке кадров в вузах направлено в основном на «спасение корабля от потопления». Вместо органической плановости мы перешли к годичному планированию в рамках ежегодно утверждаемого бюджета. Следствием этого является избыток юристов и экономистов. При этом говорить о качестве образования не приходится. Конечно, в этом обвинять только вузы нельзя. Такие диспропорции не являются результатом цивилизованных рыночных отношений. На самом деле рыночные взаимодействия особенно требуют системного прогнозирования внутреннего развития высшей школы и внешних взаимоотношений (региональная значимость, общие тенденции развития системы, социальное партнерство и др.). Отсюда следует, что необходима систематизация элементов планирования и взаимодействия комплекса социальных и экономических факторов.

Общеизвестно, что европейского или американского стандарта высшего образования, как такового, не существует. Но имеется синтезированный уровень профессионализма, компетентности и социальной пригодности специалиста, который и является основой опережающей подготовки кадров.

Надо признать, что осуществлять такую подготовку кадров, способных определять темп научно-технического прогресса, смогут лишь вузы-конгломераты, которые имеют научные основы, как в развитии самой науки, так и в подготовке кадров высшей научной квалификации. Только такая база определяет устойчивость и мобильность вузовского учебно-методического комплекса и в состоянии обеспечить реализацию пользующихся на рынке наукоемких товарообразующих и услугуобразующих систем за счет оптимальной интеграции отечественных и зарубежных научно-технических достижений.

Следовательно, вузам необходимо перейти из разомкнутой (поставка кадров без обратной связи, незнание рыночного спроса качественного и количественного состава требуемых кадров, отсутствие внедрения научных разработок в производство) в замкнутую систему, соединяющую в себе научно-практический анализ и комплексное обеспечение экономики страны с необходимым кадровым составом, научно-производственные проекты и производство услуг, востребованных рынком.

Высшая школа должна стать распределенной инструментальной средой, занимающей доминирующее положение в определении и обеспечении прогрессивных направлений развития экономики.

Поэтому сегодняшнее требование для высшей школы страны, это не ограничиваться пределами информационного пространства конкретной страны, а активно делать практические шаги для вхождения в мировое информационное пространство. Именно высшей школе страны принадлежит роль мобильного инструмента объединения в формировании единой стратегии в определении роли образования в интеграции с мировым информационным обществом.

5. Особое мнение об инженерном образовании

Как известно, в начале 2000 годов был принят двухуровневый образовательный стандарт в соответствии с Болонским соглашением, который предоставляет студентам гибкую возможность выбирать определенные курсы и специализироваться в конкретной области, что позволяет освоить более узкую область знаний. Также обеспечивается горизонтальная мобильность, т.е. с помощью системы зачетных единиц студенты могут переходить между университетами и странами, не теряя академического прогресса. При этом, из-за ограниченного образования в бакалаврском цикле, студентам, по окончании данного цикла, не хватает фундаментальных знаний и навыков, так как основной акцент делается на специализации во втором магистрском цикле обучения.

Однако, большинство студентов завершают свое обучение с первым циклом, а их уровень знаний, по нашему мнению, находится между неоконченным высшим и высшим образованиями, хотя степень бакалавра по закону приравнивается к высшему образованию. При этом, если студенты не поступают во второй цикл, то очень важные предметы, которые должны были осваиваться студентами инженерных специальностей, такие как: экономика производства, техника безопасности производства и некоторые специальные дисциплины выпадают из учебного процесса. Также по окончании первого цикла не в полной мере выделяется время для преддипломной практики и время для написания самой дипломной работы. А в дипломной работе отсутствуют такие важные главы как: технико-экономическое обоснование проекта с определением срока окупаемости проекта и техника безопасности при реализации проекта. Этот недостаток не отражает плохую работу профессорско-преподавательского состава и нежелание обучаться студентов, а является недостатком двухуровневого образовательного стандарта для инженеров.

По нашему мнению, для решения этой проблемы, необходимо внести изменение и дополнение двухуровневому образовательному стандарту, т.е. дополнительно включить в стандарт пятилетнее обучение студентов с присваиванием квалификации инженера по соответствующей специальности. При этом, у студентов инженерных специальностей будет возможность выбора

двухуровневого образования, либо пятилетнее образование с присвоением квалификации инженера.

А для не инженерных специальностей, можно было бы и оставить двухуровневый образовательный стандарт.

Заключение

В настоящее время основной задачей системы образования должно стать прогрессивное развитие социально-экономических показателей общества. При этом высшая школа выступает не просто исполнителем национальной стратегии развития страны, а ей отводится роль системного координатора по обеспечению стабилизации и дальнейшего становления экономики страны в мировом сообществе.

Главное достоинство развития высшей школы определяет ступенчатость непрерывного образования с учетом рекомендаций Болонского соглашения, при этом нацеливая каждый ее уровень на фундаментальную и целостную подготовку специалистов с применением ИКТ для перехода следующий цикл обучения.

По нашему мнению, для повышения качества подготовки инженерных специальностей в нашей стране, требуется внесение изменений и дополнений в двухуровневый образовательный стандарт, т.е. в двухуровневый образовательный стандарт дополнительно включить пятилетнее обучение студентов с присваиванием квалификации инженера по соответствующим специальностям. При этом, у студентов инженерных специальностей появиться возможность выбора двухуровневого образования, либо пятилетнее образование с присвоением квалификации инженера.

Таким образом, постепенно модернизируя структуры и содержания системы образования страны, мы поднимем ее уровень до уровня, соответствующему требованиям системы образования развитых стран мира.

Список литературы

1. Сагымбаев А.А. Приоритетность сферы образования – важнейшее условие социально-экономического развития. Известия ВУЗов, - Бишкек, 2010, №1, стр.22-25.
2. Сагымбаев А.А. Информационное общество и роль образования Известия ВУЗов, - Бишкек, 2010, №1, стр.34-37.
3. Сагымбаев А.А. К вопросу об информационной безопасности Кыргызской Республики. Известия КГТУ им.И.Раззакова, -Бишкек, 2010, №21, стр.44-51.
4. Сагымбаев А.А. Состояние и перспективы внедрения электронного правительства в Кыргызской Республике. Известия КГТУ им.И.Раззакова, -Бишкек, 2010, №21, стр.51-57.
5. Темирбаев К.Т., Сагымбаев А.А., Джаркеев Р.Н. Информационная безопасность Кыргызской Республики. –Бишкек: 2007. с.140

УДК 53.082.5

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТООПТИЧЕСКОГО ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ФИЛЬТРА

¹Сагымбаева К.А., ²Аккозиев И.А., ¹Сагымбаев А.А.¹Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева НАН КР²Кыргызско-Российский Славянский университет им.Б.Ельцина

Аннотация. Рассматривается принцип работы акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ), основанный на дифракции света на ультразвуке в ячейке Брэгга. Из полихроматического пучка света, падающего на ячейку Брэгга, в первый порядок направляется только тот свет, чья длина волны удовлетворяет условию Брэгга для частоты ультразвука, возбужденного в ячейке. Результаты, полученные в экспериментальных исследованиях показывают, что акустооптические перестраиваемые фильтры могут быть использованы в устройствах оптической обработки информации для выделения мод многомодового лазера, что позволило бы обеспечивать эффективное мультиплексирование передаваемой оптической информации по длине волны.

Ключевые слова: акустооптические перестраиваемые фильтры, ячейка Брэгга, оптическая обработка информации.

STUDY OF ANGULAR CHARACTERISTICS OF ACOUSTO-OPTIC TUNABLE FILTER

¹Sagymbaeva K.A., ²Akkoziev I.A., ¹Sagymbaev A.A.¹Institute of Physics named after Academician J.Zheenbaev NAS KR²Kyrgyz-Russian Slavic University named after Boris Yeltsin

Annotation. In this article, we studied samples of an acousto-optic tunable filter (AOTF) based on a single crystal of tellurium dioxide in which a slow transverse acoustic wave propagated. In order to consider the possibility of using the AOPF in optical information processing systems, it was decided to investigate its operation in a wide range of light incidence angles. In this case, it is necessary to measure the angular distribution function, which is the dependence of the intensity minus the first-order Bragg diffraction on the angle of incidence of light on the cell.

Keywords: acousto-optic tunable filters, Bragg cell, optical information processing.

Введение

К оптическим фильтрам, обеспечивающим плавное изменение выделяемого участка спектра, относятся перестраиваемые акустооптические фильтры [1-3].

Принцип работы акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ) не отличается от принципа работы других акустооптических приборов и основан на дифракции света на ультразвуке в ячейке Брэгга. Из полихроматического пучка света, падающего на ячейку Брэгга, в первый

порядок направляется только тот свет, чья длина волны удовлетворяет условию Брэгга для частоты ультразвука, возбужденного в ячейке. Исходя из этого требования, рабочий кристалл ячейки ориентируется таким образом, чтобы селективность по длине волны света была бы максимальной. Это эквивалентно увеличению селективности по углу падения.

Как известно, что условием формирования первого дифракционного порядка максимальной интенсивности в режиме дифракции Брэгга является условие Брэгга:

$$\alpha = \lambda f / v \quad (1)$$

где α - угол падения светового пучка на акустический пучок, λ - длина волны света, f – частота акустической волны, а v – ее скорость. Из выражения (1) можно видеть, что оно жестко связывает звуковую частоту с длиной волны света. Стало быть, при заданном угле падения полихроматического пучка света на ячейку Брэгга для определенной частоты входного сигнала условие (1) соблюдается только для единственной длины волны. В самом деле, если обратиться к векторной диаграмме акустооптического взаимодействия для этого случая (см. рисунок 1), то можно найти подтверждение этому.

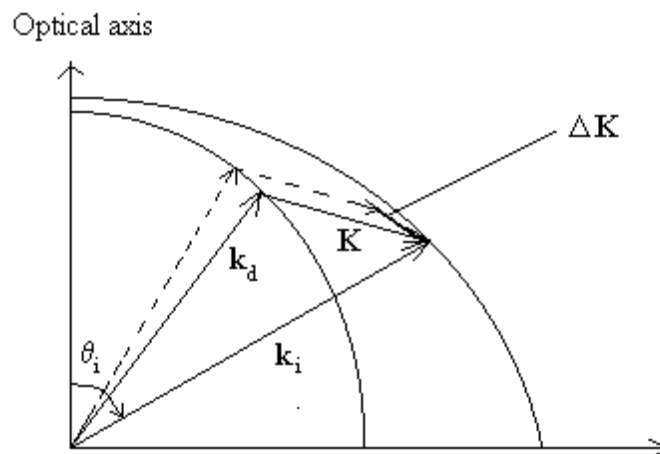


Рис.1. Векторная диаграмма акустооптического взаимодействия в АОПФ на парателлурите для случая неколлинеарного взаимодействия.

На диаграмме показаны волновые векторы падающего k_i и дифрагированного k_d света. На представленном квадранте также показаны индикатрисы показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей в двулучепреломляющем кристалле, каковым является парателлурит. При анизотропной дифракции Брэгга свет после взаимодействия с ультразвуком меняет плоскость поляризации, и обыкновенный луч становится необыкновенным. Величина K представляет собой волновой вектор акустической волны.

Из рис.1 видно, что незначительное дифракционное расхождение падающего светового пучка, вызывающее вариацию его направления, влечет за собой значительное рассогласование по акустическому волновому вектору ΔK . Таким образом, АОПФ выделяет из общего светового потока только ту составляющую, которая в точности удовлетворяет условию Брэгга.

Таким образом, по селективности к длине волны АОПФ превосходят типовые интерференционные фильтры, имея перед ними еще и то преимущество, что выделяемая длина волны может в АОПФ варьироваться в реальном масштабе времени с помощью управления частотой радиосигнала, подаваемого на АОПФ [4-10].

1. Экспериментальная часть

С целью измерения угловых характеристик акустооптического перестраиваемого фильтра была собрана экспериментальная установка, блок-схема которой показана на рис.2. На этой установке измерялись угловые характеристики АОПФ.

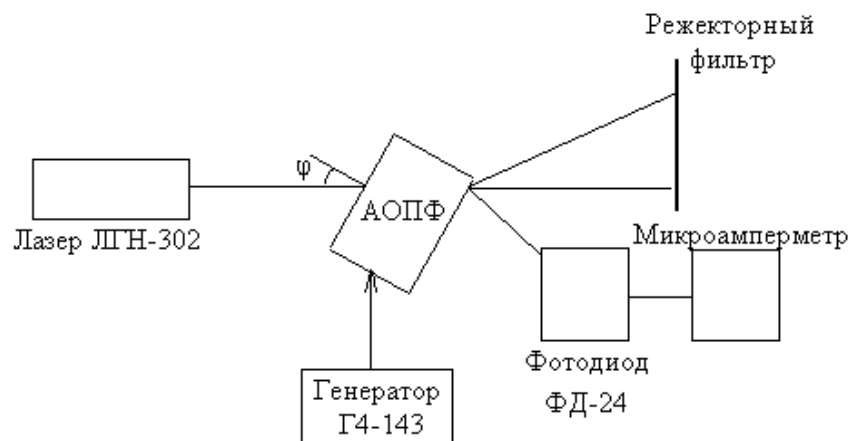


Рис.2. Блок-схема установки для измерения угловых характеристик АОПФ.

Свет от лазера под определенным углом направлялся на АОПФ. Режекторный фильтр отсекал нулевой и первый порядки дифракции. Свет от минус первого порядка направлялся на фотодиод ФД-24, фототок от которого регистрировался микроамперметром. Ячейка Брэгга, на базе которой работал АОПФ, была установлена на поворотном столике, с помощью которого можно было изменять угол поворота ячейки с точностью до $1'$.

Минимальный шаг изменения угла падения света на АОПФ был равен $10'$. При этом генератор подстраивался таким образом, чтобы фототок, снимаемый с ФД-24, принимал бы максимальное значение. Результаты этого эксперимента представлены на рис.3.

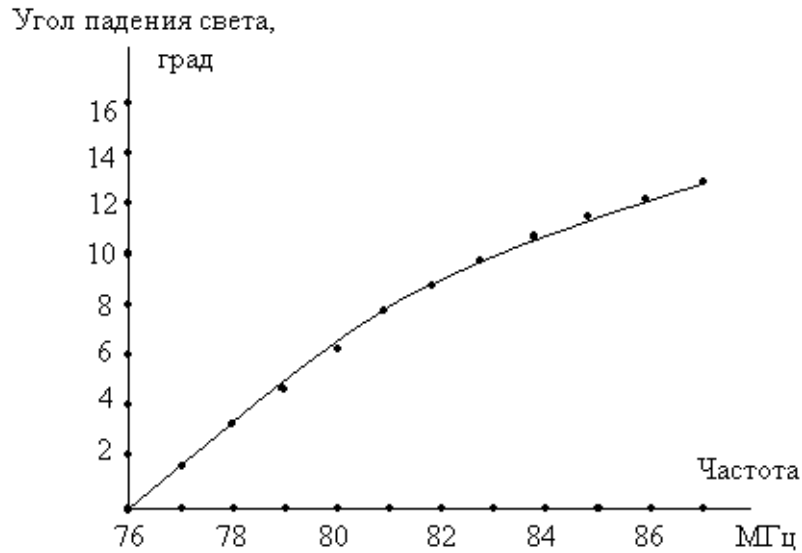


Рис.3. Зависимость частоты максимума пропускания АОПФ от угла падения света на длине волны 633 нм.

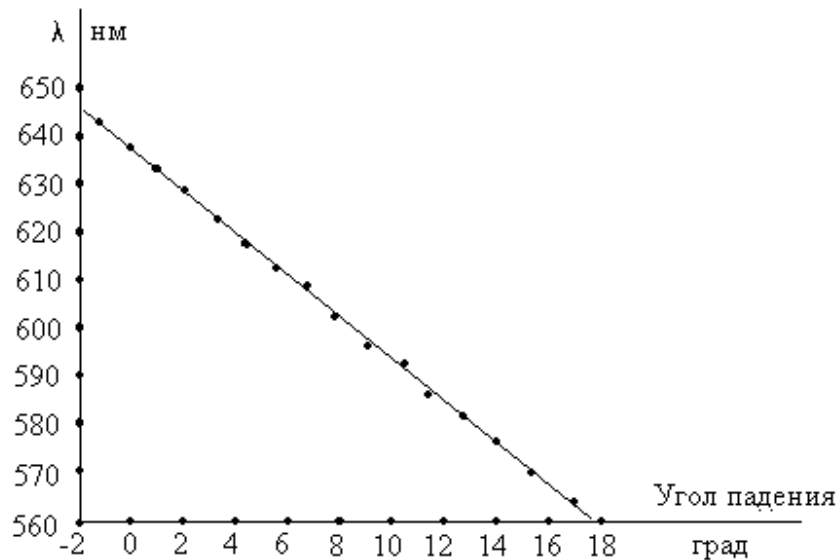


Рис.4. Зависимость длины волны максимума пропускания АОПФ от угла падения света на ячейку Брэгга.

Далее, используя зависимость длины волны максимума пропускания от частоты питающего АОПФ генератора, представленную на рис.3, с помощью интерполяции данных может быть получена зависимость длины волны максимума пропускания АОПФ от угла падения света на ячейку Брэгга. Эта зависимость представлена на рис.4.

В рамках рассматриваемой работы был также поставлен эксперимент по исследованию угловых характеристик АОПФ. В частности, измерялась зависимость длины волны максимума пропускания АОПФ от угла падения света при фиксированной частоте генератора, определенной как частота, обеспечивающая максимум пропускания АОПФ при нормальном падении света на ячейку Брэгга. Эта частота была равна 76 МГц.

Измеренная зависимость представлена на рис.5.

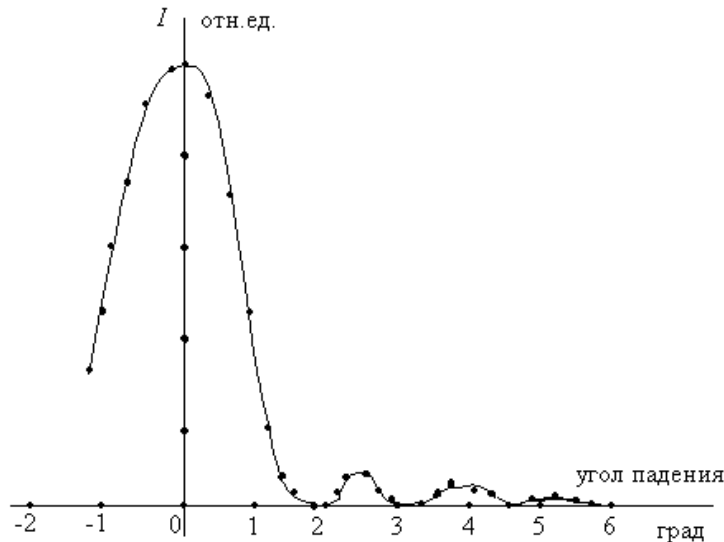


Рис.5. Зависимость пропускания фильтра на длине волны 633 нм от угла падения света на ячейку Брэгга.

На основе графика, показанного на рис.5, а также с учетом полученной ранее зависимости длины волны максимума пропускания АОПФ от угла падения света на ячейку Брэгга (см. рис.4), была получена спектральная функция пропускания АОПФ, определяющая селективность устройства. Полученная кривая хорошо аппроксимируется функцией $(\sin x/x)^2$ с полушириной главного максимума 5,2 нм. График приводится на рис.6.

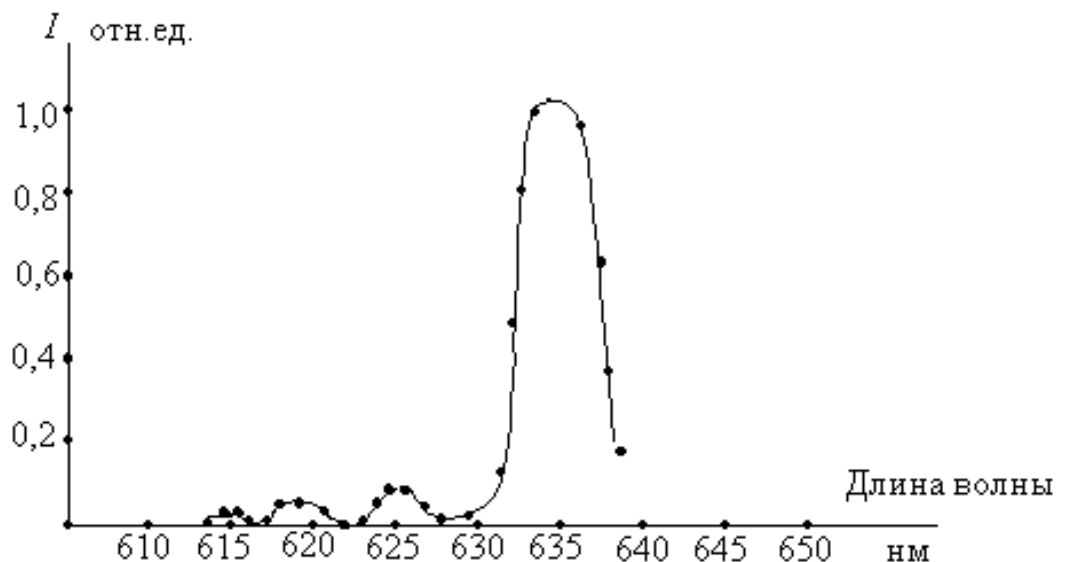


Рис.6. Спектральная функция пропускания АОПФ.

Для измерения аппаратной функции спектрального устройства, с помощью которого были проведены все измерения, описанные выше, была собрана специальная оптическая схема (рис.7).

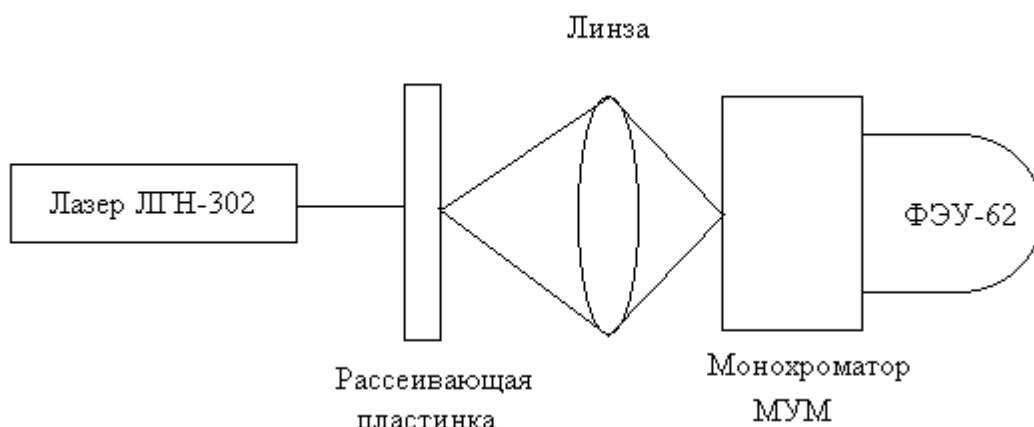


Рис. 7. Схема измерения аппаратной функции измерительного стенда.

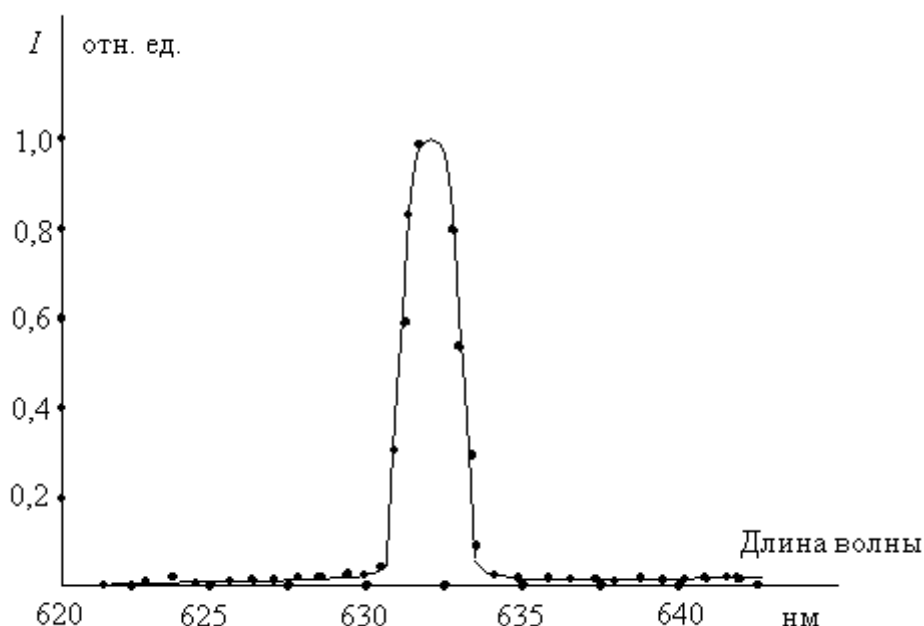


Рис.8. Результаты измерения аппаратной функции монохроматора.

В соответствии с рис.7, свет от лазера проходил через матовую рассеивающую пластинку. Затем свет попадал на линзу с фокусным расстоянием 120 мм, которая фокусировала его в область щели монохроматора. При этом взаимное расположение линзы и монохроматора выбиралось таким образом, чтобы свет полностью заполнял щель. Кроме того, в схеме был также предусмотрен нейтральный светофильтр (на рис.7 не показан), с помощью которого свет ослаблялся до величины, достаточной, чтобы избежать

насыщения фотоприемника. Сигнал с выхода ФЭУ подавался через усилитель на цифровой вольтметр.

Результаты измерения аппаратной функции показаны на рис.8.

Из данных, приведенных на рис.8, следует, что ширина аппаратной функции монохроматора составляет величину порядка 1 нм. Исходя из того, что аппаратная функция монохроматора имеет существенно более узкий пик, чем измеренная соответствующая характеристика АОПФ, имеется достаточно оснований утверждать, что измеренная функция пропускания АОПФ близка к реальной функции пропускания АОПФ. Тем не менее, для того, чтобы убедиться в достоверности результатов, необходимо снять также угловую характеристику измерительной установки.

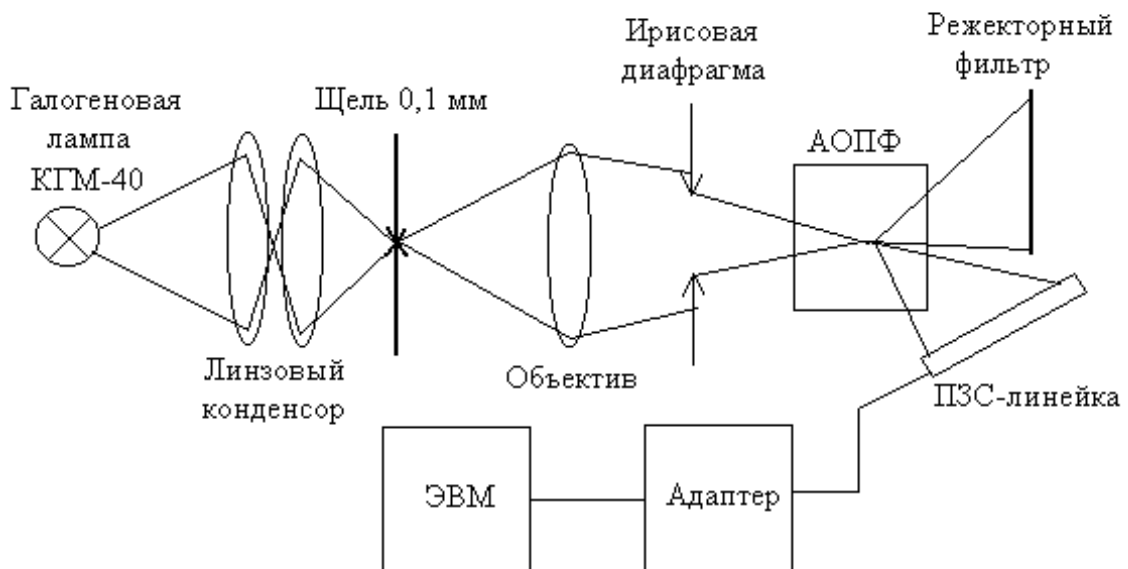


Рис.9. Схема установки измерения распределения интенсивности света по углу в коническом пучке.

Измерения интенсивности света в коническом пучке, падающем на ячейку Брэгга в зависимости от угла проводились в соответствии со схемой, приведенной на рис.9.

Измерения проводились с помощью ПЗС-линейки Toshiba, содержащей 2048 элементов. Фокусное расстояние объектива из схемы на рис.9 составляло 100 мм.

Вышедший из ячейки сходящийся пучок света из минус первого порядка дифракции направлялся на ПЗС-линейку. Сигнал, снятый с ПЗС-линейки, через адаптер подавался на ЭВМ.

В процессе измерений АОПФ был настроен на максимум пропускания по длине волны 633 нм. Измеренная функция распределения интенсивности по углу представлена на рис.10.

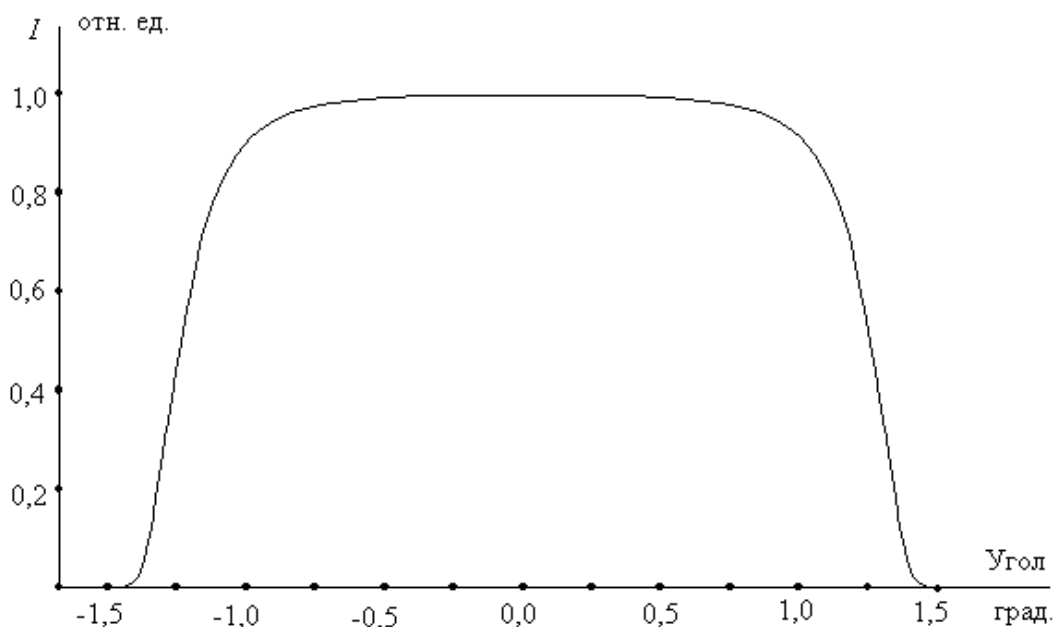


Рис.10. Функция распределения интенсивности по углу, измеренная в соответствии со схемой рис.9.

Заключение

Таким образом, результаты исследований экспериментального образца АОПФ показали, что:

- Апертурный угол, в пределах которого реализуются указанные выше параметры - $\pm 1,5^\circ$.

Результаты, полученные в экспериментальных исследованиях показывают, что акустооптические перестраиваемые фильтры могут быть использованы в устройствах оптической обработки информации для выделения мод многомодового лазера, что позволило бы обеспечивать эффективное мультиплексирование передаваемой оптической информации по длине волны.

Список литературы

1. Chang I. C. Noncollinear acousto-optic tunable filters with large angular aperture // Appl. Phys. Lett. 1974. Vol. 25. P. 370—372.

2. Балакший В. И., Парыгин В. Н., Чирков Л. Е. Физические основы акустооптики. М.: Радио и связь, 1985.
3. Магдич Л. Н., Молчанов В. Я. Акустооптические устройства и их применение. М.: Сов. радио, 1978.
4. Мазур М. М., Шорин В. Н., Чижиков С. И., Леонов С. Н. Двойной акустооптический монохроматор на CaMoO_4 // Оптика и спектроскопия. 1989. Т. 67, вып. 3. С. 736—737.
5. Мазур М. М., Шорин В. Н., Абрамов А. Ю., Магомедов З. А., Мазур И. Л. Спектрометр с двойным акустооптическим монохроматором // Оптика и спектроскопия. 1996. Т. 81, вып. 3. С. 521—523.
6. Pustovoit V., Gupta N. IR acousto-optic spectrometer with double monochromator // EOS Topical Meeting Digest Ser. 1999. Vol. 24. P. 5—36.
7. "Double AOTF Spectral Imaging System" in acousto-optics and photoacoustics / V. E. Pozhar, V. I. Pustovoit, I. B. Kutuza, A. V. Perchik, M. M. Mazur, V. N. Shorin // Proc. SPIE. 2005. Vol. 5953. P. 200 — 203.
8. Мазур М. М., Пожар В. Э., Пустовойт В. И., Шорин В. Н. Двойные акустооптические монохроматоры // Успехи современной радиоэлектроники. 2006. № 10. С. 19—30.
9. Мачихин А. С., Пожар В. Э. Искажения изображения, возникающие при передаче через двойной акустооптический монохроматор // Электромагнитные волны и электронные системы. 2009. Т. 14, № 11. С. 63—68.
10. Zhang C., Zhang Z., Wang H., Yang Y. Spectral resolution enhancement of acousto-optic tunable filter by double-filtering // Optics Express. 2008. Vol. 16. P. 10234—10239.

УДК 539.4.01 (575.2) (04)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА ТИПА КАРБОНАДО ПОСЛЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОБРАБОТОК

Хайдаров Б.К., Минбаева Б.Д.

Институт физики имени академика Ж.Жеенбаева НАН КР

Аннотация. В данной работе было рассмотрено прочность синтетического алмаза до и после воздействия на него низко температурой, порядка 77К. Для измерения прочности использовался метод статических испытаний на сжатие, т.е. испытаний, при которых прилагаемая к образцу сжимающая нагрузка возрастает медленно и плавно. Были проведены испытания на статическую прочность зерен в мкм: от 630/500 до 250/200. Низкая температура была достигнута путём погружения образцов в жидкий азот, после прекращения кипения азота образцы выдерживались до 30 минут.

Ключевые слова: Синтетический алмаз, прочность поликристаллов алмаза, криогенная обработка.

STUDYING THE STRENGTH OF SYNTHETIC DIAMOND TYPE CARBONADO AFTER LOW TEMPERATURE TREATMENTS

Khaidarov B.K., Minbaeva B.D.

Institute of Physics named after academician Zh. Zheenbaev NAS KR

Annotation. In this work, the strength of synthetic diamond was examined before and after exposure to low temperatures, about 77 K. To measure strength, the method of static compression tests was used, i.e. tests in which the compressive load applied to the sample increases slowly and smoothly. Tests were carried out for the static strength of grains in microns: from 630/500 to 250/200. The low temperature was achieved by immersing the samples in liquid nitrogen; after the nitrogen stopped boiling, the samples were kept for up to 30 minutes.

Keywords: *Synthetic diamond, strength of diamond polycrystals, cryogenic treatment.*

Введение. В современном контексте главной тенденцией технического прогресса является постоянное усовершенствование технологий промышленного производства. Конкурентоспособность и качество промышленной продукции, играющие важную роль в условиях рыночной экономики, напрямую зависят от уровня технологического развития промышленности. Особое значение приобретают характеристики инструментальных материалов, применяемых при производстве промышленных изделий. Наблюдается постоянное увеличение прочности, износостойкости и твердости материалов, что представляет собой значительные вызовы для их механической обработки. В связи с этим современное производство требует все более широкого использования инструментов из сверхтвердых материалов, таких как синтетические алмазы. Синтетические алмазы (СА) превосходят по твердости обрабатываемые материалы в 2-5 раз и даже более. Именно поэтому они соответствуют требованиям к инструментам, предъявляемым современной промышленностью. В свете изложенного вопрос изучения механических свойств СА становится чрезвычайно актуальным с целью улучшения их прочностных характеристик. Настоящее исследование продолжает предыдущую работу [1], в которой были представлены некоторые результаты влияния обработки в жидком азоте на прочность поликристаллов СА. В данной работе представлены результаты изучения прочности и структуры СА после воздействия низких температур (77K).

Получение, подготовка образцов и методика эксперимента. В данной работе исследования проводились на поликристаллах СА, полученных в аппаратах высокого давления типа наковальня с лункой и тороидом при давлениях порядка 7,7 ГПа и температурах 1400÷1500 К [1]. При этих термодинамических условиях устойчивости алмазной фазы синтезировались поликристаллические алмазы цилиндрической формы диаметром ~ 4,0 мм и высотой 3÷5 мм. Порошковые образцы для исследований получались из этих поликристаллических образований путем механического дробления в

специальной пресс-форме с последующей ситовой классификацией по зернистостям. С целью получения порошковых образцов с близкой к сфере формой они подвергались дополнительной овализации.

Исследования прочности алмаза очень затруднены из-за сложности выбора метода и условий механических испытаний такого сверхтвердого и хрупкого материала. Нами для наблюдения за изменениями прочностных особенностей порошков синтетического карбонадо под воздействием жидкого азота (77 К) использовалась общепринятая методика испытания алмазных зерен [2]. Сущность метода заключается в определении значения статической нагрузки, разрушающей алмазные зерна, помещаемые между параллельными пластинами из высокотвердого материала. В качестве показателя прочности при этом используется разрушающая нагрузка. Испытания проводились на приборе ДА-2М конструкции Института сверхтвердых материалов НАН Украины.

Методика воздействия низкой температурой на исследуемые образцы поликристаллического СА заключалась в том, что они опускались в жидкий азот, находящийся в сосуде Дьюаре, полностью в пакете из эластичного материала и выдерживались от 1 до 30 минут с момента окончания кипения жидкого азота. После этого пакет с образцами вынимался из жидкого азота и отогревался до температуры окружающей среды. Измерение показателя прочности, таким образом обработанных образцов, проводилось при комнатной температуре по вышеописанному способу.

Погрешность в определении показателя статической прочности образцов поликристаллов СА (ΔP) вычисляли следующим образом:

$$\Delta P = \frac{1}{n} \left(|P_1 - P_{cp}| + |P_2 - P_{cp}| + |P_3 - P_{cp}| + \dots + |P_n - P_{cp}| \right),$$

где n - число измерений, P_1, P_n - результаты отдельных измерений, P_{cp} – среднее значение показателя прочности, определяемое по результатам последовательного разрушения случайно отобранных зерен по формуле:

$$P_{cp} = \sum P_i / n.$$

Эти методы позволяют получить полное представление о механических и структурных свойствах исследуемых материалов.

Результаты эксперимента и их обсуждение

Прочность поликристаллов СА. Из представленных (рис.1.) данных видно, что для поликристаллических образцов карбонадо наблюдается увеличение прочности после обработки в жидком азоте. Это увеличение происходит для всех исследованных зернистостей исследуемого материала. После 5-минутной обработки происходит заметное увеличение прочности, а дальнейшее увеличение времени выдержки до 10 минут приводит к насыщению зависимости разрушающей нагрузки от времени. При продолжительности обработки в жидком азоте от 10 до 30 минут прочность остается примерно на постоянном уровне.

Возможные причины этого явления могут быть связаны с быстрым охлаждением образцов в жидком азоте, что вызывает градиент температур и создает напряжения в поверхностных слоях образцов. Последующий отогрев образцов до комнатной температуры, вероятно, приводит к уплотнению алмазных кристаллитов и увеличению их связи друг с другом за счет остаточных термических напряжений. Это может привести к увеличению прочности материала.

В отличие от этого, монокристаллы СА показывают менее выраженные изменения в прочности и разрушающем напряжении при криогенной обработке. Прочность и разрушающее напряжение монокристаллов СА практически не изменяются после обработки в жидком азоте.

Таким образом, эти результаты свидетельствуют о различном влиянии криогенной обработки на прочностные характеристики поликристаллических карбонадо и монокристаллов СА.

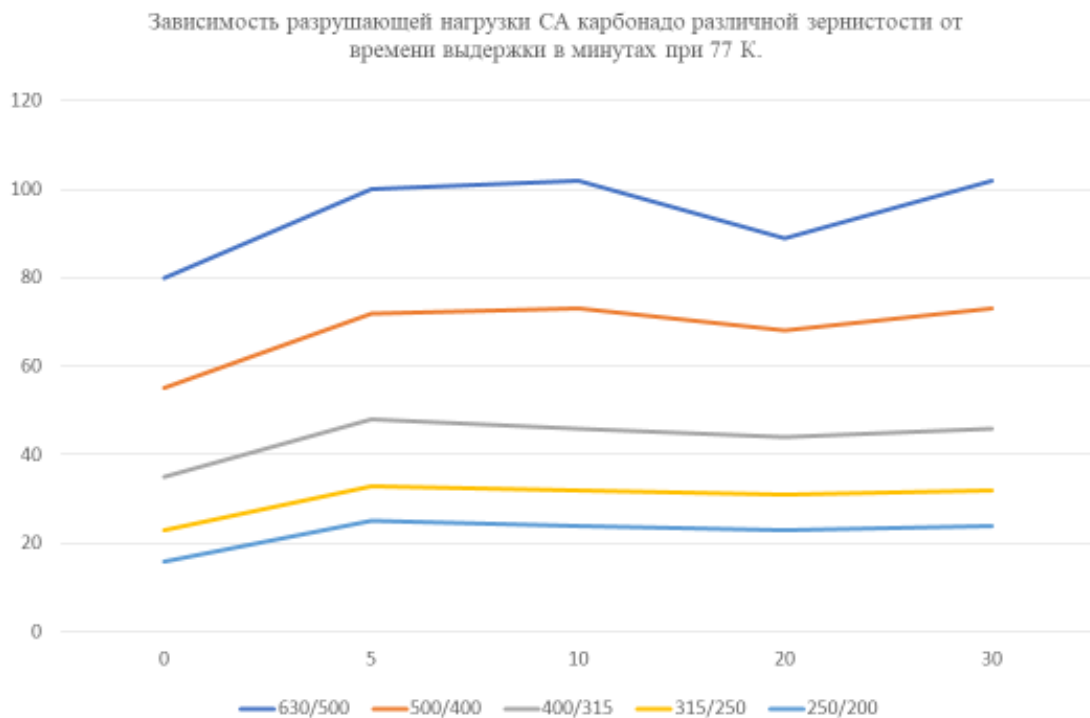


Рис. 1. Зависимость разрушающей нагрузки порошков синтетического карбонадо различной зернистости от времени выдержки при 77 К. Цифры на кривых соответствуют зернистостям порошка в мкм: 1 - 630/500, 2 – 500/400, 3 – 400/315, 4 – 315/250, 5 – 250/200.

Выводы исследования следующие:

1. Упрочнение поликристаллических алмазов типа карбонадо:
Установлено, что после криогенного воздействия с жидким азотом наблюдается увеличение прочности алмазов типа карбонадо. Это указывает на изменения в структуре материала, связанные с обработкой низкими температурами.

2. Физическое объяснение обнаруженным эффектам:

Предложено объяснение обнаруженным эффектам на основе физических представлений о развитии термических напряжений в кристаллах алмаза при резком понижении температуры. Это объяснение позволяет понять механизмы, лежащие в основе наблюдаемых изменений механических свойств исследуемых материалов.

Список литературы

1. Хайдаров К. Исследование материалов контейнеров твердофазовых аппаратов высокого давления / Тр. Междунар. конф.: «Развитие информационно-коммуникационных технологий в информационном обществе: состояние и перспективы», Бишкек, 28-29 октября 2004 г. – С. 273-278.
2. Порошки алмазные. Технические условия. - ГОСТ 9206 - 80. М.: Издательство стандартов. - 1989. - 45с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Ласанху К. А., Касмамытов Н. К., Матяш И. В., Макаров В. П.	Синтез опытных образцов Si_3N_4 с добавлением порошка Al_2O_3	3
А.Т. Орозобаков, Б.Б. Саякбаева, Э.У. Орозобаков	Об измерениях озонового слоя	9
Д.С. Джураев, У.К. Мамытбеков	Расчет теплофизических свойств магнитных жидкостей на основе трансформаторного масла в зависимости от воздействия магнитного поля при комнатной температуре и атмосферном давлении	14
Н. Сыдык уулу, И.А.Снимщиков	Полутоновая прямая лазерная запись на пленки аморфного кремния	19
У.И. Мамыров	Аксиоматическая теория и этапы развития классической теории физики	24
Сагымбаева К.А., Аккозиев И.А., Сагымбаев А.А.	Исследование оптических характеристик акустооптического перестраиваемого фильтра	30
Сагымбаев А.А., Сагымбаева К.А.	Роль информационно-коммуникационных технологий в формировании информационного общества	37
Сагымбаева К.А., Аккозиев И.А., Сагымбаев А.А.	Исследование угловых характеристик акустооптического перестраиваемого фильтра	45
Хайдаров Б.К., Минбаева Б.Д.	Изучение прочности синтетического алмаза типа карбонадо после низкотемпературных обработок	53

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

Документы

- Сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала печатается на бланке учреждения, представляющего статью;
- Рецензия.

Составные части статьи и порядок их следования

1. Объем материала от 4 до 10 страниц набранного текста оформленного в текстовом редакторе Microsoft Word, файл в формате .doc или .docx (шрифт 14, Times New Roman, интервал 1). Поля: верхнее, нижнее-20мм, левое-2,5мм, правое-15мм. Графический материал должен быть четким, разрешение не менее 300 пикселей;
2. В верхнем левом углу указывается универсальная десятичная классификация (УДК);
3. Следующий абзац – название статьи указывается по центру (шрифт 14 полужирный **ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ**);
4. Во втором ряду фамилия имя отчество автора(ов);
5. В третьем ряду указывается полное название учебного заведения (место работы или учебы), город и страна;
6. Дальше через строку (шрифт 12, Times New Roman, интервал 1):
 - Аннотация не менее 50 слов на языке статьи (на русском и английском языках);
 - *Ключевые слова от 3 до 5 слов и словосочетаний, курсив* (на русском и английском языках);
7. Дальше через строку идет изложение материала (шрифт 14, Times New Roman):
 - **Введение** (состояние проблемы, задачи исследования);
 - **Основная часть** – название в текст не вносится. Основную часть рекомендуется разбивать на разделы с названиями, отражающими их содержание: постановка задачи, методы исследования, математическая модель, обсуждение результатов и т.д.;
 - **Заключение** (выводы).
8. После основного текста указывается список литературы (Список использованной литературы). Список литературы оформляется не по алфавиту, а по мере того, как она встречается в тексте статьи. Схема **списка литературы**:
Авторы (обычный шрифт) → **название статьи** (обычный шрифт) → **выходные данные** (город, издательство) → **цифровые данные** (год, страницы). (Острейковский В. А., Карманов Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCAD. М.: ИНФРА-М, 2015. 207 с.);
9. Рисунки и таблицы набираются шрифтом Times New Roman 12 с одинарным междустрочным интервалом. Рисунки, диаграммы и таблицы создаются с использованием черно-белой гаммы. Использование цвета и заливок не допускается! Все рисунки и таблицы должны иметь название:
 - Рис. 1. Название (точка), выравнивание по центру;
 - Таблица 1 – Название (точка в конце не ставится) выравнивание по левому краю;
10. Формулы следует набирать с помощью редактора формул Microsoft Equation и нумеровать в круглых скобках (2).
11. Отдельным файлом подаются сведения об авторе:
 - контактный телефон, Viber, WhatsApp, Telegram, Mail.Ru Агент и т. п.;
 - Электронная почта e-mail – @mail.ru, gmail.com, @yandex.ru и т. п.;
12. Авторы и рецензенты несут полную ответственность за актуальность, содержание, стиль и качество оформление статьи, а так же за ее актуальность.

Басууга 13.06.2024-ж. кол коюлду.
№30 офсет кагазы.
Форматы 84х60 1/16
Көлөмү 7,5 б.т.
Нускасы 50. Заказ 2024.

«Avrasya Press» басмаканасы
Бишкек ш., 7-апрель көч. №1а. Тел: 0(312)299 300
E-mail: avrasyapress2003@mail.ru
www.avrasyapress.com