

## ЕНЕРГОВИТРАТИ ПРИ ГІПЕРПОЛЯРИЗАЦІЇ МОНОХРОМАТИЧНОГО ПОЛЯРИЗОВАНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Жила В. І., Лисиченко М. Л.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

В статті розглянуті питання енерговитрат при проходженні через фуллереновий фільтр лінійно поляризованого світла від лазера з метою модифікації його форми на гіперполяризовану.

**Постановка проблеми.** Після відкриття нової молекули вуглецю  $C_{60}$ , найбільш поширенішої з фуллеренів, як структури Фібоначчі – ікосаедрального об'єкта, компанією Zepet створено фуллереновий нанофотонний фільтр, який грає роль нанофотонного генератора гіперполяризованого світла, що перетворює лінійно поляризоване світло в нову форму, структуровану за ікосаедральною симетрією [1]. Ця форма випромінювання ефективно впливає на біологічну матерію, в тому числі сприяє глибшому прониканню променів до середовища [2]. В існуючій літературі немає даних щодо енерговитрат при перетворенні лінійно поляризованого світла у гіперполяризоване і в якій частині спектру це доцільно застосовувати.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У 1993 році в Нідерландах авторським колективом Koruga D., Hameroff S., Loutfy R. and Sandereshan M. видано монографію "Fullerene  $C_{60}$ : History, Physics, Nanobiology, Nanotechnology" [3], що покляло початок розробці цього напрямку досліджень. Через 13 років Koruga, D. Отримує патент щодо можливості перетворення фуллереновим фільтром лінійно поляризованого світла в гіперполяризоване [4]. А в 2017 році виходить друком узагальнююча монографія з теоретичним обґрунтуванням гіпотези гіперполяризації [2]. Експериментальні дослідження на моделях болю та запалення довели та встановили рівень анальгезії при аплікаціях світла.

Практичне застосування цих досліджень взяла на себе компанія ZEPETER GROUP, яка спочатку розробила та випустила апарат БІОПТРОН, а згодом фуллереновий фільтр. З 2015 року до розширення пошуку сфер й технологій застосування такого випромінювання долучилися фахівці України, Сербії та Польщі [5]. Так групою науковців інституту фізіології ім. А.А. Богомольця НАН України під керівництвом д.м.н., професором Гуляра С.О. досліджують лікувальну та профілактичну біологічну дію апарату БІОПТРОН на антиноцицептивну й протизапальну сферу, центральну нервову систему і вищу нервову діяльність, а також при деяких захворюваннях людини за допомогою фуллеренового світла. Ними встановлено, що поляризований світловий потік від лазерного джерела зберігає свою однонаправленість тільки в однорідному повітряному середовищі. У випадку проходження променя через середовище, що створює багаторазне відбивання поляризація руйнується [5]. Завдяки додатковій гіперполяризації проникна здатність випромінювання може збільшитися.

**Мета статті.** Визначення енерговитрат при гіперполяризації монохроматичного поляризованого (лазерного) випромінювання різної довжини хвилі.

**Основні матеріали дослідження.** Розсіяне світло з неупорядкованими електромагнітними полями фото-

нів хаотично діє на молекули води з їх дипольними моментами та на біомолекули з додатними та від'ємними зарядами, проникає не глибоко, а тому не має відповідного ефективного результату. Гіперполяризоване світло проникає глибше та ширше з відповідною дією [1]. Виняткові властивості нової молекули вуглецю в природі фуллерена  $C_{60}$  (ін. дві форми графіт і алмаз) пов'язані з її унікальною структурою.  $C_{60}$  – влаштована у вигляді узору із 20 шестикутників та 12 п'ятикутників, що можуть закручуватися формуючи каркас у вигляді футбольного м'яча. Фуллерен – єдина одноеlementна молекула, що формує сферичний каркас.  $C_{70}$  – фуллерен, що має каркас у вигляді регбійного м'яча та інші фуллерени  $C_{74}$ ,  $C_{76}$ ,  $C_{78}$ ,  $C_{80}$ ,  $C_{82}$ ,  $C_{84}$  зустрічаються значно рідше (рис. 1) [6,7].

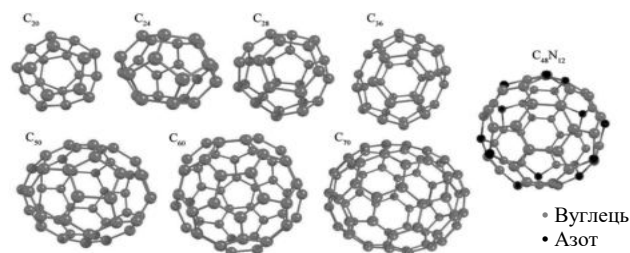


Рисунок 1 – Молекули фуллеренів

При проходженні поляризованих фотонів через фуллереновий нанофільтр з унікально організованою структурою формується потік симетричної форми у відповідності з ефектом Фарадея (шестикутники, що мають парамагнітні властивості генерують кругову поляризацію фотонів) та законом Фібоначчі (п'ятикутники, що мають діамагнітні властивості, трансформують кругову поляризацію в послідовну за законами ікосаедральної симетрії відповідно послідовності Фібоначчі) або гіперполяризоване світло у формі Тесла тороїду. Об'єктом дослідження було монохроматичне поляризоване (лазерне) випромінювання з довжиною хвилі  $\lambda=405$  нм,  $\lambda=$ ,  $\lambda=658$  нм та  $\lambda=810$  нм від медичних лазерних апаратів "Лика-терапевт" і "Лика-терапевт-М" виробництва фірми "Фотоніка плюс" Україна гіперполяризоване 2-мм фуллереномістним (0,033%) фільтром з поліметилметаакрилата. Всього на відстані 2 мм розташовано  $10^6$  шарів молекул  $C_{60}$ . Такі фільтри використовуються в комплекті з апаратами БІОПТРОН ZEPETER GROUP. Дослідження засноване на згасанні потужності випромінювання при проходженні через фільтр. Вимірювальним засобом було обрано оптичний ватметр поглинутої потужності лазерного випромінювання LP1 виробництва

фірми SANWA ELECTRIC INSTRUMENT CO. LTD. TOKYO. JAPAN. *Методика дослідження.* Контрольне вимірювання: фуллереновий фільтр встановлювався між діодним лазером із довжиною хвилі випромінювання  $\lambda_{\text{випр}} = 405$  нм,  $\lambda_{\text{випр}} =$ ,  $\lambda_{\text{випр}} = 658$  нм та  $\lambda_{\text{випр}} = 810$  нм, і оптичним ватметром. Лазери працювали у безперервному режимі. Дослід повторювався для

однакових значень потужності випромінювання (рис.2). Умови досліду:

- максимальна потужність випромінювання – 50 мВт;
- ширина щілини випромінювання – 10 нм;
- час запису – 20 с;
- основна похибка вимірювання –  $\pm 5,0\%$ .



Рисунок 2 – Лабораторна установка для дослідження енерговитрат при гіперполяризації монохроматичного поляризованого випромінювання

Таблиця 1 – Результати дослідження

	$\lambda_{\text{випр}} = 405$ нм	$\lambda_{\text{випр}} = 530$ нм	$\lambda_{\text{випр}} = 658$ нм	$\lambda_{\text{випр}} = 810$ нм
І через повітря, мВт	38,17	29,12	25,08	22,7
І ч-з фул. фільтр, мВт	1,66	15,4	18,7	21,45
Енерговтрати, %	95,65	47,11	25,44	5,5

Досліди повторювались 5-6 разів, а отриманні дані (табл. 1) оброблялись статистично. Як видно з таблиці результатів дослідження, у фіолетовій області спектру ( $\lambda_{\text{випр}} = 405$  нм) втрати енергії складають понад 90%, в зеленій ( $\lambda_{\text{випр}} = 530$  нм) - 50%, а в інфрачервоній ( $\lambda_{\text{випр}} = 810$  нм) -  $\leq 5,5\%$ .

**Висновки.** Аналіз результатів дослідження показав, що при проходженні через фуллереновий нанофільтр інтенсивність поляризованого випромінювання зменшується. Використання фуллеренового фільтру для гіперполяризації світла в короткохвильовій ділянці спектра (фіолетовій-синій) не доцільно через високі енергетичні витрати.

#### Список використаних джерел

1. Мастеров В. Ф. Физические свойства фуллеренов. *СОЖ*. № 1. 1997. С.92
2. Koruga, D. "Hyperpolarized light: Fundamentals of nano medical photonics." In ZEPTEK WORLD BOOK, Belgrade. 2017.
3. Koruga, D. "Fullerene C<sub>60</sub>: History, Physics, Nanobiology, Nanotechnology" / D. Koruga, S. Hameroff, R. Loutfy, and M. Sandereshan. Elsevier (NorthHolland), Amsterdam, 1993.
4. Koruga, D. 2016. "Nanophotonic filter based on C<sub>60</sub> for hyperpolarized light". Int. Pat. App. PCT/EP2016/063174. Applicant: Fieldpoint, ZEPTEK GROUP.
5. Гуляр С. А., Тамарова З. А. Новый вид фуллереновой организации светового потока и его клинические возможности при фотодинамической терапии. *Лазерна хірургія. Матеріали науково-практичної конференції "Лазерні технології в клінічній медицині: сучасні тенденції розвитку в Україні"*. Черкаси : Вертикаль, видавець С. Г. Кандич, 2018. С. 220-222.

6. Елецкий А. В., Смирнов Б. М. Фуллерены и структуры углерода. *УФН*, 1995. № 9. Т.165. С. 977.

7. Соколов В. И., Станкевич И. В. Фуллерены – новые аллотропные формы углерода: структура, электронное строение и химические свойства. *Успехи химии*, 1993. Т.62. С.455.

#### Анотация

### ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ВО ВРЕМЯ ГИПЕРПОЛЯРИЗАЦИИ МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Жила В. И., Лисиченко Н. Л.

*В статье рассмотрены вопросы энергозатрат при прохождении через фуллереновый светофильтр линейно поляризованного света от лазера с целью модификации его формы на гиперполяризованную.*

#### Abstract

### ENERGY CONSUMPTION DURING HYPERPOLARIZATION OF MONOCHROMATIC POLARIZED RADIATION

V. Zhyla, M. Lysychnenko

*The article discusses the issues of energy consumption when a linearly polarized light from a laser passes through a fullerene filter to modify its shape to hyperpolarized.*