

А.М. Катунін, О.В. Коломійцев

## ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ АКУСТООПТИЧНОГО МЕТОДУ КЕРУВАННЯ ДИФРАКЦІЄЮ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВІДБИВНИХ ПОКРИТТЯХ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

### Анотація

Запропоновано використання акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях для захисту озброєння та військової техніки. Визначені потенційні можливості акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання.

**Ключові слова:** озброєння та військова техніка, дифракція, оптичне випромінювання, відбивні покриття.

### Abstract

The use of the acousto-optic method for controlling the diffraction of optical radiation on reflective coatings for the protection of armament and military technique. The potential possibilities of the acousto-optical method for controlling the diffraction of optical radiation are determined.

**Keywords:** armament and military technique, diffraction, optical radiation, reflective coatings.

На даний час використовується низка відомих способів щодо захисту озброєння та військової техніки (ОВТ) від засобів повітряного нападу (ракет із напіваактивними лазерними системами наведення). Такі способи передбачають застосування відбивних покриттів. Одним із перспективних є спосіб, в якому здійснюється виведення з робочого стану системи керування ракети шляхом швидкої зміни положення (коливань) світлових плям – оптичних перешкод на підстилаючій поверхні. Його реалізація здійснюється за рахунок використання керованого дифракційно відбивного покриття для оперативної зміни періоду структури покриття. Кероване дифракційно відбивне покриття характеризується можливістю зміни періоду своєї структури та забезпечує швидкі зміни положень напрямків відбиття випромінювання, внаслідок чого відбуваються зміни положення (коливання) світлових плям – оптичних перешкод на підстилаючій поверхні ОВТ.

Метою роботи є розробка пропозицій щодо використання акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях для захисту озброєння та військової техніки.

Методи керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях ОВТ ґрунтуються на застосуванні в покриттях матеріалів, у яких відбивні властивості можливо цілеспрямовано змінювати шляхом застосування акустооптичного, електрооптичного, термооптичного ефектів [1].

Акустооптичний метод керування дифракцією передбачає просторову модуляцію коефіцієнта відбиття у середовищі, яка здійснюється ультразвуковими (акустичними) хвилями. При поширенні ультразвуку у відбивному покритті утворюється фазова решітка (ділянки стиснення і розрядження матеріалу середовища поширення хвиль). Амплітуду деформації  $\varepsilon_k$  можливо обчислити через потужність звукової хвилі  $P_3$  та параметри активного середовища [2,3]:

$$\varepsilon_k = [2P_3(aL\rho v_3)]^{1/2},$$

де  $\rho$  – густина середовища;  $aL$  – площа перерізу акустичного стовпа у напрямку поширення звукової хвилі;  $v_3$  – швидкість поширення хвилі у матеріалі покриття.

При використанні рухомих акустичних хвиль фазові решітки у середовищі рухаються зі швидкістю звукової хвилі і період решітки становить половину довжини хвилі. У свою чергу, у випадку застосування стоячої хвилі, при виконанні умови з  $v_3 \ll 1$ , де  $v_3$  – швидкість світла, фазову решітку прийнято вважати нерухомою для падаючої світлової хвилі.

Таким чином, можливо стверджувати, що цілеспрямована зміна характеристик акустичної

хвилі призводить до можливості формування відбивної фазової решітки із заданими параметрами, на якій буде дифрагувати падаюче оптичне випромінювання. Внаслідок відбиття світла від даного дифракційного покриття буде отримано певний просторовий перерозподіл відбитого випромінювання. З кристалічних середовищ найбільш перспективними для видимого та ближнього ІЧ-діапазонів є парателурит ( $\text{TeO}_2$ ), молібдат свинцю ( $\text{PbM}_8\text{O}_4$ ) та солі альфайдистої кислоти ( $\alpha\text{-HfO}_3$ ) [2,3].

Незважаючи на перспективність даного методу керування дифракцією оптичного випромінювання, створення відбивних дифракційних покриттів на основі розглянутого методу має недоліки, до яких можливо віднести наступні [2,3]:

- дифракційна ефективність становить ~40%;
- високий коефіцієнт загасання акустичних хвиль у середовищах і, як наслідок, нестабільність параметрів створюваної відбивної фазової решітки;
- відсутність можливості створення заданого профілю покриттів.

Таким чином, проведений аналіз можливостей використання акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях дозволяє зробити наступні висновки:

- перспективність розробки відбивних дифракційних покриттів з керованими параметрами обумовлена застосуванням відбивних покриттів для захисту ОБТ від ракет із напівактивними лазерними системами наведення;
- керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях можливе на основі використання акустооптичного ефекту, але технічна реалізація методу утруднена внаслідок низької дифракційної ефективності та нестабільності параметрів створюваного покриття.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мустель Е.Р., Парыгин В.П. Методы модуляции и сканирования света. – М.: Наука, 1975. – 296 с.
2. Ребрин Ю.К. Управление оптическим лучом в пространстве. – М.: Советское радио, 1977. – 336 с.
3. Бондаренко В.С., Зоренко В.П., Чкалова В.В. Акустооптические модуляторы света. – М.: Радио и связь, 1988. – 136 с.

**Коломійцев Олексій Володимирович** — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, e-mail: alexus\_k@ukr.net

**Катунін Альберт Миколайович** — канд. техн. наук, старш. наук. співробіт., доцент кафедри, Національний університет цивільного захисту, м. Харків, e-mail: lightsymbol@gmail.com

**Kolomiičev Oleksii V.** — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, e-mail: alexus\_k@ukr.net

**Katunin Albert M.** — Cand. Sc. (Eng), Senior Research Scientist, Associate Professor of Department, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, e-mail: lightsymbol@gmail.com