

2. Коробко І. В. Оцінка асиметрії потоку рідини при вимірюванні її витрати та кількості / І. В. Коробко, Я. В. Волинська // Вісн. НТУУ "КПІ". Сер. Приладобудування. – 2013. – Вип. 45. – С. 91 – 98.
3. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід: підручник / В. Р. Кулінченко. – К.: Фірма «ІНКОС». Центр навчальної літератури, 2006. – 616 с.
4. Струтинський В. Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: підручник / В. Б. Струтинський. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 612 с.
5. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: учеб. для вузов/ Л. Г. Лойцянский – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
6. Рычагов М. Н. Ультразвуковые измерения потоков в многоплоскостных измерительных модулях / М. Н. Рычагов // Акустический журнал. – 1998. – Т. 44. – С. 792 – 799.
7. Launder В. Е. The Numerical computation of turbulent flows / В. Е. Launder, D. В. Spalding // Computer methods in applied mechanics and engineering. – 1974. – Vol. 3.– P. 269 – 289.

*Надійшла до редакції
16 жовтня 2014 року*

© Коробко І. В., 2014

УДК 681.7.066.35

ПРОЕКТУВАННЯ ЛІНЗИ ФРЕНЕЛЯ НА ПОВЕРХНІ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ

Голюк І. В., Колобродов В. Г.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

goliuk.igor@gmail.com

У роботі пропонується метод проектування лінзи Френеля на корпусі довільної форми, яка виконує роль оптичної системи приладу. Процес проектування оснований на використанні векторної форми закону Снеліуса для визначення геометричних параметрів внутрішньої поверхні. Отримані вирази для розрахунку одиничних векторів нормалі плоских сегментів, розташованих на внутрішній поверхні корпусу. На основі даного методу був розрахований корпус, обмежений двома кінчними поверхнями. Використовуючи метод, описаний у даній статті, можна значно покращити характеристики ряду оптико-електронних приладів, до яких належать датчики руху, концентратори сонячної енергії, освітлювальні прилади.

Ключові слова: лінзи Френеля, мікропрофіль, закон Снеліуса.

Вступ

На сьогодні існує безліч приладів, які тим чи іншим чином використовують оптичне випромінювання, проте вимоги, що пред'являються, до якості зображення не є високими, а функція оптичної системи зводиться до фокусування світла в фігуру тієї чи іншої форми (точка, відрізок, коло). До таких приладів відносять: датчики руху [1], концентратори сонячної енергії [2], освітлювальні прилади [3, 4, 5], тощо.

Набагато більші вимоги ставлять до масогабаритних характеристик, надійності та простоті конструкції, зовнішньому вигляду. Ефективним способом вирішення цієї задачі є нанесення тим чи іншим способом (штамбування, алмазне точіння, фотолітографія) на корпус приладу спеціального мікропрофілю (так

званих лінз Френеля), який відповідно до законів геометричної оптики заломлює оптичне випромінювання, виконуючи роль оптичної системи приладу. Існуючі методи розрахунку лінз Френеля передбачають їх формування на плоскій (або сферичній) поверхні [6, 7]. Це суттєво зменшує конструкторські можливості при проектуванні оптико-електронних приладів.

Постановка задачі

У статті розглядається удосконалений метод проектування лінзи Френеля, який передбачає її розрахунок на корпусі довільної форми.

Опис методу

В основу запропонованого методу покладено перетворення паралельного пучка променів у промені, які збігаються в заданому фокусі.

Нехай корпус приладу складається з двох поверхонь – зовнішньої і внутрішньої, що описуються рівняннями $f_1(x, y, z) = 0$ і $f_2(x, y, z) = 0$ відповідно (рис. 1). Зовнішня поверхня більш схильна до дії негативних чинників зовнішнього середовища (температура, забруднення, механічні пошкодження) і виконує естетичну функцію приладу, тому на ній не рекомендується формувати мікропрофіль.

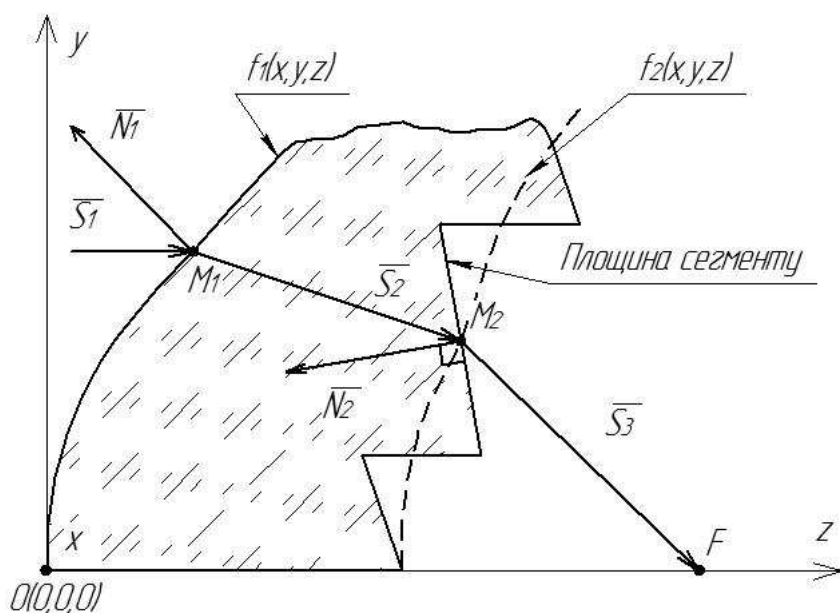


Рис. 1. Хід променя через корпус приладу

Оскільки зовнішня поверхня також заломлює падаючі промені, нам необхідно узгодити нахил поверхні сегменту з зовнішньою поверхнею так, щоб вони в сукупності давали задану фокусну відстань. Фактично розрахунок зводиться до знаходження одиничного вектора нормалі поверхні \bar{N}_2 кожного сегмента.

Розрахунок вектора нормалі сегмента

Для спрощення розрахунків, при знаходженні одиничного вектора нормалі поверхні сегмента, будемо розглядати промінь, що проходить через його центр (точка M_2).

Корпус розбиваємо на квадратні плоскі сегменти, центри яких розташовані на внутрішній поверхні. Розміри сегмента обираємо з конструктивних міркувань, достатньо великого розміру для зменшення впливу дифракційних ефектів.

Оскільки зовнішня поверхня також заломлює падаючі промені, нам необхідно узгодити нахил поверхні сегменту з зовнішньою поверхнею так, щоб вони в сукупності давали задану фокусну відстань. Фактично розрахунок зводиться до знаходження одиничного вектора нормалі поверхні \bar{N}_2 кожного сегмента.

Оскільки зовнішня поверхня також заломлює падаючі промені, нам необхідно узгодити нахил поверхні сегменту з зовнішньою поверхнею так, щоб вони в сукупності давали задану фокусну відстань.

Проходження оптичного випромінювання через межу повітря-корпус описується законом Снеліуса:

$$\sin \varepsilon = n \sin \varepsilon',$$

де ε – кут падіння променя; ε' – кут заломлення променя; n – показник заломлення матеріалу.

Однак в такому вигляді закон заломлення світла незручно використовувати для знаходження положення променів у просторі. Для цього існує векторна форма закону Снеліуса, що наведена у роботі [5]:

$$\bar{O} = \frac{1}{n} \cdot \left[\bar{N} \times (-\bar{N} \times \bar{I}) \right] - \bar{N} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{1}{n} \right)^2} \cdot (\bar{N} \times \bar{I}) \cdot (\bar{N} \times \bar{I}), \quad (1)$$

де \bar{O} – одиничний вектор заломленого променя; \bar{I} – одиничний вектор падаючого променя; \bar{N} – одиничний вектор нормалі поверхні.

Отже, заломлений після проходження зовнішньої поверхні промінь матиме наступний одиничний вектор:

$$\bar{S}_2 = \frac{1}{n} \cdot \left[\bar{N}_1 \times (-\bar{N}_1 \times \bar{S}_1) \right] - \bar{N}_1 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{1}{n} \right)^2} \cdot (\bar{N}_1 \times \bar{S}_1) \cdot (\bar{N}_1 \times \bar{S}_1). \quad (2)$$

Точки перетину променем корпусу приладу запишемо у матричному вигляді: $M_1 = (x_{M1} \ y_{M1} \ z_{M1})$, $M_2 = (x_{M2} \ y_{M2} \ z_{M2})$.

Вектор нормалі зовнішньої поверхні у точці M_1 знаходимо через градієнт функції $f_1(x, y, z) = 0$ як

$$\bar{N}_1 = \frac{\nabla f_1(M_1)}{|\nabla f_1(M_1)|}. \quad (3)$$

\bar{S}_2 можна також виразити через точки M_1 і M_2 :

$$\bar{S}_2 = \frac{M_2 - M_1}{|M_2 - M_1|}. \quad (4)$$

Розв'язавши систему рівнянь (2), (4), з урахуванням (3) можна знайти \bar{S}_2 .

З векторної форми закону Снеліуса (1) нескладно отримати вираз для визначення нормалі поверхні при перетині променем межі корпус-повітря:

$$\bar{N} = \frac{\bar{O} - n \cdot \bar{I}}{\sqrt{1 + n^2 - 2n \cdot (\bar{O} \cdot \bar{I})}}.$$

Запишемо (6) для вектора нормалі сегмента:

$$\bar{N}_2 = \frac{\bar{S}_3 - n \cdot \bar{S}_2}{\sqrt{1 + n^2 - 2n \cdot (\bar{S}_2 \cdot \bar{S}_3)}}. \quad (5)$$

\bar{S}_3 знаходимо з положення центру сегмента M_2 та точки фокусу F :

$$\bar{S}_3 = \frac{F - M_2}{|F - M_2|}.$$

Отже, розрахувавши значення \bar{S}_2 та \bar{S}_3 , підставляємо їх до виразу (5) і отримуємо значення одиничного вектора нормалі сегмента. Почергово розрахувавши \bar{N}_2 для всіх сегментів ми отримуємо мікропрофіль внутрішньої поверхні корпусу.

Реалізація методу

Метод проектування фокусуєчого мікропрофілю на поверхні довільної форми, розглянутий у даній роботі був використаний для розрахунку корпусу, що складається з двох конічних поверхонь, що описуються рівнянням:

$$f_1(x, y, z) = \frac{1}{1.5} \sqrt{\left(\frac{x}{2}\right)^2 + y^2} - z.$$

Дана поверхня зображена на рис. 2, а.

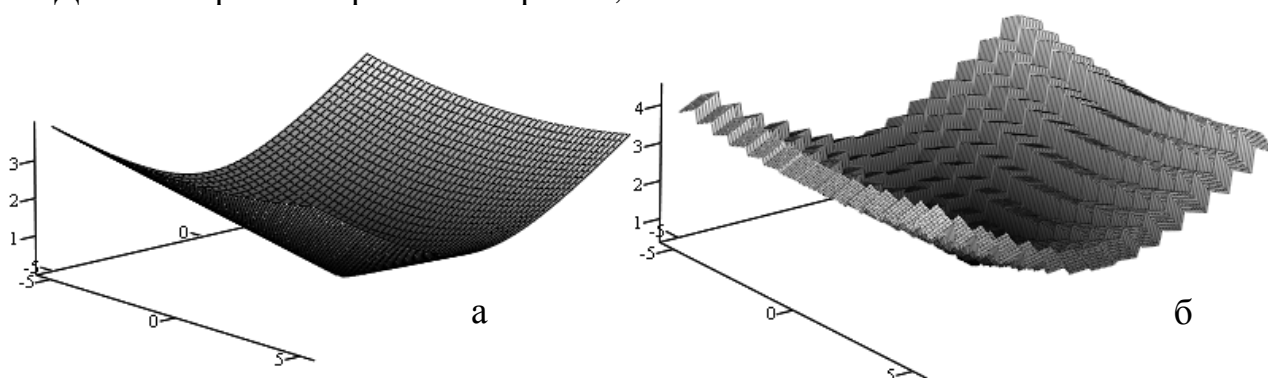


Рис. 2. Результат розрахунку корпусу, де: а – зовнішня поверхня, б – внутрішня поверхня

Відстань між поверхнями 5 мм, розмір корпусу 105x105 мм², фокусна відстань 200 мм. Розмір сегменту був обраний з конструктивних міркувань і становить 7x7 мм². Матеріал корпусу - поліетилен з високою щільністю (HDPE - High-density polyethylene) [6] з показником заломлення 1,54. Результати розрахунку і тривимірного моделювання представлені на рис. 2.

Висновки

У даному дослідженні було запропоновано метод проектування лінзи Френеля на поверхні довільної форми. Встановлено, що така лінза складається з плоских квадратних сегментів, центри яких розташовані на внутрішній поверхні корпусу приладу. Одиничний нормальний вектор кожного сегменту описується рівнянням (5).

Для підвищення якості зображення таких лінз, замість плоских, можна використовувати сегменти іншої форми (зокрема сферичної), однак розрахунок таких сегментів викликає певні труднощі, пов'язані з узгодженням їх геометричних параметрів з зовнішньою поверхнею корпусу приладу.

Література

1. Fang Jian-Shuen Path-dependent human identification using a pyroelectric infrared sensor and Fresnel lens arrays / Jian-Shuen Fang, Qi Hao, David J. Brady, Mohan Shankar, Bob D. Guen-

- ther, Nikos P. Pitsianis, Ken Y. Hsu // OPTICS EXPRESS. – 2006. – V. 14, № 2. – P. 609-616.
- Jing Lei Design of Novel Compound Fresnel Lens for High-Performance Photovoltaic Concentrator / Lei Jing, Hua Liu, Huifu Zhao, Zhenwu Lu, Hongsheng Wu, He Wang, Jialin Xu // International Journal of Photoenergy. – 2012.
 - Kim Byungwook Reverse functional design of discontinuous refractive optics using an extended light source for flat illuminance distributions and high color uniformity / Byungwook Kim, Hokwan Kim, Shinill Kang // OPTICS EXPRESS. – 2011. – V. 19, № 3. – P. 1794-1807.
 - Chen Fei Design method of high-efficient LED headlamp lens / Fei Chen, Kai Wang, Zong Qin, Dan Wu, Xiaobing Luo, Sheng Liu // OPTICS EXPRESS. – 2010. – V. 18, № 20. – P. 20926-20938.
 - Chen Fei Design of compact freeform lens for application specific light-emitting diode packaging / Fei Chen, Kai Wang, Zong Qin, Dan Wu, Xiaobing Luo, Sheng Liu // OPTICS EXPRESS. – 2010. – V. 18, № 2. – P. 413-425.
 - Erismann F. Design of a plastic aspheric Fresnel lens with a spherical shape / Fernando Erismann // Optical Engineering. - 1997. - Vol. 36, № 4. - P. 988-991.
 - Голюк І. В. Проектування пластикових лінз Френеля зі сферичним профілем / І. В. Голюк, В. Г. Колобродов, Є. Г. Балінський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 1. – С. 66 – 70.

*Надійшла до редакції
01 жовтня 2014 року*

© Голюк І. В., Колобродов В. Г., 2014

УДК 681.2:535.853

**ПІДГРУНТЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАНДАННИХ ЗОН
АБСТРАКТНОЇ СУТНОСТІ.
ЧАСТИНА 1. ОСНОВНІ ТИПИ ПАНДАННИХ ЗОН**

Скицюк В. І., Клочко Т. Р.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

klotchko@psf.ntu-kpi.kiev.ua

У роботі йдеться про засади визначення впливу зовнішніх подразників на зміни, які відбуваються в структурах взаємодії об'єктів як абстрактних сутностей (АС) у процесі їх життєдіяльності, зокрема біотехнічних об'єктів (БТО), фармакологічних речовин, впливу фізичних полів обладнання тощо.

Внаслідок проведених досліджень запропоновано засадні поняття щодо теоретичних підходів до технології інформаційної діагностики стану БТО, що базуються на визначенні панданних зон (ПЗ) кожної АС за умови певної взаємодії, яка супроводжується певними змінами їх польових структур. Надано класифікацію панданних зон АС. Результати досліджень можуть бути покладені в основу принципів застосування новітніх систем технічних, біологічних і медичних досліджень та діагностики або систем іншого призначення, тобто враховується вплив випромінювання медичного або технічного обладнання, а також лікарських засобів, які діють на об'єкт.

Ключові слова: панданна зона, об'єкт, абстрактна сутність.

Вступ. Постановка проблеми

Визначення плинного стану об'єкта будь-якого походження, тобто технічного або біологічного, під час його діяльності досі залишається актуальною пробле-