

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. Т. ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

---

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІРОВАНИХ  
ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ  
МІКРОІНТЕРФЕРОМЕТРА  
ЛІННИКА

---

*Автор:*

Холоімов Валерій

31 марта 2021 г.

# 1 Вступна частина

**Мета роботи:** ознайомлення з конструкцією мікроінтерферометра та з інтерференційним методом контролю якості полірованих поверхонь

**Прилади:** мікроінтерферометр Лінника, зразок

## *Теоретичні відомості*

Для контролю за чистотою обробки поверхонь високого класу точності, для вимірювання товщин плівок, тощо В. П. Лінник у 1938 році розробив прилад, який являє собою комбінацію інтерферометра і мікроскопа. Цей прилад дістав назву мікроінтерферометра.

Основну ідею інтерференційного способу контролю якості поверхні можна зрозуміти з рис. 1а, на якому подано принципову оптичну схему інтерферометра Майкельсона. Розглянемо деякий промінь М, що падає на напівпрозору посріблену пластинку П1, де він розділяється на два промені 1 і 2. промінь 1 проходить через плоскопаралельну пластинку П2, роль якої пояснюється нижче, а потім, відбиваючись від дзеркала  $Z_1$  та знову від посрібленої поверхні пластинки 1, поширюється в напрямку спостереження. Промінь 2 після виходу із світлороздільної пластинки 1 досягає дзеркала  $Z_2$ , відбивається і також поширюється в напрямку спостереження. Промені 1 і 2 є когерентними, оскільки виникли з одного вихідного променя. Різниця ходу між ними визначається різницею оптичних довжин плечей інтерферометра (плечима інтерферометра називаються віддалі від точки поділу променя М на промені 1 та 2 до дзеркал приладу  $Z_1$  та  $Z_2$ ).

Промінь 1 проходить через пластинку 1 один раз, а промінь 2- тричі. Легко переконались, що внаслідок цього між променями 1 і 2 виникає різниця ходу  $\Delta = 2dncos(\theta)$ , де  $d$ - товщина пластинки,  $n$ - показник заломлення пластинки,  $\theta$  - кут заломлення світла в пластинці. Щоб інтерферометр працював в області низьких порядків інтерференції, необхідно компенсувати вказану різницю ходу. Слід зауважити що ця різниця ходу залежить від довжин хвилі світла, внаслідок дисперсії показника заломлення матеріалу пластинки  $n$ . Однозначна компенсація для всіх довжин хвиль досягається розміщенням на шляху променя 1 плоскопаралельної пластинки 2 такої ж товщини, як 1 і виготовленої з того самого матеріалу. Цілком зрозуміло, що пластинка 2 необхідна лише в приладах, призначених для роботи в білому світлі.

Простою побудовою зображення одного із дзеркал ( $Z_1$  та  $Z_2$ ) в напівпрозорому дзеркалі світлороздільної пластинки 1 можна переконались, що це зображення в загальному випадку утворює кут  $\phi$  з другим дзеркалом.

Поверхні дзеркал (дійсна та уявна) утворюють повітряний клин. Відомо, що при освітленні такого клина паралельним пучком світла можна спостерігати так звані смуги рівної товщини. Звичайно в такому інтерферометрі одне із дзеркал ставлять перпендикулярно до оптичної осі приладу, а повітряний клин утворюється внаслідок невеликого відхилення другого дзеркала від перпендикулярного положення. Хід променів поблизу повітряного клина подано на з цього малюнка видно, що точка перетину променя 1 з продовженням променя 2 лежить на поверхні дзеркала  $Z_1$ . Це означає, що саме в цій площині локалізована інтерференційна картина. Таким чином, спостерігаючи цю картину смуг рівної товщини можна, розглядаючи площину дзеркала  $Z_1$  безпосередньо оком або з допомоги лупи, мікроскопа, тощо. Смуги рівної товщини в клині мають форму рівновіддалених прямих ліній, паралельних до ребра клина. При спостереженні в білому світлі на лінії, по якій перетинаються поверхні  $Z_1$  та  $Z_2$ , спостерігається незабарвлена смуга нульового порядку ( $\Delta = 0$ ). При контролі якості поверхні замість одного із дзеркал використовують досліджувану поверхню. В місцях виступів або западин різниця ходу, обумовлена товщиною клина в деякому місці,

змінюється, що призводить до викривлення інтерференційних смуг в той чи інший бік відносно смуги нульового порядку

Величина нерівностей визначається за формулою:

$$t = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{a}{b}$$

де  $b$  - відстань між інтерференційними смугами,  $a$  - величина викривлення інтерференційних смуг,  $\lambda$  - довжина хвилі світла.

Оскільки при дослідженні якості обробки поверхонь високого класу точності дефекти мають дуже малі розміри, то досліджувану поверхню разом з локалізованою на ній інтерференційною картиною необхідно розглядати з великим збільшенням, наприклад, за допомогою мікроскопа.

### ***Порядок виконання роботи***

Оскільки в даному приладі виміри проводяться в білому світлі, для якого середня довжина хвилі  $\lambda = 0,55$  мкм, то глибина нерівності

$$t = 0,27 \cdot \frac{a}{b}$$

При роботі в білому світлі всі вимірювання проводяться по двох чорних смугах. Для більшої точності вимірів слід наводити перехрестя ниток не на край, а на середину смуги. Величину інтервалу між смугами виражають в поділках барабана гвинтового окулярного мікрометра. Перший відлік  $N_1$  роблять по шкалі мікрометра, коли одна з ниток перехрестя рухомої сітки наведена на середину смуги. Потім суміщають цю ж нитку з серединою будь-якої іншої смуги і роблять відлік  $N_2$ . При цьому необхідно визначити число інтервалів  $n$  між смугами. Величину згину смуг також виражають в поділках барабана гвинтового окулярного мікрометра.

Одну з ниток перехрестя суміщають з серединою смуги і поводять відлік  $N_3$  по шкалі і барабану окулярного мікрометра, потім нитку перехрестя суміщають з тією ж смугою в місці згину і додержують другий відлік  $N_4$ . Вираз згину смуги в долях інтервалу між смугами має вигляд:

$$\Delta N = \frac{N_3 - N_4}{N_1 - N_2} \cdot n$$

## 2 Практична частина

### *Визначення глибини*

N1	N2	N3	N4	t
4,43	4,75	4,43	3,27	9,79E-07
4,86	5,15	4,86	3,21	1,54E-06
3,29	3,51	3,29	2,85	5,40E-07
4,35	4,6	4,35	3,7	7,02E-07

У данній лабораторній роботі ми визначали змінну, що не має певного значення, тому ми не можемо визначити теоретичне відхилення, чи порівняти з теоретичним значенням.

**Похибку у роботі обчислюємо наступним чином:**

$$\Delta t = \frac{\lambda}{2} \cdot 0,1 = 0,027$$

## 3 Висновок

У данній лабораторній роботі ми навчились користуватися мікроінтерферометра Лінника. Визначили глибину прорізу на пластинки за його допомогою.