

УДК 621.373.826:539.122

ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНИХ ДОПЛЕРІВСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВІБРОМЕТРІЇ

Сологуб М.К.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ФОЕТ
м. Харків, Україна

тел.+380665063229 e-mail: mykyta.solohub@nure.ua

A variety of uses for the Doppler effect, its application in practice and theory, are considered. Changing the frequency and, accordingly, the wavelength of the radiation are perceived by the observer (receiver) due to the movement of the radiation source relative to the observer. Basics of the self-mixing laser Doppler vibrometry are considered. This technique is used for miniaturization of the laser Doppler vibrometry systems.

Лазерна доплерівська вібретрія (ЛДВ) може бути реалізована на різних платформах фотонних інтегральних схем, доступних сьогодні. Найпопулярніші платформи включають кремній на ізоляторі, GaAs, InP, ніобат літію, планарну світлохвильову схему на основі кремнезему, нітрид кремнію та полімери [1–5]. На цих платформах світло не поширюється у вільному просторі, а спрямовується за допомогою дуже компактних одномодових хвилеводів. Типовий розмір поперечного перерізу хвилеводу становить 450×220 нм. Ці невеликі хвилеводи можна зігнути до дуже малого радіуса без значних оптичних втрат. У результаті площа інтегральних схем може бути значно зменшена.

В даній роботі розглядається застосування лазерних доплерівських технологій для формування удосконалених компактних вібретрів. Наразі розробляються кілька шляхів такого удосконалення. Одним з найбільш перспективних представляється застосування ЛДВ із самозмішуванням.

ЛДВ із самозмішуванням використовує техніку інтерференції, відмінну від стандартної ЛДВ. Техніка називається лазерною інтерферометрією зі зворотним зв'язком або інтерферометрією з оптичним зворотним зв'язком. Типовий датчик ЛДВ із самозмішуванням має простішу конфігурацію порівняно зі стандартним. Він складається лише з двох основних компонентів (рис. 1): лазерного діода та фотодіода, який розміщується поруч із лазером і детектує його оптичну потужність.

При вимірюваннях лазерний промінь від вібретра спрямовується на мішень, а відбите від неї світло знову повертається в лазер. В результаті відбувається збурення в резонаторі лазера, що призводить до зміни параметрів лазера, які можуть бути виміряні за допомогою фотодіоду. Наприклад, оптичної потужності.

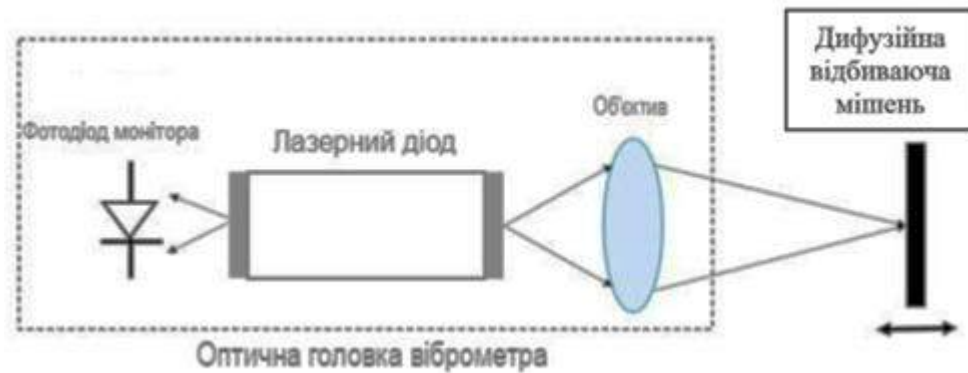


Рисунок 1 – Типова конфігурація самозмішувального ЛДВ.

Однак сигнали, отримані приймальним пристроєм вібрметра із самозмішуванням набагато складніші, ніж сигнали стандартних ЛДВ пристроїв. Одним з характерних явищ самозмішувальної системи ЛДВ є залежна від напрямку розповсюдження сигналу форма зуба пилки в контрольному сигналі.

Слід зазначити, що режим роботи ЛДВ із самозмішуванням багато в чому визначається рівнем оптичного зворотного зв'язку в системі. Зазвичай використовуються три режими роботи таких пристроїв, які характеризуються слабким, помірним та сильним оптичним зворотнім зв'язком. При подальшому підвищенні потужності відбитого від мішені сигналу система не може працювати в режимі із самозмішуванням. Для роботи в цьому режимі потужність відбитого сигналу повинна бути зменшена більш ніж на 35 дБ відносно первинного сигналу, що подається на досліджуваній об'єкт.

Список використаних джерел:

1. Drain, L. E. (1980). *The Laser Doppler Technique*. John Wiley & Sons.
2. Valisuo, P. (2015). Optical methods for assessing skin flap survival. In I. Meglinski (Ed.), *Biophotonics for Medical Applications* (pp. 331–346). Woodhead Publishing Series in Biomaterials.
3. Li, Y., Dieussaert E., & Baets, R. (2022). Miniaturization of laser Doppler vibrometers—A Review. *Sensors*, 22(13), 4735. <https://doi.org/10.3390/s22134735>
4. Smit, M. (2019). Past, present, and future of InP-based photonic integration. *APL Photonics*, 4(5), 050901. <https://doi.org/10.1063/1.5087862>
5. Li, Y., & Baets, R. (2013). Homodyne laser Doppler vibrometer on silicon-on-insulator with integrated 90 degree optical hybrids. *Optics Express*, 21(11), 13342-13350. <https://doi.org/10.1364/OE.21.013342>