



## Мархабаева А.А. Материалдардың сапасын бұзбай бақылау.

### Материалтану және жаңа материалдар технологиясы

#### Лекция 6-7

**Лекцияның мақсаты: Оптикалық әдістің негізгі сұрақтары. Жарықтың көзі. Негізгі оптикалық құрылғылар. Оптикалық сәуленің бірінші түрлендіргіштері. Визуальді оптикалық бақылау. Эндоскоптар. Фотометрлік әдістер. Интерференциялық әдіс арқылы бақылау. Голографиялық әдістермен танысу.**

Оптикалық бұзбай бақылау әдісі оптикалық сәуленің затпен әсерлесу параметрлерін тіркеу арқылы жүзеге асады. Тіркелетін параметрлер: амплитуда, фаза, поляризация дәрижесі, жарықтың зат арқылы өту уақыты, жиілік, жарықтың сыну және шағылу геометриясы.

Оптикалық сәуле дегеніміз тоқын ұзындығы  $10^{-3} - 10^3$  мкм аралығында жататын электромагниттік сәулені айтамыз, соның ішінде ультрафиолетті  $10^{-3} \dots 0,38$ , көрінетін жарық  $0,38 \dots 0,78$  және инфрақарақызыл  $0,78 \dots 10^3$  мкм аумақтарын бөліп көрсетуге болады.

#### Оптикалық сәуленің затпен әсерлесуі

Оптикалық сәуленің пайда болуы зарядталған бөлшектердің (электрондар, иондар, молекулалар, атомдар) қозғалысынан болады.

Заряд тасушылардың жоғары қабаттан төмен қабатқа дискретті және индуктрленген ауысулары жарық кванттарының шығуына әкеліп соғады. Фотон энергиясы

$$E = h\nu \quad (1)$$

$h = 6,62 \times 10^{-34}$  Дж · с – планк тұрақтысы,  $\nu$ - сәулеленудің жиілігі (Гц).

Оптикалық сәуленің затта таралуы келесі формуламен беріледі

$$\nu = \frac{c}{n} \quad (2)$$

$n = \sqrt{\varepsilon\mu}$  - ортаның сыну көрсеткіші ( $\varepsilon$  – ортаның диэлектрлік өтімділігі;  $\mu$  – ортаның магниттік өтімділігі),  $c$  = жарықтың вакуумде таралу жылдамдығы.

Сәуле мен заттың әсерлесуінің физикалық негіздері бірлік параметр – комплексті сыну көрсеткішімен сипатталады.

$$N = n - i k \quad (3)$$

$k$  – оптикалық сәуленің өшу коэффициенті. Комплексті сыну көрсеткіші температураға, түскен сәуленің жиілігіне, кернеуге тәуелді. Комплексті сыну көрсеткішіне байланысты:

- Өте жұтқыш материалдар  $k > 10$  – металдар;
- Әлсіз жұтатын материалдар  $k < 0,01$  – газ, су, кейбір әйнектер;



### Мархабаева А.А. Материалдардың сапасын бұзбай бақылау.

#### Материалтану және жаңа материалдар технологиясы

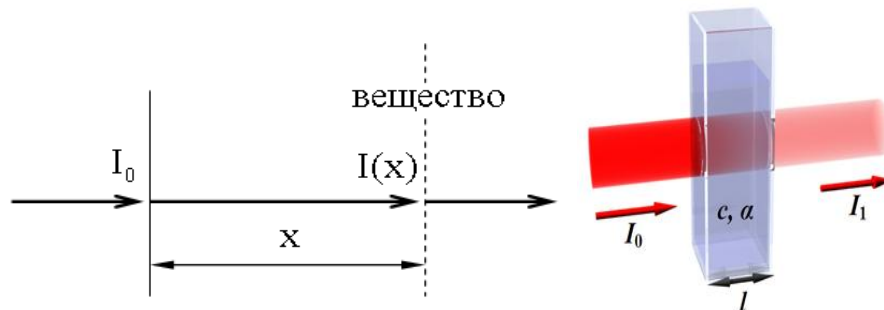
- $0,01 \leq k \leq 0,1$  аралықта жататын заттар –жартылайөткізгіштер;

Спектралдық қасиеттері бойынша материалдар металдар, диэлектриктер, жартылайөткізгіштер болады. Металдардың инфрақызыл облысында шашыратқыш, ультракүлгін облысында шығарғыш (излучающие) қасиеттері жоғары. Жартылайөткізгіштердің ультракүлгін облысында жұтқыш қасиеттері жоғары және олардың оптикалық қасиеттері температураға тәуелді болады. Диэлектриктерде спектрдің кең диапазонында мөлдір зоналар байқалады.

Оптикалық сәуленің затпен әсерлесуі кезінде жұтылу, шағылу, шашырау және сыну байқалады. Оптикалық сәуленің шағылуы деп екі ортаның шекарасына жарық толқыны түскен кезде оның бірінші ортаға қайтып оралуын айтады.

Жарықтың жұтылуы дегеніміз жарық затпен әсерлескенде энергиясының бір бөлігінің заттың ішкі энергиясына айналуын айтады. Жарық орта арқылы өткенде оның интенсивтілігі экспоненциал заңымен азаяды

#### Бугер заңы



$$I(x) = I_0 e^{-\alpha x}$$

Жарықтың шашырауы дегеніміз оның бағытының таралуының өзгеруі.

Рэлей шашырауы жарықтың жиілігінің өзгеріссіз шашырауы, көбіне жарықтың толқын ұзындығы атом өлшемдерінен үлкен болса байқалады. Егер де жарықтың толқын ұзындығынан атом өлшемдері кіші болса Тиндаль шашырауы (көбіне бұлыңғыр орталарда байқалады), ал егер тең болса Ми шашырауы деп аталыды.



### **Мархабаева А.А. Материалдардың сапасын бұзбай бақылау.**

#### **Материалтану және жаңа материалдар технологиясы**

Жарықтың электронда шашырауы – Комптон, молекулада шашырауы – комбинациялық (Рамандық), ортаның флуктуациялық тығыздығында шашырауы – Мандельштам – Бриллюэн шашырауы (серпімсіз) деп аталады.

Жарықтың сынуы екі мөлдір ортаның шекарасынан өткенде жарықтың бағытының ауытқуын айтады.

$$\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n_{21} \quad (4)$$

Сыну көрсеткіші заттың табиғатына, сытқы әсерлерге, температура, жарықтың толқын ұзындығына байланысты болады.

Жарықтың дисперсиясы дегеніміз сыну көрсеткішінің жарықтың толқын ұзындығына тәуелділігін айтады.

#### **Оптикалық бұзбай бақылау арқылы байқалатын ақаулар**

Оптикалық бұзбай бақылау кезінде қатты дененің біркелкілігінің бұзылуы, порлардың пайда болуы, материалдардың құрылымдарының өзгеруін, ішкі кернеу, сызаттар, геометриялық өлшемдерінің ауытқуын зерттеуге болады. Ішкі ақаулар тек мөлдір материалдарда байқалады.

Сыртқы әдіс оптикалық жүйе (линза, призма, айна, лупа т.б) қолдана отырып қатты дененің беткі ақауларын зерттеуге арналған.



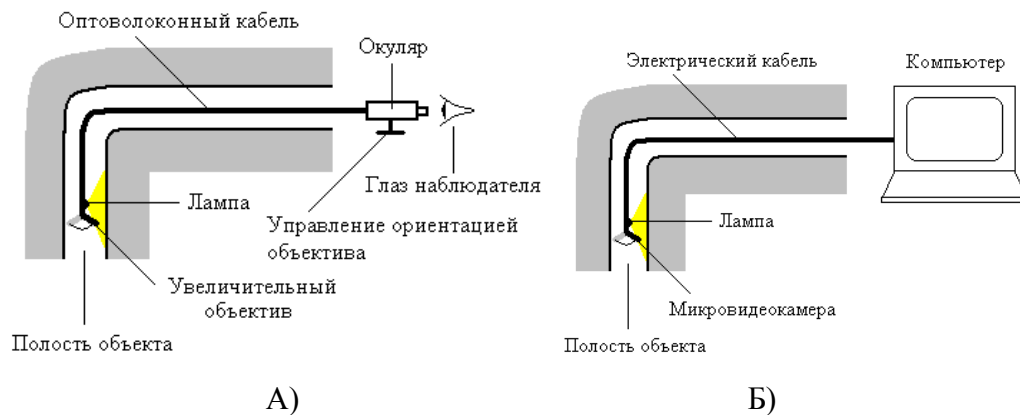
Эндоскопиялық әдіс эндоскоп арқылы жүзеге асады. Эндоскоптар дегеніміз талшықты және линзалы оптика негізінде жасалған механикалық құрылғылы қарау



## Мархабаева А.А. Материалдардың сапасын бұзбай бақылау.

### Материалтану және жаңа материалдар технологиясы

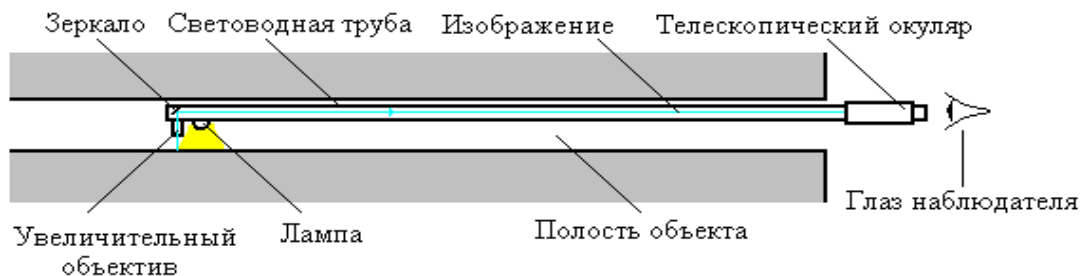
приборлары. Қазіргі уақытта видеоэлектрониканың дамуына байланысты микровидеокамералар мен компьютерден тұрады. Эндоскоптар машина жасайтын цехтарда, авиациялық космоста, машина өндірістерінде, электр және атом станцияларында, химия және мұнай өндірістерінде бөлшектердің, трубалардың, двигателдердің қол жетпейтін қуыстарын, ядролық реакторларды бөлшектемей ішкі қуыстарын, химиялық реакция жүретін камералардың беттік ақауларын бақылауға мүмкіндік береді.



Сурет 1. Эндоскопиялық әдісі арқылы қисайған қуыстарды бақылау

А) Опоталшық эндоскоптары арқылы, Б) компьютерлі эндоскоп арқылы

Перископиялық әдіс ұзын жіңішке қуыстарды анықтауға мүмкіндік береді. Перископтар дегеніміз линзалы оптика мен жарық трубаларының негізінде жасалған қарау приборлары. Мысалы осы прибор арқылы энергетикада бу турбиналарын бақылайды. Жарық трубаларының ұзындығы 6 м -ге дейін барады.



Сурет 2. Түзу сызықты қуысты перископиялық әдіспен бақылау

Сызықты өлшемдерді өлшеуге арналған келесі құралдар кеңінен таралған.

**Оптиметрлер** –оптикалық механикалық рычагты қолдана отырып сызықты өлшемдерді анықтауға мүмкіндік беретін прибор. Өлшеу инструменттерінің және машина бөлшектерінің пішіндерінің ауытқуын көрсету үшін қолданылады.



## Мархабаева А.А. Материалдардың сапасын бұзбай бақылау.

### Материалтану және жаңа материалдар технологиясы

**Длинометрлер** – жоғары нақты шкаласы бар өлшеуіш элементтен тұратын оптикалық өлшеу приборы. Заманауи длинометрлердің есептегіш құрылғысын дифракциялық тор негізінде жасайды, бұл 0,2 мкм ауытқумен өлшеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар қазіргі длинометрлер ЭВМ машиналарымен қамтамасыз етілген, сондықтан өлшеу үрдістерін және нәтижелерін өңдеуге болады.

**Интерферометры** – интерференция құбылысын қолданатын оптикалық приборлар. Жарықтың интерференциялануы кезінде интерференциялық картинка спектралдық сызықтар береді. Объектінің өлшемін зерттеу кезінде прибордың қабылдағыш элементі интерференциялық картинканың шкаладан ауытқуын көрсетеді. Сонымен қатар лазерлі интерферометрлер болады, лазердің ең бірден бір артықшылығы жоғары қуатты жіңішке жарықтың шоқтарын алуға мүмкіндік береді.

### Жарықтың көздері.

- Қыздыру лампасы;
- Галогендік лампалар;
- Газразрядты лампалар;
- Жарықшығарғыш диодтар светодиод.





Аль Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
Физика техникалық факультеті  
Қатты дене және бейсызық физика кафедрасы  
8 (727) 377-34-12  
Сайт: <http://www.kaznu.kz>

**Мархабаева А.А. Материалдардың сапасын бұзбай бақылау.  
Материалтану және жаңа материалдар технологиясы**