

3.2.6. Interferencja w świetle białym

Dla szerokiego przedziału widma $\Delta\lambda$ zgodnie z zależnościami (3.45) i (3.46) kontrastowe prążki obserwować można tylko dla małych rzędów interferencji. Jeżeli $\Delta\lambda$ jest porównywalne z długością fali, wtedy zmiana intensywności największa w pobliżu rzędu zerowego szybko maleje z jego wzrostem i po kilku rzędach całkowicie zanika. Szybka zmiana amplitudy oscylacji uniemożliwia dokładny opis pola interferencyjnego za pomocą kontrastu i konieczne jest wtedy wyznaczenie rozkładu intensywności w obszarze jej zmian. Z zależności (3.34) i (3.31) dla światła monochromatycznego i współczynnika podziału energii $\psi = 1$ rozkład intensywności w polu interferencyjnym można przedstawić równaniem

$$I_A = 4 I_{0\lambda} \cos^2 \pi \frac{\Delta L}{\lambda_0}$$

gdzie ΔL — jest różnicą dróg optycznych.

Jeżeli źródło emituje pewien ciąg promieniowań monochromatycznych, wówczas z uwagi na brak koherencji między nimi wystarczy sumować tylko ich intensywności w polu pochodzące od każdego z elementów ciągu i teraz dla ciągłego rozkładu widmowego źródła reakcja R_A odbiornika umieszczonego w p. A wyniesie

$$R_A = 4 \int_{\lambda_{01}}^{\lambda_{02}} I_{0\lambda} i_{\lambda} \tau_{\lambda} \cos^2 \pi \frac{\Delta L}{\lambda_0} d\lambda_0 \quad (3.66a)$$

gdzie:

i_{λ} — gęstość monochromatyczna reakcji odbiornika,

τ_{λ} — współczynnik przepuszczania filtru selektywnego znajdującego się między źródłem i odbiornikiem.

Wpływ źródła i filtru na rozkład rejestrowanej intensywności można było pominąć dla światła quasimonochromatycznego, ponieważ w tak wąskim przedziale usprawiedliwione było założenie, że i_{λ} i τ_{λ} jest stałe. Tu ich wpływ może być decydujący i np. z wyrażenia (3.66a) wynika, że warunkiem obserwacji zjawiska interferencji dla wysokich rzędów nie musi być stosowanie źródła światła monochromatycznego, wystarcza zastosowanie filtru o odpowiednio wąskiej charakterystyce spektralnej (np. filtru interferencyjnego) lub takiej kombinacji charakterystyk źródła, filtru i odbiornika, aby iloczyn $I_{0\lambda} i_{\lambda} \tau_{\lambda}$ miał wartości niezerowe w odpowiednio wąskim przedziale widma.

W przypadku, gdy dla interferujących promieni występuje różnica skoków fazy π , jak to jest np. w płytkach, wówczas równanie (3.66a) przyjmie postać

$$\begin{aligned} R_A &= 4 \int_{\lambda_{01}}^{\lambda_{02}} I_{0\lambda} i_{\lambda} \tau_{\lambda} \cos^2 \pi \left(\frac{\Delta L}{\lambda_0} + \frac{1}{2} \right) d\lambda_0 = \\ &= 4 \int_{\lambda_{01}}^{\lambda_{02}} I_{0\lambda} i_{\lambda} \tau_{\lambda} \sin^2 \pi \frac{\Delta L}{\lambda_0} d\lambda_0 \end{aligned} \quad (3.66b)$$

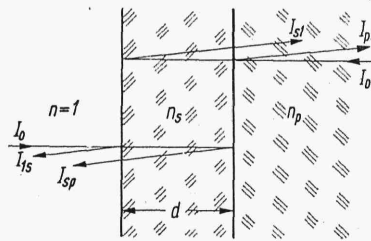
Dla ustalonych charakterystyk elementów składowych, a więc znanych $I_{0\lambda}$, i_{λ} i τ_{λ} , zgodnie z zależnościami (3.66) reakcja odbiornika zależy tylko od różnicy dróg optycznych ΔL , co może być podstawą pomiaru tej wielkości. Opis tego rozkładu jest jednak diametralnie różny dla układu

ze skokiem i bez skoku fazy, np. jeżeli w granicy $\Delta L = 0$ wówczas w układzie bez skoku fazy ze wzoru (3.66a) $R_A = 4 \int I_{02} i_1 \tau_2 d\lambda_0$ i występuje wtedy prążek jasny, natomiast ze skokiem ze wzoru (3.66b) $R_A = 0$ i prążek jest ciemny.

Jeżeli odbiornikiem jest oko, to oprócz wrażenia zmiany intensywności, odczuwa ono również zmianę barwy, gdyż dla $\Delta L \neq 0$ wartości $\cos \pi \Delta L / \lambda_0$ i $\sin \pi \Delta L / \lambda_0$ przybierają różne wartości dla różnych długości fali i występuje sumowanie w różnych proporcjach poszczególnych części widma. Dla danego rozkładu widmowego źródła każdej wartości ΔL przyporządkowana jest jednoznacznie określona barwa. Dla światła białego opracowane są barwne tablice dla układu ze skokiem i bez skoku fazy, które pozwalają ocenić różnice dróg optycznych ΔL bez potrzeby pomiaru intensywności, a więc np. mierzyć grubości cienkich warstw. W układzie bez skoku fazy po raz pierwszy dla $\Delta L = 0,28 \mu\text{m}$, w układzie ze skokiem dla $\Delta L = 0,56 \mu\text{m}$ i potem cyklicznie co $0,56 \mu\text{m}$ o coraz mniejszym nasyceniu pojawia się tzw. *czuła barwa* (purpurowa), która przy niewielkiej zmianie drogi (rzędu $0,01 \mu\text{m}$) przechodzi w inną barwę, co wykorzystywane jest do podniesienia dokładności wizualnej metody pomiaru (np. przy pomiarze naprężeń w szkłe).

3.2.7. Cienkie warstwy

Nakładając na pewnym podłożu np. na soczewce ze szkła, przez naporowanie kilka warstw dielektrycznych o odpowiednio dobranych współczynnikach załamania i grubościach można w sposób zamierzony zmniejszyć lub powiększyć współczynnik odbicia (a więc i związaną z tym przepuszczalność) w różnych częściach widma promieniowania padającego na wspomniany element. Zmniejszenie odbicia jest szczególnie ważne przy budowie bardziej złożonych układów optycznych, składających się niekiedy z kilkunastu i więcej powierzchni o skokowej zmianie współczynnika załamania. Na każdej z nich (p. 3.1.3) odbija się od 4 do 10% energii, która nie tylko zmniejsza ilość światła docierającego do odbiornika, ale także przez powtórne odbicie tworzy światło rozproszone obniżające kontrast obrazu. Dla przykładu zostaną tu omówione własności pojedynczej warstwy przeciwodblaskowej. Szersze omówienie tematu można znaleźć w [2], [3].



Rys. 3.22

Niech na podłożu o współczynniku załamania n_p (rys. 3.22) położona jest warstwa o grubości d i współczynniku załamania n_s , przy czym $n_p > n_s > 1$. Pomijając wtórne odbicia, które dla małych kątów padania będą miały niewielki wpływ, światło wchodzące lub wychodzące zostanie czę-