Zobrazovací vady čoček

U skutečných (reálných) čoček dochází při zobrazení k řadě vadám. Ty mají příčinu v různých jevech:

1. tloušťku čočky nelze vždy zanedbat
2. index lomu závisí na frekvenci použitého světla
3. zobrazení na kulových plochách není kolineární
4. ...

Zobrazovací vady (aberace) se projevují např. tím, že:

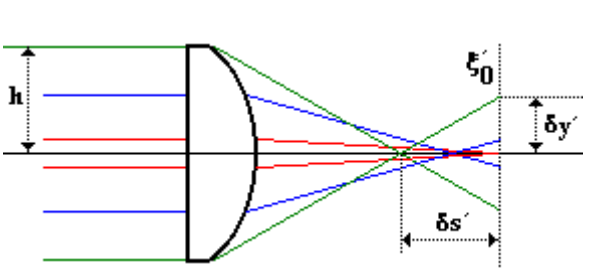
1. paprsky vycházející z jediného bodu předmětu se po průchodu soustavou neprotnou v jednom bodě - obrazem bodu je ploška (navíc ještě s nerovnoměrným rozložením osvětlení)
2. obrazem úsečky není úsečka, ale část křivky
3. obrazem roviny kolmé k optické ose není rovina ale rotační plocha

Odchylky (aberace) od ideálního zobrazení se dělí na:

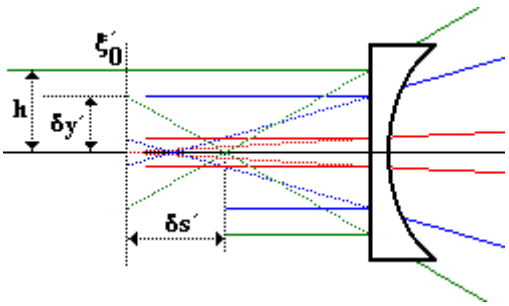
1. monochromatické - vyskytují se v soustavě i při průchodu monochromatického světla (otvorová, koma, astigmatismus, zkreslení obrazu); tyto vady se mohou vyskytnout i při průchodu barevného světla soustavou
2. barevné (chromatické) - jsou způsobeny rozkladem bílého (obecně barevného) světla v soustavě

V praxi se můžeme setkat s těmito vadami:

1. otvorová - čím dále od optické osy bude paprsek rovnoběžný s optickou osou, tím blíže od čočky bude paprsek prošlý čočkou protínat optickou osu (viz obr. 111 pro spojku a obr. 112 pro rozptylku). Tedy s rostoucí dopadovou výškou *h* se průsečík paprsku s optickou osou vzdaluje paraxiálnímu ohnisku, což se v paraxiální obrazové rovině ξ_0' projeví tím, že obrazem bodu není bod, ale rozptylový kroužek. Míru této vady vyjadřuje závislost $\delta_s' = f(h)$ pro podélnou otvorovou vadu nebo závislost $\delta_y' = f(h)$ pro příčnou otvorovou vadu. Otvorová vada je nezávislá na zorném poli a roste se třetí mocninou průměru relativního otvoru. Tuto vadu lze omezit jednoduchým zúžením svazku paprsků (např. kruhovou clonou, ...).



Obr. 111

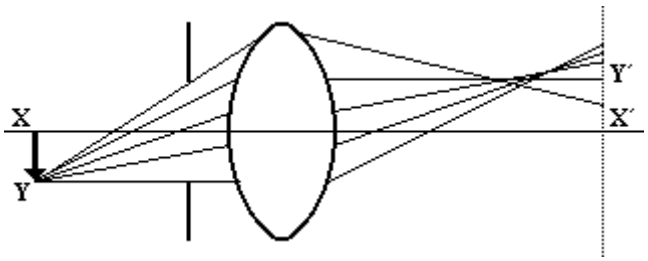


Obr. 112

Příčinou vzniku této vady je fakt, že paprsky vzdálené od optické osy už nejsou v paraxiálním prostoru.

2. koma - vzniká při zobrazení širokými mimoosovými svazky paprsků. Obrazem bodu v tom případě je protáhlá ploška s nerovnoměrným rozložením intenzity světla (viz obr. 113). Míra této vady se udává vzdáleností průsečíku krajních paprsků od hlavního paprsku v rovině kolmé k optické ose.
3. astigmatismus - vzniká při zobrazení úzkými šikmými paprsky a projevuje se tím, že krajní paprsky ve dvou kolmých rovinách (rovina nákresny (rovina tangenciální,

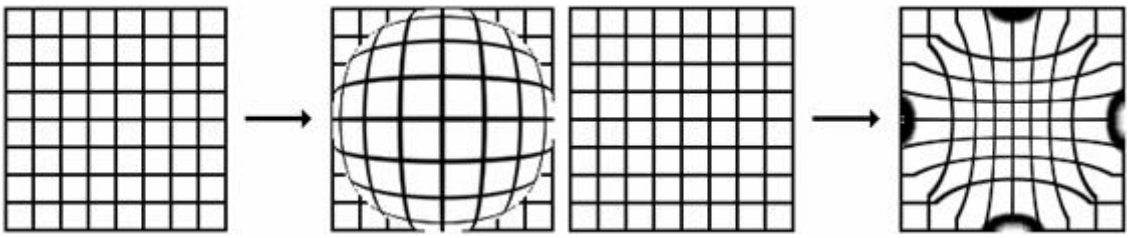
meridionální) a rovina k ní kolmá (rovina sagitální)) se protnou s hlavním paprskem ve dvou různých bodech. Obrazem roviny kolmé k optické ose je tedy rotační plocha (resp. 2 rotační plochy - v rovině tangenciální a sagitální), jejíž tečnou rovinou je paraxiální obrazová rovina. Tím dochází i k tzv. **zklenutí pole**. Astigmatismus a zklenutí pole rostou s druhou mocninou úhlu zorného pole ω.



Obr. 113

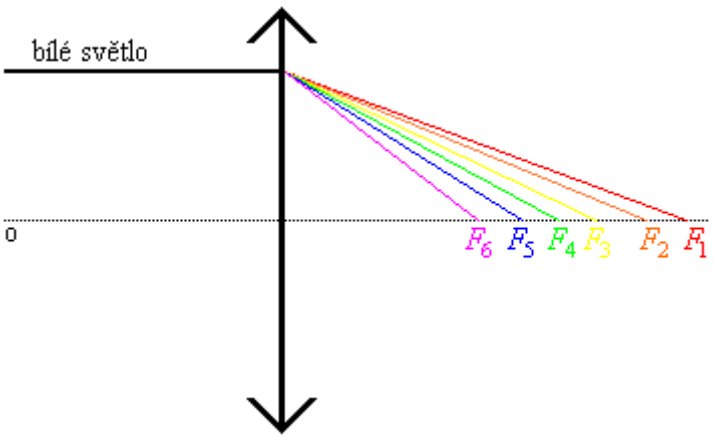
4. zklenutí (zkreslení) obrazu - předmět se při zobrazení deformuje v důsledku změny příčného zvětšení v závislosti na úhlu zorného pole ω narušením podobnosti obrazu a předmětu. Zklenutí může být dvojího druhu - buď soudkovité (viz obr. 114) a nebo poduškovité (viz obr. 115). Ke zklenutí obrazu dochází v důsledku toho, že různě vzdálené body od optické osy se zobrazují s různým zvětšením.
5. barevná - vzniká v důsledku závislosti indexu lomu na frekvenci světla. Paprsek bílého světla, který dopadá na čočku rovnoběžně s optickou osou, se při průchodu čočkou rozkládá na paprsky základních barev, které protínají optickou osu každý v jiném bodě (viz obr. 116).

Každá barva spektra má tedy „své“ ohnisko. Na obr. 116 není dodržen správný poměr vzdáleností mezi ohnisky jednotlivých barev a ani úhly lomu jednotlivých barevných složek bílého světla nejsou ve správném poměru.



Obr. 114

Obr. 115



Obr. 116

K odstranění uvedených vad se používají čočkové **multiplety** (dublety, triplety, ...), tj. několik čoček spojených dohromady. Tyto čočky jsou vytvořené ze speciálních materiálů a mají určité poloměry křivosti optických ploch, čímž vznikají takové zobrazovací vady, které se v multipletu vzájemně vykompenzují. Je dobré si uvědomit, že danou optickou mohutnost čočky lze dosáhnout různou volbou poloměrů křivosti optických ploch.

U fotoaparátů se používají speciální objektivy, které korigují barevnou vadu pro některé vlnové délky. Objektiv, který koriguje barevnou vadu pro dvě vlnové délky (pro dvě barvy spektra), se nazývá **achromatický objektiv**. U fotoaparátů koriguje tento objektiv většinou barevnou vadu pro modro-fialovou barvu a pro žlutou barvu.

Apochromatický objektiv je objektiv, který koriguje barevnou vadu čoček pro tři vlnové délky (tři barvy spektra) - většinou pro modrou, žluto-zelenou a červenou barvu.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.