

ОТСТРАНЯВАНЕ НА СТРАНИЧНОТО ЗАСВЕТЯВАНЕ В ДВУОГЛЕДАЛНА ПАНКРАТИЧНА СИСТЕМА ЗА КОЛИМАТОР

Живко Жеков

Институт за космически изследвания – Българска академия на науките

REMOVAL OF SIDE ILLUMINATION IN THE IMAGE PLANE OF A TWO-MIRROR PANCRATIC COLLIMATOR SYSTEM

Zhivko Zhekov

*Space Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: zhekovz@yahoo.com*

Key words: *side illumination, pancratic system, collimator*

Ключови думи: *странични засветявания, панкратична система, колиматор*

Abstract: Спецификата от определени задачи, решавани от Колиматор, а също и значителните светлинни загуби в оптичните материали, прилагани в кратковълновия и дълговълновия диапазон от оптичния спектър, налагат разработването на огледални и огледално-лещови системи. Достоинство на тези системи е повишеното светопропускане, малка дължина и възможност за корекция на хроматичните аберации. Единствено трябва да се обърне внимание, че при двукомпонентните панкратични системи с отражателни равнини с постоянни оптични характеристики, съществува опасност от засветяване на равнината на образа от странични лъчи – странични засветявания. В двуогледална панкратична система за Колиматор е необходимо да се изключи засветяване на равнината на образа по целия диапазон на преместване на компонентите. В процеса на разработката са изведени формули и са представени схеми, способстващи онагледяването при пресмятане на диафрагма пред двуогледална панкратична система и пресмятане на диафрагма, разположена между компонентите на двуогледална панкратична система. Резултатите от пресмятанията на диафрагма за двуогледална панкратична система са представени в табличен вид.

Резултатите от проведените изследвания на диафрагми за двуогледална панкратична система позволяват да се направи извода, че вторият способ за защита на равнината на образа от странични засветявания е за предпочитане. Той осигурява по-малки размери и по-малка стойност на изменение на дължината на диафрагмата.

Спецификата от определени задачи, решавани от Колиматор, а също и значителните светлинни загуби в оптичните материали, прилагани в кратковълновия и дълговълновия диапазон от оптичния спектър, налагат разработването на огледални и огледално-лещови системи. Достоинство на тези системи е повишеното светопропускане, малка дължина и възможност за корекция на хроматичните аберации. Единствено трябва да се обърне внимание, че при двукомпонентните панкратични системи с отражателни равнини с постоянни оптични характеристики, съществува опасност от засветяване на равнината на образа от странични лъчи – странични засветявания.

В двуогледална панкратична система за Колиматор е необходимо да се изключи засветяване на равнината на образа по целия диапазон на преместване на компонентите.

В класическите огледални системи за тази цел се прилагат цилиндрична диафрагма пред огледалната система или конусна диафрагма, закрепена на втория компонент и цилиндрична диафрагма, вместена в централното отворстие на първия компонент. Зависимостите, определящи размерите на диафрагмата трябва да отчитат преместването на компонентите и изменението на увеличението при постоянен размер на образа. При извод на съотношения ще се има предвид, че конструктивно апертурната диафрагма е разположена непосредствено пред втория компонент.

От фиг. 1 се извеждат изрази за определяне размера на цилиндричната диафрагма, разположена пред огледалната панкратична система:

$$(1) \quad D_N = \frac{1}{V} \left[2_{y'} + \frac{a_1(VD_{bx} - 2_{y'})}{P} \right]$$

$$(2) \quad L_N = -\frac{(l + a_1 - d)(D_N - 2_{y'})}{D_{ek} - 2_{y'}}$$

където D_N – диаметър на диафрагмата;

L_N – дължина на диафрагмата;

V – линейно увеличение на системата;

$2_{y'}$ – диаметър на образа;

D_{bx} – диаметър на входната зеница;

P – разстояние от предмета до входната зеница;

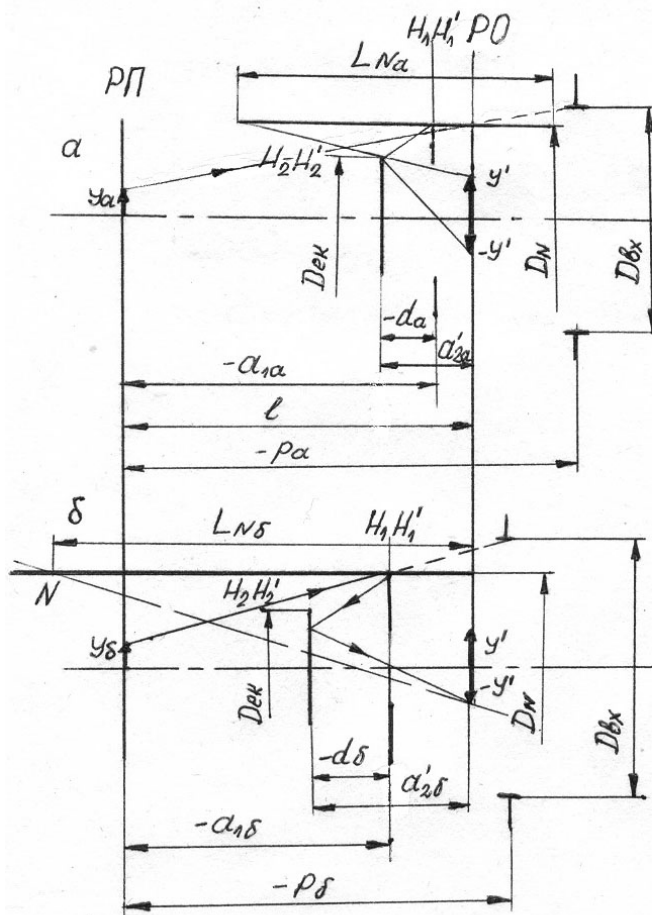
D_{ek} – диаметър на екранирания втори компонент;

l – разстояние между равнината на предмета и образа;

a_1 – разстояние от първия компонент до предмета;

d – разстояние между компонентите.

От изразите (1) и (2) и фиг. 1 се вижда, че размерът на диафрагмите ще е значителен. Диаметърът D_N е необходимо да бъде по-голям от диаметъра на първия компонент, а дължината L_N да е пропорционална на квадрата на разстоянието между първия компонент и предмета.



Фиг. 1. Към пресмятане на диафрагмата пред двуогледална панкратична система:
 а – крайно дясно положение на компонентите, б – крайно ляво положение на компонентите.

На фиг. 1 променливите стойности, отбелязани с индекса a и b , съответстват на положението на компонентите, с РП е отбелязана равнината на предмета, а с РО – равнината на образа.

Способът за защита на равнината на образа посредством конусна и цилиндрична диафрагма е от изключително значение за панкратични системи с огледални компоненти. В този случай диафрагмите са малко по-големи, а и малко увеличават централното екраниране.

На фиг. 2, посредством главните равнини H_1H_1' е представена двуогледална панкратична система в двете крайни положения. Диаметърът и дължината на цилиндричната диафрагма са обозначени съответно с D_S и L_S . Изразът за определяне на D_S при преминаване на лъч II има вида:

$$(3) \quad D_S = 2_{y'} - \frac{L_S(D_{ek} - 2_{y'})}{l + a_1 - d}$$

Стойността на D_S при преминаване на лъч III е равна на

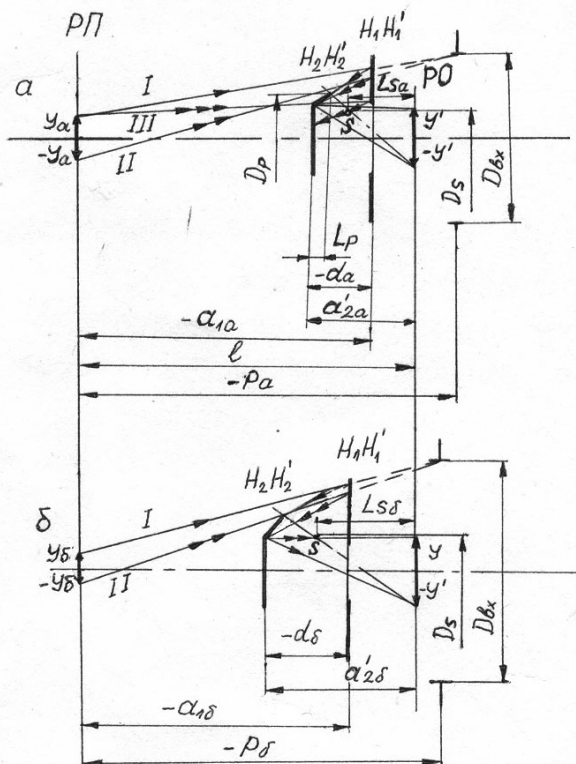
$$(4) \quad D_S = \frac{2_{y'}}{V} + \frac{a_1(VD_{ek} - 2_{y'})}{V(a_1 - d)} - \left[\frac{2_{y'}}{Vf_1'} + \frac{VD_{ek} - 2_{y'}}{V(a_1 - d)} \left(\frac{n_1}{n_2} + \frac{a_1}{f_1'} \right) \right] (l + a_1 + L_S)$$

След заместване на (3) в (4) и преобразуване, се получава израз за определяне на L_S :

$$(5) \quad L_S = \frac{(l + a_1 - d) \{ (a_1 - d) [2_{y'}(V - 1) + K_1(l + a_1)] (VD_{ek} - 2_{y'}) \}}{(a_1 - d) [(VD_{ek} - 2_{y'}) - K_1(l + a_1 - d)]}$$

където
$$K_1 = \frac{2_{y'}}{f_1'} + \frac{VD_{ek} - 2_{y'}}{a_1 - d} \left(\frac{n_1}{n_2} + \frac{a_1}{f_1'} \right)$$

Конусната диафрагма е закрепена на втория компонент и се мести заедно с него.



Фиг. 2. Към пресмятане на диафрагма, разположена между компонентите на двуогледална панкратична система: а – крайно дясно положение на компонентите, б – крайно ляво положение на компонентите

Проекцията на диафрагмата върху оптичната ос се обозначава с L_P , а най-големият диаметър – с D_P . Стойността на D_P при преминаване на лъча I е равна на

$$(6) \quad D_P = D_{ek} - \frac{1}{V} \left[\frac{2y'}{f_1'} + \frac{VD_{ek} - 2y'}{p} \left(\frac{n_1}{n_2} + \frac{a_1}{f_1'} \right) \right] L_P.$$

Изразът, съответстващ на D_P относно правата PS има вида:

$$(7) \quad D_P = \frac{D_S + 2y'}{L_S} (L_P - l - a_1 + d) - 2y'$$

Замествайки (6) в (7) се получава:

$$(8) \quad L_P = \frac{V[L_S(D_{ek} + 2y') + (l + a_1 - d)(D_S + 2y')]}{V(D_S + 2y') + K_2 L_S},$$

където:
$$K_2 = \frac{2y'}{f_1'} + \frac{VD_{ek} - 2y'}{p} \left(\frac{n_1}{n_2} + \frac{a_1}{f_1'} \right).$$

Може да бъде използвано и решение с цилиндрична диафрагма с променяща се дължина L_S . В този случай размерите D_P и L_P на конусната диафрагма и D_S на цилиндричната, се считат за постоянни определени от (формули от 3 до 5) и (формули от 6 до 8), а изменението на дължината на цилиндричната диафрагма L_S след преобразуване на (8) се представя с израза:

$$(9) \quad L_S = \frac{V(D_S + 2y')(L_P - l - a_1 + d)}{V(D_{ek} + 2y') - K_2 L_P}.$$

Стойността на L_S се променя при преместване на компонентите, така, както всяко положение съответства на определена комбинация на V , a_1 и d .

Резултатите от проведените изследвания на диафрагмата за двуогледална панкратична система позволяват да се направи извода, че вторият способ на защита на равнината на образа от странични засветявания е за предпочитане. Той осигурява по-малки размери и по-малка стойност на изменение на дължината на диафрагмата.

Литература:

1. А н е н к о М., А д у б о в и н. Прикладная оптика. Москва "Наука", 1971.
2. Ж е к о в Ж. Техническа оптика в космическите изследвания. Акад. издат. "Проф. Марин Дринов" София, 2007
3. Ж е к о в Ж., Г. М а р д и р о с я н, П. Х р и с т о в. Изследване на хода на осевия реален лъч в центрирана оптична система. Сб. трудове "100 години от рождението на Джон Атанасов", Шуменски университет "Епископ К. Преславски", Шумен, 2003.