

ДВУКОМПОНЕНТНА ПАНКРАТИЧНА СИСТЕМА ЗА КОЛИМАТОР

Ж. Жеков, Г. Мардиросян

Институт за космически изследвания – БАН
София 1000, ул. Московска 6, e-mail: office@space.bas.bg

Ключови думи: панкратична система, колиматор

Резюме: Предложен е метод за пресмятане на двукомпонентна панкратична система с променливо увеличение, съдържаща отражателни повърхности. Приложението на предложения метод за пресмятане положението на компонентите позволява получаването на огледални и огледално-лещови панкратични системи. Показано е влиянието на основните характеристики на системата върху изменението на увеличението.

За отстраняване на хроматизма в широк спектрален диапазон и намаляване на вторичния спектър, при отсъствие на голям избор от оптични материали, прозрачни в изискваната част от спектъра, и разработването на компактна конструкция, е целесъобразно приложението на огледално-лещови или само на огледални системи.

В достъпната литература, в която е приведено пресмятане на панкратични системи, свързващи отражателни повърхности, представените зависимости, определящи закона за преместване на компонентите, не отчитат ограниченията, налагани от централното екраниране. Централното екраниране принципно различава огледалните и огледално-лещовите панкратични системи от лещовите системи с променливо увеличение, като и ограничава областта на изменение на увеличението. Основна задача при пресмятане в параксиалната област на панкратични системи, съдържащи отражателни повърхности, се явява определянето на положението на компонентите, при което коефициентът на централно екраниране да бъде минимален. За целта във формулите, определящи закона на движение на компонентите, се вижда параметър, зависещ от централното екраниране и определящ условията за съществуване на определени типове огледални и огледално-лещови системи.

Известни са лещови системи с променливо увеличение и варио-обективи, намиращи широко приложение в научните изследвания, за решаване на разнообразни задачи [2...5].

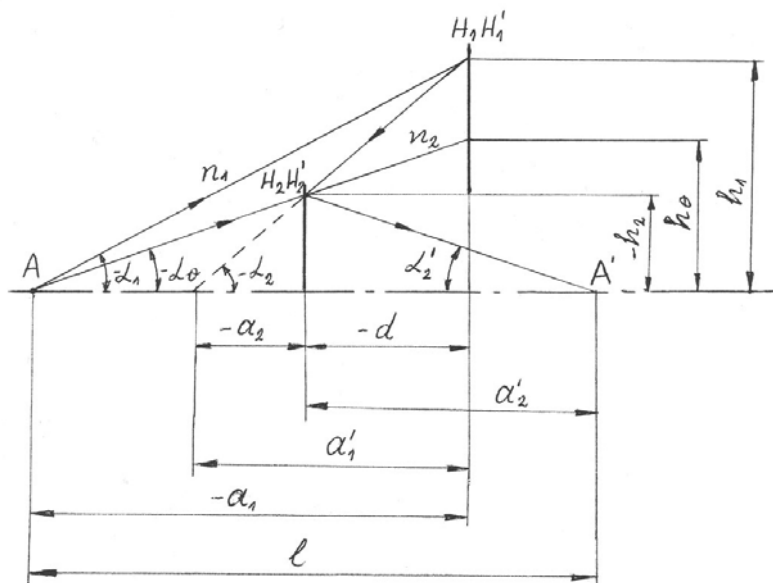
За отстраняване на хроматизма в широк спектрален диапазон и намаляване на вторичния спектър, при отсъствие на голям избор от оптични материали, прозрачни в изискваната част на спектъра, и разработването на компактна конструкция, е целесъобразно приложението на огледално-лещови или само на огледални системи.

В достъпната литература, в която е приведено пресмятане на панкратични системи, съдържащи отражателни повърхности [5], представените зависимости, определящи закона за преместване на компонентите, не отчитат ограниченията, налагани от централното екраниране. Централното екраниране принципно различава огледалните и огледално-лещовите панкратични системи от лещовите системи с променливо увеличение, като и ограничава областта на изменение на увеличението. Основна задача при пресмятане в параксиалната област на панкратични системи, съдържащи отражателни повърхности, се явява

определянето на положението на компонентите, при което коефициентът на централно екраниране да бъде минимален. За целта във формулите, определящи закона на движение на компонентите, се въвежда параметър x , зависещ от централното екраниране и определящ условията за съществуване на определени типове огледални и огледално-лещово системи.

Параметърът x позволява конкретизирането на задачата, еднозначното определяне на едно от положенията на компонентите за определено линейно увеличение максимално допустимото централно сканиране.

На фиг. 1 е представена двукомпонентна панкратична система. Главните равнини на оледалните компоненти H и H' съвпадат (H_1H_1', H_2H_2'). Положението на предмета по оста за определена точка е A , а изображението A' .



Фиг. 1. Параксиална схема на двуголедална панкратична система

Изменението на увеличението на системата се извършва при преместване на компонентите един спрямо друг. Като се приложат формулите от параксиалната оптика [1], линейното увеличение v за всеки компонент може да се изрази:

$$v_1 = \frac{a_1'}{a_1}, \quad v_2 = \frac{a_2'}{a_2}.$$

Тогава общото увеличение на системата ще бъде:

$$v = -\frac{a_2'}{a_1 x}, \quad \text{където} \quad x = \frac{a_2}{a_1}.$$

Положението на компонентите относно предмета и изображението може да се определи чрез параметъра x посредством изразите:

$$(1) \quad a_1 = \frac{f_1' f_2' (n_3 - V n_1)}{V (x f_1' n_3 + f_2' n_2)},$$

$$(2) \quad a_2 = \frac{xf_1'f_2'(n_3 - Vn_1)}{xf_1'n_3 + f_2'n_2},$$

където $n_i (i = 1, 2, 3)$ - показател на пречупване на i -тата среда.

Разстоянието d между компонентите ще бъде

$$(3) \quad d = \frac{n_2f_1'f_2'(x-1)(n_3 - Vn_1)}{xf_1'n_3 + f_2'n_2},$$

Коефициентът за централно сканиране Q за системата е първи огледален компонент (фиг. 1), се определя от съотношението α_Q и α_1 .

$$Q = \frac{\alpha_Q}{\alpha_1},$$

като след преобразуване се получава

$$Q = \frac{a_Q\eta}{a_1 - d},$$

където $\eta = \frac{D_2}{D_1}$ - отношение на външните диаметри на компонентите (D_1 - първи, D_2 - втори компонент).

Q , изразен чрез периметъра x , придобива вида:

$$(5) \quad Q = \frac{\eta(xn_1n_3Vf_1' + n_2n_3f_2')}{x^2n_2n_3Vf_1' + xV(n_1n_3f_1' - n_2n_3f_1' + n_2^2f_2') + n_2f_2'(n_3 - n_2V)}.$$

При положение, че предметът се намира в безкрайност, израза за Q придобива вида

$$(6) \quad Q = \eta.$$

При системи с първи лещов и втори огледален компонент (фиг. 2), стойността на централното екраниране се определя от размера на екрана или приемника, върху който се проектира изображението на предмета:

$$(7) \quad Q = \frac{\eta f_1' a_1}{a_1 f_1' - (a_1 + f_1')(d + a_2')}.$$

Ако предметът се намира в безкрайност, то израза (7) придобива вида

$$(8) \quad Q = \frac{\eta f_1'}{f_1' - d}.$$

За изследване на свойствата на двукомпонентната панкратична система, съдържаща отразяващи повърхности, заместват се уравненията (1), (2) и (3) в известния израз [1] за разстоянията между равнината на предмета и изображението:

$$l = -a_1 + d + a_2'.$$

След въвеждане на нормировка $l = \xi_1 f_1', f_2' = \xi_2 f_1'$ и $f_1' = 1$, се получава уравнение от вида

$$(9) \quad AV^3 + BV^2 + CV + D = 0.$$

където $A = x^2 h_1^2 n_3 \xi_2$;

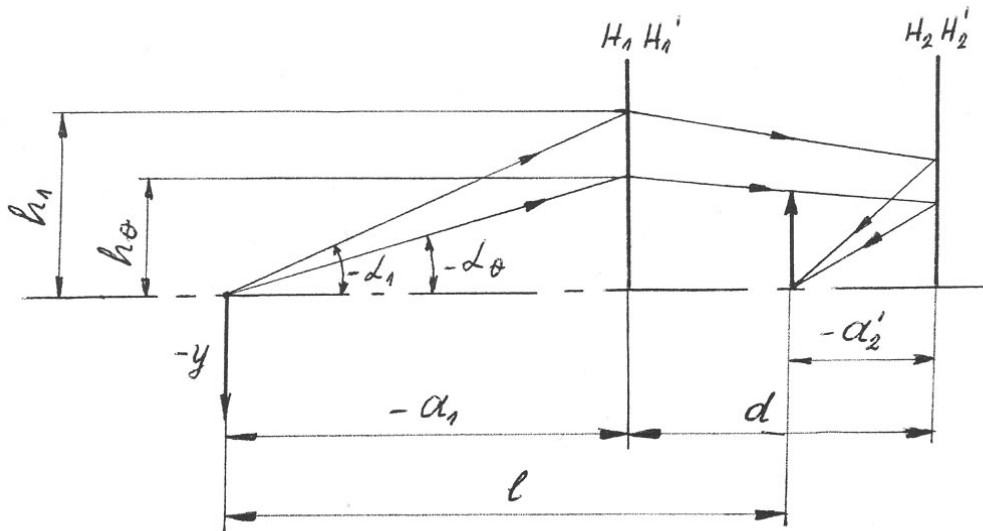
$$B = x^2 n_1 n_3 (n_3 \xi_1 - n_3 \xi_2) + x n_1 \xi_2 (n_2 n_3 \xi_1 - n_1 n_3 + n_2 n_3 \xi_2 + n_2 n_3 - n_2^2 \xi_2) + n_1 n_2^2 \xi_2;$$

$$C = x^2 n_2 n_3^2 \xi_2 + x n_3 \xi_2 (n_2 n_3 \xi_1 + n_1 n_3 - n_2 n_3 \xi_2 - n_2 n_3 - n_2^2 \xi_2) + n_2 n_3 \xi_2 (n_2 \xi_1 - n_1 \xi_2 - n_2 \xi_2);$$

$$D = n_2 n_3^2 \xi_2^2.$$

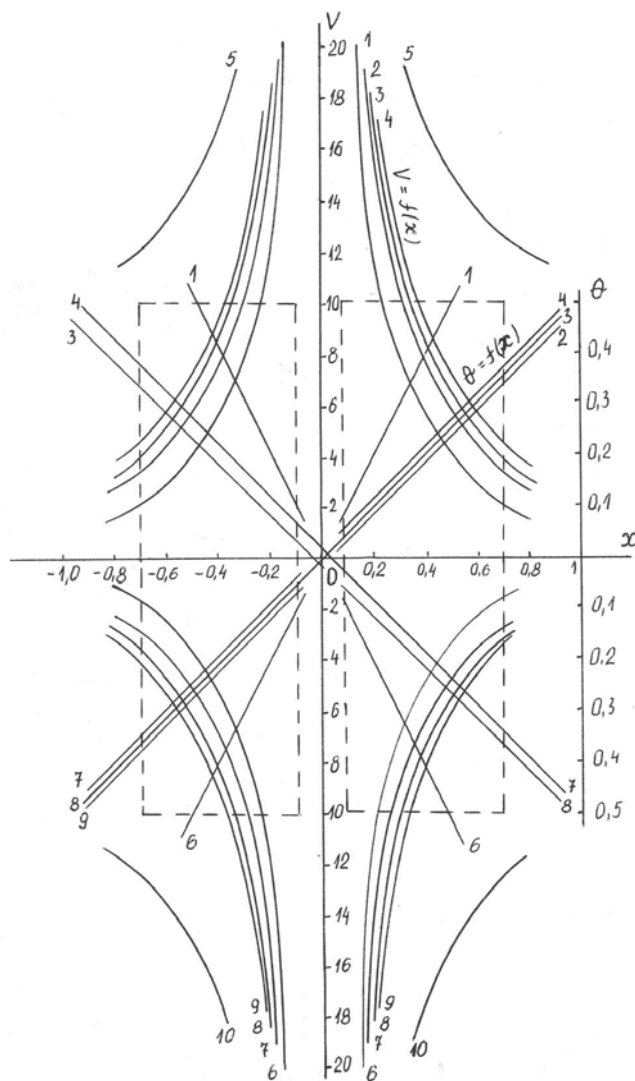
Уравнение (9) дава връзка между линейното увеличение на панкратичната система и параметъра x .

Задавайки различни стойности на показателя на пречупване на средата n и параметъра x , се получават различни видове двукомпонентни огледални и огледално-лещови панкратични системи. (фиг. 1 и фиг. 2).



фиг. 2. Параксиална схема на двукомпонентна огледално-лещова панкратична система: първия компонент – леща; втория – огледало

В случая $n_1 = -n_2 = n_3 = 1$. На фиг. 3 е показана зависимостта на изменение на увеличението и коефициента на централно екраниране от параметъра x . Граничните увеличения за двуогледална система при постоянни ξ_1 и ξ_2 определят граничните значения на диапазона на изменение на x .



Фиг. 3. Зависимост на изменението на увеличението и коефициента на централно екраниране от периметъра x при двуогледална панкратична система. Областта на решение е отбелязана с пунктирна линия 1. $\xi_1 = 0, \xi_2 = 0,5$; 2. $\xi_1 = -0,5, \xi_2 = 1$; 3. $\xi_1 = 0, \xi_2 = 1$; 4. $\xi_1 = 0,5, \xi_2 = 1$; 5. $\xi_1 = 0, \xi_2 = 10$; 6. $\xi_1 = 0, \xi_2 = -0,5$; 7. $\xi_1 = 0,5, \xi_2 = -1$; 8. $\xi_1 = 0, \xi_2 = -1$; 9. $\xi_1 = -0,5, \xi_2 = -1$; 10. $\xi_1 = 0, \xi_2 = -10$

Изследването на израза (9) за различни стойности на ξ_1 и ξ_2 показва, от графиката на $V = f(x)$, че при изменение на параметъра x от ± 1 до 0 многократно нараства и при $x \rightarrow 0, V \rightarrow \infty$, като параметъра x може да се изменя от ± 1 до ± 6 . При $\xi_1 = 0$, $V = f(x)$ притежава симетрична графика спрямо ординатната ос. С намаляване на абсолютната стойност на ξ_2 , изменението на V нараства, особено при $(x) \leq +0,5$. Графичната зависимост (5) се явява крива, преминаваща през началото на координатната система. В интервала $-1 < x < 1$, графичната функция на Q е права линия. Изменението на ξ_1 предизвиква паралелно преместване на графика $Q = f(x)$. Максимално допустимият коефициент на централно екраниране определя стойността на η . От израза (5) се определя диапазона на изменение на x при зададени коефициент на централно екраниране и промяна на увеличението. Коефициентът ξ_1 се избира, като се отчитат изискванията за габаритни размери на

оптичната система, като за получаване на компактна оптична система, е необходимо изпълнение на условието $\xi_1 f_1' < 0$. От избора на коефициента ξ_2 , освен увеличението на системата зависят и корекционните възможности на компонентите, като абсолютната стойност на ξ_2 трябва да е разположена в диапазона от 0,1 до 10. При $\xi_2 = -1$ се осигурява достатъчно плавна промяна на изменението на увеличението при преместване на компонентите.

В заключение могат да се направят следните изводи:

1. Изведени са съотношения между елементите на двукомпонентни панкратични системи, съдържащи отражателни повърхнини. Определянето на параксиалните елементи се свежда към намирането на параметъра x , изразяващ условието за съществуване на системата за целия диапазон на изменение на увеличението при зададен коефициент на централно екраниране.
2. Представено е влиянието на основните характеристики на системата върху изменението на увеличението и коефициента на централно екраниране.
3. Оптичните схеми, съдържащи огледални компоненти, са приложими при малки относителни отвори, не превишаващи 1:5. Примерно изпълнение е разработения Колиматор, преминал Приемо-предавателни изпитвания във Вазовски машиностроителни заводи гр. Сопот.

Литература:

1. Бегунов Б. Н., Заказнов Н. П. Теория оптических систем. М. Машиностроение, 1973.
2. Гецов П. Космос, екология, сигурност, Нов български университет, 2002, стр. 211.
3. Гецов, П. Спътникови системи за екологичен мониторинг Сб. научни трудове "Научно – технологичен трансфер" ИКИ – БАН, Шумен, 2000, стр. 5 – 9.
4. Жеков, Ж., И. Кирчев, С. Димитров, Мерник с плавно променящо се увеличение, Авторско свидетелство за изобретение N 59921, ИНРА, 1986.
5. Манев А., В. Иванов, С. Райков. Спътникови наблюдения за изследване на аномалии в годишния ход на температурите на повърхността на Черно море, Осма национална конференция "Съвременни проблеми на слънчево – земните въздействия, 2001 г., София, стр. 161 – 168.
6. Манев А., К. Палазов, С. Райков, В. Иванов. Комбиниран спътников мониторинг на температурната аномалия през август 1998 г., "Сборник доклади на IX-та национална конференция с международно участие. Основни проблеми на слънчево – земните въздействия, София, 2002, стр. 153 – 156.
7. Мардиросян Г., Аерокосмически методи в екологията и изучаването на околната среда. Акад. Издат. "Марин Дринов, 2003, стр. 208.
8. Пахомов И. И. Панкратические системы. Москва, Машиностроение, 1976, с. 159.