

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ОДЕРЖАННЯ ОДНАКОВИХ РАСТРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ВСІЙ ПЛОЩІ КОНТАКТНОГО РАСТРА<sup>1</sup>

Однією з важливих характеристик контактної растри є ідентичність растрових елементів по всій його площі. Порушення цієї вимоги призводить до зміни градаційної передачі внаслідок можливості утворення неоднакових розмірів растрових елементів на ділянках фотоформи, які відповідають ділянкам оригіналу з однаковою оптичною густиною (яскравістю).

Дуже часто на підприємствах застосовують контактні растри (особливо великих розмірів), які мають неоднакові растрові елементи по всій площі растра. Це пояснюється невірним вибором умов проектування — співвідношення діаметра (діагоналі) растра і віддалі від діафрагми до світлочутливого шару при одержанні контактних растрів.

Виготовлення контактних растрів можна проводити як з застосуванням об'єктива, так і без його застосування [1—5]. При цьому автори вказують віддалі від діафрагми до фотошару, однак не дають її обґрунтування.

Необхідність дотримання певних співвідношень викликана тим, що розподіл світла в площині розташування фотошару нерівномірний при освітленні через діафрагму певного розміру. Відомо [6, 7], що освітленість в фокальній площині об'єктива падає від центра зображення ( $E_0$ ) до його краю ( $E_\omega$ ) пропорційно четвертій степені косінуса кута нахилу променів  $\omega$

$$E_\omega = E_0 \cdot \cos^4 \omega. \quad (1)$$

Для більш точного розрахунку освітленості необхідно враховувати коефіцієнт вильєтування ( $K_B$ ), який може мати величину від 1,0 до 0,0

$$E_\omega = E_0 \cdot \cos^4 \omega \cdot K_B. \quad (2)$$

Мета нашої роботи — визначити умови проектування для одержання контактних растрів при застосуванні півтонової діафрагми з практично однаковими растровими елементами по всій площині растра, тобто встановити оптимальну величину кута нахилу крайніх променів світла, тангенс якого визначається за відношенням половини діаметра (діагоналі) растра до віддалі між площинами діафрагми і фотошару, і з'ясувати потрібні умови освітлення площини діафрагми.

Для цього проведено вивчення розподілу освітленості в площині розташування фотошару, його зміну в залежності від таких факторів,

<sup>1</sup> В роботі брав участь студент УПІ, сьогодні інженер-технолог поліграфічного виробництва І. В. Пашко.

як розмір отвору діафрагми, розмір відносного отвору об'єктива, застосування півтонової діафрагми, характеру освітленості площини діафрагми, а також вплив падіння освітленості в площині розташування фотошару при виготовленні контактних растрів на характеристику їх елементів.

Установкою для проведення дослідів служила камера репродукційного апарату ФГ-2М, в «фокальній» площині якого знаходився фотошар або фотоелемент експозиметра АЕ-58, який переміщався в вертикальному і горизонтальному напрямках. Схема умов освітлення площини розташування фотошару при виготовленні контактних растрів показана на рис. 1.

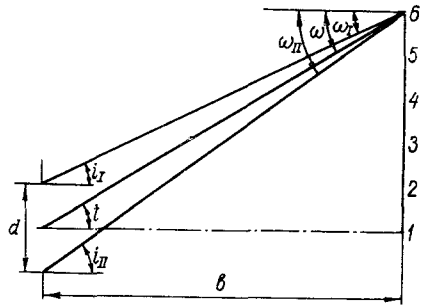


Рис. 1. Схема умов освітлення площини розташування фотошару при виготовленні контактних растрів.

$d$  — діаметр діафрагми;  $1-6$  ділянки, в яких проводяться заміри;  $b$  — віддаль від площини діафрагми до площини розташування фотошару.

Якщо джерело світла не можна вважати точковим, то при поверхні  $S$ , яка світиться, освітленість елемента, розташованого в площині фотошару, буде дорівнювати:

$$E = \int_S B_i \frac{\cos i \cdot \cos \omega}{b^2} dS. \quad (4)$$

де  $i$  — кут між нормалю до елемента  $dS$  і тим напрямком, в якому сила світла  $dI_i$ , а яскравість  $B_i$ .

Оскільки в нашому випадку віддаль ( $b$ ) від поверхні, яка світиться (діафрагма), до площини освітлення в декілька разів перевищує розмір поверхні, яка світиться, то різниця кутів  $\omega$ , а також кутів  $i$  буде настільки незначною, що для розрахунків можна користуватись кутами, обмеженими промінями, які виходять з центра діафрагми.

При проведенні експериментів забезпечувалась постійність освітлення площини діафрагми. Характеристики визначались для положень  $1, 2, 3, 4, 5$  і  $6$ , які відповідають кутам  $0, 5, 10, 15, 20, 25^\circ$ . Умови проектування забезпечували відношення  $d:b=1:30$ ; так при отворі діафрагми  $d=20$  мм віддаль від діафрагми до фотошару  $b=60$  см.

Вивчали розподіл освітленості за фотоелектронним і фотографічно-фотометричним методами.

При застосуванні фотоелектронного методу освітленість в положеннях  $1-6$  визначалась за допомогою експозиметра АЕ-58 заміром кількості імпульсів за одиницю часу з послідовним перерахунком за приведеною нижче формулою [5]. Наприклад, якщо за час  $t$  експозиметр з постійною  $H_0$  зареєстрував  $n$  імпульсів, то освітленість  $E$  в даному положенні буде дорівнювати:

$$E = \frac{n \cdot H_0}{t}. \quad (5)$$

Для одержання точних результатів заміри проводились при різних проміжках часу по декілька разів. Помилка досліду при використанні

експозиметра АЕ-58 складає біля 5%. За одержаними середніми результатами проводився підрахунок освітленості в положеннях 1—6 та відносна освітленість для даного положення відносно освітленості центра ( $\omega = 0$ ).

При застосуванні метода фотографічного фотометрування відносна освітленість  $\left(\frac{E_\omega}{E_{\omega_0}}\right)$  на ділянках 1—6 визначалась шляхом засвічування світлочутливого матеріалу з дальшою його обробкою і заміром фотографічного ефекту. При цьому експозиція забезпечувала розміщення фотографічного зображення в прямолінійній ділянці характеристичної кривої фотошару, який використовувався. Для визначення коефіцієнта контрастності одержуваного фотографічного зображення одночасно з ним оброблявся той же фотошар, проекспонований під ступеневим клином в тій же установці. Для виключення випадковостей, викликаних нерівномірністю поливу емульсії, використовувались різні фототехнічні плівки (ФТ-10, ФТ-31) з проявленням до різних коефіцієнтів контрастності при розташуванні в різних (поздовжньому, поперечному) напрямках. Помилка експерименту не перевищувала  $\pm 3\%$ .

Відносна освітленість розраховувалась за залежністю (8), вивід якої приводимо нижче. Так як оптичні густини, одержані на фотошарі, розміщені в прямолінійній ділянці характеристичної кривої, то можна записати, що

$$\gamma = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{\lg H_{\max} - \lg H_{\min}}. \quad (6)$$

Величини максимальної і мінімальної оптичних густин відповідають густинам  $D_{\omega_0}$  і  $D_\omega$  ділянок зразка, а освітленості  $E_{\omega_0}$  і  $E_\omega$ , звідси

$$\gamma = \frac{D_{\omega_0} - D_\omega}{\lg E_{\omega_0} t - \lg E_\omega t}. \quad (7)$$

Виразовуючи, одержуємо:

$$\frac{E_\omega}{E_{\omega_0}} = \frac{1}{\text{antilg} \frac{D_{\omega_0} - D_\omega}{\gamma}}. \quad (8)$$

Відносна освітленість  $\left(\frac{E_\omega}{E_{\omega_0}}\right)$  дорівнює оберненій величині антилогарифма відношення інтервалу оптичних густин центра і даної ділянки фотошару ( $D_{\omega_0} - D_\omega$ ) до коефіцієнта контрастності, досягнутого зображенням при обробці фотошару.

За одержаними величинами будувались графіки залежності відносної освітленості від кута нахилу променів світла, які характеризують падіння освітленості в площині розташування фотошару.

Порівнюючи результати падіння освітленості в площині розташування фотошару (рис. 2, а), визначені фотоелектронним і фотографічно-фотометричним методами, а також розраховані за залежністю (1), бачимо, що експериментальні дані близькі до розрахункових. Надалі застосовувався фотоелектронний метод, який є простішим, менш трудомістким, не вимагає фотоматеріалів і їх обробки.

Використовуючи фотоелектронний метод, вивчено розподіл освітленості в площині розташування фотошару при освітленні через об'єktiv, без об'єктива (через отвір) і через півтонову діафрагму, а також при різному освітленні площини діафрагми (рис. 2, б) та при застосуванні різних величин отворів діафрагми (рис. 3).

Визначення впливу зміни освітленості в площині розташування фотошару на характеристику растрових елементів контактного растра проводилось за такою методикою. В установці виготовляли контактні

растри, використовуючи проєкційний растр 54 лін/см на фототехнічній плівці ФТ-31. Виготовлені контактні растри експонувались під півтоною шкалою контрольного негатива з відомими оптичними густинами на надконтрастний фотоматеріал, після обробки якого проводились заміри растрових елементів в місцях, які відповідають ділянкам 1—6. За середніми значеннями одержаних даних проводився підрахунок відносних площ растрових елементів, одержаних на контрольних діапозитивах, і їх растрові густини.

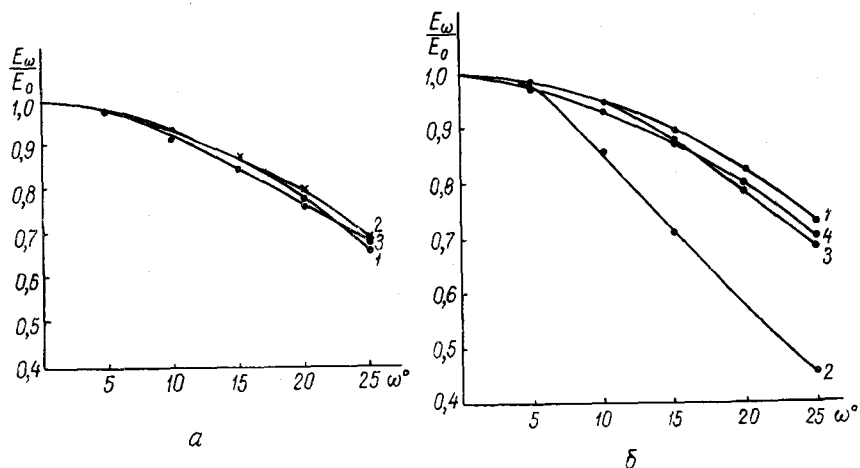


Рис. 2. Характеристика падіння освітленості в площині розташування фотошару (при  $d=20$  мм).

*a* — визначена різними методами. 1 — розрахунковим; 2 — фотоелектронним; 3 — фотографічно-фотометричним; *b* — визначена при різних умовах освітлення: 1 — через об'єктив з молочним склом; 2 — без об'єктива з матовим склом; 3 — з півтоною діафрагмою і молочним склом; 4 — без об'єктива з молочним склом.

За одержаними результатами побудовано графіки залежності відносних площ і растрових густин відповідних полів контрольної шкали від кута нахилу променів світла (рис. 4).

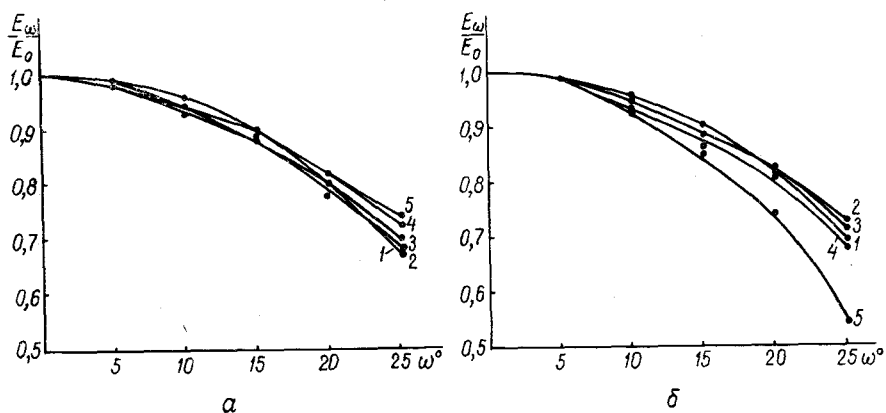


Рис. 3. Характеристика падіння освітленості в площині розташування фотошару при різних розмірах діафрагми.

*a* — без об'єктива; *b* — з об'єктивом. При величині діаметра діафрагми: 1 — 5 мм; 2 — 10 мм; 3 — 20 мм; 4 — 30 мм; 5 — 40 мм.

Аналіз одержаних експериментальних даних показує, що на зміну освітленості в площині розташування фотошару в значній мірі впливає ступінь рівномірності освітленості площини діафрагми (див. рис. 2, б). При використанні матового скла в площині діафрагми освітленість в

площині розташування фотошару значно змінюється. Це пояснюється тим, що напівпрозоре матове скло недостатньо розсіює світло, яке на нього падає. Використання в площині діафрагми молочного скла дає кращі результати, близькі до розрахункових.

Порівнюючи характеристику падіння освітленості в площині розміщення фотошару при освітленні через об'єктив і через отвір (без об'єктива) видно, що об'єктив незначно зменшує ступінь падіння освітленості, очевидно, через світлорозсіяння.

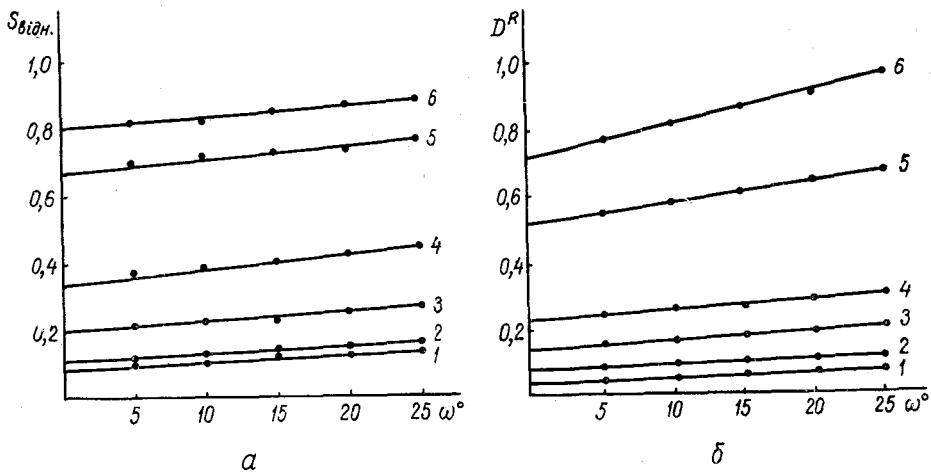


Рис. 4. Вплив падіння освітленості в площині розміщення фотошару при виготовленні контактних растрів.

*a* — на відносну площу растрових елементів фотоформ; *b* — на растрові густини фотоформи; 1—6 — поля шкали растрового діапозитива.

Застосування півтонової діафрагми при виготовленні контактних растрів практично не приводить до зміни розподілу освітленості в площині розташування фотошару.

Збільшення розміру отвору діафрагми (див. рис. 3) приводить до зміни характеру освітленості в площині розташування фотошару. При освітленні через отвір (без об'єктива) збільшення діафрагми приводить до незначного зменшення падіння освітленості. При освітленні через об'єктив збільшення відносного отвору приводить спочатку до зменшення падіння освітленості, а в дальшому до збільшення падіння. Це збільшення падіння освітленості пояснюється впливом вивіттування.

Падіння освітленості в площині розміщення фотошару впливає на зміну розмірів растрових елементів при виготовленні контактних растрів (див. рис. 4). Так, в центральній частині растра ( $\omega=0$ ) проходить більше зв'язування растрових елементів, ніж на його краях. Враховуючи, що наше око може розрізнити обмежену кількість сірих тонів, можна знайти поріг розрізнювання, тобто різницю оптичних густин, яку око в змозі розрізнити. Відомо [7, 8], що поріг розрізнювання для світів відповідає 0,02, а для тіней збільшується до 0,1. Виходячи з цього, можна прийняти, що при виготовленні контактних растрів допустима зміна величин растрових елементів по його площі досягається при куті нахилу крайніх променів світла 10—15°.

Експериментальна робота і її обговорення дають можливість зробити такі висновки:

1. Характер розподілу освітленості в площині розташування фотошару при виготовленні контактних растрів впливає на розмір растрових елементів по площі растра.

2. Встановлено, що допустима зміна растрових елементів на площі контактного растра досягається при куті нахилу крайніх променів світла, рівному  $10-15^\circ$ . При цьому віддаль діафрагми до фотошару повинна бути в два рази більша діаметра (діагонали) контактного растра, який виготовляється.

3. Характер розподілу освітленості залежить від умов освітлення діафрагми. Тому при виготовленні контактних растрів для досягнення рівномірного освітлення площини діафрагми рекомендується застосувати молочне скло.

4. Застосування об'єктива практично не змінює характеру падіння освітленості в площині розташування фотошару (до появи віньетування), тому при виготовленні контактних растрів немає необхідності використовувати об'єктив.

5. Зміна розміру діафрагми незначно впливає на зміну характеру освітленості в площині розташування фотошару, тому при виготовленні контактних растрів можна застосовувати діафрагму, розмір якої відповідає оптимальним умовам проектування.

6. Застосування півтонової діафрагми не викликає зміни характеру розподілу освітленості в площині розташування фотошару.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. С. П. Миклашевский. Контактные растры, их изготовление и применение. Изд-во ВНИТО полиграфии и издательств, М., 1960.
2. М. М. Кисилевский. Контактные растры в офсетной репродукции. «Полиграфическое производство», 1957, № 7.
3. V. G a s c h. Papier und Druck, № 11, 12, 1957.
4. К. Р. Янсон. Контактные растры. Информационные материалы, вып. XXIX. ВНИИПП, М., 1961.
5. Ю. С. Андреев, А. А. Гарячева, Н. А. Перчихина. Метод нормализации фоторепродукционного процесса. Изд-во «Книга», М., 1966.
6. Д. С. Власов, М. В. Цивкин. Теория и расчет светооптических систем. Изд-во «Искусство», М., 1960.
7. В. Я. Михайлов. Аэрофотография и общие основы фотографии. Геодезиздат, М., 1959.
8. З. П. Гамазина, Н. Н. Полянский, Ю. П. Селиванов. О допустимой точности воспроизведения при светокопировании. «Полиграфия», 1964, № 6.

V. O. DUDYAK, Y. P. YAKHIMOVICH

#### DEFINING THE OPTIMUM CONDITIONS FOR OBTAINING UNIFORM SCREEN ELEMENTS OVER THE WHOLE OF THE CONTACT SCREEN

##### Summary

Experiments have revealed the necessary conditions of projecting and lighting up the aperture plane in case we want to get a contact screen having permissible changes of screen elements.

---