



УДК 77.023.2:771.317.65

Н. І. КМІТЬ, М. В. ШОВГЕНЮК, С. М. ГУНЬКО

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ФАЗОВОГО РАСТРА

Розробка проєкційних растрів серії «Градар» свідчить [1, 5, 10], що потенційні можливості растрової системи ще не зовсім вичерпані. За принципом виготовлення «Градар» відрізняється від класичного растра лише тим, що непрозорі лінії замінені напівпрозорими та додатково порушена геометрія елементарної комірки.

Виходячи з того, що формування зображення можливе як за рахунок амплітудної, так і фазової модуляції світлової хвилі, значний інтерес становить фазовий растр, в якому растрова структура повністю прозора. Перший експериментальний зразок фазового проєкційного растра лінійності 60 ліній/см і дослідження його технологічних можливостей за схемою класичної растрової системи показали [11], що застосування фазового растра у поліграфічній технології відтворення зображення реальне. У зв'язку з цим стає актуальним пошук шляхів і способів виготовлення фазового проєкційного растра.

Виготовлення фазового растра за способом із праці [11] полягає в тому, що на скляну пластину гравіруванням наносять фазовий рельєф у вигляді паралельних ліній. Глибина гравірування ліній становить 670 нм, тобто вона співрозмірна з довжиною хвилі світла і відповідає у червоній зоні спектра (за світлофільтром Кодак 29) різниці фази елементарної комірки, що дорівнює приблизно π , а в синій зоні спектра (за світлофільтром Кодак 47В) різниці фази, яка становить приблизно $3/2 \pi$. Змінюючи глибину гравірування, можна виготовити фазовий растр з заданою різницею фази для довільної ділянки спектра, але це потребує складної та високоточної техніки. Однак є способи виготовлення фазового растра, де використання такої техніки не обов'язкове. У цьому напрямку значний досвід набутий у технології виготовлення фазових голограм [3, 4].

Проаналізуємо результати досліджень технології виготовлення фазового растра методом відбілення чорно-білого растрового фотографічного зображення.

Суть процесу відбілення полягає в тому, що металічне срібло, яке утворює фотографічне зображення, відновлюється до галогеніду срібла. Оскільки галогеніди срібла прозорі для

видимої частини спектра, тобто поглинають лише незначну частину світла, а також характеризуються певним значенням показника заломлення n_{AgHal} , який відрізняється від показника заломлення желатини $n_{\text{ж}} \approx 1,535$, то внаслідок проходження світла через відбілене зображення створюється додаткова різниця оптичного ходу. Дослідження показали [3, 4, 7, 8], що в процесі відбілення утворення фазового рельєфу визначається двома факторами: зміною показника заломлення фотографічного шару та його товщини внаслідок усадки желатини. Широкий вибір відбілюючих розчинів, які використовують у технології виготовлення фазових голограм [3, 9, 12], давав змогу шукати принципово нові технологічні режими виготовлення фазового растра.

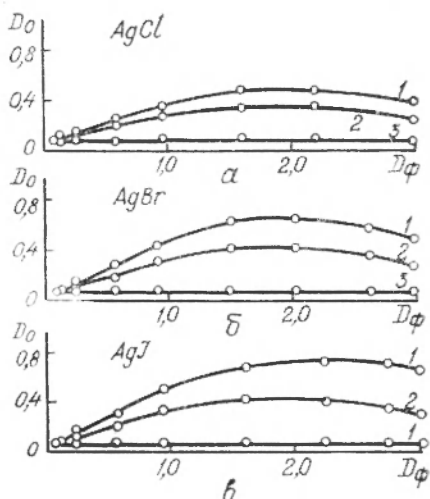
Дослідження проводили на фотопластинах ВР-П вітчизняного виробництва. Для виготовлення фотографічних копій растра хіміко-фотографічну обробку фотопластинок проводили в рекомендованих розчинах. Фотопластинки ВР-П вибирали, виходячи з таких міркувань. На відміну від фототехнічних плівок фотопластинки мають значно тонший емульсійний шар (товщина шару $5 \pm 0,5$ мк), що є обов'язковою умовою досягнення фазового рельєфу, при якому різниця оптичного ходу одного порядку з довжиною хвилі світла. Разом з тим фотопластинки ВР-П характеризуються високими роздільною здатністю (1000 лін/мм) і коефіцієнтом контрастності (7, 8), а значення оптичної густини $D_{\text{max}} > 3,0$, тобто параметрами, які визначають високу якість фотографічної копії проєкційного растра.

Експериментальне дослідження технологічних режимів процесу відбілення фотографічних копій растра на фотопластинках ВР-П проводили у таких рецептурах: відбілювач $R=9$ [9]; відбілювач $R-10$ [7, 12]; відбілювач Кирилова [3]; відбілювач Денисюка [2]; мідні відбілювачі [12]; відбілювач з червоною кров'яною сіллю [12]. Необхідність вибору ряду рецептур відбілюючих розчинів зумовлена тим, що нам не вдалося виявити даних з технології виготовлення фазового растра низьких частот, які використовують у поліграфії. Результати досліджень вибраних рецептур головним чином характеризували умови відбілення голографічного зображення, зокрема голографічних решіток високих частот, причому ефективність застосування того чи іншого відбілювача досягнута для окремого типу фотоматеріалу, і, отже, вибрані умови виготовлення фазового растра суттєво відрізнялися.

Для оцінки ефективності процесу відбілення залежно від рецептури та режимів обробки ставилась умова, що фазовий растр повинен характеризуватися максимальною прозорістю у видимій зоні спектра. Експериментальна проробка вибраних технологічних режимів відбілення фотопластинок ВР-П показала, що прозорість фазових растрів суттєво залежить від рецептури відбілювача. Найкращі результати досягнуті у відбілювачі $R-10$, де відбілюючим реагентом є біхромат амонію. Хімічна реакція відбілення та механізм формування фазового рельєфу в $R-10$

описані у працях [6, 12]. Практичний інтерес до відбілювача R-10 пов'язаний з тим, що, змінюючи другий розчин (розчин Б) відбілювача, можна одержати три сполуки галогену срібла: AgCl ($n=2,07$), AgBr ($n=2,25$), AgI ($n=2,21$). Таким чином можна змінювати характеристику фазового растра. Денситометричні криві процесу відбілення в R-10 показані на рисунку. Заміри оптичної густини проводили за синім (крива 1) і жовтим (крива 2) світлофільтрами. При збільшенні оптичної густини чорно-білого фотографічного зображення до 2,0 Б відповідно зростає оптична густина відбіленого зображення, причому підтверджуються результати [3], що з ростом валентності сполуки срібла відбілене зображення набуває жовтого забарвлення. Тобто найбільш прозорою є сполука хлористого срібла 1, навпаки, найменш прозорою — сполука йодистого срібла, хоча вона найстабільніша до дії світла, що важливо для фазового растра. Найкращі результати щодо оптичної однорідності відбіленого зображення досягаються при оптичній густині чорнобілого зображення понад 3,0 Б.

Як показали експериментальні дані, у відбілювачі R-10 не вдається досягнути максимальної прозорості фазового растра. Можливі модифікації рецептурн відбілювача не дають потрібного результату. Експерименти засвідчують, що лише при додатковій обробці відбіленого зображення у розчині тіосульфату натрію повністю зникає забарвлення фазового рельєфу (крива 3). Причому характерно, що додаткова операція обробки дає змогу одержати фазовий растр тільки при відбіленні в R-10. Це свідчить про сильно задублюючі властивості R-10 [6]. В інших режимах і рецептурах відбілення при додатковій обробці фазовий рельєф зникає.



Денситометричні криві технологічного режиму виготовлення фазового растра на фотопластинах ВР-П у відбілювачі R=10:

а) — розчин NaCl ; б) — розчин KBr ; в) — розчин KI ; 1 — за синім світлофільтром; 2 — за жовтим світлофільтром; 3 — за жовтим світлофільтром після обробки у розчині тіосульфату натрію.

1. Андреев Ю. С. Современное состояние теории и практики растрового репродукционного процесса // Итоги науки и техники. 1983. Т. 4. С. 136—152.
2. Денисюк Ю. И., Артемьев С. В., Загорская З. А. и др. Получение цветных отражательных голограмм на отбеленных фотопластинках ПЭ-2 // Письма в журн. техн. физики. 1982. Т. 8. Вып. 10. С. 597—599.
3. Кириллов Н. И. Галогеносеребряные высокоразрешающие фотоматериалы для голографии и процессы их обработки // Регистрирующие среды для голографии. Л., 1975. С. 5—25.
4. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. М. 1973.
5. Пат. 2 238 876 ФРГ. Проекционный растр для репродуцирования/

Е. Шумахер. Оpubл. 09.09.76. 6. Пат. 4 510 221 США. Способ изготовления высокоэффективных фазовых голограмм/В. А. Горін. Оpubл. 09.04.85. 7. Синцов В. Н. Влияние свойств фотографического материала на качество изображения, восстановленного из голограммы//Материалы 1-й Всесоюзной школы по голографии. Л., 1971. С. 483—501. 8. Lambert R. L. Characterization of a Bleached Photographic Material // Appl. Opt. 1972. Vol. 11. N 1. P. 33—41. 9. Lambert R. L., Kurtz C. N. Reversal Bleaching for Low Flare Light in Holograms//Appl. Opt. 1971. Vol. 10. N 6. P. 1342—1347. 10. Morgenstern D. Halbtonsimulierung durch autotypische Raster//Polygraph, 1976. N 2. S. 85—97. 11. Streifer W., Goren R. N., Marks L. M. Analysis and Experimental Study of Ruled Halftone Screens//Appl. Opt. 1974. Vol. 13. N 6. P. 1299—1317. 12. Upatnieks J., Leonard C. Diffraction Efficiency of Bleached, Photographically Recorded Interference Patterns//Appl. Opt. 1969. Vol. 8. N 1. P. 85—89.

Стаття надійшла до редколегії 05.04.86
