

На правах рукопису
УДК 655. 22:681.617

ПЕТРЕНКО
Олег Григорович

ДОСЛІДЖЕННЯ
ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДКИХ
ФОТОПОЛІМЕРИЗАЦІЙНОЗДАТНИХ МАТЕРІАЛІВ
ТА ОПТИМІЗАЦІЯ УФ-ОПРОМІНЮВАЧІВ

Спеціальність 05.02.15 «Машини, агрегати та процеси
поліграфічного виробництва»

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

ДВ 30.928

Дисертація з рукопис.

Робота виконана в Українській академії друкарства /м.Львів/.

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00777743 (Z)

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Мервінський Р.І. /Українська академія
друкарства/

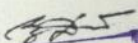
Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Петров Л.М.
/Академія харчових технологій, м.Одеса/
кандидат технічних наук, доцент Мосєєв М.П.
/Київський політехнічний інститут,
поліграфічний факультет/

Провідна організація: Український науково-дослідний інститут
поліграфічної промисловості
ім.Т.Шевченка, м.Львів

Захист відбудеться " 28 " жовтня 1994 р. о. 16 год.
на засіданні спеціалізованої ради К 068.40.01 в Українській
академії друкарства за адресою: Україна, 290020, м.Львів,
вул. Підголоско, 19.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Української
академії друкарства.

Автореферат розісланий " 27 " вересня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент  Дідич В.П.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. В формних процесах поліграфічного виробництва при виготовленні фотополімерних друкарських форм /ФДФ/ використовуються експонуючі установки /ЕУ/ та установки для доекспонування готових ФДФ. Аналогічні або подібні ЕУ використовуються також і в інших галузях /зокрема, радіоелектронній, приладобудівній, меблевій, медичній/ для УФ-отвердіння фотополімеризаційноздатних матеріалів /ФІМ/ в технологіях друкованих плат, гібридних мікроборки, тиражування оптичних носіїв інформації тощо.

Зростаючі вимоги щодо зниження енерговитрат, підвищення якості та швидкості виготовлення поліграфічної та іншої спеціальної продукції, зменшення її собівартості відповідно призводять до підвищення вимог щодо якості, продуктивності, створення енергозберігаючих матеріалів і обладнання як елементів енергозберігаючих технологій.

Для існуючих ЕУ характерна низка недоліків, зокрема, велика енергоємність при досить низькій продуктивності, невисокі світлотехнічні та значні масо-габаритні показники. В зв'язку з цим розробка УФ-опромінювачів /УФО/ для ЕУ з оптимізованими світлотехнічними і енергетичними параметрами на основі вивчення та розрахунку оптично-спектральних характеристик ФІМ є актуальною.

Робота виконувалась за завданнями теми 5-89/32 Держкомвидаву України в УНЦІПІІ ім.Т.Шевченка та теми В-501-91 Міністерства освіти України в УАД.

Мета роботи - підвищення якості ФДФ за рахунок вдосконалення конструкції формного обладнання, зменшення собівартості ЕУ та їх енергоємності на основі вивчення оптико-фізичних закономірностей процесу фотополімеризації та фотохімічного формування /ФХФ/ друкарського рельєфу ФДФ в об'ємі рідких ФІМ та вибору на цій основі оптимальної конструкції і режиму роботи УФО.

Для досягнення поставленої мети слід було вирішити такі наукові та прикладні завдання:

- розробка кваліметричної моделі ФІМ та ФДФ з визначенням вагомості основних показників якості;
- дослідження оптично-спектральних властивостей рідких ФІМ на основі олігоєфіркарбонатметакрилатів /ОКМ/ та олігоєфіракрилатів /ОЕА/ під час УФ-експонування та перехідного шару /ПШ/ на межі "зшитий-незшитий ФІМ";
- уточнення оптико-геометричної та математичної моделей процесу формування друкарського рельєфу в шарі рідкого ФІМ і обґрунтування на цій основі вимог до світлотехнічних показників УФ-опромінювачів;
- розробка оптико-геометричної та математичної моделей опроміненості горизонтальної площини панеллю люмінесцентних ламп /ЛЛ/ з плоским відбивачем і без нього з проведенням математичного експерименту;
- вибір та реалізація оптимального режиму роботи ЛЛ з метою забезпечення якості ФДФ та техніко-економічних показників технологічного процесу та обладнання.

Наукова новизна: розроблена кваліметрична модель ФІМ та ФДФ, визначені їх основні одиничні та комплексні показники якості, вагомість їх внеску в загальну якість ФІМ та ФДФ. Досліджені основні оптично-спектральні властивості рідких ФІМ на основі ОКМ та ОЕА під час експонування УФ-випромінюванням. Оптико-спектральними дослідженнями уточнена модель формування рельєфу ФДФ в об'ємі рідких ФІМ на основі концепції про пошировий характер процесу фотополімеризації. Вперше теоретично досліджені основні оптико-геометричні властивості ПШ для даних ФІМ. Доповнена оптико-геометрична модель формування друкарського рельєфу в шарі рідкого ФІМ на основі проведених комплексних досліджень, що дозволило науково обґрунтувати основні

вимоги до світлотехнічних показників УФ-опромінювачів. Розроблені оптико-геометрична та математична моделі опроміненості горизонтальної площини панеллю люмінесцентних ламп з плоским відбивачем і без нього з метою підвищення рівномірності УФ-опромінення світлочутливих матеріалів, пониження енерговитрат, масо-габаритних характеристик УФ-опромінювачів на ЛЛ.

Практична цінність і апробація роботи. Результати роботи лягли в основу керівного галузевого документу КД 29 Укр.-01-90 "Методичні вказівки. Матеріали формні фотополімеризаційноздатні та форми друкарські фотополімерні. Номенклатура показників якості". Розроблена універсальна програма для розрахунку опроміненості горизонтальної поверхні панеллю ЛЛ з плоским відбивачем і без нього, яка призначена для використання у галузевих НДІ та промислових КТБ при проектуванні технологічного обладнання для різних виробництв - в УФ-, видимій та ІЧ-діапазонах, опромінювачів як підсистем САПР, а також в навчальному процесі у вищих та середніх спеціальних навчальних закладах. Розроблена автором прикладна програма для ЕОМ та сконструйований і виготовлений діючий макет електронного пуско-регулюючого апарату /ПРА/ для ЛЛ типу ЛУФ-40 передані для апробації та впровадження в УНДІ ім.Т.Шевченка, УАД та інші організації.

Основні результати роботи опубліковані в 10 статтях і викладені в доповідях на ІУ-й республіканській конференції молодих вчених і спеціалістів галузі "Молодь і розвиток поліграфії" /м.Львів, 1990/ на III-й науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів країн СНД "Печать, молодь, ринок" /м.Москва, 1992/, на українському постійно-діючому семінарі з фотохімії світлочутливих мономер-олігомерних і полімерних систем /м.Львів, 1993, 1994/, на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу УНІ ім.Ів.Федорова /м.Львів, 1990-1994/.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти глав, загальних висновків, бібліографії та додатків. Дисертація викладена на _____ стор. машинописного тексту, містить 42 рисунки та 10 таблиць. Бібліографічний список включає _____ найменувань робіт.

Основні положення, які виносяться на захист:

- кваліметрична модель ФІМ та ФДФ;
- особливості оптично-спектральних властивостей рідких ФІМ на основі ОКМ та ОЕА під час їх експонування актинічним випроміненням;
- уточнена оптико-геометрична модель формування друкарського рельєфу ФДФ під час експонування рідких ФІМ з врахуванням їх спектральних властивостей та оптичних характеристик перехідного шару;
- оптико-геометрична і математична моделі опроміненості горизонтальної площини УФО на ЛЛ з плоским відбивачем і без нього;
- практичні рекомендації щодо вдосконалення конструкції УФО на ЛЛ для ЕУ;
- функціональна і принципова схеми живлення ЛЛ імпульсним струмом високої частоти та результати її апробації.

Особистий внесок. Розроблена кваліметрична модель ФІМ та ФДФ. Внесені уточнення в оптико-геометричну модель процесу ФХФ друкарського рельєфу. Запропонована оптико-геометрична і математична моделі опроміненості горизонтальної площини для оптимізації конструкції УФО на ЛЛ. Розроблена функціональна та принципова схеми електронного ПРА для живлення ЛЛ струмом високої частоти.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі висвітлена актуальність проблем дослідження оптичних властивостей ФІМ та необхідність оптимізації конструкцій та режимів роботи УФО на ЛЛ, сформульовані мета та завдання дисертаційної роботи, подано опис отриманих наукових і практичних ре-

зультатів, інформацію щодо апробації роботи, наведено основні положення, що виносяться на захист.

У першій главі - "Стан, проблеми та перспективи формного обладнання для виготовлення ФДФ" - детально розглядаються технологічні процеси /ТП/ виготовлення ФДФ з різних видів ФМ, проаналізовані існуючі конструкції ЕУ вітчизняного та закордонного виробництва, їх переваги та недоліки і на цій основі накреслені найбільш перспективні шляхи розвитку та оптимізації формного експонуючого обладнання, які націлені на підвищення продуктивності та автоматизацію процесу експонування, підвищення якості готових ФДФ та, головне, зменшення енергоспоживання, матеріалоемності обладнання, зниження собівартості технологічного процесу в цілому.

В розділі наводиться огляд робіт науковців академічних інститутів /ІХФ РАН, ІХ та ІХВС НАН України/, галузевих НДІ України /УНДІШ ім.Т.Шевченка, УНДІСВД, НДІхімпроект, УНДІпластмас та ін./ та ВНЗ, в т.ч. УАД, КПІ, Московська державна академія друкарства, завдяки яким розроблені і реалізовані процеси, матеріали та обладнання для переробки ФМ в вироби, в яких показано, що однією з найголовніших технологічних операцій при їх виготовленні, в т.ч. ФДФ, є експонування. Підкреслено, що для проектування оптимальної конструкції УФО для ЕУ бракує чітких вихідних вимог до їх основних світлотехнічних показників. Науково обгрунтоване рішення цієї проблеми вимагає дослідження оптично-спектральних властивостей ФМ та моделювання процесу ФХФ друкарського рельєфу ФДФ під час проведення технологічної операції експонування, чим і обгрунтовуються мета та завдання роботи.

У другій главі - "Методика експериментальних досліджень" - обгрунтовано вибір ФМ для проведення експериментальних досліджень. В якості об'єктів досліджень вибрані розроблені в УПІ ім.Ів.Федорова рідкі фотополімеризаційноздатні композиції /РФПК/

на основі олігокарбонатметакрилату ОКМ-2 /РФПК, умовно позначена Д-1/ та суміші його з олігоефіракрилатом МДФ-2 /РФПК Д-2/, що обумовлено їх перспективністю використання в різних технологічних процесах внаслідок високих експлуатаційних, економічних та екологічних властивостей. Описана технологія виготовлення ФДФ та експериментальних зразків, включаючи призначене для цього обладнання.

На підставі проведеного експертного опитування групи спеціалістів галузі встановлено загальну номенклатуру одиничних та комплексних показників якості, виділено основні, найбільш вагомі та запропоновано кваліметричну модель ФІМ та ФДФ, яка надалі використана в оцінці якості ФДФ, а , головне, підтвердила робочу гіпотезу про необхідність вивчення оптичних властивостей системи освітлювач-ФІМ-ФДФ.

Для моделювання процесу ФХФ, виготовлення експериментальних зразків та проведення досліджень, оптимізації конструкції УФВ на підставі аналізу технічних даних різних джерел УФВ вибрані стандартні ЛЛ типу ЛУФ-40. Детально розглянуті відомі стандартні методи і засоби оптичних вимірювань і вибрані необхідні.

Методика визначення дисперсії показників заломлення $n(\lambda)$ і поглинання $\chi(\lambda)$ РФПК полягала у експериментальному визначенні спектрів відбивання $R(\lambda)$ в діапазоні 72,8...413 нм за допомогою автоматизованої спектральної установки КСВУ-23 в комплекті з ЕОМ "Електроніка" ДЗ-28". З одержаних спектрів відбивання $R(\lambda)$ вираховувались і будувались дисперсії $n(\lambda)$ та $\chi(\lambda)$ за допомогою співвідношень, одержаних на підставі рівнянь Крамерса-Кроніга:

$$n(\lambda) = \frac{1 - R(\lambda)}{1 + R(\lambda) - 2\sqrt{R(\lambda)} \cdot \cos \theta(\lambda)} \quad , \quad (1)$$

$$\chi(\lambda) = \frac{i\sqrt{R(\lambda)} \cdot \sin \theta(\lambda)}{1 + R(\lambda) - 2\sqrt{R(\lambda)} \cdot \cos \theta(\lambda)} \quad , \quad (2)$$

де $R(\lambda)$ та $\theta(\lambda)$ - коефіцієнти відбивання і фаза відбитої хвилі.

Визначення величин та індикатрис розсіяння світла в шарі РФПК під час її експонування УФВ проводили за допомогою установки, роз-

робленої за участю автора. Функціональна схема наведена на рис.1.

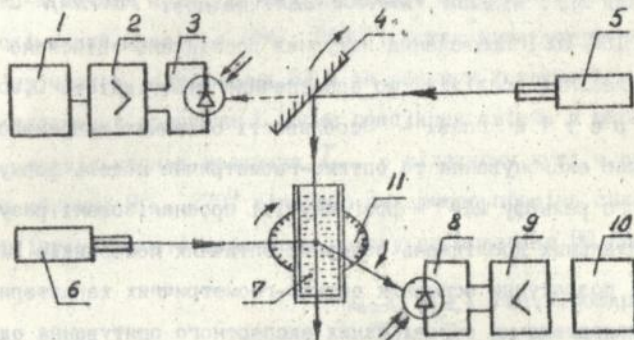


Рис.1. Функціональна схема установки для дослідження індикатрисы розсіяння світла в шарі РРІК під час її експонування: 1,10 - мілівольтметр; 2,9 - вхідні підсилювачі; 3,8 - фотоелектронні помножувачі; 4 - дзеркало; 5 - N_2 - лазер; 6 - $He-Ne$ - лазер.

Зразок РРІК 7, розміщений в кварцевому капілярі діаметром 0,1 мм, отверджується УФВ азотного лазера 5 / $\lambda = 337,1$ нм/. Дослідження індикатрисы розсіяння випромінювання гелій-неонового лазера 6 / $\lambda = 632,8$ нм/ велось за допомогою фотоелектронного помножувача 8, розміщеного на гоніометрі II в діапазоні кутів $\theta = 10-350^\circ$.

Максимальні розміри макро- та мікрогетерогенних утворень в шарі РРІК під час експонування визначали УФВ різних лазерів N_2 - 348,416 нм; O_2 - 375 нм; Ne_2 - 389 нм; Ar_2 - 408 нм/ в широкому енергетичному діапазоні 2,5...25000 Вт/см² за допомогою електронного мікроскопу ЕМ-2 методом прямого просвічування.

Для визначення і кваліметричної оцінки технологічних, економічних, експлуатаційних та екологічних характеристик об'єктів дослідження використаний метод експертного опитування, в якому брали участь провідні спеціалісти поліграфічної і суміжних галузей. Математико-статистична обробка результатів опитування велась за загальноприйнятою методикою.

Для здійснення математичного експерименту використані стандартні програми ЛДУ, МІЦЕЛЯР, *TRANSCENDENT* на мові *FORTRAN* - 77 для ПЕОМ типу IBM-366. Проведення натурних досліджень здійснено за кількістю паралельних дослідів, що забезпечила вірогідність 0,95.

У т р е т і й главі - "Особливості оптичних властивостей РФІК під час експонування та оптико-геометрична модель формування друкарського рельєфу ФДФ" - розглянуті і проаналізовані результати експериментальних досліджень основних оптичних показників РФІК та теоретичні розрахунки основних оптико-геометричних характеристик ПШ. Як встановлено на основі даних експертного опитування однією з визначальних характеристик якості є: з одиничних показників для ФІМ - оптичні і енергетичні, а для ФДФ - репродукційно-графічні та експлуатаційні. Ці ж показники входять в число вагомих і у комплексній оцінці якості ФІМ і ФДФ. З цього випливає необхідність досліджень оптично-спектральних характеристик /показників заломлення $n(\lambda)$, поглинання $\mathcal{K}(\lambda)$, відбивання $R(\lambda)$ і розсіяння I_s / як в процесі УФ-отвердіння РФІК, так і готових заполімеризованих матеріалів.

Одержані залежності $n(\lambda)$ та $\mathcal{K}(\lambda)$ дозволили розрахувати товщину ПШ. Встановлено, що товщина ПШ суттєво залежить від інтенсивності E та довжини хвилі λ УФВ в інтервалі малих енергій $1 \dots 10$ Вт/м². Максимальна товщина ПШ складає $8 \dots 10$ мкм і при $E > 10$ Вт/м² не залежить від згаданих параметрів.

Визначення подвійного променезаломлення та поляризації за допомогою модифікованих матриць Джонса використане для встановлення залежності інтенсивності відбитого від поверхні ПШ УФВ від кута падіння α . Максимум для перпендикулярної складової УФВ $/E_{\perp} /$, відбитої від ПШ, припадає на 14° , для нормальнопадаючого потоку $/E_{\parallel} /$ - 17° , а загальний - на 16° . Слід відзначити зменшення анізотропії зі збільшенням E та λ УФВ.

Одержані залежності $n(\lambda)$ та $\mathcal{K}(\lambda)$ дали змогу розрахувати дис-

персію комплексного показника заломлення $\tilde{n}(\lambda)$ на основі методу квантово-хімічних молекулярних орбіталей для різних співвідношень "фотополімерний матеріал /ФМ/: РФПК". Встановлене суттєве зростання $\tilde{n}(\lambda)$ на частоті поглинання РФПК за рахунок істотного впливу $\kappa(\lambda)$.

Дослідження величини і форми розсіяння світла в шарі РФПК показали, що кількісна величина I_p в тілесному куті з плоским кутом при вершині $90 \dots 270^\circ$ відносно падаючого променя складає $0,01 \dots 0,1$ від інтенсивності падаючого потоку на поверхню ПШ /рис.2а/.

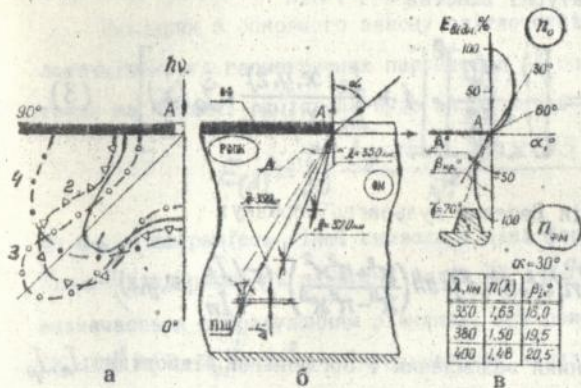


Рис.2. Поширення активнішого випромінювання в об'ємі РФПК: а-фрагмент індикатриси розсіяння Д-2 при експонуванні: 1-2хв; 2-10хв; 3-15хв; 4-20хв; б-хіт променю з врахуванням дисперсії $n(\lambda)$: в-індикатриси опроміненості на поверхні і в об'ємі ФМ від ідеального УФ0.

Очевидне суттєве превальювання процесу поглинання над розсіянням. Спостерігається суттєва різниця в характері індикатриси розсіяння для Д-1 та Д-2, яка пояснюється присутністю у складі РФПК Д-2 олігоєфіракрилату МДФ-2, бо процентна кількість решта компонентів /діметакрилового ефіру триетиленгліколю ТГМ-3, олігомера ОКМ-2 та фотоініціатора іБББ/ є сталою. Таким чином, визначено вплив ОБА МДФ-2 на характер індикатриси розсіяння в шарі РФПК, який обумовлений міжмолекулярними взаємодіями у вихідній системі.

На основі даних, одержаних методом електронної мікроскопії, побудована залежність максимальних розмірів мікротетерогенних утворень d від інтенсивності E та довжини хвилі λ УФВ. Можна відмітити три спектральних зони, які є найбільш ефективними з точки зо-

ру одержання найкращих експлуатаційних показників ФМ /в першу чергу механічних/: перша - 408 нм, $E=875 \text{ Вт/см}^2$; друга - 369 нм; $E=1250 \text{ Вт/см}^2$; третя - 337 нм, $E=1500 \text{ Вт/см}^2$. Збільшення величини опроміненості зразків Д-І при зменшенні λ пояснюється необхідністю одержання більшої кількості енергії при формуванні мікрогетерогенних утворень великого розміру.

На основі проведених експериментальних та теоретичних досліджень виведено емпіричну формулу, яка взаємопов'язує між собою основні оптичні та структурні властивості РФПК:

$$\chi(x, y, z) = \left[\frac{1 - \frac{dn}{dn}}{1 + \frac{dn}{dn}} \right]^2 \cdot \left[1 + \frac{I_p(x, y, z)}{I_n(x, y, z)} \cdot \dot{J}_0(x) \right] \quad (3)$$

тут циліндрична функція Бесселя нульового порядку:

$$\dot{J}_0(x) = \frac{I_p(x, y, z)}{I_n(x, y, z)} \cdot \ln(\alpha^2 + \beta^2 + c^2) \cdot \text{sh} \left(\frac{x^2 + n^2 x^2}{x^2 - n^2 x^2} \right) \cdot {}_1F_1 \left(\frac{I_p}{I_n}(x, y, z) \right)$$

де: n і x - показники заломлення і поглинання відповідно; I_n, I_p - інтенсивності падаючого і розсіяного світла відповідно; x, y, z - координати атомів; ${}_1F_1(x)$ - гіпергеометрична функція першого роду; α, β, c - еліпсоїдальні параметри мікрогетерогенних утворень.

Крім цього, на базі проведених комплексних досліджень була доповнена модель формування друкарського елементу в шарі РФПК під час експонування /рис.2 б, в/ і виведена загальна формула для розрахунку опроміненості. На основі розглянутої моделі висунуті основні вимоги до світлотехнічних показників УФО /спектральний діапазон та інтенсивність УФВ, нерівномірність опроміненості та кут падіння/.

У ч е т в е р т і й главі - "Моделювання та оптимізація УФ-опромінювачів на люмінесцентних лампах" - приведені теоретичні дослідження по досягненню максимальної рівномірності опромінення гори-

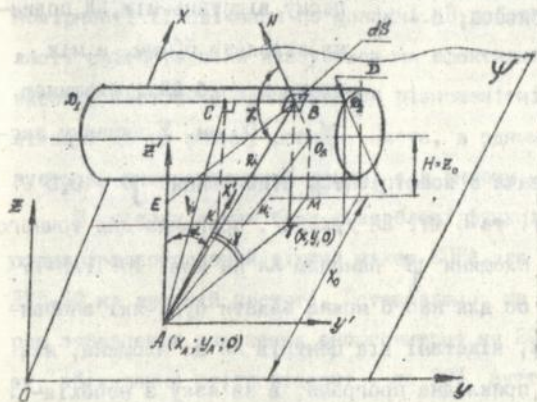
зонтальної поверхні заданого формату мінімальною кількістю люмінесцентних ламп /ЛЛ/.

Для цього спочатку була розроблена оптико-геометрична модель опроміненості поверхні однією ЛЛ на висоті 50, 100 та 200мм між ними та проведено її математичний опис /Рис.3/, а в подальшому, на її основі проведено аналогічну роботу для ряду ЛЛ /3-10, 12шт./, з яких може складатись панель УФ0 для виготовлення ФДФ різних форматів /21x30...30x42см/. При цьому розглядалися два варіанти таких УФ0 - з плоским відбивачем і без нього.

Виходячи з основного закону світлотехніки з врахуванням світлотехнічних та геометричних параметрів ЛЛ опроміненість будь-якої точки на площині однією ЛЛ буде визначатись формулою:

$$E(A) = \iint_{\alpha} \frac{L_0 \cdot \cos \alpha \cdot \cos \chi \cdot dS}{R_i^2}, \quad (4)$$

де L_0 - яскравість /інші символи з цієї формули вказані на рис.3/. Елементарна площа на поверхні колби ЛЛ $dS = \left| \frac{\partial r}{\partial \alpha} \times \frac{\partial r}{\partial \gamma} \right| \cdot d\alpha \cdot d\gamma$ визначається з врахуванням рівняння, яке описує поверхню колби ЛЛ $(x-x_0)^2 + (z-z_0)^2 = r^2$. Інтегруванням виразу /4/ для масиву точок,



які належать площині ψ , одержали розрахункову картину опроміненості цієї площини.

Розрахунок опроміненості E_A для кожної точки площини ψ панеллю ЛЛ зводився до визначення загального потоку УФВ як суми інтегральних потоків від кожної ЛЛ з врахуван-

Рис.3. Оптико-геометрична модель опроміненості площини однією люмінесцентною лампою.

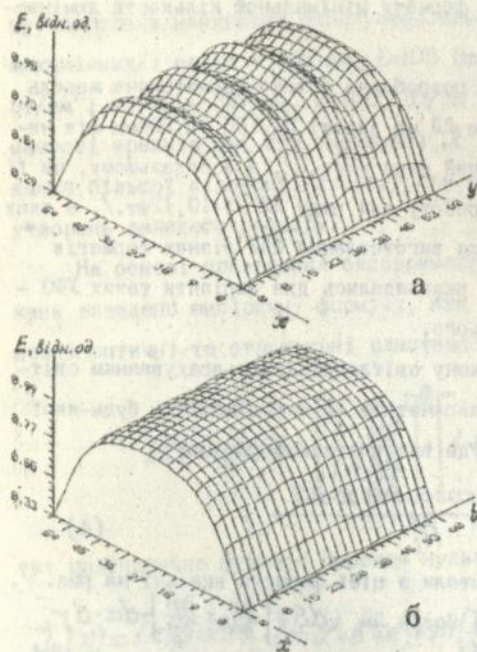


Рис.4. Характер просторового розподілу опроміненості площини панеллю з 6-ти ламп ЛУФ-40: а - без відбивача; б - з плоским відбивачем.

застосування плоского відбивача з коефіцієнтом відбивання $\rho = 0,5$ необхідно відповідно 4 шт. та 6 шт. ЛЛ /рис.4/. Програма для точного розрахунку опроміненості площини Ψ панеллю ЛЛ на мові ФОРТРАН-77 V.5.0. є універсальною, бо для нього можна задати будь-які значення габаритних розмірів ЛЛ, відстані від центрів ЛЛ до площини, яка опромінюється. Однак, ця прикладна програма, в зв'язку з необхідністю обробки значного масиву інформації, вимагає ПЕДМ високого класу./не нижче IBM-386/.

ням кутів затінення. Після розробки алгоритму і прикладної програми були проведені розрахунки для різних відстаней між ЛЛ та між ЛЛ та площиною Ψ . Ізолінії опроміненості площини Ψ бували на основі масивів даних для кожного випадку окремо у графічному редакторі SURFER-2.4.

Розрахунки показали, що для рівномірного опромінення поверхні касети формату А4 з допуском $\pm 5\%$ необхідно /без плоского відбивача/ мінімум 6 шт. ЛЛ ЛУФ-40, а для формату А3 - 8 шт. При цьому відстань між ЛЛ повинна складати 60 мм, а між центром колб ЛЛ і площиною Ψ - 100 мм. У випадку зас-

Для досягнення необхідного кута падіння α УФВ рекомендується застосовувати спеціальні оптичні елементи, які слід розміщувати між панеллю ЛЛ та поверхнею, що опроміняється: світлообмежувачі решітки, оптичні інтегратори /лінзові растри/, спеціальні покриття на склі касети.

Для виділення необхідної зони спектру УФВ рекомендується застосовувати джерела з увіоловим склом або скляні світлофільтри типу УФС-4 /-5, -6, -8/.

У п'ятій главі - "Вибір оптимального режиму роботи люмінесцентної лампи" - проаналізований ряд робочих режимів люмінесцентної лампи і вибраний оптимальний, запропоновано функціональну і принципову схеми електронного пуско-регулюючого апарату /ЕІРА/. Виготовлений його діючий макет.

Аналітична оцінка основних недоліків, які властиві роботі ЛЛ в комплекті з індуктивним ІРА, показала, що для нього є характерними низький к.к.д., неодночасний запуск всіх ЛЛ та досить довгий час виходу на стабільний режим роботи. Живлення ЛЛ постійним струмом призводить до явища катафорезу і, відповідно, до збільшення нерівномірності її свічення по довжині. В роботах провідних вчених у області світлотехніки вказується на ефективність живлення ЛЛ струмом високої частоти і пропонуються різноманітні варіанти ЕІРА для реалізації цього режиму роботи. Проте, в одному варіанті використовується однопідрозведений струм, а в іншому - малопотужні ЕІРА.

В зв'язку з цим були розроблені функціональна та принципова схеми і виготовлений діючий макет ЕІРА для запалення і роботи ЛЛ ЛУФ-40 на високій частоті. Встановлено, що використання цього пристрою забезпечує зменшення енерговитрат на 20...30%, маси - у 1,8 рази, збільшення світловіддачі - на 10%, суттєве підвищення надійності, швидкості запалення та виходу на робочий режим.

Інститут В. Стефаніка
АН України

Автор висловлює щиро подяку д.т.н., проф. Лазаренку Е.Т., д.ф.-м.н. Кітику І.В., к.х.н. Ротеру Ю.А. за науково-методичну та консультативну допомогу при виконанні цієї роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

1. Аналіз технологій та устаткування для переробки ФІМ в ФДФ показав, що зменшення енерговитрат можливе не тільки за рахунок підвищення світлочутливості ФІМ, але й оптимізацією процесу експонування ФІМ, конструкцій та режимів роботи УФ-опромінювачів. Це, в свою чергу, передбачає розгляд узагальненої оптико-геометричної моделі формування друкарського рельєфу в об'ємі ФІМ з врахуванням його основних оптичних властивостей та створення математичної моделі для розрахунку опроміненості поверхні РФІК панеллю ЛЛ.

2. На основі анкетування провідних фахівців поліграфічної та суміжних галузей створена кваліметрична модель ФІМ та ФДФ з них, визначені номенклатура основних, одиничних і комплексних показників якості та ступінь їх вагомості. Більшість експертів вказала на суттєву вагомість одиничних оптичних показників ФІМ та репродукційно-графічних характеристик ФДФ, які взаємопов'язані між собою на технологічній операції УФ-експонування.

3. Досліджена кінетика основних оптичних властивостей РФІК на основі ОКМ та ОЕА під час їх експонування. На основі концепції пошарового характеру фотополімеризації при фотохімічному формуванні друкарського рельєфу в об'ємі РФІК вперше теоретично розрахована і експериментально підтверджена дисперсія показників заломлення і поглинання в області фундаментального поглинання як для РФІК і ФМ, так і для різних співвідношень РФІК:ФМ. Теоретично розрахована товщина перехідного шару на межі "ФМ:РФІК" та її залежність від довжини хвилі, інтенсивності та поляризації УФ-випромінювання. Теоретичними розрахунками встановлено, що поверхня перехідного шару характери-

зується високим коефіцієнтом відбивання /при $\beta = 14...17^\circ$ відбивається до 80% від інтенсивності УФ-випромінювання, яке дійшло до нього/.

Зконструйована і виготовлена установка для дослідження індикатрис розсіяння світла в об'ємі РФПК в процесі УФ-експонування. Показано, що розмиття профілю друкарського елементу може бути викликано, окрім інших причин, і розсіянням світла в об'ємі РФПК активнічного випромінювання.

За допомогою електронної мікроскопії визначені максимальні розміри надмолекулярних утворень в об'ємі РФПК. Встановлено, що діаметр цих утворень суттєво залежить від інтенсивності та довжини хвилі УФ-випромінювання.

Виведена емпірична формула, яка пов'язує основні оптичні та структурні показники РФПК та ФМ.

4. Доповнена узагальнена оптико-геометрична модель формування друкарського рельєфу в об'ємі РФПК. Уточнена формула по розрахунку величини опроміненості в об'ємі РФПК. Показано, що ступінь дифузності УФ-випромінювання, яке надходить від УФ-випромінювача, відіграє суттєву роль у формуванні профілю друкарського елементу. Визначені основні вимоги до світлотехнічних параметрів УФ-опромінювача, в тому числі і діапазону кута падіння УФ-випромінювання на поверхню касети $\alpha = 0...30^\circ$.

5. Розроблені математична модель опроміненості площини циліндричними рівнояскравими джерелами УФ-випромінювання певних геометричних розмірів та прикладна програма для її реалізації на ПЕОМ класу IBM-386 і вище.

6. Визначені оптимальні відстані між джерелами світла в УФ-опромінювачах та між ними і поверхнею РФПК. Оптимальна конструкція УФ-опромінювача дозволяє досягнути високої рівномірності опроміненості поверхні РФПК /не більше $\pm 5\%$ при зменшенні кількості люмінесцентних ламп при незначному падінні зовнішньої інтенсивності.

7. Розроблені функціональна та принципова схеми і виготовлений діючий макет електронного ПРА для люмінесцентної лампи ЛУФ-40, використання якого дозволяє зменшити енергоспоживання /на 20...30%, збільшити світловіддачу /в межах 10%/, скоротити швидкість запалення і час виходу на робочий режим /орієнтовно на порядок/, підвищити надійність та термін експлуатації ламп, а також зменшити масу пуско-регулюючого апарату /у 1,8 рази/.

Основні положення дисертації опубліковані в роботах:

1. Петренко О.Г. Про можливість використання загальногалузових засобів вимірювань для контролю параметрів якості ФІМ - В зб.: ІУ Республіканська конференція молодих вчених і спеціалістів "Молодь і розвиток поліграфії". Тези доповідей.-Львів,УНДІПП,1990.-С.32.
2. Назаров В.Д., Петренко О.Г. Комплекс засобів метрологічного забезпечення контролю процесу експонування.- В зб.: ІУ Республіканська конференція молодих вчених і спеціалістів "Молодь і розвиток поліграфії". Тези доповідей.-Львів,УНДІПП,1990.-С.46-47.
3. Назаров В.Д., Петренко О.Г. Метрологическое обеспечение оценки качества фотополимеризующихся материалов и печатных форм.//Тр. ВНИИКИП, "Физико-химические явления в процессах полиграфии", т.40, Вып. I, 1991.-С.31-37.
4. Петренко О.Г., Лазаренко Э.Т. Экспертная оценка показателей качества формных фотополимеризующихся материалов//Научно-техн. достижения и передовой опыт в обл.издат.дела, полиграф.пром-ти и книжной торговли/ ИИЦ "Информпечать".-М.:1991, №12.-С.29-31.
5. Петренко О.Г. Оптимизация условий экспонирования ФІМ при изготовлении ФІФ.-В зб.: Ш науч.-практ.конференция молодых ученых и специалистов печати "Печать. Молодежь. Рынок".Тезисы докладов.-М.:1992,С41.
6. Петренко О.Г., Шибанов В.В., Микитишин С.И, Устройство для обработки энергетической экспозиции// Полиграфия,1992, №5.-С.27.
7. Петренко О.Г. Аналіз метрологічного забезпечення поліграфічних

- підприємств України// Поліграфія та видавнича справа, 1993, №27, С.53.
8. Петренко О.Г., Базилюк К.Ф. Розробка алгоритму та розрахунку часу експонування ФМ// Поліграфія та видавнича справа, 1993, №28, С.32.
9. Петренко О.Г., Лазаренко Е.Т. Напрявленість УФ-випромінювання при формуванні друкарського рельєфу фотополімерної друкарської форми під час експонування//Поліграфія та видавнича справа, 1994, №29.- С.63-68.
10. Петренко О.Г. Источники УФ-излучения для экспонирующих установок//Научно-техн. достиж. и передов. опыт в обл. издат. дела, полиграф. пром-ти и книжной торговли/НИЦ "Информпечать".-М.:1994, №5, -С.1-5.
11. Мервинский Р.И., Петренко О.Г., Китык И.В. Спектроскопическое определение функций переходного слоя в фотополимеризационноспособных материалах// Журнал прикладной спектроскопии, 1994, т.61, №6.- С.540-547.

Здобувач



Петренко О.Г.

Івтрєнко О.Г. Исследование оптических свойств жидких фотополимеризационноспособных материалов и оптимизация УФ-облучателей.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.06.15 – Машины, агрегаты и процессы полиграфического производства; Украинская академия печати, Львов, 1994

С использованием кваліметричної моделі і проведених на її основі досліджень оптичних властивостей жидких фотополімеризуючихся матеріалів показана необхідність урахування ступеня дифузності УФ-випромінювання від облучателя, дисперсії показувачів заломлення і поглинання, а також ступеня розсіяння актиничного випромінювання при фотохімічному формуванні оптимального печатного рельєфу фотополімерної печатної форми в час експонування. Уточнена мікрогетерогенна модель процесу послідовної полімеризації олигомерних сумішей. Визначені умови втрати енергії УФ-випромінювання як для всієї оптико-геометричної моделі формування печатного рельєфу в час експонування фотополімеризационноспособного матеріалу, так і для перехідного шару. Предложена математическая модель расчета облученности горизонтальной плоскости рядом цилиндрических равноярких источников УФ-излучения конечных размеров. Рассчитана оптимальная конструкция УФ-облучателей для экспонирующих установок различных форматов, обеспечивающая требуемую равномерность облучения поверхности при одновременном уменьшении общего количества ламп. Разработаны функциональная и принципиальная схемы, изготовлен действующий макет электронного пуско-регулирующего аппарата для питания люминесцентной лампы мощностью 40 Вт током высокой частоты, что позволило существенно повысить технико-экономические показатели комплекта.

Ключові слова: фотополімеризационноспособні матеріали, фотохімічне формування, фотополімерна друкарська форма, оптичні властивості, УФ-випромінювач, експонуюча установка.

Petrenko O.G Investigation of the optikal properties of the liquid polymerable materials and optimization of the UV-irradiator.

Dissertation for receiving of the scientific degree-candidate of the technical sciences by the specialization 02.05.15, equipment, aggregates and processes of the polygraphy industry, Ukrainian Academy of Printing, L'viv, 1994.

Using gualimetric model and comingout from the corresponding investigations of the optikal properties in the liquid photopolymerized materials it uas shown the necessity of the accaeting the degree of the diffussion UV-light source, dispersion of the refraktive index and adsorption coefficient and the degree of actinical light emission within the photochemical formation of optimal profile in the printing elements of corresponding printing form. It was precised the microheometerogeneces model of the process layered polimerization in the oligomer mixtures. It was determined the conditions of the energylosses of the UV-irradiation both for the whole optical geometrical model printing form's formations and for the intermediate layer "sealed- nonsealed potopolymer material". It was proposed the mathematical model for the calculation of the illumination of the horizontal plane by the several cylindrical equally lighted UV-irradiation sources of the finite sizes. It was calculated the optimized construction of the UV-irradiator wicht ensures the requested uniformity of the illumination in the horizontal plane with simultanecusly decrease of the common number of the light saerce. It was created functional and pricipial scema and it was manufactured the working model of the electronical switchingregulated aparatus for the ensvrance of the luminescent lamp with the 40Wt power by the CWceverent, which allows essentially increase technical-economical paramemers of the luminescent lamp complect of the switching -regulated aparatus.

Підписано до друку 23.09.94. Формат 60x84/16.
Обсяг 1,25 друк.арк. Зам. 6/8. Тираж 100. Безплатно.

Віддруковано офсетним способом в учбово-експериментальній друкарні Української академії друкарства
м.Львів-4, вул.Личаківська, 3

Безплатно.

АВ 30.928

АВ 30.928