

- тепловых электростанций по уровню микроповрежденности металла // Техн. диагностика и неразрушающий контроль. – 2010. – N 1. – С. 23-31
5. Дубов. А.А. Проблемы оценки остаточного ресурса стареющего оборудования // Техн. диагностика и неразрушающий контроль. – 2010. – N 2. – С. 49-54.
6. *Механіка руйнування і міцність матеріалів*. Довідниковий посібник. За заг. ред. В.В.Панасюка. Т. 5: Неруйнівний контроль і технічна діагностика / Під. ред. З.Т. Назарчука. – Львів: ФМІ, 2001. – 1134 с.
7. *Назарчук З.Т., Скальський В.Р.* Акустико-емісійне діагностування елементів конструкцій: Науково-технічний посібник: У 3-х томах. – Т.1: Теоретичні основи методу акустичної емісії. – К.: Наук. думка, 2009. – 287 с.
8. *Муравський Л.І.* Методи спекл-кореляції для дослідження механічних властивостей конструкційних матеріалів. – К.: Наукова думка, 2010. – 208 с.
9. *Сікора Л.С.* Лазерні інформаційно-вимірювальні системи для управління технологічними процесами. Частина 2. Системологія прийняття рішень в складних технологічних структурах / Сікора Л.С. – Львів: Каменяр, 1998. – 453 с.
10. *Микитин Г. В.* Основи метрології: Навчальний посібник. – Львів: СПОЛОМ, 2008. – 296 с.
11. *Микитин Г.В.* Методологічні засади для інформаційної технології відбирання даних про напружено-деформований стан конструкційних матеріалів // Вимірювальна техніка і метрологія, №71, 2010. – С.45-51
12. *Микитин Г. В., Сікора Л.С.* Системна концепція для розроблення інформаційних технологій відбору і оброблення різномірних даних від об'єктів дослідження // Збірник наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.С. Пухова НАН України, 2010. – №.57 – С. 126-134
13. *ГОСТ 25. 506 – 85* Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении
14. *Микитин Г. В., Сікора Л.С.* Системна модель визначення параметрів напружено-деформованого стану конструкційних матеріалів // Збірник наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.С. Пухова НАН України, 2010. – №.58 – С. 134-141

Поступила 21.02.2011р.

УДК 621.373.826

Н.В. Ярка, аспірант, Українська академія друкарства (УАД), Львів

ПРОБЛЕМИ ФОКУСУВАННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИРІШЕННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

Розглянута залежність фокусування лазерного пучка від характеристик випромінювання та виконаний короткий огляд способів підвищення роздільної здатності запису зображення на формний матеріал при виготовленні

друкарських форм.

Рассмотрена зависимость фокусировки лазерного пучка от характеристик излучения и осуществлен короткий обзор способов повышения разрешающей способности записи изображения на формный материал при изготовлении печатных форм.

Dependence of laser beam focusing from exposure features has been examined and a brief overview of image recording resolution improvement in prepress has been held.

Ключові слова: лазерне фокусування, когерентність, глибина різкості, оптична система, акусто-оптичний модулятор.

Ключевые слова: лазерная фокусировка, когерентность, глубина резкости, оптическая система, акусто-оптический модулятор.

Keywords: laser focus, coherency, depth of sharpness, optical system, acousto-optic modulator.

Вступ

Широке використання лазерів в різних сферах науки і техніки спричинила їх здатність генерувати інтенсивне когерентне спрямоване монохроматичне випромінювання. В поліграфії використання лазерів почалось відразу після їх появи, зокрема у фотонаборній техніці, а у 80-90-х роках минулого сторіччя розпочались активні розробки технології виготовлення форм високого, офсетного, глибокого, флексографічного і трафаретного способів друку з використанням лазерного випромінювання. Технологія лазерного запису інформації на друкарські форми розвивається та вдосконалюється і сьогодні. Підтвердження цьому – присутність на ринку великої кількості компаній-виробників широкої номенклатури пристроїв Computer-to-Plate (СtP) [7,10].

Одним з важливих технологічних параметрів СtP-систем є така характеристика лазера як розмір сфокусованої плями, що визначає роздільну здатність запису зображення, від якої залежить точність відтворення друкованої продукції. Фокусування лазерного випромінювання є залежною характеристикою, воно зумовлене такими властивостями лазерних пучків, як монохроматичність, когерентність, гостра спрямованість (колімованість) та залежить від параметрів фокусувальної системи [5].

Тому, **метою** аналітичного огляду було проаналізувати принципи фокусування лазерних пучків, їх залежність від інших характеристик лазерного випромінювання та розглянути сучасні методи зменшення розмірів сфокусованої плями лазерного випромінювання.

Результати проведеного дослідження

Принципи фокусування лазерного випромінювання

Однією з переваг лазерного випромінювання є його когерентність, тобто незмінність різниці між фазами коливань хвиль у часі. Когерентність лазерного променя проявляється у великому ступені його монохроматичності та дуже малому куті розходження лазерного променя (високому ступені його

колімованості). Мала величина кута розходження випромінювання лазера означає, що енергію можна ефективно зібрати навіть на надзвичайно великих відстанях від випромінювача [5-7]. Однак, лазерне випромінювання, що отримується на виході із резонатора лазерної установки, не можна безпосередньо використовувати для обробки матеріалів. Це пов'язано з тим, що діаметр випромінювання становить від декількох міліметрів до декількох десятків міліметрів, через що не забезпечується висока концентрація енергії. Для збільшення концентрації енергії необхідно перетворити лазерне випромінювання таким чином, щоб на поверхні матеріалу, що обробляється лазерний промінь мав діаметр у декілька сотих або десятків міліметра. Для цього використовуються оптичні фокусуєчі системи – лінзові та дзеркальні [3].

Через недосконалість оптичних систем сфокусувати пучок в математичну точку неможливо, існує кінцева межа гостроти фокусування, яка називається дифракційною і визначає мінімальну площу фокальної плями.

При розгляді питань фокусування лазерного випромінювання особлива увага приділяється гаусівським пучкам з круглим перетином. Важливою особливістю цих пучків є те, що при їх поширенні залишається незмінним відносний розподіл інтенсивності на перетині (рис.1), цей розподіл підпорядковується закону Гауса як в ближньому, так і в дальньому полі [6, 8].

Крім того, в гаусівських пучках фаза випромінювання однакова у всіх точках поперечного перерізу, тому їх називають однофазними. Гаусівський пучок можна сфокусувати в пляму мінімальних розмірів з діаметром, що відповідає довжині хвилі. Ця властивість когерентних однофазових пучків дуже корисна і цією властивістю лазерні пучки відрізняються від некогерентних пучків світла, які принципово не можна сфокусувати в плями таких малих розмірів.

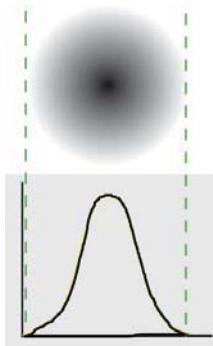


Рис. 1. Розподіл енергії в поперечному перерізі променя

Якщо початкове розходження пучка визначається дифракційними ефектами, що виникають на вихідній апертурі лазера і якщо відстань від лазера до лінзи достатньо мала для того, щоб не відбулось суттєве розширення пучка, то радіус фокальної плями можна описати виразом:

$$r_s = F \times \theta, \quad (1)$$

де θ – кут розходження пучка, а F – фокусна відстань безабераційної лінзи. Це співвідношення широко використовується для найпростіших оцінок мінімальних розмірів плями, які можна отримати при фокусуванні лазерного променя, якщо відомі значення величин θ і F .

Оскільки дифракційний кут розходження пучка наближено визначається відношенням $\theta = \lambda/D$, де λ – довжина хвилі, а D – діаметр обмежуючої апертури, то припустивши, що сфокусований пучок повністю заповнює апертуру лінзи, можна написати:

$$r_s = F\lambda/D = \lambda F_o, \quad (2)$$

де F_o позначає F число лінзи. Величина F_o не буває суттєво меншою одиниці, тому із виразу випливає, що мінімальна величина r_s може бути того ж порядку, що і λ . Це служить основою твердження про можливість фокусування лазерного променя в пляму діаметром, що відповідає довжині хвилі [6].

Для ефективного використання лазерів дуже часто потрібне гостре фокусування пучка, яке забезпечує його максимальну інтенсивність. У відповідності з рівнянням (1), для досягнення найменших розмірів фокальної плями необхідно використовувати короткофокусні лінзи, однак в реальних виробничих умовах вони можуть бути непридатними через обмеження глибини різкості, яка визначається як найбільша відстань, що вимірюється вздовж оптичної осі між точками, які відтворюються достатньо чітко (рис.2). Вона повинна бути достатньо великою, щоб виключити вплив вібрації або неоднорідності товщини матеріалу відносно фокусууючої лінзи [7,8].



Рис. 2. Глибина різкості джерела випромінювання

Глибина різкості наближено визначається відношенням

$$Z = \lambda F^2/a^2 \approx r_s^2/\lambda, \quad (3)$$

де λ – довжина хвилі, a – радіус лінзи, F – фокусна відстань. Звідси видно, що глибина різкості зростає пропорційно квадрату радіуса плями. Отже, оптичну систему слід конструювати так, щоб у ній забезпечувався розумний компроміс між необхідною глибиною різкості і малими розмірами плями.

Розглянуті вище гранично малі розміри сфокусованої плями, обумовлені дифракційними обмеженнями, визначаються фундаментальними законами оптики. Вони можуть бути досягнуті лише при використанні високоякісних безабераційних лінз і при роботі з пучками, що мають ідеальні просторові

характеристики. При просторових характеристиках реальних складніших пучків і модовому складі випромінювання, а також за наявності аберацій у лінзах, ці гранично малі розміри сфокусованої плями стають недосяжними.

Тому необхідно також розглянути і лінзові аберації (недоліки), що погіршують властивості оптичної системи. Для монохроматичного колімованого лазерного променя, що проходить вздовж осі лінзи, найбільш суттєвою є сферична аберация. При сферичній аберацияі промені, що виходять із точкового джерела і попадають на лінзу на різних відстанях від її осі, не збираються лінзою в одну спільну точку і в результаті цього зображення розпливається колом з нечіткими обрисами (так звана «м'яка точка»). Сферична аберация зростає із зменшенням фокусної відстані лінзи, визначаючи нижню межу допустимих значень фокусної відстані лінзи.

Сферичну аберацияю можна зменшити двома шляхами – використовуючи асферичні лінзи зі спеціально підібраними формами поверхонь або оптимізуючи форми сферичних лінз [6].

Способи зменшення розмірів сфокусованої плями лазерного випромінювання у формному виробництві

Багато виробників СтР-устаткування використовують різні способи для покращення технічних параметрів своїх пристроїв. Одним із варіантів для отримання малих розмірів плями є пропускання сфокусованого лазерного променя через модулюючу діафрагму, яка дозволяє зменшити його розсіювання (рис. 3). Таким способом можна досягати розмірів плями у межах декількох мікрометрів, однак при цьому суттєво знижується потужність - до 75% і в результаті яскравість (інтенсивність) плями не підвищується.

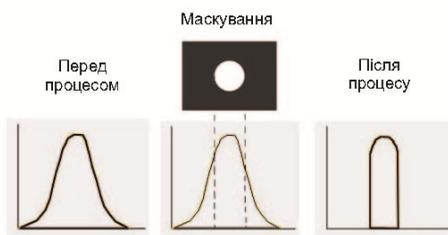


Рис. 3. Зменшення розмірів плями шляхом пропускання лазерного променя через модулюючу діафрагму

Інший спосіб збільшення роздільної здатності запису – експонування зображення із накладанням променів (рис. 4), що дозволяє формувати точки з діаметром меншим від діаметра променя. Ця технологія використовується не тільки в СтР-системах, але і у фотонаборних автоматах і лазерних принтерах. Для компенсації малої глибини різкості використовуються системи автофокусування [8].

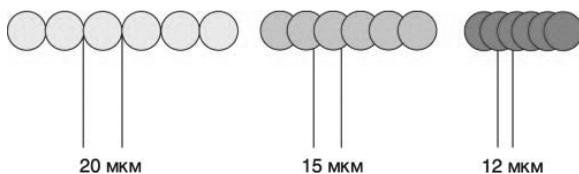


Рис. 4. Експонування зображення із накладанням променів

Завдяки найновішим програмним розробкам і ноу-хау у сфері лазерних технологій стало можливим отримувати високу роздільну здатність запису завдяки модуляції сигналу лазера при зміні його потужності. Цей метод полягає у тому, що лазерний промінь, виходячи із генератора, перед потраплянням на фокусуєчі лінзи проходить через пристрій комутації променя – акусто-оптичний модулятор (АОМ) [2,4,9]. Робота АОМ полягає у зміні інтенсивності світла внаслідок його дифракції на решітці, яка утворюється в склі в результаті просторової модуляції показника заломлення акустичною хвилею. Біжучу хвилю створює п'єзоелектричний перетворювач, який приєднаний до скляної пластинки.

Інтенсивність дифрагованих променів залежить від інтенсивності звукової хвилі. Модулюючи інтенсивність звукової хвилі можна міняти (нелінійно) інтенсивність дифрагованих променів. Як правило, інтенсивність променя нульового порядку міняється від 15% до 99%, а інтенсивність першого порядку - (0-80)%. Контрастність модуляції може досягати 1000 [1,7].

Висновки

У роботі розглянуто основні принципи фокусування лазерного випромінювання, його залежність від когерентності, колімованості, монохроматичності випромінювання та параметрів оптичної фокусуєчої системи. Проаналізовано способи підвищення роздільної здатності запису зображення на формний матеріал та їх вплив на інтенсивність випромінювання лазерних пучків.

1. Акустооптический модулятор [Електронний ресурс]. - Режим доступу до статті: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. *Веферс Л.* Прямое лазерное гравирование – повышение качества и упрощение процесса допечатной подготовки / *Л. Веферс, Х. Аннс* // Флексо Плюс. – 2006. - № 1. – с. 20-24.
3. *Григорьянц А.Г.* Оборудование и технология лазерной обработки материалов : учеб. Для ПТУ. /*А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов.* – М.: Высш. Шк., 1990. – 159с.
4. *Готч Э.* Прямое лазерное гравирование форм флексографской и высокой печати / *Э. Готч* // Флексо Плюс. – 2004. - №6. – с. 34-40.
5. *Рэди Дж.* Действие мощного лазерного излучения. /*Дж. Рэди; пер. С англ.. В.А. Батанова, И.К. Красюка.* – М.: «Мир», 1974. – 468с.
6. *Рэди Дж.* Промышленные применения лазеров. / *Дж. Рэди; пер. С англ.. В.А. Афанасьева, Е.А. Верного, К.Б. Шерстнева.* - М.: «Мир», 1981. – 638с.

7. Самарин Ю. Н. Лазерная техника и технология изготовления печатных форм : монография / Самарин Ю. Н., Шевченко С.А. – М.: МГУП, 2009. – 142с.
8. Синяк М. Лазеры в современных системах СтР. /М. Синяк, Д. Морев // КомпьюАрт - 2003. - №9 – с. 34-40.
9. Токманцев Д. Прямое лазерное гравирование флексографских печатных форм: преимущества и перспективы. /Д. Токманцев // Полиграфия. – 2004. - № 6. – с. 70-72.
10. Ясінський М. Лазери та їх застосування у процесах поліграфічного виробництва. / М. Ясінський, Ю. Рум'янцев, Л. Ясінська та ін. // Квалілогія книги : зб. наук. праць. - 2007. - №1. – с. 42-47.

Поступила 28.02.2011р.

УДК 621.3

М. І. Кирик, Н. М. Плєсканка
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра телекомунікацій

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ QoS ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ДОВЖИНИ IP ПАКЕТУ

Запропоновано алгоритм регулювання параметрів якості сервісу на основі забезпечення ефективного використання протоколу каналного рівня, яка залежить від розміру IP/MPLS пакету.

Проведено дослідження залежності тривалості затримки пакету в мережі від довжини IP/MPLS пакету.

There is offered the algorithm of adjusting QoS parameters on the basis of providing use efficiency of data link protocol, dependent on the IP/MPLS package size.

Research had been executed of the dependence package delay from length of IP/MPLS package in a network.

При проектуванні та дослідженні мереж зв'язку з комутацією IP/MPLS пакетів, важливо забезпечити ефективне використання ресурсів каналного рівня з метою регулювання параметрів якості обслуговування [].

Регулювання параметрів якості сервісу в мережі здійснюється на основі управління ефективністю протоколу каналного рівня, яка безпосередньо залежить від розміру IP пакету. У роботі пропонується алгоритм регулювання параметрів якості сервісу(QoS). Новизна такого алгоритму полягає в тому, що пропонується використання IP/MPLS пакетів змінної довжини у якості альтернативи використання технології АТМ з метою регулювання потоків.