УДК 655.3.0222.5;655.366

© Ясінський М. Ф.[1], Румянцев Ю. М.[1], Ясінська Л. М.[1], Маркелова А. В.[1], 2007

ЛАЗЕРИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ПРОЦЕСАХ ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Стаття присвячена використовуванню лазерних технологій в поліграфічному виробництві.

The article is devoted to the use of laser technoiogies in poligrafichnomou production.

Історичні етапи розвитку лазерних технологій

Перші лазери (оптичні квантові генератори) з'явилися в 60-х роках минулого сторіччя і швидко завоювали собі місце в різних областях техніки. Унікальні властивості лазерів — висока частотна і просторова когерентність випромінювання, широкий діапазон довжин хвиль, можливість гострого фокусування випромінюваної енергії представили широку сферу їх застосування. У зв'язку з цим лазери викликають чималий інтерес і у поліграфістів. Найрадикальніші зміни лазери можуть внести в технологію формових процесів, оскільки вони дозволяють створити малооператійний автоматизований спосіб зміни друкарських форм. З 1967 р. розпочалися роботи із створення лазерної гравіювальної установки (ЛГУ) в Московському поліграфічному інституті. Перші успіхи, пов'язані із створенням ЛГУ прийшли в той час, коли в технічних оглядах з'явилися повідомлення про те, що деякі фірми США, не дивлячись на багатомільйонні витрати, визнали неможливість використовування лазерів для цієї мети і припинили дослідження [1].

Класифікація лазерів та принцип їх роботи

Як відомо лазер — це джерело короткохвильового електромагнітного випромінювання, принцип якого заснований на вимушеному випромінюванні атомів або молекул. Слово «лазер» походить від перших букв англійської фрази Light Amplification Stimulated Emission Radiation — посилення світла за рахунок вимушеного випромінювання, яка висловлює принцип роботи лазера. Звичайні середовища, поглинаючи ослабляють світло через те, що нижні рівні енергії завжди займають більше число частинок (атомів, молекул). Для того, щоб створити підсилююче середовище, необхідно забезпечити ситуацію, при якій верхні рівні займатимуть більше число частинок. Така ситуація називається інверсією населеності (від лат. inversio — перевертання) (рис.1).

[1] Українська академія друкарства.

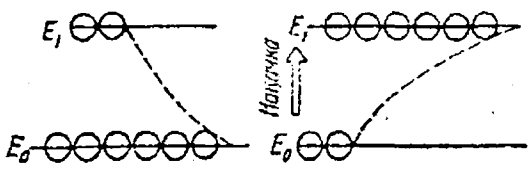


Рис. 1. Інверсія населеностей

Інверсія населеності в такому середовищі (яка називається активною) створюється за рахунок процесу «накачування», яка в різних типах лазерів реалізується по-різному: за допомогою потужних імпульсних ламп, електричного розряду, потоку електронів і т.д. Для забезпечення потоку квантів світла використовується резонатор — пристрій в якому можуть збуджуватися електромагнітні хвилі оптичного діапазону. Оптичний резонатор складається з двох паралельних дзеркал. Одне з дзеркал має 100% віддзеркалення, інше — менше. При розповсюдженні електромагнітних хвиль в напрямі перпендикулярному площини дзеркал, вони відбиватися від них і проходитимуть багато разів активне середовище, яке розташовується усередині оптичного резонатора. При кожному проходженні активного середовища хвиля посилюватиметься за рахунок вимушеного випромінювання атомів або молекул середовища. Процес супроводжується виходом частини світлової хвилі з напівпрозорого дзеркала у вигляді когерентної електромагнітної хвилі. Таким чином, для роботи лазера необхідно здійснити за допомогою накачування інверсію населеності, забезпечити посилення в активному середовищі і реалізувати зворотний зв'язок за допомогою оптичного резонатора. Схематичне зображення лазера представлено на рис.2 [2].

Рис. 2. Схема зображення лазера

В таблиці 1 [3] перераховані типи лазерів, активні середовища і вживані способи накачування. Класифікація лазерів проводиться з обліком як типу активного середовища, так і способу її збудження (способу накачування).

Залежно від використовуваного в лазерах активного середовища розрізняють: газові, рідинні, напівпровідникові, твердотільні лазери. За способом накачування можна виділити лазери з газовим розрядом, хімічним накачуванням, газодинамічним накачуванням, оптичним накачуванням, інжекцією носіїв, накачуванням електронним пучком, лазерним накачуванням.

По спектральній області випромінювання лазери поділяються на лазери ультрафіолетового, видимого, інфрачервоного і інших діапазонів. При цьому ряд лазерів генерують на окремих (дискретних) довжинах хвиль, а деякі лазери можуть плавно змінювати довжину хвилі в певній спектральній області. По режиму генерації розрізняють лазери безперервної дії і імпульсні. Останні можуть працювати в режимі вільної генерації, модульованої добротності або синхронізації мод*.

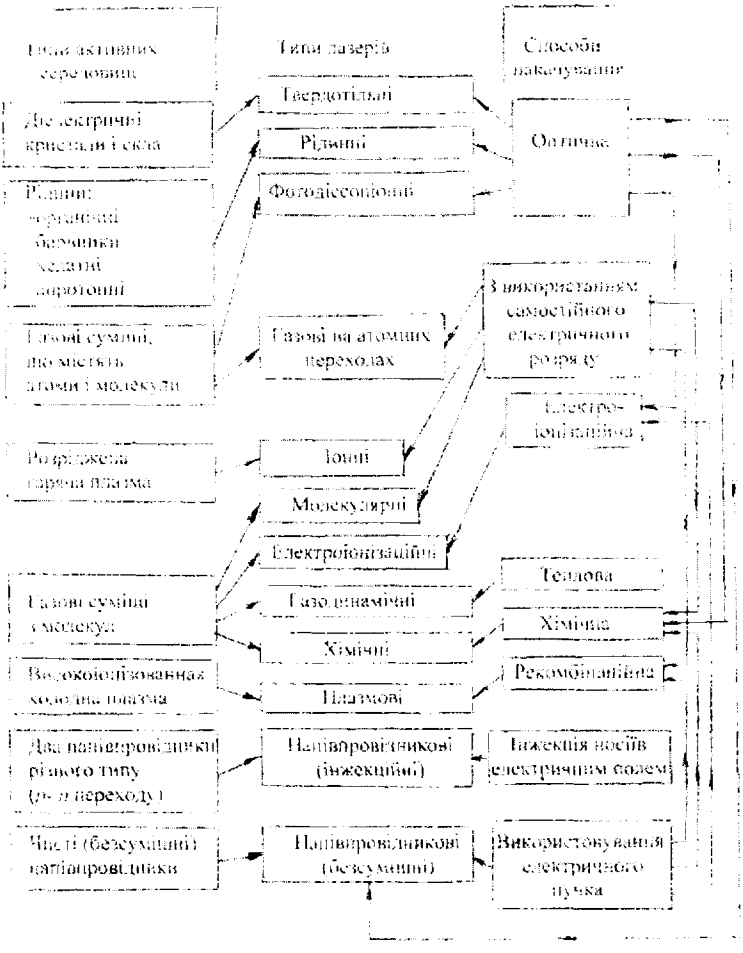
До основних характеристик лазерного випромінювання відносяться, спрямованість, когерентність, монохроматичність, поляризація.

Інтенсивність лазерного випромінювання — це повний потік енергії випромінювання, який проходить за одиницю часу через одиничну площу у напрямі нормалі до неї і розрахований на одиницю тілесного кута.

* Мода — тип коливання, сталий в оптичному резонаторі.

Таблиця 1

Класифікація лазерів



Спрямованість лазерного випромінювання характеризується розповсюдженням його в межах тілесного кута — кута розходження.

Когерентність лазерного випромінювання — це узгодження в часі і в просторі протікання декількох коливальних або хвильових процесів.

Монохроматичність випромінювання — це здатність лазера випромінювати на певній, строго постійній частоті (довжині хвилі).

Поляризація випромінювання — це закономірна зміна вектора електричної складової електромагнітного поля з часом. Розрізняють лінійну, еліптичну, кругову поляризацію.

Використання ефекту лазерного випромінювання в поліграфії

Основними сферами застосування лазерів в поліграфії було первинне використовування їх як джерела світла в кольорокоректорах, у фотонаборних автоматах, в апаратурі для передачі і прийому газетних шпальт по каналах зв'язку. В 80-х, 90-х роках минулого сторіччя були зроблені активні спроби створення технології виготовлення форм високого, офсетного і глибокого друку з використанням лазерного випромінювання. При цьому механізм розділення друкуючих і пробільних елементів в різних технологічних варіантах виготовлення форм грунтується на фотохімічній або тепловій дії лазерного випромінювання на матеріал. Оцінка існуючих методів виготовлення форм і аналіз літературних джерел дозволили подати наступні види дії лазерного випромінювання на матеріали які можуть бути використані для отримання форм для різних способів друкування (таблиця 2) [4-5].

Таблиця 2

Основні види взаємодії лазерного випромінювання при утворенні друкуючої структури

Ефект лазерного випромінювання	Вид друку	Необхідний рівень потужності, Вт
Утворення рельєфу в металі (випаровування)	Високий, глибокий	$(5...8)\cdot10^5$ $(2...4)\cdot10^3$
Утворення рельєфу в пластмасі (деструкція)	Високий, глибокий	$(2...3)\cdot10^2$ 10...30
Випаровування тонких металевих плівок: а) система «метал-метал» б) система «метал-пластмаса»	Офсетний Офсетний, високий	$(1...2)\cdot10^3$ $(1...2)\cdot10^2$
Деструкція тонких полімерних плівок системи «пластмаса-метал», «пластмаса - пластмаса»	Високий, офсетний (монометал, біметал, сухий офсет)	10...50
Об'ємна фотополімеризація з утворенням рельєфу	Високий	10...20
Фотополімеризація тонких плівок	Високий, офсетний (монометал, біметал)	3...10

Процес і результат теплової дії істотно залежать від оброблюваного матеріалу. В металах енергія квантів поглинається в основному електронами провідності, які віддають отриману енергію кристалічним граткам, збільшуючи тим самим температуру металу. Процес поглинання протікає в тонкому граничному шарі завтовшки 10...100нм, тобто на глибинах проникнення випромінювання в металі. При цьому з металом відбуваються фазові перетворення — плавлення, випаровування, проте хімічні реакції, як правило відсутні. Утворення друкуючої структури в металах супроводжується випаровуванням металів в пробільних (високий друк) або друкуючих (глибокий друк) елементах. В неметалічних матеріалах, зокрема пластмасах, механізм взаємодії випромінювання з речовиною більш різноманітний — термічне розкладання, запалювання і горіння, сублімація і т.п. Все це можна об'єднати одним поняттям — деструкція полімерної речовини, з якої переважно складається пластмаса.

Другий тип взаємодії — фотохімічний, відбувається в середовищі, здатному до хімічного перетворення під впливом електромагнітного випромінювання. Ця взаємодія здійснюється при порівняно невеликих значеннях поверхневої густини енергії і не супроводжується руйнуванням матеріалу. Типовим прикладом такого процесу є реакція фотополімеризації.

Кожний з вищеописаних типів взаємодії може бути використаний для лазерного гравірування в двох варіантах. В першому (об'ємному) варіанті лазерне випромінювання діє на товстий шар оброблюваного матеріалу, унаслідок чого відбувається утворення рельєфу як результат випаровування, деструкції, сублімації і т.п. При цьому, випромінюванню піддаються великі маси речовин, що вимагає значної кількості енергії. По своїй природі такого роду процеси підходять для виготовлення форм, в яких друкуючі і пробільні елементи знаходяться на різних рівнях (високий і глибокий друк).

В другому (тонкоплівковому) варіанті дії лазерного випромінювання піддаються тонкі пластмасові або металеві плівки завтовшки 1...5 мкм, нанесені на підкладку з іншого матеріалу. Лазерну обробку проходить при цьому тільки тонкий шар матеріалу, унаслідок чого він випаровується, піддається деструкції або полімеризується. З енергетичної точки зору цей варіант вигідний, для офсетного друку, де друкуючі і пробільні елементи знаходяться на одному рівні, єдино можливий [4].

Висновок

Таким чином, завершуючи розгляд першого етапу розвитку лазерних технологій в поліграфії слід зазначити наступне: на підставі багаточисельних експериментів і енергетичних розрахунків різних варіантів виготовлення повноформатних друкарських форм офсетного, високого і глибокого друку за допомогою газових лазерів безперервної дії були відпрацьовані і доведені до реального використання способи, засновані на обробці полімерних шарів, нанесених на метал-основу, при цьому можуть бути використані ефекти фотополімеризації (цей принцип використаний фірмою «ЕОКОМ»-США в системі «Лазерайт», зшивання (використання ефекту фазового перетворення

халькогенідів — патенти США № 3650743 і Великобританії № 1284606) і випаровування шару (спосіб лазерного отримання форм високого друку — спосіб «Лазерграф», розроблені фірмою «Ганнет»-США); розроблені і освоєні в промисловому виробництві установки для гравіювання, оснащені аргоновими і вуглекислотними лазерами (ЛГ-25Б і ЛГ-43-СССР), які забезпечують оптимальні якість і продуктивність.

Література

1. *В. Казакевич, А. Горелик, А. Хайкевич.* Опыт и перспективы использования лазеров для изготовления печатных форм // Полиграфия-1976.— № 10. С. 26.

2. *Ю. И. Посудин.* Лазерная фотобиология.— К. Высшая шк. Головное изд-во, 1989.— С.35—39.

3. *Л. В. Тарасов.* Лазеры и их применение.— М.: Радио и связь, 1983.— С. 33—35.

4. *Лебедь Г. Г.* Полиграфические системы автоматической обработки графической информации.— Львов: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1986.— С.115—132.

5. *Н. Нечипоренко, Т. Плясунова, Ю. Радулянская, М. Садыкова, В. Шамонова.* О возможности применения лазеров для изготовления печатных форм // Полиграфия-[illegible].— № 9. С. 24.