

УДК 655.3.022.14:655.05

МЕХАНІЗМИ СТАРІННЯ ВІДБИТКІВ ШИРОКОФОРМАТНОГО СТРУМИННОГО ДРУКУ*

© В. Б. Нетак, УАД, Львів, Україна

В статье рассмотрены физико-химические процессы, которые происходят во время старения отпечатков струйной печати. Определены пути улучшения стойкости отпечатков к влиянию условий окружающей среды.

Physical and chemical processes which take place during the senescence of imprints of stream printing are considered in the article. The ways of improvement of firmness of imprints to be more stability during influence of environment are given.

Постановка проблеми

Переважна кількість відбитків, отриманих широкоформатним струминним друком, використовується у сфері реклами. При цьому відбитки, особливо в сфері зовнішньої реклами, експлуатуються під інтенсивним впливом умов навколишнього середовища, що призводить до швидкої втрати кольорових властивостей зображення [3].

Компоненти чорнила разом з носієм інформації, на якому отримано відбиток, починають втрачати свої кольорові властивості внаслідок контакту з атмосферними чинниками і через опромінення сонячним світлом. Процес фоторозкладу відбитків не є одним, чітко виділеним, процесом, швидше за все його утворює ціла група механізмів, котрі слід добре вивчити і зрозуміти, щоб підвищити стійкість відбитків до впливу умов навколишнього середовища [1–3, 6, 7].

Мета роботи

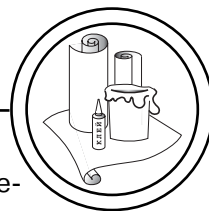
Метою роботи є спроба на основі літературних відомостей і уявлень фотохімії і фізико-хімії побудувати модель фізико-хімічних змін, що відбуваються з відбитками широкоформатного струминного друку під впливом умов навколишнього середовища.

Результати проведених досліджень

Фотоокислювання і фоторедукція. Після абсорбування фотону, збуджена до первинного стану електрона (S1) молекула барвника може перейти в основний стан (S0), емітуючи фотон, або частково, через внутрішньо системний хрестовий перехід до триплетного стану (T1), надалі визивати фосфоресценцію [1–3, 6, 7].

На схемі (рис.) представлені енергетичні рівні і можливі квантові процеси для типових молекул барвників. Передача енергії між молекулами настає

*Стаття підготовлена під керівництвом д.т.н., професора Лазаренка Е. Т.

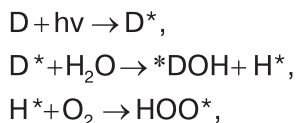


під впливом резонансового відділення типу диполь-диполь [1, 2].

УФ випромінювання дає більше енергії, ніж денне світло і може збудити молекули барвника до настільки високих енергетичних рівнів, що може викликати фотохімічну реакцію, котра спричинить деградацію даної молекули.

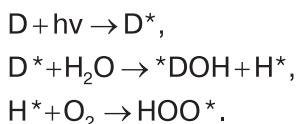
Більшість барвників втрачають колір через вицвітання, спричинене попаданням променів світла, а також одночасним впливом вологості і кисню, котрі знаходяться в атмосфері [4, 5].

Як правило збуджена під впливом світла молекула барвника може реагувати з водою або з перекисом водню, як це показано на схемі:



де D — це є збуджена молекула барвника (донор).

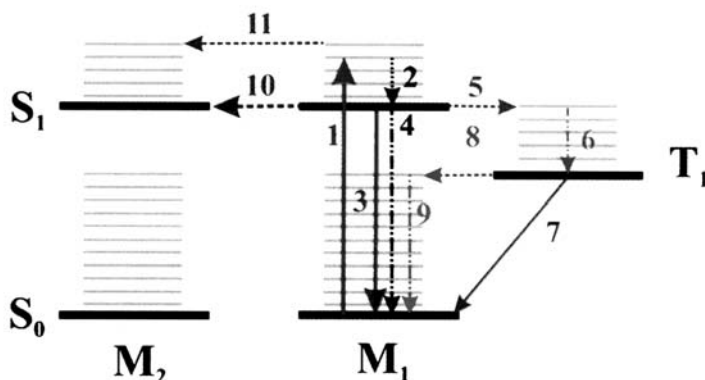
Інша можлива фотохімічна реакція, котра перетворює молекули барвника в позбавлений кольору хімічний зв'язок, це є так званий механізм редукції. Або барвник приєднує водень, або відбувається передача електрону. Цей процес наведено на нижній схемі:



Фотостабільність барвника можна збільшити за рахунок:

- скорочення терміну їхнього перебування у збудженому одинарному стані, за рахунок додавання так званих антиоксидантів (антивицвітатів);
- зміни хімічної структури (додавання нових функціональних груп).

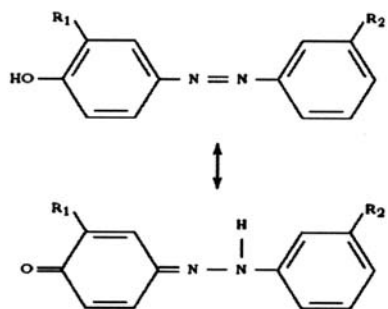
На прикладі червоного чорнила (азотовмісні барвники)



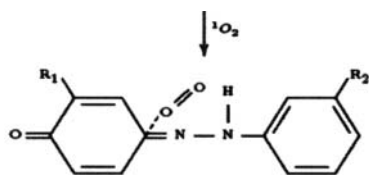
Енергетичні рівні і квантові процеси молекул барвника: 1 — збудження молекули; 2 — релаксація; 3 — флюоресценція; 4 — внутрішня конверсія; 5 — хрестовий перехід; 6 — релаксація в потрійному стані; 7 — довготривала флюоресценція; 8 — релаксація до одинарного стану; 9 — релаксація в одинарному стані; 10 — передача енергії без впливу опромінювання



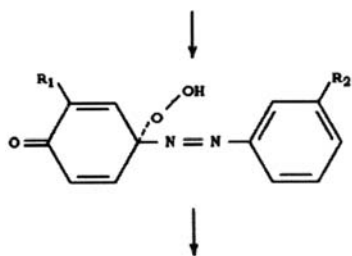
нижче зображений механізм — це декомпозиція барвника:



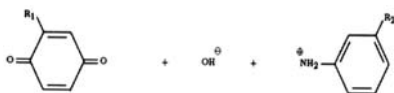
Відмирання кольору пігменту зумовлює дія кисню на його зв'язок:



На початку реакції утворюється нестабільний перекис:



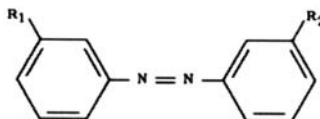
Котрий швидко розкладається на безбарвні частинки:



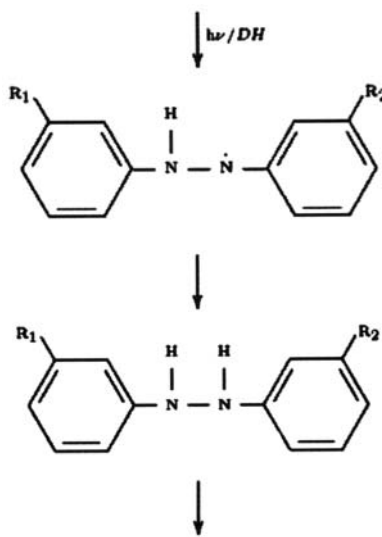
Механізм редукції відмирання кольору азотовмісного барвника, в умовах, коли не відбувається окиснення, спирається на наявність у чорнилі донора водню (спирт, аміни, кетони,

карбоксильні оксиди, етери і естери). Ця реакція значно пришвидшується, коли донор водню або барвник знаходиться в збудженому стані (внаслідок поглинання кванту світла).

Механізм фоторедукції для червоного чорнила:



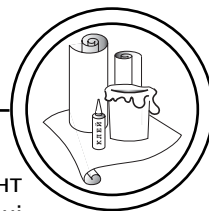
Частинка барвника збуджується хвилями світла в присутності донора водню.



В результаті утворюються розпад на безбарвні фрагменти.



Фотокаталізація. Каталітичне відмирання кольору відбувається тоді, коли один із барвників може переносити заабсорбовану енергію до іншого барвника,



котрий знаходиться на нижчих енергетичних рівнях, що збільшує в такий спосіб вразливість барвника до опромінення. Щоб розпочалося каталітичне руйнування барвника, барвники мусять змішуватися під час процесу друку. Для прикладу, в принтерах, що друкують чорнилами, можна відзначити каталітичне відмирання червоного кольору (маджента) в присутності кольору ціан. Це відбувається, для прикладу, коли треба отримати різні відтінки блакитного кольору, коли крапельки голубого і пурпурного чорнила накладаються одна на одну [1–3].

Агрегація барвників і пігментів. Барвники агрегуючи стають значно стійкішими до відмирання кольору, ніж в одинарному стані.

Позитивний вплив, котрий агрегація дає на стійкість до дії світла, зумовлена кількома факторами:

- більші агрегати знижують ефективність атаки радикалу через меншу площу, котра припадає на одиницю маси барвника. Світло абсорбується через верхні шари більших агрегатів і коли всередині шар є здегерованим, реагенти дифузують вільніше, через що потім досягають середини неушкодженого барвника;

- іншим фактором є те, що час перебування барвника в збудженому стані є коротшим для агрегатів, як наслідок барвник має менше часу, щоб розпочалася небажана реакція.

Подібні фактори пояснюють кращу стійкість до дії світла пігментів, ніж барвників. Але розмір частинки пігменту повинен відповідати вимогам котрі став-

лять друкуючі головки. Пігмент не повинен забивати друкуючі сопла, але водночас повинний забезпечувати відповідну кольорову гаму. Це спричинює те, що пігменти починають втрачати свою природну перевагу, коли нові технологічні вимоги потребують все менших і менших розмірів частинок.

Агрегацію барвників можна регулювати декількома способами:

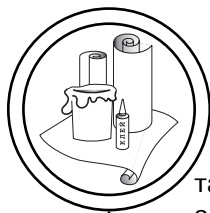
- впливаючи на розчинність барвників в результаті присутності іншого розчинника;

- забезпечуючи стабільний рН розчину і додавання солі.

Дві найважливіші змінні, котрі контролюють агрегацію частинок є концентрація барвника і концентрація розчинника у краплі чорнила, котре висихає в шарі відбитку. Зменшення концентрації барвника і збільшення концентрації розчинника веде до меншої кількості частинок барвника в крапельці чорнила, внаслідок чого затрудняється процес утворення великих агрегатів частинок

Застосування 6-ти колірною друку, котрий також дає кращу яскравість і контраст зображення, зменшує стійкість до впливу світла, принаймні, вдвічі [1–3].

Вплив модифікаторів. Модифікатори, котрі використовуються у виробництві чорнила, можуть впливати на його стійкість до впливу світла. Наприклад, оптичні відбілювачі, котрі зустрічаються при друці на папері (входять до його складу), застосовуються аби надати паперу білизни, можуть мати великий вплив на механізм затемнення відбитку. Відбілювачі запроектовані



так, щоб абсорбувати фотони заданої енергії (як правило УФ-світло) і емітувати фотони з нижчою енергією. Коли доходить до контакту барвника з відбілювачем, він має можливість аби абсорбувати енергію не тільки від фотону, але і від оптично-збудженої частинки відбілювача. Цей механізм перенесення енергії може діяти як додатковий центр, де розпочинається і закінчується каскадова фототехнічна реакція.

Також варто пам'ятати, що компоненти чорнила вибрані для того, щоб стабілізувати один барвник, можуть дестабілізувати інший [1, 2].

Стійкість до дії вологи. Під впливом великої кількості вологи і при вищих, ніж зазвичай температурах на відбитках може наступити розпад агрегатів частинок барвника, тобто його дифузія, що спричинить розмивання і зацікання відбитка.

Оптична щільність відбитків зазнає зміни в 1,5 рази швидше при умовах підвищеної вологості і при одночасній дії УФ-опроміненням.

Встановлено, що вологість більша за 60 % є достатньою,

аби зміни відбитку були значними. Може виникнути розмазування відбитку через бічну дифузію барвників, зміна оптичної щільності і зміна балансу тонопередачі кольорів.

Висновки

Отже з проведеного дослідження випливає, що старіння відбитків зумовлене дією умов навколишнього середовища, зокрема дії світла і вологості. Знаючи механізм старіння відбитків і фактори, котрі впливають на різні етапи старіння можна значно покращити термін експлуатації відбитків, отриманих широкоформатним струминним друком. Котрі, як правило експлуатуються в сфері зовнішньої реклами, тобто перебувають під постійним впливом умов навколишнього середовища. Збільшити стійкість відбитків до впливу шкідливих факторів можна за рахунок покращення фізико-хімічних властивостей чорнил, зокрема за рахунок зміни хімічної структури барвників (додавання нових функціональних груп), додавання нових хімічних сполук, регулюванням концентрації компонентів чорнила [1, 2, 5].

1. Dlaczego w miarę upływu czasu wydruki cyfrowe tracą jakość // Swiat Druku 2009. — № 1. — S. 26—28.
2. Dlaczego w miarę upływu czasu wydruki cyfrowe tracą jakość // Swiat Druku. — 2009. — № 2. — S. 21—26.
3. Нетак В. Фізико-хімічні особливості фарби для цифрового і широкоформатного струминного друку / В. Нетак // Технологія і техніка друкарства. — 2009. — № 3. — С. 112—116.
4. Величко О. М. Практикум із загального та поліграфічного матеріалознавства / О. М. Величко, О. В. Зоренко, І. О. Кириченко. — К. : НТУУ «КПІ». — 2006. — 150 с.
5. Лабораторний практикум з поліграфічного матеріалознавства. За загальною редакцією д.х.н., проф. В. В. Шибанова. — Л. : Афіша. — 2001. — 180 с.
6. Расходные материалы для струйной печати // Большой формат. — 2004. — № 2. — С. 38—41.
7. Шевченко Е. Чернила для струйной печати. Состав и применение / Е. Шевченко // Большой формат. — 2004. — № 1. — С. 42—44.