

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-2-78-64>

УДК 343.982

Самойлова О.Ф., Дікевич К.Г.

Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр Міністерства внутрішніх справ України

ВИКОРИСТАННЯ АДСОРБЦІОНО-ЛЮМІНЕСЦЕНТНОГО МЕТОДУ В СУДОВО-ТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗИ ДОКУМЕНТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Анотація. При використанні традиційного адсорбційно-люмінесцентного методу в якості матеріалів, на які потрібно копіювати (зволожувати), згідно діючих методик, передбачається використовувати відфіксований галогенідосрібний фотопапір (для копіювання водорозчинних фарбувальних речовин) або полівінілхлоридну плівку (ПВХ) (для копіювання фарбувальних речовин, розчинних в органічних розчинниках). Під час контакту паперу документа, на який нанесені штрихи, частки фарбувальної речовини, яких розчинені або неміцно закріплені на папері, дифундують та адсорбують на поверхню фотопаперу, залишаючи на ній видимі дзеркально розташовані сліди. Згодом ці копії слідів досліджуються на наявність або відсутність люмінесценції. У зв'язку з тим, що на теперішній час вищевказані матеріали для копіювання практично не доступні, в даній статті нами був проведений пошук альтернативних матеріалів, які могли б використовувати фахівці, судові експерти під час експертного дослідження та написання судово-технічної експертизи документів.

Ключові слова: технічна експертиза документів, діагностичне дослідження, спеціальні методи дослідження, матеріали і засоби письма, адсорбційно-люмінесцентний метод.

Samoilova Olha, Dikevych Krystyna
Kharkiv Research and Forensic Expertise Center
of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

USE OF THE ADSORPTION-LUMINESCENCE METHOD IN A FORENSIC-TECHNICAL EXAMINATION OF THE DOCUMENTS IN MODERN CONDITIONS

Summary. When using the traditional adsorption-luminescent method as materials to be copied (moistened), according to the current methods, it is expected to use fixed halide photographic paper (for copying water-soluble coloring matter) or polyvinyl chloride film (PVC paints) solvents). During the contact of the paper of the document on which the strokes are applied, the particles of the dye substance, which are dissolved or firmly fixed on the paper, diffuse and adsorb to the surface of the paper, leaving traces of mirror visible on it. Subsequently, these copies of the traces are examined for the presence or absence of luminescence. Due to the fact that the above mentioned materials for copying are practically unavailable at the present time, in this article we searched for alternative materials that could be used by specialists, forensic experts during expert research and writing of forensic documents. This article also defines the adsorption-luminescent method and reveals its importance in the forensic examination of documents; The necessity to search and study the materials required in applying the method is substantiated. A modification of the adsorption-luminescent method was tested, where different types of photographic paper were used as the intermediate cliché, which is used to obtain photographic quality images on inkjet printers. The detailed composition of the photo paper, its structure and coatings are described. An experiment is described which found that photo paper designed for digital inkjet printing differs in its adsorbing properties from analog paper photo paper. Positive results have been obtained demonstrating that alternative use of traditional (analog) photo paper is the use of digital photo paper for inkjet printing when using the adsorption-luminescent method.

Keywords: technical examination of documents, diagnostic research, special methods of research, materials and means of writing, adsorption-luminescent method.

Постановка проблеми. Останнім часом судові експерти найчастіше досліджують матеріали і засоби письма, у рамках дослідження техніко-криміналістичної експертизи документів. В теперішній час проходить зміна раніш поширених засобів письма на інші більш досконалі, які вимагають використання нових методик дослідження. До ефективного метода встановлення хронологічної послідовності нанесення штрихів, що перетинаються, належить адсорбційно-люмінесцентний метод. Проведення першої стадії даного методу, а саме вологого копіювання, стало ускладненим через ліквідацію традиційного фотопроцесу і обмеженого виробництва фотопаперу для нього.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У різний час до вивчення питання встановлення

хронологічної послідовності нанесення штрихів, що перетинаються зверталися українські фахівці О.В. Воробей та закордонні Е.Н. Дмитриев, М.Л. Подкатилина, В.Е. Ляпичева, Н.Н. Шведова. Із закордонних авторів, які останнім часом звернули увагу на потреби часу в застосуванні нових матеріалів для вологого копіювання це фахівці С.Е. Казакова та Н.А. Соловьева.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проведення першої стадії даного методу, а саме вологого копіювання, стало ускладненим через ліквідацію традиційного фотопроцесу і обмеженого виробництва фотопаперу для нього. Цифрова фотографія змінила не тільки правила і підходи до процесу фотозйомки, та й до процесу друку фотознімків. З'явилися нові сорти фотопаперу для струменевих, електрофо-

тографічних і термопринтерів. Виникла потреба вивчити можливості використання сортів фотопаперу для струменевих, електрофотографічних і термопринтерів, які можна використовувати при застосуванні адсорбційно-люмінесцентного методу дослідження для встановлення хронологічної послідовності нанесення штрихів, що перетинаються.

Мета статті. Метою даної роботи стало вивчення складу фотопаперу і аналіз адсорбуючих можливостей різних типів фотопаперу, які застосовуються для друку цифровими струменевими принтерами та використання цього фотопаперу під час встановлення хронологічної послідовності нанесення штрихів, що перетинаються з використанням адсорбційно-люмінесцентного методу дослідження.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення діагностичних завдань при дослідженні штрихів, що перетинаються, вважаємо за доцільне спочатку розкрити визначення поняття «адсорбційно-люмінесцентний метод».

Адсорбційно-люмінесцентний метод застосовується для диференціації матеріалів письма з метою встановлення дописки, виявлення залитих, замазаних, закреслених текстів, встановлення хронологічної послідовності нанесення штрихів, що перетинаються. У основі методу лежить збільшення інтенсивності люмінесценції фарбувальних речовин при адсорбції їх полімерною плівкою.

При використанні традиційного адсорбційно-люмінесцентного методу в якості матеріалів, на які потрібно копіювати (зволужувати), згідно діючих методик, передбачається використовувати відфіксований галогенідосрібний фотопапір (для копіювання водорозчинних фарбувальних речовин) або полівінілхлоридну плівку (ПВХ) (для копіювання фарбувальних речовин, розчинних в органічних розчинниках). Під час контакту паперу документа, на який нанесені штрихи, частки фарбувальної речовини, які розчинені або неміцно закріплені на папері, дифундують та адсорбують на поверхню фотопаперу, залишаючи на ній видимі дзеркально розташовані сліди. Згодом ці копії слідів досліджуються на наявність або відсутність люмінесценції.

У зв'язку з тим, що на теперішній час вищевказані матеріали для копіювання практично не доступні, нами був проведений пошук альтернативних матеріалів, які могли б використовувати фахівці, судові експерти під час експертного дослідження та написання судово-технічної експертизи документів.

Так, під час пошуку та вивчення матеріалів, які були доступні для дослідження, та економічно обґрунтовані, нами встановлено, що аналогом від фіксованого фотопаперу, та частково ПВХ плівки, можуть бути використані деякі типи паперу для струменевого друку.

Під час дослідження нами були створені умовні «документи», в яких рукописні записи були виконані писальними приладами, а саме кульковою і гелевою ручками та на них були проставлені відбитки печаток, нанесені штемпельною фарбою. При цьому штрихи кулькової та гелевої ручок мали перетини між собою та з відбитками печаток. Проведені експерименти з фотопапе-

ром фірми LOMOND Glossy и EPSON Premium Glossy з різним ступенем щільності, з метою встановлення оптимальних комбінацій: фарбувальна речовина-розчинник-тип фотопаперу.

Фотопапір для використання у класичному фотографічному процесі був вкритий світлочутливою емульсією, яка складалася із тонкого желатинового шару, в середині якого були розташовані кристали світлочутливого хлористого срібла розміром менш ніж 0,001 мм, не торкаючись один одного. Метод заснований на використанні властивостей фарбних речовин, які адсорбовані фотопапером або полімерною плівкою та мають інтенсивну люмінесценцію; у той час як у штриху зазначені властивості не проявляються. Таке трапляється з пастами кулькових ручок: в штрихах вони зазвичай не люмінесціюють, проте, від копійовані на ПВХ плівку, мають інтенсивне свічення під дією променів червоної зони спектра. В залежності від складу паст змінюється і колір люмінесценції.

Під час проведення досліджень, метою яких було вивчення копіювальних властивостей штрихів сучасних писальних приладів, була апробована модифікація адсорбційно-люмінесцентного методу, де в якості проміжного кліше використовувалися різні види фотопаперу, який застосовується для отримання зображень фотографічної якості на принтерних пристроях струменевого типу. До найбільш відомих виробників можна віднести фірми CANON, EPSON, LOMOND, LEXMARK, XEROX та HEWLETTPACKARD. Існує два основних типи паперу для струменевого друку: з глянцевою покриттям (Glossy) та з матовим покриттям (Matte). Ці типи паперу мають складний компонентний склад та багат шарову структуру. Ця структура являє собою сім шарів. Перший з яких це відтворювальний; другий – адсорбуючий; третій – поліетиленовий; четвертий – паперовий; п'ятий – поліетиленовий; шостий – нижній; і останній сьомий – укладальний шар.

Спеціалізований папір являє собою багат шаровий лист, в якому кожний шар має певну функцію. Наприклад, один захищає від протікання чорнил та покороблення основи паперу; другий фіксує фарбу; третій запобігає зображення від різного зовнішнього впливу. Шарів паперу може бути не менше трьох і від їх кількості залежить якість паперу (чим більше шарів – тим вища якість).

Умовно всі види фотопаперу по щільності можна розділити на два класи. До першого класу відносяться папір низької щільності – 90–150 г/м², призначений в основному для створення високоякісних документів (буклетів, рефератів, звітів, дипломних робіт тощо). Розширення при друці – 2880 dpi. Папір може бути матовим (Matte) та глянцевою (Glossy), серед його видів є як двосторонній (з покриттям Matte/Matte, Glossy/Matte), так і односторонній (друк можливий тільки на одній стороні). До другого класу відносять так званий «фотопапір», щільністю 160–300 г/м², створений спеціально для друку фотографій. Найчастіше використовується папір щільністю 230 г/м², як глянцева, так і матова. Даний клас має характеристику, яка своїми параметрами наближається до традиційного фотопаперу для хімічного друку. Серед діапазону щільності цього фотопаперу є фотопапір преміум-класу

з мікропористим покриттям, синтетичною підкладкою та різноманітними видами покриття – шовково-матові, супер глянцеві та ін. Фотопапір забезпечує розширення до 5760 dpi і вище.

Можна зробити висновок, що від звичайного паперу, фотопапір, який створений для друку фотографій та графічних зображень, відрізняється наявністю зовнішнього покриття та своїм складом.

Так, в найбільш простому вигляді фотопапір являє собою двохшарову структуру з тонким поглинаючим шаром та паперовою основою. Це поглинаюче покриття і визначає такі характеристики, як передача кольору або якість відтворення зображення. Воно пропускає скрізь себе чорнило, але при цьому не пропускає ультрафіолетове випромінювання та вологу. Покриття фотопаперу може бути двох основних видів.

Фотопапір одного з видів має розбухаючи (полімерне) покриття. Це зовнішнє покриття фотопапера, яке складається із різних синтетичних та натуральних полімерів. Полімерний шар має високу поглинаючу здатність чорнил та низку вологостійкість. Таке покриття при контакті з водою або чорнилами розбухає. Під час друку фарбувальні речовини герметично поглинаються покриттям, тобто це запобігає їх контакту із зовнішнім середовищем. Полімерний шар знижує ефект знебарвлення зображення від різних зовнішніх впливів. В той же час поверхня фотопаперу стає дуже чутливою до дії на неї вологості, тому цей папір з покриття, що розбухає, потребує дуже дбайливого зберігання до та після друку. Такий папір придатний виключно для водорозчинних чорнил.

Другий вид зовнішнього шару фотопаперу – це мікропористе покриття, яке складається з найдрібніших неорганічних частинок окису алюмінію або кварцу, які і утворюють особливі пори в покритті паперу. Під час друку чорнила поглинаються цими мікропорами, що створює швидкий процес висихання барвників. Мікропористе покриття схоже на губку, але при цьому відрізняється невисоким поглинанням, і гарною вологостійкістю. Перевага фотопаперу з мікропористим типом зовнішнього шару полягає в тому, що скорочує час висихання чорнил, тому з цим фотопапером можна використовувати як водорозчинні чорнила, так і пігментні чорнила. Недоліком є той факт, що чорнила після висихання знаходяться у контакті з повітрям, яке призводить к більш швидкому знебарвленні або вигоранні зображення. Тобто, довговічність відбитка значно зменшується. Однак, сучасний фотопапір має від 2-4 до 5 і більше шарів. Кожен з шарів виконує ту чи іншу задачу – один фіксує чорнила, інший захищає зображення від зовнішніх впливів, третій встає на шляху чорнила і т. д. Існують ще і особливі додаткові шари, які виробники додають в структуру свого фотопаперу.

На кінцевий результат та якість відображення відкопійованих відбитків досліджуваних штрихів, які виконані різними фарбувальними речовинами, великий вплив здійснюють технічні характеристики фотопаперу.

Ідеальна щільність для фотопаперу має бути від 90 до 300 г/м². Чим щільність вище, тим більше якісні відпечатки досліджуваних штрихів можна виготовити.

Білизна фотопаперу визначає ступінь відбиття світла від аркуша паперу. Вона повинна бути не менше 90-93%.

Лужна або кислотна реакція носія. Даний параметр необхідний для уповільнення проникнення різних зовнішніх рідин (чорнил, барвників) всередину фотопаперу і для закріплення волокон. Фотопапір високої якості в обов'язковому порядку повинен бути рН-нейтральним. Високе значення рН свідчить про низьку якість і недовговічності зображення, одержуваного на папері.

Коли вологостійкість фотопаперу мінімальна, то це вимагає його дбайливого зберігання, бажано в фабричній упаковці, без доступу сонячного світла.

Забруднення фотопаперу. Дані параметри складаються з:

- внутрішніх складових (хімікати, клеї, які використовують при виготовленні робочого шару фотопаперу);

- зовнішніх (наприклад, пил).

У процесі роботи над статтею були проведені наступні дослідження з фотопапером фірми LOMOND Matte surface и EPSON Premium Glossy для уточнення оптимальних комбінацій фарбувальна речовина – розчинник – вид фотопаперу. Щільність фотопаперу LOMOND Matte surface – 180 г/м², а фірми EPSON Premium Glossy – 255 г/м², для нанесення рукописних записів та відбитків печатки використовували офісний папір «MAESTRO Extra» щільністю 200 г/м² та офісний папір «CAPITAN UNIVERSAL» щільністю 80 г/м².

Дослідження проводилося за аналогічною схемою, яка раніше була випробувана та застосована науковцями при використанні адсорбційно-люмінесцентного методу з новими матеріалами [1].

Під час дослідження нами були зволожені фрагменти фотопаперу різними розчинниками (водою, димексидом (диметилсульфоксид; ДМСО; C₂H₆OS)). Фрагменти фотопаперу прямокутної форми з розмірами боків від 5 мм до 10 мм зволожувались водою, димексидом (в залежності від вибраного фотопаперу), протягом від 3 хвилин до 5 хвилин. Після цього фрагменти фотопаперу просушувались між аркушами чистого нещільного паперу, та притискалися до найбільш інтенсивно і рівномірно забарвлених досліджуваних штрихів рукописних записів та відбитків печаток. Для визначення часу контактної взаємодії досліджуваних штрихів зі зволеним фотопапером, було проведено експертні експерименти з пробним копіюванням штрихів, виконаних писальними приладами та фарбувальною речовиною відбитків печаток. Експериментальним шляхом був підібраний оптимальний час контакту зволоженого фотопапера з поверхнею аркуша паперу, на якому були виконані рукописні записи та нанесені відбитки печаток. Тривалість контакту в середньому дорівнювала 8 секунд. Після цього вивчалися рукописні штрихи, які були виконані пастою кулькової ручки, ручками з гелевим чорнилом на фрагментах фотопаперу. Були вивчені відбитки печаток, які були нанесені штемпельною фарбою, після контакту з фрагментами фотопаперу. Також вивчалися перетини штрихів писальних приладів та відбитків печаток між собою у різних комбінаціях та у різних режимах освітлення, у видимій і невидимій

зонах спектру: при денному освітленні та в УФ променях. Так, паста кулькової ручки синього кольору копіюється на фотопапір EPSON Premium Glossy – 255 г/м², який був змочений водою, у результаті чого – краї відкопійованих штрихів чіткі, а коли фотопапір змочувався димексидом, то відкопійовані штрихи мали менш насичений колір та не чіткі краї.

При копіюванні штрихів, які виконані водорозчинною фарбувальною речовиною (гелевим чорнилом або штемпельною фарбою), на фотопапір з низькою щільністю 180 г/м² (L'OMOND Matte surface), зволожений органічним розчинником – димексидом, в процесі проведення методу вологого копіювання на фрагментах фотопаперу був чітко видимий штрих, а процесі дослідження штрихів в ГЧ-променях, спостерігається гасіння люмінесценції (до 465 нм). При збільшенні щільності фотопаперу спостерігається втрата якості, зображення стає розмитим, як на етапі вологого копіювання так і на етапі люмінесценції в ГЧ-променях.

В рамках проведеного дослідження адсорбційно-люмінесцентного методу на його першому етапі, а саме – при вологому копіюванні, краще було використовувати фотопапір з високою щільністю (більше 195 г/м²) і воду в якості розчинника. Для дослідження люмінесценції в ГЧ променях можна використовувати фотопапір різної щільності.

При використанні води або димексида в якості розчинника, при щільності фотопаперу більше 195 г/м² слабовидимі записи, виконані пишучим приладом – кульковою ручкою, були добре видимі на фрагменті фотопаперу. При цьому відкопійовані штрихи в ГЧ променях мали яскраву люмінесценцію.

Таким чином, проведеними в даній статті дослідженнями встановлено, фотопапір, який призначений для цифрового струменевого друку, по своїм адсорбуючим властивостям відрізняється від фотопаперу для аналогового фотопроцесу.

Як показали проведені нами експерименти, рукописні записи, виконані писальним приладом, а саме – пастою кульковою ручкою, добре копіюються на зволожений водою шар фотопаперу, який призначений для цифрового струменевого друку з високою щільністю (195 г/м²). Штрихи

пасту кулькової ручки мають яскраву люмінесценцію в ГЧ-зоні спектру (до 465 нм).

Водорозчинні фарбувальні речовини, а саме гелеві чорнила та штемпельна фарба копіюються, дають гарну люмінесценцію або гасять люмінесценцію в ГЧ-зоні спектру, при застосуванні в якості розчинника димексид на фотопапері з низькою щільністю (до 130 г/м²).

При вивченні та аналізі адсорбуючих властивостей фотопаперу, який призначений для цифрового струменевого друку з метою її використання для адсорбційно-люмінесцентного методу, при цьому було враховано, що при нанесенні рукописних записів найчастіше використовується паста кулькової ручки, гелеве чорнило, а відбитки печаток наносяться з використанням штемпельної фарби.

Відповідно до поставленої мети статті була проаналізована класифікація фотопаперу для струменевого друку в залежності від його щільності та хімічного складу емульсійного покриття. Був визначений вплив емульсійного покриття фотопаперу на чіткість кольору відкопійованих штрихів на фрагментах фотопаперу. Був виявлений ступінь впливу щільності фотопаперу, його емульсійного шару на вигляд та ступінь люмінесценції, яка досліджується при проведенні адсорбційно-люмінесцентного методу дослідження (при вивченні люмінесценції відкопійованих штрихів). Був проведений підбір оптимальних поєднань видів фотопаперу і розчинників для проведення вологого копіювання, в рамках проведення адсорбційно-люмінесцентного методу дослідження для речовин, які найчастіше використовуються для виконання рукописних записів, відбитків печаток.

Висновки і пропозиції. Отримані позитивні результати демонструють, що в якості альтернативної заміни традиційного (аналогового) фотопаперу можливо використання цифрового фотопаперу для струминного друку під час застосування адсорбційно-люмінесцентного методу. Таким чином, необхідне проведення подальших досліджень даного питання, з наступним введенням в методику використання адсорбційно-люмінесцентного методу із зазначеними матеріалами.

Список літератури:

1. Казакова С.Е. Современная модификация адсорбционно-люминесцентного метода в судебно-технической экспертизе документов. *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10.* 2015. № 4(19). С. 201.
2. Дмитриев Е.Н. О модификации адсорбционно-люминесцентного метода в судебно-технической экспертизе. *Судебная экспертиза: российский и международный опыт* : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, ВА МВД России, 2012 г.). Волгоград, 2012. С. 170–174.
3. Ляпичева В.Е. Техничо-криминалистическая экспертиза документов : учебник. Волгоград : ВА МВД России, 2013. 268 с.
4. Воробей О.В., Мельников І.М., Волошин О.Г. Техніко-криміналістичне дослідження документів : навч.-метод. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 304 с.

References:

1. Kazakova, S.E. (2015). Modern modification of the adsorption-luminescent aspect in the forensic examination of documents. *Vestn. Volgogr. gos. un-ta. Ser. 10, Innov. dejat.* № 4(19). Pp. 201.
2. Dmitriev, E.N. (2012). On modification of the adsorption-luminescent method in forensic examination. *Sudebnaja jekspertiza: rossijskij i mezhdunarodnyj opyt: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Volgograd: VA MVD Rossii, pp. 170–174.
3. Ljapicheva, V.E. (2013). Technical and forensic examination of documents: textbook. Volgograd: VA MVD Rossii, 268 p.
4. Vorobej, O.V., Mel'nikov, I.M., & Voloshin, O.G. (2008). Forensic examination of documents. Kiev: Centr uchbovoi literaturi, 304 p.