

The article describes the technology of applying embossed signs, the concepts of «painted» and «unpainted» embossed signs, and elements with KIPP-effect or PEAK-effect, as well as these concepts are illustrated with examples using banknotes that are issued by issuing institutions.

The methods of imitation of relief signs on counterfeit banknotes are highlighted and illustrated by cases from expert practice, namely: by making special relief forms and applying colourless embossing in the areas of the elements corresponding to the elements applied by intaglio printing on banknotes; imitation of relief elements on counterfeit banknotes, implemented by applying to the areas where relief elements should be located on a real banknote, convex strokes of arbitrary shape, or strokes formed by individual dots, which may not match the coloured image in content; creating relief by applying a layer of a transparent substance to the location of the corresponding inscription or image, made by inkjet or another non-relief printing method; by «powdering» a non-gravure print of a wet ink image with polymer powder on the face of the note to create a relief effect.

The article gives a brief definition of micro-perforation, describes the technology of applying micro-perforation on banknotes, and provides illustrations of banknotes with elements applied by micro-perforation. Using examples from expert practice, methods for simulating perforation on counterfeit banknotes are considered, illustrating the features of the corresponding imitation method.

Key words: *banknote, banknote relief element imitation, banknote perforation, counterfeit banknote, banknote relief element.*

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.38>
УДК 343.98

Віктор Станіславович Сезонов
кандидат юридичних наук, доцент,
завідувач сектору криміналістичного дослідження транспортних
засобів і реєстраційних документів, що їх супроводжують,
відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження
транспортних засобів

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2580-2953>
E-mail: sv26031985@gmail.com

Кристина Геннадіївна Дікевич
старший судовий експерт
сектору почеркознавчих досліджень, технічного дослідження
документів та обліку відділу криміналістичних видів досліджень

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8458-8053>
E-mail: kris11d02@ukr.net

*Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр
МВС України*

КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД ЧОРНИЛ, ФАРБ ТА БАРВНИКІВ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЗАХИСТУ ДОКУМЕНТІВ ВІД ПІДРОБОК

В даній статті проаналізовано компонентний склад чорнил, фарб та барвників, а також надано загальну характеристику тому чи іншому виду чорнила чи барвника та наведена класифікація деяких з них. Досліджено особливості фарб в залежності від виду друку (високого, глибокого, плоского офсетного, трафаретного) та наведені приклади їх застосування. Детально розглянуто такий вид чорнил для струменевого друку, як сольвентні чорнила. Окремо як різновид захисних елементів досліджено так звані «невидимі» чорнила (УФ-чорнила, термоактивні чорнила тощо).

Ключові слова: захист документів, компонентний склад, друкарські фарби, сольвентні чорнила, розчинники, барвники, технічна експертиза документів.

Постановка проблеми. Сучасні технології друку дозволяють виготовляти оригінали документів із захисними елементами, які шахраї часто намагаються імітувати з метою фальсифікації. Зростання злочинів, пов'язаних із підробкою документів, обумовлено значним прогресом різної копіювальної та лазерної техніки, органічної хімії тощо, а також легкою доступністю обладнання, за допомогою якого можна створити імітацію оригінала навіть в домашніх умовах. Однак, маючи знання про унікальні особливості захисту документів, виявити підробку можливо. Для одних документів (паспорти, посвідчення водія, грошові знаки тощо) рівень захисту є дуже високим, для інших (квитанції чи чеки) – низьким. Щоб правильно визначити, яким має бути рівень захисту того чи іншого документа, необхідно мати правильне уявлення про ефективність різноманітних засобів захисту, а також принцип їхньої дії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дану тему освітлювали в своїх наукових працях зарубіжні вчені та дослідники. Наприклад, R.P. Gorziza, С.М.В. Carvalho, Т. Korndörfer, R.S. Ortiz, M. González розглядали термонтрансферний вид друку та використання спеціального виду чорнил для нього, які можна аналізувати за допомогою методу тонкошарової хроматографії [5, с. 113]. Так звані «невидимі» чорнила та їх характеристику в своїх працях надавали Ascioglu F., Tekin T., Ozbek N., Cevik E. F. [8]. J.V.G. Elisa, A. Liszewski, B.S. Simon W. Lewis, Jay A. Siegel досліджували компонентний склад лаків автомобільної фарби за допомогою ультрафіолетової абсорбційної мікроспектрофотометрії.

Мета дослідження. Метою даної статті є надання характеристики таким основним засобам захисту, як фарби для різних видів друку та чорнила, що використовуються в пишучих приладах, загальний аналіз їх ефективності та опис компонентного складу, який наочно демонструє можливість барвників для створення того чи іншого виду захисту.

Викладення основного матеріалу. Чорнило є одним із найпоширеніших матеріалів, що використовуються при виготовленні документа. Хоча існують різні типи чорнил для письма та для друку, методи залишаються

схожими при спробі охарактеризувати їх основні компоненти. Як правило, мета таких досліджень полягає в тому, щоб визначити джерело виробника, порівняти сумнівні та відомі компоненти, щоб встановити, коли документ був виготовлений, та/або розшифрувати зміни, які могли бути внесені до нього. Оскільки порівняння є основою більшості судово-хімічних аналізів фарб і чорнила, бібліотеки, бази даних та інші колекції життєво важливі для аналізу барвників. Наприклад, Королівська канадська кінна поліція підтримує базу даних PDQ (Paint Data Query) інфрачервоних спектрів автомобільних фарб. На сьогоднішній день ця колекція включає дані більш ніж 13 000 автомобілів та має бібліотеку з більш ніж 50 000 шарів фарби. Секретна служба США підтримує бібліотеку чорнил, що містить понад 9000 видів чорнил, тонерів та чорнил для струменевих принтерів [1, с. 690].

Чорнило для письма було вперше виготовлено у Стародавньому Єгипті та Китаї приблизно у 2500 році до нашої ери. Воно складалося з сажі, розбавленої камеддю. Отримана суміш була сформована у вигляді стрижнів та висушена, а потім безпосередньо перед використанням змішувалась з водою. Кольорове чорнило з'явилося в 1772 році, а сушилльні реагенти вперше почали використовувати в дев'ятнадцятому столітті. Перші фарби для друку були засновані на рослинних оліях, такі як лляна або горіхова олія, які були нагріті для підвищення їхньої в'язкості та збагачені натуральною каніфоллю; для прискорення сушіння додавали солі металів засновані на п'ятьох чорних фарбах. Вони складалися з сажі або кольорових мінералів, диспергованих у водорозчинній смолі. До середини вісімнадцятого століття друкарі виготовляли своє власне чорнило. Будь-який досвідчений друкар вважав себе ремісником і модифікував куплене ним чорнило своїми власними «секретними» добавками, щоб надати саме ті властивості (стійкість до вологи тощо), які він хотів. У XVIII ст. було багато публікацій про рецептури друкарських фарб [2, с. 110]. Протягом усього цього періоду значну небезпеку для виробників чорнила являло собою нагрівання різних масел. Для оброблення інколи навіть потрібно спочатку підпалити необхідну кількість олії, а потім згасити спеціальною металевою кришкою. Поступово базовий склад фарб для високого друку та літографії почав ставати однаковим: лляна олія, збагачена каніфоллю, стала основою більшості кольорових фарб, а каніфольна олія або мінеральні олії – основою чорних. Різниця між чорнилом для цих двох процесів була незначною, але важливою; офсетні фарби містили добавки і мали значно більшу в'язкість. Винахід фенолформальдегідних смол і введення маслорозчинних складів у 1920-х роках започаткувало епоху синтетичних смоляних речовин. Потім, у 1936 році, були введені нафтові дистилати для створення двофазного механізму, що швидко схоплюється, який є основою більшості звичайних фарб для високого друку і офсетного друку, що використовуються сьогодні [2, с. 113].

Фарби для плоского офсетного друку, які використовуються в газетах, зазвичай прості за своїм складом. Таке чорнило може складатися на 70% з мінеральної олії, яка в минулому могла містити до 15% ароматичних вуглеводнів. Протягом останнього десятиліття ці мінеральні олії були замінені

сортами, що містять близько 5% ароматичних вуглеводнів, з яких менше 0,1% становлять ароматичні поліциклічні вуглеводні. Кольорове чорнило зазвичай містить соєву олію замість мінеральної олії. Рулонні офсетні фарби для термофіксації призначені для отримання глянцевих друкованих зображень. Вони містять низькокиплячі мінеральні олії, які видаляються, коли друкований рулон (полотно) проходить через піч із гарячим повітрям. Друкована основа піддається впливу ультрафіолетового випромінювання або електронного променя в кінці друку, і фарба застигає за частки секунди. Для видалення фарби на масляній основі з гідрофільних ділянок друкарської форми у всіх процесах офсетного друку потрібні зволожуючі розчини на водній основі. Ці розчини, як правило, є злегка кислими водними розчинами (рН 3,5-5,5), що містять невеликі кількості спиртів, гідрофільних полімерів (гуміарабік або похідні целюлози) і консервантів [3, с. 195].

Що ж стосується високого друку, то хоча цей вид поступово і замінюється на інші друковані процеси, він все ще використовується під час виробництва грошей, більшості бланків на паперовій основі під час друку серійних номерів тощо. Поверхня для друку обробляється паром або водяним дрібнодисперсним туманом, і нерозчинні у воді кислотні сполуки осаджуються, закріплюючи фарбу. Фарби, що змішуються з водою, зберігають стабільність чорнила завдяки органічній основі, яка випаровується або нейтралізується, викликаючи висихання. У високому друку використовується безліч інших типів чорнила, включаючи термовідтверджувальні, водозмішні та високоглянцеві фарби [3, с. 196].

Хоча пігменти є найпоширенішими барвниками, у флексографічних фарбах іноді використовуються як основні, так і комплексні барвники з металами. З екологічних причин розчинники у чорнилі все частіше замінюються водою. Приблизно 50% всіх флексографічних фарб містять воду як основний розчинник. Смоли у цих складах на водній основі, як правило, являють собою кислі акрилати або каніфоль, модифіковану фумаровою кислотою, або шелак, нейтралізовані аміаком або летючими амінами, які випаровуються з друкованої основи і тим самим закріплюють шар барвника. Флексографічні чорнила є рідким чорнилом, а не пастами, і призначені для швидкого висихання в основному за рахунок випаровування. У флексографії широко використовуються як сольвентні, так і чорнила на водній основі.

Фарби для глибокого друку аналогічні флексографським фарбам, за винятком того, що як розчинники можуть використовуватися кетони і ароматичні вуглеводні, що дає набагато більшу свободу вибору сполучних речовин. Фарби для глибокого друку також класифікуються залежно від мети друку. «Публікаційна гравюра» використовує тверді смоли, розчинені в толуолі та/або аліфатичних розчинниках. «Пакувальний глибокий друк» не використовує вуглеводневі розчинники, а використовує складні ефіри та спирти. Для різних пакувальних матеріалів смоли можуть включати нітрат целюлози, малеїнові смоли, акрилатні смоли, поліуретанові смоли та поліамідні смоли або змішані полімери вінілхлориду/вінілацетату/вінілового спирту. Також можуть бути потрібні пластифікатори (фталати, цитрати, адипати), особливо з нітратом целюлози. Останнім часом у глибокому друку знаходять все більш

широке застосування фарби на водній основі, склад яких дуже схожий на флексографічні фарби теж на водній основі [3, с. 200].

Трафаретний друк – це дуже універсальний процес, який дозволяє наносити на підкладку товстий шар фарби, ніж інші способи друку. Доступний дуже широкий спектр складів чорнила, залежно від основи та вимог до друкованої продукції. Сушіння може здійснюватися шляхом випаровування, окиснення, радіаційного затвердіння або інших процесів. Можна використовувати будь-який тип смоли, присутній у фарбах для офсетного друку, флексографії та глибокого друку, і розчинники можуть бути майже будь-якого типу, якщо вони випаровуються з відповідною швидкістю, яка більш повільна, ніж потрібно для флексографії та глибокого друку. Розчинники (ефіри пропіленгліколю, ароматичні та аліфатичні вуглеводні та циклогексанон) зазвичай мають дещо вищу температуру кипіння, ніж розчинники, що використовуються у глибокій пресі, а фарби більш в'язкі. Незважаючи на те, що нові продукти, як правило, не містять свинець, трафаретний друк є єдиним процесом, в якому, як і раніше, широко використовуються пігменти на основі хромату свинцю [3, с. 201].

Сольвентні чорнила – це складна фізико-хімічна система для струменевого друку, що складається з пігменту, полімеру, плівкоутворювача, сольвенту та спеціальних добавок. Таке чорнило отримало свою назву завдяки сольвенту (розчиннику), що входить до його складу. Основні компоненти у складі сольвентного чорнила – це розчинники, що дозволяють перетворити кольорові пігменти в рідину. Потім ця рідина переноситься друкуючою голівкою пристрою на матеріал, і в міру випаровування розчинника залишається шар чорнила. Фарби на основі розчинників застосовуються не тільки у струменевому друку, але також у флексографському та шовкотрафаретному видах друку [4, с. 3]. Сольвентні чорнила можна умовно розділити на кілька видів, залежно від складу.

Чорнило на основі жорсткого розчинника (hard-solvent) є найбільш токсичними, оскільки сольвент містить найбільшу кількість циклогексанолу, шкідливого для здоров'я та навколишнього середовища. Він також є найдовговічнішим із розчинників. Жорсткі сольвентні чорнила здатні ґрунтовно протравлювати поверхню носія і міцно фіксувати на ній пігмент. Термін експлуатації оцінюється приблизно в 3-7 років, тому документи не потрібно ламінувати. Крім того, це чорнило стійке до зміни кольору, води та стирання. Сольвентні відбитки зазвичай мають невисоку роздільну здатність (360 пікселів на дюйм). М'який розчинник (mild-solvent) містить набагато менше циклогексанолу. З цієї причини він менш шкідливий, але, з іншого боку, він більш схильний до стирання і подряпин, а також менш довговічний (близько 3 років). Цей тип друку рекомендується ламінувати. Друкарські вироби чорнилом на основі м'якого розчинника мають досить високу роздільну здатність (720 точок на дюйм). М'які сольвентні чорнила знаходять широке застосування у виготовленні зовнішньої реклами. Екологічний розчинник (eco-solvent), як випливає з назви, на відміну від двох згаданих вище типів, значно менш шкідливий для здоров'я та навколишнього середовища. Його додатковою перевагою є мала інтенсивність подразнюючого запаху, який є

характерною рисою твердого та м'якого розчинників. Він не містить токсичного циклогексанолу, а його рецепт ґрунтується на молочній кислоті. Незважаючи на це, рекомендується використовувати витяжну вентиляцію, щоб мінімізувати вплив випарів розчинника на оператора друкарської машини. Екосольвентні відбитки мають роздільну здатність вище 1000 точок на дюйм, при цьому коштують дорожче і вимагають ламінування. У флексографічних фарбах на основі розчинників використовується широкий спектр смол, таких як нітроцелюлоза, поліаміди, складні ефіри целюлози, акрилові смоли та різні модифіковані каніфолі. Сольвентні чорнила третього покоління – це екосольвентні чорнила з низьким вмістом летких органічних сполук (VOS) і особливо дрібними частинками пігменту. Таке чорнило максимально орієнтоване на безпеку людини та довкілля при збереженні ергономічних властивостей готової продукції. Екосольвентні чорнила знаходять застосування не тільки у виготовленні зовнішньої реклами, а й в інших видах преси. Сучасні екосольвентні чорнила мають розширене кольорове охоплення і високу оптичну щільність. Біосольвентні чорнила – це чорнила останнього, четвертого покоління. Їх виготовляють із рослинної сировини, без використання агресивних розчинників, а тому вони вважаються найбезпечнішими для здоров'я людини з усіх сольвентних чорнил. Таке чорнило не має різкого запаху, характерного для жорстких сольвентів [4, с.4].

Якщо брати до уваги інші види чорнил, то в основному вони складаються з барвників, розчинених у носії (розчинники та смоли), а також безлічі інших інгредієнтів, таких як антиоксиданти, консерванти та мікроелементи, які в сукупності вважаються складом чорнила. Неорганічні інгредієнти, які можуть бути присутніми у фарбах, включаючи антиоксиданти, консерванти, змочують агенти, змащувальні речовини та мікроелементи, але вони зазвичай становлять невелику частину загального складу. Ці характеристики застосовні до чорнила для письма, штемпельного чорнила, чорнила для струменевих принтерів, чорнила для друкарських машинок і процесів друку, як офсетна літографія, флексографія і глибокий друк. Однак цей опис не стосується сухого тонеру – матеріалу у вигляді порошку, який зазвичай використовується в копіювальних апаратах, лазерних принтерах та деяких факсимільних апаратах. Термотрансферний друк застосовується до процесів друку, в яких використовується тепло для створення зображення фізичними або хімічними засобами або їх комбінацією. Ця технологія розвивалася протягом останніх двох десятиліть з появою штрихового кодування, квитанцій роздрібних продавців, факсимільних апаратів та використання цифрових фотографій з високою роздільною здатністю, а також на пластикових ідентифікаційних картах. Деякі термотрансферні чорнила можна аналізувати за допомогою методу тонкошарової хроматографії, але вони повинні екстрагуватися інакше, ніж чорнило для письма, і проявлятися у спеціальній системі розчинників [5, с. 115]. Барвники є важливою частиною всіх чорнил, тому що без них чорнило не було б помітне у видимому УФ та ІЧ спектрі. Молекулярний склад барвників визначатиме, як певні довжини хвиль видимого світла поглинаються і відбиваються, тим самим впливаючи їх колір. Залежно від носія та

Його взаємодії з барвником можна використовувати два типи фарбуючих речовин: барвники чи пігменти. Барвники зазвичай вважаються сполуками із сильно сполученими резонансними структурами. Їхні молекулярні маси можуть варіюватися від кількох сотень до тисяч. Барвники можна класифікувати залежно від їхньої хімічної структури або способу нанесення на матеріал. Основна відмінність між барвниками та пігментами полягає в тому, що останні складаються з дрібних частинок нерозчинного матеріалу. Пігменти зазвичай вважаються більш стабільними та довговічними, ніж барвники, тому що пігменти менш схильні до фоторозкладання та нерозчинні у воді. Їх колір, як правило, менш яскравий, ніж у барвників. Крім того, пігменти більш непрозорі, ніж барвники, тому барвник більш ефективно маскує будь-який основний матеріал. Існує п'ять основних категорій пігментів: органічні пігменти, тонери, лаки, звані «розширені» пігменти і неорганічні пігменти. Тонери, лаки та «розширені» пігменти осаджуються з водного розчину у поєднанні з деякими каталізаторами [6, с. 230].

Що стосується розчинників, то, потрапляючи на папір, розчинник зазнає ряду змін протягом фіксованого періоду часу, внаслідок чого барвник висихає на папері. Зміни, що відбуваються з сумішшю розчинника і чорнила з часом, можуть включати полімеризацію, випаровування, окислення або фоторозкладання. Ці модифікації вихідного хімічного складу чорнила були у центрі уваги методологій, які використовуються під час спроби датувати документ. Хоча більша частина конкретної інформації про склад чорнила кожної компанії є приватною власністю, є деякі стандартні хімічні речовини, які використовуються як носії. Гліколи, спирти та вода є сьогодні найчастіше використовуваними розчинниками для ручок. Етанол, бензиловий спирт і багато інших розчинників також можуть використовуватися як носії. Вибір розчинника або розчинників часто залежить від властивостей пишучого приладу. Тип пишучого приладу (наприклад, перова ручка, кулькова ручка, фломастер), склад чорнильного картриджа, і тип барвників і смол – все це слід враховувати при спробі визначити тип розчинника (розчинників), які використовуватимуться. Бажані властивості одного складу часто досягаються за рахунок комбінації кількох носіїв. Смоли, які можуть бути природними або синтетичними, включаються в чорнило для надання їм бажаної в'язкості та засоби для зв'язування чорнила та основи (підкладки) в міру висихання чорнила. Зазвичай смолистий матеріал розчиняють у носії для створення розчину, в який можна додавати барвники. Фталати, кетоніві смоли, смоли стиrolьного типу, фенольні смоли, смоли каніфольного типу – це лише кілька пластифікаторів, які знаходять застосування в рецептурах чорнила як сполучних смол. Термічна десорбція та газова хроматографія використовуються в мас-спектрометрії для характеристики чорнила кулькових ручок [7, с. 550].

Так звані «невидимі» чорнила, також відомі як «захисні» чорнила, є речовиною, яка використовується для письма та невидима при звичайному освітленні під час нанесення або незабаром після цього, і яка пізніше може бути зроблена видимою за допомогою застосування різних методів. Даний тип чорнил в основному використовуються в стеганографії, функціях захисту від підробки документів та валюти, індикаторах справжності на

упаковці, захисті бренду та секретних повідомленнях. Захисний елемент може бути різним і його склад відомий лише його розробнику. Залежно від вимог, захисна фарба може бути видимою або невидимою при нормальному освітленні. В основному, в видимих фарбах пігменти, однорідно зважені в розчиннику чорнила, відбивають і розсіюють біле світло, що падає, роблячи його видимим незброєним оком. Невидимі чорнила або несуть білі пігменти, дозволяючи підкладці відбивати і розсіювати падаюче світло. Тому чорнило здається невидимим незброєним оком [7, с. 555].

УФ/невидиме чорнило – це чорнило, що світиться певним кольором під час дії ультрафіолетового світла. Ці чорнила або містять білі пігменти, або взагалі не містять пігментів. УФ/невидиме чорнило може бути на спиртовій або ацетоновій основі. Залежно від застосування, склад чорнила може бути змінений. Наприклад, в апараті для глибокого друку УФ-чорнила виготовляються на спиртовій основі для досягнення необхідної в'язкості, а в ручках з «невидимим» чорнилом використовуються фарби на основі ацетону. Склад чорнила можна контролювати за допомогою добавок, щоб вплинути на реакцію чорнила на певну довжину хвилі ультрафіолетового або інфрачервоного світла. Оскільки захисна ознака переноситься розчинником, їх можна виробляти у кількох кольорах за низькою ціною [8].

Оптично-змінне чорнило – оптично-змінне чорнило або OVI містять крихітні лусочки спеціальної плівки, яка змінює колір при зміні кута огляду. В результаті виходить чорнило, яке змінює колір при зміні кута огляду. Це дуже дороге чорнило і зазвичай використовується тільки на невеликих ділянках. Патент на новий світлочутливий OVI зареєстрований на ім'я Джудіт Д. Ауслендер в 2004 році [9].

Принцип безпеки в магнітному чорнилі полягає в тому, що в пігменті використовується магнітний матеріал, такий як оксид кобальту або магнітний пігмент оксиду заліза (Fe_3O_4) і оксид заліза (Fe_2O). Особливість безпеки полягає у застосуванні магнітного детектора, який може виявляти декодування магнітного сигналу. Технічні вимоги менше мікронного магнітного пігменту до голчастих кристалів, розміру та форми так, щоб він легко розташовувався в магнітному полі рівномірно. Ці пігменти в основному менші за мікронний голчастий кристал, так що розмір і форма частинок дозволяють їм легко рівномірно розподілятися в магнітному полі, що призводить до відносно високого залишкового магнетизму. Залишковий магнітний знак при цьому за допомогою автоматичної обробки та цифрових пристроїв приймає ефект тертя та розпізнається [10].

Термореактивне «незворотне» чорнило під час друку безбарвне. Воно містить органічні/неорганічні речовини, які при нагріванні окислюються та стають коричневими. Молоко, цукор, хлорид кобальту – ось кілька поширених прикладів основ для такого чорнила. При дії тепла з'являється різке забарвлення, яке зникає при зниженні температури. Ця функція допомагає захистити документи від підробки за допомогою пари або тепла. Наприклад, деякі банки використовують це чорнило на чеках як захід безпеки. Ці термореактивні склади або зникають, або змінюють колір за відповідної температури [10].

Ще одна категорія чорнила – це хімічно активне чорнило. Чорнила цього виду реагують на розчинники або хімічні речовини, такі як відбілювач, спирт або ацетон. Розчинники чи хімічні речовини використовуються шахраями для стирання чи зміни інформації на документі. Під час дії розчинників або хімікатів це чорнило потече, змінить колір або викличе появу плям. Підробка легко виявляється, коли на це чорнило наносяться хімічні речовини або розчинники. Звичайними сполуками, що використовуються в цих чорнилах, є аміак, виділений із води червоної капусти. Сульфат міді одержують йодидом натрію, карбонатом натрію, гідроксидом амонію або фериціанідом калію [11, с. 1690].

Висновок. Проаналізувавши компонентний склад чорнил, фарб та барвників, доходимо висновків, що в наш час створюються нові засоби захисту, засновані на останніх досягненнях в різних галузях фізики, хімії, мікроелектроніки, поліграфії, що істотно розширює можливість запобігання підробки різного роду документів. У світовій практиці використовується багаторівнева система захисту, що поєднує широкий спектр різноманітних технологій. Розуміння принципу дії того чи іншого елемента захисту дозволяє судовим експертам судово-технічної експертизи документів ефективно виявляти підробку.

Перелік посилань

1. Laporte G. vM., Arredondo M. D., McConnell T. S., Stephens J. C., Cantu A. A., Shaffer D. K. An evaluation of matching unknown writing inks with the United States International Ink Library. *J. Forensic Sci.* 2006. 51. P. 689-692.
2. Florence D. C., Harralson H. H., Barabe J. G. An introduction to gel inks: History and analysis. *J. Forensic Doc. Exam.* 2019. 28. P.105-124.
3. Bozhkova T., Spiridonov I., Shterev K., Overview of security printing types and trends in its future development. *Bulg. Chem. Commun.* 2017. 49. P.195–201.
4. Чмель Е. Цифровая печать. Струйный принтер. Устройство струйного принтера, классификация по видам чернил. С. 1-6. URL: http://39print.ru/files/file/article_15.pdf (дата звернення 08.05.2023).
5. Gorziza R. P., Carvalho C. M. B., Korndörfer T., Ortiz R. S., González M., et al., Blue and black ballpoint pen inks: a Systematic review for ink characterization and dating analysis, *Braz. J. Forensic Sci. Med. Law Bioeth.* 2019. 8. P.113-138.

References

1. Laporte, G. vM., Arredondo, M. D., McConnell, T. S., Stephens, J. C., Cantu, A. A., Shaffer, D. K. (2006). An evaluation of matching unknown writing inks with the United States International Ink Library, *J. Forensic Sci.* 51. P. 689-692 (in English)
2. Florence, D. C., Harralson, H. H., Barabe, J. G. (2019). An introduction to gel inks: History and analysis, *J. Forensic Doc. Exam.* 28. P. 105-124 (in English)
3. Bozhkova, T., Spiridonov, I., Shterev, K. (2017). Overview of security printing types and trends in its future development. *Bulg. Chem. Commun.* 49 P. 195-201 (in English)
4. Chmel, E. Digital printing. Jet printer. Inkjet printer device, classification by type of ink. P. 1-6. Retrieved from: http://39print.ru/files/file/article_15.pdf (access date 08.05.2023). (in russian).
5. Gorziza, R. P., Carvalho, C.M.B., Korndörfer, T., Ortiz, R.S., González, M. et al (2019). Blue and black ballpoint pen inks: A Systematic review for ink characterization and dating analysis. *Braz. J. Forensic Sci. Med. Law Bioeth.* 8. P 113-138 (in English)

6. Lee L. C., Nunurung S. M., Ishak A. A. Forensic analysis of blue ballpoint pen inks on questioned documents by high performance thin layer chromatography technique (HPTLC). *Malaysian J. Anal. Sci.* 2014. 18. P. 226-233.
7. Sherma J. Advances in the thin-layer chromatographic forensic analysis of inks. *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.* 2016 39. P. 549-557.
8. Asicioglu, F., Tekin, T., Ozbek, N., Cevik, E. F., Ozcan, M., & Mohamed, A. L. Prepared disappearing ink and deciphering of documents. *Journal of Forensic Sciences.* 2019. 64(5).
9. Corbin Nakamura, The security printing practices of banknotes, B.Sc., Thesis, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2010.
10. Hemantini D., Khudbudin M. Decipherment of disappeared ink: A case study. *Brazilian Journal of Forensic Sciences.* 2018. 7(3), P. 156-161.
11. J.V.G. Elisa, A. Liszewski, B.S. Simon W. Lewis, Jay A. Siegel, Characterization of automotive paint clear coats by ultraviolet absorption microspectrophotometry with subsequent chemometric analysis. *J. Chem. Inf. Model.* 2013. 53. P.1689-1699
6. Lee, L. C., Nunurung, S. M., Ishak, A. A. (2014). Forensic analysis of blue ballpoint pen inks on questioned documents by high performance thin layer chromatography technique (HPTLC). *Malaysian J. Anal. Sci.* 18. P. 226-233 (in English)
7. Sherma, J. (2016). Advances in the thin-layer chromatographic forensic analysis of inks. *J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol.* 39. P. 549-557 (in English)
8. Asicioglu, F., Tekin, T., Ozbek, N., Cevik, E. F., Ozcan, M., Mohamed, A. L. (2019). Prepared disappearing ink and deciphering of documents. *Journal of Forensic Sciences.* Issue 64(5) (in English)
9. Corbin, Nakamura (2010). The security printing practices of banknotes, B.Sc., Thesis, California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
10. Hemantini, D., Khudbudin, M. (2018). Decipherment of disappeared ink: A case study. *Brazilian Journal of Forensic Sciences.* 7(3). P. 156-161 (in English)
11. Elisa, J. V. G., Liszewski, A., Simon, B.S., Lewis, W., Siegel, Jay A. (2013). Characterization of automotive paint clear coats by ultraviolet absorption microspectrophotometry with subsequent chemometric analysis. *J. Chem. Inf. Model.* 53. P. 1689-1699 (in English)

COMPONENT COMPOSITION OF INKS, PAINTS AND DYES AS AN IMPORTANT COMPONENT OF DOCUMENT PROTECTION AGAINST COUNTERFEITING

V. Sezonov
K. Dikevych

This article analyzes the component composition of inks, paints and dyes, and also gives a general description of one or another type of ink or dye and a classification of some of them. The historical aspect of the manufacture of inks and their components is highlighted. Writing ink was first made in ancient Egypt and China around 2500 BC. The features of paints depending on the type of printing (high, gravure, flat offset, screen) are studied and examples of their application are given. Flat offset inks used in newspapers are usually simple in composition. As for letterpress, although this type is gradually being replaced by other printing processes, it is still used in the production of money, most paper-based forms in printing serial numbers, etc. Gravure inks are similar to flexographic inks, except that

ketones and aromatic hydrocarbons can be used as solvents, allowing much greater freedom in the choice of binders. This type of ink for inkjet printing, such as solvent ink, is considered in detail. Solvent ink is a complex physical and chemical system for inkjet printing, consisting of pigment, polymer, film former, solvent and special additives. The structural composition of solvents is characterized, which, getting on paper, undergoes a number of changes over a fixed period of time, as a result of which the dye dries on paper. Ethanol, benzyl alcohol and many other solvents can also be used as carriers. The choice of solvent or solvents often depends on the properties of the writing instrument. The so-called «invisible» ink (UV ink, thermosetting ink, etc.) was studied separately as a kind of protective element. This type of ink is mainly used in steganography, anti-counterfeiting and currency security features, packaging authenticity indicators, brand protection, and secret messages. Conclusions are drawn, emphasizing that understanding the principle of operation of one or another element of protection allows forensic experts of forensic technical examination of documents to effectively identify forgery.

Key words: document protection, component composition, printing inks, solvent inks, solvents, dyes, technical examination of documents.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.39>

УДК 343.98

Вікторія Станіславівна Куликовська
завідувачка відділу
технічних досліджень документів
лабораторії криміналістичних видів досліджень

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-4786>

e-mail: v.kulykovska@kndise.gov.ua

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ОДИН З ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ХРОНОЛОГІЧНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРОГРАФІЧНИХ ТА РУКОПИСНИХ РЕКВІЗИТІВ ЗА ВІДСУТНОСТІ МІСЦЬ ЇХНЬОГО ВЗАЄМНОГО ПЕРЕТИНУ

Не зважаючи на прогрес у науці і техніці, дослідженню послідовності виконання реквізитів документів, приділяють підвищену увагу і на сучасному етапі розвитку технічної експертизи документів. У статті розглянуто підхід до застосування методу встановлення послідовності виконання реквізитів документів, один з яких виконаний способом електрофотографії, за відсутності місць їх взаємного перетину. Викладений аналіз отриманих в ході експертних досліджень результатів.

Ключові слова: пристрої із лазерною технологією друку, електрографічний спосіб, матеріали письма, тонерний «фон», мікрочастинки тонеру,