

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра технології поліграфічного виробництва**

«На правах рукопису»
УДК 655

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Тетяна КИРИЧОК
«__» _____ 2022 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою

«Технології друкованих і електронних видань»

зі спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія»

**на тему: «Підприємство з виготовлення спеціалізованих форм глибокого
друку з дослідженням адгезії захисного покриття»**

Виконала:

студентка II курсу, групи СТ-11мп
Новицька Анна Євгенівна

Науковий керівник:

доцент кафедри ТПВ, к.т.н., доцент
Талімонова Надія Леонідівна

Консультант з:

розроблення стартап-проєкту

доцент кафедри ТПВ, к.т.н., доцент
Золотухіна Катерина Ігорівна

Рецензент:

доцент кафедри репрографії, к.т.н., доцент
Віцюк Юлія Юріївна

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2022 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Навчально-науковий видавничо-поліграфічний інститут

Кафедра технології поліграфічного виробництва

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 186 «Видавництво та поліграфія»

Освітньо-професійна програма «Технології друкованих і електронних видань»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Тетяна КИРИЧОК

« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студентці

Новицькій Анні Євгенівні

1. Тема дисертації **«Підприємство з виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку з дослідженням адгезії захисного покриття»**, науковий керівник дисертації Талімонова Надія Леонідівна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від **«07» листопада 2022 р. № 4072-с.**
2. Термін подання студентом дисертації **«10» грудня 2022 р.**
3. Об'єкт дослідження: процес обробки зразків латуні та дослідження адгезії захисного покриття, визначення найбільш вдалого режиму для подальшого виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку.
4. Вихідні дані. Вихідними даними до магістерської дисертації має бути огляд сучасного стану та перспектив розвитку технологій; науково-технічна література та патенти за темою дисертації. Результатом дисертації повинно бути: за результатами досліджень визначити чи позитивно впливає обробка на поверхню латуні і в якому з режимів обробка є найефективнішою. Підприємство повинно забезпечити продуктивність, оперативність, високу якість продукції що відповідатиме встановленим вимогам.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити. Провести аналіз сучасної спеціалізованої літератури, нормативної документації, патентів, а також проаналізувати сучасний стан і перспективи розвитку технології. Визначити чинники, що впливають на їх якість. На підставі об'єкту та предмету дослідження обрати методи та засоби експериментальних випробувань, визначити тестові об'єкти для їх проведення. Провести дослідження обробленої поверхні. На основі проведеного дослідження змодельовати найбільш ефективний технологічний процес. За проведеним моделюванням технологічного процесу запроєктувати сучасне підприємство з виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку, що оснащене сучасним обладнанням, програмним та апаратним забезпеченням, а також відповідає нормам

проектування приміщень з відповідним інженерно-технічним забезпеченням та ефективною інфраструктурою.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: зображення друкуючих та пророблених елементів, обладнання – 1–3 рисунки (обов’язково); графіки експериментальних досліджень – 1–5 рисунки (обов’язково); тестові об’єкти – 1–3 рисунки (обов’язково); плани ділянок підприємства – 1 рисунок (обов’язково).

7. Орієнтовний перелік публікацій. Подати тези доповіді на міжнародну конференцію за темою магістерської дисертації.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розроблення Стартап-проєкту	Золотухіна К. І., доцент кафедри ТПВ		

9. Дата видачі завдання 05 вересня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Вступ	до 15.09.2022 р.	
1	Аналітичний огляд літератури	до 01.10.2022 р.	
2	Експериментальна частина	до 15.10.2022 р.	
3	Проектна частина	до 01.11.2022 р.	
4	Розроблення стартап-проєкту	до 15.11.2022 р.	
	Висновки та список використаних джерел	до 01.12.2022 р.	
	Оформлення магістерської дисертації і графічного матеріалу	до 10.12.2022 р.	
	Здавання дисертації на кафедру для рецензування	до 10.12.2022 р.	

Студентка

Анна НОВИЦЬКА

Науковий керівник

Надія ТАЛІМОНОВА

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекту «Підприємство з виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку з дослідженням адгезії захисного покриття». В пояснювальній записці описується актуальність даної тематики, проведено аналіз розвитку технології; також проведено аналіз науково-технічної літератури.

Метою дипломного проекту було проаналізувати технології виготовлення форм для глибокого друку, обрати найбільш оптимальну. Запропонувати методи обробки поверхні, що дозволить покращити зносостійкість та тиражестійкість.

Ключові слова: глибокий друк; друкарська форма; латунь; адгезія; тиражестійкість; пряме лазерне гравіювання, плазма геліконного розряду.

ABSTRACT

The topic of the diploma project is «Enterprise for the production of specialized gravure printing forms with research on the adhesion of a protective coating». The explanatory note describes the relevance of this topic, a patent search was conducted on the basis of which the analysis of technology development. The analysis of scientific and technical literature was also carried out.

The aim of the diploma project was was to analyze the technology of making forms for specialized gravure printing, to choose the most optimal one. To offer methods of surface treatment that will improve wear resistance.

Key words: intaglio printing; printing form; brass; adhesion; circulation resistance; direct laser engraving.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
1.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Особливості захисту банкнот, цінних паперів і документів сурового обліку; види фальсифікації	7
1.2. Патентний пошук	16
1.3. Технології виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку	19
1.4 Технології нанесення плівкових покриттів на латунну основу при виготовленні спеціалізованих форм глибокого друку	23
1.5. Адгезія та її роль у глибокому друці	26
2. ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ ТА МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1. Використане обладнання	28
2.2. Послідовність проведення досліджень	39
3. ДОСЛІДЖЕННЯ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ	41
3.1. Мікроскопічні дослідження мікрорельєфу покриттів	41
3.2. Дослідження адгезії покриття	42
4. ПРОЕКТ ПІДПРИЄМСТВА ПІДПРИЄМСТВА З ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ФОРМ ГЛИБОКОГО ДРУКУ З ДОСЛІДЖЕННЯМ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ	44
5. СТАРТАП ПРОЕКТ ПІДПРИЄМСТВА З ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ФОРМ ГЛИБОКОГО ДРУКУ З ДОСЛІДЖЕННЯМ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ	49
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61

ВСТУП

Одним із важливих методів захисту банкнот і цінних паперів є використання різних способів поліграфічного друку. Чим вищою є вимога до ступеню захищеності продукції, тим більшу кількість способів друку вона має в собі поєднувати. Для друкування банкнот, бланків цінних паперів, документів суворого обліку та звітності застосовують кілька видів офсетного друку, металографічний (інтагліо), високий, трафаретний способи друку [1, 2]. Технологія інтагліодруку має давню історію і використовується на для друку банкнот і цінних паперів в усьому світі. Грошові знаки більшості держав містять металографічний друк, оскільки рельєфне зображення, що він створює, може легко розпізнаватися і бути ознакою автентичності банкноти. Металографічний друк є різновидом глибокого способу друкування, але його особливістю є використання густих фарб, високих температур (температура формного циліндру – 80-82 °С) та високого тиску в зоні друкарського контакту (до 1000 кН/м) [3].

Для виготовлення форм металографічного друку можливе застосування декількох технологій. Сучасна технологія виготовлення форм інтагліодруку полягає у прямому лазерному гравіюванні латунної пластини із подальшим нанесенням захисного покриття, однак виготовлена у такий спосіб друкарська форма може поступатися тиражестійкістю [4]. Тому доцільним є дослідження технології та режимів обробки поверхні латуні перед нанесенням захисного покриття, їх вплив на адгезію та міцність поверхні пластини [5].

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Особливості захисту банкнот, цінних паперів і документів сурового обліку; види фальсифікації

За класифікаційною ознакою «професійний рівень фальсифікації» виокремлюють такі її види:

1. Спонсорована державою (підтримувана державою)
2. Професійна / аналогова
3. Аматорська (любительська) / цифрова)

Спонсорована державою фальсифікація. XVIII століття демонструє перші прецеденти, коли фальсифікація стає на службу інтересам окремих держав: фахівці захисних технологій використовують свої знання для підробки в державних інтересах. Фальсифікація в державних інтересах досягає промислових масштабів в епоху наполеонівських воєн. З плином часу і розвитку технологій на службу фальсифікації стає весь могутній науково-технічний потенціал держав. Друга світова війна породила небачену в історії індустрію фальсифікації в області цінних паперів і валюти. Одночасно протилежна сторона, що постраждала від фальсифікацій, часто залучає для боротьби з підробками колишніх фальсифікаторів. Це практикується і досі. Найвідоміший фахівець США в області захисту від підробки фінансових документів Френк Ебігнейл (Frank Abagnale) в юності (у віці 15-21 рік) виготовив і реалізував фальшивих чеків на суму понад 10 мільйонів доларів. Його автобіографія «Спіймай мене, якщо зможеш» лягла в основу сценарію однойменного фільму Стівена Спілберга. Слід зазначити, що підґрунтям спонсорованої державою підробки є те, що окремі види технологій аналогової підробки неможливі унаслідок виняткової державної монополії (металографічний друк, орловський друк). Професійна (аналогова) фальсифікація. Аж до середини 80-х років нашого століття індустрія фальсифікації технологічно базувалась на найдорожчому і

найдосконалішому методі - аналоговому. Тобто підробка створюється технологічними методами, ідентичними або максимально близькими до методів виготовлення оригіналу (окрім застосування видів друку, на які держава має монополію). Аналогова фальсифікація - найдорожча і найдосконаліша фальсифікація (не рахуючи підтримуваної державою). Підробка здійснюється тими ж методами, що і виробництво оригіналу, чи технологією, максимально наближеною до оригінальної. Ця фальсифікація передбачає обертання підробки в контрольованому оточенні, часто навіть передбачає проходження через приладовий контроль. Таким чином, аналогова фальсифікація має шанс обертатися на ринку нарівні з оригіналами. Однозначно впізнати професійну підробку можливо тільки в умовах лабораторного контролю, тобто вилучивши продукт з обігу на тривалий термін (зрозуміло, така неоперативність ідентифікації справжності не може задовольняти ринок). Якщо додати, що аналогова фальсифікація передбачає високу кваліфікацію та рівень технологічної компетентності фальсифікатора, то стає очевидно, наскільки висока небезпека аналогової фальсифікації поліграфічної продукції. Продукція, підробка якої доцільна і економічно виправдана аналоговим методом, повинна бути найбільш всебічно і абсолютно захищена від фальсифікації. Небезпека і економічний збиток від аналогової фальсифікації посилюється тим, що аналоговий метод дуже продуктивний, найчастіше темпи фальсифікації можуть перевищити темпи випуску в обіг оригіналів і наповнити ринок в гранично короткі терміни. Особливо це небезпечно, коли в обіг випускається продукція нового виду і контрольований обіг ще не сформувався. Крім того, в сфері аналогової фальсифікації склалася своєрідна практика «легальної» фальсифікації. Легально (шляхом розміщення замовлення на технологічно сильному підприємстві) виготовляються заготовки (напівфабрикати) майбутніх підробок, що не несуть на собі персоналізуючої інформації, тобто, як правило, на заготовці відтворюється складна тонка графіка, а текст відсутній. Виробник, як правило, не здогадується про призначення тиражувального продукту.

Фальсифікатор, одержуючи у своє розпорядження напівфабрикат, виробляє репринт (тобто заповнення індивідуальної або змінної інформації) за допомогою найпростіших розмножувальних систем або DTP або за допомогою елементарних поліграфічних технологій. У цьому випадку економічний ефект підробки особливо високий, а правдоподібність фальсифікації порівняна з оригіналом. Однак однозначність виконання поліграфічного продукту саме заданим технологічним способом друку очевидна тільки для експерта-поліграфіста. У той же час документи і папери, вироблені із застосуванням монопольної технології, якраз найчастіше звертаються в умовах неконтрольованого оточення, для якого характерні ознаки того чи іншого виду друку зовсім неочевидні. І об'ємний рельєф відбитка, зробленого на кольоровому лазерному принтері, цілком подібний характерному рельєфу металографічного друку. Використання ж спеціальних фарб, що спучуються (Puff-ink) імітує рельєф друку ще більш правдоподібно. Аматорська (цифрова) фальсифікація. Корінний перелом у розвитку техніки фальсифікації збігся з поширенням в 80-х роках систем оперативної поліграфії, розмножувальної професійної техніки, комп'ютерних технологій і настільних видавничих систем. Доступність нових технічних засобів і висока оперативність їх роботи, з одного боку, зробили технологію фальсифікації простішою і рентабельною. З іншого боку, від нових фальсифікаторів не вимагається рівень професіоналізму настільки високий, як при аналоговій технології. Назва «цифрова фальсифікація» вельми умовна. Воно означає лише те, що підробка здійснюється методом, що не аналогічне виконанню оригіналу (найчастіше це методи цифрового репродукування). Технологія цифрової фальсифікації молода, вона налічує не більше двох десятиліть. Проте за такий невеликий термін цей метод отримав широке поширення, досяг досить високого рівня якості та правдоподібності фальсифікації. Тим більше, що розвиток комп'ютерної техніки та комп'ютерної грамотності зробило цю технологію доступною для напівпрофесіоналів і навіть дилетантів. Сучасні настільні видавничі системи

дають достатньо високий рівень репродукування, рівень подібності отриманої підробки є достатньо високим. «Документоподібність» є дуже характерною рисою цифрової фальсифікації. Порівняно висока собівартість цифрової підробки визначила її рентабельність і доцільність для підробки документів, цінних паперів та аналогічної продукції малими і одиничними тиражами. Для «масових» тиражів цифрова фальсифікація недоцільна через високу собівартість і низьку продуктивність. В основному об'єктом фальсифікації для даного способу підробки виступають документи, що обертаються в неконтрольованій сфері. Хоча відомі випадки, коли цифрова підробка була частиною технологічного ланцюжка разом з аналоговою фальсифікацією (імітація металографічного друку, голограм, «пірнаючих» металізованих ниток і т. д.). В цьому випадку фальсифікація має шанс на успіх навіть в умовах контрольованого оточення.

Підсумовуючи вищесказане, можна узагальнити характеристики «цифрової» фальсифікації:

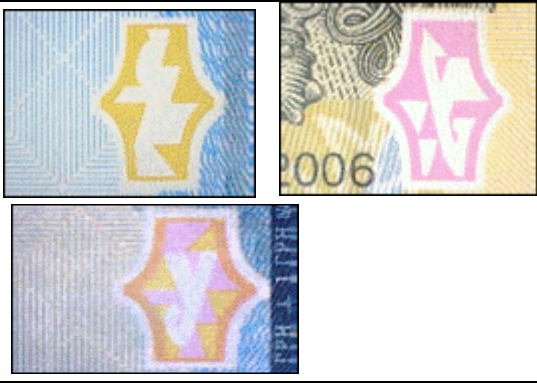
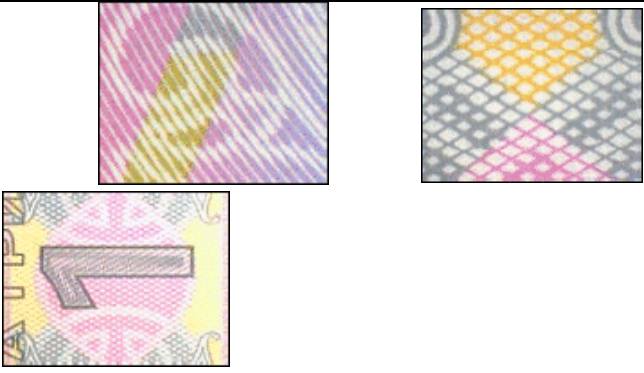
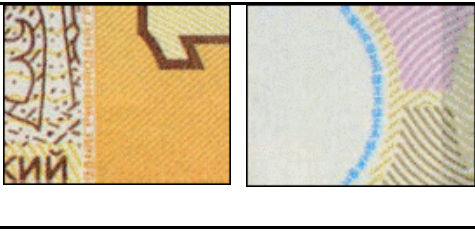
1. Оперативність.
2. Правдоподібність.
3. Доступність.
4. Висока рентабельність для малотиражної підробки. Крім того, кольорові принтери, ламінатори, конгревні штампувальники тощо створюють прекрасні можливості для правдоподібною фальсифікації низки специфічних захистів, що належать до післядрукарських захисних технологій. Наразі всі три види фальсифікації (та технологічним рівнем) співіснують. З розвитком нових носіїв інформації і засобів платежу (кредитні, дисконтні, таксофонні та інші магнітні карти) для фальсифікаторів відкрився новий перспективний сектор. З 1986 по 1991 рік тільки в США збитки банків від підробки пластикових карт виросли більш ніж в 3 рази і склали 500 млн. доларів. В цей же період збитки від підробки банківських чеків перевищив 5 мільярдів доларів США в рік. Підсумовуючи короткий опис історичного аспекту проблем фальсифікації та захисту від

зловживань, можна сказати, що прогрес технологій захисту поліграфічної продукції від фальсифікації відбувається невідривно від прогресу в індустрії фальсифікації. Ці дві сторони однієї проблеми не можна розглядати і аналізувати у відриві один від одного [6].

Оголошені методи захисту - це така група методів захисту, наявність і опис яких присутні безпосередньо на поліграфічному продукті (у вигляді сигнальних ліній) або в повсюдно поширені в інформаційних посібниках. Зрозуміло, більш ефективні сигнальні лінії на продукті, так як в цьому випадку інформація про застосування захисту невіддільна від продукту. Зрозуміло, що ця форма застосовується для умов неконтрольованого оточення. Дані захисту повинні бути візуально контрольовані без застосування спеціальної апаратної бази. Ця група методів захисту в першу чергу розрахована на непередбаченого користувача. Оголошені способи захисту запобігають найпростіші підробки, перемикаючи увагу зловмисників на більш легку здобич. В даному випадку гарантується оберігання від дилетантів і напівпрофесійних фальсифікаторів. Для споживачів же оголошені засоби захисту підкреслюють можливість появи підробки і мобілізують їх пильність. На жаль, застосування відкритого захисту методом сигнальних ліній у вітчизняній практиці на відміну від зарубіжної поки досить мало поширене. Однак інтерес до такої форми захисту постійно зростає. Сертифіковані засоби захисту - це комплекс технічних заходів від фальсифікації, застосування яких відомо лише учасникам контрольованого оточення обігу продукції. Наявність і опис таких захисних заходів, так само як і метод їх ідентифікації, описані в сертифікаті захищеності продукту (сертифікат якості), переданому виробником організатору звернення (замовнику) разом з тиражем продукції. Отже, ця форма комплексних заходів доповнює групу оголошених захистів, формуючи другий рівень контролю достовірності в процесі обігу. Те, що дані захисту не оголошуються, аж ніяк не означає, що вони не можуть бути виявлені потенційним фальсифікатором. Однак на це потрібні час і певні витрати. Природно, передбачається що дані сертифіката захищеності продукції,

виданого замовнику виготовлювачем, становлять об'єкт комерційної таємниці для всіх організаторів звернення товару, допущених до інформації про наявність сертифікованих способів захисту. Приховані методи захисту застосовуються виробником захищеного поліграфічного продукту без опису їх замовнику або організатору обертання продукту. Передбачається, що ці технологічні заходи можуть бути ідентифіковані тільки в умовах професійного оточення (тобто в експертних лабораторіях і обладнаних сертифікаційних центрах). Інформування про їхню наявність замовника позбавлене сенсу через технічну неможливість останніми ідентифікувати продукцію. Застосування цієї форми захистів найдоцільніше для документарної групи виробів, хоча воно може бути використано і для менш відповідальних виробів. Приховані методи захисту, як і відповідний їм третій рівень контролю достовірності, практично виключають проникнення в обіг підробки. Необхідно відзначити, що найпоширеніша помилка при виборі методів та форм захисту для конкретного поліграфічного виробу - це вибір будь-якої однієї форми. Успіх полягає саме в оптимальному використанні комбінації всіх трьох методів. Тільки тоді виріб може вважатися повноцінно захищеним від зловживань [7].

Таблиця 1.1. Види захисту банкотної продукції [1, 8]

Назва спеціального засобу захисту грошового знаку.	Ілюстрація спеціального засобу захисту грошового знаку.
Водяний знак Зображення в різних тонах портрета, що повторює портрет, надрукований на лицьовому боці банкноти, утворене внутрішньою структурою паперу, видиме під час розглядання банкноти проти світла і розташоване у встановленому місці (відмітка 1).	
Захисна стрічка Повністю занурена в товщу паперу полімерна стрічка, на якій розміщено прозорі зображення у прямому та перевернутому вигляді: "1 ГРН", тризуб та підкреслене цифрове позначення номіналу "1" (відмітка 2).	
Наскрізний елемент (суміщене зображення) Зображення, що виконані в одному місці на лицьовому (а) та зворотному (б) боках банкноти, під час розглядання яких проти світла (в) з лицьового боку проглядає літера "У" (відмітка 3).	
"Орловський" друк Вид спеціального друку, який утворює зображення, що виконані фарбами різного кольору з різкою зміною одного кольору на інший без розривів і зміщень графічних елементів цих зображень (ліній, площин) (відмітка 4).	
Мікротекст Написи, що повторюються, можна прочитати за допомогою лупи або мікроскопа (відмітка 5).	

Нумерація – це технологічний процес нанесення номерів на поліграфічні вироби. Нумерація має широку сферу застосування від друку рахунків, необхідних в бухгалтерії до друку цінних паперів та документів суворого обліку (ЦПДСО): паспорти різних видів, посвідчення, документи ДАІ та пенсійно-страхувальні документи, акції, сертифікати, дипломи, атестати, поштові марки. лотерейна та білетна продукція, етикеткова продукція. Нумерація документів необхідна для зручності, а й часто обов'язкова, згідно з вимогами податкових органів, оскільки ці документи форми суворої звітності. Нумерація захищає ЦПДСО від підробок. Нанесення номерів на етикетках, бланках спрощує контроль та облік документації. Нанесення серійного номеру на кожній банкноті, що дає можливість її ідентифікувати. За способом виконання виділяються два основні технологічні види нумерації: 1) поліграфічна нумерація; 2) цифрова нумерація. Захисний ефект, що виникає при поліграфічній нумерації природним чином за рахунок характерного рельєфу, створюється високим друком. Цей захисний ефект аналогічний ефекту рельєфного друку. Ідентифікація рельєфу поліграфічної нумерації сенсорним методом не викликає проблем, і ця форма захисту виступає у формі відкритої. Фальсифікація поліграфічної нумерації з достатнім ступенем правдоподібності не становить серйозної проблеми для фальсифікаторів. Найпростіші ручні нумератори загальнодоступні. Тому захист може служити тільки додатковим, але ніяк не основним (це стосується всіх видів захисту методом нумерації). Хімічний захист нумерації принципово нічим не відрізняється від хімічних захистів процесу друку з використанням: УФ-, ІК-, струмопровідних і бінарних проникаючих барвників.

Персоналізація – це процес нанесення змінних даних на поліграфічні вироби або на паперову чи картонну упаковку. При персоналізації можливе нанесення на кожний окремий екземпляр тиражу індивідуальних цифрових, текстових, ілюстраційних або графічних даних. Може бути нанесений

унікальний серійний номер, штрих-код, QR-код, поштова адреса, ім'я одержувача, звернення до адресата у листі тощо. В основі технології персоніфікації лежить об'єднання інформації, запитуваної з бази даних і статичного шаблону. Поліграфічна продукція персоналізується за допомогою цифрового друку, однак, якщо необхідний великий тираж, то оптимально буде використовувати комбінований друк – спочатку офсетним друкуються макет майбутньої продукції без змінних даних, після цифровим способом віддруковуються змінні дані в потрібному місці. Персоналізація підвищує рівень безпеки виданих документів, оскільки вона виключає можливість функціонування заготовок, тобто документів, які не пройшли персоналізацію. Крім того, застосовуються методи персоналізації, які тісно пов'язані з процесами виготовлення ЦПДСО.

Методи нанесення персоналізації:

1. Лазерний друк.

2. Термотрансферний (термосублімаційний) друк.

3. Лазерне гравіювання. Даний метод використовується в кольоровій гамі від чорного до сірого. Вигравірована інформація не може бути видалена або змінена за допомогою механічних або хімічних методів, не залишаючи видимих ознак втручання. Лазерне гравіювання не пов'язане з процесом виготовлення документа, тому для цього методу здійснюється персоналізація готових, раніше підготовлених бланків документів.

4. Прозоре лазерне гравіювання. Технологічний процес нанесення на поверхню документа прозорих, опуклих позначень у вигляді рядка цифр і символів. Нанесення знаків не погіршує читабельність документа при його щоденному використанні, оскільки ці символи прозорі. У той же час, це є ефективним елементом захисту, не вдаючись до використання спеціальних інструментів. Розробка застосовується в пластикових посвідченнях водія

нового зразка, в модифікованому бланку посвідчення особи, а також в службових посвідченнях.

5. Технологія кольорової персоналізації. Дана технологія дозволяє розміщувати кольорову фотографію в структурі багатошарової пластикової карти. Розміщення кольорової фотографії на одному з шарів, а потім його інтеграція в структуру всієї карти, унеможлиблює підробку документа без слідів видимого втручання [1, 9].



Рис. 1.1. Приклад використання голограми та нумерації і персоналізації

1.2. Патентний пошук

Для аналізу динаміки патентування щодо методів захисту цінних паперів та документів суворого обліку, зокрема за рахунок інтагліодруку, було проведено патентний пошук за період 2012–2022; географію вибірки встановлено максимально широку. Результати патентного пошуку наведено в табл. 1.2.; діаграми динаміки патентування за роками та розподіл патентів по країнам-розробникам наведено на рис. 1.2. і 1.3. відповідно [10-12].

Таблиця 1.2.
Результати патентного пошуку

Предмет пошуку: Інтагліодрук	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Україна	5	3	6	10	-	-	3	1	-	5	4	37
Німеччина	4	6	2	5	1	1	3	3	1	5	8	39
Великобританія	6	3	2	5	3	1	2	4	2	1	1	30
Японія	5	7	10	25	12	3	5	20	13	4	6	110
США	5	20	35	15	10	4	3	8	12	25	35	172
Корея	2	1	4	2	10	5	1	12	3	2	5	47
Всього	27	40	59	62	36	14	18	48	31	42	59	435

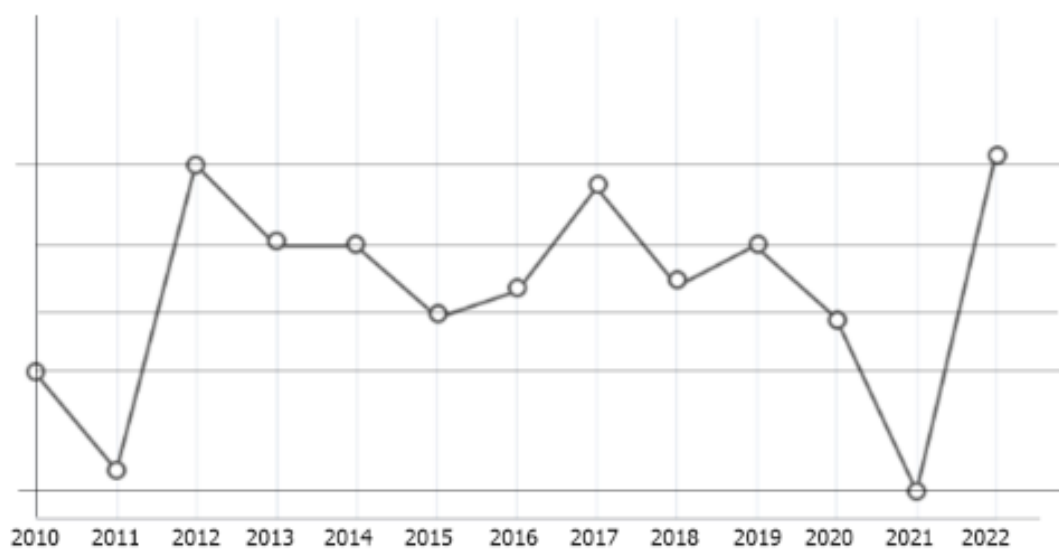


Рис. 1.2. Динаміка патентування за роками

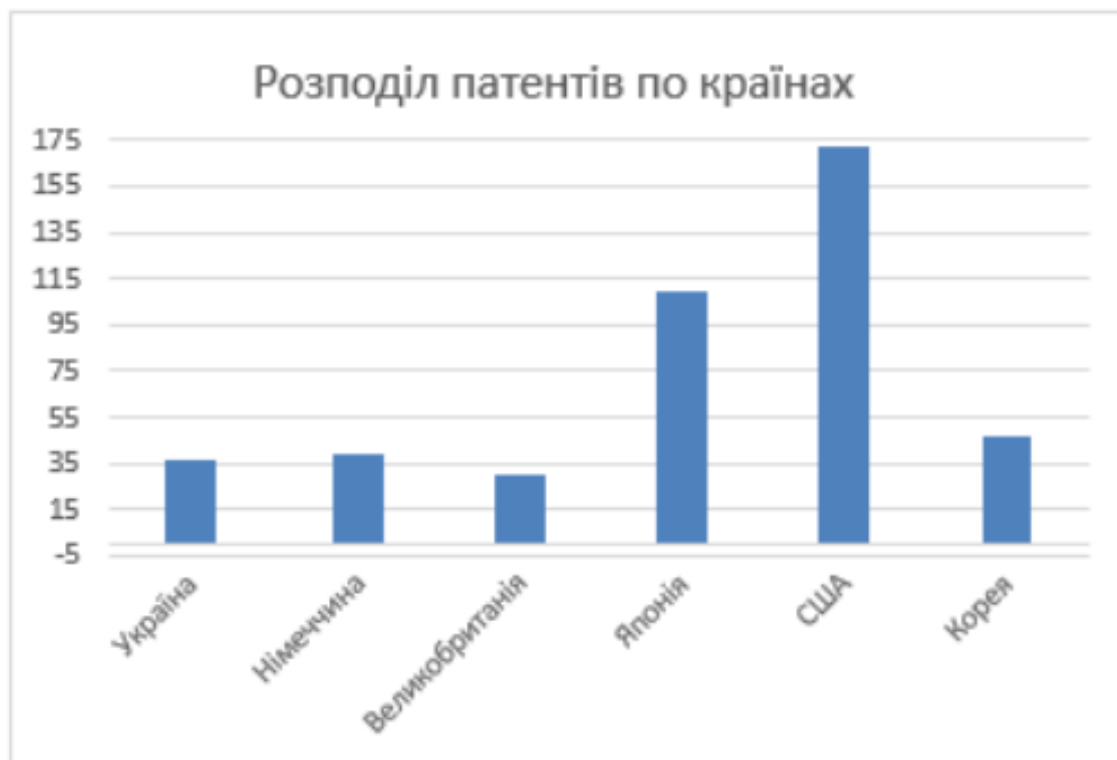


Рис. 1.3. Розподіл патентів по країнах

Розглянувши патенти які були наведені у табл. (1.2) за період від 2012 по 2022 рік можна споглядати стрімкий розвиток та інновації в технології інтагліодруку та його устаткуванні. З поміж обраних країн, що були розглянуті у патентному пошуці, а саме: Україна, Німеччина, Японія, Великобританія, Корея та США, можна виділити двох лідерів по вдосконаленню технології та устаткування для інтагліодруку - США та Японія.

1.3. Технології виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку

Глибóкий друк — один з видів друку з використанням друкарської форми, на якій друкуючі елементи знаходяться глибше по відношенню до пробільних. Від плоского і високого друку відрізняються тим, що товщина шару фарби на одному відбитку може змінюватися від десятків до сотень мікрометрів, тоді як зазвичай цей показник стабільний і становить близько 1 мікрометра. Така особливість технології забезпечує рельєфність елементів зображення, які виступають над поверхнею паперу. Металографічний або ж інтагліо друк один з різновидів глибокого друку, під великим тиском та з використанням спеціальних фарб, який дозволяє отримати різноманітні напівтони, а також рельєфне зображення, яке можна перевірити на дотик.

У роботі було розглянуто тенденції розвитку технології глибокого друку в Україні та за кордоном, патентний пошук, прогноз можливої перспективи розвитку та проект результатів дослідження.

Спосіб глибокого друку характеризується застосуванням форм з поглибленням друкуючих елементів.

Пробільні елементи на формі розташовані в одній постійній площині. На всю друкарську форму при друці наноситься фарба, тобто форма заливається нею. Перед друком відповідний засіб (тканина або папір для зняття фарби або ракель) забезпечує видалення друкарської фарби з пробільних елементів. Таким чином, вона залишається тільки у заглибленнях.

Високий тиск і сили адгезії забезпечують перенесення фарби з поглиблень на задруковуючий матеріал.



Рис.1.4. Зображення друкуючих та прорбільних елементів
форми глибокого друку

Різновидом глибокого способу друку є інтагліодрук, який використовується для друку високозахищеної поліграфічної продукції. Принципова схема друкарського апарату машини для інтагліодруку наведена на рис. 1.5 [1].

Особливістю інтагліодруку є високий тиск в зоні друкарського контакту (до 1000 кН/м), що спричиняє деформацію основи, ущільнення волокон паперу на пробільних ділянках та формування підфарбового рельєфу на ділянках друку. Товщина фарбового шару може коливатися від 20 до 200 мкм, що забезпечує потрібний рельєф [13], необхідний для тактильного ефекту та для ідентифікації прихованого (латентного) зображення. Ще однією із особливостей інтагліодруку є використання густих фарб на основі восків, що значно нагріваються в процесі друку [13].

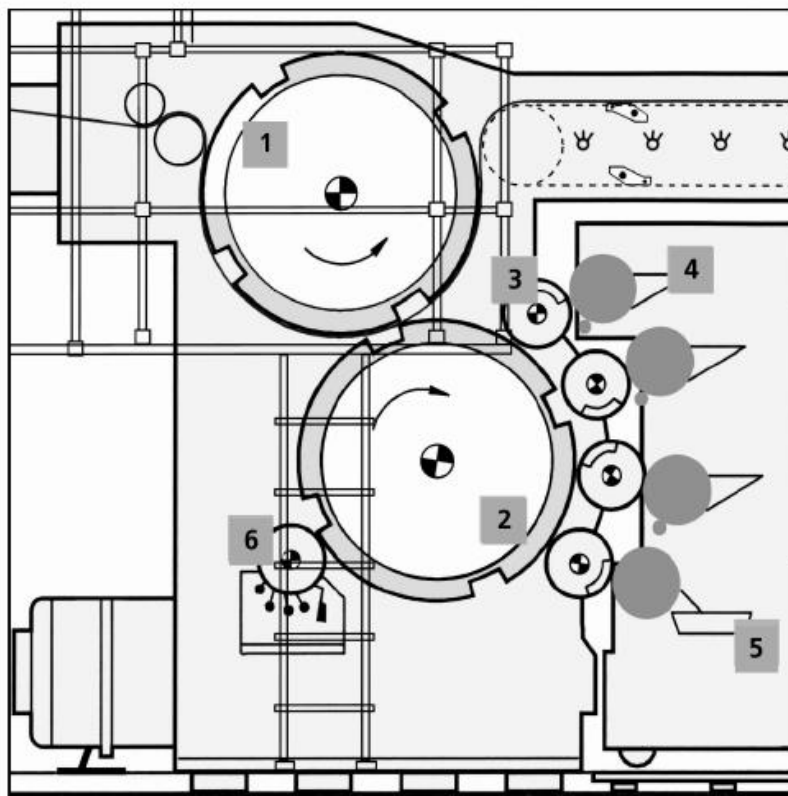


Рис. 1.5. Друкарський апарат машини для інтагліодруку [1]

- 1 – друкарський циліндр; 2 – формний циліндр;
 3 – накочувальні фарбові валики для вибіркового нанесення фарби (шаблонні валики);
 4 – фарбові валики; 5 – пристрій попереднього стирання фарб;
 6 – стиральний циліндр

На рисунку 1.6. представлено основні технології виготовлення друкарських форм інтагліодруку [15].

Технологія прямого гравірування є менш затратною та більш екологічною, оскільки не потребує використання нікелевих та мідних ванни.

Для виготовлення форм інтагліодруку необхідно враховувати основні вимоги до формного матеріалу. Матеріал для подальшого лазерного гравірування форм інтагліодруку повинен мати такі характеристики:

- відмінні механічні властивості для витримування сокого тиску;
- придатність до лазерного гравіювання (відсутність напливів чи їх мінімальне утворення);

- однорідність хімічного складу та механічних властивостей по всій площі пластини; придатність до хромування і розхромовування; придатність до полірування [15].

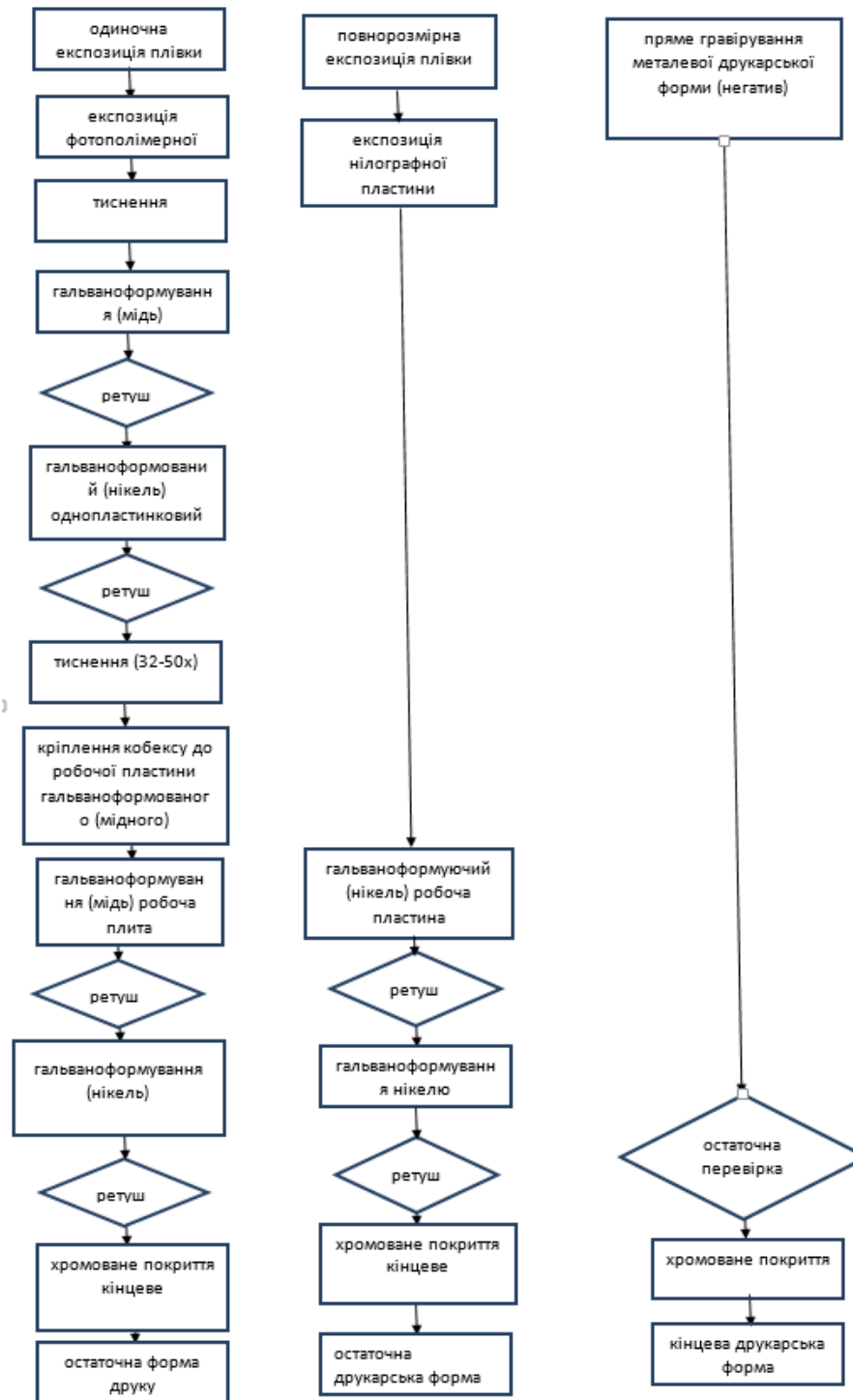


Рис. 1.6. Основні технології виготовлення форм інтагліодруку [15]

1.4. Технології нанесення плівкових покриттів на латунну основу при виготовленні спеціалізованих форм глибокого друку

При виготовленні форм інтагліодруку у виробництві цінних паперів і банкнот як матриця широко використовується латунь. Серед переваг використання цього сплаву можна навести хороші ливарні характеристики, легкість механічної обробки, низький коефіцієнт тертя, схильність до механічного полірування. Однак недоліком такого матеріалу є його низька зносостійкість умовах сухого тертя ковзання, яку можна суттєво підвищити, якщо нанести на поверхню тверде та зносостійке покриття, наприклад, із CrN. Покриття з нітриду хрому може бути здійснено різними методами, зокрема, шляхом напилення нітридного шару у вакуумі при розпилення хрому в атмосфері азоту. Щоб забезпечити необхідний рівень адгезійної міцності такого покриття необхідний попередньо підготувати поверхню латуні, наприклад, шляхом розпилення приповерхневого шару в іонних потоках аргонної плазми. Ця операція призводить до видалення неконтрольованих домішок з поверхні та очищення поверхні на атомному рівні, а також активації поверхні внаслідок формування ненасичених атомних зв'язків. Як джерело технологічної плазми в роботі використовували високочастотний геліконний розряд, який функціонує в широкому діапазоні тисків робочого газу, сумісних з необхідними парціальним тиском хімічно активного газу - азоту для синтезу нітриду хрому. Перевагою геліконного розряду є і те, що щільність іонного потоку плазми з нього може досягати рекордних значень аж до 10 mA/cm^2 , отже, можна отримувати дуже інтенсивне розпилення поверхні підкладки без підвищення енергії бомбардують іонів. Висока енергія бомбардування призводить до радіаційним ушкодженням решітки [16, 17] оброблюваного матеріалу, що може позначитися на адгезійній міцності осіданих шарів матеріалу, який наноситься для зміцнення та появи небажаних великих напруги на інтерфейсі.

Тонкі плівки широко застосовуються як функціональні, зміцнювальні, світловідбиваючі, провідні та діелектричні матеріали при формуванні контактів,

виготовленні друкованих плат, елементів інтегральних схем у мікроелектроніці, створення світлофільтрів, елементної бази оптоелектроніки у сучасних літографічних процесах. Завдяки інтенсивним експериментальним та теоретичним дослідженням у розробці технології тонких плівок останніми роками тут досягнуто значний прогрес. Оскільки зміна інформації в області тонкоплівкових технологій відбувається відносно швидко, існує необхідність дати уявлення про основні технологічні процеси, що використовуються в даний час, а також про їх особливостях при формуванні тонких плівок та покриттів різної природи. Плівка – тонкий шар зв'язаної конденсованої речовини, товщина якого можна порівняти з відстанню дії поверхневих сил; є термодинамічно стабільною або метастабільною частиною гетерогенної системи «плівка – підкладка». Тонка плівка – це плівковий шар менше 2.5 мкм. Понад 2.5 мкм шари конденсованої речовини називають товстими плівками, покритими або фольгами. Плівки та покриття зазвичай наносять на основу – підкладку, виріб, а фольга – шар вільного конденсованого пластичного матеріалу завтовшки від 2 до 100 мкм. Повністю усталеної класифікації плівок також немає, але для зручності їх можна систематизувати за основними ознаками: агрегатного стану, товщини, зонної моделі тощо. На рис. 1.7 представлено узагальнену класифікацію тонких плівок. Виходячи з практичних цілей використання тонких плівок у сучасній техніці, зручно розглядати тонкоплівкові шари з позиції зонної моделі, поділяючи останні на діелектрики, напівпровідники та метали, при цьому вони можуть бути отримані на основі чистих металів, твердих розчинів та різних класів хімічних сполук.

Тонкі плівки за агрегатним станом можна підрозділити на тверді, рідкі, які поділяють газоподібну дисперсну фазу в пінах і рідкі фази в емульсіях, і газоподібні плівки, що зустрічаються вкрай рідко. За товщиною тонкі плівки зазвичай ділять на нанометрові. (10-100 нм) та субмікронні (0.1-1 мкм). Також використовують термін «ультратонкі плівки» - плівки завтовшки до кількох атомних моношарів (0.1-10 нм). У таких шарах велику роль відіграють розмірні

та квантово-розмірні ефекти. Плівки завтовшки понад 10 нм вважаються просто тонкими. Тонкі плівки є унікальними за структурою. Матеріали, які можуть бути отримані у вигляді моно-, полікристалічних, аморфних, склоподібних та полімерних шарів. Монокристалічна структура відрізняється далеким порядком, що полягає в упорядкованому розташуванні атомів у кристалічній решітці на необмежено «великі» відстані. Монокристалічні плівки, вирощені на кристалічних підкладках і мають решітку, певним чином орієнтовану щодо решітки підкладки, називають епітаксіальними, а саме орієнтоване зростання – епітаксією. Зазначимо, що для монокристалічних плівок характерна анізотропія властивостей, тобто відмінність у властивостях верств залежно від напрямку спостереження за ними. На початковому етапі формування тонких плівок утворюються центри кристалізації, навколо яких відбувається конкуруюче зростання різноорієнтованих кристалітів (кристалічних зерен) неправильної форми, що призводить до утворення полікристалічної структури. При цьому, якщо зерна малі і орієнтовані хаотично, дані плівки виявляють ізотропні властивості, тобто їх властивості (механічні, оптичні, електричні та ін.) не залежить від напрямку зовнішнього впливу. Якщо ж у полікристалічній плівці є переважна кристалографічна орієнтація зерен, то вона має анізотропні властивості.

1.5. Адгезія та її роль у глибокому друці

Адгезія (від лат. *adhaesio* — прилипання, зчеплення, притягання) — зв'язок між поверхневими шарами різнорідних тіл за їхнього контактування. Адгезія є результатом міжмолекулярної взаємодії, йонного чи металічного зв'язку. Розрізняють адгезію рідини, наслідком якої є змочування, і адгезію твердих тіл. Окремий випадок адгезії — автогезія, що виявляється при приляганні однорідних тіл. За адгезії й автогезії зберігається межа розділу фаз між тілами, на відміну від когезії, яка визначає зв'язок усередині тіла в межах однієї фази. Автогезія характерна для твердих плівок у багатошарових покриттях, визначає міцність дисперсних систем і композиційних матеріалів (порошків, ґрунтів, бетону тощо). Адгезія залежить від природи тіл, які контактують, властивостей їхніх поверхонь та площі контактування. Адгезія підсилюється, якщо одне чи обидва тіла електрично заряджені, якщо в разі контакту тіл утворюється донорно-акцепторний зв'язок, а також унаслідок капілярної конденсації парів (наприклад, водяної) на поверхнях, у результаті утворення хімічного зв'язку між адгезивом (тілом, що прилипло) і субстратом (твердою поверхнею).

Адгезія в глибокому друці дуже важлива оскільки від щільності контакту друкарської пластини і паперу залежить якість перенесення фарбовідбитка, а саме чіткість, яскравість, а також деталі [3].

Виділяють дві основні групи факторів, що впливають на тиражостійкість форм інтагліодруку. Першою групою є параметри процесу друкування (тиск у друкарському контакті, швидкість друку, склад змивного розчину, склад фарби, притискання стирального вала, параметри декеля, параметри паперу), котрі здійснюють значний вплив і, власне, спричиняють поступове руйнування форм інтагліодруку. Другою групою факторів є параметри форми інтагліодруку DLE: — стан поверхні форми після процесу DLE (шорсткість стінок штриха та твердість приповерхневого шару); — спосіб очищення форми від напливів DLE до завантаження у вакуумну камеру та безпосередньо режими

травлення в камері; — товщина захисного покриття нітриду хрому; — склад аргонно-азотної суміші в камері під час процесу PVD; — склад (чистота) хромової мішені; — параметри штрихів (їх ширина, довжина, глибина, напрямок відносно переважної орієнтації волокон паперу, відстань між штрихами, вид профілю (V-подібний, трапецієподібний, прямокутний, U-подібний), симетричність профілю (симетричний, асиметричний). Частина вхідних факторів (ширина, довжина, вид лінії, напрямок відносно орієнтації волокон паперу, відстань між штрихами) визначається дизайном банкнот і не підлягає варіюванню. Ці фактори можуть бути враховані під час розроблення модельних форм для подальших досліджень [18].

Висновки до розділу 1

У даному розділі було проведено аналітичний огляд сучасного стану захисту банкнот та цінних паперів; виокремлено основні способи та технології виготовлення друкарських форм для глибокого друку. Проведено патентний пошук, результати якого дають підстави стверджувати, що обрана тема є актуальною та перспективною.

2. ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ ТА МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Використане обладнання

Для проведення досліджень використовувалось таке обладнання:

- установка іонно-плазмового формування плівкових покриттів;
- мікроскопи Tescan Mira 3 LMU та JSPM-4610;
- механічний адгезиметр АЦ-1

2.1.1. Установка іонно-плазмового формування плівкових покриттів

Для дослідів була використана вакуумно-технологічна установка, що складається з: геліконного джерела плазми та плазмово-дугових прискорювачів, всі складові розміщені в одній технологічній камері. Фото установки наведено на рис. 2.1. Контроль технологічних процесів в установці здійснюється завдяки малогабаритному оптичному спектрометру та електричного зонду, вся інформація відображається на моніторі комп'ютера.

Технічні характеристики установки:

Діаметр підкладок: 100 мм

Частота збудження геліконного розряду: 13,56 МГц;

Робочий тиск: 1 – 100 мТорр;

Діапазон температур підкладки: 30 - 600 °С.



Рис. 2.1. Установка іонно-плазмового формування плівкових покриттів

Камера установки, схема якої наведена на рис. 2.2, складається з таких технологічних відсіків:

- розрядної камери геліконного джерела;
- двох вакуумно-дугових прискорювачів;
- дрейфової камери;
- камери обробки.

Всі відсіки з'єднані між собою фланцями через вакуумні ущільнення. Камера обробки, в якій розташований столик з підкладкою, приєднується безпосередньо до фланця вакуумної системи. Над камерою обробки розташована дрейфова камера, до якої пристиковані вакуумно-дугові прискорювачі. Дрейфова камера з'єднана з розрядною камерою геліконного джерела. Зверху ця камера закрита кварцовим склом, через яке в розряд вводиться високочастотна енергія за допомогою антени, приєднаної через узгоджувальний пристрій до високочастотного генератора.

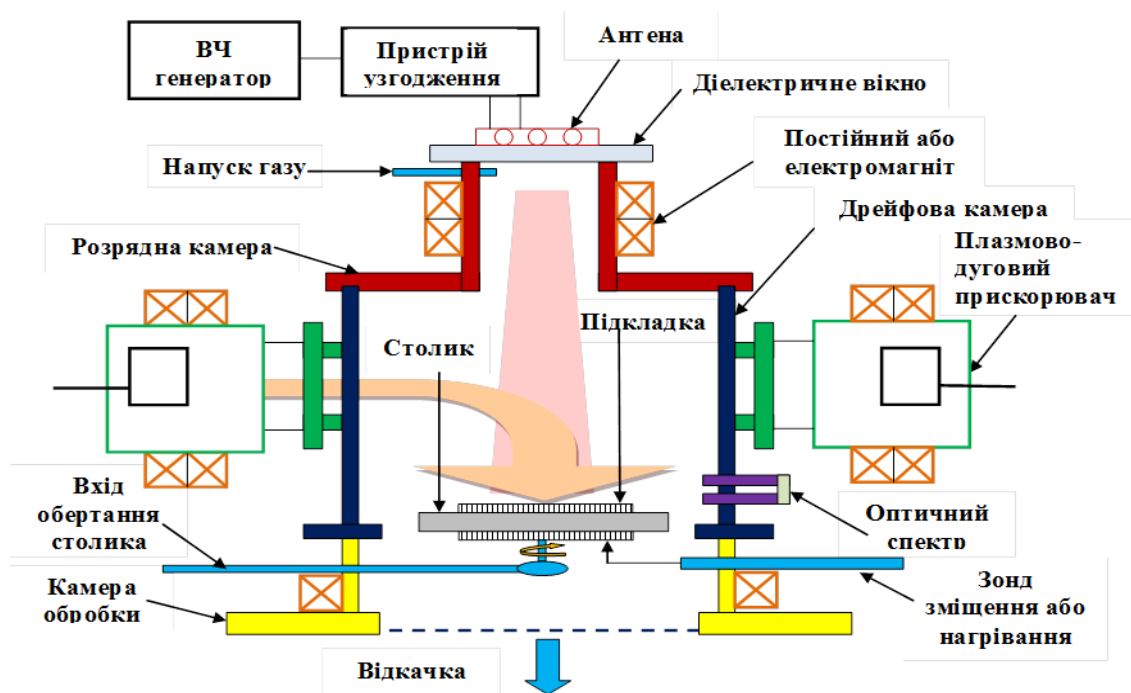


Рис. 2.2. Схема гібридного геліконно-дугового іонно-плазмового реактора [16]

Геліконні джерела плазми належать до безелектродних високочастотних індукційних джерел з магнітним полем, які здатні генерувати густу низькотемпературну плазму в широкому діапазоні тисків робочого газу та діапазоні магнітних полів. Ці джерела можуть ефективно генерувати плазму при введенні відносно низької питомої високочастотної потужності.

На відміну від звичайних високочастотних джерел індукційно-пов'язаної плазми без магнітного поля, де поглинання високочастотної потужності відбувається у тонкому поверхневому шарі плазми (скін-шарі) безпосередньо під антеною, в геліконних джерелах високочастотна потужність переноситься та поглинається в об'ємі плазми власними резонансними електромагнітними хвилями, які збуджуються антеною в плазмі.

З накладенням магнітного поля характер поглинання високочастотної потужності істотно змінюється: вона поглинається в об'ємі плазми внаслідок збудження геліконних хвиль та їх розповсюдження вглиб плазми. Характеристики геліконних хвиль, зокрема, довжини їх згасання за рахунок зіткнень електронів з атомами газу та іонами плазми, а значить і просторовий

розподіл поглинання, залежать від величини магнітного поля, густини плазми та тиску газу.

Магнітна система геліконного джерела плазми призначена для створення умов збудження в плазмі розряду власних плазмових електромагнітних хвиль – так званих геліконних мод. В цих умовах створюються умови для ефективного поглинання зовнішньої ВЧ енергії в плазмі та генерації плазми з високою густиною заряджених частинок.

Зазначена конфігурація розрядної плазмової камери, яка функціонально поєднує в собі два джерела плазми – геліконний розряд і плазово-дуговий прискорювач, дозволяє реалізувати нову якість технологічного процесу формування спеціальних плівкових покриттів.

Принципова схема плазово-дугового прискорювача наведена на рис. 2.3. Електродна система ПДП включає в себе розташовані коаксиально катод 1 і анод 2, що підключені до джерела постійного струму і які охолоджуються водою. Бокова неробоча поверхня катоду 1 охоплена екрануючим електродом 3, який не має електричного контакту з іншими електродами розрядної системи. Електродна система розташована в магнітному полі, яке створюється двома котушками 4 та 5. Магнітні котушки 4, 5 розташовані по обидва боки торцевої робочої поверхні 6 катода 1. Пристрій монтується на фланці, за допомогою якого він пристиковується до дрейфової камери. Плазовий потік 7, який формується в ПДП, розповсюджується від прикатодної області в напрямку підкладки з кутом розбіжності біля 20 градусів та має технологічно прийнятну густину на відстані до 50 см від катоду. Ініціювання дугового розряду між катодом 1 та анодом 2 здійснюється шляхом інжекції в розрядний проміжок плазового згустку, який виникає при імпульсному поверхневому пробої металізованого діелектричного стрижня, розташованого в зазорі між катодом 1 та екрануючим електродом 3 (на рис. 2.3 не показаний).

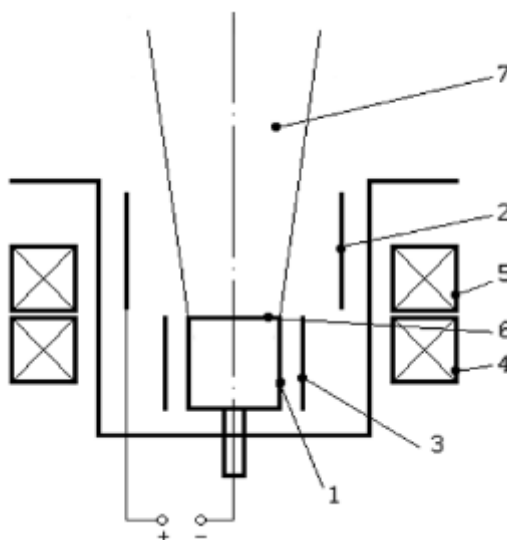


Рис. 2.3. Принципова схема плазово-дугового прискорювача

2.1.2. Технологічні характеристики плазово-дугового прискорювача.

Цікавим з технологічної точки зору є встановлений факт зменшення генерації мікрокрапель при роботі ПДП з не тугоплавкими матеріалами, а також з матеріалами, що мають низьку теплопровідність. Отримані експериментальні дані показують, що вирішальну роль при цьому відіграє концентрація дугового розряду біля робочої поверхні катоду. Додаткова дія на катод іонного потоку із зони утримання електронів у схрещених електричному полі розряду і зовнішньому магнітному полі біля катоду може бути причиною, що стимулює розвиток сусідньої катодної плями, коли попередня катодна пляма ще не еволюціонувала до стану колапсу. В результаті такого розвитку плям зменшується перегрівання поверхні катоду в точці локалізації існуючої плями, що, в свою чергу, призводить до зменшення мікрокрапельної фази. Невелика частка мікрокрапельної фракції, а також високий ступінь іонізації потоку плазми, який досягає 80 – 90%, дозволяє ефективно сепарувати потік від мікрокрапель, застосовуючи відомі методи електромагнітної сепарації з повертанням потоку. В цьому разі швидкість нанесення плівки зменшується не більше ніж на 30 – 40%. Важлива роль додаткової дії на катод іонного потоку

проявляється також при горінні дуги в атмосфері реактивного газу, коли на поверхні катоду виникають діелектричні або плівки із слабкою провідністю.

Регулюючи інтенсивність додаткового іонного потоку та його енергію (шляхом зміни струму та напруги розряду), можна підтримувати такий стан плівки на катоді, коли ця плівка забезпечує додаткове підсилення електричного поля біля поверхні катоду, але не призводить до генерації твердих фрагментів внаслідок розтріскування плівки. Зокрема, встановлено, що для отримання якісних прозорих плівок нітриду алюмінію (з прозорістю не менше 85%) енергія іонів, які рухаються в напрямку катоду та бомбардують катод, повинна перевищувати 65 – 70 еВ. В цьому разі на катоді існують асоціації катодних плям, які незалежно виникають за рахунок додаткової дії на катод потоку газових і металевих іонів із області утримування електронів в схрещених полях та підсилення електричного поля у катода. В плазмово-дуговому прискорювачі при включенні магнітного поля поряд з формуванням спрямованого інтенсивного високоенергетичного потоку плазми матеріалу катода виникає також принципова зміна характеру руху катодних плям на робочій поверхні катоду. Це особливо помітно при роботі з катодом із хромонікелевої неіржавіючої сталі, коли за відсутності магнітного поля на катоді існує декілька малорухомих катодних плям. В ПДП режимі рух катодних плям змінюється від хаотичного до просторово скорельованого. При цьому різко зменшується розмір катодних плям та зростає швидкість їхнього руху. Особливо висока швидкість переміщення катодних плям зафіксована на катоді із неіржавіючої сталі при робочих тисках вище 10 мТорр. В цьому разі різко зменшуються розміри і кількість мікрокрапель у покритті, що дозволяє отримувати антикорозійні покриття із неіржавіючої сталі, які при товщині 7–10 мкм забезпечують корозійну стійкість, що відповідає гальванічному кадмію. Поряд з багатокomпонентними плівками, які наносяться із витратного катоду постійного складу, ПДП дає можливість також формувати багатокomпонентні плівки регульованого складу. Були проведені детальні дослідження складу і структури

плівок ніхрому, сформованих в різних умовах. Дослідження складу плівок ніхрома методом часопротітної мас- спектрометрії з лазерним джерелом іонів, результати яких наведені на рис. 2.4 А і Б, підтвердили, що плівки, сформовані за допомогою вакуумно-дугового джерела, мають той же склад, що і матеріал катода джерела. Процентне співвідношення компонент по спектру визначається по відношенню площ спектральних кривих, нормованому на атомні ваги компонент. При цьому визначальним фактором наноструктурування плівок був масоперенос у вигляді іонної компоненти з енергією іонів в діапазоні 10- 200 еВ. Тобто формування плівок відбувалося в принципово нерівноважних умовах, а діапазон розмірів наноутворень в площині і по висоті визначався, головним чином, енергією іонів в потоці плазми матеріалу покриття і змінювався в межах від одиниць до десятків нанометрів. Формування отриманих плівок на субатомному рівні якраз і визначає їх характеристики, які відповідають табличним значенням об'ємного матеріалу. Характерний приклад структури поверхні плівки ніхром, дослідженої за допомогою атомного силового мікроскопа, наведено на рис. Слід зазначити, що при нанесенні плівки ніхрому плазмовим потоком, поверненим за допомогою магнітного поля на 45 градусів, відбувається збіднення плівки важчим компонентом, тобто нікелем.

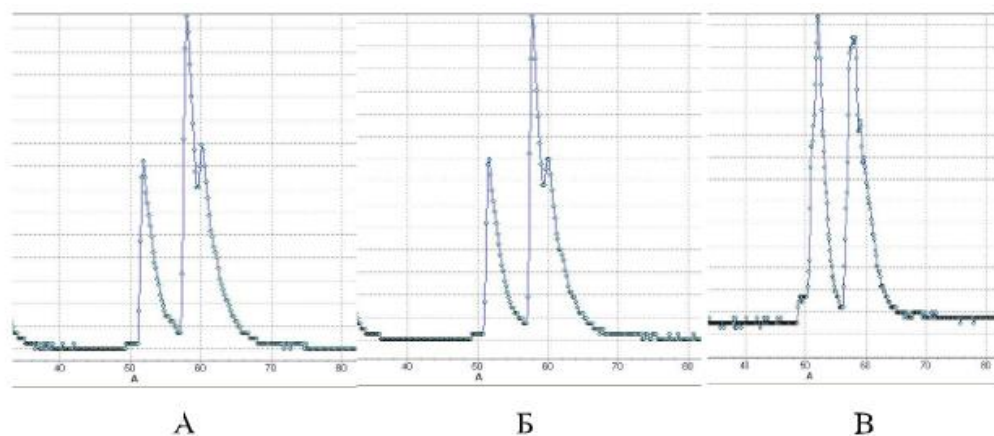


Рис. 2.4. Мас-спектр монолітного ніхромового катода (А); мас-спектр плівки ніхрома в пряму потоці (Б); мас-спектр плівки ніхром, нанесеної в повернутому потоці (В).

2.1.3. Мікроскоп Tescan Mira 3 LMU

Мікроскоп Tescan Mira 3 LMU, фото якого наведено на рис. 2.3. призначений для:

- дослідження топології та морфології поверхні органічних та неорганічних матеріалів (в тому числі непровідних), а також біологічних об'єктів з граничною роздільною здатністю 1 нм;
- ідентифікація елементного складу поверхні матеріалу, кількісний аналіз елементного складу поверхні (або обраної ділянки), зокрема побудова карт розподілу хімічних елементів;
- вимірювання мікроструктур та мікротекстур, орієнтації кристалітів, властивостей границь зерен, якісного і кількісного аналізу структури кристалічних матеріалів[21].

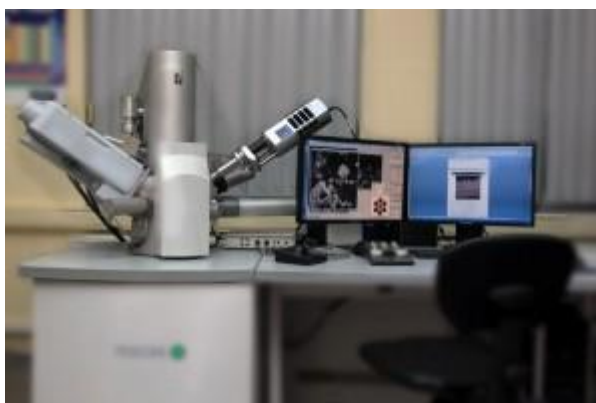


Рис. 2.3. Мікроскоп Tescan Mira 3 LMU [21]

Технічні характеристики:

- просторова роздільна здатність: 1 нм 30 кВ, 2 нм 3 кВ;
- просторова роздільна здатність в режимі низького вакууму: 1.5 нм 30 кВ, 3 нм 3 кВ;- збільшення: 3,5х – 1 000 000х;
- прискорююча напруга: 200 В – 30 кВ;
- робочий тиск в камері: режим високого вакууму $\approx 9 \cdot 10^{-3}$ Па;
- режим низького вакууму 7 – 150 Па.

Детектори: детектор вторинних електронів, детектор пружно відбитих електронів, детектор вторинних електронів вбудований в об'єктивну лінзу,

детектор вторинних електронів для роботи в низькому вакуумі, детектор для досліджень в просвічуючому режимі.

Додатково встановлено: енергодисперсійний та хвиледисперсійний спектрометри, система детекторів для реєстрації картини дифракції пружно відбитих електронів.

2.1.4. Високовакуумний сканувальний зондовий мікроскоп JSPM-4610

Скануюча тунельна мікроскопія (англ. scanning tunneling microscope) — метод дослідження детальної структури електропровідної поверхні з атомною точністю. В основі його лежить використання тунельного ефекту, що здійснюється так: до кінчика тоненької (молекулярних розмірів) голки, що розміщена над поверхнею, прикладається певна (дуже мала) напруга, що викликає невеликий квантово-механічний тунельний струм для подолання енергетичної щілини між кінчиком голки та поверхнею. За величиною цього струму створюється топографічна карта поверхні. Збільшення напруги може привести до зміщення атомів поверхні або й викликати хімічну реакцію. Принцип дії тунельного мікроскопа заснований на пропусканні тунельного струму між тонким щупом і поверхнею. Щуп сканує поверхню в горизонтальній площині і переміщається у вертикальній площині таким чином, щоб підтримувати струм на постійному рівні. Вертикальні переміщення задаються прикладеною напругою, яка й фіксується для кожної точки поверхні, дозволяючи побудувати рельєф.

Зовнішній вигляд надвисоковакуумного сканувального зондового мікроскопу JSPM-4610 надано на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Надвисоковакуумний сканувальний зондовий мікроскоп JSPM-4610

Таблиця 2.1

Технічні характеристики JSPM-4610

Роздільна здатність	горизонтальна: 0.14 нм для СТМ вертикальна: 0.01 нм для СТМ
Механічне переміщення	за допомогою моторів
Рух по осі Z (функція наближення)	грубо контролює відстань між зразком та верхівкою зонду
Рух по осі X та Y (функція зміщення зразка)	Діапазон руху - по осі X та Y: 4 нм (± 2 нм) (СТМ)
Зміна напрямку сканування	-180 до + 180°
Крок сканування	1.7 мс до 10 с/лінію (16 кроків)
Діапазон змін	0 до 200 нм
Функція масштабування	Наявна
Кількість зразків під час сканування	Один (Для зміни зразків використовується магнітний маніпулятор)
Розміри зразка Максимальні	10 мм (ширина) 10 мм (довжина) 5 мм (товщина)
Оптимальні	1 мм (ширина) 7 мм (довжина) 0.3 мм (товщина) - для тримача з нагріванням

2.1.5. Механічний адгезіметр відривного типу NOVOTEST АЦ-1

Механічний адгезіметр відривного типу використовується для визначення адгезії матеріалів (рис. 2.5.), а також для оперативного неруйнівного контролю зчеплення різних верств лакофарбових та інших промислових покриттів.

Завдяки простоті конструкції і легкості в роботі з механічним адгезіметром, прилад є незамінним щоденним помічником для оперативного контролю якості адгезії. Застосування клею на основі, що швидко полімеризується, дозволяє оперативно здійснювати заходи з контролю адгезії.

Методика вимірювання механічним адгезіметром здійснюється наступним способом. На досліджуване покриття наклеюється грибок, який згодом відривається пружинним механізмом пристрою. Зусилля, що застосовується для відриву приклеєного грибка, виражається в чисельній величині і відображається індикатором на шкалі пристрою. Дане значення - і є величина адгезії.



Рис. 2.5. Механічний адгезіметр відривного типу NOVOTEST АЦ-1

Таблиця 2.2

Технічні характеристики адгезиметра NOVOTEST АЦ-1 [22]

Зусилля відриву, кг	до 200
Діаметр підстав грибків, мм	15,1 (№1) і 19,5 (№2);
Питоме зусилля відриву, Мпа	- для грибків №1 до 10 Мпа (до 100); - для грибків №2 до 6 Мпа (до 60);
Ціна ділення, Мпа	для грибків - 1 (№1); 2 (№2);
Габаритні розміри, мм	не більше 52x150
Маса адгезиметром, кг	не більше 1

2.2. Послідовність проведення досліджень

Для проведення досліджень використано латунну пластину, яку було порізано на розміри 10x12 мм, очищено, знежирено та піддано обробці у плазмі геліконного розряду. Час обробки становив 10 хв. 15 та 20 хв. для зразків. Було проведено мікроскопічні дослідження та визначено параметри шорсткості отриманої поверхні, а також елементарний склад модифікованої поверхні. На оброблену поверхню латунної пластина за допомогою іонно-дугового прискорювача було напилено нітрид алюмінію та проведено дослідження адгезії отриманого покриття за допомогою механічного адгезиметра відривного типу. Послідовність проведення досліджень представлена на рис. 2.6.

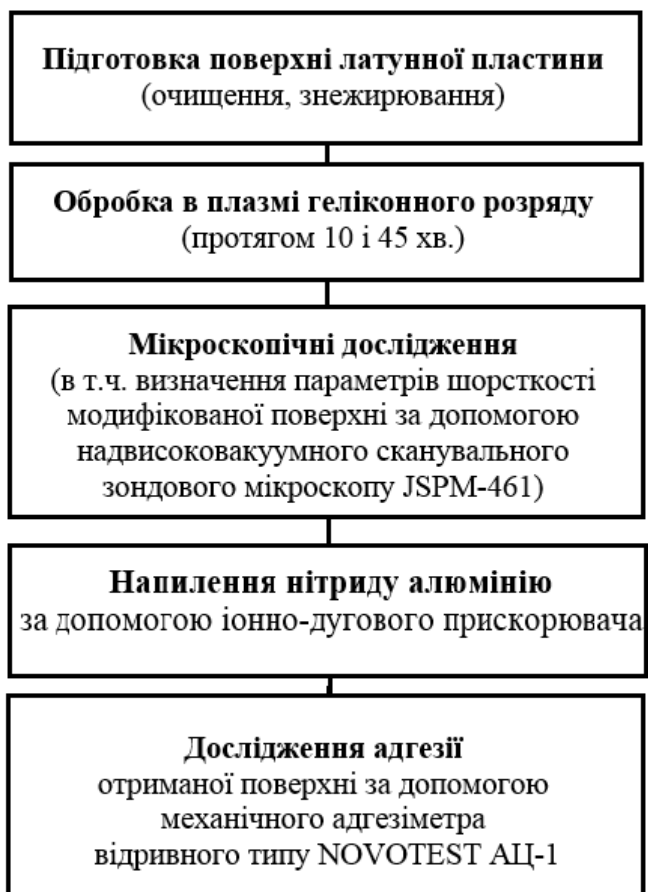
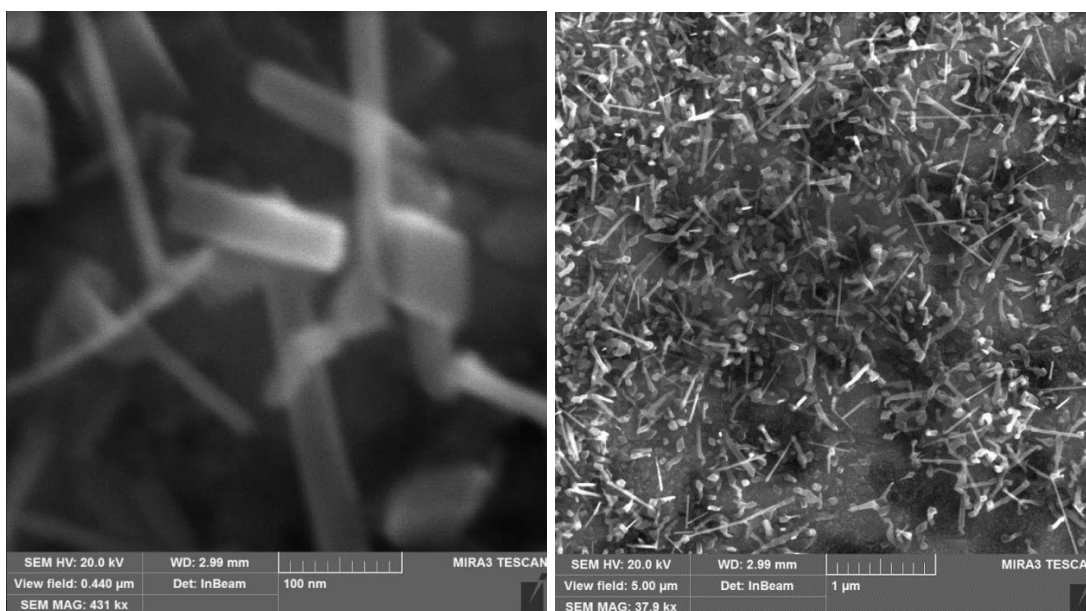


Рис. 2.6. Послідовність проведення експериментальних досліджень

3. ДОСЛІДЖЕННЯ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

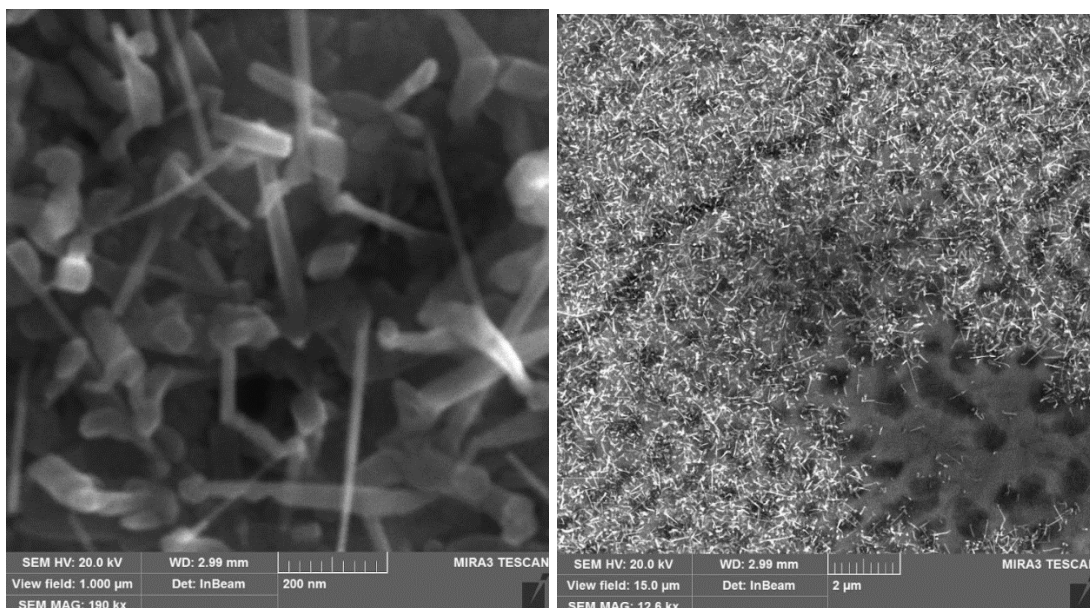
3.1. Мікроскопічні дослідження мікрорельєфу покриттів

Як було сказано вище, підкладки вирізали з латунного катаного листа у стані поставки, очищали їх спочатку грубо за стандартною процедурі очищення від механічних частинок шляхом протирання тканиною бензином та додатково знежирювали в етиловому спирті. Підготовлений зразок розміщувався на робочому столику, який розташовувався в центрі вакуумної камери на відстані від джерела ВЧ плазми. Однорідність щільності плазмового потоку аргонної плазми від ВЧ джерела за більшим розміром зразка була не гірше $\pm 0,5\%$. На рис. 3.1 представлений вид вихідного стану поверхні латуні у стані поставки перед обробкою поверхні геліконним розрядом. Рельєф, що утворився під час прокатування має ознаки текстури в напрямку прокатки та неглибокі розриви приповерхневих шарів, які можуть бути наслідком холодної деформації останніх прокатних проходів при невеликих значеннях температури аркуша.



а

б



В

Г

Рис. 3.1. Мікрорельєф ділянки обробленої пластин розміром:
а) 0,44 мікрон, б) 5 мікрон, в) 1 мікрон, г) 15 мікрон.

3.2. Дослідження адгезії покриття

З усіх режимів обробки найкращий показник на відрив був на зразку що оброблявся 20 хвилин. $U=150$ В, $I=140$ мА.

Зусилля на відрив більше ніж 10 МПа.

Для точного розуміння яке зусилля на відрив отримаємо, окремо був виготовлений металевий грибок з меншим діаметром головки 10мм, результат перевешрив всі інші, зусилля на відрив становило 14 МПа. Нижче наведено зображення зразків після відриву (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Фото відриву грибка адгезиметром 8 МПа, (ліворуч) більше 10 МПа(праворуч)

Висновки до розділу 3

У даному розділі було описано результати проведених досліджень, а саме, було виконано аналіз отриманих мікроскопічних даних, виконано вимірювання адгезії на різних зразках, як із попередньою обробкою, так і без неї. Аналізуючи отримані результати можна дійти висновку, що у зразків які оброблялись в плазмі геліконного розряду показник адгезії збільшився і це говорить про те що обробка латуні є доцільною задля покращення в подальшому адгезії із захисним покриттям. Після проведення досліджень було виявлено що оброблені зразки латуні показали найбільший показник міцності. Тобто використання данної технології позитивно впливає на зносостійкість.

4. ПРОЕКТ ПІДПРИЄМСТВА З ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ФОРМ ГЛИБОКОГО ДРУКУ З ДОСЛІДЖЕННЯМ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

Системи вентиляції та кондиціювання повинні забезпечити якісне виконання технологічних процесів і необхідні гігієнічні умови повітряного середовища без шкідливих домішок пилу, газів, пару. При виборі технологічних процесів і устаткування слід враховувати наявність тих чи інших шкідливих викидів у виробниче середовище і їх вплив на оточуючих виробничників з точки зору охорони праці та навколишнього середовища, ергономіки робочих місць.

– температура = 18°C – відносна вологість повітря = 60% За допомогою психрометричної таблиці визначено густину вологи повітря у підприємстві, вона становить 1,21 кг/м³. Та знайдено кількість води, яку необхідно випарити у повітрі, $8 / N_v = g$ кг. Далі було обраховано масу повітря: $m = \rho \cdot V$ де ρ – густина вологи у приміщенні; V – об'єм дільниці, $V = 471 \cdot 4,8 = 2260,8$ м³. $m = 1,21 \cdot 2260,8 = 2735,57$ кг

Таблиця 4.1 – Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу,
частина 1

№ п.п.	Виробнича операція	Устаткування та обладнання			Умови обслуговування	
		Назва, марка	Габарити, см	Висота робочої поверхні	Коротка характеристика умов обслуговування	Фізичне навантаження кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Телефон для прийняття замовлень	Samsung Galaxy A40	14,4 x 6,9 x 0,8	72 см	Потребує своєчасної зарядження та очищення пам'яті	При взаємодії не виконують фізичного навантаження
2	Принтер	Canon 400	36,5 x 25,0 x 3,6	72 см	Стандартні міри догляду	При взаємодії не виконують фізичного навантаження
3	Комп'ютерне обладнання	HP Pavilion	25,2 x 36,0 x 1,9	72 см	Стандартні міри догляду	При взаємодії не виконують фізичного навантаження
4	Формовивідний пристрій	Amsky Aurora 800 U848	2130x1410 x1200	72 см	Стандартні міри догляду	
5	Установка іонно-плазмового формування плівкових покриттів	-		72 см	Стандартні міри догляду	При взаємодії не виконують фізичного навантаження

3.2. Облаштування робочих місць користувачів ЕОМ та роботи з застосуванням ЕОМ повинні здійснюватись згідно з Правилами охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, затвердженими наказом Держнаглядохоронпраці України та Мінпраці України 10.02.99 N 21 (НІАОП 0.00-1.31-99). Для стін та підлоги виробничих приміщень потрібно використовувати антистатичні покриття пастельних тонів. Коефіцієнт відбиття поверхонь для стелі повинен становити 0,7 - 0,8, для стін 0,5 - 0,6, для підлоги 0,3 - 0,5.

У виробничих приміщеннях потрібно обладнати системи кондиціонування повітря та аерації.

Не дозволено розташовувати робочі місця операторів одне за одним.

Таблиця 4.2. – Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу,
частина 2

Назва дільниці	Обробка та вид покриття			
	Стіни та колони	Панелі	Стелі	Підлога
Додрукарська дільниця з продажу поліграфічних матеріалів	Водоемульсійна фарба	Акрилова фарба, h = 1800	Водоемульсійна фарба	Паркетна дошка

Таблиця 4.3. – Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу, частина 3

Назва виробничої операції	Робоча поверхня	Фон	Освітленість, лк		Показник осліплення, не більше	Тип ламп
			комбінована (місцеве + загальне) освітлення	загальне освітлення		
продажу поліграфічних матеріалів	На рівні 0,8 м від підлоги, Г	Світлий	1000	-	20	лб

Таблиця 4.4.– Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу, частина 4

Температура, ° С			Відносна вологість		Швидкість руху повітря в робочій зоні, м/с		Кратність повітрообміну, обмінів/год, схема вентиляції
оптимальна	допустима на робочих місцях		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима	
	постійних	непостійних					
20-23	20-24	17-25	40-60	До 75	0,1	Не більше 0,2	3

Таблиця 4.5. – Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу, частина 5

Рівні звукового тиску дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБ	Характеристика середовища в приміщенні
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000		
86	71	61	54	49	45	42	40	50	Нормальне

Таблиця 4.6. – Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу,
частина 6

Виробнича операція	Категорія роботи	Висота робочої поверхні від рівня підлоги, мм		
		для жінок	для чоловіків	для жінок і чоловіків
Додрукарська дільниця з продажу поліграфічних матеріалів	Робота за комп'ютером	930	1020	975

Таблиця 4.7. – Ергономічна карта додрукарського виробничого процесу,
частина 7

Виробничі операції	Характер роботи	Гранично допустима вага вантажу, кг
Перенос документації	Переважно в ел. Форматі +роздруковування	-

Таблиця 4.8. – Мінімальні відстані для розташування устаткування

Устаткування	Відстань між машинами, м			Відстань від машини до стін, колон, м	
	в неробочій зоні	в робочій зоні	за наявності двох суміжних робочих зон		
Комп'ютер HP Pavilion	1,5 м	2,5	1,5	1,2	1,2

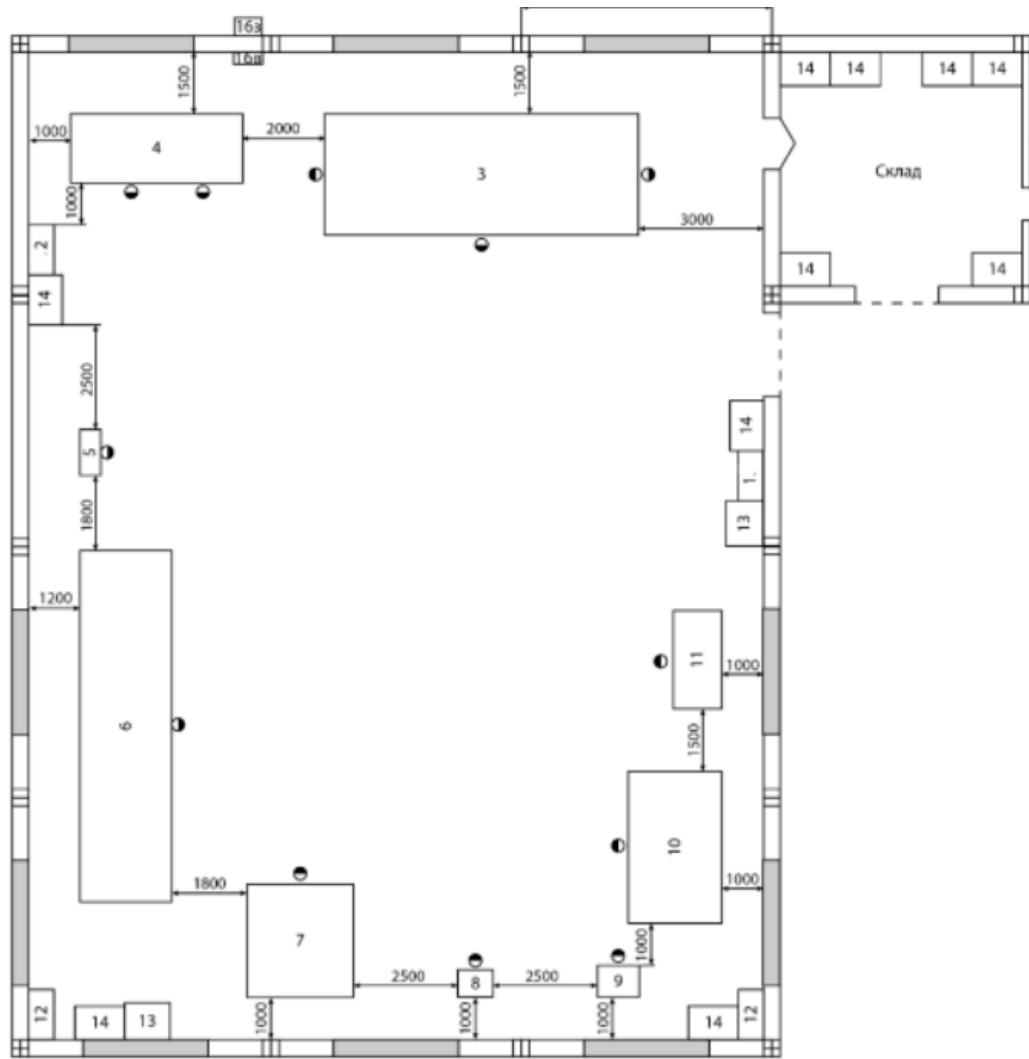


Рисунок 4.1 — Креслення планів виробничих приміщень підприємства

Таблиця 4.9 Експлікація

1	Комп'ютер для прийняття замовлень
2	Принтер
3	Формовивідний пристрій
4	Комп'ютерне обладнання
5	Телефон для прийняття замовлень
6	Установка іонно-плазмового формування плівкових покриттів
7	Шафа
8	Стелаж для канцелярії
9	Стіл
10	Полиці для готової продукції
11	Кондиціонер
12	Бак для відходів
13	Шафа для пробних зразків
14	Стелаж для зберігання

Висновки до розділу 4.

У даному розділі було виконано ергономічні картки виробничого процесу а також створено креслення плану виробничого підприємства, з переліком складових, згідно з правилами охорони праці під час використання електронно-обчислювальних машин, що затверджено наказом Держнаглядохоронпраці України та Мінпраці України.

5.СТАРТАП ПРОЕКТ ПІДПРИЄМСТВА З ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ФОРМ ГЛИБОКОГО ДРУКУ З ДОСЛІДЖЕННЯМ АДГЕЗІЇ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ

В основі ідеї проекту є покращення якості покриття форм для друку банкотної продукції та цінних паперів

Цінні папери та банкотна продукція дуже часто страждає від такої проблеми як підробка, даний проект передбачає покращення технології завдяки якій ця проблема зменшиться в рази. В таблиці 5.1. наведено опис ідеї стартап-проекту.

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартапу

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Підприємство з виготовлення спеціалізованих форм глибокого друку з дослідженням адгезії захисного покриття	Видавництво та поліграфія	Збільшення зносостійкості форм глибокого друку, та покращення технології
	Галузь: виробництво форм	Покращення якості покриття форм для друку банкотної продукції та цінних паперів

Наступним етапом є аналіз техніко-економічних переваг ідеї стартап-проекту, що наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики			W	N	S
		Мій проект	Хаві-продукт			
1	Економічні	Нижче вартість матеріалу	Налагоджена технологія не потребує великої кількості обладнання			Низька вартість витратних матеріалів
2	Технічні	Форми з Латуні	Мінімізування технічних відходів			Конкретизація продукції
3	Надійності	Підвищена тиражостійкість та зносостійкість	Без копіювальних процесів, зображення більш точне		Високий рівень якості продукції	Відносно довгий період експлуатації
4	Технологічні	Оптимізація коштів та використання	Зменшення ризику помилок	Оптимізація коштів		

Технологічна здійсненність ідеї стартап-проекту включає аудит технології реалізації ідеї та демонструє доступність технологій (табл. 5.3)

Таблиця 5.3 Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Виготовлення форм з латуні з захисним покриттям	Обробка в плазмі	+	+
	Лазерне гравіювання	+	+
	Напилення	+	+
Обрана технологія: обробка в плазмі геліконного розряду			

Для визначення можливостей стартап-проекту на ринку було проведено аналіз можливостей його запуску. Було розглянуто показники стану ринку та на їх основі створено табл. 5.4.

Таблиця 5.4. – Попередня характеристика потенційного ринку інноваційного проекту

<i>№ п/ п</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од	4
2	Загальний обсяг продаж (реалізації послуг), грн/ум.од	3000 000 / 50 тис
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Фінансові
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	При створенні технології, та впровадження її в обіг потрібно запатентувати та подати на внесення її в реєстр
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	Рентабельність – 150%

Було визначено групи потенційних клієнтів та їх характеристики.

Наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5. Характеристика потенційних клієнтів інноваційного проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
	Потреба Покращення технології інтагліо друку для банкотної продукції та цінних паперів	Державні підприємства, що мають право та ліцензію на виготовлення цінних паперів	Залежно від віку клієнти звертають увагу на кількість аспектів у виготовленні та якість в міру свого професійного досвіду	Доступна ціна, можливість доставки.

Також було виявлено фактор загроз що можуть виникнути показано в таблиці 5.6., а також фактор можливостей таблиця 5.7.

Таблиця 5.6. – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Виникнення недоліків продукції під час обробки або вже під час використання	Виникнення відшаровування покриття, тінення, та ін. недоліків.	Контроль вхідних матеріалів та технологічних режимів обробки поверхні. Тестування.
2	Низька купівельна спроможність клієнтів	Велика ціна відповідно до доходів споживачів	Зниження ціни внаслідок скорочення витрат на виробництво
3	Низька конкурентна здатність продукту порівняно з аналогами	Продукція конкурентів матиме більший попит	Популяризація продукту за допомогою збільшення реклами. Здійснення аналітики, щоб визначити переваги конкурентів.

Таблиця 5.7. – Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Високий попит на продукцію	Збільшення обертів виготовлення	Розширення штату виробництва, введення нових лінійок продукції
2	Вихід на закордонний ринок	Експорт продукції за кордон, продаж ліцензій	залучення іноземних інвесторів, заключення міжнародних договорів

Після отриманих факторів загроз і можливостей проведено ступеневий аналіз конкуренції у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8. – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	Підприємство має задовольнити певне коло споживачів пропонуючи конкретний вид продукції.	В Україні конкуренція невисока
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний/національний/...	Потрібно на даному етапі підняти рівень даної продукції в Україні. Згодом, у випадку успіху, можна перейти на національний рівень	Є можливість освоїти ринок, вивчити покупця, перевірити попит на продукцію і вдосконалити її згідно вимог споживача
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	Продукт однієї галузі	Дає можливість знайти покупця, що поширить інформацію про підприємство.
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	Товарно-родова - конкурує між товарами без покриття Товарно – видова – конкурує з відомими виробництвами. Основні такого напрямку орієнтовані на центральну Україну	Конкуренти досить потужні, тому потрібен час і кошти щоб вийти на подібний рівень
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	Продукція повинна бути доступною для споживачів, оскільки для переважної більшості вона має значення	Перевага над іншими виробниками у ціні
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	Марочна.	Допомагає ідентифікувати продукцію, яка є унікальною

Таблиця 5.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товаризамінники
		Відсутні	Дешевші матеріали; Попит на товар;	Купівельна спроможність	Створення якісної продукції
Висновки :	Інтенсивна боротьба	Можливість виходу на ринок, дуже низька конкуренція	Оскільки постачальники в багато, умови роботи не диктуються	Клієнти зацікавлені в продукції з довгим терміном використання	Обмеження відсутні, якість продукції приваблює покупця

Таблиця 5.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Низька вартість витратних матеріалів	Чим дешевше сировина, тим менше ціна продукції, тобто для споживачів з низькою купівельною вартістю можна стати фаворитом
2	Високий рівень якості продукції	Чим якісніша продукція, тим довготриваліша, що є важливим для споживачів
3	Довгий період експлуатації	Технологія підвищує зносостійкість тому і слугуватиме форма довше

Завершальним етапом аналізу ринку можливостей впровадження стартап-проекту є створений SWOT-аналіз, який є синтезом сильних і слабких сторін та можливостей і загроз. На основі аналізу створено табл. 5.11.

Таблиця 5.11. - SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: • Низька вартість витратних матеріалів • Високий рівень якості продукції • Необмежена інноваційна діяльність	Слабкі сторони: • Нова технологія яка потребує новітнього обладнання і фінансування • Оптимізація коштів • Технологія не оптимізована
Можливості: • Підвищення якості матеріалу і комплектуючих • Ефективне управління грошовими потоками на державному рівні • Великий попит на використання	Загрози: • Негативні зміни фінансової політики • Збільшення цін через потребу оновлення обладнання • Велика витрата електроенергії

Також створено матрицю SWOT-аналізу, результати наведені в таблиці 5.12.

Таблиця 5.12. Матриця SWOT-аналізу

	Ai	Можливості			Всього	Загрози			Всього
		O1	O2	O3		T1	T2	T3	
Імовірність появи (Pj)		0,50	0,80	0,50		0,80	0,50	0,40	
Коефіцієнт впливу (Kj)		0,70	0,60	0,40		0,30	0,70	0,60	
Сильні сторони (S)									
S1	3,00	3,00	3,00	5,00		2,00	3,00	5,00	
S2	5,00	5,00	4,00	5,00		3,00	2,00	2,00	
S3	2,00	4,00	3,00	4,00		4,00	3,00	2,00	
Всього									
Слабкі сторони (W)									
W1	-1,00	3,00	2,00	3,00		3,00	2,00	4,00	
W2	-3,00	4,00	5,00	3,00		2,00	2,00	3,00	
W3	-2,00	2,00	3,00	4,00		2,00	5,00	3,00	
Всього									
	Ai	Можливості			Всього	Загрози			Всього
		O1	O2	O3		T1	T2	T3	
Імовірність появи (Pj)									
Коефіцієнт впливу (Kj)									
Сильні сторони (S)									
S1		3,15	4,32	3,00	10,47	1,44	3,15	3,60	8,19
S2		8,75	9,60	5,00	23,35	3,60	3,50	2,40	9,50
S3		2,80	2,88	1,60	7,28	1,92	2,10	0,96	4,98
Всього		14,70	16,80	9,60		6,96	8,75	6,96	
Слабкі сторони (W)									
W1		-1,05	-0,96	-0,60	-2,61	-0,72	-0,70	-0,96	-2,38
W2		-4,20	-7,20	-1,80	-13,20	-1,44	-2,10	-2,16	-5,70
W3		-1,40	-2,88	-1,60	-5,88	-0,96	-3,50	-1,44	-5,90
Всього		-6,65	-11,04	-4,00		-3,12	-6,30	-4,56	

За результатами також продумано альтернативу ринкового впровадження стартапу, що наведено в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13. - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Розповсюдження у ЗМІ	Висока	6 місяців
2.	Заохочення інвесторів	Середня	1 рік

Визначена цільова група потенційних споживачів у таблиці 5.14., а також базова стратегія конкурентної поведінки у таблиці 5.15.

Таблиця 5.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Фізичні особи від 20 до 25 років	Низька, тому що люди приходять працювати без досвіду роботи вчать читати	60% - низький	Високий рівень конкуренції	Середня
2	Фізичні особи від 25 до 30 років	Середня, працюючи в цій сфері починають розуміти технологію	75% - середній	Високий рівень конкуренції	Легко
3	Фізичні особи від 30 до 35	Висока, люди з досвідом	80% - високий	Високий рівень конкуренції	Легко
4	Фізичні особи від 35 до 55	Висока, працюють професіонали	60% - високий	Високий рівень конкуренції	Середня
Які цільові групи обрано: Фізичні особи від 20 до 25, від 25 до 30, від 30 до 35 років, від 35 до 55.					

Таблиця 5.15. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ n/n	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так, пластини оброблені в плазмі є новим продуктом	Компанія буде забирати існуючих споживачів у конкурентів та поступово залучати нових	Ні, тому що технологія є новою і не застосовується конкурентами	Стратегія лідера: наступальна. Розширення ринку і задоволення потреб споживачів.

Виділені ключові переваги концепції потенційного товару таблиця 5.16.

Також були встановлені межі ціни та формування систем збуту і фінальна концепція маркетингових комунікацій у таблицях 5.16., 5.17., 5.18.

Таблиця 5.16. – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ n/n	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Покращення технології інтаглію друку	Подовження терміну використання	Збільшення зносостійкості та покращення характеристик.
2	Створення нового покриття	Використання металевого напилення	Також позитивно впливає на зміцнення

Таблиця 5.17. – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Середня ціна 3000 грн	Середня ціна 1700 грн	500000 грн/рік	2000-5000 грн

Таблиця 5.18. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Клієнти купують на підприємстві	Найчастіше купують поліграфічну продукцію на підприємствах що виготовляють	Надати рекламні матеріали підприємства. Вчасно виконувати поставки товару.	Однорівневий	Залучена система збуту
Клієнти купують онлайн	Цією категорією покупців є як правило люди що працюють в цій сфері і бажають зекономити час роблячи покупку онлайн.	Швидке оновлення інформації інтернет магазину, щодо наявності товару. Забезпечення швидкої служби доставки.	Канал нульового рівня	Власна система збуту
Клієнти купують на складах	Клієнти купляють оптом для економії грошей	Вчасно виконувати поставки товару.	Однорівневий	Залучена система збуту

Таблиця 119. – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Клієнти дізнаються про продукт з інтернету (таргетована реклама, реклама на поліграфічних підприємствах та форумах)	Соцмережі, електронна пошта	Новий продукт на ринку поліграфічного виробництва, зменшення витрат на друкарські пластини та збільшення	Зацікавити покупця, розповісти переваги продукту, зазначити, де можна купити	Новий продукт на поліграфічному ринку, нижче вартість матеріалу, вище якість та зносостійкість

			якості при друці		
--	--	--	---------------------	--	--

Висновки до розділу 5

У даному розділі було проаналізовано маркетингові перспективи реалізації поліграфічного підприємства з спеціалізованих форм глибокого друку. Розроблено аналіз можливих перешкод, сильних сторін, конкурентів та концепцій.

ВИСНОВКИ

У даній роботі було проведено аналітичний огляд наукової літератури та технології виготовлення друкарських форм для глибокого друку. Проведено патентний пошук, результати якого дають підстави стверджувати, що обрана тема є актуальною та перспективною.

Було описано методику проведення досліджень та наведено обладнання та устаткування, яке забезпечить ґрунтовний аналіз параметрів досліджуваних матеріалів. Описано результати проведених досліджень, а саме, було виконано аналіз отриманих мікроскопічних даних, виконано вимірювання адгезії на різних зразках, як із попередньою обробкою, так і без неї. Аналізуючи отримані результати можна дійти висновку, що у зразків які оброблялись в плазмі геліконного розряду показник адгезії збільшився і це говорить про те що обробка латуні є доцільною задля покращення в подальшому адгезії із захисним покриттям.

Розроблено алгоритм виготовлення форми інтагліодруку методом прямого лазерного гравіювання.

Було виконано дослід, що підтверджують ефективність від використовуваної технології.

Також було створено проект підприємства, а також стартап-проект відповідно до завдання.

Результати при виконанні дипломного проєку опубліковані в працях конференцій «Сучасні проблеми фізики металів і металічних систем», «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології», а також IV Міжнародна науково-практична інтернет конференція студентів, магістрантів та аспірантів «Квалілогія книги».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Киричок П. О. Захист цінних паперів та документів суворого обліку [Текст] : моногр./ П. О. Киричок, Ю. М. Коростіль, А. В. Шевчук. — К. : НТУУ «КПІ», 2008. — 368 с.
2. Van Renesse, R.L. 2005. Optical document security. Third edition. Artech House. 368p.
3. Kyrychok T. The influence of pressure during intaglio printing on banknotes durability/Slegio itaka banknotu patvarumui spausdinant giliaspaude/ T. Kyrychok, P. Kyrychok, S.Havenko, E. Kibirkštis, V. Miliūnas// Mechanika, vol. 20, no. 3, 2014, p. 327-331.
4. Киричок, Т. Ю. Система формування тиражостійкості форм інтагліодруку / Т. Ю.Киричок, В. А. Баглай // Технологія і техніка друкарства : збірник наукових праць. – 2019. –Вип. 3(65). – С. 15–24.
5. Новицька А. Є. Особливості виготовлення форм металографічного друку/ А. Новицька// Квалілогія книги : матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернетконференції студентів, магістрантів та аспірантів/ Л.: УАД, 2021 (Львів 25 лютого 2021 р.). с. 286-287.
6. О. В. Зоренко, В. М. Скиба Основи зносостійкості друкарських форм. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія», спеціалізацій «Поліграфічні медіатехнології», «Цифрові технології репродукування» 2018.
7. Талімонова Н. Л. Особливості захисту банкнот і документів суворого обліку// Талімонова Н.Л., Новицька А. Є. Тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології» 18-22 травня 2021 р. м. Харків, с. 37-38.
8. Захист інформації в поліграфії. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студ. спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» / КПІ ім. Ігоря

Сікорського, 2020, 27 с.; уклад.: Т. Ю. Киричок, Н. Л. Талімонова, О.В. Коротенко всього 5 осіб. Електронний ресурс, режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33995>

9. Теоретичні та практичні засади банкнотного виробництва. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії за освітньою програмою «Видавництво та поліграфія» спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. Ю. Киричок, Т. Є. Клименко, Н. Л. Талімонова, О. В. Коротенко, С. О. Гулевич, О. П. Сокол. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,81 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 41 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48217>

10. European Patent Office (Esp@cenet) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ep.espacenet.com>.

11. Всесвітня організація інтелектуальної власності (WIPO) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.wipo.int/portal/index.html.en>.

12. Державне підприємство «Український інститут промислової власності» (УкрПатент) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ukrpatent.org>.

13. Kyrychok T. 3D light interferometry investigation of ink layer formation during intaglio printing/ T. Kyrychok, O. Korotenko// Proc. SPIE 11369, Fourteenth International Conference on Correlation Optics, 1136910 (6 February 2020); <https://doi.org/10.1117/12.2553475>.

14. Киричок Т. Ю. Зносостійкість банкотної продукції: монографія / Т. Ю. Киричок. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 308 с.

15. Deinhammer H. Direct laser engraving of intaglio printing plates/ Harald Deinhammer, Franz Loos, Daniel Schwarzbach, Peter Fajmann// Proc. SPIE 5310, Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques. – Vol 3, June 2004. - P. 184-193; doi:10.1117/12.526899

16. Руденко Е.М. Установка для прецизійного іонно-плазмового формування вуглецевих нанотрубок / Е.М. Руденко, І.В. Короташ, В.Ф. Семенюк, К.П. Шамрай // Наука та інновації. — 2009. — Т. 5, № 5. — С. 5-8.

17. E. M. Rudenko, V. Ye. Panarin, P. O. Kyrychok, M. Ye. Svavilnyi, I. V. Korotash, O. O. Palyukh, D. Yu. Polotskyi, and R. L. Trishchuk, Nitriding in a Helicon Discharge as a Promising Technique for Changing the Surface Properties of Steel Parts, *Usp. Fiz. Met.*, 20, No. 3: 485–501 (2019); doi: 10.15407/ufm.20.03.485

18. Киричок Т. Ю. Аналіз напрямків підвищення зносостійкості банкнот. Технологія і техніка друкарства. 2014. № 3 (45). С. 4–19.

19. Киричок Т. Ю. Вплив технологічних режимів обробки латунної основи на якість форм інтагліодруку / Т. Ю. Киричок, Н. Л. Талімонова, Т.Є. Клименко, В. А. Баглай, Е. М. Руденко, А. Є. Новицька // Зб. наук. праць: «Технологія і техніка друкарства». – Київ, 2021. – № 2 (72). – С. 13–20.

20. E. Rudenko, T. Kyrychok, V. Panarin, M. Svavilnyi, D. Polotskyi, M. Skoryk, V. Baglai, N. Talimonova, A. Novytska Influence of helicon discharge treatment on ensuring adhesive strength of protective PVD coating CrN on brass-based forms of intaglio printing/ The 15th International Conference Correlation Optics 2021, Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, September 13–16, 2021// Proc. of SPIE Vol. 12126 <http://dx.doi.org/10.1117/12.2615570>

21. Надвисоковакуумний сканувальний зондовий мікроскоп JSPM-4610 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.spm.kiev.ua/html/equipment.html>

22. Механічний адгезіметр відривного типу NOVOTEST АЦ-1 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://novotest.ua/tolschinomery-pokrytiy/adgezimetr-mehanicheskiy-ats-1.html>

23. Наказ. Про затвердження правил Охорони Праці для підприємств та організацій поліграфічного виробництва/ Державний комітет України з промислової безпеки – [Чинний від 2007-12-26]. – Київ: Міністерство юстиції України, 2007.