

Міністерство освіти і науки України

**Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму  
і підготовки іноземних громадян**

(назва відділення)

**Циклова комісія комп'ютерної інженерії**

(повна назва циклової комісії)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-професійного ступеня)

на тему: **Розробка проєкту технічного обслуговування плотера  
MIMAKI JV150-160**

Виконав: студент IV курсу, групи КІ-418ск

Спеціальності **123 Комп'ютерна інженерія**

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ **Вадим МЕЛЬНИЧУК**

(ім'я та прізвище)

Керівник \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **Ігор ТХІР**

(ім'я та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення **інформаційних технологій, менеджменту, туризму  
та підготовки іноземних громадян**

Циклова комісія **комп'ютерної інженерії**

Освітньо-професійний ступінь **фаховий молодший бакалавр**

Освітньо-професійна програма: **Обслуговування комп'ютерних систем і мереж**

Спеціальність: **123 Комп'ютерна інженерія**

Галузь знань: **12 Інформаційні технології**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії

комп'ютерної інженерії

\_\_\_\_\_ Андрій ЮЗЬКІВ

“ 30 ” березня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

**Мельничуку Вадиму Олександровичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка проєкту технічного обслуговування плотера MIMAKI JV150-160

керівник роботи Тхір Ігор Любомирович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Затверджені наказом ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя» від 27.03.2026р № 4/9-167

2. Строк подання студентом роботи: 15 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: посібник користувача плотера MIMAKI JV150-160

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- структурна схема плотера;
- алгоритм виправлення помилок друку;
- таблиця несправностей;
- таблиця техніко-економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Богдана МАРТИНЮК викладач		
Охорона праці, техніка безпеки та екологічні вимоги	Володимир ШТОКАЛО викладач		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	01.04	
2	Збір і узагальнення інформації	08.05	
3	Написання першого розділу	15.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	22.05	
5	Написання спеціального розділу	28.05	
6	Розрахунок економічної частини	1.06	
7	Написання розділу охорони праці	3.06	
8	Виконання графічної частини	8.06	
9	Оформлення проекту	10.06	
10	Погодження нормоконтролю	11.06	
11	Попередній захист роботи	12.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Вадим МЕЛЬНИЧУК

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Ігор ГХІР

(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Мельничук В.О. Розробка проєкту технічного обслуговування плотера MIMAKI JV150-160: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 93 с.

Мета роботи – детальний опис будови та принципу роботи широкоформатного плоттера від Mimaki, опис принципів правильної експлуатації, виявлення та усунення неполадок. Важливе завдання проєкту – розробка детального алгоритму пошуку несправностей, який дозволить технічному персоналу швидко локалізувати поломку і здійснити ефективний ремонт.

Ключові слова: плоттер, широкоформатний друк, екосольвентні чорнила, каретка, дюза, друкувальна головка, технічне обслуговування, скребок, вайпер, діагностика, чищення, бендінг, резервуар.

## ANNOTATION

Melnychuk V.O. Development of a technical maintenance project for the MIMAKI JV150-160 plotter: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor in the specialty 123 Computer Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026. 93 p.

The purpose of the work is a detailed description of the structure and principle of operation of a wide-format plotter from Mimaki, a description of the principles of proper operation, detection and elimination of malfunctions. An important task of the project is the development of a detailed troubleshooting algorithm that will allow technical personnel to quickly localize the breakdown and carry out effective repairs.

Keywords: plotter, large format printing, eco-solvent ink, carriage, nozzle, print head, maintenance, scraper, wiper, diagnostics, cleaning, bending, reservoir.

					2026.KBP.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

Перелік термінів і скорочень .....	7
Вступ.....	8
1 Загальний розділ.....	9
1.1 Загальний аналіз плотера MIMAKI JV150-160 .....	9
1.2 Технічне завдання .....	12
1.2.1 Найменування та призначення пристрою обслуговування .....	12
1.2.2 Вимоги до даних про об'єкт обслуговування .....	14
1.3 Узагальнені відомості про об'єкт обслуговування.....	16
1.3.1 Огляд технологій струменевого друку, та особливості технологією що використовується в об'єкті обслуговування .....	16
1.3.2 Принцип роботи та будова об'єкта обслуговування .....	27
1.4 Огляд панелі керування плотера MIMAKI JV150-160.....	31
1.5 Основні техніко-економічні показники .....	34
2 Спеціальний розділ .....	36
2.1 Інструкція із експлуатації плотера MIMAKI JV150-160.....	36
2.1.1 Робота із носієм для друку .....	36
2.1.2 Підготовка нагрівача.....	42
2.1.3 Пробний друк.....	43
2.1.4 Очищення головки .....	47
2.1.5 Встановлення корекції носія .....	49
2.1.6 Робота із меню та панеллю керування.....	50
2.2 Обслуговування плотера MIMAKI JV150-160.....	52
2.2.1 Очищення друкувальної головки та прилеглих ділянок.....	52
2.2.2 Заправка чорнил .....	55
2.2.3 Заміна скребу .....	57

					<i>2026.KBP.123.4 18.09.00.00 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Мельничук В.О.</i>			<i>Розробка проекту технічного обслуговування плотера MIMAKI JV150-160</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Тхір І.П.</i>				5	93	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Приймак В.А.</i>			<i>ВСП ТФК ТНТУ зр. КІ-418 м. Тернопіль</i>			
<i>Затв.</i>								
					<i>Пояснювальна записка</i>			

2.2.4	Заміна резервуару для відпрацьованих чорнил .....	58
2.2.5	Заміна леза різачка .....	61
2.3	Виявлення та усунення неполадок .....	63
2.3.1	Усунення проблем із носієм.....	63
2.3.2	Усунення проблем із якістю друку .....	65
2.3.3	Усунення несправностей системи подачі чорнил .....	68
3	Економічний розділ .....	71
3.1	Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР.....	71
3.2	Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соц. заходи.....	73
3.3	Розрахунок матеріальних витрат.....	74
3.4	Розрахунок витрат на електроенергію .....	76
3.5	Визначення транспортних затрат .....	76
3.6	Розрахунок суми амортизаційних відрахувань.....	76
3.7	Обчислення накладних витрат.....	77
3.8	Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР .....	78
3.9	Розрахунок ціни НДР.....	78
3.10	Визначення економічної ефективності.....	79
4	Охорона праці техніки безпеки та екологічні вимоги.....	81
4.1	Техніко-технологічне обґрунтування заходів безпеки під час сервісного обслуговування плоттера MIMAKI JV150-160.....	81
4.2	Засоби регулювання метеорологічних умов та місцева витяжна вентиляція для видалення парів сольвентних чорнил.....	84
4.3	Організація безпечного зберігання легкозаймистих фарб та протипожежний режим на поліграфічній ділянці .....	85
	Висновки .....	88
	Перелік посилань.....	89
	Додатки .....	91
	Додаток А Категорії носіїв для роздруковування .....	91
	Додаток Б Характеристики навколишнього середовища для коректної роботи плотера.....	92
	Додаток В Алгоритм дій усунення проблем якості друку.....	93

					2026.КВР.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		6



## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку поліграфічної та рекламної індустрії широкоформатний друк займає одне з провідних місць. Якість, швидкість та собівартість виготовлення друкованої продукції напряму залежать від надійності та технічного стану використовуваного обладнання. Серед усього різноманіття технічних рішень на ринку, плотери компанії MIMAKI, зокрема серія JV150-160, здобули високу популярність завдяки впровадженню передових п'єзоелектричних технологій друку, можливості роботи з екосольвентними та сублімаційними чорнилами, а також кращому співвідношенню ціни та якості.

Проте інтенсивна експлуатація такого високотехнологічного та конструктивно складного обладнання неминуче призводить до зносу його механічних вузлів, забруднення тракту подачі чорнила, деградації дюз друкуючої голівки та виникнення збоїв у системі позиціонування. Будь-яка раптова зупинка чи аварійний простій плотера на виробництві тягне за собою зрив термінів виконання замовлень, псування дороговартісних матеріалів та значні фінансові збитки для підприємства.

Запобігти цим негативним наслідкам дозволяє впровадження чітко регламентованої системи планово-попереджувального технічного обслуговування (ТО). Розробка комплексного проекту ТО для плотера MIMAKI JV150-160, який враховує специфіку його архітектури, технологічні особливості друку та правила безпеки, є надзвичайно актуальним інженерним завданням. Це дозволяє максимізувати експлуатаційний ресурс пристрою, стабілізувати якість готової продукції та оптимізувати витрати на сервісне обслуговування.

Метою роботи є розробка проекту технічного обслуговування широкоформатного плотера MIMAKI JV150-160 для забезпечення його безперебійної та ефективної роботи, підвищення експлуатаційної надійності, мінімізації ризиків виникнення аварійних ситуацій та оптимізації загальних операційних витрат підприємства.

					2026.KBP.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		8

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

У межах цього розділу виконано детальний огляд технічних і функціональних характеристик плотера MIMAKI JV150-160, що виступає головним об'єктом дослідження. Визначено ключові напрямки експлуатації обладнання, проаналізовано його сильні та слабкі сторони, а також оцінено основні техніко-економічні показники. Крім того, здійснено аналітичний огляд існуючих технологій друку з виокремленням їхніх конструктивних відмінностей та специфіки застосування.

## 1.1 Загальний аналіз плотера MIMAKI JV150-160

Широкоформатний плотер MIMAKI JV150-160 належить до класу високопродуктивного професійного обладнання рулонного типу (roll-to-roll), розробленого японською корпорацією Mimaki Engineering. Дана модель позиціонується на ринку як збалансоване та надійне рішення для середніх і малих підприємств поліграфічного сектора, рекламних агенцій повного циклу та виробників текстильної продукції.

Основне призначення пристрою – високоякісний цифровий струменевий друк графіки великого формату для внутрішнього (інтер'єрного) та зовнішнього (зовнішня реклама) застосування.

Архітектура плотера побудована на базі міцної сталеві рами з низьким центром ваги, що мінімізує паразитні вібрації під час швидкісного переміщення друкарської каретки.

Ключові фізико-механічні параметри моделі JV150-160:

- габаритні розміри (Ш × Г × В): 2775 мм × 700 мм × 1392 мм;
- вага пристрою: 185 кг (у зборі зі станиною, але без урахування маси чорнильних ємностей та рулону матеріалу);

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		9

– максимальна ширина носія: до 1620 мм (63,8 дюйма), що дозволяє працювати з усіма популярними стандартами рулонних матеріалів (банерні тканини, ПВХ-плівки, папір, полотна тощо);

– максимальна ширина друку: становить 1610 мм. Обмеження у 10 мм обумовлене необхідністю фіксації країв матеріалу притискними роликками.

– притискна система матеріалу складається з ряду регульованих роликів, що забезпечують рівномірний натяг та унеможливають перекося або утворення «хвиль» на матеріалі під час його протягування.

В основі друкуючого тракту плотера MIMAKI JV150-160 лежить одна п'єзоелектрична друкуюча голівка нового покоління (на базі технології Epson DX7), яка працює за принципом «друк за запитом» (On-demand piezo). Голівка має 8 незалежних каналів (по 180 дюз на кожен канал, сумарно 1440 дюз), що дозволяє гнучко конфігурувати колірні схеми.

Максимальна роздільна здатність друку досягає 1440 dpi, що гарантує фотографічну якість зображення з плавними градієнтами та чітким відтворенням дрібних шрифтів. Швидкісні показники пристрою залежать від обраного режиму роздільної здатності та проходів (pass), при цьому максимальна швидкість друку в чорновому режимі (4 кольори) досягає 56,2 м<sup>2</sup>/год.

Плотер є універсальним з точки зору хімічного складу чорнил і може бути налаштований під один із двох головних напрямків:

– екосольвентний друк (чорнила серій SS21, BS3, BS4, ES3). Орієнтований на випуск зовнішньої та інтер'єрної реклами, стійкої до ультрафіолету та атмосферних опадів без додаткової ламінації;

– сублімаційний друк (чорнила серій Sb53, Sb54). Використовується для термотрансферного перенесення зображень на поліефірні (синтетичні) тканини, спортивний одяг, прапори та сувенірну продукцію.

Конфігурація колірної палітри може бути стандартною чотириколірною (СМУК) або розширеною восьмиколірною (СМУКLCmLkOr). Додавання світло-ціану (Lc), світло-мадженти (Lm) та сірого (Lk) мінімізує зернистість на

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		10

світлих ділянках, а помаранчеве чорнило (Or) розширює колірне охоплення (Color Gamut), дозволяючи точніше відтворювати складні корпоративні кольори системи Pantone.

Для безперебійної подачі чорнила реалізовано фірмову систему UISS (Uninterrupted Ink Supply System). При роботі у 4-колірному режимі на кожен колір виділяється по два картриджі. Коли один картридж спустошується, система автоматично, без зупинки процесу друку, перемикається на резервний та сигналізує техніку про потребу заміни.

Висока надійність і якість друку плотера забезпечуються впровадженням низки інтелектуальних систем:

– Variable Dot Technology (технологія змінної краплі) – голівка здатна генерувати краплі трьох різних об'ємів (від 4 до 35 піколітрів). Малі краплі відповідають за деталізацію та плавність півтонів, а великі – за щільність заливки плашок, що суттєво оптимізує швидкість друку та витрату чорнила;

– Waveform Control (контроль форми хвилі) – електронна система оптимізує частоту та форму електричних імпульсів, що подаються на п'єзоелементи дюз. Це забезпечує вилітання краплі ідеально круглої форми під прямим кутом;

– MAPS3 (Mimaki Advanced Pass System 3) – технологія розмивання меж проходів каретки. Замість чіткої прямої межі між проходами, плотер наносить чорнило за складним градієнтним алгоритмом, що повністю усуває ефект смуговості (banding);

– NCU (Nozzle Check Unit) та NRS (Nozzle Recovery System) – система автоматичного моніторингу стану дюз. Інфрачервоний датчик у зоні паркування перевіряє виліт крапель. Якщо виявлено забиту дюзу, автоматично запускається цикл чищення. Якщо дюзу не вдалося відновити механічно, система NRS заміщує її роботу коштом сусідніх справних дюз, що дозволяє завершити тираж без втрати якості та зупинки виробництва;

– 3-way Intelligent Heater (3-зонний інтелектуальний нагрівач) – вбудована система підігріву матеріалу.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		11

Попри високий рівень автоматизації (NCU, NRS), плотер MIMAKI JV150-160 залишається складною мехатронною системою, що працює в умовах підвищених навантажень та агресивного хімічного середовища (особливо при використанні жорстких чи екосольвентних чорнил).

Основними чинниками, що вимагають впровадження суворого регламенту технічного обслуговування, є:

- висихання чорнила в дюзах друкуючої голівки під час простоїв або неналежного стану вузла паркування (капи);
- механічний знос рухомих елементів: лінійного направляючого рейка каретки, приводного ремня (Y-drive belt), підшипників, притискних роликів;
- забруднення ракеля (wiper) та фетрових ущільнювачів, що призводить до механічного пошкодження дюзової пластини під час автоматичного чищення;
- накопичення статичної напруги на матеріалі, що приваблює пил і спотворює траєкторію крапель.

Таким чином, загальний аналіз плотера MIMAKI JV150-160 показує, що тривала, стабільна та економічно вигідна експлуатація цього обладнання можлива лише за умови розробки та чіткого дотримання комплексної інженерної системи технічного обслуговування. Це підтверджує доцільність та практичну цінність теми даної кваліфікаційної роботи.

## 1.2 Технічне завдання

### 1.2.1 Найменування та призначення пристрою обслуговування

Цей підрозділ технічного завдання визначає офіційні назви об'єкта, що підлягає технічному обслуговуванню (ТО), а також його пряме функціональне та виробниче призначення в поліграфічному процесі.

Повне найменування обладнання: широкоформатний п'єзоелектричний струменевий плотер (принтер) рулонного типу MIMAKI JV150-160.

					2026.KBP.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		12

Скорочене найменування для використання в технічній документації:  
Плотер МІМАКІ JV150-160, пристрій обслуговування або об'єкт обслуговування.

Найменування розробки: проєкт системи планово-попереджувального технічного обслуговування та регламентних робіт для широкоформатного плотера МІМАКІ JV150-160.

Плотер МІМАКІ JV150-160 є високотехнологічним периферійним пристроєм комп'ютерної системи і призначений для автоматизованого нанесення повноколірних графічних зображень високої роздільної здатності на різноманітні типи рулонних носіїв.

Залежно від типу використовуваного чорнила (хімічного складу), пристрій має таке призначення:

– в екосольвентній конфігурації (чорнила SS21, BS4). Виготовлення продукції для зовнішньої та внутрішньої (інтер'єрної) реклами, що має підвищену стійкість до дії вологи, температурних коливань та ультрафіолетового випромінювання (банери, плакати, вивіски, автомобільна графіка, фотошпалери, етикетки);

– у сублімаційній конфігурації (чорнила Sb54). Друк на спеціалізованому папері для подальшого термотрансферного перенесення малюнка на поліефірні тканини та синтетичні текстильні матеріали (виробництво спортивного одягу, прапорів, елементів інтер'єру, сувенірної продукції).

Розроблюваний у даній роботі проєкт (регламент) технічного обслуговування призначений для:

– забезпечення безперебійного функціонування всіх вузлів та систем плотера в межах паспортних технічних характеристик виробника протягом усього періоду експлуатації;

– мінімізація ризиків деградації дюз друкуючої голівки, стабілізація колірною охоплення та точності позиціонування краплі чорнила на носії;

					2026.KBP.123.4 18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		13

– попередження та своєчасне виявлення механічного зносу деталей (ременів, роликів, лінійних направляючих) та хімічного засмічення елементів чорнильного тракту (капи, демпферів, трубок, ракеля);

– зниження витрат на капітальний ремонт обладнання, зменшення кількості технологічного браку (матеріалів та чорнил) та недопущення фінансових збитків через аварійні простої друкарського виробництва.

### 1.2.2 Вимоги до даних про об'єкт обслуговування

Для однозначної ідентифікації даного обладнання та визначення його базової архітектури система обслуговування повинна містити такі дані:

– заводський (серійний) номер пристрою та дата його виготовлення;

– мережеві реквізити: поточна IP-адреса, MAC-адреса для інтеграції в локальну мережу підприємства;

– версія апаратного забезпечення (Firmware): актуальна версія прошивки материнської плати (Main PCB);

– конфігурація чорнильної системи: тип чорнила (екосольвент/сублімація), серія (наприклад, SS21 або Sb54) та колірна схема (4-колірна \$CMYK 2 або 8-колірна).

Експлуатаційні та статистичні показники характеризують загальне навантаження на обладнання та фіксуються накопичувальним підсумком.

Вимоги висуваються до регулярного зчитування таких параметрів:

– загальний час напрацювання (кількість годин роботи) – окремо в режимі очікування (Standby) та в режимі безпосереднього друку (Plotting time);

– обсяг витраченого матеріалу – загальна площа надрукованих макетів у квадратних метрах (м<sup>2</sup>) або лінійний метраж прогнаного носія;

– статистика витрати чорнила – об'єм використаного чорнила кожного кольору (у мілілітрах), що дозволяє прогнозувати ресурс фільтрів та демпферів;

					2026.KBP.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

– кількість циклів руху каретки (Scan count): для оцінки зносу лінійного підшипника, приводного ременя та гнучкого шлейфа (Flat cable).

Дані про поточний технічний стан та діагностику передбачають їх оперативність та високу точність, оскільки вони відображають миттєву готовність плотера до роботи:

– результати тесту дюз (Nozzle Check) – графічний або цифровий звіт про наявність забитих (clogged) або «кривих» (deflected) дюз. Дані мають оновлюватися перед кожним робочим тиражем;

– температурний профіль нагрівачів – реальні показники датчиків трьох зон підігріву (Pre, Print, Post) у порівнянні з заданими значеннями в °С;

– стан системи паркування (Capping station) – дані про герметичність прилягання капи до дюзової пластини та пропускну здатність помпи (відсутність засмічень у трубках скидання чорнила).

– рівень зносу витратних матеріалів – фіксація дати останньої заміни та залишку ресурсу ракеля (wiper), фетрових ущільнювачів (wiper cleaner) та повітряних фільтрів.

Журнал помилок та сервісна історія (Log-файли), де вказується вимоги до накопичення історичних даних про збої:

– кодована історія помилок – автоматична фіксація кодів помилок (наприклад, Error 08 Linear Encoder, Error 420 Sub Tank) із зазначенням точного часу та умов їх виникнення;

– історія сервісних втручань – дата, зміст виконаних робіт (чищення, калібрування, заміна деталей) та прізвище інженера, який проводив роботи.

Вимоги до організації збору та зберігання даних:

– автоматизація збору – скрізь, де це можливо, дані мають зчитуватися автоматично через сервісне меню плотера (Service Menu) або за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, Mimaki Status Monitor або RIP RasterLink);

						2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			15



безперервного типу. Цей метод отримав свою назву через те, що друкувальна головка здійснює постійну генерацію та викид мікрокраплин фарби в напрямку матеріалу.

Згідно зі схемою процесу (див. рис. 1.1), потік чорнила, який надходить до друкувальної головки, розщеплюється на окремі краплі під дією високочастотної вібрації сопла, що викликається п'єзоелектричним елементом. Проте для побудови графічного зображення на носій має потрапляти лише чітко визначена кількість крапель; решта фарби є надлишковою і відсікається. Якби всі згенеровані мікрокраплі безвинятково потрапляли на папір, це призвело б до суцільного заливання поверхні чорнилом і повної втрати деталізації графіка чи тексту.

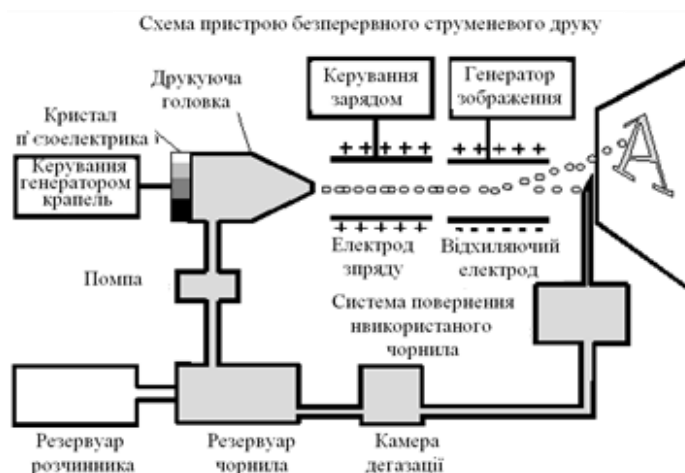


Рисунок 1.1 – Принцип безперервно струменевого друку

Становлення струменевих технологій друку розпочалося у 1960-х роках із появою перших апаратів, що функціонували за принципом безперервної дії (Continuous Inkjet). Свою назву цей метод отримав через специфіку роботи: конструкція друкувальної головки передбачає постійне та безперестанне виведення мікрокрапель чорнила в напрямку задруковуваного матеріалу [3].

Згідно з кінематичною схемою процесу (див. рис. 1.1), рідка фарба, яка подається до друкувального вузла, диспергується (розбивається) на дрібні ізольовані краплі під впливом високочастотної вібрації сопла. Цей коливальний процес забезпечується інтегрованим п'єзоелектричним елементом.

Проте для формування чіткого графічного або текстового відбитка на папір має потрапляти лише строго дозована кількість мікрокрапель, що відповідають контурам зображення. Решта об'єму чорнила є технологічним надлишком. Якби абсолютно всі згенеровані краплі безконтрольно потрапляли на носій, поверхня аркуша була б повністю залита суцільним шаром фарби, унеможливаючи візуалізацію будь-яких ліній чи символів.

Як продемонстровано на рисунку 1.1, під час виходу з дюзи краплі проходять крізь спеціальний заряджальний електрод, де кожна з них набуває певного електричного заряду. Надалі цей потік рухається через відхильну систему, всередині якої згенеровано високоінтенсивне електричне поле.

Взаємодія поля із зарядженими частинками змінює їхню первинну траєкторію. Модулюючи рівень напруги в електричному полі, система динамічно керує вектором польоту крапель. Залежно від поточного заряду, вони спрямовуються за одним із двох сценаріїв [3]:

- позиціонуються у чітко визначеному місці на поверхні паперу для побудови елемента зображення;
- пролітають повз носій і вловлюються спеціальним жолобом (уловлювачем), звідки транспортуються назад у резервуар для повторного використання в робочому циклі.

Основні технічні параметри систем безперервної дії:

- найвища продуктивність дюз. Частота генерації коливається в межах від 50 000 до 150 000 крапель за секунду на одне сопло;
- специфічні витратні матеріали. Технологія сумісна виключно зі спеціальними електропровідними чорнилами;
- замкнутий контур циркуляції. Обладнання оснащено складною підсистемою рециркуляції фарби. Без повторного використання надлишків експлуатація пристроїв була б економічно недоцільною через колосальну витрату дорогого рідкого пігменту;

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		18

– помірний темп друку. Незважаючи на швидкість генерації крапель, загальна швидкість фіксації готового відбитка є відносно невисокою;

– технологія дозволяє підтримувати значну відстань між вихідним отвором сопла друкувальної головки та поверхнею носія.

Головною перевагою безперервного методу є бездоганна якість відтворення кольорів. Растрові точки настільки дрібні, що залишаються абсолютно невидимими для людського ока, забезпечуючи плавність градієнтів. Водночас суттєвими мінусами є тривалий час формування відбитка, висока вартість самого друкарського устаткування, а також значні витрати на його обслуговування та сервіс.

У сучасних умовах домінантне становище на ринку зайняли імпульсні технології струменевого друку (Drop-on-Demand). Стрімкий інженерний прогрес у цьому напрямі дозволив кардинально підвищити чіткість друку, суттєво знизити собівартість одного відбитка та зробити друкувальні пристрої доступнішими. У результаті широкоформатні струменеві плотери майже повністю витіснили з виробництва застарілі матричні апарати та стали прямими конкурентами високопродуктивних лазерних систем.

Для досягнення еталонної якості кольоропередачі у широкоформатних плотерах компаній Tektronix та Dataproducts було реалізовано унікальне конструктивне рішення на основі твердих воскових чорнил. Процес друку за цією технологією представлено на рисунку 1.2

Спочатку відбувається завантаження матеріалу. При цьому друкувальний блок встановлюються чотири тверді воскові палички, що відповідають базовим кольорам субтрактивної палітри СМҮК – блакитна (Cyan), пурпурова (Magenta), жовта (Yellow) та чорна (Black).

Спеціальні нагрівальні елементи доводять матеріал до температури 90°C. При цьому восковий субстрат переходить у рідкий стан і стікає в проміжну буферну місткість. У буферному резервуарі постійно підтримується необхідна

					<i>2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19



– відсутність розмиття контурів. Очевидною перевагою є повна відсутність ефекту розпливання ліній, що є типовою проблемою для традиційних рідких фарб;

– текстурність відбитка. Через миттєве застигання крапель сформований шар спочатку набуває рельєфної, шорсткої структури;

– фінішне каландрування. Для усунення шорсткості роздрукований аркуш на виході пропускають крізь спеціальні пресувальні валики. Вони механічно розгладжують нерівності твердого воску, надаючи зображенню естетичного глянцевого блиску.

Головна перевага фазозмінного друку над альтернативними струменевими методами полягає у винятковій чіткості зображення, оскільки пігмент не вбирається глибоко в структуру паперу.

Основним недоліком є висока собівартість технологічного процесу. Використання цього способу для монохромного (чорно-білого) друку є економічно недоцільним. Водночас він стає незамінним для виведення складних повнокольорових графічних об'єктів, де критично важливими є точне відтворення кольорів та висока якість відбитка.

Перші модифікації п'єзoeлектричних друкувальних головок для плотерів (див. рис. 1.3) були спроектовані ще в 1970-х роках.

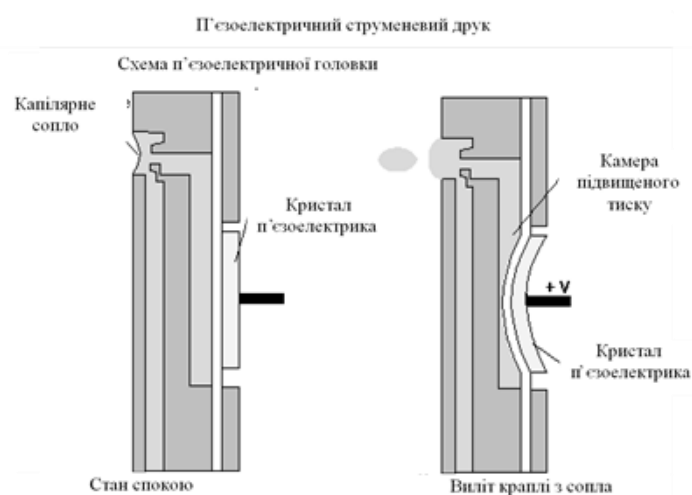


Рисунок 1.3 – П'єзoeлектричний струменевий друк

У більшості сучасних конструкцій цього типу надлишковий тиск усередині чорнильної камери створюється за допомогою спеціальної п'єзоелектричної мембрани (диска).

Механізм викиду фарби працює за таким принципом (див. рис. 1.3):

- на п'єзоелемент подається електричний імпульс заданої напруги;
- під дією струму диск миттєво деформується (вигинається);
- оскільки цей диск конструктивно є однією зі стінок робочої камери з фарбою, його прогин призводить до різкого зменшення об'єму порожнини;
- внаслідок раптового стрибка тиску порція рідкого чорнила виштовхується крізь сопло (дюзу), формуючи ізольовану мікрокраплю, що летить до носія.

У 1985 році корпорація Hewlett-Packard презентувала пристрій ThinkJet – перший в історії струменевий плотер, у якому було реалізовано бульбашкову технологію. Цей реліз заклав підґрунтя для довготривалого домінування компанії в індустрії виробництва струменевих принтерів.

На сучасному етапі ключові технологічні гіганти – Canon та Hewlett-Packard – зосередили у своїх руках абсолютну більшість профільних патентів. Завдяки взаємному ліцензуванню та стратегічному обміну інтелектуальною власністю цим двом корпораціям вдалося практично повністю монополізувати світовий ринок відповідного друкарського обладнання.

Лева частина обладнання постачається безпосередньо під власними торговими марками розробників, тоді як решта техніки виробляється в межах ліцензійних угод і маркується брендами компаній-партнерів.

Важливою складовою бізнес-моделі обох виробників є генерування значних прибутків за рахунок вторинного ринку — продажу запасних частин та сервісних комплектів для плотерів. Найбільш високорентабельними позиціями в цьому сегменті є:

- друкувальні головки (як основний функціональний елемент);
- супутні електромеханічні компоненти та електронні вузли позиціонування.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		22

Попри ідентичність фізичних процесів, виробники використовують відмінну фірмову номенклатуру:

– Hewlett-Packard класифікує цей метод як термоструменеву технологію (inkjet);

– Canon офіційно оперує поняттям бульбашкова технологія (bubble-jet).

В апаратах, що функціонують за цим принципом, формування текстових символів та графічних елементів на носії відбувається шляхом прецизійного нанесення мікроскопічних крапель чорнила. Ці краплі з високою швидкістю виштовхуються з надтонких сопел (дюз) друкувального модуля, як проілюстровано на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Бульбашковий струменевий друк

Внутрішня архітектура дюзи такого типу містить інтегрований мікронагрівальний елемент. У момент подачі керованого електричного імпульсу відбувається стрімке локальне зростання температури нагрівача. Це призводить до миттєвого закипання та фазового переходу тонкого шару чорнила, що безпосередньо контактує з термоелементом.

Утворена газова бульбашка різко розширюється, генеруючи потужну ударну хвилю. Під дією цього гідродинамічного тиску порція рідкого чорнила буквально виштовхується крізь вихідний отвір сопла назовні.

Одразу після викиду краплі починається зворотний термодинамічний процес:

- пара всередині камери швидко охолоджується та конденсується;
- газова бульбашка руйнується (колапсує);
- у порожнині сопла створюється зона локального вакууму (зниженого тиску), внаслідок чого з загального резервуара всмоктується нова порція рідкої фарби для наступного робочого циклу.

У сфері виготовлення зовнішньої реклами та широкоформатної поліграфії провідні позиції сьогодні посідають дві альтернативні технології: сольвентна та латексна.

Фундаментом сольвентного методу є застосування спеціального агресивного розчинника (сольвенту) як рідкої основи чорнила. Під час нанесення цей хімічний компонент частково розчиняє (травить) поверхневі шари синтетичного носія, змішуючись із його структурою. Після висихання пігмент стає невіддільною фізичною частиною самого матеріалу. Це дозволяє наносити значні об'єми фарби за допомогою класичних алгоритмів мікрокрапельного позиціонування.

Даний підхід гарантує бездоганну довговічність друкованої продукції — відбиток зберігає первинний вигляд понад 5 років без додаткового ламінування.

Ключові переваги сольвентної технології [3]:

- чітке відтворення дрібних елементів та ліній;
- сумісність із широким спектром матеріалів — від банерних тканин і спеціального паперу до вінілових самоклеючих плівок (типу Oracal);
- сформований шар не схильний до розтріскування, осипання чи деградації під впливом критичного рівня вологи, атмосферних опадів та прямого ультрафіолетового (сонячного) випромінювання.

Основний недолік – використання токсичних летких органічних сполук (сольвентів) небезпечно для здоров'я людини. Виробничі приміщення вимагають обов'язкового облаштування промисловою припливно-витяжною вентиляцією, а

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		24

техніки обладнання повинні працювати у засобах індивідуального захисту (респіраторах).

Як технологічний та екологічний антипод сольвенту, латексний метод базується на використанні безпечних чорнил на водній основі. Їхня структура складається з дистильованої води (виступає нетоксичним розчинником), штучного латексу (спеціального полімерного з'єднання), стабілізуючих речовин та фарбувального пігменту (рисунок 1.5). Завдяки водній основі в процесі друку повністю відсутній будь-який специфічний чи неприємний хімічний запах.

Алгоритм фіксації латексного зображення:

- під час переміщення друкувальної головки робоча зона матеріалу піддається термічній обробці — нагріванню до температури 60–100°C;
- під впливом тепла водна складова чорнила миттєво випаровується;
- полімерні мікрочастинки латексу плавляться, запікаються та утворюють на поверхні носія надміцну, еластичну захисну плівку, яка надійно запечатує пігмент.

Цей метод дозволяє отримувати готові, повністю сухі та екологічно чисті відбитки безпосередньо з плотера, які можна використовувати навіть у закритих житлових або медичних приміщеннях.

У широкоформатному плотері MIMAKI JV150-160 реалізовано технологію п'єзоелектричного струменевого друку за запитом (Piezoelectric Drop-on-Demand – Piezo DoD). Ця технологія є промисловим стандартом для високоякісного комерційного друку завдяки своїй високій надійності, точності позиціонування крапель та хімічній універсальності щодо використовуваних типів чорнил.

Конструктивно друкуюча голівка плотера містить мікроскопічні чорнильні канали, однією зі стінок яких є п'єзоелектрична пластина (п'єзоелемент). Процес формування та викиду краплі відбувається за таким алгоритмом:

- стан спокою. Чорнило перебуває всередині каналу під незначним негативним тиском (меніск чорнила в дюзі ввігнутий всередину), що запобігає мимовільному витіканню;

					2026.KBP.123.4 18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		25



Перша із них – технологія змінної краплі (Variable Dot Technology). Друкуюча голівка здатна за один такт формувати краплі трьох різних об'ємів — від мінімального 4 пл (піколітра) до максимального 35 пл. Величина краплі регулюється формою та тривалістю електричного сигналу. Малі краплі забезпечують неймовірну деталізацію, чіткість тонких ліній та плавність градієнтів (наприклад, при друці тілесних відтінків). Великі краплі використовуються для швидкого покриття великих однорідних площ (плашок), що суттєво підвищує загальну продуктивність пристрою.

Друга – контроль форми хвилі (Waveform Control): Оскільки різні кольори чорнил та їхні партії можуть мати незначні розбіжності у в'язкості та щільності (які до того ж залежать від температури в цеху), процесор плотера динамічно коригує форму електричного імпульсу для кожного колірної каналу окремо. Це забезпечує виліт краплі ідеально сферичної форми без утворення «хвоста» та мікросупутників (дрібного чорнильного пилу). Як результат — крапля потрапляє точно в задану точку медіа-носія, унеможливаючи розмиття чи зернистість зображення.

Оскільки п'єзоелектрична технологія базується на прецизійній механіці та мікрогідродинаміці, будь-яка зміна в'язкості чорнила через підсихання, наявність повітряних бульбашок у системі або мікроскопічний осад на дюзовій пластині призводить до порушення геометрії вильоту краплі або повного блокування дюзи. Це вимагає розробки суворого сервісного регламенту для підтримки робочого стану друкуючого вузла.

### **1.3.2 Будова об'єкта обслуговування**

Конструктивно широкоформатний плотер MIMAKI JV150-160 є складною мехатронною системою, в якій інтегровано механічні, гідравлічні (чорнильні), електронні та термічні вузли. Для розробки ефективного проекту технічного

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		27

обслуговування необхідно детально розглянути будову та взаємодію основних конструктивних елементів об'єкта обслуговування (ОО).

Основні компоненти плотера MIMAKI JV150-160 на вигляді спереду представлено на рисунку 1.5.

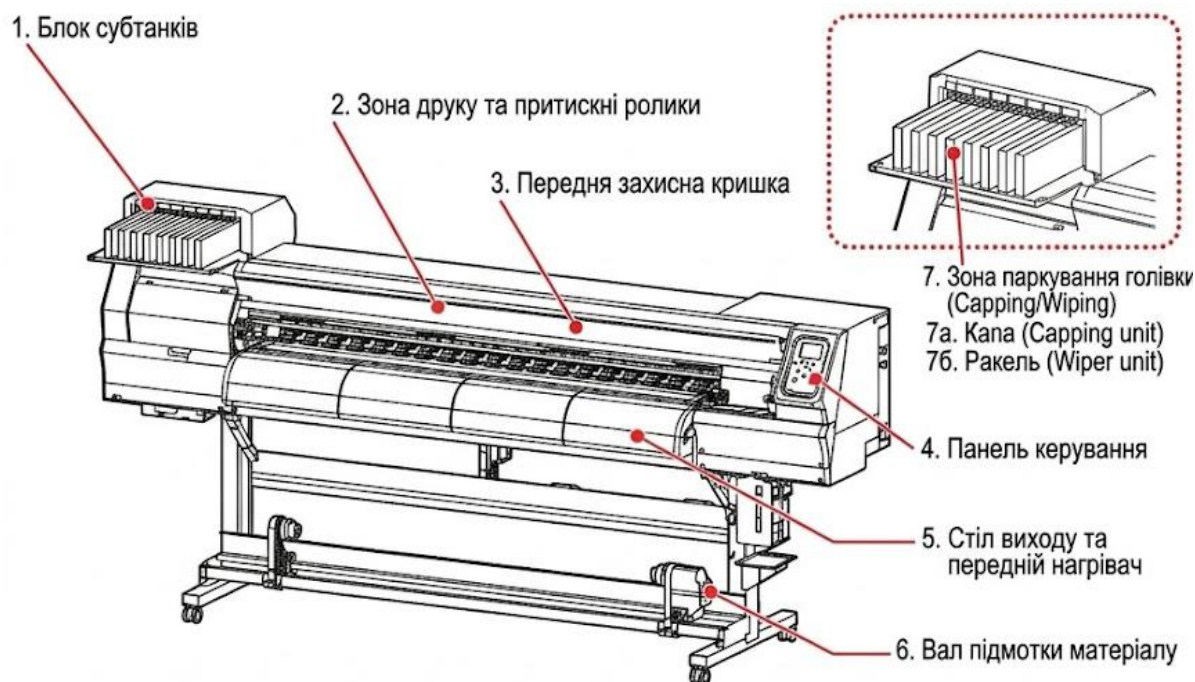


Рисунок 1.5 – Вигляд спереду плотера MIMAKI JV150-160

Фронтальна сторона пристрою об'єднує основні виконавчі механізми, які відповідають за безпосереднє нанесення зображення, фіксацію носія та сервісні операції з друкуючою голівкою.

На рисунку 1.5 цифрою 1 представлено блок субтанків, що розташований у верхній лівій частині корпусу плотера. Це система проміжних місткостей, яка регулює гідростатичний тиск чорнила, що надходить до друкуючої каретки. Під час ТО цей вузол потребує контролю герметичності з'єднань та перевірки відсутності повітряних пробок у верхніх точках каналів.

Зона друку та притискні ролики (позначено цифрою 2 на рисунку 1.5) – це центральний конструктивний простір, де траєкторія руху друкуючої каретки по осі Y перетинається з лінією подачі матеріалу по осі X. Ряд підпружинених

притискних роликів (Pinch rollers) забезпечує рівномірну фіксацію матеріалу на валу подачі. Цей вузол підлягає регулярному очищенню від залишків клею плівок, пилу та ворсу, оскільки їх накопичення призводить до перекосу носія.

Передня захисна кришка (позначено цифрою 3 на рисунку 1.5) – це відкидний захисний екран із прозорого полімеру. Вона ізолює зону друку від потрапляння зовнішнього пилу та запобігає виходу чорнильного туману в приміщення. Кришка оснащена кінцевим мікровимикачем (датчиком інтерлоку), який блокує рух каретки при її відкритті. Обслуговування полягає в очищенні внутрішньої поверхні від чорнильного нальоту.

Основним інструментом керування плотером є панель керування (позначена цифрою 4 на рисунку 1.5). Вона представляє собою інформаційно-командний блок із кнопковою матрицею та рідкокристалічним дисплеєм. Панель керування інтегрована у правий пластиковий кожух плотера. Вона дозволяє техніку запускати сервісні утиліти ТО, контролювати температуру та зчитувати коди системних помилок.

На вигляді спереду плотера також знаходиться стіл виходу та передній нагрівач (позначені цифрою 5 на рисунку 1.5). Це металева плита зі вбудованими тенами (пост-нагрівач), по якій задрукований матеріал сходить донизу. Вона забезпечує фінальне випаровування розчинника з пор носія. Потребує періодичного очищення серветками без ворсу, щоб уникнути появи подряпин на зворотному боці матеріалу.

Автоматизована підлогова система (Take-up system), що складається з приводного шпинделя з інфрачервоним датчиком натягу містить вал підмотки матеріалу (позначений цифрою 6 на рисунку 1.5). Вона призначена для акуратного змотування готової продукції в рулон. Елементом ТО тут є перевірка натягу приводних пасів та фрикційних муфт.

Зона паркування голівки (Capping/Wiping), позначена цифрою 7 на рисунку 1.5 – це найважливіший сервісний вузол плотера, який складається із двох елементів:

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		29

– капа (Capping unit) (позначена 7а на рисунку 1.5) – це гумовий ущільнювач на підпружиненій платформі. Коли плотер не друкує, голівка сідає на капку, блокуючи доступ повітря до дюз. При обслуговуванні капку промивають сервісною рідиною (флашингом) та перевіряють еластичність гумового бортика;

– ракель (Wiper unit) (позначена 7б на рисунку 1.5) – силіконовий ніж для механічного видалення крапель чорнила з дюзової пластини. Це витратний матеріал, який підлягає регулярній заміні, оскільки зношений ракель починає розмазувати бруд, пошкоджуючи голівку.

Зворотна сторона плотера, представлена на рисунку 1.6, відповідає за первинну подачу матеріалу, його температурну підготовку, архівацію чорнильних магістралей та підключення силових й інформаційних ліній.

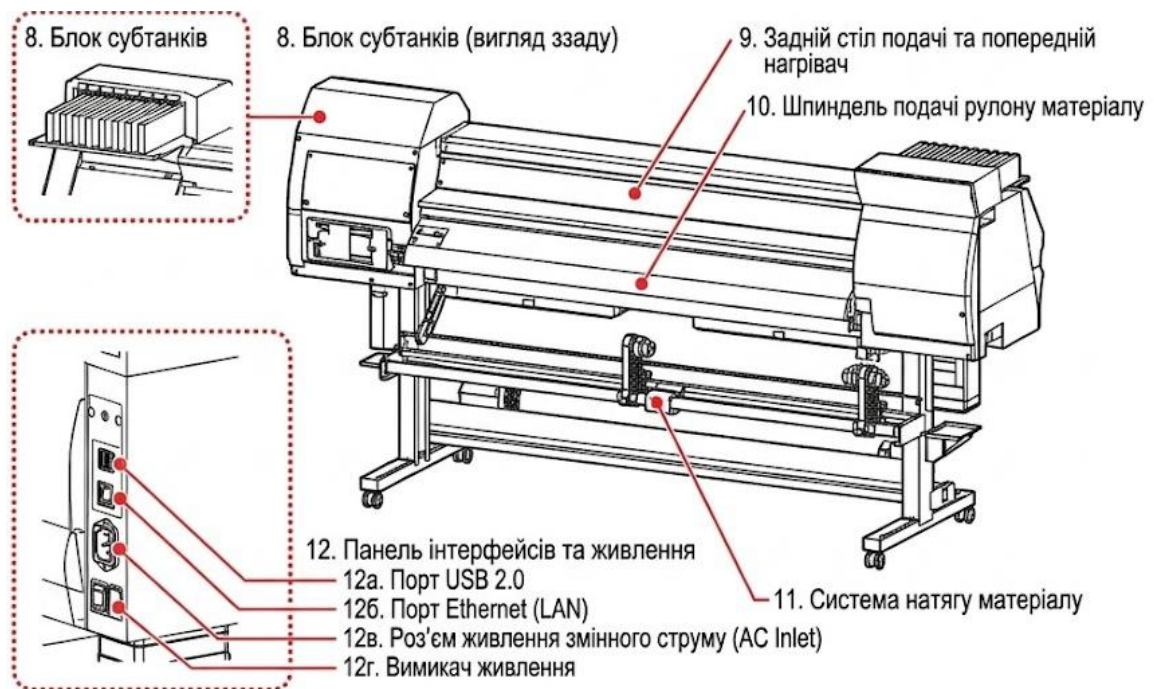


Рисунок 1.6 – Вигляд ззаді плотера МІМАКІ JV150-160

Цифрою 8 на рисунку 1.6 представлено вигляд ззаду блоку субтанків (Ink Sub Tanks (Rear)), описаного вище на вигляді спереду. На його задньому вигляді можна побачити систему картриджів та магістральних трубок.

Задній стіл подачі, на який укладається рулон матеріалу, та попередній нагрівач (Feed Table & Pre-heater) позначений на рисунку 1.6 цифрою 9. Усередині змонтовано попередній нагрівач для підготовки носія до друку.

Шпindel ь подачі рулону матеріалу (Roll Feed Holder) (позначено цифрою 10 на рисунку 1.6) представляє собою вал та пару тримачів для встановлення рулону матеріалу перед його заправкою в зону друку.

Система натягу матеріалу (Media Tension Unit) (позначено цифрою 11 на рисунку 1.6) представляє собою вузол із роликками або пружинним механізмом, що забезпечує рівномірний натяг матеріалу по всій ширині, запобігаючи перекосам.

Панель інтерфейсів та живлення розташована на бічній стінці (див. рис.1.6), забезпечує підключення до ПК та електромережі і складається із наступних портів (позначено цифрою 12 на рисунку 1.6):

12а – порт USB 2.0: Основний порт для підключення плотера до комп'ютера з RIP-програмою;

12б – порт Ethernet (LAN): Мережевий порт для підключення до локальної мережі (для діагностики або мережевого друку);

12в – роз'єм живлення змінного струму (AC Inlet): Стандартний роз'єм для підключення кабелю живлення (220 В);

12г – вимикач живлення: Основний вимикач для ввімкнення та вимкнення плотера.

#### **1.4 Огляд панелі керування плотера MIMAKI JV150-160**

Панель керування плотера MIMAKI JV150-160 є центральним інтерфейсом взаємодії між техніком та пристроєм, забезпечуючи контроль над усіма етапами друкарського та сервісного процесів. Вона розташована у правій фронтальній частині корпусу обладнання (див. рис. 1.5, поз. 4), що забезпечує

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		31

зручний доступ та можливість візуального моніторингу стану обладнання під час роботи через передню захисну кришку (див. рис. 1.5, поз. 3).

Панель керування, представлена на рисунку 1.7 і складається з рідкокристалічного дисплея (LCD) (позначено цифрою 1 на рисунку 1.7), що відображає текстову та графічну інформацію, та групи функціональних клавiш.

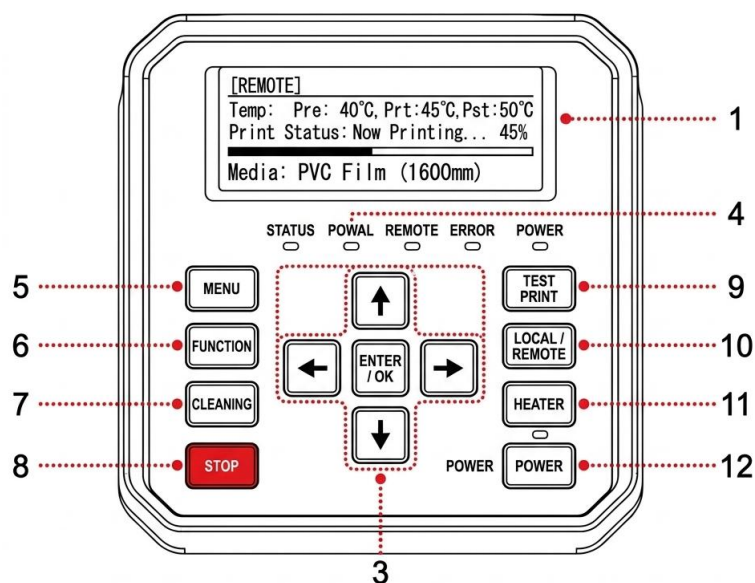


Рисунок 1.7 – Панель керування плотера MIMAKI JV150-160

Послідовність роботи техніка з панеллю та відображення даних підпорядковані логічній структурі меню.

У стані готовності на дисплеї панелі керування (див. рис. 1.7, поз. 4) відображається поточний статус плотера (наприклад, «REMOTE» – дистанційний режим або «LOCAL» – локальний режим), встановлена роздільна здатність друку, кількість проходів та тип завантаженого медіа-носія (вибраний відповідно до шпинделя подачі – рис. 1.7, поз. 10). Також панель забезпечує моніторинг температури трьох зон нагріву (рис. 1.7, поз. 5 та 9). Якщо поточна температура відрізняється від заданої, на дисплеї відображається відповідна індикація процесу нагрівання.

Для виконання налаштувань технік використовує клавіші навігації, щоб увійти в головне меню [MENU]. Тут послідовно виконується вибір параметрів медіа-носія, налаштування режимів друку (швидкість, якість), калібрування точності подачі (у взаємодії із системою натягу – рис. 1.7, поз. 11) та налаштування інтерфейсів підключення (див. рис. 1.6, позначено 12а та 12б). Окремі клавіші на панелі (рис. 1.7, поз. 4) виділені для швидкого доступу до часто використовуваних функцій, наприклад, тест дюз [TEST PRINT] та чищення [CLEANING].

Важливою функцією панелі керування (див. рис. 1.7, поз. 4) є контроль за станом сервісної зони та запуск регламентних робіт із технічного обслуговування. Через меню технік ініціює процедури чищення друкуючої голівки, які виконуються у зоні паркування (див. рис. 1.6, позначено цифрою 7).

Під час цих процедур панель керування виводить інформацію про прогрес виконання операції (наприклад, «Cleaning...»). При цьому каретка переміщується у зону паркування (див. рис. 1.6, позначено цифрою 7), де відбувається автоматична про сап-овка чорнила через капю (рис. 1.5, позначено 7а) та механічне очищення дюзової пластини ракелем (рис. 1.5, позначено 7б). Помилки, виявлені під час цих операцій (наприклад, засмічення дюз або несправність помпи), негайно відображаються на дисплеї панелі із відповідним кодом та текстовим описом несправності.

Після завершення налаштувань та сервісних процедур технік переводить плотер у режим [REMOTE], що сигналізує про готовність приймати дані для друку від комп'ютера через вибраний порт інтерфейсу. Під час друку панель керування відображає прогрес виконання завдання у відсотках або метрах.

Таким чином, панель керування є центральним вузлом контролю, який об'єднує керування механічними системами, чорнильним трактом та сервісною зоною. Детальний огляд усіх функцій та структури меню панелі наведено у додатку А.

						2026.KBP.123.4 18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			33

## 1.5 Основні техніко-економічні показники

Наведено базові технічні характеристики та ключові економічні показники експлуатації широкоформатного плотера MIMAKI JV150-160. Аналіз цих даних дозволяє обґрунтувати доцільність розробки регламенту технічного обслуговування (ТО) з економічної точки зору, адже стабільність технічних параметрів обладнання безпосередньо впливає на загальну рентабельність виробництва.

В таблиці 1.1 представлено паспортні технічні характеристики плотера.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики плотера MIMAKI JV150-160

Характеристика	Технічне значення
Друкуюча система	1 п'єзоелектрична голівка (On-demand piezo, 8 каналів)
Максимальна ширина носія	1620 мм
Максимальна ширина друку	1610 мм
Роздільна здатність друку	360, 540, 720, 1080, 1440 dpi
Максимальна швидкість друку	56,2 м <sup>2</sup> /год (чорновий режим, 4 кольори)
Типи сумісних чорнил	Екосольвентні (SS21, BS3, BS4) / Сублімаційні (Sb53, Sb54)
Об'єм краплі	Змінний (від 4 до 35 піколітрів)
Інтерфейси підключення	USB 2.0 High-speed / Ethernet 1000 BASE-T
Енергоспоживання	Максимум 1440 Вт (1,44 кВт)
Габарити (Ш × Г × В) / Маса	2775 × 700 × 1392 мм / 185 кг

Економічна ефективність експлуатації плотера MIMAKI JV150-160 формується з кількох складових. Впровадження системи планово-попереджувального ТО безпосередньо впливає на такі економічні маркери підприємства.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		34



## 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Інструкція із експлуатації плотера MIMAKI JV150-160

#### 2.1.1 Робота із носієм для друку

Процес підготовки плотера MIMAKI JV150-160 до роботи починається із правильного встановлення та заправки рулонного матеріалу. Ця процедура вимагає точності, оскільки від правильності позиціонування носія залежить стабільність подачі матеріалу та відсутність перекосів під час тривалого друку.

Основні вузли, що задіяні в цьому процесі, розташовані на тильній стороні пристрою (див. рис. 16), де розміщена система подачі, що включає шпindel, тримачі рулону та систему натягу.

Робота починається з налаштування тримачів рулону на задній штанзі плотера. Залежно від внутрішнього діаметра картонної гільзи носія, технік вибирає відповідну сторону фіксаторів, які розраховані на стандарти 2 або 3 дюйми, що відповідає 5,1 см або 7,62 см (див. рис. 2.1).

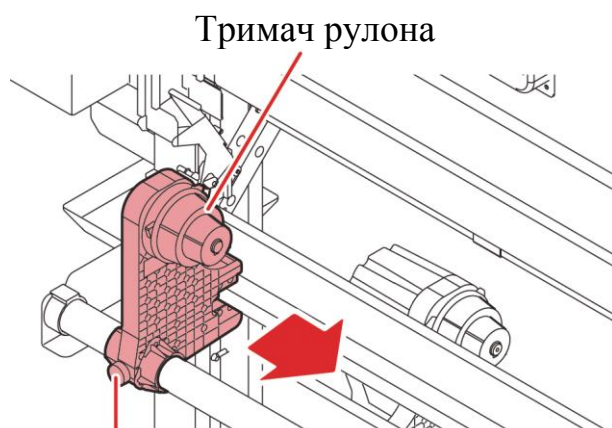


Рисунок 2.1 – Вибір сторони фіксатора тримача рулону

На корпусі тримачів нанесена спеціальна шкала, що дозволяє точно виставити упори згідно з типом гільзи. Для переміщення тримачів вздовж

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		36

штанги необхідно послабити стопорні гвинти, після чого опори зсуваються на відстань, що відповідає ширині вибраного рулону (див. рис. 2.2).

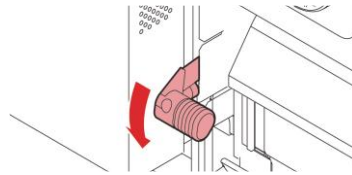


Рисунок 2.2 – Фіксація лівого тримача рулону стопорним гвинтом

Після встановлення опор рулон матеріалу обережно насувається на правий тримач до упору. Потім лівий тримач підсувається до гільзи та фіксується таким чином, щоб рулон був надійно затиснутий, але міг вільно обертатися без надмірного тертя. Важливо стежити за тим, щоб матеріал був центрований відносно робочої зони друку. Після завершення позиціонування обидва тримачі жорстко закріплюються стопорними гвинтами для запобігання їх зміщенню під час розмотування носія (див. рис. 2.3).

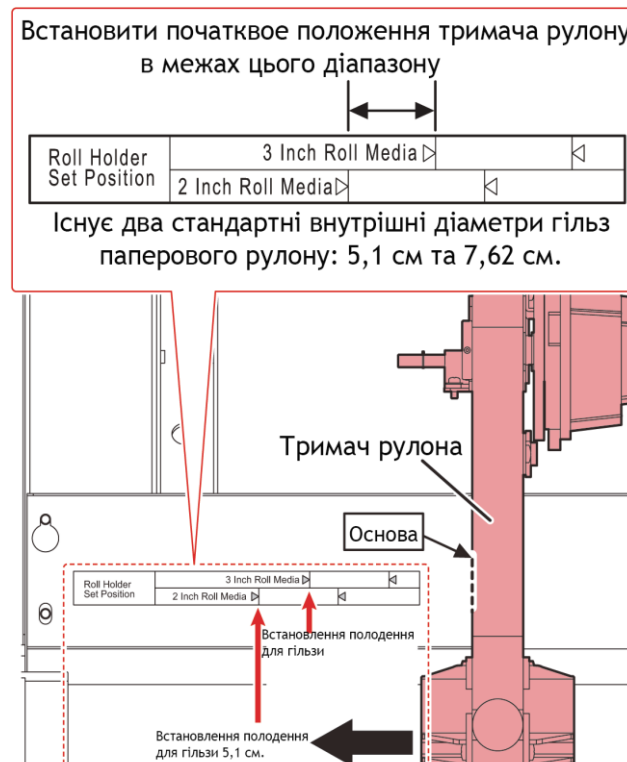


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд встановленого рулону на задній штанзі

Край носія проводиться з тильного столу подачі (див. рис. 2.4), проходить над попереднім нагрівачем і подається в зону друку через щілину під передньою захисною кришкою (див. рис. 2.5).

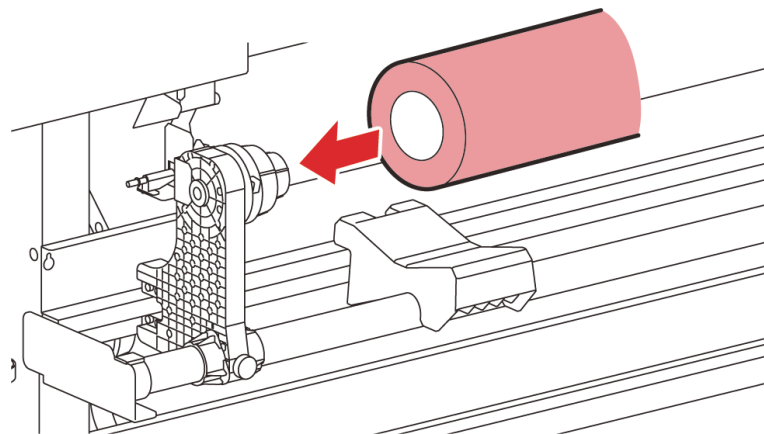


Рисунок 2.4 – Подача краю рулону у проріз із задньої сторони плотера

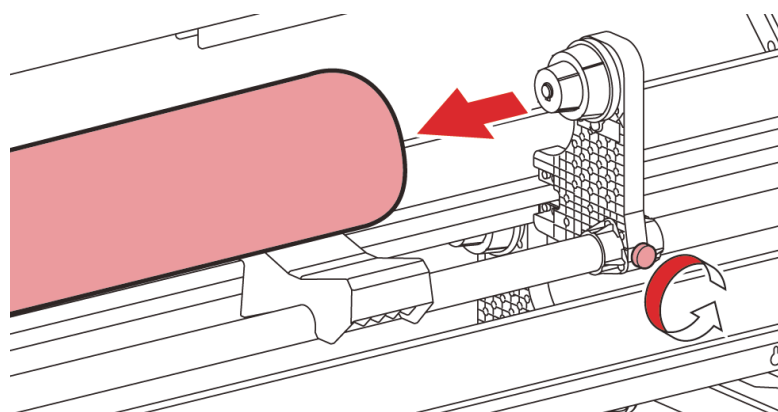


Рисунок 2.5 – Подача краю рулону у проріз із передньої сторони плотера

Після вставки рулону у проріз слід зафіксувати валіж лівого тримача рулону (див. рис. 2.2) вверху.

Коли передній край рулону з'являється на столі виходу, його необхідно протягнути вперед на кілька сантиметрів. На цьому етапі проводиться вирівнювання положення носія. Орієнтиром слугують спеціальні лінії на робочій поверхні (платені) або положення крайнього правого притискного ролика (див. рис. 2.6).



Після завершення вирівнювання важіль притиску опускається вниз (див. рис. 2.2). Ця дія притискає ролики до матеріалу, забезпечуючи його зчеплення з ведучим валом. Система притискних роликів у MIMAKI JV150-160 розподілена по всій ширині друку, що дозволяє рівномірно розподіляти зусилля протяжки.

На цьому етапі виконується остаточна перевірка завантаженого носія. Якщо використовуються тонкі або схильні до скручування матеріали, на краї носія додатково встановлюються металеві притискні пластини (див. рис. 2.8), які запобігають задиранню країв і контакту головки з носієм.

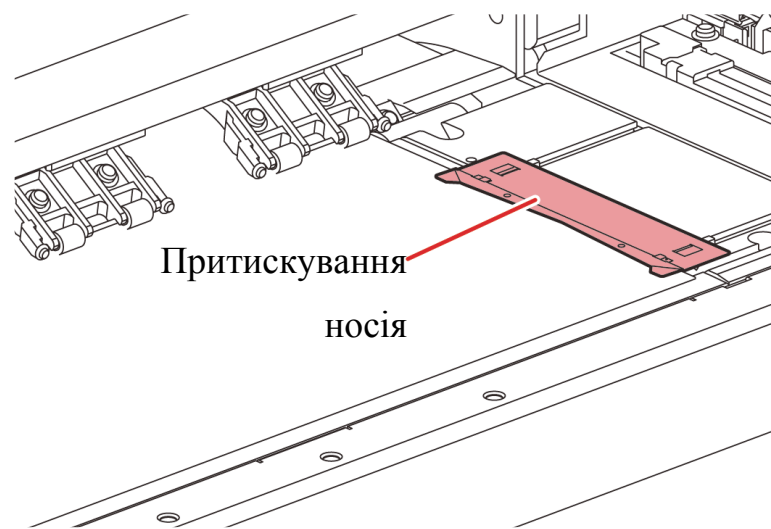


Рисунок 2.8 – Притискна пластина

Завершується процедура перевіркою натягу та ініціалізацією носія на панелі керування. Матеріал повинен плавно розмотуватися з подаючого рулону.

У випадках роботи з важкими рулонами задіюється система натягу, яка допомагає підтримувати стабільну петлю матеріалу, запобігаючи ривкам під час роботи крокового двигуна подачі.

Для цього встановлюється на кінець носія порожня гільза із рулону із носієм (див. рис. 2.9). Ця гільза притискається пристроєм захоплення матеріалу, як це показано на рисунку 2.9.

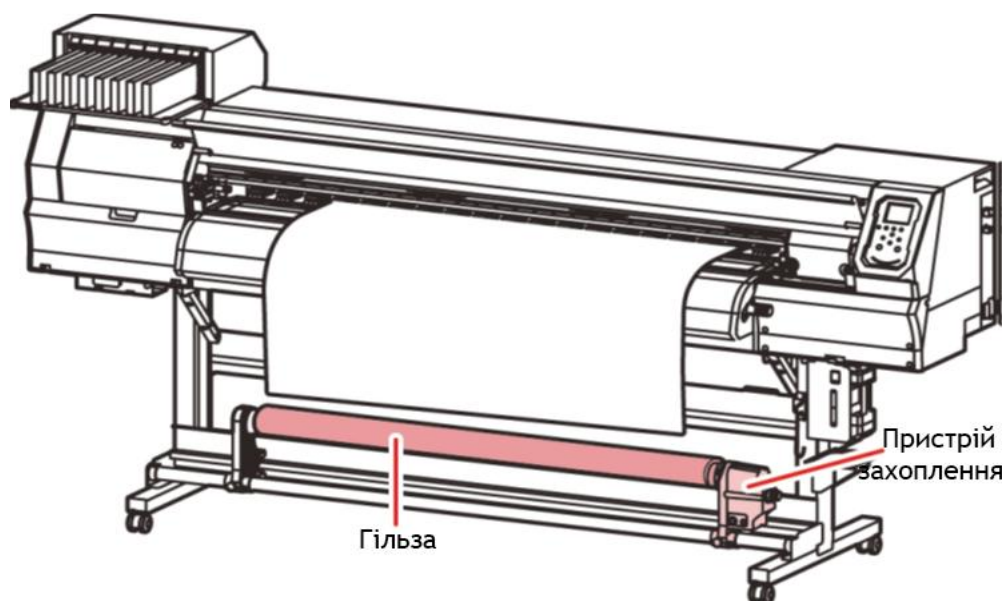


Рисунок 2.9 – Встановлення на рулоні порожньої гільзи

На завершення потрібно закрити передню кришку плотера (див. рис. 2.10)

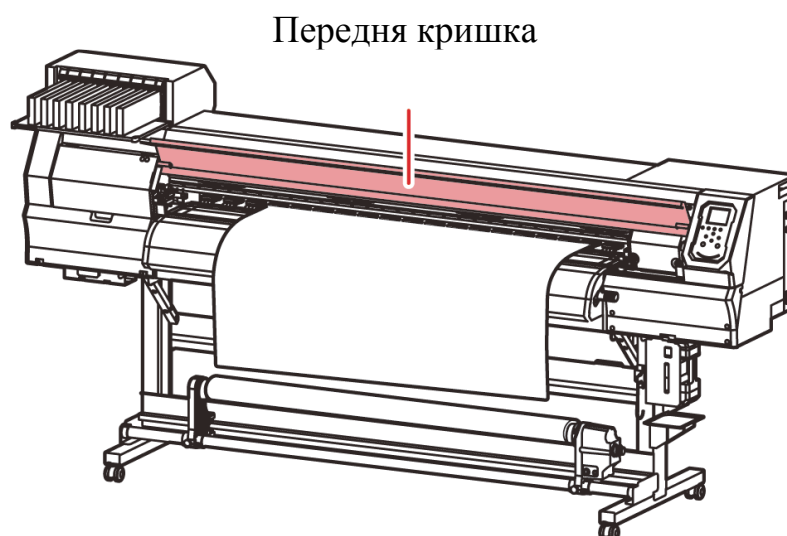


Рисунок 2.10 – Закривання передньої кришки плотера

Далі потрібно натиснути кнопку ROLL (рулон). Після того як датчики плотера автоматично визначають ширину заправленого носія, пристрій переходить у стан готовності до виконання тестового друку або робочого завдання.

У разі активації в меню обслуговування функції контролю залишку матеріалу [MEDIA RESIDUAL] (див. рис 2.11), після автоматичного

вимірювання ширини заправленого носія на дисплеї з'явиться вікно для введення даних про його поточну довжину в рулоні.

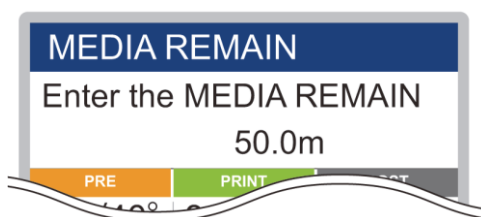


Рисунок 2.11 – Відображення екрану про введення залишку носія

На цьому екрані кнопками вверх або вниз слід вказати значення залишку носія та натиснути кнопку ENTER.

При активації в меню сервісних функцій опції контролю залишку матеріалу [MEDIA RESIDUAL], стає можливим виконання друку поточного завдання безпосередньо на залишку носія, що знаходиться в руло

### 2.1.2 підготовка нагрівача

Система нагріву плотера MIMAKI JV150-160 побудована за принципом тризонного інтелектуального підігріву, що забезпечує належну якість відбитка на різних типах носіїв, особливо на вінілових плівках та банерних тканинах.

Робота цієї системи спрямована на підготовку поверхні матеріалу до контакту з чорнилом, контроль розтікання краплі та прискорення випаровування розчинника. Кожна з трьох зон виконує окрему технологічну роль, а їх злагоджена робота дозволяє досягти високої адгезії та чіткості зображення.

Перша зона, яка називається попереднім нагрівачем (Pre-heater), розташована на тильній стороні пристрою безпосередньо перед зоною друку. Її основним завданням є підвищення температури рулонного матеріалу до рівня, що сприяє розширенню пор носія. Це дозволяє пігменту чорнила краще проникати в структуру матеріалу, що запобігає відшаруванню фарби після

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		42

висихання. Температура в цій зоні зазвичай встановлюється на рівні від 35°C до 45°C, залежно від товщини та щільності носія.

Друга зона – друкарський нагрівач (Print heater) – знаходиться безпосередньо під друкуючою голівкою в робочій зоні плотера. Вона підтримує температуру матеріалу під час нанесення чорнила. Це необхідно для стабілізації розміру краплі (dot gain) та запобігання надмірному розтіканню фарби по поверхні. Правильне налаштування цієї зони дозволяє уникнути змішування кольорів на межах контрастних елементів зображення. Якщо температура в цій зоні занадто низька, зображення може виглядати зернистим, а якщо занадто висока – можлива деформація матеріалу.

Третя зона, відома як післядрукарський нагрівач (Post-heater), розташована на виході матеріалу, на передній похилій панелі пристрою. Вона забезпечує прискорене висихання розчинника (сольвенту) після завершення процесу нанесення чорнила. Це дозволяє змотувати готовий відбиток у рулон за допомогою системи підмотки без ризику злипання шарів плівки або пошкодження зображення. Температура в цій зоні, як правило, є найвищою і може сягати 50°C.

Керування нагрівальними елементами здійснюється за допомогою панелі керування або програмного забезпечення (RIP). На дисплеї плотера технік може бачити як задані значення температури, так і фактичні показники для кожної зони в режимі реального часу. Під час виходу на заданий температурний режим відповідні індикатори на екрані відображають процес нагрівання. Плотер заблокує початок друку до моменту, поки всі зони не досягнуть встановлених параметрів, що гарантує стабільність результату.

Важливим аспектом підготовки системи нагріву є врахування температури навколишнього середовища. У зимовий період або при роботі в прохолодних приміщеннях час виходу на робочі параметри може збільшуватися. Для економії енергії та запобігання перегріву обладнання в меню передбачено функції енергозбереження та автоматичного вимкнення нагрівачів у режимі очікування. Перед початком друку великих накладів рекомендується виконувати попередній

					2026.KBP.123.4 18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		43

прогрів столу протягом 5–10 хвилин для рівномірного розподілу тепла по всій площі металевих пластин.

Рекомендована температура повітря в приміщенні повинна становити від 20°C до 30°C. Якщо температура в цеху занадто низька, нагрівальні елементи можуть не досягти заданих робочих значень, що негативно вплине на якість адгезії чорнила.

Для оперативного керування передбачені «гарячі» клавіші в меню налаштування [3]:

– натискання [FUNC1] дозволяє швидко збільшити температуру всіх нагрівачів одночасно на 10°C;

– натискання [FUNC3] (OFF) повністю вимикає всі нагрівальні елементи, що зручно при зміні типу матеріалу або тривалій перерві в роботі.

Технічне обслуговування системи нагріву передбачає регулярне очищення робочих поверхонь столу від пилу та можливих залишків чорнила або клею. Забруднення на поверхні нагрівачів можуть спричинити нерівномірний розподіл тепла, що призведе до появи смуг або плям на відбитку.

Для очищення слід використовувати лише м'які тканини та нейтральні мийні засоби, уникаючи механічного пошкодження антистатичного покриття столу. Контроль точності датчиків температури (термісторів) здійснюється під час сервісного огляду за допомогою пірометра, що дозволяє порівняти реальні показники поверхні з даними на дисплеї.

### 2.1.3 Пробний друк

Процедура пробного друку в плотері MIMAKI JV150-160 реалізована через ієрархічну систему підтвердження команд, що дозволяє уникнути випадкового запуску друку та точно налаштувати параметри тесту. Згідно з алгоритмом внутрішнього меню пристрою (див. рис. 2.12), процес починається з переведення плотера в активний стан та виклику вікна вибору типу тесту.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		44

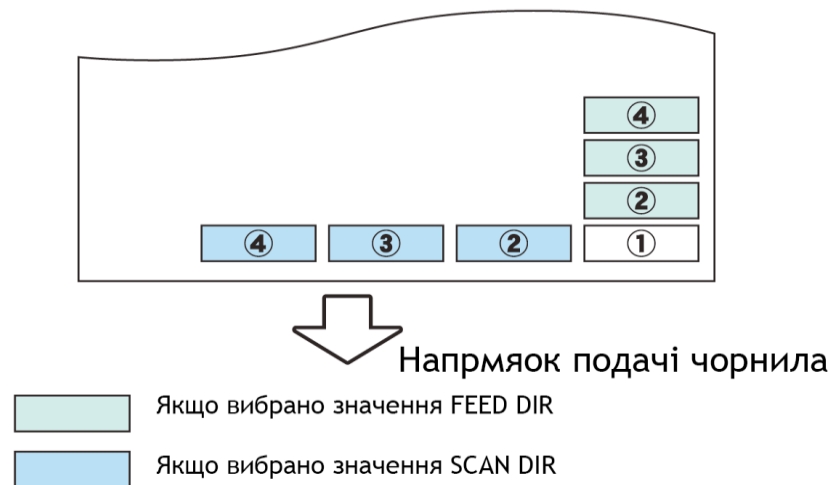


Рисунок 2.12 – Алгоритм вибору функцій та параметрів пробного друку в меню плотера

На цьому етапі система пропонує техніку визначитися з форматом перевірки, де основним є контроль стану сопел. Система передбачає можливість вибору між стандартним запуском тесту та режимом із додатковими налаштуваннями. Зокрема, технік може скоригувати позицію початку друку на носії, що дозволяє раціонально використовувати вільні ділянки матеріалу, та визначити напрямок сканування каретки.

Після ініціалізації команди на дисплеї з'являється запит щодо методу виконання операції. Користувач має обрати один із двох шляхів: негайний запуск друку шаблону за замовчуванням або перехід до додаткових налаштувань. Якщо обрано стандартний режим, плотер одразу переходить до виконання, проте система також дозволяє змінити позицію друку. Це важливо для раціонального використання носія, оскільки технік може змінити точку початку друку за допомогою клавіш навігації, зміщуючи шаблон на вільну ділянку матеріалу.

Наступний крок алгоритму передбачає вибір режиму сканування. У меню доступні варіанти друку в одному або двох напрямках, що впливає на швидкість виконання тесту. Після фіксації всіх параметрів система переходить до стадії підтвердження.

На екрані відображається запит, і лише після натискання клавіші [ENTER] каретка починає рух для нанесення тестової сітки на носій. Такий багатоступеневий підхід гарантує, що тест буде надрукований саме там, де це зручно техніку, і з потрібними налаштуваннями точності.

Фізично процес запускається кнопкою [TEST PRINT] на панелі керування. Після підтвердження команди [NOZZLE CHECK] пристрій автоматично наносить на носій тестову сітку, що складається з серії похилих ліній, згрупованих за кольорами (див. рис. 2.13).

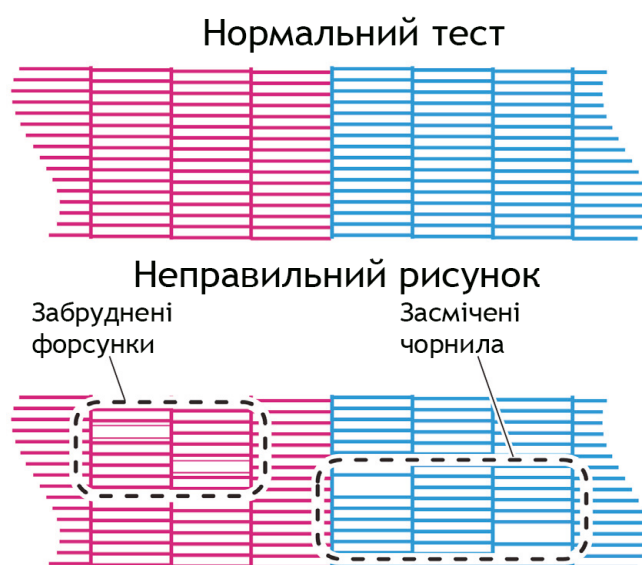


Рисунок 2.13 – Нормальний і неправильний результати тесту

Після завершення нанесення плотер висуває матеріал вперед для зручності огляду. На цьому етапі технік проводить порівняльний аналіз отриманого шаблону із графічними еталонами (див. рис. 2.13):

– нормальний стан – всі лінії шаблону чіткі, безперервні та рівномірні (див. рис. 2.12 зверху). Це підтверджує повну готовність голівки до якісного відтворення зображень без смуг та пропусків;

– забиті сопла (Nozzle clogging) – наявність розривів або відсутність цілих сегментів у сітці свідчить про засмічення каналів підсохлим чорнилом або повітряними пробками;

– відхилення струменя (Deflection) – викривлення ліній або їх зміщення відносно загальної структури вказує на часткову деградацію сопел або забруднення дюзової пластини, що призводить до зернистості друку.

Результати пробного друку є визначальним фактором для подальшої експлуатації. Якщо на зразку виявлено дефекти, виконання робочих завдань забороняється, оскільки це призведе до технологічного браку. У такому разі технік повинен перейти до сервісних процедур очищення голівки, після чого повторити тест до досягнення ідеального стану всіх ліній. Тільки після отримання бездоганного відбитка обладнання вважається підготовленим.

#### **2.1.4 Очищення голівки**

У процесі експлуатації плотера MIMAKI JV150-160 підтримка чистоти друкуючої голівки є критично важливою умовою для забезпечення стабільної якості друку. Процедура чищення (Cleaning) виконується у випадках, коли пробний друк виявив дефекти у вигляді забитих дюз або викривлення струменя чорнила. Цей процес спрямований на видалення підсохлих залишків фарби, повітряних пробок із чорнильних трактів та сторонніх часток із поверхні дюзової пластини за допомогою механізму паркувальної станції (капи) та помпи.

Для переходу до налаштувань обслуговування використовується клавіша [TEST PRINT / CLEANING], при тривалому натисканні якої відкривається доступ до меню чищення. Система керування плотером пропонує техніку три рівні інтенсивності процедури, вибір яких залежить від ступеня засмічення каналів:

- м'яке чищення (Soft). Характеризується мінімальним споживанням чорнила та коротким циклом роботи помпи. Воно застосовується як профілактичний захід або при виявленні поодиноких розривів у тестовій сітці;
- стандартне чищення (Normal). Основний робочий режим, що використовується при виявленні чітких дефектів на пробному відбитку. Цей цикл забезпечує оптимальний тиск для прокачування чорнильної системи;

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		47

– інтенсивне чищення (Hard). Передбачає тривале функціонування помпи та значне витрачання чорнила для створення максимального розрідження. Цей режим активується лише у випадках сильного засмічення або після тривалого простою обладнання, коли попередні методи не дали позитивного результату.

Після вибору відповідного режиму система переходить до етапу конфігурації каналів для очищення. На дисплеї з'являється меню вибору конкретних кольорових пар (наприклад, Magenta-Сyan або Yellow-Black), які потребують обслуговування. Можливість програмно вимикати прокачування тих каналів, що показали ідеальний результат під час пробного друку, дозволяє суттєво економити вартісні витратні матеріали.

За допомогою клавіш навігації технік маркує лише проблемні ділянки та натискає клавішу підтвердження для запуску механічного процесу.

Після підтвердження команди клавішею [ENTER] каретка автоматично переміщується до паркувальної станції. Капа щільно притискається до дюзової пластини, а помпа створює вакуум, витягуючи чорнило крізь сопла. Після завершення циклу гумовий ракель (вайпер) автоматично очищує робочу поверхню головки від надлишків фарби.

Особлива увага під час технічного обслуговування приділяється функції [FILL UP INK], яка використовується для первинного заповнення системи або видалення великих повітряних пробок.

Також у меню доступна функція [CLEANING SETUP], що дозволяє автоматизувати процес чищення через певні інтервали часу або після друку певної кількості погонних метрів матеріалу.

Після завершення будь-якого циклу чищення обов'язковим є повторне виконання пробного друку для контролю результату. Якщо після трьох послідовних спроб стандартного чищення дюзи не відновилися, технік повинен перейти до ручного обслуговування вузлів паркування та дюзової пластини.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		48

## 2.1.5 Встановлення корекції носія

Процедура встановлення корекції подачі носія є обов'язковим етапом калібрування обладнання при переході на новий тип або партію рулонного матеріалу. Цей процес полягає в точному налаштуванні кроку переміщення матеріалу між проходами друкуючої головки.

Необхідність такого регулювання зумовлена тим, що різні носії, такі як самоклейна вінілова плівка, лита банерна тканина чи поліестеровий текстиль, мають відмінну товщину, масу, жорсткість та коефіцієнт тертя поверхні. Ці фізичні властивості безпосередньо впливають на те, як притискні та ведучі роликки протягують полотно. Заводські налаштування крокового двигуна розраховані на певні стандартні умови, тому для досягнення бездоганної якості зображення кожен матеріал потребує індивідуальної програмної поправки.

Неправильне налаштування компенсації кроку подачі неминуче призводить до появи специфічного поліграфічного дефекту – горизонтального поло-сіння (бендінгу). Механіка появи цього дефекту безпосередньо пов'язана з фізичним стикуванням країв зображення при кожному наступному проході каретки. Якщо крок подачі занадто великий, матеріал просувається далі, ніж потрібно, і між межами проходів утворюються мікроскопічні незадруковані ділянки, які візуально сприймаються як світлі або повністю білі горизонтальні смуги.

У протилежному випадку, коли крок подачі недостатній, проходи частково накладаються один на одного, утворюючи темні, перенасичені фарбою горизонтальні лінії. Лише точне налаштування дозволяє стикувати межі проходів ідеально рівно, забезпечуючи монолітну заливку кольором.

Процес налаштування запускається через головне меню панелі керування плотером. Важливою технологічною умовою є виконання цього калібрування виключно після того, як система нагріву досягла своїх робочих температур. Під впливом тепла від нагрівальних столів полімерні матеріали стають більш

						2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			49

еластичними, їхній натяг та опір змінюються, що суттєво впливає на реальну довжину протяжки. Технік переходить у розділ налаштувань компенсації подачі та активує друк спеціалізованого тестового шаблону.

Пристрій автоматично наносить на носій контрольну шкалу, яка складається з серії геометричних блоків, поруч із якими вказані числові значення коригувальних коефіцієнтів у вигляді додатних та від'ємних чисел.

Після завершення друку шаблону технік здійснює його ретельний візуальний аналіз. Головне завдання полягає в тому, щоб знайти на надрукованій шкалі той блок, де межа між проходами є найменш помітною, тобто відсутні як світлі проміжки, так і темні накладання чорнила.

Знайдене оптимальне числове значення за допомогою клавіш навігації вводиться в пам'ять плотера і зберігається в параметрах поточного профілю користувача. Якщо візуально ідеальний результат знаходиться між двома надрукованими значеннями шаблону, програмне забезпечення дозволяє ввести проміжний коефіцієнт для максимальної точності. Після збереження параметрів апарат перекалібровує роботу двигуна подачі відповідно до нових даних, забезпечуючи стабільну якість друку на обраному рулоні [6].

### **2.1.6 Робота із меню та панеллю керування**

Ефективне керування плотером MIMAKI JV150-160 здійснюється через інтегровану панель, що поєднує фізичні клавіші швидкого доступу та рідкокристалічний дисплей для відображення системної інформації.

Структура інтерфейсу побудована за ієрархічним принципом, що дозволяє техніку швидко перемикатися між режимами налаштування, обслуговування та безпосереднього друку. Робота з панеллю базується на розумінні двох основних станів пристрою: LOCAL (Локальний), де виконуються всі сервісні та підготовчі операції, та REMOTE (Дистанційний), у якому плотер отримує та обробляє дані від комп'ютера (RIP).

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		50

Дисплей панелі керування є головним джерелом інформації про поточний стан системи. На ньому в режимі реального часу відображаються назва встановленого профілю носія, ширина заправленого матеріалу, тип чорнил та рівень їх залишку в картриджах. Крім того, верхній рядок екрана інформує про активні функції, такі як стан нагрівачів або готовність вакуумного притиску. Система навігації меню реалізована через чотири клавіші зі стрілками, які дозволяють переміщатися між вкладками та змінювати чисельні значення параметрів, а підтвердження вибору здійснюється клавішею [ENTER] (див рис. 1.7).

Функціональні клавіші, розташовані під дисплеєм, забезпечують миттєвий доступ до найбільш затребуваних сервісних операцій без необхідності тривалого пошуку в підменю. До них належать клавіша [TEST PRINT / CLEANING] для діагностики стану дюз, [ADJUST] для швидкого калібрування подачі носія під час друку та [DATACLEAR] для миттєвого видалення черги завдань із пам'яті плотера. Окрему групу складають клавіші керування рухом носія та каретки, що дозволяють вручну позиціювати початкову точку друку (Origin).

Важливою частиною роботи з меню є доступ до системних налаштувань через функцію [MENU]. В цьому розділі технік може змінити параметри конфігурації пристрою, налаштувати інтерфейси підключення, встановити параметри енергозбереження та переглянути лічильники витрати ресурсів (пробіг головки, кількість використаного чорнила, термін служби вайпера).

Програмна оболонка Мімакі також підтримує систему контекстних підказок та попереджень, які з'являються на екрані у разі виникнення помилок або необхідності проведення планового технічного обслуговування, що допомагає уникнути критичних поломок обладнання.

Пояснення функцій основних клавіш (для пояснювальної записки)

- [REMOTE] – перемикач між локальним режимом налаштування та режимом прийому даних для друку;
- [SEL] – клавіша вибору, що змінює набір функцій, закріплених за функціональними кнопками [FUNC1], [FUNC2], [FUNC3];

– [END / POWER] – повернення на рівень вище у структурі меню або вимкнення живлення при тривалому натисканні;

– [FUNCTION] – доступ до розширених параметрів друку, таких як логіка проходів, налаштування вакууму та таймери чищення.

## 2.2 Обслуговування плотера MIMAKI JV150-160

### 2.2.1 Очищення друкувальної головки та видалення зайвої фарби

Процедура технічного обслуговування друкувальної головки є важливим етапом експлуатації плотера MIMAKI JV150-160, оскільки безпосередньо впливає на термін служби дороговартісного вузла та стабільність передачі кольорів.

Очищення поділяється на два основні типи: програмне (автоматичне), яке було розглянуте розділі 2.1.4, та ручне, що передбачає фізичне видалення забруднень, пилу та залишків підсохлої фарби з робочих зон каретки. Необхідність ручного втручання виникає тоді, коли стандартні цикли прокачування не дають бажаного результату, або під час щотижневого регламентного сервісу.

Процес ручного очищення починається з переведення каретки у сервісну зону. Для цього в меню обслуговування обирається функція [ST.MAINTENANCE], після чого блок головки переміщується з паркувальної станції у крайнє ліве положення, відкриваючи доступ до дюзової пластини.

Основним завданням техніка є видалення накопиченого чорнильного нальоту та ворсинок з навколодюзової поверхні та металевої рамки головки. Важливо зазначити, що безпосередній контакт із дюзовою пластиною суворо заборонений; очищення проводиться виключно по периметру за допомогою спеціальних безворсових паличок, змочених у відповідному сервісному розчині (Cleaning Liquid).

Доступ до головки здійснюється через спеціальні захисні кришки (див. рис. 2.14).

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		52



Видалення зайвої фарби також стосується елементів паркувальної станції, зокрема гумового ракеля (вайпера) та країв капи. Вайпер виконує роль «двірника», знімаючи залишки чорнила з поверхні головки після кожного циклу друку, тому на ньому часто накопичується в'язкий осад. Якщо ракель забруднений, він замість очищення буде розмазувати фарбу по соплах, провокуючи їх засмічення. Очищення проводиться до повного видалення чорнильних згустків, а у разі механічного зносу або деформації вайпер підлягає обов'язковій заміні.

Особлива увагу приділяється видаленню надлишків чорнила з поверхні капи – гумового ущільнювача, що забезпечує герметизацію головки під час паркування. Залишки фарби на краях капи порушують герметичність, що призводить до підсихання сопел через потрапляння повітря. Технік повинен ретельно протерти контур капи сервісною рідиною, уникаючи пошкодження її м'якої структури (див. рис..2.16).

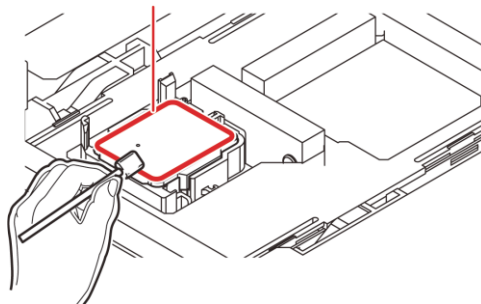


Рисунок 2.16 – Очищення країв гумової капи

Важливою особливістю моделей, оснащених картриджами з чистячим розчином (Cleaning liquid), є автоматизація процесу промивання. У такій конфігурації заливка технічного розчину в систему кап та промивних трактів виконується автоматично згідно з заданим алгоритмом. Це дозволяє підтримувати дюзову пластину у вологому стані та запобігає підсиханню пігменту в каналах. Також рідину можна нанести піпеткою безпосередньо на поверхню капи.

Наливати розчин потрібно до рівня коли він буде виливатись із капи (див. рис. 2.17).

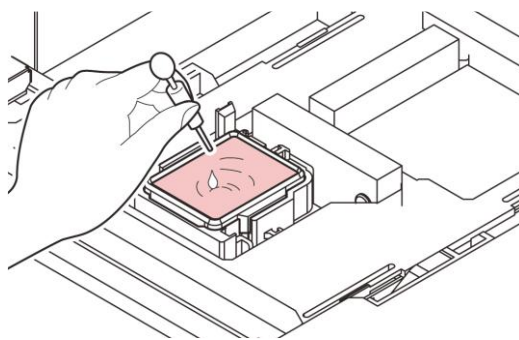


Рисунок 2.17 – Нанесення очисника на поверхню гумової капи

Регулярне виконання цих маніпуляцій запобігає «пилінню» головки (розбризуванню дрібних крапель повз ціль) та гарантує ідеальну чіткість відбитків протягом усього змінного завдання. Після завершення ручного чищення каретка повертається на паркувальне місце, і виконується фінальне автоматичне промивання для стабілізації тиску в системі.

### 2.2.2 Заправка чорнил

Система подачі чорнил плотера MIMAKI JV150-160 розрахована на тривалий безперервний друк, проте потребує своєчасного обслуговування та заміни картриджів. Процес заправки базується на використанні інтелектуальної системи моніторингу витратних матеріалів, яка в режимі реального часу відстежує рівень залишків у кожній ємності за допомогою чипів та датчиків ваги.

Особливу увагу приділено роботі з картриджами великого об'єму (600 см<sup>3</sup>). Згідно з технічним регламентом пристрою, навіть після появи системного повідомлення [Ink Level] (Рівень чорнил), у трактах та картриджі може залишатися об'єм фарби, достатній для проведення циклів очищення головки. Це програмне рішення дозволяє максимально ефективно використовувати ресурс кожного картриджа, не перериваючи критичні сервісні операції через формальну відсутність чорнила для друку.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		55



### 2.2.3 Заміна скребу

Скребок, або вайпер, є важливим елементом системи автоматичного очищення друкуючої головки. Він виконує функцію механічного видалення залишків чорнила та пилу з дюзової пластини після кожного циклу друку або процедури чищення. З часом гумове полотно скребка зношується, деформується або стає занадто забрудненим, що може призвести до пошкодження сопел або погіршення якості друку. Тому регулярна заміна скребка є необхідною процедурою технічного обслуговування.

Перед початком робіт слід переконатися, що плотер увімкнено та він знаходиться у стані LOCAL. Це необхідно для програмного керування рухом каретки.

Далі, у меню обслуговування слід вибрати функцію, що дозволяє перемістити каретку з друкуючою головкою з зони паркування. Для цього необхідно натиснути кнопку [SEL], потім [MAINTENANCE], і вибрати пункт, що відповідає за переміщення каретки (наприклад, [ST.MAINTENANCE]).

Підтвердити вибір натисканням [ENTER]. Каретка автоматично переміститься у крайнє ліве положення, відкриваючи доступ до паркувальної станції (капи) та вузла скребка.

Для демонтажу старого скребу потрібно акуратно пальцями руки натиснути всередину пластикових затискачів (див. рис. 2.18) на тримачі та потягнути вертикально вгору.

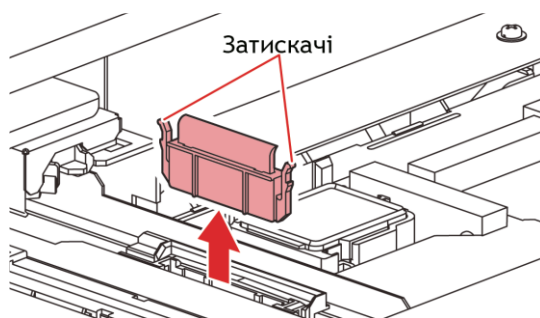


Рисунок 2.18 – Процедура витягування скребка

Встановлення нового скребка:

- не торкаючись гумового полотна руками взяти новий оригінальний скребок;
- встановити новий скребок у тримач, сумістивши отвори на його основі з фіксаторами;
- обережно, але чітко натиснути на скребок вниз (див. рис. 2.19), як показано червоною стрілкою, доки він надійно не зафіксується в затискачах тримачах.

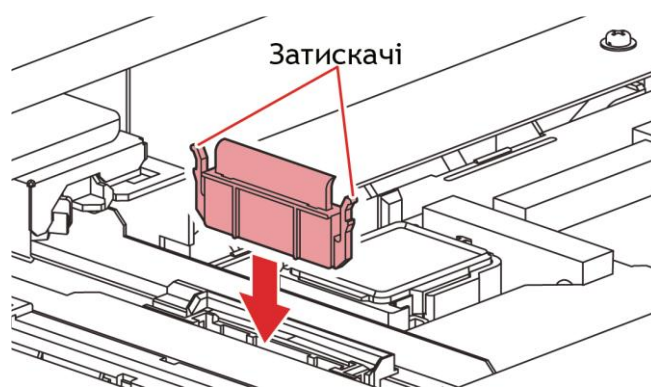


Рисунок 2.19 – Процедура встановлення скребка

Після фіксації необхідно переконатись, що скребок встановлено рівно і він не має перекосів.

#### 2.2.4 Заміна резервуару для відпрацьованих чорнил

У процесі функціонування плотера MIMAKI JV150-160 надлишки чорнил, що утворюються під час регулярних циклів очищення друкувальної головки та промивання системи, автоматично спрямовуються у спеціальну ємність. Система керування пристроєм відстежує рівень накопичення рідини та виводить відповідне повідомлення на дисплей панелі керування, коли ємність потребує заміни. Процедура обслуговування цього вузла проводиться вручну та вимагає чіткого дотримання послідовності дій для запобігання проливанню чорнил.

На початковому етапі технік повинен розблокувати механізм кріплення, витягнувши на себе обмежувач резервуару для відпрацьованих чорнил (див. рис. 2.20). Цей фіксатор утримує ємність у стабільному положенні під час роботи пристрою, тому його зміщення є обов'язковою умовою для вилучення бака.

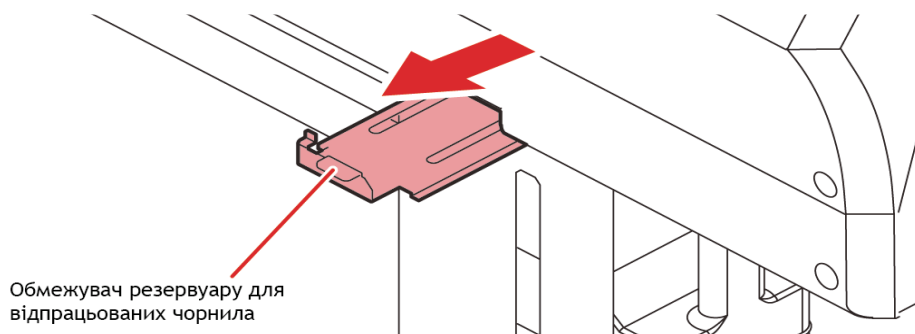


Рисунок 2.20 – Звільнення обмежувача резервуару для відпрацьованих чорнил

Після розблокування ємність, заповнену відпрацьованим матеріалом, необхідно обережно від'єднати від зливного вузла та витягнути з металевого тримача рухом униз (див. рис. 2.21). Під час цієї маніпуляції слід уникати різких рухів і тримати резервуар вертикально, щоб запобігти випліскуванню чорнила крізь відкриту горловину.

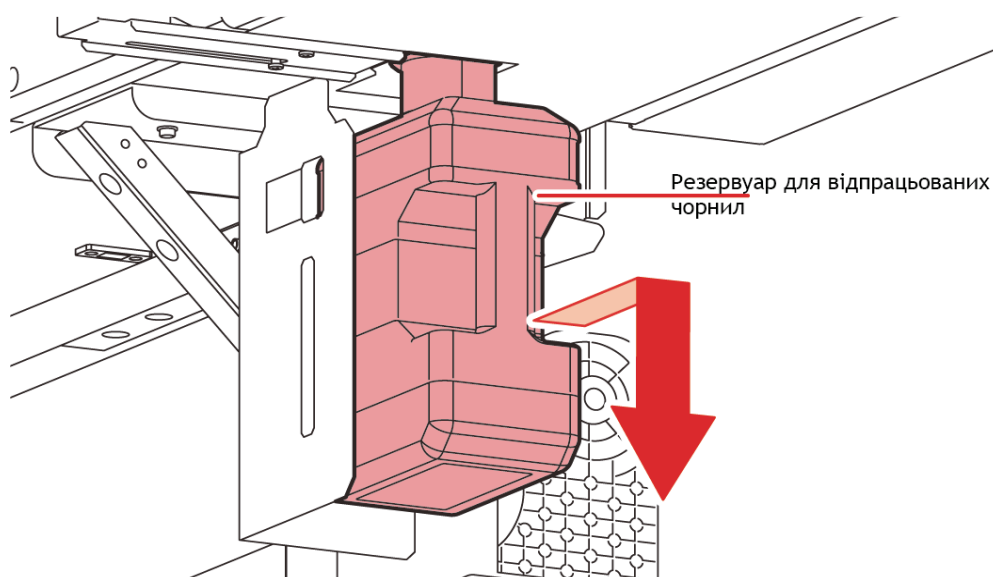


Рисунок 2.21 – Вилучення заповненої ємності з тримача плотера

Для забезпечення безпечної утилізації та запобігання забрудненню навколишнього середовища, вилучений повний бак необхідно щільно закрити герметичною кришкою (див. рис. 2.22). Тільки після герметизації ємність можна транспортувати до місця зберігання хімічних відходів.

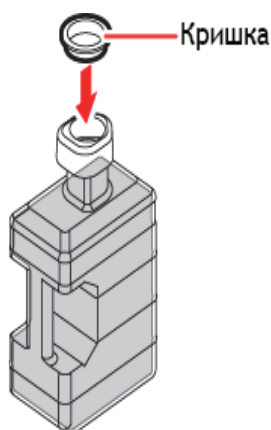


Рисунок 2.22 – Герметизація резервуару кришкою для подальшої утилізації

Далі технік готує новий порожній резервуар, який встановлюється на місце вилученого. Горловина нової ємності поєднується зі зливним патрубком плотера та надійно закріплюється у тримачі шляхом закручування за годинниковою стрілкою до повної фіксації (див. рис. 2.23).

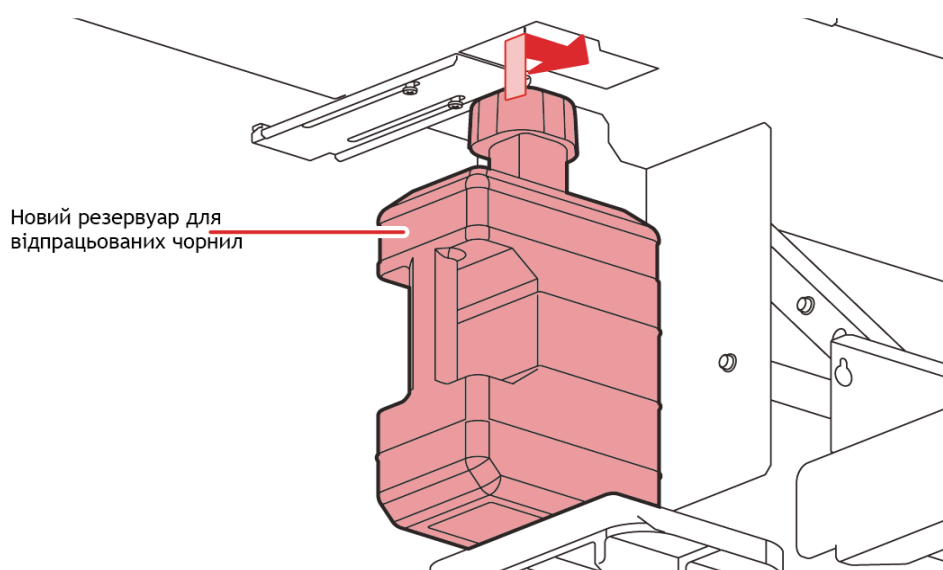


Рисунок 2.23 – Встановлення та фіксація нового порожнього резервуару

Після встановлення нового бака необхідно повернути обмежувач резервуару у вихідне положення, засунувши його до упору в корпус (див. рис. 2.24).

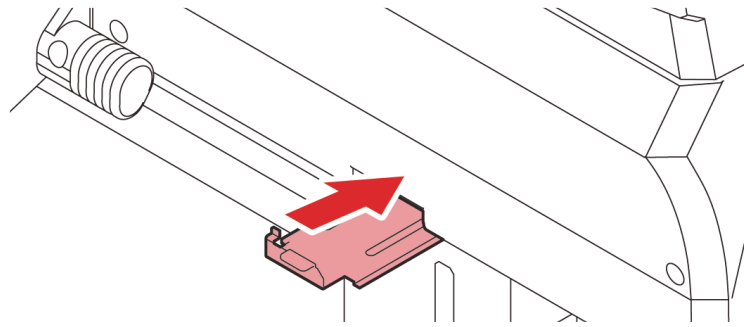


Рисунок 2.24 – Повернення фіксуючого обмежувача у робоче положення

Це забезпечує надійну механічну фіксацію вузла, запобігаючи його випадковому зміщенню під час вібрацій каретки. По завершенню механічних робіт технік повинен виконати програмне скидання лічильника відпрацьованих чорнил у сервісному меню пристрою. Ця операція дозволяє системі моніторингу розпочати новий цикл обліку об'єму рідини, що гарантує своєчасне отримання наступного сповіщення про заповнення резервуару.

### 2.2.5 Заміна леза різачка

Забезпечення високої якості автоматизованого розкрою носія потребує періодичного оновлення ріжучого елемента, що зношується в процесі тривалої експлуатації. Для виконання цієї операції каретку пристрою необхідно перемістити в зону обслуговування, розташовану на лівій стороні напрямної. Після позиціювання вузла в доступному для оператора положенні відкривається прямий доступ до механізму кріплення леза.

Процес демонтажу розпочинається з послаблення спеціального фіксуючого гвинта, який утримує ріжучий елемент у тримачі. Обертання гвинта проти годинникової стрілки дозволяє звільнити затискний механізм від механічного опору (див. рис. 2.25).

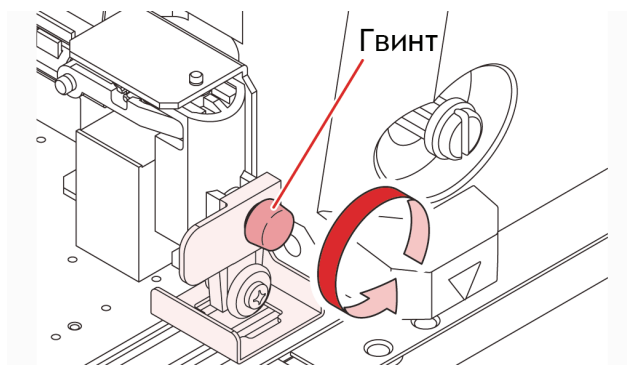


Рисунок 2.25 – Процес послаблення фіксуючого гвинта

Після викручування гвинта технік має можливість витягнути зношений різак із посадкового місця, зміщуючи його у напрямку від каретки (див. рис. 2.26). Під час вилучення компонента слід дотримуватися правил безпеки, оскільки лезо може зберігати гостроту на окремих ділянках.

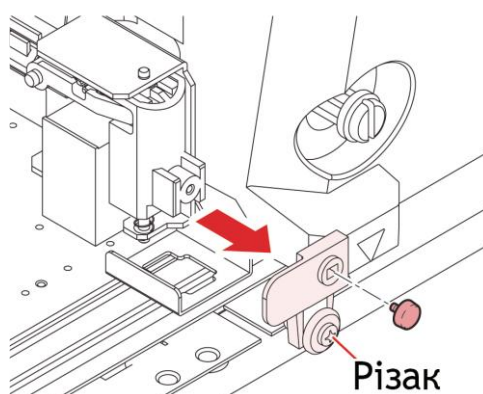


Рисунок 2.26 – Вилучення леза різачка з тримача

Встановлення нового леза проводиться у зворотній послідовності. Новий різак вставляється в паз тримача до повної посадки, після чого надійно закріплюється гвинтом.

Важливо переконатися у відсутності люфтів та перекосів, що забезпечує точність лінії розрізу під час виконання робочих завдань. Після завершення механічної фіксації каретка повертається у вихідне положення за допомогою відповідної команди на панелі керування.



система плотера не здатна стабільно фіксувати прозору поверхню, що потребує ручного введення параметрів ширини у відповідному меню.

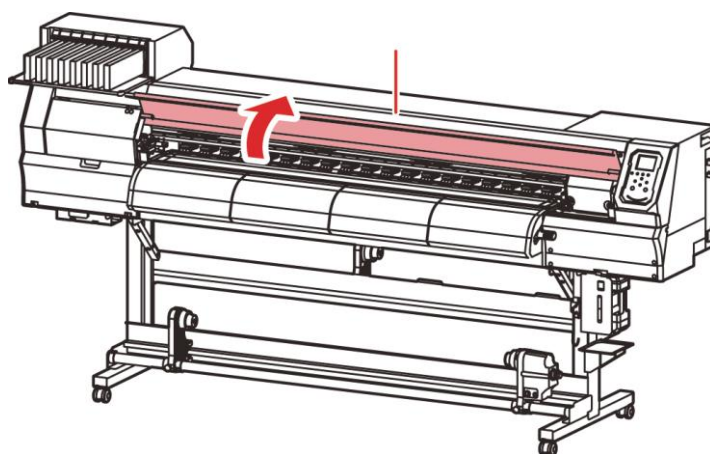


Рисунок 2.27 – Відкриття сервісних кришок

Проблеми із забрудненням зворотного боку носія свідчать про накопичення чорнила на робочому столі або на притискних пластинах. Це відбувається через друк без полів або неправильне налаштування вакуумного притиску, що призводить до розбризкування фарби повз край матеріалу.

Регулярне протирання поверхонь сервісним розчином та коригування потужності вакууму дозволяють усунути цей недолік. Своєчасна діагностика стану носія та правильне налаштування механічних вузлів подачі забезпечують безперебійну роботу обладнання та запобігають пошкодженню дороговартісної друкувальної головки під час її руху над матеріалом.

### 2.3.2 Усунення проблем із якістю друку

Виникнення дефектів під час формування зображення на плотері MIMAKI JV150-160 найчастіше проявляється у вигляді горизонтальних смуг, відсутності окремих кольорних фрагментів або розмитості контурів. Основним методом ідентифікації причин погіршення якості є аналіз контрольного відбитка, який дозволяє встановити стан кожного окремого ряду дюз друкувальної головки.

Якщо на тестовому шаблоні спостерігаються розриви ліній або їх повна відсутність, необхідно негайно припинити робочий процес та звернутися до функцій сервісного меню для запуску циклів очищення.

Поява рівномірних горизонтальних смуг вздовж усього полотна (ефект бендіну) (див. рис. 2.28) зазвичай свідчить про розсинхронізацію між швидкістю руху каретки та кроком подачі матеріалу. Усунення цього явища проводиться шляхом програмного коригування параметрів подачі носія, проте у випадках, коли калібрування не дає результату, причиною може бути фізичне забруднення робочих поверхонь. Накопичення ворсу або висохлого пігменту на гумовому скребку призводить до перенесення бруду на дюзову пластину, що спричиняє відхилення струменя чорнила від заданої траєкторії.

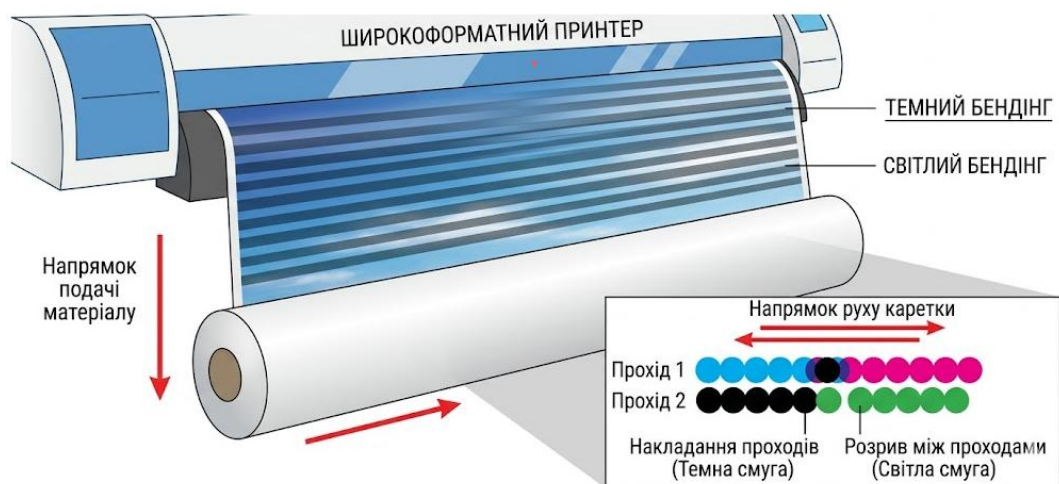


Рисунок 2.28 – Виникнення ефекту бендіну

Для виправлення ситуації проводиться заміна скребка або ретельне ручне очищення навколодюзової зони, доступ до якої відкривається через сервісні панелі пристрою.

Нечіткість дрібних деталей та поява чорнильного "туману" навколо об'єктів часто пов'язані з накопиченням статичного заряду на синтетичних матеріалах або неправильним налаштуванням висоти друкувальної головки. Для стабілізації якості слід перевірити коректність встановленого зазору між



Якщо описані дії не забезпечують бажаного результату, доцільно скористатися сервісними модулями утиліти «Optimize print quality». Діагностика якості друку проводиться згідно з алгоритмом, наведеним у додатку В, який починається з друку діаграми стану друкувальної головки.

У випадку виявлення дефектів у роботі сопел, таких як неповне заповнення ділянок або часткова відмова в роботі, необхідно ініціювати процедуру програмного жорсткого очищення, яка допускається не більше двох разів поспіль. При збереженні несправності можливе ручне очищення друкувальної головки безворсовою тканиною, змоченою у спеціалізованому очиснику.

У разі повторного виявлення дефектів на діаграмі стану після очищення, друкувальна головка підлягає заміні. Якщо ж діаграма є прийнятною, проте якість друку залишається незадовільною, необхідно виконати вирівнювання друкувальної головки та перевірити її вагу (понад 54 г для кольорових та 57 г для білих чорнил без урахування ковпачків та заглушок).

Невиконання цих нормативних вимог до маси є підставою для заміни головки, а у випадку збереження дефектів після всіх проведених процедур, причину слід шукати в системі подачі основи.

Для усунення проблем із якістю друку можна скористатись діагностичною схемою MIMAKI Control Print (див. рис. 2.29)

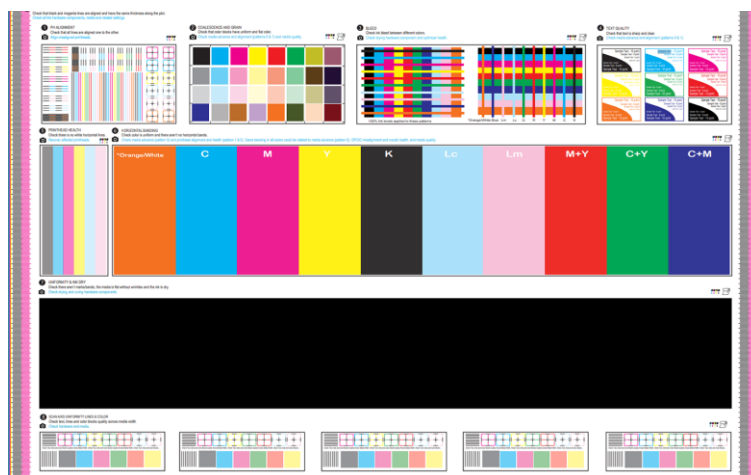


Рисунок 2.29 – Діагностична схема MIMAKI Control Print







### 3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою економічного розділу кваліфікаційної роботи є виконання економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності розробки проекту технічного обслуговування плотера Mimaki JV 150-160 і прийняття рішення про його подальше впровадження та використання.

Ці розрахунки вартості наукових досліджень та розробки виконується в декілька етапів:

- описати технологічний процес розробки із зазначенням трудомісткості кожної операції;
- визначити суму витрат на оплату праці основного і допоміжного персоналу, включаючи відрахування на соціальні заходи;
- визначити суму матеріальних затрат;
- обчислити витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей;
- розрахувати транспортні витрати;
- нарахувати суму амортизаційних відрахувань;
- визначити суму накладних витрат;
- скласти кошторис та визначити собівартість НДР;
- розрахувати ціну НДР;
- визначити економічну ефективність та термін окупності продукту;
- зробити висновок про доцільність розробки проекту щодо обслуговування плотера МІМАКІ JV150-160.

#### 3.1 Визначення стадій техпроцесу та загальної тривалості проведення НДР

Для визначення загальної тривалості проведення НДР доцільно звести у таблицю 3.1 дані витрат часу по окремих операціях технологічного процесу. Виконавцями стадій технологічного процесу будуть: керівник, інженер, технік

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		71

Таблиця 3.1 – Середній час виконання НДР та стадії (операції) технологічного процесу

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Прийом замовлення, діагностика, постановка задачі	інженер	1
2.	Сервісне обслуговування плотера	технік	1
3.	Заміна друкувальних головок	технік	0,5
4.	Очищення друкувальних головок	технік	0,5
5.	Очищення та змащування стрижня каретки	технік	0,5
6.	Заміна та заправлення чорнильних картриджів	технік	0,5
7.	Заміна скребу	технік	0,5
8.	Заміна резервуару для відпрацьованих чорнил	технік	0,5
9.	Заміна леза різачка		0,5
10.	Тестування та усунення проблем із носієм	технік	0,5
11.	Визначення та усунення проблем із якістю друку	технік	0,5
12.	Визначення та усунення проблем системи подачі чорнил	технік	0,5
13.	Тестування працездатності плотера	інженер	0,5
Разом			7,5

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу становить 6,5 години, з них 2 годин – робота інженера, 5,5 години – техніка

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		72

### 3.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соц. заходи

Оплата праці – грошовий вираз вартості і ціни робочої сили, який виступає у формі будь-якого заробітку, виплаченого власником підприємства працівникові за виконану роботу.

Заробітна плата працівника залежить від кінцевих результатів роботи підприємства, регулюється податками і максимальними розмірами не обмежується.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн} = T_c \cdot K_z, \quad (3.1)$$

де  $T_c$  – тарифна ставка, грн.;

$K_z$  – кількість відпрацьованих годин.

Виходячи з рекомендованих тарифних ставок встановимо таку ставку для інженера – 110 грн./год. а для техніка – 75 грн./год.

Отже, основна заробітна плата для:

– інженера  $Z_{осн1} = 110 \cdot 2 = 220$  грн.

– техніка  $Z_{осн3} = 75 \cdot 5,5 = 412,5$  грн.

Сумарна основна заробітна плата становить

$$Z_{осн} = 220 + 412,5 = 632,5 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод} = T_c \cdot K_z, \quad (3.2)$$

де  $K_{дод}$  – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1– 0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

– інженера  $Z_{дод1} = 220 \cdot 0,13 = 28,6$  грн.

– техніка  $Z_{дод3} = 412,5 \cdot 0,13 = 53,62$  грн.

Сумарна додаткова заробітна плата становить:

$$Z_{дод} = 28,6 + 53,6 = 82,22 \text{ грн.}$$

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		73

Звідси загальні витрати на оплату праці ( $V_{o.n.}$ ) визначаються за формулою:

$$V_{o.n.} = Z_{осн.} + Z_{доод} \quad (3.3)$$

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять:

$$V_{o.n.} = 632,5 + 82,22 = 714,72 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи. Відрахування на соціальні заходи становлять 22%. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$V_{c.z.} = \text{ФОП} \cdot 0,22, \quad (3.4)$$

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$V_{c.z.} = 714,72 \cdot 0,22 = 157,24 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/в	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додатк. заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпрац. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
	Інженер	110	2	220	28,6	-	-
	Технік	75	5,5	412,5	53,62	-	-
Разом				632,5	82,22	157,24	871,96

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 871,96 грн.

### 3.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{VI} = q_i \cdot P_i \quad (3.5)$$

де  $q_i$  – кількість витраченого матеріалу  $i$ -го виду;

$p_i$  – ціна матеріалу  $i$ -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{Bi} \quad (3.6)$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
1	Кольоровий картридж	шт.	6	1200	7200
2	Білий картридж	шт.	1	1320	1320
3	Картридж технічного обслуговування	шт.	1	1650	1650
4	Скреб (комплект)	шт	1	794	794
5	Резервуар для відпрацьованих чорнил	шт	1	205	205
6	Різак	шт	1	307	307
7	Набір безворсових сердеток	шт.	1	10	10
8	Комплект губок очисника з'єднань каретки	шт.	1	50	50
Р а з о м				-	11536

Отже, загальна сума матеріальних витрат на обслуговування плотера МІМАКІ JV150-160 становить 11536 грн.

										2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата							75

### 3.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S \quad (3.7)$$

де  $W$  – необхідна потужність, кВт;

$T$  – кількість годин роботи обладнання;

$S$  – вартість кіловат-години електроенергії.

Електроенергія при обслуговуванні даного плотера використовується на етапі 1, 2, 4, 10, 11 (див. табл. 3.1), сумарний час проекту технічного обслуговування складає 3,5 години. При цьому плотер споживає 0,5 кВт/год. Вартість 1 кВт/год. становить 15,94 грн.

Тому:

$$Z_e = 0,5 \cdot 3,5 \cdot 15,94 = 27,9 \text{ грн}$$

### 3.5 Визначення транспортних затрат

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8–10% від загальної суми матеріальних затрат.

$$T_B = Z_{\text{м.в.}} \cdot 0,08 \cdot 0,1 = 32,4 \text{ грн}, \quad (3.8)$$

де  $T_B$  – транспортні витрати.

Отже,

$$T_B = 11536 \cdot 0,09 = 1038,24 \text{ грн.}$$

### 3.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

В процесі використання основних фондів виконуються заходи що до їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

					2026.КВР.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		76

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення. Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів.

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%} \quad (3.9)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.;

$B_B$  – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

$H_A$  – норма амортизації, %;

$T$  – кількість годин роботи обладнання, год.

Оскільки для обслуговування використовується один ПК, вартість якого становить 27 000 грн., що працює 4,5 год., то амортизаційні відрахування становлять:

$$A = \frac{27000 \cdot 0,04}{150} \cdot 4,5 = 32,4 \text{ грн}$$

### 3.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати – це витрати, не пов'язані безпосередньо з технологічним процесом виготовлення продукції, а утворюються під впливом певних умов роботи по організації, управлінню та обслуговуванню виробництва.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_B = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (3.10)$$

де  $H_B$  – накладні витрати.

$$H_B = 714,72 \cdot 0,4 = 285,89 \text{ грн.}$$

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		77

### 3.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Кошторис витрат являє собою зведений план усіх витрат підприємства на майбутній період виробничо-фінансової діяльності.

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 - Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	в % до загального
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	714,72	5,18
Відрахування на соціальні заходи	157,24	1,14
Матеріальні витрати	11536	83,68
Витрати на електроенергію	27,9	0,15
Транспортні витрати	1038,24	7,53
Амортизаційні відрахування	32,4	0,24
Накладні витрати	285,89	2,07
Собівартість	13792,39	100

В таблиці 3.4 зазначено наступні види витрат: витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи, матеріальні витрати, витрати на електроенергію, транспортні витрати, амортизаційні відрахування, накладні витрати, тобто собівартість ( $C_B$ ) НДР розрахуємо за формулою:

$$C_B = V_{o.п.} + V_{c.п.} + Z_{m.в.} + Z_e + T_B + A + H_B \quad (3.11)$$

Отже, собівартість дорівнює  $C_B=13779,36$  грн.

### 3.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою:

$$Ц = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{ні}}{K} \cdot (1 + ПДВ) \quad (3.12)$$

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		78

де  $P_{рен.}$  – рівень рентабельності;

$K$  – кількість замовлень, од.;

$V_{i.н.}$  - вартість носія інформації, грн.;

$ПДВ$  – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Отже, ціна НДР становить:

$$Ц = 13792,39 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 21516,13 \text{ грн}$$

### 3.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ) і термін окупності (ТОК).

$$ЧТВ = -K_B + \sum_{i=1}^t \frac{\Gamma_B}{(1+i)^t} \geq 0, \quad (3.13)$$

де  $K_B$  – затрати на проект;

$\Gamma_B$  – грошовий потік за  $t$ -ий рік;

$t$  - відповідний рік проекту;

$i$  – величина дисконтної ставки (10-15%).

$$ЧТВ = -13792,39 + \frac{7\,723,74}{1 + 0,1} + \frac{7\,723,74}{(1 + 0,1)^2} + \frac{7\,723,74}{(1 + 0,1)^3} = 5415,4 \text{ грн}$$

Якщо  $ЧТВ \geq 0$ , то проект може бути рекомендований до впровадження.

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{OK} = T_{ПВ} + \frac{H_B}{\Gamma_{пр}} \quad (3.14)$$

де  $T_{ПВ}$  – період до повного відшкодування витрат, років;

$H_B$  – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		79

$G_{PP}$  – грошовий потік на початку року, грн..

$$T_{OK} = 2 + \frac{387,56}{7\,723,74} = 2,1$$

Всі дані внесемо в зведену таблицю 3.5 економічних показників.

Таблиця 3.5 – Економічні показники НДР

№п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	13792,39 грн.
2.	Плановий прибуток, грн.	7 723,74 грн.
3.	Ціна, грн.	21 516,13 грн.
4.	Чиста теперішня вартість	5415,4 грн.
5.	Термін окупності, рік	2,1

Загальна вартість обслуговування плотера МІМАКІ JV150-160 становить 21 516,13 грн., а термін окупності 2,1 року, що є хорошим показником. Таким чином, можна зробити висновок, що проведення робіт по обслуговуванню даного пристрою є доцільним та економічно вигідним..













утворення вибухонебезпечної газоповітряної суміші навколо апарата. Встановлення нових ємностей має супроводжуватися перевіркою надійності їх кріплення, щоб виключити проливання рідини на нагрівальні елементи або кабельні траси під час роботи.

На поліграфічній ділянці встановлюється сувора заборона на паління та використання відкритого вогню. Персонал повинен бути забезпечений первинними засобами пожежогасіння, зокрема вуглекислотними вогнегасниками (типу ВВК), які ефективні для гасіння електроустановок під напругою та горючих рідин без пошкодження високоточної електроніки плоттера. Шляхи евакуації та доступ до засобів пожежогасіння повинні бути завжди вільними, що забезпечується ергономічним плануванням робочого простору навколо обладнання. Дотримання встановленого протипожежного режиму дозволяє інтегрувати складні хіміко-технологічні процеси друку в загальну систему безпеки підприємства.

					2026.KBP.123.4.18.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		87

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження технологічних особливостей експлуатації, технічного обслуговування та забезпечення безпеки праці при роботі з широкоформатним плотером MIMAKI JV150-160. На основі аналізу конструкції пристрою та практичного досвіду його використання було сформульовано низку висновків щодо ефективного управління поліграфічним процесом.

Встановлено, що стабільність роботи друкувальної системи безпосередньо залежить від дотримання регламенту сервісних операцій. Виконання процедур очищення друкувальної головки, своєчасна заміна скребка (вайпера) та леза різачка є необхідними заходами для запобігання погіршенню якості відбитків.

Використання інтегрованої системи моніторингу чорнил дозволяє оператору ефективно контролювати залишки витратних матеріалів, уникаючи простоїв обладнання та потрапляння повітря в чорнильні тракти.

Детальний опис процедур усунення несправностей показав, що більшість дефектів друку, таких як ефект бендінгу або «косоструй», мають механічну або програмну природу і можуть бути нейтралізовані на етапі діагностики за допомогою тестових відбитків. Просторова відповідність між фізичними рядами дюз та їх відображенням на папері дозволяє точно локалізувати проблему та застосувати вибіркове очищення каналів, що економить час та сервісні ресурси.

У роботі обґрунтовано важливість дотримання метеорологічних умов та організації ефективної витяжної вентиляції. Робота з сольвентними чорнилами вимагає не лише технічної точності, а й суворого дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Кваліфікаційна робота містить економічну частину, з розрахунком собівартості робіт по обслуговуванні плотера, а також розділ, що описує питання охорони праці, та техніки безпеки при роботі з даним типом обладнання.

					2026.KBP.123.418.09.00.00 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		88







## Додаток Б. Характеристики навколишнього середовища для коректної роботи плотера

Таблиця Б.1 – Характеристики навколишнього середовища плотера

Тип	Значення
Діапазон відносної вологості для найкращої якості друку	40–60%, залежно від типу основи
Діапазон відносної вологості для друку	20–80%, залежно від типу основи
Діапазон температур для найкращої якості друку	20–25°C, залежно від типу носія
Діапазон температур для друку	15–30°C, залежно від типу носія
Діапазон температур (в неробочому режимі)	-15 – +55°C
Температурний градієнт	не більше 10°C/год.
Максимальна висота над рівнем моря під час друку	3000 м

Таблиця Б.2 – Акустичні характеристики плотера

Тип	Стан	Значення
Звуковий тиск	Printing (Друк)	55 дБ (А)
	Готовий (режим очікування)	38 дБ (А)
	Режим сну	< 20 дБ (А)
Потужність звуку	Printing (Друк)	7,5 Б (А)
	Готовий (режим очікування)	5,5 Б (А)
	Режим сну	< 4 Б (А)

## Додаток В. Алгоритм дій усунення проблем якості друку

