

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий видавничо-поліграфічний інститут
Кафедра машин та агрегатів поліграфічного виробництва**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ **Микола ЗЕНКІН**

« ____ » _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані поліграфічні
системи»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
на тему: «Дослідження самонакладу аркушевих офсетних друкарських
машин»**

Виконав:

Студент III курсу, групи СМ-21

Коротаєв Максим Олексійович _____

Керівник:

к.т.н доцент кафедри МАПВ

Шостачук Юрій Олександрович _____

Рецензент:

доцент каф. ТПВ, к.т.н., доцент

Зоренко Оксана Володимирівна _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий видавничо-поліграфічний інститут
Кафедра машин та агрегатів поліграфічного виробництва
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані поліграфічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Микола ЗЕНКІН
«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Коротаєв Максим Олексійович

1. Тема проєкту **«Дослідження самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин»**, керівник проєкту Шостачук Юрій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом по університету від «_26_»_травня 2025р. №1752-с2.
2. Термін подання студентом проєкту 13.06.2025
3. Вихідні дані до проєкту - У рамках дипломного проєкту було передбачено аналіз конструкцій самонакладів аркушевих офсетних друкарських машин, дослідження принципу роботи та оцінку впливу основних параметрів на стабільність подачі аркушів. Вихідними даними є технічні характеристики самонакладів машин Heidelberg (зокрема моделі Speedmaster XL 75), кінематичні та динамічні показники, параметри відокремлення аркуша, притискного зусилля та швидкісного режиму подачі. Суть проєкту полягає у вивченні особливостей конструкцій самонакладів, побудові математичних моделей процесу подачі аркушів, визначенні умов надійного відокремлення одного аркуша зі стопи, а також у розробленні технічних пропозицій щодо підвищення точності й ефективності роботи самонакладу. Результати аналізу лягли в основу вибору раціональних схем подачі та технічних удосконалень, що дозволяють зменшити ймовірність подвійної подачі, перекосу аркушів і підвищити якість друкарського процесу.
4. Зміст пояснювальної записки
 1. Вступ (актуальність, мета, об'єкт дослідження);
 2. Огляд і класифікація самонакладів аркушевих офсетних друкарських машин;
 3. Аналіз конструкції та принципу дії механізмів самонакладу;

4. Визначення параметрів, що впливають на стабільність подачі аркушів (кут нахилу стапеля, притискне зусилля, швидкість подачі);
 5. Динамічне моделювання процесу відокремлення аркуша;
 6. Пропозиції щодо удосконалення конструкції самонакладу (сенсорні системи, нові матеріали, геометрія елементів);
 7. Висновки;
 8. Використані джерела;
 9. Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

1. Лист 1. Загальний титульний плакат (тема, мета, завдання, структура проекту);
2. Лист 2. Схема принципу подачі аркушів у самонакладі (кінематична схема);
3. Лист 3. Схеми типів самонакладів: фрикційного, вакуумного, комбінованого;
4. Лист 4. Динамічна модель подачі аркуша (розрахункова схема, сили, траєкторії);
5. Лист 5. Графіки залежностей притискного зусилля та прискорення аркуша від кута нахилу стапеля (аналіз подвійної подачі);
6. Лист 6. Пропозиція технічного вдосконалення (наприклад, система сенсорного контролю подачі);
7. Лист 7. Специфікація та елементи модернізованого самонакладу (або збірка окремого вузла)

6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Пошук та нотування літературних джерел	06.03.2025	
2	Написання плану пояснювальної записки	30.04.2025	
3	Проходження переддипломної практики на підприємстві	14.04.2025-18.05.2025	
4	Написана основна частина диплому	18.05.2025-30.05.2025	
5	Розробка і втілення графічної частини	30.05.2025-06.06.2025	
6	Оформлення всіх позначень і файлів	12.06.2025	

Студент

Коротаєв Максим

Керівник

Юрій ШОСТАЧУК

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП СН 01.000	Пояснювальна записка	76	
3	A1	ДП СН 01.001	Мета і задача дослідження	1	
4	A1	ДП ТС 01.002	Плакат 2-ДП Стадії відокремлення аркуша у самонакладі офсетної друкарської машини	1	
5	A1	ДП КГ 01.003	Плакат 3-ДП Кінематичні схеми самонаклада з послідовною та каскадною подачею аркушів	1	
6	A1	ДП КГ 01.003С	Специфікація до плакату 3	1	
7	A1	ДП СН 01.004	Плакат 4 - ДП Схема розділення аркушів на столі самонакладу	1	
8	A1	ДП АН 01.005	Плакат 5 - ДП Графічна залежність притискового зусилля та прискорення аркуша від кута нахилу стапеля	1	
9	A1	ДП АН 01.006	Плакат 6 - ДП Графічна залежність зусилля притиску і прискорення аркуша від кута нахилу стапеля	1	
10	A1	ДП СН 01.007	Висновок	1	

				ДП СН 01.007		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Коротаєв М.О.				1	1
Керівн.	Шостачук Ю.О.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. МАПВ Гр. СМ-п21	
Консульт.						
Н/контр.						
Зав.каф.	Зенкін М.А.					

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Дослідження самонакладу аркушевих офсетних друкарських
машин»

Київ – 2025 року

РЕФЕРАТ

Коротаєв М. О.

«Дослідження самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин»

Пояснювальна записка до дипломного проєкту на здобуття ступеня бакалавра — Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», НН ВПІ, кафедра МАПВ, 2025. — 76 с., 19 рис., 9 табл., 32 джерела, 12 стор. додатків.

У дипломному проєкті проведено дослідження конструкції, принципу дії та особливостей роботи самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин. Самонаклад є одним із ключових елементів друкарської машини, що забезпечує точну, ритмічну й безперебійну подачу аркушів до друкарської секції.

Розглянуто класифікацію самонакладів, їхні основні типи — фрикційні, вакуумні, комбіновані — та проведено порівняльний аналіз їхньої ефективності. Особливу увагу приділено сучасним інноваційним рішенням, на прикладі моделі Heidelberg Speedmaster XL 75.

Виконано розрахунки динаміки подачі аркушів, розроблено математичні моделі та проведено комп'ютерне моделювання впливу конструктивних параметрів на стабільність подачі. Визначено вплив нахилу стапеля, сили притиску, зусиль відокремлення на точність реєстрації аркуша. Запропоновано конструктивні вдосконалення, серед яких — впровадження сенсорних систем, зміна геометрії елементів, застосування зносостійких матеріалів.

Результати дослідження дозволяють підвищити надійність та ефективність подачі аркушів, зменшити ймовірність збоїв і браку, що особливо важливо для високошвидкісного офсетного друку.

Ключові слова: самонаклад, офсетна друкарська машина, аркушеподавальний пристрій, подача аркушів, вакуумна система, притискне зусилля, комп'ютерне моделювання, реєстрація.

ABSTRACT

Korotaiev M. O.

"Study of the Feeder System in Sheet-Fed Offset Printing Machines"

Explanatory Note to the Bachelor's Degree Project — Kyiv, NTUU "Igor Sikorsky KPI", Educational and Research Institute of Publishing and Printing, Department of Printing Machinery and Automated Complexes, 2025. — 73 pages, 19 figures, 9 tables, 32 references, 12 pages of appendices.

This project investigates the design, operation principles, and functional characteristics of the feeder system in sheet-fed offset printing presses. The feeder (samonaklad) is a vital component that ensures the accurate, rhythmic, and uninterrupted delivery of sheets into the printing section.

The project provides a classification of feeder types — friction, vacuum, and combined — and analyzes their performance. Special attention is given to innovative solutions implemented in modern machines, exemplified by the Heidelberg Speedmaster XL 75.

Dynamic models of sheet feeding were developed and simulated, assessing how geometric and mechanical parameters affect performance. Particular focus was placed on the influence of pile angle, separation force, and pressing pressure on sheet registration accuracy. Based on this, structural improvements are proposed, including the use of sensor-based monitoring, geometry optimization, and wear-resistant materials.

The proposed solutions aim to enhance feeder reliability and efficiency, minimize faults and waste, and support the demands of high-speed offset printing.

Keywords: feeder, offset printing machine, sheet feeding mechanism, vacuum system, pressing force, mathematical modeling, registration accuracy, digital printing control.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ САМОНАКЛАДУ АРКУШЕВИХ ОФСЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН	11
1.1. Призначення та функції самонакладу в офсетних машинах	11
1.1.1 Загальні відомості	11
1.1.2 Значення та особливості модуля самонакладу аркушевих друкарських машин	13
1.2. Аналіз конструкції механізмів самонакладу аркушевих друкарських машин	18
1.3 Основні вимоги до самонакладу аркушевих друкарських машин.....	21
1.4 Порівняльний аналіз інноваційних рішень у самонакладах: приклад Heidelberg Speedmaster XL 75	24
1.5 Висновки до розділу 1	30
2. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТАБІЛЬНУ РОБОТУ САМОНАКЛАДА ТА ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	32
2.1. Загальні відомості	32
2.2. Характеристики задруковуваних матеріалів	35
2.3. Фактори, що впливають на подачу та транспортування листового матеріалу у процесі відокремлення та подачі листів	39
2.4. Розрахунок швидкості подачі аркушів і синхронізації з друкарським процесом	42
2.5. Забезпечення стабільності температурного режиму в аркушевих офсетних друкарських машинах для підвищення ефективності роботи самонакладу	46
Висновки до Розділу 2	49
3. Розрахунок механізму відокремлення та підйому листа на самонакладі	51
3.1 Рішення задачі про неподачу аркуша	51
3.2.Рішення питання множинної подачі	52
3.3. Вплив нахилу стапелю на процес відокремлення листа	55
3.4. Умова роботи самонакладу без подачі подвійного аркуша	58
Висновки до Розділу 3	60
ВИСНОВКИ.....	62
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	64
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Конкуренція на поліграфічному ринку, викликана збільшенням кількості приватних поліграфічних підприємств, ставить перед галуззю завдання підвищення вимог до якості продукції та зниження її собівартості. У зв'язку з цим зростають і технологічні вимоги до поліграфічного обладнання. Високий технічний рівень та ефективність використання обладнання значною мірою залежать від його якості, надійності у роботі та довговічності.

Усе це повною мірою стосується й друкарських машин. У більшості випадків аркушеві друкарські машини працюють в автоматичному режимі, що забезпечується роботою самонакладів. Саме тому якість друкованої продукції, виготовленої на такому обладнанні, безпосередньо залежить від стабільності та надійності системи подавання аркушів.

Сучасна поліграфічна галузь характеризується високим рівнем конкуренції, що зумовлює необхідність постійного підвищення якості продукції, зниження собівартості та вдосконалення технологічного оснащення. В умовах стрімкого розвитку поліграфічного ринку й зростання попиту на поліграфічну продукцію, особливо комерційного, пакувального та рекламного призначення, ключову роль відіграє технічна досконалість друкарського обладнання.

Однією з важливих ланок у структурі аркушевих офсетних друкарських машин (ОДМ) є самонаклад (СН) — пристрій, який забезпечує подачу аркушів зі стопи до друкарських циліндрів з визначеною точністю та ритмічністю. Надійність і стабільність роботи самонакладу істотно впливають на якість друку, точність приводки зображення, а також продуктивність друкарського процесу в цілому.

На сьогодні більшість аркушевих офсетних машин працюють в автоматичному режимі. Особливо актуальними є питання стабільної подачі аркушів при зміні параметрів матеріалу, що подається, забезпечення точності та

усунення подвійної подачі. Незважаючи на поширеність пневматичних самонакладів, практика їх використання вказує на наявність технічних обмежень, пов'язаних з нестабільною роботою при подачі тонких, легких або нестандартних аркушів, а також залежність від конструктивних особливостей та налаштувань механізмів.

Актуальність дослідження полягає в необхідності комплексного аналізу конструкцій самонакладу, визначення впливу їх технічних параметрів на робочі характеристики та розроблення практичних рекомендацій щодо вдосконалення конструкцій задля підвищення надійності, точності та ефективності подачі аркушів у зону друку.

Метою дипломного проєкту є дослідження конструктивних і динамічних параметрів самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин, виявлення основних чинників, що впливають на стабільність подачі аркушів, а також розроблення пропозицій щодо вдосконалення механізмів подачі відповідно до вимог сучасного поліграфічного виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- здійснити огляд існуючих типів самонакладів і класифікацію їх конструкцій;
- дослідити вплив технічних параметрів СН на стабільність та точність подачі аркушів;
- проаналізувати динамічні та кінематичні характеристики механізмів подачі;
- виконати розрахунки навантажень і сил інерції, що діють у процесі подачі;
- запропонувати конструктивні вдосконалення механізмів СН із урахуванням сучасних вимог поліграфічного виробництва;
- оцінити вплив впровадження нових технічних рішень на якість і продуктивність друку;
- сформулювати загальні висновки та надати практичні рекомендації.

Об'єкт дослідження — самонаклад аркушевої офсетної друкарської машини.

Предмет дослідження — конструктивні та технологічні параметри СН, що впливають на стабільність, ритмічність і точність подачі аркушів.

Методи дослідження включають аналіз технічної літератури, патентний пошук, порівняння конструктивних рішень, інженерні та кінематичні розрахунки, а також комп'ютерне моделювання динаміки подачі аркушів

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ САМОНАКЛАДУ АРКУШЕВИХ ОФСЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН

1.1. Призначення та функції самонакладу в офсетних машинах

1.1.1 Загальні відомості

Історично конструкції самонакладів еволюціонували разом із розвитком друкарських машин. Якщо у 70–80-х роках ХХ століття механізми майже не змінювалися, лише вводилося автоматичне керування, то з 90-х років відбувся прорив — активно впроваджувалася мікроелектроніка, що суттєво змінила структуру обладнання. Саме в цей період було запатентовано багато рішень, зокрема у сфері фрикційних самонакладів[1, 6, 5].

Сучасна поліграфічна галузь характеризується високим рівнем конкуренції, що зумовлює необхідність постійного вдосконалення друкарського обладнання. Зростаюча конкуренція між виробниками друкарських машин спричиняє постійний пошук кращих інженерних рішень. Кожна компанія прагне забезпечити максимальну якість, надійність і універсальність своєї техніки. Тому на ринку з'являються машини нового покоління — точніші, швидші, енергоефективніші[2, 5, 26].

Як представник унікального класу друкарських машин Peak Performance, Speedmaster XL 75 розроблений для досягнення найвищої якості продукції з максимальною економічною ефективністю[12, 26]. Машина універсальна і може використовуватися як для друку рекламної продукції та акциденції, так і у виробництві упаковки та етикеток. Всі компоненти XL 75, від самонакладу до приймання, створені для швидкого, якісного та продуктивного друку. Оскільки машина задає новий стандарт у половинному форматі, вона дозволяє друкарні досягти успіху на сучасному динамічному ринку, що характеризується жорсткою конкуренцією [26].

Офсетні аркушеві машини (ОДМ) становлять один із найпоширеніших типів друкарського обладнання, призначеного для виготовлення високоякісної поліграфічної продукції. Ці машини поділяються на одно фарбові та багато фарбові, з одним або кількома друкарськими секціями, що працюють послідовно. Їх конструкція включає самонаклад, друкарську секцію, сушильні пристрої, системи керування та транспортування аркушів. Основу роботи становить принцип непрямого перенесення зображення з форми через офсетний циліндр[12, 2].

Самонаклад — це один із найважливіших вузлів ОДМ, який забезпечує точну та стабільну подачу аркушів паперу до друкарської секції. У класичній схемі офсетного друку аркуш спочатку відділяється зі стопи, вирівнюється за положенням і орієнтацією, а далі транспортується до друкарських циліндрів, де відбувається процес друку. При цьому надзвичайно важливо, щоб кожен аркуш надходив з точною синхронізацією у часі та просторі, оскільки навіть незначне відхилення може призвести до порушення суміщення кольорів або дефектів відбитка[2,5].

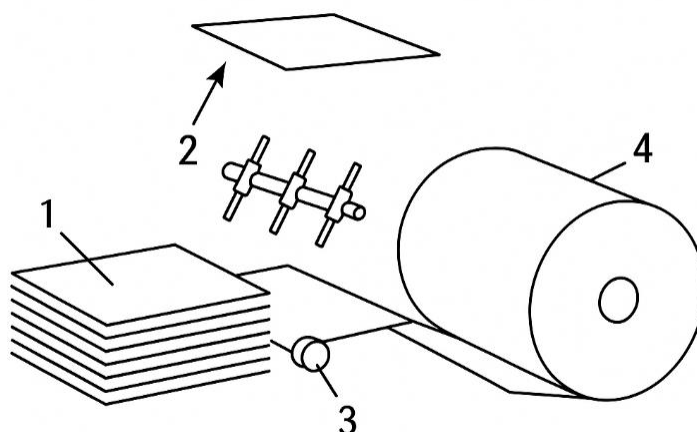


Рисунок 1.1. Схематичне зображення самонакладу

1 — стопа аркушів, 2 — пристрій відділення, 3 — аркуш, 4 — рулон друкарської машини.

У завдання самонакладу входить не лише відділення аркушів зі стопи, але й їх орієнтація, стабілізація положення, а також компенсація можливих коливань

у русі, що виникають під час подачі. Для цього у складі самонакладу зазвичай виділяють декілька функціональних зон: підйом стопи, механізм відокремлення аркуша, систему вирівнювання та транспортування до друкарської частини. Ефективність роботи самонакладу залежить від конструкції захоплювальних пристроїв, точності систем контролю положення, типу паперу, його формату, щільності, а також від динамічних характеристик усієї подавальної системи[5,6,27]

1.1.2 Значення та особливості модуля самонакладу аркушевих друкарських машин

Модуль самонакладу (СН) є ключовим елементом у структурі аркушевої офсетної друкарської машини (ОДМ), від функціонування якого значною мірою залежить якість та стабільність усього технологічного процесу друку. Основне його призначення полягає у відокремленні аркушів з паперової стопи, їх вирівнюванні, орієнтації та подачі до друкарської частини з високою точністю у визначений момент часу[2, 5].

У системі друкарської машини СН виконує низку критично важливих функцій:

- забезпечення безперервного та ритмічного живлення друкарського агрегату;
- виключення подвійної подачі або пропуску аркушів;
- забезпечення точного суміщення аркуша відносно формного циліндра (ФЦ);
- адаптація до різних форматів та щільностей паперу, що подається[12].

На сучасному етапі розвитку поліграфічної техніки значна увага приділяється не лише точності механічних елементів СН, але й рівню автоматизації процесів подачі аркушів. Зокрема, актуальним є застосування сенсорних систем, цифрових індикаторів положення, пневматичних та електромагнітних виконавчих механізмів, а також програмованих логічних контролерів (PLC), що забезпечують адаптивне керування режимами роботи[12, 27].

Такий підхід дозволяє автоматично налаштовувати параметри подачі залежно від характеристик матеріалу, змінювати режими відповідно до швидкості машини, здійснювати самодіагностику вузлів і своєчасне виявлення збоїв. Інтеграція СН з системами цифрового керування (наприклад, за протоколами CIP3/CIP4) забезпечує узгодження подачі з графіком друку та стандартизацію процесу відповідно до міжнародних вимог якості.

Відхилення у роботі СН можуть спричиняти суттєві порушення у приводці зображення, виникнення зсувів, дефектів накладання, зниження чіткості контуру або спотворення кольорового балансу. Це безпосередньо впливає на якість продукції, економічні втрати друкарні та збільшення відходів[5, 12].

Відхилення у роботі СН призводять до порушень приводки, виникнення зсувів або накладень зображення, зниження якості поліграфічної продукції (ПП), а також втрат продуктивності. Тому на сучасному етапі розвитку поліграфічної техніки велике значення має не лише механічна точність елементів СН, але й автоматизація процесів регулювання та контролю. Для цього активно впроваджуються сенсорні системи, програмовані логічні контролери (PLC), що забезпечують адаптивну зміну режимів подачі в залежності від характеристик друкованого матеріалу та швидкості роботи ОДМ.

З конструктивної точки зору, модуль СН включає кілька чітко виражених функціональних зон, кожна з яких виконує окреме завдання:

- Зона підйому стопи — забезпечує підтримання постійної висоти аркушів у зоні захоплення за допомогою сервоприводів або гідравлічних механізмів;
- Механізм відокремлення аркуша — здійснює ініціацію руху верхнього аркуша зі стопи, найчастіше з використанням вакуумних присосок, фрикційних роликів або комбінованих систем;

– Зона вирівнювання та орієнтації — забезпечує точне позиціонування аркуша у фронтальному та боковому напрямках за допомогою реєстраційних упорів;

– Транспортувальна система — виконує безударне переміщення аркуша до друкарського циліндра, зазвичай за допомогою ременів або ланцюгових конвеєрів із синхронізованими захватами.

Ці зони тісно взаємодіють, і від їхньої узгодженої роботи залежить точність реєстрації, мінімізація механічних коливань і забезпечення стабільної подачі аркушів на високих швидкостях.

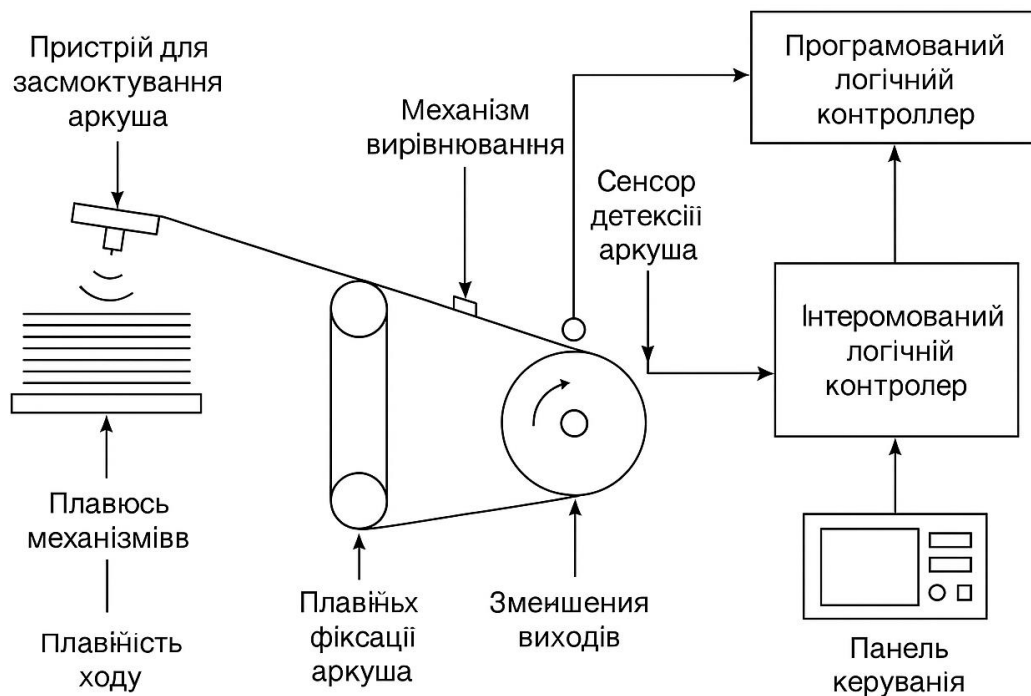


Рисунок 1.2 – Функціональні зони модуля самонакладу аркушевої ОДМ

Параметри ТС СН, зокрема точність механізмів, плавність ходу, сила відокремлення та надійність фіксації аркуша — визначають рівень адаптації машини до високошвидкісного друку та зменшення відходів. Крім того, у межах концепції автоматизованого виробництва актуальним є інтегрування СН з цифровими системами керування ПУ та стандартизованими інтерфейсами (наприклад, СІР3) для узгодження режимів подачі з графіком друку.

Враховуючи велику різноманітність обладнання, в якому застосовуються самонаклади, технологічні вимоги та конструктивні особливості, виникає необхідність їх класифікації за принципом дії, схемою подачі та типом приводу. За способом виникнення сили, що відокремлює аркуш, СН поділяють на фрикційні, вакуумні, комбіновані та електростатичні. Найпоширенішими є фрикційні та вакуумні системи, кожна з яких має свої переваги та обмеження, що представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Порівняння типів самонакладу

Тип самонакладу	Принцип дії	Переваги	Недоліки	Застосування
Вакуумний	Відокремлення аркушів шляхом створення розрідження (вакууму) через присоски або сопла	Висока точність, можливість роботи з тонкими аркушами	Складність конструкції, потреба у вакуумному насосі	Високошвидкісні офсетні машини
Електростатичний	Відокремлення аркушів за допомогою електростатичного поля	Відсутність механічного контакту	Обмежене застосування, залежність від вологості та товщини паперу	Дослідні установки, вузькоспеціалізовані області
Комбінований	Поєднання фрикційного та вакуумного способів подачі	Універсальність, гнучке налаштування	Вища складність, потреба у точній синхронізації	Універсальні машини для широкого спектру матеріалів

Тип самонакладу	Принцип дії	Переваги	Недоліки	Застосування
Фрикційний	Відокремлення аркушів за допомогою обертових роликів або коліс з високим коефіцієнтом тертя	Простота конструкції, невисока вартість, надійність при товстих аркушах	Підвищений ризик подвійної подачі, обмеження по типу паперу	Малотиражні машини, друк на картоні

Сучасні самонаклади, особливо у високотехнологічних моделях (Heidelberg Speedmaster, Komori Lithrone, Roland 700 тощо), мають розширені функції автоматизації — самоналаштування, діагностика збоїв, контроль подачі й інтеграція з цифровими системами керування. Завдяки цьому досягається висока точність, стабільність та безперервність подачі аркушів, що критично важливо при роботі з високими швидкостями та підвищеними вимогами до якості[12, 27].

Таким чином, модуль СН відіграє визначальну роль у забезпеченні стабільності, точності та ефективності роботи ОДМ, і його удосконалення є одним із пріоритетних напрямів розвитку поліграфічного машинобудування., точність та якість усього друкарського процесу. Він здійснює подачу аркушів зі стопи до друкарських циліндрів з дотриманням точної реєстрації, унеможливорює подвійну подачу, перекося та затримки. Особливу увагу приділяють синхронізації подачі, роботі сенсорів та точності фіксації аркуш[27]

1.2. Аналіз конструкції механізмів самонакладу аркушевих друкарських машин

Самонаклади аркушевих офсетних друкарських машин (ОДМ) істотно відрізняються за конструктивним виконанням і принципами дії залежно від типу поліграфічного обладнання та конкретного виробника. У традиційних ОДМ найчастіше застосовуються фрикційні або вакуумні механізми подачі аркушів. Такі пристрої зазвичай включають у себе захоплювальні елементи, системи орієнтації та вирівнювання аркушів, а також транспортні механізми, які забезпечують переміщення аркуша до зони друку[2, 6, 5].

У подібних конструкціях особливого значення набуває точне налаштування всіх контактних зон між механізмами захоплення й орієнтації. Від цього залежить стабільність подачі та запобігання зміщенню аркушів. Конструкція самонакладу (СН) повинна враховувати динаміку руху аркушів, можливість обробки матеріалів різної щільності та форматів, а також синхронізацію з фарбовими і друкарськими циліндрами (ФЦ). Крім того, сучасні моделі мають включати функціональні можливості автоматичної перевірки подачі, контролю подвійного аркуша та точного вирівнювання за краями[5, 27].

Дослідження [5, 6] свідчать, що не лише тип механізму, а й конструкційні матеріали, точність роботи захоплювачів, а також геометрія вирівнювальних пристроїв відіграють вирішальну роль у забезпеченні стабільної подачі, особливо в умовах високошвидкісного технологічного процесу (ТП).

Підвищення швидкості роботи аркушевих ротаційних друкарських машин, а також різноманіття варіантів компонування їх друкарських секцій, зумовило появу складніших самонакладів. У таких системах додатково застосовуються пристрої для заряджання стапеля на ходу машини, нижні форгрейфери з рухомою головкою, листоприскорювальні циліндри, а також механізми попереднього вирівнювання листів. Це дозволяє забезпечити точну, ритмічну й

безперервну подачу навіть при роботі на швидкостях понад 15–18 тис. арк./год[26, 28].

У конструкціях самонакладів новітніх моделей, зокрема Peak Performance, Speedmaster XL 75, Roland та Komori, реалізовані модулі самоналаштування з цифровою корекцією режимів подачі аркушів у реальному часі. Ці машини інтегруються з автоматизованими системами керування (наприклад, Prinect Press Center або Print Manager), які забезпечують точну синхронізацію механізмів подачі, виявлення подвійного захоплення, вібрації чи зміщення аркуша на ходу. Завдяки цьому досягається стабільна якість реєстрації зображення навіть під час тривалих друкарських процесів[12, 26, 27].

У деяких ротаційних аркушевих машинах використовуються пневматичні плоскостапельні самонаклади, в яких відокремлення аркушів здійснюється з верхньої частини стопи за допомогою вакуумних присосок або обертових роликів. Для зменшення кількості перезарядок стапеля такі самонаклади виготовляються високостапельними — з висотою до 170 см і ємністю 8–15 тис. аркушів. Іноді реалізується можливість зміни стопи без зупинки машини.

Таблиця 1.2 — Порівняння типів самонакладу

Тип самонакладу	Переваги	Недоліки	Приклади моделей машин
Фрикційний	Простота конструкції; дешевизна; легке обслуговування	Обмежена точність; підвищений знос при високих швидкостях	Dominant 715, Ryobi 520
Вакуумний	Висока точність; можливість роботи з тонким матеріалом	Складніша конструкція; вища вартість	Heidelberg SM 74, Komori Lithrone S29

Тип самонакладу	Переваги	Недоліки	Приклади моделей машин
Комбінований	Поєднання гнучкості вакууму та сили тертя	Висока складність керування	Manroland R700, RMGT 920

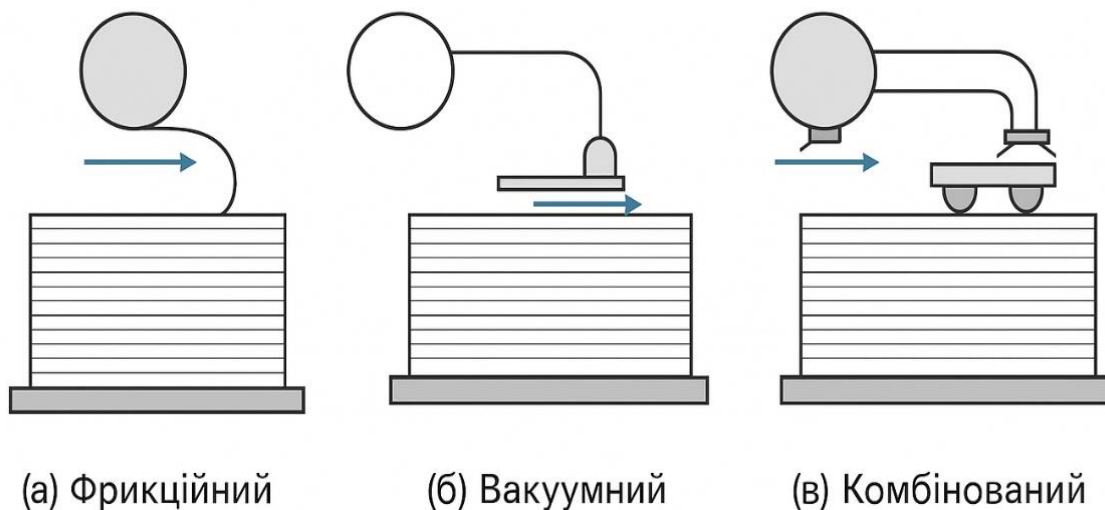


Рисунок 1.3. Типи самонакладів: а — фрикційний; б — вакуумний; в — комбінований

На рисунку 1.4 схематично зображено дії сил при відокремленні аркуша у самонакладі. Для підвищення ефективності захоплення, поверхню фрикційних роликів облицьовують гумовими елементами, що збільшують коефіцієнт зчеплення. При зміщенні вперед кромка аркуша захоплюється роликами та синхронно вводиться в зону друку[5,28].

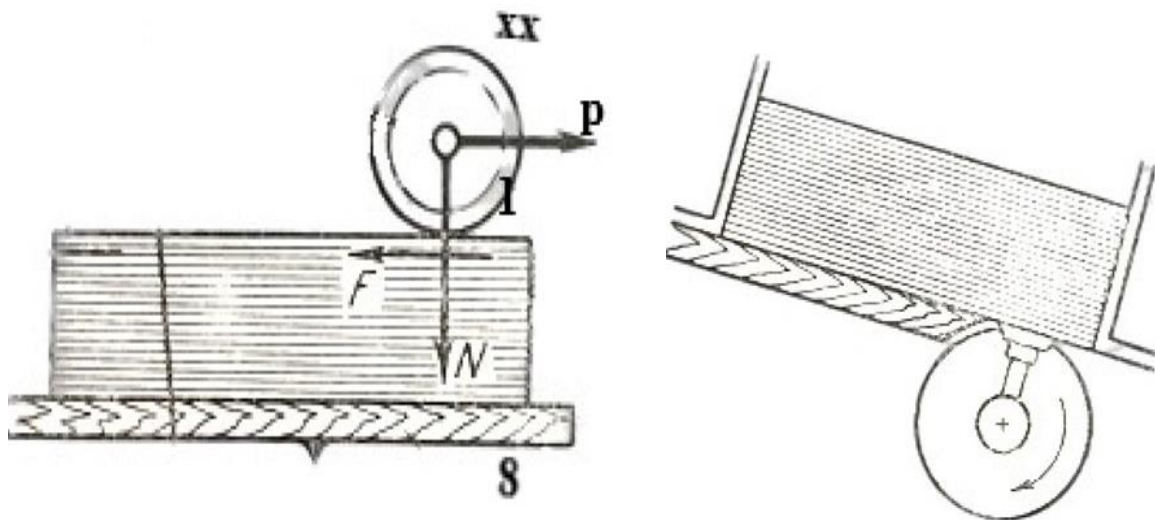


Рисунок. 1.4 - Принципова схема дії сил при відокремленні листа на самонакладі

Для збільшення зчеплення роликів з відокремлюваним листом і збільшення коефіцієнта , поверхню роликів облицьовують гумою. При зміщенні передня кромка відокремленого листа захоплюється гумовими роликами 4 і передається в друкарську секцію. Підйом стопи в міру зменшення листів здійснюється переміщенням стапельного столу 8[28].

Значно рідше застосовуються плоскостапельні самонаклади з відділенням нижніх листів присосами, що обертаються. Вони допускають безупинне завантаження стапеля листами на ходу машини і розподіляються по швидкості роботи до 200-400 відбитків на хвилину . Але не-висока точність і мала потреба подачі листів обмежується їх використання. Вони застосовуються лише у спеціалізованих друкарських системах для однофарбового друку на конвертах, обгортках тощо[6, 5].

1.3 Основні вимоги до самонакладу аркушевих друкарських машин

Самонаклади аркушевих офсетних друкарських машин (ОДМ) є важливим конструктивним елементом, який забезпечує безперервну, точну та ритмічну подачу аркушів до друкарської секції. Від їхньої роботи значною мірою залежить якість друку, точність приводки зображення та загальна продуктивність

поліграфічного обладнання. Для забезпечення стабільної роботи самонакладу висувається комплекс технічних, конструктивних та експлуатаційних вимог.

Серед основних вимог можна виділити такі: забезпечення точної подачі аркушів різного формату та товщини; робота без пошкодження країв та поверхні аркуша; підтримка тривалої безперервної роботи з можливістю поповнення стопи під час роботи машини; автоматичне вимикання системи у разі виникнення збоїв, подвійної подачі або пропусків аркушів.

У сучасних самонакладах ці функції реалізуються за допомогою вбудованих сенсорів контролю подачі, пневматичних або електронних механізмів захисту від подвійного аркуша, а також самодіагностичних модулів, що дозволяють виявляти порушення без зупинки машини. Система самонакладу зобов'язана забезпечувати не лише стабільність подачі, а й здатність адаптації до змінних умов виробництва — наприклад, до зміни сорту паперу, товщини або формату.

Враховуючи велику різноманітність обладнання, у якому застосовуються самонаклади, різні технологічні вимоги, безліч схем побудови таких механізмів, виникає проблема їх класифікації. Для її вирішення було проведено патентний пошук та проаналізовано різні конструкції, зокрема фрикційних самонакладів.

Залежно від призначення та необхідних технологічних характеристик, фрикційний самонаклад може мати верхнє або нижнє розташування подаючої ланки. Серед важливих характеристик варто відзначити можливість завантаження під час роботи, спосіб створення сили тертя (фрикційний, вакуумний або електростатичний), принцип подачі (послідовний або ступеневий), а також конструкційні особливості механізмів (наприклад, використання роликів, ременів, присосок).

У високопродуктивних системах особливу увагу приділяють захисту поверхні аркуша від механічних пошкоджень. Для цього використовують гумові покриття захватів, оптимізовані щітки, антистатичні пристрої та прецизійні

вакуумні сопла. Принциповою вимогою є мінімізація можливості перекосу або затримки аркуша в потоці, що реалізується за допомогою адаптивного контролю траєкторії подачі.

Вимоги до самонакладів включають:

1. Забезпечення точної, надійної, без перекосів подачі аркушів різного формату (товщина 0,03–0,8 мм, маса 30–800 г/м²);
2. Збереження структури поверхні аркуша, відсутність пошкоджень країв або змазування вже нанесеного зображення;
3. Безперервну роботу з можливістю поповнення стопи під час друку;
4. Автоматичне вимикання системи при порушеннях подачі (наприклад, подвійна подача, пропуски тощо) [26].

У моделях останнього покоління ця функція реалізується за рахунок застосування оптичних, ультразвукових та пневматичних датчиків, які в реальному часі фіксують наявність аркуша, перевіряють його товщину й положення на шляху подачі матеріалу. У разі збою система автоматично блокує подачу та подає сигнал оператору [12, 26, 5].

Типи самонакладів, що розрізняються принципом дії, розташуванням стопи, способом установки, подачі й відділення аркушів, представлено у схемах (див. рисунок 1.3). Детальний розгляд окремих схем фрикційних і пневматичних самонакладів свідчить про важливість правильної конструкції — наприклад, застосування обмежувачів, щіток, сопел, присосок, що забезпечують точну подачу навіть при високих швидкостях. Особливої уваги потребують високошвидкісні машини, де використовується ступенева подача аркушів із перекриттям, що дозволяє збільшити продуктивність без втрати якості [28].

Таким чином, сучасний самонаклад повинен відповідати не лише базовим вимогам надійності, а й бути високотехнологічним модулем, здатним працювати

в умовах змінних технологічних параметрів, забезпечувати точну інтеграцію з електронною системою керування машини та гарантувати відсутність браку за будь-яких режимів експлуатації.

1.4 Порівняльний аналіз інноваційних рішень у самонакладах: приклад Heidelberg Speedmaster XL 75

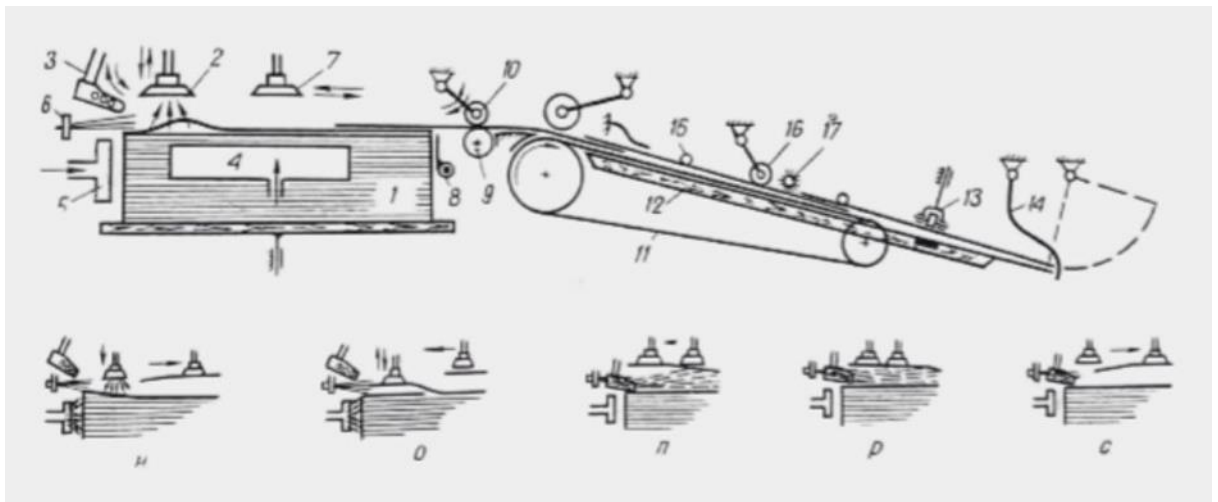


Рисунок 1.5 - Speedmaster XL 75

В інших конструкціях фрикційні ролики 1 (сх. б) обертаються реверсивно: спочатку за стрілкою А, виводячи верхній лист з-під планки 2 і опускаючи його зі стопи шляхом ковзання по притискному боку 3, а потім у зворотному напрямку — для подачі листа в пару 4, 4'. Крім роликів 1 використовують також неперервні фрикційні реміні або стрічки (сх. в). Всі ці самонаклади характеризуються небажано механічним впливом на поверхню листів, особливо чутливих до їх товщини і сорту матеріалу і недостатньо надійні при високих швидкостях роботи[6, 28].

Самонаклади з відділенням від стопи нижніх листів (сх. д, е) або від вертикальної стопи передніх листів (сх. з, и) обертовими вакуумними або фрикційними валиками (сх. г, д, л), роликами, ремінями або стрічками (сх. е) через низьку точність і малу надійність подачі листів застосовуються лише в

малоформатних машинах, призначених для друкування на конвертах, картках, конторських бланках і т. п. продукції. Перевага цих самонакладів у тому, що вони допускають безперервне завантаження листами на ходу машини [5, 6].

Найбільше поширення отримали пневматичні самонаклади з відділенням верхніх листів присосами 1 (сх. ж). Для малопродуктивних машин вони розраховуються на послідовну подачу листів з інтервалом Δp (сх. и), а для швидкохідних — на ступеневу, при якій листи рухаються з перекриттям Δc (сх. к). Можливість роботи машини з підвищеною швидкістю в останньому випадку пояснюється тим, що $S_c = L - \Delta c$ (де L — розмір листа в напрямку його подачі) при ступеневій подачі листа рівномірно менша, ніж при послідовній, і т. д. $S_c < S_n$ (сх. и, к) і тому при постійній швидкості транспортування листів по накладному столу $v_n = S_c : T_c = S_n : T_n$, час циклу $T_c < T_n$.

Принципова схема пневматичного самонаклада для ступеневої подачі листів показана на схемі (рис.1.3.) Стопа 1 із листовіддільним присосом 2 піднімається автоматично, і її верхній рівень контролюється щупом 3. Для надійності відділення від стопи тільки одного листа застосовуються бокові 4 і задні 5 обмежувачі, щітки 6 і сопла, що подають повітря під відокремлений лист (іноді для цієї мети використовується щуп 3). Відокремлений від стопи лист перехоплюється транспортувальними присосами 7, з допомогою яких передня частина листа, ковзаючи по відхиляючому мостику 8, вводиться у стаціонарну листовідвідну пару 9–10. Гумові ролики 10 часто виконуються коливними. У цьому випадку передня частина листа встановлюється присосами 7 над неперервно обертовими листовідвідними циліндрами 9. При подальшому опусканні на нього роликів 10 лист строго по циклу подається на нескінченний транспортер 11, що просуває його по накладному столу 12 до механізмів бокового 13 і переднього 14 вирівнювання. Процес відділення і подачі листа окремо зображений на сх. н-с. Для спрощення конструкції самонакладу іноді відокремлюючим присосам додається додатковий рух по горизонталі

(наприклад, у самонакладі С-54 машини ПОЛ-54) і тоді вони одночасно виконують функції транспортувальних присосів.

У самонакладах для послідовної подачі листів, як правило, застосовується лише одна передня штанга з присосами 1 (сх. ж), а стопа роздувається боковими і передніми розпушувачами 2

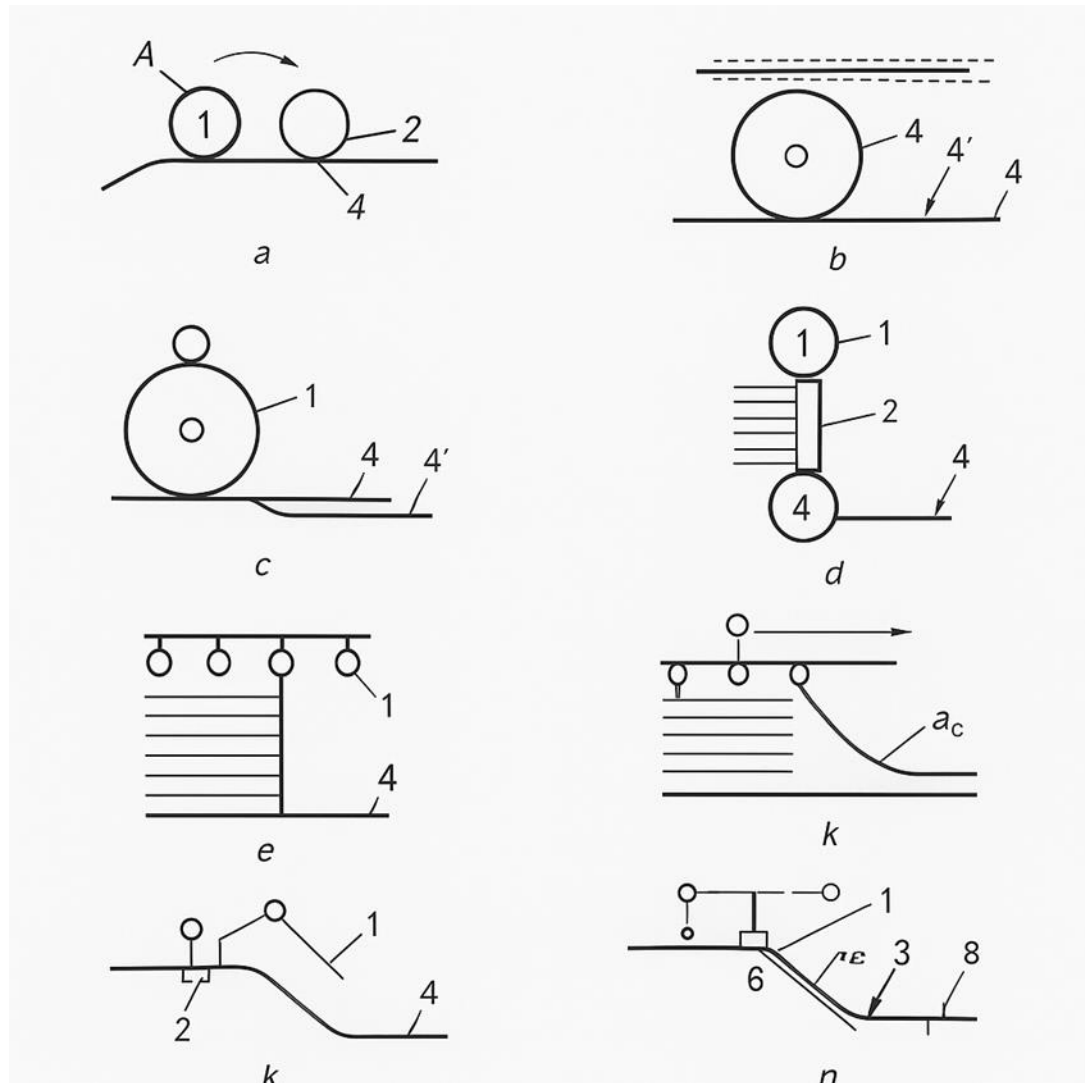


Рисунок 1.6 – Схеми принципу подачі аркушів у самонакладах аркушевих офсетних друкарських машин: а - реверсивна подача фрикційними роликами; б - подача фрикційною стрічкою ; в - нижня подача з обертальним валиком ; г - вертикальна подача переднього аркуша ; д - подача між фрикційним і вакуумним роликами; е - пневматичне відділення верхнього листа присосками ; ж - ступенева подача з перекриттям ; з - схема відокремлення аркуша з контролем положення.

З розвитком поліграфічної індустрії значно зросли вимоги до точності подачі аркушів, стабільності роботи ОДМ при високошвидкісному режимі, а також до автоматизації процесів з метою мінімізації участі оператора. Відповідаючи цим викликам, компанія Heidelberg представила модель Speedmaster XL 75 — приклад інноваційного підходу до інженерії СН, що поєднує високоточні механізми подачі з цифровими системами керування[12,26].

СН у складі цієї машини функціонує за принципом вакуумного захоплення, з використанням сервоелектроприводів та інтелектуальних сенсорів, які забезпечують триплощинне позиціонування аркуша. Вакуумні сопла гарантують надійне відділення навіть тонких або делікатних матеріалів, а розгалужена система контролю положення виконує коригування в режимі реального часу ще до того, як аркуш надходить до друкарської секції. Це дозволяє досягти високої точності приводки зображення на швидкостях до 15 000 арк./год[12,26].

Порівняно з попередніми моделями, зокрема Heidelberg SM 74, Speedmaster XL 75 має розширені можливості адаптації, зокрема автоматичне збереження конфігурацій для повторних завдань, вищу стабільність на максимальних швидкостях та точніший контроль динаміки подачі аркуша. За рахунок оптимізованої кінематики приводів зменшено інерційні навантаження, що знижує знос механізмів і продовжує ресурс їх експлуатації[26].

На відміну від машин конкурентів, таких як Komori Lithrone G37 або Manroland Evolution 700, у моделі XL 75 реалізовано ширшу взаємодію між механічною частиною та ПЗ — зокрема використання алгоритмів адаптивного керування подачею залежно від характеристик матеріалу, зміни температури в друкарському середовищі та умов навантаження. Додатково, завдяки покроковій візуалізації процесів на інтерфейсі оператора, значно полегшено навчання персоналу та знижено ймовірність помилок налаштування.

Особливо ефективною виявилася автоматизована система регулювання вакууму, яка знижує споживання повітря і електроенергії залежно від формату та типу паперу. За результатами випробувань, зменшення витрат енергії досягається навіть при максимальній продуктивності машини, що є суттєвим економічним фактором для великих друкарень.

Таблиця 1.1. Основні технічні переваги самонакладу Speedmaster XL 75

Параметр	Значення/Опис
Тип системи	Вакуумна з сервокерованим вирівнюванням
Максимальна швидкість подачі	До 15 000 арк./год
Мінімізація людського втручання	Автоматичне налаштування формату та самодіагностика
Робота з різними матеріалами	Підтримка широкого спектру щільностей паперу та картону
Виявлення збоїв	Датчики подвійного аркуша, перекосів, помилок захоплення
Інтеграція	Повна сумісність з цифровими системами керування Speedmaster Press Center XL
Енергоефективність	Зниження енергоспоживання до 15% завдяки оптимізації приводів і вакуумної системи

Таблиця 1.2 — Порівняльна характеристика самонакладів сучасних аркушевих машин

Параметр	Heidelber g SM 74	Komori Lithrone G37	Manroland Evolution 700	Speedmaster XL 75
Тип подачі	Вакуумна (базова)	Вакуумна	Комбінован а	Вакуумна з сервоуправлінням

Максимальна швидкість, арк./год	13 000	15 000	16 000	15 000 (стабільна подача)
Автоматичне налаштування	Часткове	Часткове	Так	Повне самоналаштування
Робота з тонкими матеріалами	Обмежена	Покращена	Так	Висока адаптивність
Виявлення збоїв	Механічне	Оптичні датчики	Комбіноване	Інтелектуальні сенсори
Інтеграція з ПЗ	Обмежена	Часткова	ОПС сумісність	Повна (Press Center XL)
Енергоефективність	Базовий рівень	Низька	Покращена	До -15% витрат

Аналіз порівняльних характеристик свідчить про переваги моделі Speedmaster XL 75 за більшістю ключових показників. Зокрема, завдяки впровадженню вакуумної подачі з сервоуправлінням та інтелектуальними сенсорами, машина демонструє вищу стабільність подачі, точність реєстрації аркуша та ефективність виявлення збоїв [26, 27].

У порівнянні з Heidelberg SM 74 та Komori Lithrone G37, модель XL 75 має повну інтеграцію з цифровими системами керування та підтримує автоматичне збереження конфігурацій завдань.

Крім того, система триплощинного позиціювання аркуша та покрокова візуалізація процесів на інтерфейсі оператора значно полегшують обслуговування обладнання, зменшують ризик помилок персоналу та дозволяють оперативно адаптувати машину до нових умов друку.

Speedmaster XL 75 споживає на 10–15 % менше електроенергії завдяки застосуванню частотних перетворювачів, оптимізації кінематики та автоматичному регулюванню вакуумної системи.

Таким чином, Heidelberg Speedmaster XL 75 виступає яскравим прикладом сучасного самонакладу, який поєднує високу точність механічної роботи з гнучкістю цифрового керування, забезпечуючи високу якість друку, зменшення втрат продукції та підвищення ефективності поліграфічного процесу.

Таким чином, інноваційна система СН моделі Heidelberg Speedmaster XL 75 є не лише інженерно досконалим рішенням, а й ключовим елементом підвищення продуктивності друкарських процесів. Її використання дозволяє забезпечити стабільну якість зображення, мінімізувати втрати, зменшити витрати на енергію та покращити загальні експлуатаційні характеристики обладнання.

1.5 Висновки до розділу 1

У ході аналізу, здійсненого в межах цього розділу, виконано ознайомлення з основними типами самонакладів, що використовуються в аркушевих офсетних друкарських машинах. Було розглянуто принципи їхньої роботи, конструктивні особливості, технічні характеристики, а також визначено переваги й недоліки кожного типу.

Зокрема, встановлено, що фрикційні самонаклади вирізняються простотою конструкції та економічністю, однак демонструють нижчу точність подачі та мають схильність до подвійної подачі аркушів. Пневматичні системи забезпечують кращу адаптацію до різних форматів паперу й високу надійність подачі, проте вимагають регулярного технічного обслуговування. Вакуумні самонаклади є найточнішими й найпродуктивнішими серед аналізованих типів, хоча й потребують складнішої конструкції та відповідного технічного забезпечення.

Особливу увагу приділено аналізу функціональних можливостей самонакладу друкарської машини Heidelberg Speedmaster XL 75, що є прикладом сучасного інженерного підходу, в якому поєднано високоточну механіку, сенсорні технології та цифрове керування. Був зроблений висновок, що така інтеграція забезпечує значне підвищення точності подачі аркушів, зниження

кількості збоїв, скорочення часу переналагодження обладнання та зменшення матеріальних втрат.

Під час дослідження також виявлені деякі нюанси, притаманні сучасним самонакладам: труднощі з подачею тонких або нестандартних аркушів, чутливість до параметрів налаштування, а також обмеження за швидкістю у застарілих моделях. Це свідчить про актуальність подальших досліджень і конструкторських удосконалень у цій галузі.

Досвід, отриманий у процесі аналізу, безпосередньо застосовано в наступних розділах дипломної роботи, зокрема при визначенні технічних параметрів механізмів відокремлення, оцінці швидкісних характеристик подачі та моделюванні процесу позиціонування аркушів.

У підсумку, можна стверджувати, що, незважаючи на високий рівень розвитку сучасних самонакладів, ця підсистема поліграфічного обладнання має значний потенціал для подальшого вдосконалення — в напрямку підвищення точності, автоматизації, енергоефективності та надійності. Це є необхідною умовою для стабільного функціонування друкарських підприємств в умовах сучасного ринку.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТАБІЛЬНУ РОБОТУ САМОНАКЛАДА ТА ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Загальні відомості

У друкарських машинах механіка руху аркуша в зоні подачі є важливою складовою, яка забезпечує безперебійну і точну подачу аркушів до друкарської секції. Основна функція цієї системи полягає в автоматичному поштучному відокремленні аркушів із стопи, їхньому транспортуванні та вирівнюванні без пошкодження поверхні й країв, а також у досягненні потрібної швидкості, синхронізованої з роботою друкарського циліндра.

Сучасні поліграфічні машини оснащені високопродуктивними самонакладами, що працюють за принципом послідовного захоплення, відокремлення та транспортування листів. Самонаклади забезпечують надійне поштучне відокремлення аркушів різного формату і маси, транспортування їх до механізмів переднього вирівнювання без порушення структури поверхні, змазування попередньо нанесеного зображення чи пошкодження країв[2, 6, 12].

Передача аркуша між різними елементами механізму здійснюється у зонах контакту, де важливу роль відіграють сили тертя, притискання та стабілізації. Наприклад, при відокремленні аркуша зі стопи за допомогою фрикційних або вакуумних механізмів забезпечується утримання та точне спрямування матеріалу. У цих зонах відбувається ключовий процес контролю подачі, щоб уникнути перекосів чи подачі подвійних аркушів[27]

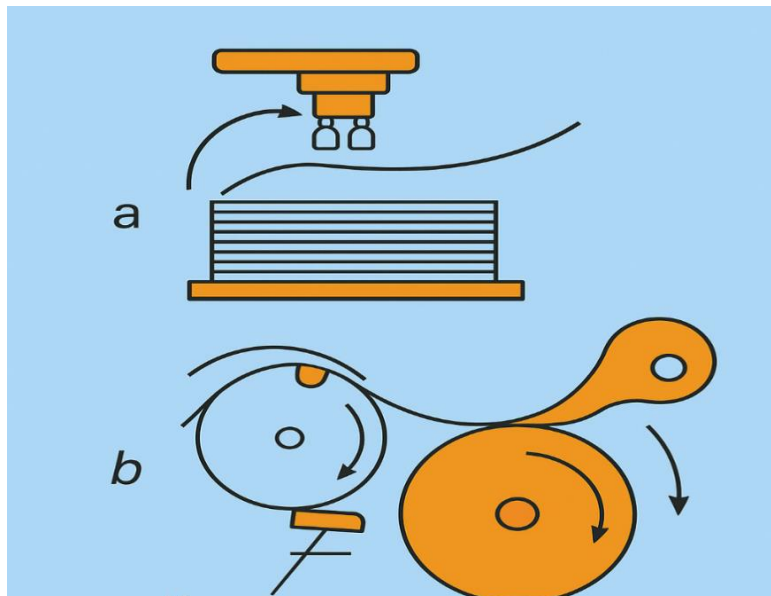


Рисунок 2.1. Схема подачі аркуша у друкарській машині

a — відокремлення аркуша зі стопи;

b — транспортування аркуша до друкарських циліндрів.

Аркушеприскорювальні пристрої (форграйфери) забезпечують надійне захоплення переднього краю вирівняного аркуша, його розгін до лінійної швидкості друкарського або передавального циліндра й точну передачу. При цьому важливо уникати вм'ятин чи розривів переднього краю. Крім того, контрольно-блокувальні пристрої виявляють ситуації, коли аркуш відсутній, перекошений або подано кілька аркушів одночасно, що запобігає аварійним ситуаціям.

Згідно з дослідженнями [5, 12, 27], важливими факторами є якість поверхонь валиків, їх еластичність, налаштування притискання та впровадження сенсорних технологій, які дозволяють виявляти й коригувати відхилення в реальному часі. Рух аркуша можна описати рівняннями механіки, наприклад, залежністю:

$$S(t) = v_0 t + (at^2)/2, \quad (2.1)$$

де $S(t)$ — переміщення у часі, v_0 — початкова швидкість, a — прискорення.

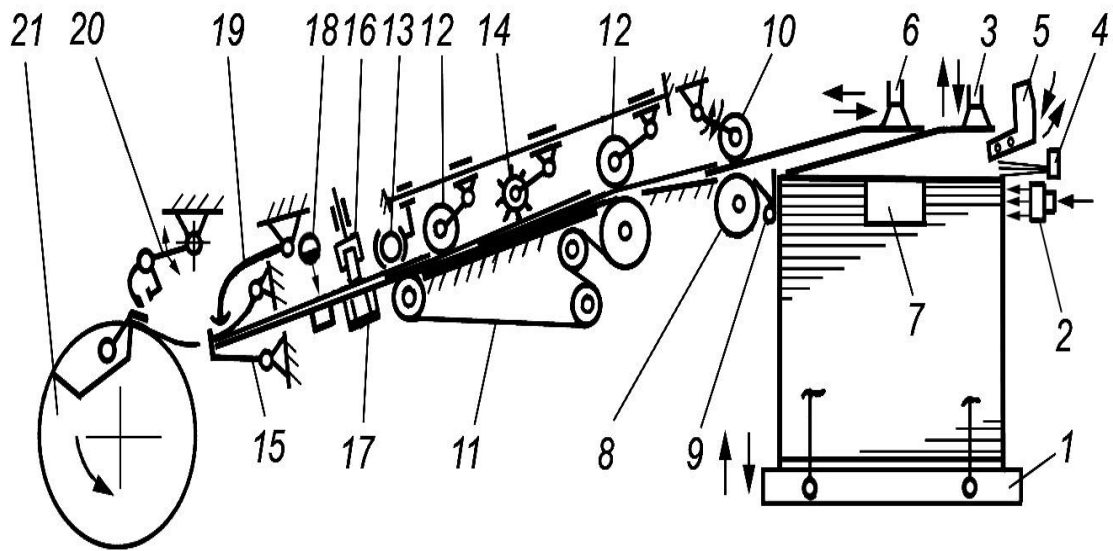


Рисунок 2.2 - Типова принципова схема аркушеживильного пристрою

Стос паперу кладуть на стапельний стіл 1, нерухомі сопла роздуву 2 розпушують її верхні аркуші з боку заднього краю. Присмоктувачі 3 опускаються на стопу і піднімають край верхнього аркуша. Нерухомі волосяні щітки 4 запобігають підняттю зайвих аркушів. В щілину між піднятим аркушем і стосом входить щуп-сопло 5. Щуп-сопло притискує верхні аркуші стопи, запобігаючи їх зсуву, і потужним струменем повітря разом з боковими соплами 7 створює під відокремленим аркушем повітряну подушку і при потребі включає механізм автоматичного піднімання стапельного стола. Присмоктувачі 6 перехоплюють аркуш (вони з'єднуються з вакуумною лінією пневмонасоса, а присмоктувачі 3 – з атмосферою) і подають його на аркушеведучий циліндр 8. При цьому передні обмежувачі 9 відхиляються вперед і створюють перехідний місток. Погумовані ролики 10 опускаються і, притискуючи аркуш до аркушеведучого циліндра 8, виводять його на тасьмовий транспортер 11. Обмежувачі 9 повертаються в вихідне положення, вирівнюючи при цьому верхні аркуші стопи.

Далі аркуш переміщається по накладному столі тасьмовим транспортером 11 і притискними роликами 12, кульками 13 і щітками 14. При підході аркуша до двох нерухомих (в даний період циклу машини) опорів 15 він вирівнюється по передньому краю, а далі притискним роликом 16 і рейкою 17 – по боковому

краю. Правильність подачі аркушів перевіряється контрольно-блокувальними пристроями. Фотоелектричний щуп 18 перевіряє кількість поданих аркушів, а електромеханічний щуп 19 – їх не подачу або перекіс.

Вирівняний і проконтрольований аркуш захоплюють захоплювачі форгрейфера 20. В момент закриття захоплювачів аркуш і форгрейфер нерухомі, за рахунок чого досягається висока точність захвату аркуша. Форгрейфер плавно розганяє аркуш до лінійної швидкості друкарського циліндра 21 і заводить його в захоплювачі останнього. Далше захоплювачі друкарського циліндра закриваються, а після їх закриття захоплювачі форгрейфера відкриваються і аркуш рухається вже з друкарським циліндром[12,27].

Форгрейфер зменшує свою швидкість і досягнувши крайнього кутового положення вертається назад до накладного стола за наступним аркушем. При цьому русі головка форгрейфера підгинається, забезпечуючи цим вільне проходження захоплювачів біля тіла друкарського циліндра.

2.2. Характеристики задруковуваних матеріалів

Самонаклад аркушевої офсетної друкарської машини є складним технічним вузлом, що включає низку механічних та електронних компонентів, які працюють у тісній взаємодії для забезпечення точної, стабільної та безперервної подачі аркушів до друкарських циліндрів. Серед цих компонентів ключову роль відіграють захвати — спеціальні рухомі механізми, призначені для надійної фіксації переднього краю аркуша та його передачі між секціями машини. Конструктивні особливості обладнання визначають кількість захватів, яка, як правило, коливається в межах від 6 до 12 одиниць на один захватний механізм, залежно від формату друку та технічних характеристик конкретної моделі машини. [6, 5]

Узгоджена та безвідмовна робота самонакладу досягається завдяки застосуванню систем контролю подачі аркушів, до складу яких входять численні датчики. Ці датчики відповідають за своєчасне виявлення порушень у процесі

транспортування аркуша, таких як подача здвоєних аркушів, перекоси, відсутність аркуша або його неправильне положення. Типова друкарська машина оснащується 5–10 такими датчиками, які стратегічно розміщені на ключових етапах переміщення аркуша — від зони стопи до моменту його входження у друкарську секцію.

Загальна схема контролю умовно поділяється на кілька основних зон, кожна з яких виконує чітко визначену функцію. Зокрема, зона відокремлення відповідає за розділення аркушів зі стопи за допомогою вакуумних присмоктувачів або фрикційних елементів; зона реєстрації здійснює точне вирівнювання та центрування аркуша за допомогою упорів; зона контролю подачі забезпечує перевірку наявності аркуша та правильності його положення; зона передачі до друкарських циліндрів гарантує остаточну фіксацію аркуша безпосередньо перед надходженням до друкарської частини машини (рис. 2.2).

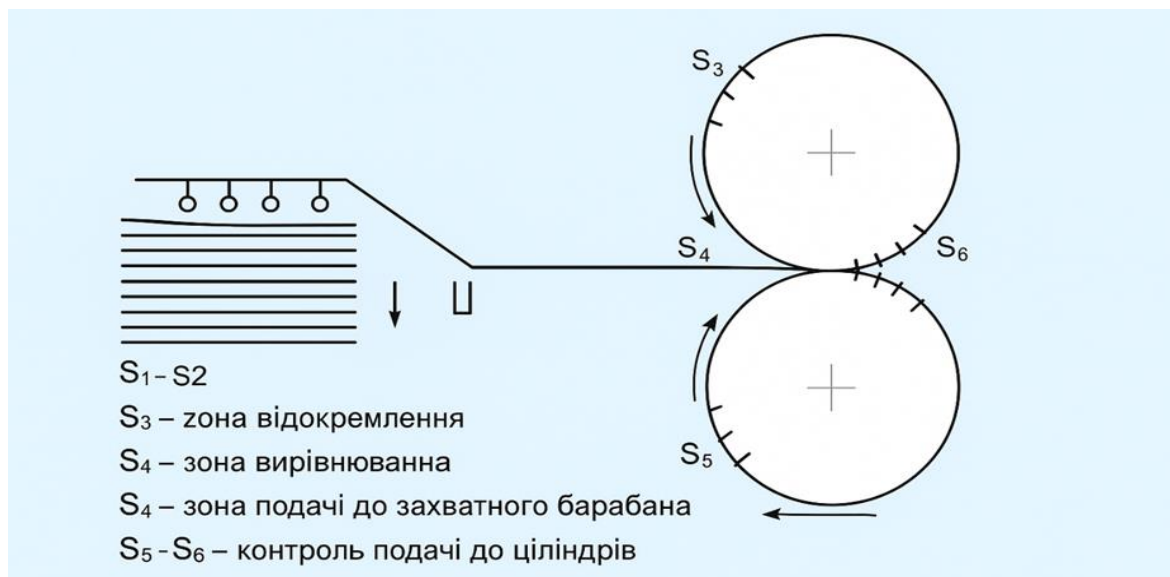


Рисунок 2.3 Умовна схема самонакладу з позначенням зон контролю.

У більшості сучасних моделей друкарських машин передбачено 12–14 точок контролю, що дозволяє запобігти подвійному або перекошеному надходженню аркушів. Це є особливо критичним при роботі з тонкими, делікатними або спеціально обробленими паперами, а також за умов високошвидкісного друку. У високоточних системах, таких як Heidelberg

Speedmaster, кількість датчиків може бути збільшена, а процес контролю здійснюється за допомогою оптичних та ультразвукових сенсорів, що значно підвищує точність виявлення відхилень [5, 12, 28,17].

Важливу роль у забезпеченні стабільності подачі аркушів відіграють також різноманітні типи валів і присмоктувальних елементів, які створюють вакуумну фіксацію матеріалу. Додатково осцилюючі механізми та адаптивні режими подачі допомагають мінімізувати механічні коливання та компенсувати нестабільність стопи.

Окрім конструктивних аспектів, важливим є також урахування характеристик задрукованого матеріалу. Наприклад, тонкий папір зі зниженою жорсткістю має тенденцію до деформації під дією присосок або притискних елементів, що збільшує ймовірність перекосів і зморщування. Навпаки, щільні матеріали, такі як картон, створюють додаткові навантаження на захоплювальні механізми, що вимагає підвищеної сили захоплення та більшої точності налаштування притискних зон. Синтетичні матеріали або оброблені папери (наприклад, з глянцевим покриттям) характеризуються низьким коефіцієнтом тертя, що ускладнює їх відокремлення зі стопи.

Прикладами матеріалів, що використовуються в аркушевому офсетному друці, є:

- папір типу Офсетний ГОСТ 9094-89 (маса 80–120 г/м², товщина близько 0,09 мм);
- крейдований папір типу Coated Paper, з глянцевою або матовою поверхнею (маса 115–300 г/м²);
- картон типу Chromocard GC1 (маса 200–350 г/м², товщина до 0,5 мм);
- синтетичні друкарські плівки, наприклад, Polyart (щільність 150–300 г/м²), що використовуються для друку етикеток, обкладинок, водостійкої продукції. [6, 5]

Переваги та недоліки основних матеріалів:

Матеріал	Переваги	Недоліки
Офсетний папір	Доступність, універсальність, хороша сумісність із фарбами	Схильність до деформацій при високій вологості
Крейдований папір	Висока якість друку, гладка або глянцева поверхня, насичені кольори	Низький коефіцієнт тертя, потреба у точному налаштуванні вакууму
Картон	Висока жорсткість, міцність, підходить для упаковки	Створює підвищене навантаження на механізми, менша гнучкість
Синтетичні плівки	Водостійкість, довговічність, стійкість до розриву	Висока вартість, низьке зчеплення з присосками, електростатика

Ці особливості обов'язково враховуються при налаштуванні друкарської машини. Наприклад, для крейдованого паперу потрібно збільшувати вакуумну силу, а для картону — посилювати захоплювальне зусилля та контролювати швидкість подачі[5, 6, 27].

Сучасні високотехнологічні друкарські машини використовують автоматизовані системи керування, які дозволяють у реальному часі змінювати налаштування подачі залежно від характеристик матеріалу, що значно зменшує ризик браку та підвищує ефективність виробництва. Таким чином, ефективність роботи самонакладу визначається не лише його конструктивними особливостями, а й здатністю точно й стабільно працювати з матеріалами різних форматів, щільності, товщини та поверхневої обробки. Оптимальне поєднання конструкційної надійності, чутливості сенсорних систем і адаптивного керування є запорукою високої якості друку навіть за умов великих швидкостей і значних виробничих навантажень.

2.3. Фактори, що впливають на подачу та транспортування листового матеріалу у процесі відокремлення та подачі листів

Одним із ключових факторів, що визначають стабільність та якість друку в аркушевому офсетному процесі, є точність подачі аркуша. Самонаклад — складова друкарської машини, яка забезпечує відокремлення аркушів зі стопи та їх точне позиціонування відносно друкарських циліндрів. Від ефективності його роботи залежить, наскільки точно аркуш буде поданий у друкарську частину та чи збігатимуться зображення при багатофарбовому або двобічному друці[5, 6].

У поліграфічній практиці для кількісної оцінки цього процесу використовуються параметри, що характеризують точність подачі аркуша — зокрема, поздовжнє та поперечне відхилення, а також кутова похибка. Типові значення для сучасних самонакладів становлять $\pm 0,1$ – $0,2$ мм у поздовжньому напрямку та до $\pm 0,15$ мм у поперечному. Кутова похибка рідко перевищує $0,2^\circ$.

Таблиця 2.3 — Допустимі відхилення положення аркуша залежно від формату

Формат аркуша	Поздовжнє відхилення, мм	Поперечне відхилення, мм	Кутова похибка, °
A4	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\leq 0,15$
A3	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\leq 0,2$
A2	$\pm 0,2$	$\pm 0,15$	$\leq 0,2$
B2	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\leq 0,25$
B1	$\pm 0,25$	$\pm 0,2$	$\leq 0,3$

На стабільність подачі аркуша впливають такі чинники:

- конструкція передавального механізму;
- точність роботи системи вирівнювання (фронтальних і бічних упорів);

- швидкість роботи машини;
- жорсткість та формат паперу;
- стан захватних елементів.

У працях [5, 9, 12] наголошується, що навіть незначні коливання в положенні аркуша можуть спричинити спотворення зображення, особливо при багатокольоровому друці. На практиці це проявляється у вигляді зсувів, розмиття контурів або розсинхронізації плашкових елементів.

Сучасні самонаклади провідних виробників (Heidelberg, Komori, RMGT) оснащені автоматизованими системами контролю подачі аркуша. Такі системи включають датчики присутності, оптичні модулі для виявлення перекосів, а також електронні блоки, що дозволяють у режимі реального часу коригувати роботу захватів. Це особливо важливо під час друку матеріалів нестандартного формату або пластикових аркушів, де потрібна висока точність налаштування зусиль захоплення та положення упорів. Недостатнє прилягання до упорів або надмірний тиск можуть призвести як до механічних пошкоджень аркуша, так і до похибок його подачі.

У виробничих умовах типографії проведено експериментальне дослідження впливу швидкості подачі на точність приводки. При збільшенні швидкості друку з 10 000 до 15 000 аркушів/год середнє поздовжнє відхилення зросло з 0,15 мм до 0,3 мм, що спричинило зростання відсотка браку з 3 % до 10 %. Цей приклад свідчить про необхідність точного балансування швидкісних параметрів для забезпечення стабільної роботи[5, 6, 25].

Таблиця 2.4 — Основні фактори, їхній вплив та наслідки

Фактор	Вплив на процес	Потенційний наслідок
Конструкція механізму	Визначає, як подається та вирівнюється аркуш	Некоректне позиціонування, перекоси
Швидкість роботи машини	Задає ритм подачі	Висока швидкість → збільшення похибок

Фактор	Вплив на процес	Потенційний наслідок
Властивості матеріалу	Визначають жорсткість і тертя при подачі	Зминання, ковзання, подвійна подача
Стан захватних елементів	Впливає на надійність захоплення	Втрата аркуша, нерівномірне притискання
Робота сенсорів та контролерів	Контролює синхронізацію і правильність процесу	Збої в системі, збільшення браку

Відповідно до вимог стандарту **ISO 12647-2**, допустимі відхилення у приводці при багатокольоровому офсетному друці не повинні перевищувати $\pm 0,2$ мм для матеріалів формату A2 і більше. Дотримання цих нормативів є обов'язковим для забезпечення стабільної якості продукції та відповідності міжнародним стандартам[5, 6, 25, 27].

Аналіз зазначених факторів показує, що точність подачі аркуша є не лише технічним параметром, а й критично важливою умовою стабільної роботи всієї друкарської системи. Недотримання заданих допусків призводить до накопичення похибок, що проявляються як зміщення приводки, розсинхронізація кольорових шарів, зниження якості друку та збільшення відсотка браку.

Для підвищення ефективності роботи самонакладу доцільно впроваджувати такі заходи:

- регулярний технічний аудит стану захватних і притискних механізмів;
- застосування сенсорних систем нового покоління з підвищеною чутливістю та автоматичним калібруванням;
- використання комп'ютеризованих алгоритмів керування, що адаптуються до параметрів матеріалу в реальному часі;

- застосування матеріалів із передбачуваними фізико-механічними властивостями, що забезпечують стабільну поведінку під час транспортування.

Комплексний підхід до врахування факторів, що впливають на процес відокремлення та подачі аркушів, є запорукою забезпечення високої продуктивності друкарської машини, зниження ризиків виникнення дефектів та досягнення стабільної якості поліграфічної продукції.

2.4. Розрахунок швидкості подачі аркушів і синхронізації з друкарським процесом

У технологічному процесі аркушевого офсетного друку стабільна, ритмічна та точно синхронізована подача аркушів має визначальне значення для досягнення високої якості друкованого зображення, забезпечення чіткої приводки та запобігання механічним пошкодженням аркуша. Взаємозв'язок між самонакладом і друкарським апаратом реалізується шляхом узгодження швидкості подачі з кутовою швидкістю обертання друкарських циліндрів[2, 5, 12].

Швидкість транспортування аркушів залежить від конструкційних характеристик механізмів самонакладу, формату друкованого матеріалу, частоти обертання формного циліндра, а також від загальної продуктивності друкарської машини. У разі порушення синхронізації можливі негативні наслідки, зокрема зсув зображення, порушення реєстрації або зминання аркушів у зоні захвату.

Типові значення швидкості подачі аркушів

У сучасному офсетному виробництві лінійна швидкість подачі аркуша визначається геометрією формного циліндра та його частотою обертання. В таблиці 2.2 наведено орієнтовні параметри для машин різного формату[12,26].

Таблиця 2.2 — Орієнтовні параметри подачі аркушів для різних форматів офсетних машин

Формат машини	Частота обертання циліндра, об/хв	Лінійна швидкість подачі, м/с	Продуктивність, арк./год
B3 (напр., GTO 52)	500–600	5,5–6,5	7 000–8 000
B2 (Speedmaster 74)	700–900	8,5–10,5	12 000–15 000
B1 (Speedmaster XL)	900–1 200	11,0–14,0	15 000–18 000

Теоретичний розрахунок швидкості подачі

Швидкість подачі аркуша v_{p_p} визначається з урахуванням частоти обертання формного циліндра та його діаметра за формулою:

$$V_p = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{60} \quad (2.1)$$

де:

- V_p — лінійна швидкість подачі аркуша, м/с;
- n — частота обертання формного циліндра, об/хв;
- D — діаметр формного циліндра, м.

Приклад розрахунку:

Для друкарської машини з частотою обертання $n=900$ об/хв та діаметром циліндра $D=0,3$ м:

$$V_p = \frac{900 \cdot \pi \cdot 0,3}{60} \approx 14,14 \text{ м/с} \quad (2.2)$$

Отримане значення свідчить про необхідну швидкість подачі аркуша, що забезпечує його синхронізоване надходження до друкарських елементів у задану фазу друкарського циклу[6 , 28].

Технічні методи забезпечення синхронізації

Для досягнення високої точності синхронізації подачі аркушів із фазовим положенням друкарських циліндрів у конструкцію самонаклада інтегруються наступні технічні рішення:

- Сервоприводи з електронним регулюванням фази обертання, що дозволяють здійснювати оперативну компенсацію змін у частоті обертання головного вала без порушення ритму подачі;
- Кулачкові механізми зворотно-поступального типу, що мають можливість коригування кута та моменту спрацьовування елементів подачі відповідно до обраної конфігурації друку;
- Оптичні та індуктивні сенсорні системи, які здійснюють безперервний моніторинг положення аркуша та елементів транспортувального тракту в реальному часі;
- Автоматизоване регулювання вакуумного тиску в присмоктувальних головках, що забезпечує стабільність захвату аркуша незалежно від його маси або формату.

У машинах нового покоління (Heidelberg XL, Komori Lithrone G, Manroland Evolution) реалізоване предиктивне керування, що враховує інерційні характеристики подаючих вузлів та прогнозує можливі флуктуації на етапі запуску, уповільнення або при переході між режимами.

Випробувальний стенд для дослідження фазової синхронізації

У дослідженнях [18] описано лабораторний стенд, призначений для експериментального вивчення процесу синхронізації подачі аркушів. Конструкція стенду дозволяє варіювати параметри швидкості, маси та моменту інерції, наближаючи умови до реальних експлуатаційних:

- Вхідний модуль подачі із змінною частотою та силою захвату;
- Динамічні сенсори фазового зсуву, що фіксують точність моменту подачі;
- Барабан, імітуючий друкарський циліндр, з можливістю регулювання обертання;
- Набір матеріалів різної жорсткості, що дає змогу імітувати різні типи паперу;
- Аналітичний модуль оцінки похибок, який виводить числові результати у вигляді діаграм або таблиць.

Отримані на стенді результати дають змогу визначити межі допустимих відхилень та оптимізувати керування процесом подачі у промислових умовах[15, 27].

Основні фактори, що впливають на стабільність подачі аркушів

Стабільність та точність подачі аркушів у самонакладах залежать від комплексу взаємопов'язаних чинників:

1. Формат і маса аркуша.

Збільшення площі та маси спричиняє зростання інерційного навантаження, що потребує оптимізації прискорень подачі.

2. Жорсткість і товщина друкованого матеріалу.

Гнучкі аркуші вимагають делікатного режиму транспортування, а жорсткі — підвищеної сили притискання та точного моменту захоплення.

3. Температурний режим у друкарській машині.

Відхилення температури впливають на в'язкість мастил, характеристики повітря у вакуумних системах та стан гумових елементів.

4. Технічний стан елементів самонакладу.

Зношення присосок, ослаблення ремінних передач або некоректна робота упорів можуть зумовити зміщення аркуша або затримки в подачі.

5. Швидкість друку.

За високошвидкісного режиму (понад 12 000 аркушів/год) допустиме відхилення моменту подачі не повинно перевищувати $\pm 0,01$ с, оскільки навіть незначна асинхронність може спричинити брак.

2.5. Забезпечення стабільності температурного режиму в аркушевих офсетних друкарських машинах для підвищення ефективності роботи самонакладу

У функціонуванні аркушевих офсетних друкарських машин важливим елементом стабільної роботи самонакладу є забезпечення постійного температурного режиму в системах подачі та передачі фарби. Порушення температурного балансу у фарбовому апараті призводить до перегрівання валиків, що, у свою чергу, спричиняє зниження в'язкості фарби, зміну її розтікання, посилене емульгування з зволожувальним розчином та втрату однорідності нанесення на друкарську форму[4,12]. У контексті роботи самонакладу це може призвести до порушення узгодженості між подачею аркуша та формуванням стабільного фарбового шару, що особливо критично при високошвидкісному друці.

Температурне навантаження у системі формується не лише за рахунок зовнішніх кліматичних умов, а й унаслідок енерговитрат, зумовлених тертям між валами, обертанням елементів фарбового тракту, а також процесами теплопередачі в контактних зонах. Як показано у низці досліджень [4; 12; 16], при тривалому друці температура в зоні фарбового апарата може підвищуватися на 5–15 °С, що суттєво впливає на реологічні властивості фарби — зниження

в'язкості на понад 15 %, зменшення стійкості до розшарування, зміна оптичної щільності та порушення стабільності плівки.

Згідно з нормативними рекомендаціями (наприклад, ISO 12647-2), оптимальним діапазоном температури роботи фарбового апарата вважається інтервал 28–30 °С, що забезпечує стабільність в'язкості фарби, зниження ймовірності надмірного емульгування, а також точне відтворення кольорових параметрів[12,14].

Системи автоматичного термостатування впроваджуються в сучасних офсетних друкарських машинах різних виробників, включаючи Heidelberg Speedmaster XL, Komori Lithrone G40, Manroland Evolution, RMGT 920. Однак саме на прикладі серії Speedmaster XL система термостабілізації демонструє високий рівень автоматизації, широке охоплення (зони фарбового апарата, зволожувального тракту, самонакладу) та глибоку інтеграцію з цифровими системами керування[12,16].

У друкарських машинах Speedmaster XL реалізовано автоматизовану систему термостабілізації, яка функціонує за допомогою циркуляційного контуру рідинного охолодження, вбудованого в конструкцію фарбових валиків. Температурні датчики в режимі реального часу відслідковують відхилення та передають сигнали до електронного контролера, який регулює охолодження або підігрів робочої рідини. Такий підхід дозволяє підтримувати стабільні параметри не лише в зоні фарбового апарата, а й на всьому шляху транспортування аркуша в зоні самонакладу, що є особливо важливим для друку багато фарбових накладів із високими вимогами до точності реєстрації.

Основні функції системи термостабілізації:

- підтримка сталої в'язкості фарби при динамічних коливаннях навантаження та температури;

- зниження емульгування зволожувального розчину шляхом контролю температурного режиму на межі контактів;
- забезпечення однорідності товщини фарбового шару по ширині аркуша навіть при тривалому друці;
- запобігання перегріву фарбових валиків, що знижує ймовірність появи дефектів (смуг, плям, патьоків);
- підвищення точності відтворення кольору та зменшення витрат фарби на налаштування друку;
- забезпечення стабільної роботи самонакладу за рахунок збереження узгодженого ритму подачі аркуша.

Автоматизоване термостатування, інтегроване у технологічний цикл друку, дозволяє покращити взаємозв'язок між подачею аркуша та нанесенням фарби. Завдяки цьому самонаклад функціонує без додаткових збоїв або відхилень у ритмі подачі, що знижує частоту зупинок машини, підвищує загальну продуктивність та скорочує кількість пускових аркушів[12,26].

Варто зазначити, що системи термостабілізації застосовуються і в машинах інших брендів, однак серія Speedmaster XL виділяється високим рівнем автоматизації, синхронізацією з модулями керування друкарської машини та здатністю забезпечувати стабільність навіть при максимальних швидкостях (до 18 000 аркушів/год). Наприклад, у машинах Komori Lithrone застосовуються схожі системи з рідинним охолодженням, проте вони мають менш глибоку інтеграцію з системою самонакладу. Аналогічно, Manroland Evolution використовує технології температурного регулювання, але рівень взаємозв'язку між модулями вважається більш розділеним, ніж у Speedmaster XL[12].

Таким чином, система термостабілізації в Speedmaster XL є не лише інструментом підвищення якості відбитка, але й важливим компонентом у забезпеченні безперервної та надійної роботи самонакладу в умовах інтенсивного друкарського навантаження. Завдяки високому ступеню автоматизації та цифрового керування, ця система дозволяє скоротити виробничі

втрати, підвищити ефективність роботи та забезпечити відповідність сучасним вимогам поліграфічного виробництва.

Висновки до Розділу 2

У результаті проведеного аналізу конструктивних рішень і технологічних факторів, що впливають на роботу самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин, встановлено, що стабільність і точність подачі аркушів визначаються не лише конструкцією механізмів, а й параметрами синхронізації, фізико-механічними властивостями друкованого матеріалу та температурним режимом друку.

У підрозділі 2.1 розглянуто механіку руху аркуша у зоні подачі, описано взаємодію сил тертя, притискання та прискорення. Встановлено, що ефективна робота подавальних механізмів можлива лише за умови правильного налаштування контактних зон та дотримання кінематичних вимог, що забезпечують плавність і точність транспортування аркуша.

У підрозділі 2.2 проаналізовано конструктивні особливості захватних механізмів, кількість сенсорів та зон контролю положення аркуша. Показано, що ефективна робота самонакладу значною мірою залежить від точності налаштування фронтальних і бічних упорів, а також від наявності адаптивних систем контролю подачі.

У підрозділі 2.3 досліджено вплив геометричних та фізичних характеристик друкованих матеріалів (щільність, жорсткість, товщина) на стабільність подачі. Виявлено, що неправильне врахування цих параметрів призводить до появи браку, зниження точності реєстрації та збільшення зносу механізмів.

У підрозділі 2.4 виконано розрахунок швидкості подачі аркушів і її узгодження з параметрами друкарського процесу. Наведено приклади впровадження сервоприводів і сенсорних систем для фазової синхронізації

подачі, що забезпечують зниження похибок навіть при високошвидкісному друці.

У підрозділі 2.5 розглянуто роль систем термостабілізації у забезпеченні стабільної роботи самонакладу. Показано, що впровадження автоматизованого температурного контролю, як у машинах серії Heidelberg Speedmaster XL, дозволяє підтримувати оптимальні умови роботи фарбового апарата, знижувати ймовірність збоїв та покращувати якість друку.

Таким чином, результати, викладені у другому розділі, створюють фундамент для подальших розрахунків та технічних обґрунтувань, що дозволяють сформулювати практичні рекомендації щодо вдосконалення самонакладів з метою підвищення їх продуктивності, точності та надійності в умовах інтенсивного поліграфічного виробництва.

3. Розрахунок механізму відокремлення та підйому листа на самонакладі

3.1 Рішення задачі про неподачу аркуша

Залежність для прискорення верхнього аркуша. Скористуємось виведеною залежність для прискорення верхнього аркуша:

$$a_1 = \frac{P}{m_1} \cdot (f - f_1) - g \cdot f_1 \quad (3.1)$$

Перетворення цього виразу для випадку, коли прискорення верхнього аркуша дорівнює нулю, дозволяє побудувати графік функції (рис.3.1)

Зона подачі

$$\frac{P}{m_1 g} = \frac{\frac{f_1}{f}}{1 - \frac{f_1}{f}} \quad (3.2)$$

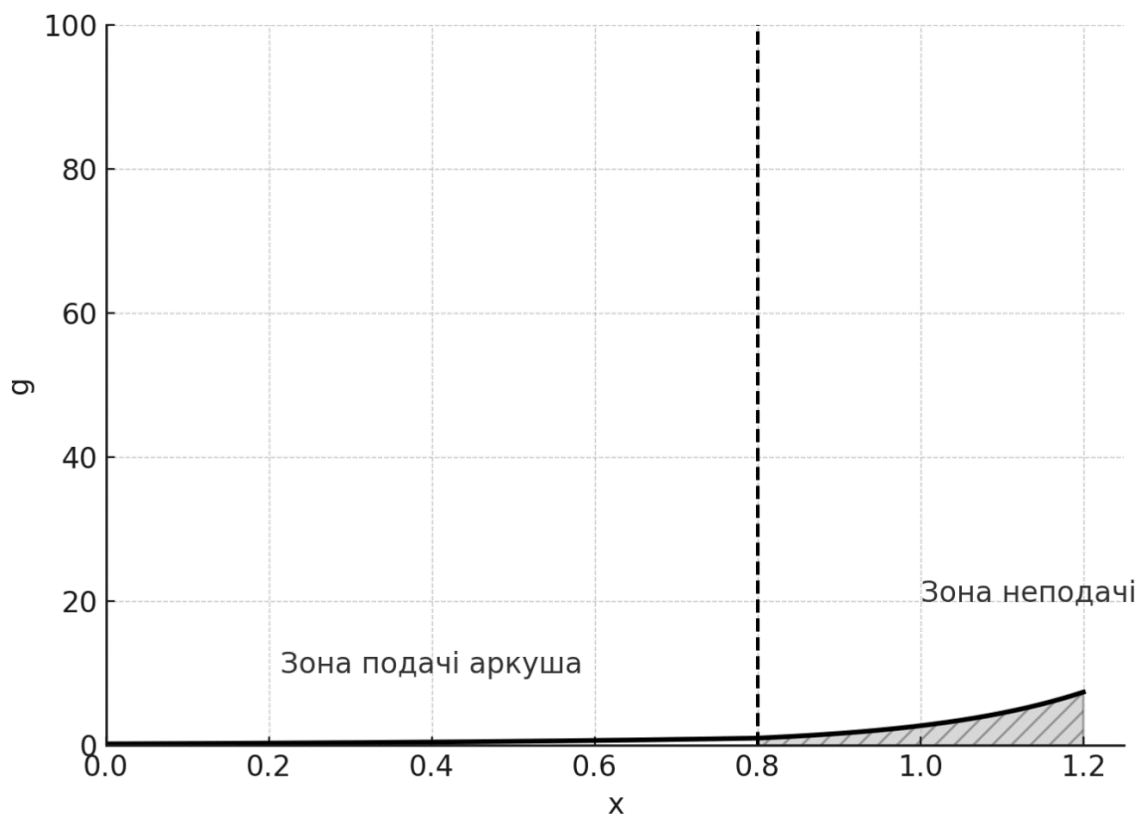


Рисунок 3.1- Графік прижимної сили

Визначення притискної сили. На графіку (рис3.1) показана залежність відношення притискної сили до ваги аркуша від відношення коефіцієнтів тертя між роликом і папером та між двома верхніми аркушами. По горизонтальній осі відкладено відношення коефіцієнтів тертя між аркушами, а по вертикальній — відношення сили притискання ролика до ваги одного аркуша.

Зона подачі аркушів. Вся область, що знаходиться вище цього графіка, відповідає переміщенню верхнього аркуша. Іншими словами, верхній аркуш почне рухатися тільки тоді, коли сила притискання ролика перевищить певне значення. Це значення залежить від відношення коефіцієнтів тертя. Якщо коефіцієнт тертя між аркушами паперу дорівнює або більше коефіцієнта тертя фрикційного матеріалу, то відділення верхнього аркуша неможливе навіть при скільки завгодно великій силі притискання.

У цьому дослідженні було розглянуто проблему неподачі аркуша в поліграфічних машинах із фрикційними самонакладами. На основі рівнянь сил та коефіцієнтів тертя було виведено залежність для прискорення верхнього аркуша та побудовано графік притискної сили. Основні висновки включають:

Вплив коефіцієнтів тертя: Якщо коефіцієнт тертя між аркушами більше або дорівнює коефіцієнту тертя між роликом і папером, подача аркуша неможлива.

Необхідність правильної сили притискання: Верхній аркуш почне рухатися лише при достатньо великій силі притискання ролика.

Контроль прискорення: Для забезпечення переміщення верхнього аркуша його прискорення має бути більше нуля, що досягається дотриманням відповідних умов притискання та тертя.

Таким чином, для ефективного функціонування поліграфічних машин **необхідно** ретельно налаштовувати притискні механізми і використовувати матеріали з відповідними коефіцієнтами тертя.

3.2.Рішення питання множинної подачі

Для з'ясування причин подачі подвійного аркуша складемо рівняння руху для другого аркуша. Реакція з боку третього аркуша дорівнює:

$$P + (m_1 + m_2)g \quad (3.3)$$

На цьому етапі зробимо ще одне додаткове припущення, що маси всіх аркушів однакові. Тоді:

$$(P + mg) \cdot f_1 - (P + 2mg) \cdot f_2 = ma_2 \quad (3.4)$$

Розкривши дужки, отримаємо:

$$P \cdot f_1 + mg \cdot f_1 - P \cdot f_2 - 2mg \cdot f_2 = ma_2 \quad (3.5)$$

Другий аркуш не буде переміщатися, якщо його прискорення дорівнює нулю, тобто $a_2=0$

При цій умові вираз (3.5) перетворюється на:

$$P(f_1 - f_2) = mg(2f_2 - f_1) \quad (3.6)$$

Тоді:

$$\frac{P}{mg} = \frac{2f_2 - f_1}{f_1 - f_2} \quad (3.7)$$

Або

$$\frac{P}{mg} = \frac{2 \cdot \frac{f_2}{f_1} - 1}{1 - \frac{f_2}{f_1}} \quad (3.8)$$

Графічна інтерпретація. За допомогою виразу (3.8) можна побудувати залежність, подібну попередньому графіку. На рис 3.2. область, яка знаходиться нижче за криву, відповідає спокою другого листа

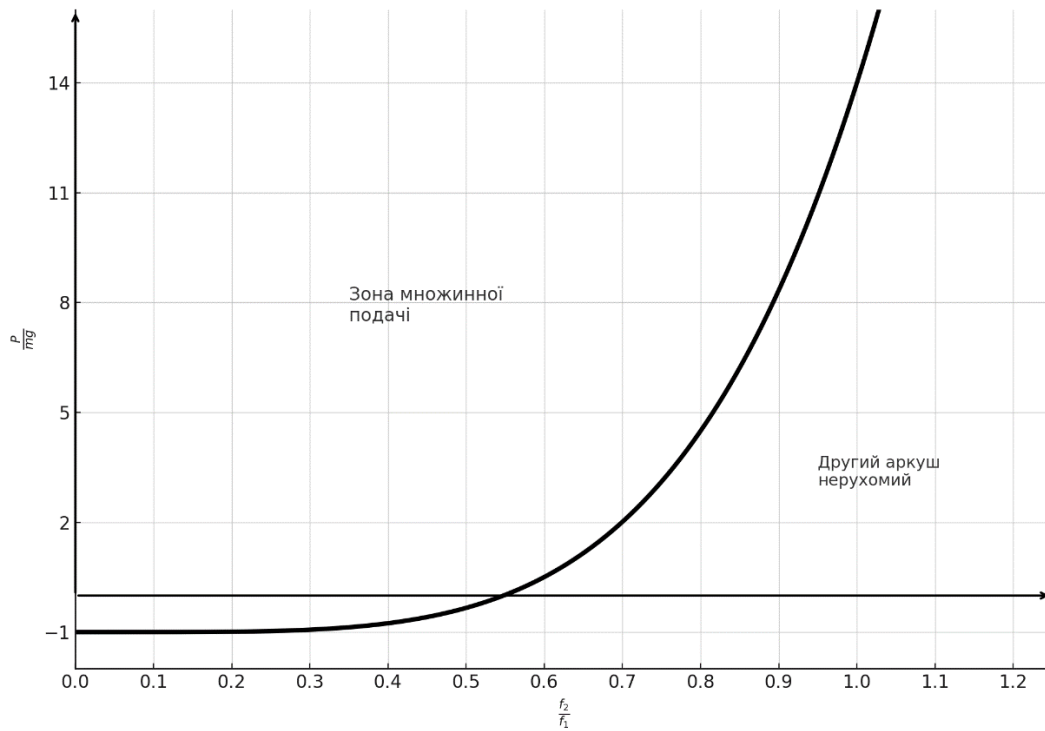


Рисунок 3.2 - Графік величини зусилля, що притискає

З допомогою виразу можна побудувати залежність, подібну до попереднього графіка. На рис. область, яка знаходиться нижче кривої, відповідає спокою другого аркуша.

З графіка видно, що чим більша різниця коефіцієнтів тертя між аркушами, тим важче забезпечити роботу самонакладу без множинної подачі. [12,7,29] Тому, для підвищення надійності в подачі аркушів необхідно прагнути до зменшення розкиду коефіцієнтів тертя в стопі.

3.3. Вплив нахилу стапелю на процес відокремлення листа

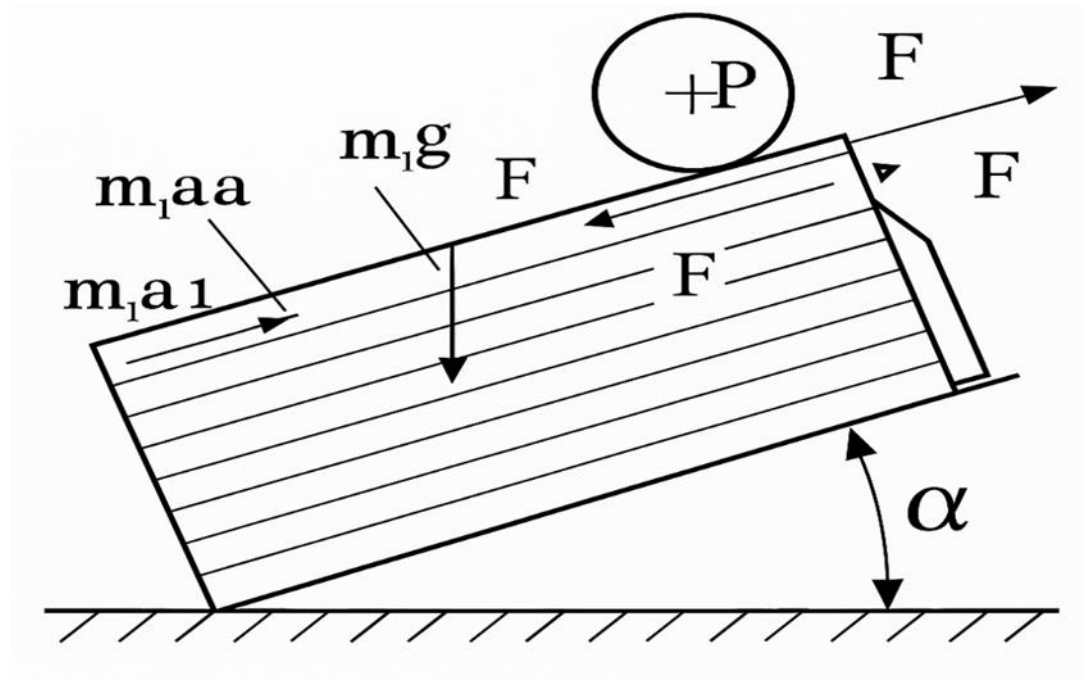


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема самонакладу з нахиленим стапелем

Раніше було зроблено припущення про горизонтальне положення стапеля. Тепер розглянемо загальнішу модель з урахуванням кута нахилу стапеля. Така модель представлена на рисунку 3.3.

Аналіз отриманої моделі показує, що вага аркуша є функцією кута нахилу стапеля. Тому виведення всіх залежностей аналогічне тому, яке було здійснене з використанням попередньої моделі. [12] З тією різницею, що тут сила ваги аркушів розкладається на дві складові. Складемо рівняння руху для першого аркуша:

$$F - F_1 - mg \cdot \sin(\alpha) - ma_1 = 0, \quad (3.9)$$

$$F = P \cdot f \quad \text{и} \quad F_1 = P \cdot f_1 + mg \cdot f_1 \cdot \cos(\alpha); \quad (3.10)$$

$$P \cdot f - P \cdot f_1 - mg \cdot \cos(\alpha) - mg \cdot \sin(\alpha) - ma_1 = 0 \quad (3.11)$$

З виразу отримуємо вираз для прискорення першого аркуша (3.12) :

$$a_1 = \frac{P}{m} (f - f_1) - g \cdot f_1 \cdot \cos(\alpha) - g \cdot \sin(\alpha) \quad (3.12)$$

Для випадку, коли прискорення першого аркуша дорівнює нулю, вираз (3.12) можна записати в такому вигляді:

$$\frac{P}{mg} = \frac{\sin(\alpha) + f_1 \cdot \cos(\alpha)}{f - f_1} \quad (3.13)$$

Поділивши чисельник і знаменник правої частини виразу на f , отримаємо:

$$\frac{P}{mg} = \frac{\frac{\sin(\alpha)}{f} + \frac{f_1}{f} \cdot \cos(\alpha)}{1 - \frac{f_1}{f}} \quad (3.14)$$

Отримане вираз (3.14) використовуємо для побудови графіка і знаходження областей подачі та не подачі аркуша.

Складемо рівняння руху для другого аркуша:

Звідси отримуємо:

$$F_1 - F_2 - mg \cdot \sin(\alpha) - ma_2 = 0, \quad (3.15)$$

$$F_1 = P \cdot f_1 + mg \cdot f_1 \cdot \cos(\alpha) \text{ і } F_2 = P \cdot f_2 + 2mg \cdot f_2 \cdot \cos(\alpha) \quad (3.16)$$

$$ma_2 = -Pf_2 - 2mg \cdot f_2 \cdot \cos(\alpha) + P \cdot f_1 + mg \cdot f_1 \cdot \cos(\alpha) - mg \cdot \sin(\alpha) \quad (3.17)$$

Другий аркуш нерухомий, якщо його прискорення буде рівним нулю, тоді:

$$-Pf_2 - 2mg \cdot f_2 \cdot \cos(\alpha) + P \cdot f_1 + mg \cdot f_1 \cdot \cos(\alpha) - mg \cdot \sin(\alpha) = 0; \quad (3.18)$$

$$P(f_1 - f_2) + mg[2 \cdot f_2 \cdot \cos(\alpha) + f_1 \cdot \cos(\alpha) - \sin(\alpha)] = 0; \quad (3.19)$$

$$\frac{P}{mg} \cdot (f_1 - f_2) - 2f_2 \cdot \cos(\alpha) + f_1 \cdot \cos(\alpha) - \sin(\alpha) = 0; \quad (3.20)$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{2 \cdot f_2 \cdot \cos(\alpha) - f_1 \cdot \cos(\alpha) + \sin(\alpha)}{f_1 - f_2} \quad (3.21)$$

Поділивши чисельник і знаменник правої частини виразу на f_1 , отримаємо:

$$\frac{P}{mg} = \frac{2 \cdot \frac{f_2}{f_1} \cdot \cos(\alpha) - \cos(\alpha) + \frac{\sin(\alpha)}{f_1}}{1 - \frac{f_2}{f_1}} \quad (3.22)$$

На рисунку представлені залежності відносин сили, що притискає ролик до ваги аркуша при різних значеннях кута нахилу стапеля.

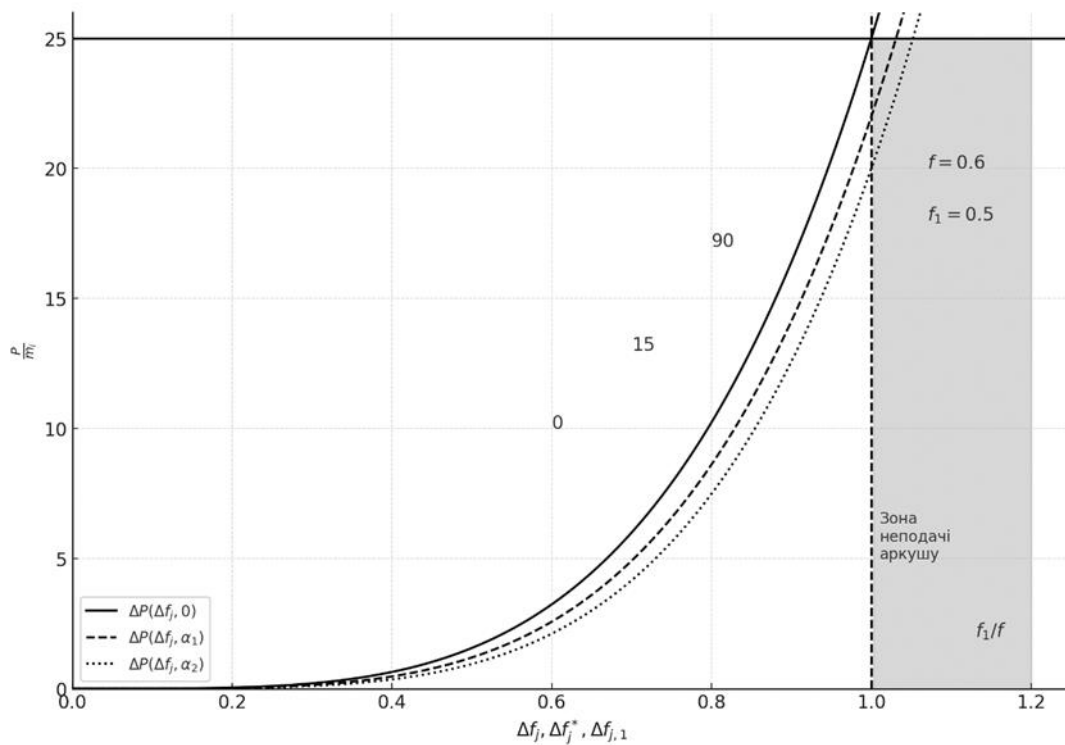


Рисунок 3.4 - Залежність притискного зусилля при різних кутах нахилу стапеля і відсутності неподачі аркуша

Перший графік відповідає відокремленню аркуша, а другий - подачі аркуша, за умови нерухомості другого аркуша. Графіки побудовані за допомогою програми MathCAD.

Як видно з першого графіка, при збільшенні кута нахилу стапеля (від 0° до 90°) спостерігається збільшення мінімальної сили, що притискає ролик до стопи.

Тобто, за інших рівних умов, потрібно створити більше притискне зусилля для переміщення верхнього аркуша та запобігання неподачі.

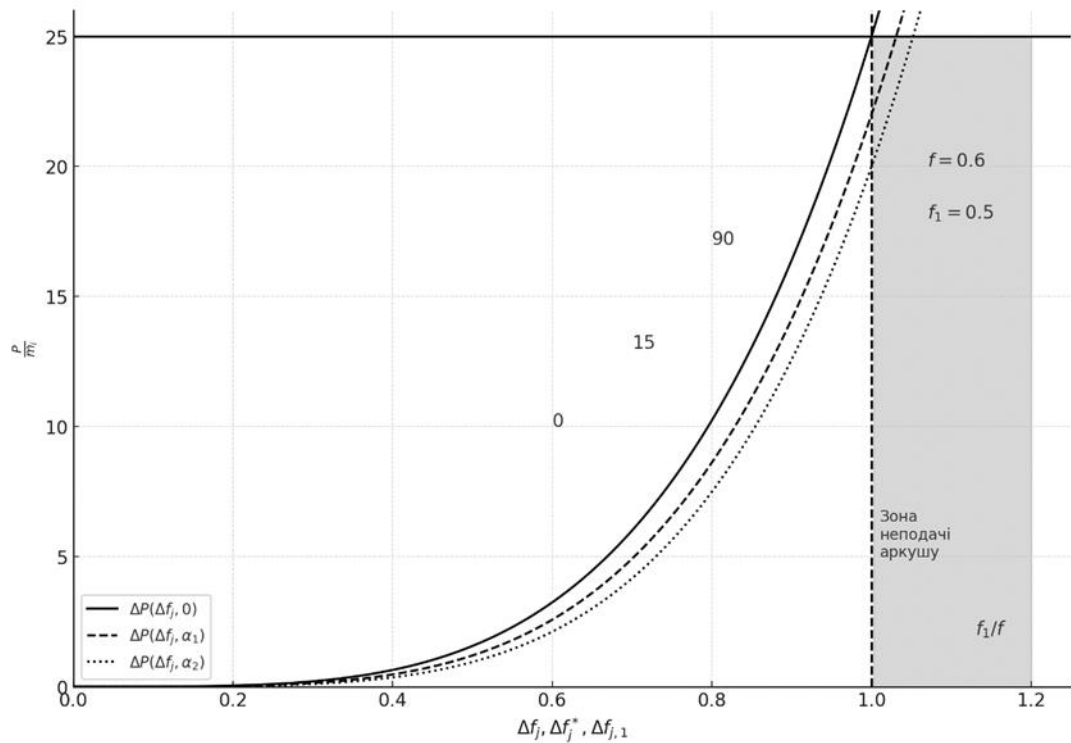


Рисунок 3.5 Залежність притискного зусилля при різних кутах нахилу стапеля і нерухомості другого аркуша.

Однак аналіз другого графіка показує, що при збільшенні кута нахилу стопи зона подачі подвійного аркуша скорочується, відповідно, зменшується ймовірність подачі подвійного аркуша [6].

3.4. Умова роботи самонакладу без подачі подвійного аркуша

На цьому етапі ще не можна точно сказати, чи покращиться, чи погіршиться відокремлення і подача аркушів при роботі самонакладу з нахиленим стапелем.

Для вирішення цієї проблеми необхідно об'єднати дві умови: по-перше, сила тертя повинна бути достатньою, щоб перемістити верхній аркуш, і, по-друге, другий аркуш повинен залишатися нерухомим.

Це можна зробити, підставивши вираз (3.22) у вираз (3.12). Таким чином, виходить залежність прискорення першого аркуша від коефіцієнтів тертя і кута нахилу стапеля (3.23):

$$a = \left[\frac{2 \frac{f_2}{f_1} \cos(\alpha) - \cos(\alpha) + \frac{\sin(\alpha)}{f_1}}{1 - \frac{f_2}{f_1}} (f_1 - f_2) - f_1 \cos(\alpha) - \sin(\alpha) \right] g. \quad (3.23)$$

Для побудови графіка можна допустити (на цьому етапі), що коефіцієнти тертя постійні, і прийняти $f=0.6$, $f_2 = 0.4$

На графіку (рис.3.6) представлені кілька кривих, кожна з яких відповідає певному куту нахилу стапеля.

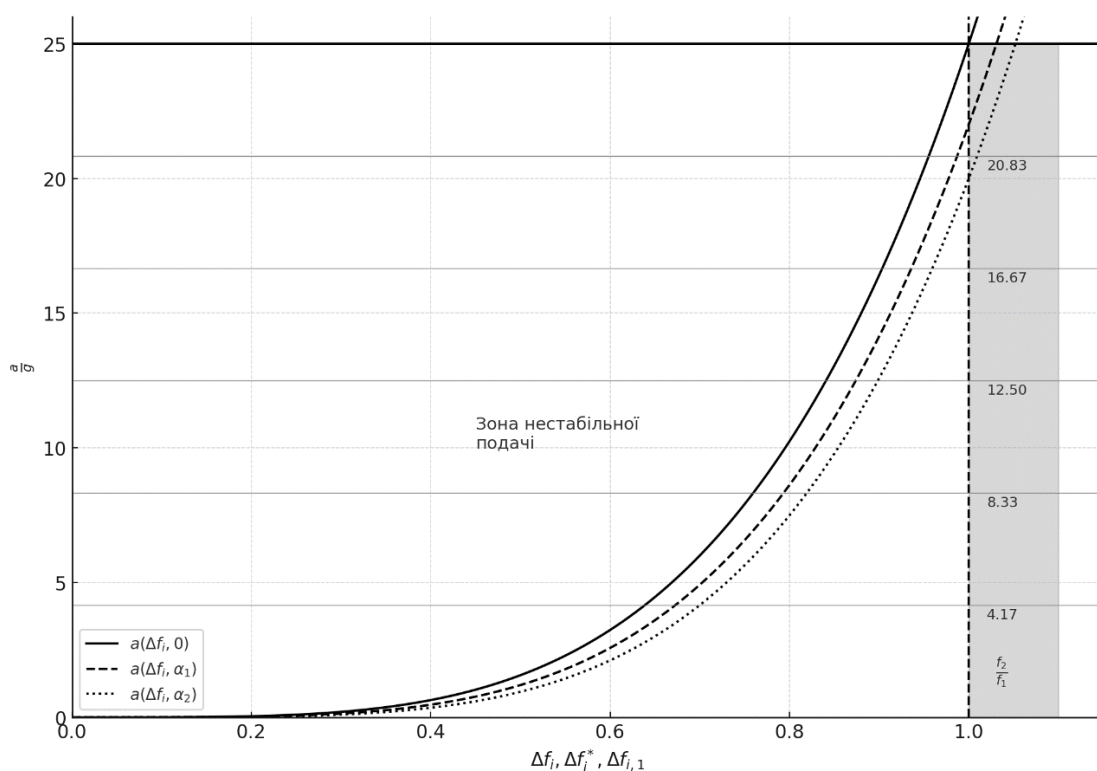


Рисунок 3.6 - Графік прискорення аркуша при різних кутах нахилу стапеля.

Цей графік показує, що для певного розкиду значень коефіцієнтів тертя між аркушами, при збільшенні кута нахилу від 0 до 90 градусів спостерігається збільшення максимально можливого прискорення аркуша.

Крім цього, можна сказати, що збільшити прискорення подаваного аркуша можна двома шляхами. По-перше, зменшуючи коефіцієнт тертя між аркушами, і, по-друге, збільшуючи коефіцієнт тертя між фрикційним роликом і папером[12].

Таким чином, для поліпшення точності подачі аркушів необхідно прагнути до мінімізації різниці коефіцієнтів тертя у стопі.

На підставі наведених вище формул і залежностей не можна дати однозначну відповідь щодо впливу деяких факторів на працездатність фрикційних самонакладів, оскільки більшість цих факторів є випадковими величинами. Наприклад, коефіцієнти тертя між аркушами і коефіцієнт тертя між роликом і верхнім аркушем. Крім того, випадковими величинами є середні квадратичні відхилення коефіцієнтів тертя при використанні різних сортів паперу; рівень установки відсікача та ін.

Як відомо, невизначеність, викликана впливом випадкових величин, може бути оцінена кількісно за допомогою теорії ймовірностей і математичної статистики.

Висновки до Розділу 3

У третьому розділі було проведено комплексне технічне дослідження механізмів відокремлення та підйому аркуша в системі самонакладу аркушевої офсетної друкарської машини. Аналіз охопив основні фактори, що впливають на надійність та точність подачі аркушів, включаючи ризики неподачі або множинної подачі, вплив нахилу стапеля та умови забезпечення роботи без подачі подвійного аркуша.

У процесі моделювання та розрахунків було виявлено основні конструктивні й динамічні залежності, які визначають ефективність роботи самонакладу. Зокрема, встановлено вплив розміщення обмежувачів, параметрів вакуумних присосок, швидкості руху та сили притиску на процес відокремлення аркуша. Розрахунки дозволили сформулювати вимоги до конфігурації елементів самонакладу, які забезпечують поодинокі відділення аркуша навіть при високошвидкісній роботі.

Окрему увагу приділено аналізу умов, за яких виникають збої у подачі, та методам їх усунення шляхом оптимізації положення елементів подачі,

використання систем контролю подвійного аркуша та синхронізації механізмів подачі з іншими вузлами машини.

Сформульовані у розділі висновки та технічні рекомендації спрямовані на підвищення стабільності подачі аркушів, зменшення відсотка браку, а також на збільшення довговічності та ефективності роботи самонакладу в умовах сучасного поліграфічного виробництва.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проєкту було проведено комплексне дослідження конструкції та роботи самонакладу аркушевої офсетної друкарської машини. Основну увагу було приділено принципам відокремлення аркушів зі стопи, особливостям механізмів подачі, а також факторам, що впливають на точність, стабільність і надійність цього процесу.

На основі аналізу літератури та прикладів з практики встановлено, що сучасні офсетні машини застосовують різні типи самонакладів — фрикційні, вакуумні та комбіновані. Кожен із них має свої плюси та мінуси. Наприклад, фрикційні системи прості в експлуатації, але менш точні, тоді як вакуумні забезпечують стабільну подачу навіть тонких аркушів, проте вимагають складнішого обслуговування.

У процесі роботи були проаналізовані можливі збої у подачі — зокрема, випадки подвійної подачі, перекосів аркуша або повної його відсутності. Проведені інженерні розрахунки дозволили оцінити сили інерції, вплив маси аркуша та кут нахилу стопи на ефективність відокремлення. Встановлено, що правильне розташування обмежувачів, оптимальні параметри присосок і синхронізація з іншими вузлами машини є критично важливими для точної та безперебійної роботи самонакладу.

За результатами дослідження запропоновано технічні рішення, які дозволяють покращити подачу аркушів:

- удосконалення конструкції обмежувачів;
- використання регульованої вакуумної системи;
- впровадження сенсорного контролю подачі;
- підвищення енергоефективності за рахунок оптимізації приводів.

Окремо розглянуто питання безпеки роботи з самонакладами. Визначено основні небезпечні зони та запропоновано шляхи їх захисту для забезпечення безпечної експлуатації обладнання.

Таким чином, мета дипломної роботи досягнута. Було вивчено основні типи самонакладів, розглянуто їхні конструктивні особливості, проведено розрахунки і розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності, надійності та безпеки їхньої роботи. Отримані результати можуть бути корисними для подальших розробок, а також для вдосконалення вже існуючих систем подачі у сучасному поліграфічному виробництві.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Кривошей В. Н. Упаковка в украинских реалиях. Львов : Украинская академия печати, 2017. 288 с.
2. Шредер В. Л., Пилипенко С. Ф. Упаковка из картона. Киев : ИАЦ «Упаковка»,
3. Регей І. І., Кузнецов В. О., Влах В. В. Механізм приводу натискної плити у штанцювальному обладнанні (обґрунтування удосконалення). Упаковка. 2017. № 6. С. 29–31.
4.
https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27607/2/TSTUSJ_2007v12n4_Prots_Ya-Mechanisms_of_serves_band_47-58.pdf
5. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.
6. ДСТУ 3003:2006. Технологія поліграфічних процесів. Терміни та визначення понять. [Електронний ресурс] / Держстандарт України. - Режим доступу: <https://archive.chytomo.com/standards/dstu-30032006-tekhnohohiya-polihrafichnykh-protsesiv-termyny-ta-vyznachennya-ponyat>
7. ДСТУ 3934–99. Матеріали й устаткування поліграфічні. Терміни та визначення. – Вперше; чинний від 2001–01–01. [Електронний ресурс] / Держстандарт України. – Режим доступу: <http://www.ukrbook.net/vidavc.html>
8.
https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3787/2/Tezy%20ISUMEL_13_Finish.pdf
9. . Прес штанцювального автомата : пат. 118155 України: МПК В31В 50/52 (2017.01), Регей І. І, Радіховський І. А., Книш О. Б., Млинко О. І. ; заявник та власник пат. Укр.академ. друкарства. № а2017 11500 ; заявл. 24.11.2017 ; опубл. 26.11.2018, Бюл № 22. 3 с.

10. Кузнецов В. О., Регей І. І., Влах В. В. Модернізація механізму привода натискної плити у штанцювальному пресі. Поліграфія і видавнича справа. 2017. № 1 (73). С. 56–62.
11. . Влах В. В. Удосконалення штанцювального преса застосуванням комбінованих механізмів привода натискної плити : дис... канд. техн. наук Львів, 2018. 169 с.
12. https://www.uad.edu.ua/uploads/2018/vchenarada/vlakh_dis.pdf
13. .<https://studfile.net/preview/3935515/page:5/>
14. Прес штанцювального автомата : пат. 120580 України: В31В 50/14 (2017.01), В31В 50/88
15. Регей І. І., Книш О. Б., Кравчук І. М., Іваськів Б. Р., Млинко О. І. ; № 2019 01818 ; заявл. 22.02.19 ; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24. 3 с.
16. Грабовський Є. М. Технологічні процеси видавничої поліграфічної справи / Є. М. Грабовський, М. М. Оленіч. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 192 с.
17. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Львів : Афіша, 560 с.
18. <https://studfile.net/preview/9704693/>
19. Бегень П. І., Радіховський І. А., Млинко О. І. Штанцювальний прес з використанням передачі гвинт-гайка (дослідження кінематичних параметрів натискної плити). Упаковка. 2020. № 1. С. 44–45.
20. <https://msd.com.ua/ofsetnij-druk/samonakladi/>
21. Деталі машин. Розрахунок та конструювання : підручник / Г. В. Архангельський, М. С. Воробйов, В. С. Гапонов, О. І. Дубинець, О. І. Пилипенко, А. В. Гайдамака, С. Л. Панов, А. С. Столбовий. – Київ : Талком, 2014. – 684 с.
22. Киричок П.О. Фінішне оброблення зносостійких деталей друкарських машин : навч. пос.. 2-е видання перероблене та доповнене, ч. 1. / П. О. Киричок, А. П. Гавриш, Т. А. Роїк, Ю. Ю. Віцюк. – К. : Видавничий дім „АртЕк, 2018.- 408 с.

23. Кірієнко О.А. Теорія механізмів і машин. Деталі машин: розрахунки механічних передач / О.А. Кірієнко, Ю.М. Гузенко: Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін.-т». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 188 с.
24. <http://nz.uad.lviv.ua/static/media/1-60/12.pdf>
25. <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2024/apr/34233/vse1-75-81.pdf>
26. <https://print-machines.net/heidelberg-speedmaster-xl-75-%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B8-%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8/>
27. «Друковані машини», А.А. Тюрин – 459 с.
28. «Практика фальцовки: від спуска полос до готової продукції», В.С. Карпенко, Ю.А.Шостачук, В.Г.Сисюк, В.Гебхардт, Г.Б. Куликов, В.І.Куликов, А.Фурлер. – 239 с.
29. «Різальні машини і комплекси POLAR», В.С. Карпенко, Ю.А.Шостачук, В.Г.Сисюк, В.Гебхардт, Г.Б. Куликов, В.І.Куликов, А.Фурлер. – 204 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технічна специфікація офсетної друкарської машини Heidelberg Speedmaster XL 75-5+L (джерело: 26)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ HEIDELBERG XL-75		формный цилиндр		лакировальный офсетный цилиндр	
формат запечатываемого материала для модификации C		проточка, мм	0,15	длина x ширина (лакировальное полотно), мм	700 x 772
максимальный формат листа (C), мм	530 x 750	расстояние от переднего края печатной формы до начала зоны печати, формат F, мм	43	длина x ширина (лакировальная форма) формат F и формат C, мм	680 x 750
максимальный формат запечатки (C), мм	510 x 740	расстояние от переднего края печатной формы до начала зоны печати, формат C, мм	59,5	проточка, мм	3,2
минимальный формат листа в режиме двусторонней печати (C), мм	300 x 350	размер печатной формы		расстояние от переднего края лакировальной формы до начала зоны лакирования, мм	47,6
формат запечатываемого материала для модификации F		длина x ширина, формат F, мм	660 x 745	максимальный формат лакирования, мм	585 x 740
максимальный формат листа (F), мм	605 x 750	длина x ширина, формат C, мм	605 x 745	высота ступеля	
максимальный формат запечатки (F), мм	585 x 740	толщина, мм	0,3	самонаклад, мм	1,120
минимальный формат листа в режиме двусторонней печати (F), мм	340 x 350	офсетный цилиндр		приемка, мм	1,120
минимальный формат листа (односторонняя печать), мм	210 x 350	длина x ширина (армированное полотно), мм	700 x 772	поднятая печатная машина, мм	+550
толщина запечатываемого материала, мм	0,03 – 0,8	толщина полотна, мм	1,95	пример конфигурации	
поле захватов, мм	8 – 10	длина x ширина (приправочный лист), мм	620 x 750	размеры Speedmaster XL 75-5+L с самонакладом и приемкой Preset Plus и двумя модулями приемки	
максимальная производительность		проточка, мм	2,3	количество печатных секций	5
стандартная, отт./час	15'000	лакировальный офсетный цилиндр		количество лакировальных секций	1
опция на односторонней печатной машине, отт./час	18'000	длина x ширина (лакировальное полотно), мм	700 x 772	длина, м	13,22
		длина x ширина (лакировальная форма) формат F и формат C, мм	680 x 750	ширина, м	4,06
				высота, м	1,94

Додаток Б

Плакат 1 Мета і задача дослідження (ДП СМН 01.001)

Група: СМ-п21 Коротаєв Максим Олексійович

САМОНОКЛАД АРКУШЕВИХ ОФСЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН

Мета і задача дослідження:

Метою дипломної роботи є дослідження конструкції, кінематики та динаміки самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин з метою підвищення точності, стабільності та надійності подачі аркушів у друкарську секцію. Завданнями дослідження є: аналіз існуючих типів самонакладів, дослідження технічних параметрів, виконання розрахунків навантажень і прискорень, а також обґрунтування напрямів модернізації систем подачі аркушів.

Об'єкт дослідження:

Самонаклад аркушевої офсетної друкарської машини.

Предмет дослідження:

Конструктивні, кінематичні та динамічні параметри механізмів подачі й відокремлення аркушів, що забезпечують точність і стабільність роботи самонакладу.

Методи дослідження:

Аналіз технічної літератури й патентної інформації, виконання інженерних розрахунків, математичне моделювання процесу подачі аркушів, створення технічних схем і графіків із застосуванням інженерного програмного забезпечення (MathCad, AutoCAD), а також аналіз продуктивності і надійності роботи самонакладу.

Ключові слова:

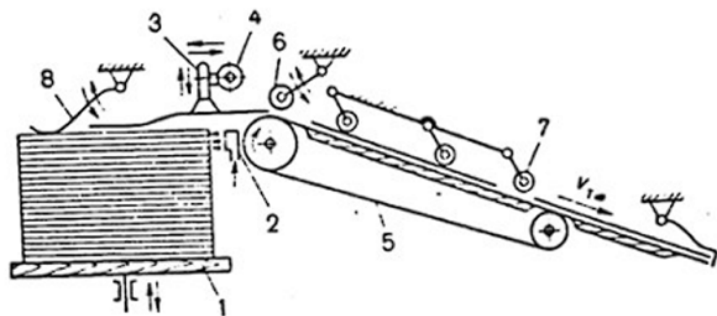
Самонаклад, подача аркуша, відокремлення, стопа паперу, фрикційний ролик, вакуумна присоска, стабільність подачі, точність реєстрації, синхронізація, продуктивність друку.

Плакат 2-ДП Стадії відокремлення аркуша у самонакладі офсетної друкарської машини
(ДП ТС 01.002)

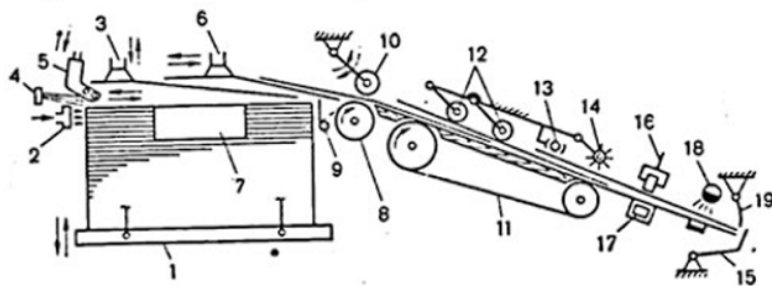


Додаток Г

Плакат 3-ДП Кінематичні схеми самонаклада з послідовною та каскадною подачею аркушів (ДП КГ 01.003)



1- Схема самонакладу з послідовною подачею листів



2- Схema самонакладу з каскадною подачею листів

Позиция 1	Наименование
№1	Основа сачанаклада
№2	Основной ролик
№3	Купельный механизм
№4	Регулятор тиску
№5	Транспортирувальна стрічка
№6	Ведучий ролик
№7	Напильні ролики
№8	Подавальні пристрої

Позначення	Найменування
№1	Основа сепаратора
№2	Направляючий механізм
№3	Фрикційні подавачі ролики
№4	Датчик подачі листа
№5	Вакуумні присоски
№6	Регулятор тиску
№7	Слота листів
№8	Транспортувальний приймальний ролик
№9	Ведучий ролик
№10	Купельний механізм
№11	Транспортувальні бідні щітки
№12	Напісочні ролики
№13	Розділювальні ролики
№14	Фотополемет
№15	Вихідний ролик
№16	Контролер тиску
№17	Додатковий ведучий ролик
№18	Додатковий ведучий ролик
№19	Вакуумні присоски

				ДП КГ 01.003			
№ док.	В док.	Место	Дата	Получ. 3-ДП Континент (с/м) самонаблюд. в пещерное из каменной пещеры			
Родит.	Семейн. №			Имя	Фамилия	Место	
Получен	Возраст (лет)						
Год				Адрес	Место		
Адрес				ИИ ВД КГ КМ СМ 2			

Додаток Г

Специфікація до плакату 3

[illegible]

(ДП СН 01.004)

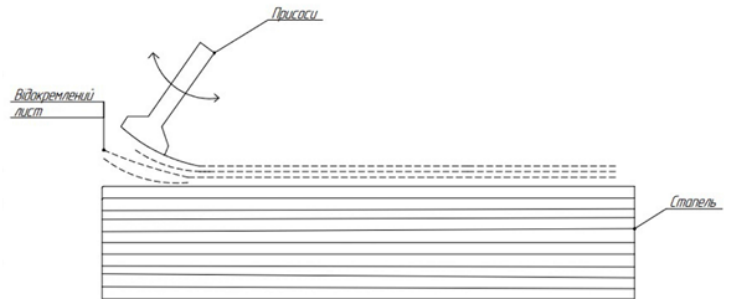


Рис. 6-розділення аркушів за допомогою віддзигнання кроски аркуша

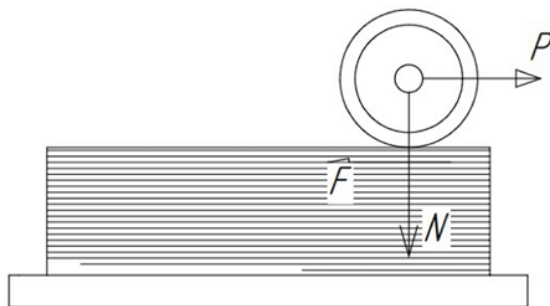


Рис.б Схема прикладання зусиль при відокремленні на самонакладі

Позначення Рис. а	Найменування
NP1	Край столу
NP2	Заколювачі механізми
NP3	Напряgni
NP4	Верхні обмежувачі
NP5	Нижні обмежувачі
NP6	Датчики
NP7	Підомний механізм
NP8	Механічні важелі

				ДП СН 01.004			
№	Дата	В. Фамилия	Подпись	Место	Инициалы	Дата	Инициалы
1	2	3	4	5	6	7	8
				Листок 4 - 201 Система разделения дружбы на классы социализации			
				Август			
				Август			
				НН ВТО КТО СН-2			

Плакати 5 - ДП Графічна залежність притискового зусилля та прискорення
аркуша від кута нахилу стапеля
(ДП АН 01.005)

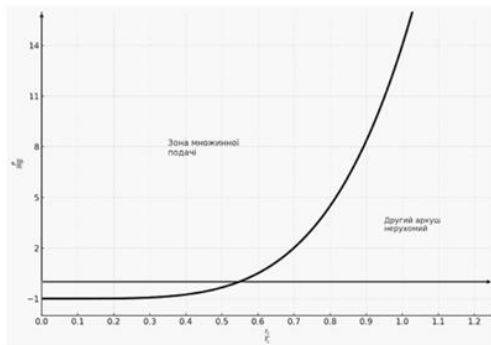


Рис.1 - Графік величини зусилля, що притискає

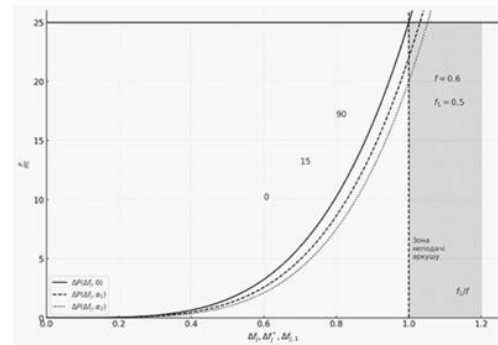


Рис.2 - Залежність притискного зусилля при різних кутах нахилу стапеля і відсутності неподачі аркуша

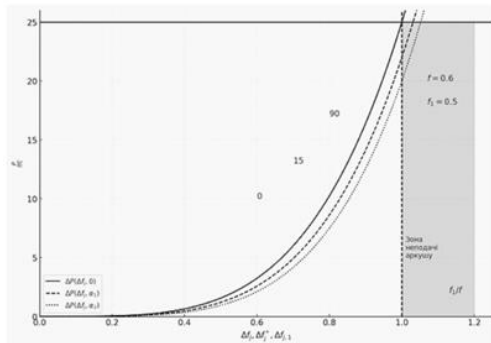


Рис.3- Залежність притискного зусилля при різних кутах нахилу сталея і нерухомості другого аркуша.

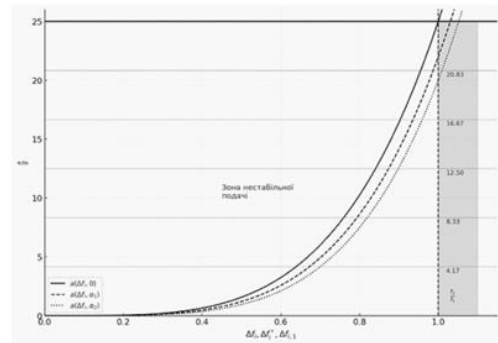


Рис.4-Графік прискорення аркуша при різних кутах нахилу стапеля.

[illegible]

Додаток Ж

Плакати 6 - ДП Графічна залежність зусилля притиску і прискорення аркуша від кута нахилу стапеля (ДП АН 01.006)

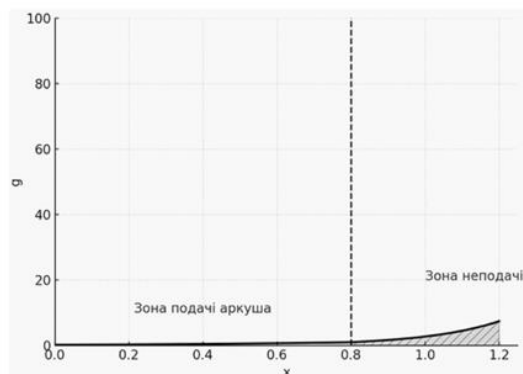


Рис.1-Графік прижимної сили

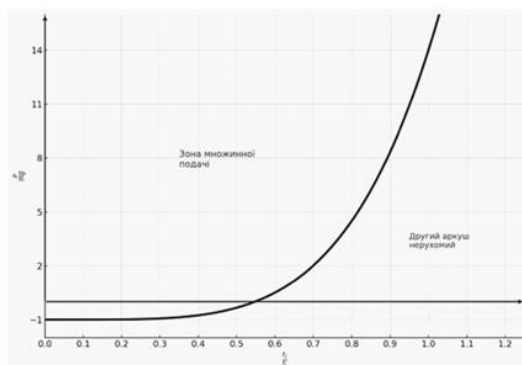


Рис.2 - Графік величини зусилля, що притискає

Залежність для прискорення верхнього аркуша

$$a_1 = \frac{P}{m_1} \cdot (f - f_1) - g \cdot f_1$$

Перетворення цього виразу для випадку, коли прискорення верхнього аркуша дорівнює нулю. Зона подачі

$$\frac{P}{m_1 g} = \frac{f_1}{1 - f_1}$$

Рішення питання можливості подачі

$$P + (m_1 + m_2)g$$

Для з'ясування причин подачі подвійного аркуша складемо рівняння руху для другого аркуша.

Реакція з боку третього аркуша дорівнює

$$(P + mg) \cdot f_1 - (P + 2mg) \cdot f_2 = ma_2$$

На цьому етапі зробимо ще одне додаткове припущення, що маси всіх аркушів однакові

$$P \cdot f_1 + mg \cdot f_1 - P \cdot f_2 - 2mg \cdot f_2 = ma_2$$

Розкривши дужки

Другий аркуш не буде переміщатися, якщо його прискорення дорівнює нулю.

$$P(f_1 - f_2) = mg(2f_2 - f_1)$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{2f_2 - f_1}{f_1 - f_2}$$

$$\frac{P}{mg} = \frac{2 \cdot f_2 - 1}{1 - f_1}$$

З допомогою виразу можна побудувати залежність, подібну до попереднього графіка

ДП АН 01.006									
№ документа	Відомості	Місце	Дата	Повторно в ДП (згідно з вимогами)					
Розроблено	Відомості	Місце	Дата	Відомості					
Відомості	Відомості	Місце	Дата	Відомості					
Відомості	Відомості	Місце	Дата	Відомості					
Відомості	Відомості	Місце	Дата	Відомості					
Відомості	Відомості	Місце	Дата	Відомості					
Відомості	Відомості	Місце	Дата	Відомості					
Відомості	Відомості	Місце	Дата	Відомості					

Додаток 3

Плакати 7 Висновки (ДП СН 01.007)

ВИСНОВОК

У результаті написання дипломного проєкту було здійснено всебічне дослідження конструкційних і технологічних особливостей самонакладу аркушевих офсетних друкарських машин. Основну увагу було приділено аналізу механізмів відокремлення, транспортування та вирівнювання аркушів, а також визначенню параметрів, що впливають на стабільність та точність подачі аркушів у друкарську секцію.

Дослідження процесу подачі аркушів показало, що надійність та точність самонакладу безпосередньо залежать від типу механізму подачі, геометрії контактних елементів, кінематичних характеристик приводу та якості сенсорного контролю. Було встановлено, що впровадження вакуумних та комбінованих систем із сенсорними модулями дозволяє значно підвищити стабільність подачі навіть при високих швидкостях друку.

У роботі були виконані розрахунки механізмів підйому та відокремлення аркушів, моделювання динаміки руху аркуша з урахуванням інерційних навантажень, сили тертя та швидкісних параметрів. Побудовані моделі дозволили визначити оптимальні значення технічних характеристик, що забезпечують ефективну та безаварійну роботу самонакладу.

За результатами моделювання та аналізу було розроблено низку технічних рекомендацій щодо вдосконалення конструкцій самонакладу, зокрема: зміну геометрії робочих елементів, застосування матеріалів з підвищеною зносостійкістю, а також інтеграцію сенсорних систем для контролю подачі аркушів. Такі рішення дозволяють покращити точність позиціонування, зменшити ймовірність подвійної подачі та підвищити загальну продуктивність друкарської машини.

Запропоновані результати можуть бути використані як у процесі модернізації наявного обладнання, так і при створенні нових моделей самонакладів для сучасних офсетних машин. Вони сприяють підвищенню надійності, точності та адаптивності аркушеподавальних систем до умов високошвидкісного друку та змін у виробничому середовищі.