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

Навчально-науковий видавничо-поліграфічний інститут
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра машин та агрегатів поліграфічного виробництва
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
_____ ___М.А.Зенкін____
(підпис) (ініціали, прізвище)

“___”_____2024 р.

Дипломний проєкт

освітнього рівня «бакалавр»
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

на тему: Модернізація приводу поворотного столу тамподрукарської машини із використанням кулачкового механізму періодичного повороту з сектором

Виконав: студент _IV_ курсу, групи _СМ-01
(шифр групи)

Коваленко Максим Олександрович _____.
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник доцент кафедри МАПВ, к.т.н., доцент Гриценко Д.С. _____.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент доцент кафедри ТПВ, к.т.н., доцент Золотухіна К. І. _____.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2024 року

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
В.о. зав. кафедри МАПВ
_____ Микола ЗЕНКІН
«___»_____2024 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студентці
Коваленку Максиму Олександровичу

1. Тема проєкту: «Модернізація приводу поворотного столу тамподрукарської машини із використанням кулачкового механізму періодичного повороту з сектором», керівник проєкту Гриценко Дмитро Сергійович, доцент кафедри МАПВ, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «29» травня 2024 р. № 2160-с

2. Термін подання студентом проєкту: 14 червня 2024 року.

3. Вихідні дані до проєкту: завдання до дипломного проекту, технічна документація, програмне забезпечення.

4. Зміст пояснювальної записки: Огляд сучасного стану тамподрукарського обладнання, аналіз приводів механізмів подавання виродів в зону друку, модернізація механізму приводу поворотного столу тамподрукарської машини ТМ-110 та розрахунки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Огляд тамподрукарських машин та механізмів приводу пристроїв подавання виробів в зону друку, тамподрукарська машина з модернізованим механізмом приводу, кулачковий механізм періодичного

повороту з сектором, деталювання кулачкового механізму періодичного повороту з сектором.

6. Дата видачі завдання: 01 березня 2024 року .

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд сучасного стану ТДМ та механізмів приводів пристороїв подавання виробів в зону друку	20.04.2024	виконано
2	Визначення основних параметрів поворотного столу та аналіз циклограми	27.04.2024	виконано
3	Опис запропонованої модернізації механізму приводу, підготовка матеріалів патенту на корисну модель, подання патенту	01.01.2024	виконано
4	Проведення необхідних розрахунків	20.05.2024	виконано
5	Розробка креслень	10.06.2024	виконано

Студент _____ М. О. Коваленко

Керівник проєкту _____ Д. С. Гриценко

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту

на тему: «Модернізація поворотного столу подавання виробів у зону друку тамподрукарської машини»

Київ – 2024 року

РЕФЕРАТ

Коваленко Максим Олександрович. Модернізація приводу поворотного столу тамподрукарської машини із використанням кулачкового механізму періодичного повороту з сектором.

Національний технічний університет України “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, кафедра МАПВ, 2024,

83 стор., 31 рис, 4 табл., бібліогр.: 34 назв., додатки - .

В ході виконання проекту проведено аналіз сучасного стану тамподрукарського обладнання, зокрема аналіз приводу поворотного столу тамподрукарської машини, на основі якого запропоновано шляхи його вдосконалення та рекомендації щодо вибору матеріалу деталей приводу з метою подовження терміну експлуатації та підвищення продуктивності друкарської машини.. Було виявлено основні проблеми, що впливають на продуктивність та якість друку.

Детально описано роботу тамподрукарської машини з поворотним столом ТМ-110, проведено аналіз циклограми її роботи, а також розроблено конструкцію нового кулачкового механізму періодичного повороту. Основна увага приділена методиці розрахунку кулачка та сектора, що дозволяє забезпечити високу точність та стабільність роботи приводу.

Результати дослідження показали, що запропонована модернізація приводу дозволяє значно підвищити продуктивність машини, зменшити час переналагодження та підвищити якість друкованої продукції. Впровадження нової конструкції також сприяє зменшенню витрат на технічне обслуговування та подовженню терміну експлуатації обладнання.

Ключові слова: тамподрукарська машина, кулачковий механізм, періодичний поворот, привід поворотного столу, модернізація, ефективність, продуктивність.

ABSTRACT

Kovalenko Maksym Oleksandrovych. Modernization of the Drive of the Rotary Table of the Pad Printing Machine Using a Cam Mechanism with a Sector. National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Department of Machines and Aggregates for Printing Production, 2024,
83 p., 31 pic., 4 Tab., Bibl.: 34 titles, Appl. - .

In the course of the project, an analysis of the current state of pad printing equipment was carried out, particularly an analysis of the drive of the rotary table of the pad printing machine, based on which ways to improve it and recommendations for the selection of drive part materials were proposed to extend the service life and increase the productivity of the printing machine. The main problems affecting the productivity and print quality were identified.

The operation of the pad printing machine with a rotary table TM-110 was described in detail, its work cycle was analyzed, and a new cam mechanism design for periodic rotation was developed. The main focus was on the methodology for calculating the cam and sector, which ensures high accuracy and stability of the drive's operation.

The research results showed that the proposed drive modernization significantly increases the machine's productivity, reduces reconfiguration time, and improves the quality of printed products. The implementation of the new design also helps reduce maintenance costs and extend the equipment's service life.

Keywords: pad printing machine, cam mechanism, periodic rotation, rotary table drive, modernization, efficiency, productivity.

ЗМІСТ

Вступ 9

Розділ 1 Сучасний стан тамподрукарського обладнання з транспортувальними пристроями подавання виробів у зону друку 11

1.1. Технологія тамподруку 11

1.2. Тамподрукарське обладнання 12

1.3. Технічне обслуговування 16

1.4. Інновації технологій тампонного друку 18

1.5. Особливості тамподрукарських машин з різними пристроями подавання виробів в зону друку 19

1.6. Пристрої подавання виробів в зону друку 21

1.7. Пристрої встановлення та закріплення задруковуваних виробів в зоні друку 29

1.8. Види приводів пристроїв подавання виробів в зону друку 31

1.9. Механізми, які перетворюють постійний обертовий рух у періодичний 38

Висновки до розділу 1 39

Розділ 2 Вдосконалення механізму приводу поворотного столу тамподрукарської машини із використанням кулачкового механізму періодичного повороту з сектором 41

2.1. Опис тамподрукарської машини з поворотним столом подавання виробів в зону друку (ТМ-110) 41

2.2. Аналіз циклограми роботи машини.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.3. Пропозиція модернізації приводу поворотного столу тамподрукарської машини. Опис кулачкового механізму періодичного повороту..... 47

2.4. Методика розрахунку кулачка та сектора 52

2.4.1. Визначення схеми і параметрів кулачкового механізму..... 52

2.4.2. Розрахунок радіусів-векторів кулачка механізму.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.3. Визначення кутової поправки ..**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.4. Розрахунок біжучих кутів тиску та підйому .**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.5. Визначення параметрів роликової опори.....**Ошибка! Закладка не определена.**

2.4.6. Розрахунок миттєвих значень ККД кулачкового механізму**Ошибка! Закладка не определена.**

Висновок до розділу 2 62

Розділ 3 Проведення розрахунків запропонованого кулачкового механізму періодичного повороту з сектором 63

3.1. Розрахунок параметрів роботи кулачкового механізму періодичного повороту 63

3.2. Розрахунок головного кулачка кулачкового механізму періодичного повороту 64

3.3. Розрахунок сектору кулачкового механізму періодичного повороту..... 67

Висновок до розділу 3 69

Загальні висновки 71

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 73

Додатки 78

Додаток А 79

ВСТУП

Для того, щоб досягти успіху в сучасному світі, де конкуренція в галузі виробництва продукції надзвичайно велика, підприємства мають бути здатними досягти успіху завдяки технологічному прогресу. У цьому контексті постійне удосконалення процесів виробництва, особливо в галузі друку, є важливими. Технології та обладнання для друку поступово адаптуються до потреб сучасного ринку, враховуючи швидкі зміни в вподобаннях споживачів і вимогах до якості продукції.

Мета роботи полягає в вдосконаленні тамподрукарської машини, а саме в пристрої подавання виробів в зону друку. Цей метод був обраний для дослідження через його універсальність і здатність наносити зображення на широкий спектр поверхонь, що робить його незамінним у багатьох галузях, таких як виробництво інструментів, автомобілів, електроніки та інших промислових продуктів.

Тамподрукарські машини є важливою частиною цього процесу та відіграють важливу роль у гарантуванні якості та ефективності виробництва. Тим не менш, важливо пам’ятати, що навіть у такій технологічно розвиненій галузі є місце для подальших інновацій та удосконалень.

Привід поворотного столу є особливо важливим компонентом процесу тамподруку, оскільки він відповідає за точність встановлення виробів відносно друкувальних ланок і плавність руху виробів без зайвих коливань та вібрацій. Удосконалення можуть підвищити продуктивність, скоротити час налаштування обладнання, покращити ефективність процесу виробництва та точність друку. Сучасні вимоги до якості та швидкості вимагають не лише надійності, але й оптимізації процесу виробництва. У таких умовах модернізація приводу поворотного столу тамподрукарської машини є важливим питанням. Це може призвести до зниження витрат, підвищення якості друку та підвищення продуктивності виробництва.

Дослідження та вдосконалення приводу поворотного столу тамподрукарської машини з використанням кулачкових механізмів періодичного повороту дає можливість здійснити точніший і стабільніший рух поворотного столу, що покращує якість друку. Це підвищить продуктивність, знизить витрати та покращить якість друку на різних поверхнях. Актуальність цієї теми полягає в постійному попиті на нові методи, які можуть підвищити продуктивність і якість виробництва в галузі тамподруку, підвищити ефективність виробництва та гарантувати високу якість друку на широкому спектрі матеріалів і поверхней.

У даній роботі буде проведено аналіз сучасного стану технології тамподруку, виявлено існуючі проблеми в приводі поворотного столу та запропоновано шляхи їх вирішення за допомогою кулачкового механізму періодичного повороту. Результати цього дослідження можуть мати значний практичний вплив на підвищення продуктивності та якості виробництва в галузі тамподруку.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНИЙ СТАН ТАМПОДРУКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ З ТРАНСПОРТУВАЛЬНИМИ ПРИСТРОЯМИ ПОДАВАННЯ ВИРОБІВ У ЗОНУ ДРУКУ

1.1.Технологія тамподруку

Тамподрук – технологія, що відрізняється простотою процесу. Для нанесення картинок на поверхню не використовується складне обладнання та не залучається велика кількість людей. Тампонний друк ідеально підходить у тому випадку, коли потрібно отримати барвисте зображення на гуртках, канцелярському приладді, запальничках та багатьох інших предметах. При цьому можна використовувати готові вироби. Таким чином, завдання значно спрощується. [1]

Технологія тампонного друку призначена для зображення на викривлені поверхні. Цей метод ідеально підходить для нанесення інформації як на сувенірну продукцію (ручки, запальнички, тощо), так і різні промислові вироби (побутова техніка, вимірювальні прилади і т.д.)

Друк проводиться за допомогою тампона, що є силіконовою грушею. Носієм інформації є пластина з фоточутливим шаром, при обробці якого рівень області зображення стає трохи нижче загального. Отримане кліше встановлюється верстат. Далі на початку кожного друкованого циклу валик (або скоба) наносить на кліше фарбу, потім ракельний ніж знімає надлишки. Фарба залишається тільки в поглибленнях кліше, звідки її забирає тампон, що опускається. Потім він переміщається до предмета, що запечатується, і переносить зображення на виріб. Цикл завершено. При цьому правильний вибір фарби забезпечує тривалу стійкість отриманого зображення до стирання. [2]

Виробничий процес складається з наступних етапів:

1. Виготовлення кліше. На металі витравлюють чутливий шар, виставляючи малюнок на пластини, вимиваючи і отримуючи поглиблення в формах (для фотополімерів протруювання не потрібне).

2. Підготовка машин для тамподруку, установка кліше, закріплення об’єктів для обробки.
3. Подача фарби. Склад рівномірно розподіляється по кліше, видаляється з прогалин ракелем.
4. Забір барвника з елементів і нанесення графіки / малюнків на продукцію. Тампон стикається з формою, а потім переносить склад на вироби.
5. Постдрукарська обробка предметів. Їх сушать, визначаючи час за типом фарбувальних речовин. [3]

Переваги тамподруку:

- деталізація графіки на неплоских і важкодоступних місцях;
- швидкість друку продукції навіть при значних тиражах;
- якісне нанесення деталізованого зображення;
- точність відтворення;
- здатність замінити інші технології – тамподрук вважається повноцінною і більш вигідною альтернативою гравірування, тиснення;

У тамподруку є недолік – надмірно викривлені поверхні слабо піддаються обробці. Також не можна працювати з малюнками великих розмірів. [4]

Важливо відзначити, що технологія тамподруку продовжує залучати увагу завдяки своїм універсальним можливостям та здатності друкувати на різних типах поверхонь, від плоских до нерівних. Постійний розвиток матеріалів і технологій також відкриває шляхи для покращення якості друку, зниження витрат і розширення застосувань. Зокрема, впровадження нових методів управління якістю і моніторингу може підвищити ефективність виробничого процесу та забезпечити високу якість продукції.

1.2. Тамподрукарське обладнання

Огляд сучасного стану тамподрукарського обладнання та технологій на вітчизняному і закордонному ринку включає аналіз останніх розробок, патентів і літературних джерел, що стосуються цієї галузі. Тамподрукарська технологія використовується для нанесення зображень на нерівні, круглі, або складні

поверхні, що робить її особливо корисною у виробництві рекламних матеріалів, електронних компонентів, медичних пристроїв та інших виробів.

Основні типи обладнання:

1. **Ручні тамподрукарські машини**:

Ручні тамподрукарські машини є найпростішим і найдоступнішим типом обладнання для тамподруку. Вони призначені для нанесення зображень на невеликі тиражі виробів і є ідеальними для малих підприємств, майстерень і виготовлення прототипів. Ці машини відрізняються простотою у використанні, низькою вартістю і компактними розмірами, що робить їх доступними і зручними для початківців у друкарській галузі. Основна перевага таких машин полягає у їхній гнучкості: вони можуть використовуватися для друку на різних матеріалах, таких як пластик, метал, скло, кераміка, а також для нанесення логотипів, символів, номерів та інших простих зображень.

Ручна тамподрукарська машина складається з декількох основних компонентів: основи машини, тампона, кліше, механізму підйому та опускання тампона, а також платформи для виробів. Принцип роботи машини дуже простий: спочатку кліше встановлюється на платформу, на нього наноситься фарба, яка заповнює гравіровані ділянки. Оператор вручну опускає тампон на кліше, щоб забрати фарбу, а потім переносить її на виріб, залишаючи відбиток. Після цього процес повторюється для кожного нового виробу.

Ручні тамподрукарські машини, такі як WINON WN-120 (Рис. 1.1.) дуже прості в налаштуванні та використанні. Вони не потребують складного програмного забезпечення або автоматичних систем управління. Завдяки цьому, вони є зручними для невеликих виробництв, де немає потреби у високих тиражах або складних процесах друку. Крім того, ці машини мають низькі вимоги до технічного обслуговування, що також знижує загальні витрати на експлуатацію. [5]

- Розмір кліше: 75x100 мм;
- Площа друку: 50x60 мм;
- Висота виробу: 40 мм;
- Кількість кольорів: один;
- Розміри : 380x460x540 (мм);
- Вага: 20 (кг).

Рис. 1.1. Ручна тамподрукарська машина WN-120

Такі машини широко використовуються у виробництві рекламної продукції для нанесення логотипів на ручки, запальнички, брелоки та інші дрібні предмети. Вони також знаходять застосування в електронній промисловості для друку символів та номерів на електронних компонентах, клавіатурах і корпусах пристроїв. У медичній галузі їх використовують для маркування медичних інструментів і упаковок для ліків. Крім того, ручні тамподрукарські машини застосовуються для декорування побутових товарів, таких як чашки, тарілки та пляшки.

2. **Напівавтоматичні тамподрукарські машини**:

Напівавтоматичні тамподрукарські машини представляють собою проміжний варіант між ручними і повністю автоматизованими машинами. Вони забезпечують більшу ефективність та продуктивність порівняно з ручними машинами, але залишаються більш гнучкими та доступними у порівнянні з автоматичними системами. Основний принцип роботи полягає в автоматизованому підйомі та опусканні тампона на кліше та виріб для нанесення зображення. Цей тип машин підходить для середніх обсягів виробництва і забезпечує високу якість друку. Популярні моделі таких машин включають Mug

Printing Machine, Semi-Automatic Pad Printing Machine та WINON WN-137E (Рис. 1.2). Напівавтоматичні тамподрукарські машини широко використовуються в різних галузях, включаючи рекламу, електроніку, медицину та інше.

- Розмір кліше: 150x300 мм;
- Площа друку: 110x150 мм;
- Висота виробу: 200 мм;
- Кількість кольорів: 4;
- Розміри : 1560x1650x1690 (мм);
- Вага: 20 (кг).

Рис. 1.2. Напівавтоматична тамподрукарська машина WN-137E

3. **Автоматичні тамподрукарські машини**:

Автоматичні тамподрукарські машини є високотехнологічним обладнанням, що використовується для автоматизованого нанесення зображень на різноманітні вироби. Ці машини відрізняються від ручних і напівавтоматичних систем тим, що вони повністю автоматизовані і здатні працювати без прямого втручання оператора.

Принцип роботи полягає в автоматичному переміщенні тампона над кліше та виріб, що потребує нанесення зображення. Вбудовані системи управління координують кожний етап процесу, забезпечуючи точність і стабільність друку на великих швидкостях. Такі машини часто оснащені системами візуалізації і контролю якості, що дозволяє автоматично виявляти і коригувати будь-які несправності під час друку.

Основні переваги використання автоматичних тамподрукарських машин включають високу продуктивність, консистентність друку, зменшення витрат на

робочу силу та збільшення швидкості виробництва. Ці машини є незамінними для виробництва великих обсягів однотипних виробів, таких як пластикові деталі для автомобільної промисловості, електронні компоненти або предмети побутового вжитку.

Найпопулярніші моделі автоматичних тамподрукарських машин включають Winon Auto Pad Printer (Рис. 1.3) і Teca-Print TPX301. Вони відомі своєю надійністю, продуктивністю і високою якістю друку, що робить їх першим вибором для багатьох виробників по всьому світу.

- Розмір кліше: 100x250 мм;
- Площа друку: ø70 мм;
- Висота виробу: 200 мм;
- Розміри : 2100x1495x1978 (мм);

Рис. 1.3. Автоматична тамподрукарська машина WN-140TEC/R6/3S

1.3.Технічне обслуговування

Технічне обслуговування тамподрукарських машин є ключовим аспектом їх експлуатації, що забезпечує тривалу та надійну роботу обладнання. Регулярне обслуговування дозволяє уникнути непередбачених простоїв, зменшити витрати на ремонт та підтримувати високу якість друку. Технічне обслуговування тамподрукарських машин включає кілька основних етапів: щоденне обслуговування, планове технічне обслуговування, а також періодичні огляди та ремонти.[6]

Щоденне технічне обслуговування.

Щоденне технічне обслуговування тамподрукарських машин є ключовим аспектом для забезпечення їх безперебійної та якісної роботи. Цей процес включає кілька основних етапів, кожен з яких спрямований на підтримання чистоти, функціональності та готовності машини до наступного робочого дня.

Першим і найважливішим етапом щоденного технічного обслуговування є очищення всіх частин машини від залишків фарби, пилу та інших забруднень. Це включає:

- **Очищення тампона**: Тампон є основним елементом, який контактує з фарбою та виробом. Його необхідно ретельно очищати від залишків фарби, щоб уникнути утворення нальоту, який може вплинути на якість друку. Використовуються спеціальні чистячі розчини та безворсові тканини. Щоденне обслуговування також включає перевірку стану тампона на предмет пошкоджень або зношування. Тампон має бути еластичним та не мати тріщин чи інших дефектів. У разі виявлення дефектів тампон необхідно замінити, щоб забезпечити якісне перенесення зображення.
- **Очищення кліше**: Кліше, на якому розміщується зображення для друку, також має бути очищене від залишків фарби та пилу. Це допомагає зберегти чіткість та точність друку. Кліше, яке використовується для створення друкованого зображення, має бути перевірено на наявність пошкоджень, зношування або забруднень. Будь-які дефекти кліше можуть призвести до неправильного перенесення зображення або погіршення якості друку. Якщо кліше зношене або пошкоджене, його необхідно замінити.
- **Перевірка та змащування рухомих частин.** Рухомі частини машини, такі як підшипники, вали та інші механізми, потребують регулярного змащування для забезпечення їх плавної роботи. Щоденне обслуговування включає перевірку рівня мастила та, при необхідності, додавання мастильних матеріалів відповідно до рекомендацій виробника.
- **Перевірка системи подачі фарби**. Система подачі фарби має бути перевірена на наявність засмічень або інших проблем, які можуть вплинути

на потік фарби. Це включає перевірку резервуарів для фарби, насосів та трубок. Необхідно переконатися, що фарба подається безперебійно та рівномірно.

Ведення журналу щоденного технічного обслуговування є важливим для документування всіх проведених робіт. Це допомагає відслідковувати регулярність обслуговування, виявляти тенденції до зносу або поломок і планувати подальші технічні заходи. У журналі записуються дати, види проведених робіт, використані матеріали та виявлені проблеми.

1.4.Інновації технологій тампонного друку

Нові матеріали для тампонів і кліше. Однією з ключових інновацій є використання нових матеріалів для виготовлення тампонів та кліше. Сучасні тампони виготовляються зі спеціальних силіконових сполук, які мають покращену стійкість до зношування та здатність переносити більш складні та деталізовані зображення. Нові матеріали для кліше, такі як фотополімери та сталі з покриттям, забезпечують більшу точність та довговічність, що знижує витрати на обслуговування та заміну.

Цифровий тампонний друк. Досягнення в області цифрових технологій вплинули на тампонний друк, сприяючи появі систем цифрового тампонного друку. Ці системи пропонують підвищену точність, швидше налаштування та здатність відтворювати складні дизайни з неперевершеною точністю.

Автоматизація та роботизація. Автоматизація процесів стала основним трендом у тампонному друку. Сучасні автоматичні тамподрукарські машини оснащені роботизованими маніпуляторами, які забезпечують точне позиціонування виробів та тампонів. Ці системи дозволяють знизити вплив людського фактору, підвищуючи якість та консистентність друку. Крім того, автоматизовані системи можуть інтегруватися з іншими виробничими процесами, такими як автоматичне подавання та вивантаження виробів, що значно підвищує загальну ефективність виробництва.

Екологічні міркування. З ростом екологічної свідомості виробники досліджують екологічно чисті варіанти фарб для тампонного друку. Водні та УФ-затверджувані фарби набувають популярності, зменшуючи екологічний вплив процесу друку.

Виклики в тампонному друці. Незважаючи на свою універсальність, тампонний друк стикається з викликами, пов'язаними з підбором кольорів, особливо на темних або прозорих підкладках. Подолання цих викликів вимагає постійних досліджень і розробок у галузі формулювання фарб і технік друку.

Перспективи майбутнього. Майбутнє друку виглядає перспективним завдяки постійним інноваціям у матеріалах, фарбах та обладнанні. Оскільки промисловості продовжують вимагати високоякісних та індивідуальних друків, тампонний друк, ймовірно, буде розвиватися далі, пропонуючи нові можливості та застосування. [7]

1.5. Особливості тамподрукарських машин з різними пристроями подавання виробів в зону друку

Існує декілька типів пристроїв подачі виробів.

- Найпростішими є **ручні** пристрої подачі, де вироби подаються вручну оператором. Це дозволяє гнучко працювати з різними типами виробів і є недорогим рішенням, проте така система характеризується низькою продуктивністю та високою залежністю від людського фактора, що може призводити до помилок.
- Більш продуктивними є **напівавтоматичні пристрої** подачі, де вироби автоматично подаються в зону друку за допомогою механічних або пневматичних систем, але встановлення та зняття виробів все ще можуть вимагати участі оператора. Такі системи дозволяють збільшити продуктивність і знизити трудові витрати, але все ще вимагають певної ручної праці.
- Найбільш ефективними є **автоматичні пристрої** подачі, які повністю автоматизують процес завантаження, позиціонування та зняття виробів за

допомогою конвеєрів, роботизованих маніпуляторів та інших механізмів. Це забезпечує максимальну продуктивність, високу точність і повторюваність процесу, а також мінімізує потребу в ручному втручанні. Проте, такі системи є найдорожчими і вимагають складного технічного обслуговування.

Ручні пристрої подачі прості у використанні та дешеві, але мають низьку продуктивність і високу ймовірність помилок. Напівавтоматичні пристрої підвищують продуктивність і знижують трудові витрати, але все ще вимагають участі оператора. Автоматичні пристрої забезпечують максимальну ефективність і точність, але є дорогими і вимагають складного обслуговування.

Під час тамподруку, матеріал для друку (наприклад, пластикова чи скляна поверхня) зазвичай розміщується на підставці, яка називається столом або платформою. Цей стіл може мати різні форми та конструкції, залежно від типу та конфігурації машини.

Системи бувають одно- і багатопозиційними. В останньому випадку така система виконується у вигляді диска періодично повертається на заданий кут, що залежить від кількості позицій.

Регулювання позиції: Важливим аспектом подачі продукції є можливість регулювати позицію матеріалу на столі для досягнення точного центру друку. Це може виконуватися за допомогою механічних налаштувань або програмного керування на сучасних тамподрукарських машинах. До транспортних систем пред'являються однакові вимоги - вони повинні чітко фіксувати переміщуваний предмет в положенні нанесення на нього фарби. Інакше при багатоколірному друці з'явиться несуміщення фарбових зображень і виріб піде в брак.

Швидкість та точність: Пристрої подачі повинні бути спроектовані таким чином, щоб забезпечити швидку та точну подачу матеріалу в зону друку. Це дозволяє підтримувати високу продуктивність та якість друкування.

Автоматизація: Сучасні тамподрукарські машини можуть бути обладнані автоматичними системами подачі, які значно спрощують процес та зменшують втрати часу. Ці системи можуть використовувати різні сенсори та програмне

забезпечення для автоматичного визначення та коригування позиції матеріалу на столі.

Безпека: Важливим аспектом подачі продукції є забезпечення безпеки операторів. Пристрої подачі повинні бути безпечними у використанні та мати вбудовані заходи захисту від можливих аварій або травм. [8]

1.6.Пристрої подавання виробів в зону друку

Подача виробів в зону друку в тамподрукарській машині є важливим етапом, який визначає точність і ефективність всього друкарського процесу. Транспортні системи, якими комплектуються тампонні верстати, можуть бути різного типу. Переміщення задруковуваного предмета із зони друку одного тампону до іншого може здійснюватися за допомогою човникової системи, конвеєра або поворотних столів.

Човникові системи в тамподрукарських машинах є одним з типів транспортних систем, які використовуються для переміщення виробів в зону друку і з неї. Ці системи особливо корисні для точного позиціонування та обробки виробів, які потребують багатоетапного друку або друку на різних поверхнях. Човникові системи працюють за принципом лінійного руху. Виріб розміщується на спеціальній платформі або тримачі, який рухається вперед-назад між зонами друку і підготовки. Під час кожного циклу друку задруковувані предмети переміщаються по двох координатам в кожну з друкарських секцій, де відбувається нанесення фарби, а потім повертається назад для підготовки до наступного циклу. Після закінчення всього друкарського процесу предмет повертається у вихідне положення. [9]

Рис. 1.4. Приклад тамподрукарського обладнання з човниковою системою подачі виробів (Teca-Print TPX-300)

Таблица 1.1. Teca-Print TPX-300

Параметр	**Значення**
Кількість кольорів	1 до 5 кольорів
Розміри пластин	стандартні ширини пластин: 250 / 350 / 450 мм стандартні глибини пластин: 100 / 120 мм
Продуктивність	до 1'600 циклів на годину
Система приводу	електромеханічна (3-осьовий контроль з 3 сервомоторами), безперервно регульовані параметри
Сила друку	4000 Н (сила друку повинна бути збалансована)
Підключення до мережі	230 В / 50 Гц, тиск повітря 5 – 6 бар
Витрата повітря	0.04 літра / цикл при 6 барах
Управління	ПЛК – сенсорний екран HMI
Вертикальний хід тампона	електромеханічний, 160 мм, безперервно регульований
Налаштування кліше пластини	± 5 мм (вісь x), ± 2° (обертання)
Вага	приблизно 245 кг без основи, приблизно 410 кг з основою машини MS 352
Розміри (ШхВхГ)	740 x 955 x 1'244 мм (розміри без основи)

Переваги та недоліки. Човникові системи в тамподрукарських машинах є однією з найефективніших методик для точного переміщення виробів між зонами друку. Вони забезпечують точне позиціонування виробів, що є надзвичайно важливим для багатокольорового друку або друку на малих деталях. Завдяки своїй гнучкості, човникові системи можуть легко адаптуватися до різних форм і розмірів виробів, що дозволяє використовувати їх для друку на різноманітних матеріалах і поверхнях. Додатковою перевагою є компактність цих систем, яка забезпечує ефективне використання простору у виробничих приміщеннях.

Проте човникові системи мають і свої недоліки. Вони можуть бути повільнішими порівняно з іншими системами, оскільки кожен цикл включає рух платформи вперед і назад, що впливає на загальну продуктивність. Висока механічна складність таких систем зумовлює необхідність частішого технічного обслуговування та налаштування, що може підвищувати витрати на експлуатацію. Для масового виробництва човникові системи можуть бути менш

ефективними, оскільки вони не здатні забезпечити таку ж швидкість і об'єми виробництва, як автоматичні конвеєрні системи.[10]

Деякі відомі моделі тамподрукарських машин, які використовують човникові системи, включають Teca-Print TPX 100, що застосовується для високоточного друку на малих деталях, таких як електронні компоненти, і Kent Pad Printer, яка популярна для друку на складних поверхнях і невеликих партіях виробів.

Конвеєрні системи в тамподрукарських машинах — це транспортні механізми, що забезпечують безперервне переміщення виробів через різні етапи друкарського процесу. Ці системи відрізняються від інших типів транспортних механізмів, таких як човникові системи чи поворотні столи, тим, що вони забезпечують більш високу швидкість і точність переміщення виробів. Принцип роботи конвеєрних систем полягає у використанні безперервно рухомої стрічки або ланцюга, який транспортує вироби до зони друку, де вони автоматично позиціонуються і фіксуються для нанесення зображення. Конвеєри можуть бути обладнані сенсорами, які забезпечують точний контроль розташування виробів, що мінімізує помилки і покращує якість друку.

Транспортна система також може мати форму замкнутого ланцюгового транспортера і ін. Під час вистою предметного столу транспортера в позиції завантаження / розвантаження запечатаний виріб знімається з транспортера, а нове завантажується. Але це можуть бути дві різні позиції: одна для розвантаження, інша для завантаження.

Переваги та недоліки. Однією з ключових переваг конвеєрних систем є їх висока продуктивність. Вони дозволяють автоматизувати процеси завантаження, друку і розвантаження, що значно підвищує ефективність виробництва. Крім того, конвеєрні системи забезпечують стабільну якість друку завдяки точному позиціонуванню виробів. Ще однією перевагою є можливість інтеграції з іншими автоматизованими системами, такими як роботизовані маніпулятори і автоматичні системи нанесення етикеток.

Серед недоліків конвеєрних систем слід відзначити високу вартість їх впровадження і обслуговування. Крім того, такі системи займають більше простору порівняно з іншими транспортними механізмами і вимагають ретельного планування розташування обладнання на виробництві. Також, конвеєрні системи можуть вимагати більше часу на налаштування і технічне обслуговування.

Рис. 1.5. Приклад тамподрукарьского обладнання з конвеєрною системою подачі виробів (HL-250A-4)

Таблица 1.2. HL-250A-4

Параметр	Значення
Модель	HL-250A-4
Система управління	Системна плата для друкованих плат
Система приводу	Пневматичний
Напруга живлення	110 В/220 В/230 В, 50/60 Гц
Вхідний тиск повітря	5 і 6 бар
Розмір плити	100x250 мм
Максимальний розмір для друку	80x230 мм
Максимальна швидкість друку	1200 шт/год
Вага	260 кг
Розмір	1100x1050x1450 мм

Конвеєрні системи широко використовуються в різних моделях друкарського обладнання. Наприклад, автоматичні машини для друку на кришках (наприклад, моделі від LC Printing Machine Factory Limited) часто використовують конвеєрні системи для забезпечення високої швидкості і точності друку. Також конвеєри застосовуються в машинах для друку на пляшках, контейнерах і коробках, де потрібна висока швидкість і точність нанесення зображення або етикеток.[11]

Поворотні столи в тамподрукарських машинах є транспортними механізмами, які використовуються для переміщення виробів через різні етапи друкарського процесу шляхом обертання. Поворотні столи складаються з обертової платформи, на якій розміщуються заготовки або вироби. Платформа обертається навколо вертикальної осі, забезпечуючи послідовний доступ виробів до друкарських станцій. Кожна позиція на платформі відповідає конкретному етапу друкарського процесу. Коли виріб фіксується на столі, платформа обертається, переміщуючи виріб від однієї друкарської станції до іншої, що дозволяє послідовно наносити кілька шарів фарби. вироби автоматично або вручну завантажуються на платформу столу, надійно фіксуються в позиціях для точного позиціонування під час друку, потім стіл обертається, переміщуючи

вироби між друкарськими станціями, де кожна станція виконує друк одного кольору або шару фарби. Після завершення друку вироби автоматично вивантажуються. Поворот здійснюється за допомогою електромеханічних або пневматичних приводів, які забезпечують точне і рівномірне переміщення платформи.

Переваги та недоліки. Поворотні столи забезпечують високу точність позиціонування виробів, що мінімізує помилки друку. Їх компактність дозволяє оптимально використовувати простір на виробничій лінії, що є особливо важливим у обмежених умовах. Завдяки круговому розташуванню виробів, вони можуть одночасно виконувати кілька операцій на різних позиціях платформи, що підвищує ефективність виробничого процесу. Також, поворотні столи легко інтегруються з іншими автоматизованими системами, такими як роботизовані маніпулятори для завантаження і розвантаження виробів, що додає їм універсальності.

Однак, є й певні недоліки. Поворотні столи можуть мати обмеження щодо швидкості обертання, що впливає на загальну продуктивність. Їх висока вартість у впровадженні та обслуговуванні може бути значним бар'єром для невеликих підприємств. Налаштування і обслуговування поворотних столів також може вимагати спеціалізованих знань і навичок, що збільшує витрати на технічне обслуговування і потребує відповідної підготовки персоналу.

MicroPrint LCN-131: Ця модель використовується для декорування пластикових кришок, оснащена системою подачі виробів у миску, коронним оброблювачем, подвійними поворотними столами та автоматичним сушильним конвеєром NIR. [12]

Рис. 1.6. Приклад тамподрукарьского обладнання з поворотним столом

(MicroPrint 5 STAR)

Таблица 1.3. MicroPrint 5 STAR

Параметр	Значення
Продуктивність друку (кольори-деталі)	1-2500/год, 2-1000/год, 5-580/год
Сила друку	макс. 1100 Н
Привід	пневматичний та сервомотор
Витрата повітря	265 л/хв
Подача стисненого повітря	5–6 бар (87 psi)
Система управління	ПЛК Siemens
Основна напруга	110–240 В / 50–60 Гц
Вага	435 кг
Розмір кліше (відкритий тип)	-
Розмір кліше (закритий тип)	макс. 130 x 250 мм
Товщина кліше	0.5/10 мм
Кількість чашок	5x86,5x120 мм
Кількість кольорів	1-5

1.7. Пристрої встановлення та закріплення задруковуваних виробів в зоні друку

Вакуумні системи фіксації

Вакуумні системи використовують вакуум для фіксації матеріалу на столі та його подачі в зону друку. Матеріал кріпиться до столу за допомогою вакуумного насоса або вентилятора.

Переваги: Точне позиціонування матеріалу, можливість обробки різних форм і розмірів виробів, висока швидкість подачі.

Недоліки: Потребує налаштування для кожного типу матеріалу, може бути складним у використанні та обслуговуванні.

Штампові системи фіксації

Штампові системи використовують м'який гумовий штамп для транспортування матеріалу до зони друку. Штамп може мати спеціальну форму, що відповідає формі виробу.

Переваги: Придатні для обробки маленьких та неправильно сформованих виробів, надійні у використанні.

Недоліки: Можуть бути менш ефективними для обробки великих виробів, вимагають регулярного обслуговування.

Системи автоматичного позиціонування

Сучасні тамподрукарські машини можуть бути обладнані системами автоматичного позиціонування, які використовують різні сенсори та програмне забезпечення для точного розміщення матеріалу на столі.

Переваги: Автоматизованість процесу, висока точність позиціонування, зменшення часу налаштування.

Недоліки: Високі витрати на обладнання, складність в обслуговуванні та налаштуванні.

Універсальна система позиціонування (UFSP4)

Така система дозволяє створити належну і гнучку фіксацію деталей, що може підтримувати та покращувати якість і ефективність процесу тампонного друку, а друкарні можуть отримати вигоду, заощаджуючи час і кошти завдяки відсутності необхідності використання різних фіксаторів у порівнянні з традиційними методами.

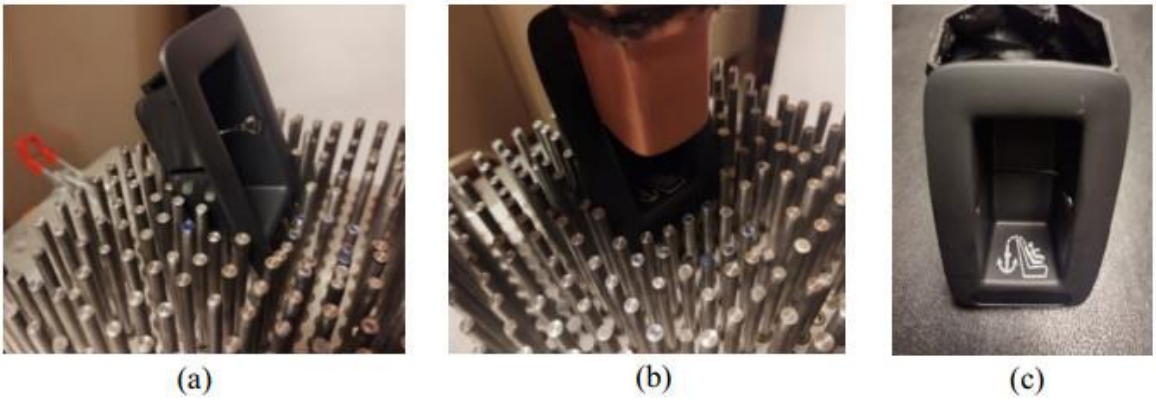


Рис. 1.7. Тестування тампонного друку за допомогою UFSP4: (a) Розташування деталі в матриці тримача; (b) Процес тампонного друку; (c) Деталь із надрукованим зображенням

Конструкція і побудова UFSP4 відповідають потребам малого та середнього підприємства. Дослідження пристрою показали його повну

інтеграцію в процес друку на виробничій ділянці, будучи функціональною, ефективною та безпечною.

Варто зазначити, що система працює з пластиковими заготовками, розміри яких не перевищують розмірів матриці тримача, що є просторовим обмеженням повних можливостей представленого пристрою для кріплення. Використання UFSP4 сприяє підвищенню ефективності процесу тампонного друку, оскільки не вимагає використання різноманітних фіксаторів. Таким чином, це дозволяє заощаджувати час і кошти на створення фіксаторів, враховуючи, що пластикові деталі можуть мати різні розміри та складні форми. [13]

1.8. Види приводів пристроїв подавання виробів в зону друку

Основні типи приводів включають механічні, пневматичні та електричні (часто сервоприводи), кожен з яких має свої особливості, переваги та застосування.

Механічні приводи

Механічні приводи використовуються для переміщення виробів в зону друку тамподрукарських машин. Ці системи приводяться в дію за допомогою механічних компонентів, таких як зубчасті передачі, ремені, вали та інші механічні елементи. Вони є надійними та простими в експлуатації, але потребують регулярного технічного обслуговування. Вони є надійними та простими у виконанні, але мають обмежену гнучкість в налаштуванні та можуть бути менш точними порівняно з сучасними електричними приводами.

Механічні приводи передають рух від двигуна до різних частин машини через систему механічних передач. Вали та зубчасті колеса синхронізують рухи, забезпечуючи точне позиціонування виробів в зоні друку. У деяких моделях використовується система кулачкових механізмів, яка дозволяє точно контролювати переміщення та швидкість подавання. [14]

Основні типи механічних приводів включають пасові, ланцюгові та зубчасті передачі.

Пасові приводи працюють за принципом передачі руху за допомогою гнучкого пасу, що натягується між двома шківами. Їх переваги включають низьку початкову вартість, відсутність необхідності у змащуванні та менший шум під час роботи. Однак, пасові приводи не є позитивною передачею (пас може ковзати), вимагають регулярного натягу і мають відносно короткий термін служби. Такі приводи часто використовуються в тамподрукарських машинах для друку на невеликих предметах, таких як ручки та флешки.

Ланцюгові приводи використовують зубчасті колеса (зірочки) і ланцюг для передачі руху. Вони забезпечують позитивну передачу без ковзання, більш компактні порівняно з пасовими приводами та мають тривалий термін служби. Недоліками є вищий рівень шуму, необхідність регулярного змащування і складність в технічному обслуговуванні. Ці приводи часто зустрічаються у промислових тамподрукарських машинах для друку на великих площинах або об’ємах.

Зубчасті приводи працюють за допомогою зубчастих коліс, що забезпечують пряму передачу руху між валами. Їх переваги включають високу ефективність передачі руху, можливість передачі великих сил і тривалий термін служби. Водночас, вони мають складну конструкцію, високу вартість і потребують регулярного змащування для запобігання зносу. Такі приводи використовуються у високоточних тамподрукарських машинах для друку на складних поверхнях та матеріалах.[15]

Основними перевагами механічних приводів є висока ефективність передачі руху, можливість точної синхронізації компонентів, надійність і довговічність у використанні, а також низький рівень обслуговування при правильній експлуатації. Однак, їх недоліками є складність конструкції, необхідність у регулярному технічному обслуговуванні, високий рівень шуму, особливо у випадку ланцюгових та зубчастих приводів, а також висока початкова вартість установки.

Пневматичні приводи

Пневматичні приводи використовують стиснене повітря для створення руху. Вони складаються з пневмоциліндрів, клапанів, трубок та інших компонентів, що забезпечують переміщення механізмів у тамподрукарських машинах. Вони є ефективними для швидких циклів і можуть забезпечувати високу силу при відносно низькій вартості. Пневматичні системи використовують повітря, що подається під тиском, для переміщення поршня в циліндрі. Це переміщення може бути використане для різних завдань, таких як підйом, зниження або переміщення об'єктів у зону друку. Керування здійснюється за допомогою клапанів, що відкривають або закривають подачу повітря в різні частини системи. Коли повітря подається в один кінець циліндра, поршень рухається вперед, а при подачі в інший кінець – назад. Це створює лінійний рух.[16]

Переваги пневматичних приводів включають швидкість і ефективність, адже вони забезпечують швидкий відгук через високу швидкість дії стисненого повітря, що робить їх ефективнішими порівняно з іншими типами приводів. Вони також безпечні, менш схильні до перегрівання та можуть працювати у вибухонебезпечних середовищах без ризику іскроутворення. Вартість встановлення та обслуговування пневматичних приводів зазвичай нижча, що робить їх економічно вигідними для багатьох промислових застосувань. Вони також надійні та довговічні, розроблені для роботи в суворих умовах, мають тривалий термін служби, що зменшує частоту заміни та пов'язані з цим витрати.

Недоліки пневматичних приводів включають необхідність у джерелі стисненого повітря, що може створити додаткові вимоги до інфраструктури, такі як компресори, компоненти для обробки повітря та трубопроводи. Пневматичні системи менш ефективні порівняно з електричними або гідравлічними приводами через втрати енергії під час стискання та транспортування повітря. Їх продуктивність обмежується простими операціями відкриття/закриття і не може забезпечити високу точність контролю, як інші типи приводів. Випуск повітря може створювати шум, що може вимагати додаткових витрат на встановлення

глушників у шумочутливих середовищах. Також можливість витоку повітря може знизити ефективність системи, оскільки компресор повинен працювати більше, щоб підтримувати необхідний тиск, що призводить до збільшення витрат енергії та зниження загальної ефективності.[17]

Електричні приводи

Електричні приводи, які використовуються в тамподрукарських машинах, працюють шляхом перетворення електричної енергії в механічний рух. Вони зазвичай включають різні типи електродвигунів, такі як крокові двигуни та серводвигуни, які забезпечують високу точність і контроль руху. Основні компоненти електричного приводу включають двигун, передачу, сенсори для зворотного зв'язку і контролер, який керує всією системою. Сервоприводи можуть інтегруватися з комп'ютерними системами управління, що забезпечує можливість автоматичного коригування помилок в реальному часі та підвищує загальну ефективність виробництва.

Електричні приводи відрізняються від пневматичних та механічних систем своєю високою точністю і можливістю забезпечити складні профілі руху. Вони дозволяють швидко змінювати параметри роботи і легко інтегруються в автоматизовані системи з численними точками позиціонування. На відміну від пневматичних систем, які потребують постійного тиску повітря, електричні приводи споживають енергію тільки під час виконання роботи, що робить їх більш енергоефективними.

Переваги

Точний контроль: Електричні приводи забезпечують виняткову точність та повторюваність. Вони виконують швидкі та потужні рухи з гнучким позиціонуванням.

Множинне позиціонування: Електричні приводи можуть точно та точно контролювати швидкість, а також прискорення та затримку протягом профілю руху. Їх можна змінювати з однієї швидкості на іншу без зупинки або перевищення позиції.

Низькі експлуатаційні витрати: Електрична система енергоефективна та може забезпечити економію коштів.

Вони допомагають адаптувати машини до гнучких процесів: Електричні приводи не лише забезпечують точний контроль та позиціонування, але й роботу можна легко змінити, внесши прості зміни в програму.

Мінімальне обслуговування: Вони можуть забезпечити зменшене обслуговування та власність, оскільки не потребують стисненої повітряної системи та не страждають від витоку повітря.

Легко встановлювати прискорення та затримку: Електричні приводи можуть точно та точно контролювати швидкість, а також прискорення та затримку протягом профілю руху. Їх можна змінювати з однієї швидкості на іншу без зупинки або перевищення позиції.

Недоліки

Вища вартість: Вартість компонентів зазвичай вища для системи електричних приводів порівняно з пневматичною.

Чутливість до вібрацій: Вібрація може призвести до втоми та поламки деталей, зносу компонентів, втрати продуктивності та пошкодження аксесуарів.

Технологія складніша: Це може призвести до вищих витрат на виробництво порівняно з альтернативами.

Високі швидкості, менша потужність: Електричні приводи зазвичай не мають одночасно швидкості та потужності, що характерні для пневматики. Як правило потужність або швидкість вибирається за основу. Якщо необхідно досягнути великих швидкостей то відповідно величиною потужності приходиться нехтувати.[17]

Отже, аналіз різних типів пристроїв показав, що для виконання технологічного процесу тамподруку необхідно щоб механізм подавання виробів в зону друку працював стабільно протягом довгого часу, із заданою точністю встановлював вироби відносно друкувальних елементів, мав можливість відтворювати необхідний закон періодичного руху та мав можливість задавати

необхідне відношення періоду вистою до повного кінематичного циклу. Таким вимогам відповідають механічні приводи.

На основі проведеного аналізу видів приводів пристроїв подавання віробів в зону друку було створено класифікаційну схему, яка представлена на Рис. 1.8

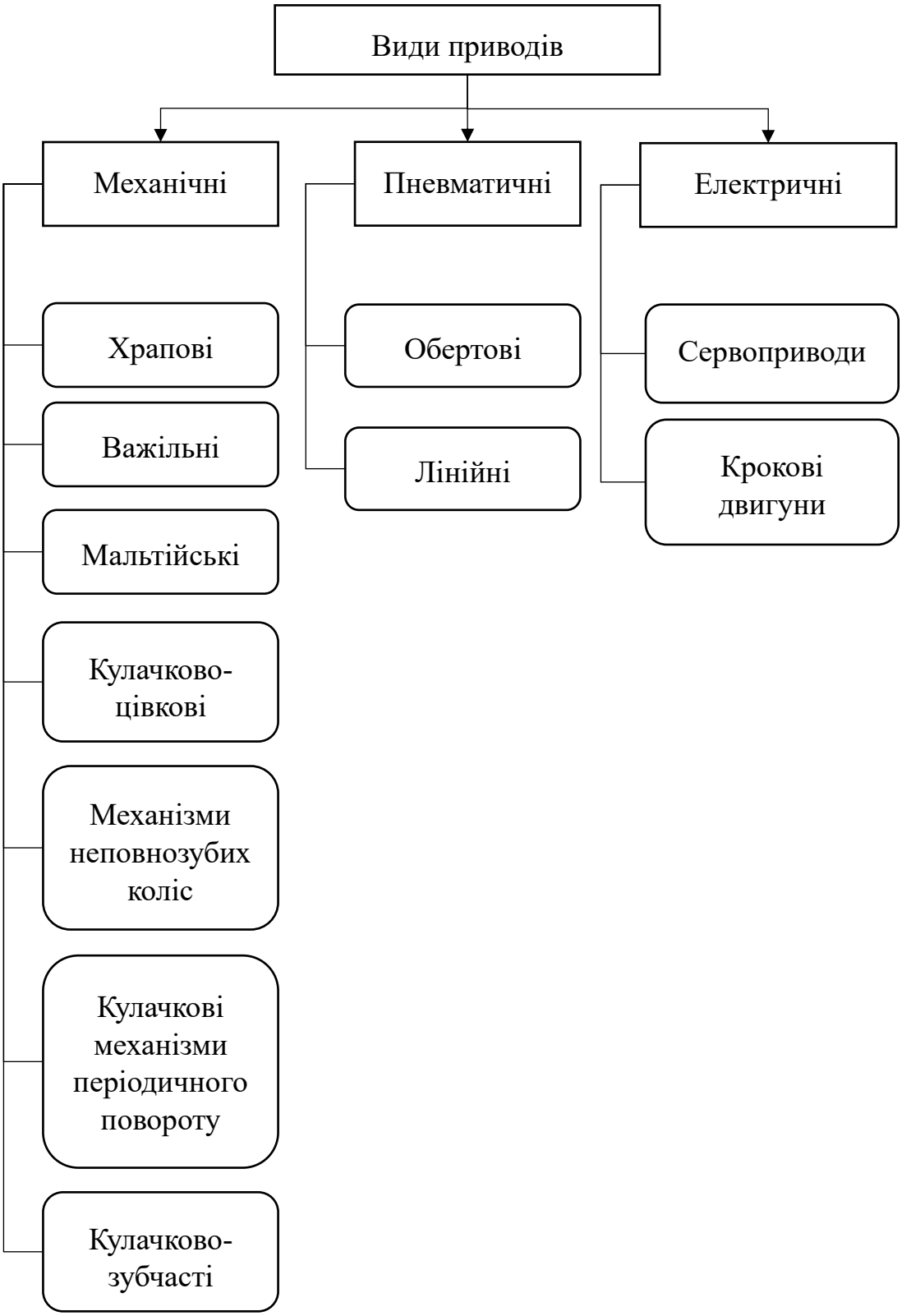


Рис. 1.8. Класифікаційна схема видів приводів пристроїв подавання виробів в зону друку

1.9.Механізми, які перетворюють постійний обертовий рух у періодичний

Для періодичного приводу використовуються різні пристрої. В сучасних поліграфічних машинах, які експлуатуються автономно або у складі автоматичних ліній, за допомогою транспортувально-подавальних систем здійснюється періодичне або безперервне переміщення оброблювального об'єкту, що необхідне при автоматичному виконанні операцій технологічного процесу. Надійність роботи таких систем визначає експлуатаційну швидкість машини або автоматичної лінії, якість випущеної продукції. У зв'язку з цим, до транспортувально-подавальних систем та механізмів, які входять до їх складу, ставляться високі вимоги з надійності. Подальше підвищення якої в умовах комплексної автоматизації технологічних процесів є актуальною задачею.

Для періодичного приводу транспортувального пристрою, використовуються сервоприводи та механізми які перетворюють постійний рух у періодичний . Під час використання сервоприводів, виникає ряд недоліків. Такими недоліками є: ускладнена робота на підвищених швидкостях; необхідність датчиків зворотного зв'язку; споживання енергії не зменшується навіть без навантаження; невисока питома потужність не достатня для пересування маси транспортувального пристрою з виробом. Такі недоліки усуваються при використанні механізмів які перетворюють постійний обертальний рух у обертальний рух зі зміненою швидкістю, який описується диференційним рівнянням.

Для цього використовуватись різні види механізмів: мальтійські механізми, кулачково-цівкові механізми, диференціальні механізми, механізми неповнозубих коліс та кулачкові механізми періодичного повороту. Аналіз таких механізмів з урахуванням технології процесу друку під час вистою на тамподрукарських машинах дає можливість встановити, що такому технологічному процесу найбільш відповідають кулачкові механізми періодичного повороту. Такого виду механізми дозволяють реалізувати найбільш сприятливі, у динамічному відношенні закони періодичного руху, задати необхідні співвідношення періоду вистою до повного кінематичного циклу та

створюють фіксацію транспортувальних ланок у період вистою. Тому актуальним є дослідження таких типів механізмів з метою їх впровадження у нових конструкціях та модернізації існуючих поліграфічних машин.

Для періодичного приводу також використовуються механізми періодичного руху. Такі як: мальтійські, храпові, важельні колеса,кулачково-цівкові, диференціальні та кулачкові механізми періодичного руху.[18, 19, 20]

Висновки до розділу 1

В цьому розділі було розглянуто ряд ключових аспектів тамподрукарського обладнання, включаючи технологію тамподруку, пристрої подавання виробів в зону друку, принципи приводу цих механізмів, а також механізми, які перетворюють постійний обертовий рух у періодичний.

Тамподрук був визнаний високоефективною технологією для перенесення графічних знаків, логотипів, тексту на поверхню з пластику, сталі, скла та інших матеріалів. Ця технологія має велику точність, велику палітру кольорів, довговічність нанесених зображень. Пристрої подавання виробів в зону друку вимагають точної фіксації виробів у зоні друку. Привод механізмів подавання виробів в зону друку може бути реалізований за допомогою різних механізмів, в тому числі і кулачкові механізми періодичного повороту.

В результаті було визначено, що кулачкові механізми періодичного повороту є найкращим вибором для приводу пристроїв подавання виробів в зону друку тамподрукарської машини. За допомогою них забезпечується 1) точність фіксації виконавчих ланок; 2) можливість виконання будь-якого закону періодичного руху; 3) можливість здійснення будь-якого періоду вистою до повного кінематичного циклу за вимогами технологічного процесу. У подальшій роботі планується створення нового механізму за заданими параметрами технологічного процесу тамподруку, що підкреслює актуальність цього дослідження.

Цей розділ підкреслює важливість та актуальність створення нового механізму за заданими параметрами технологічного процесу тамподруку. Він

слугує відправною точкою для подальшого дослідження та розробки в цій області. З урахуванням висновків цього розділу, наступним кроком у цій роботі буде проектування та моделювання нового механізму.

РОЗДІЛ 2
ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРИВОДУ ПОВОРОТНОГО СТОЛУ ТАМПОДРУКАРСЬКОЇ МАШИНИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНІЗМУ ПЕРІОДИЧНОГО ПОВОРОТУ З СЕКТОРОМ

2.1. Опис тамподрукарської машини з поворотним столом подавання виробів в зону друку (ТМ-110)

Машина реалізує технологічні процеси нанесення чорнила на друкарську пластину та видалення її із порожніх елементів, контактів тампона з друкарською пластиною та виробом. Напівфабрикати подають у полідрук за допомогою транспортного пристрою – вертушки. Машину представлено на рис. 2.1.

Особливістю конструктивної конструкції машини є те, що друкарська пластина з чорнильним резервуаром поміщається в закриту камеру під час зупинки та при стабільній роботі машини.

Розташування друкарської форми в закритій камері зменшує випаровування розчинника з фарби, що сприяє стабільності процесу, а також встановленій щільності фарби на продукті при тривалій роботі, що також зменшує зупинку процесу та їх тривалість. Ці фактори, а також наявність вертушки сприяють високій продуктивності в класі одноколірних машин для тамподруку.

Машина може бути використана у багатьох галузях промисловості:
· Радіоелектрична (ваги, клавіші, кнопки, конденсатори тощо)

· Медична (ампули, скло тощо)

· Продукти харчування (тара, упаковка, кришки від пляшок тощо)

· Текстиль (гудзики, пряжки тощо)

· Сувеніри та реклама (ручки, запальнички, посуд тощо).

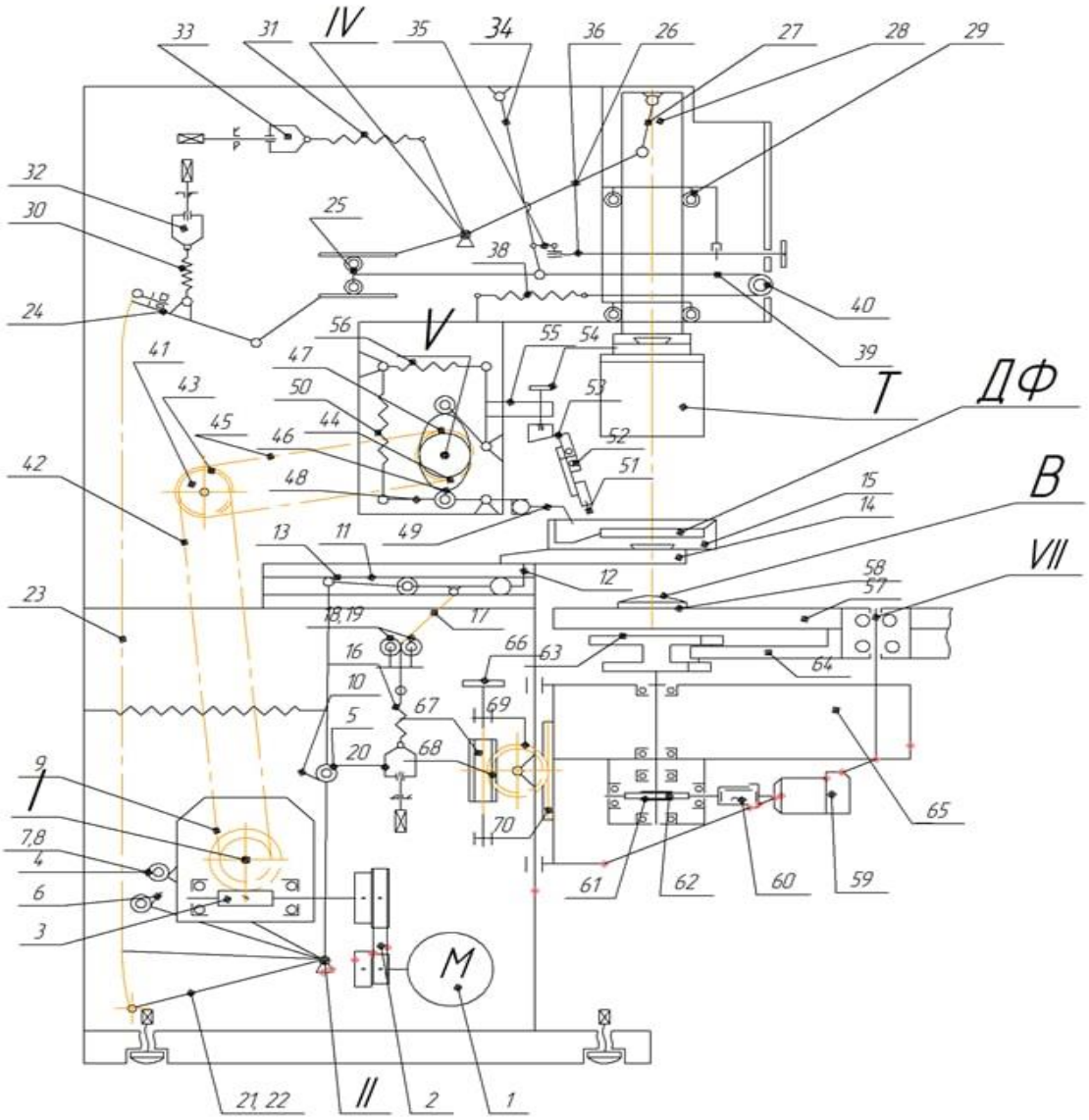


Рис 2.1. Кінематична схема ТМ-110

Основні вузли ТПМ-100:

Тамподрукарська машина ТДМ-100 у своєму складі має наступні вузли:

- електромеханічний привід;
- механізм зворотно-поступального переміщення друкарських форм;
- ракельний механізм, який включає в себе ракелі для зрошення друкарських форм і ракелі для зняття фарби з пробільних елементів;

– механізм натиску, який забезпечує переміщення тампонів з почерговим контактуванням останніх з друкарськими формами и виробами;
– транспортуючі пристрої для фіксування виробів, подачі и виводу їх із зони друку;
– блок електрообладнання;
– пульт керування;
– остов з кожухами для розміщення всіх вузлів машини.

В якості привода використовується двигун 1 (АИР 100 L 6/4 У3; n = 500 - 3000 об/хв.), від котрого через клинопасову передачу 2, черв'як 3 (m = 1, z_1=1) черв'ячне колесо 4 (m = 1, z_2=3) обертання надається головному валу машини 5.

На головному валу розміщені виконавчі кулаки 6, 10 механізму переміщення каретки ДФ, виконавий кулаки 7, механізму натиску і приводна зірочка 9 (z = 18; t= 12,7) ракельного механізму.

Для зрівноваження сил інерції при нерівномірному русі мас ланок 12, 14, 15, і ДФ, слугує розвантажуючий пристрій, що складається з пружини 16, зв'язаної гнучкою ланкою 17 через напрямні зірочки 18, 19 з кареткою 12. Для регулювання натягу пружини слугує гвинтова пара 20. Кулак 7 здійснює притискання тампона до друкарської форми і виробу. Кулак 7 надає коливний рух важелю 21, котрий через гнучку ланку (ланцюг) 23, здійснює обертання важелю 24, навколо осі III. Останній через ролики важелю 25 повертає навколо осі IV важіль 26, котрий своїм другим плечем через поводок 27 надає зворотно-поступальний рух повзуну 28 в роликових напрямних 29. На повзуні 28 встановлені тампони (Т). На важелі 24, і 26 діють пружини 30, 31, натяг яких встановлюється гвинтовими парами 32, 33. Регулювання величини ходу тампону на ДФ і виробу здійснюється за допомогою гвинтової пари 36 через тягу 35, що надає важелю 34 кутове переміщення. Таким чином змінюється положення роликів важелю 25 внаслідок чого змінюється діюча довжина плеча в важелів 24, 26, а отже і хід повзуна з тампоном. До ричага 34 приєднана металічна стрічка

39, що натягується пружинами 38. Стрічка захоплює блок 40 зі шкалою, за допомогою якої на пульті керування реєструється величина ходу тампону на ДФ і виріб.

Від головного вала I за допомогою двох ланцюгових передач, що складаються із зірочок 9, 41, ланцюга 42, зірочок 43, 44 (z= 26 t= 12,7) і ланцюга 45 приводиться в рух вал V, на якому закріплені кулаки 46 і 47. Кулак 46 через важіль 48 керує зрошувальним ракелем 49. Пружина 50 здійснює контакт ролика важеля 48 з кулаком 46. Для забезпечення швидкого зняття зрошувального ракеля 49 його закріплення на важелі 48 виконується за допомогою пружного елемента. Кулак 47 слугує для керування очисним ракелем 51, який розміщується у ракелетримачі 52. Останній через пластинчасту пружину 53, гвинтову пару 54 зв'язаний з важелем 55, контакт якого з кулаком 47 здійснює пружина 56.

За допомогою гвинтової пари 54 регулюється положення очисного ракеля по висоті. При переміщенні каретки у крайнє ліве положення, зрошувальний ракель 49 опускається у фарбовий резервуар, бере фарбу і наносять її на дукарську форму. При переміщенні каретки 12 у крайнє праве положення, кулак 47 притискає ракель 51 до ДФ і відбувається очищення, тобто з пробільних елементів ДФ знімається фарба.

Під час вистою каретки 12 у крайньому правому положенні на ДФ опускається тампон. Під час вистою каретки 12 у крайньому лівому положенні тампон контактує з виробом і наносить фарбу. Виріб подаються під тампон поворотним столом 57, що здійснює кроковий рух.

Поворотний стіл має 6 пристроїв 58, в котрих встановлюються вироби.

Поворотний стіл 57 має окремий привід — асинхронний двигун 59 (АИР 63841М1081; N=0,25 кВт; n = 1365 об/хв). Від двигуна через електромагнітну муфту 60 обертання передається черв'яку 61 (m= 2; z_2 = 1).

Черв'ячне колесо 62 (m = 2; z_2 = 50) обертає вал VI, на якому жорстко закріплений кулак 63, зв'язаний з коромислом 64, що вільно обертається на валу VII. Стіл 57 жорстко з'єднаний з коромислом 64. Поворотний стіл 57 повертається на 60° за один оберт вала VI за допомогою кулачкового механізму 63,64.

Поворотний стіл 57 розміщений в корпусі 65, котрий має вертикальне зворотно-поступальне переміщення. Воно здійснюється за допомогою обертання рукоятки 66 через черв'ячну пару 67-68 ($m = 2,5$; $z_1 = 32$) і зубчато-рейкову передачу 69-70 ($m=2,5$). При цьому жорстка фіксація стола здійснюється за допомогою упора 71, що складається з двох гвинтових пар.

Циклічний зв'язок стола 57 з машиною — електричний. Команда на поворот головного вала стола (VI) на 360° подається від головного вала I.

2.2. Аналіз циклограми роботи машини

Дана машини створена за структурною побудовою зі змінним вертикальним рухом.

Структурна побудова зі змінним вертикальним рухом тампону, представлена на рис. 2.2, характеризується такими взаємозв’язками:

- друкарська форма створює горизонтальний рух по направляючих;
- ракельний пристрій закріплюється нерухомо над друкарською формою;
- тампон здійснює вертикальний рух по осі, завдяки чому переносний рух і натиск співпадають по напрямку;
- виріб розташовується під час друкування під тампоном по його осі руху під друкарською формою і подається в зону друку за допомогою транспортувальних пристроїв конвеєрного або карусельного типу.

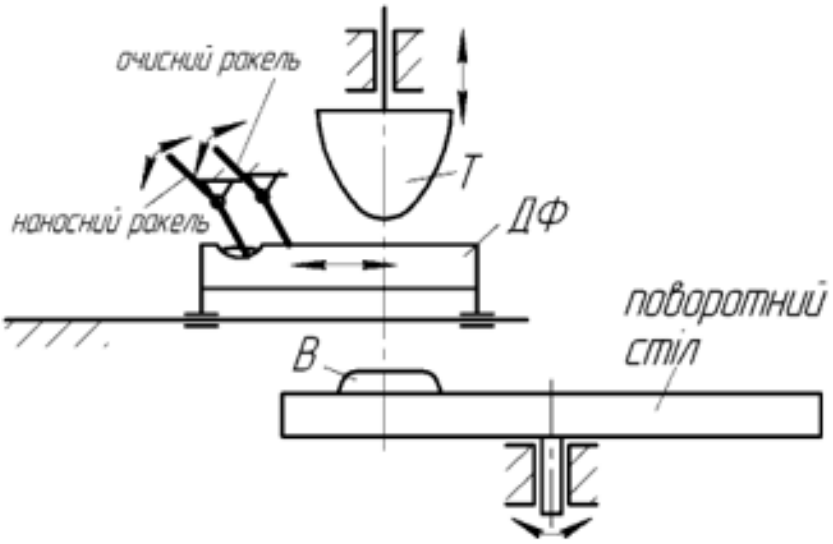


Рис. 2.2. Структурна побудова тамподрукаських машин зі змінним вертикальним рухом тампону

На рис. 2.3 представлено циклограму руху основних ланок тамподрукарської машини побудованої по такій схемі. Основною перевагою такої схеми є найсприятливіше поєднання переносного руху і руху натиску тампона. Величина переносного руху максимально мінімізується і дорівнює сумі лінійних розмірів каретки з друкарською формою та конструктивного зазору між виробом і кареткою.

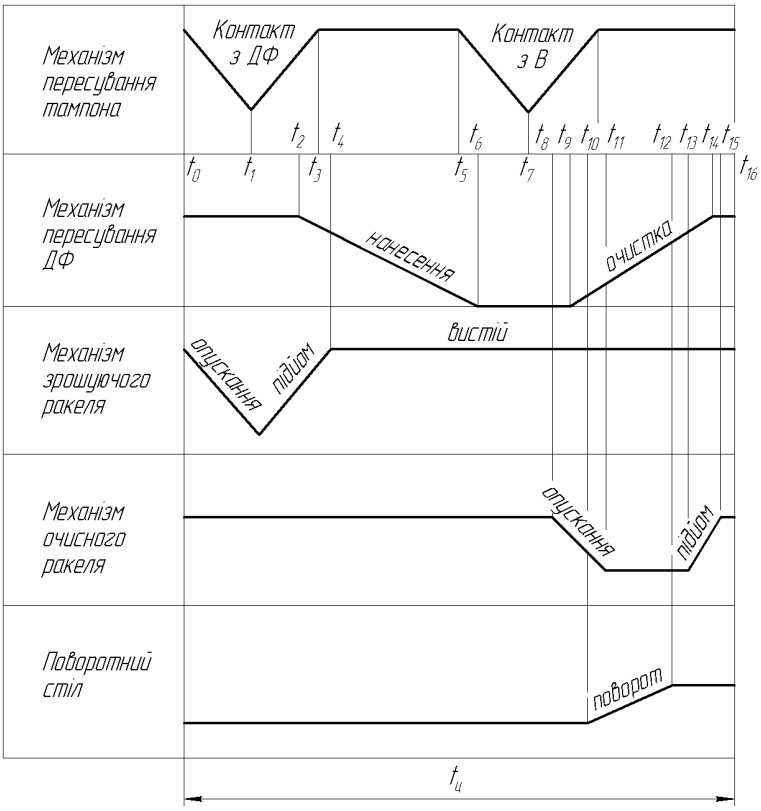


Рис. 2.3. Типова циклограма структурної побудови зі змінним вертикальним рухом тампону

2.2. Пропозиція модернізації приводу поворотного столу тамподрукарської машини. Опис кулачкового механізму періодичного повороту

Відомий поворотний пристрій, що містить корпус, установлений в ньому ведучий вал із кулачками, робочий профіль одного з яких виконано розімкненим по мінімальних радіусах-векторах, ведений вал, встановлене на ньому коромисло з роликами, які взаємодіють із кулачками, і жорстко пов'язана з веденим валом виконавча ланка, забезпечена розміщеним на ведучому валу додатковим кулачком та встановленим на веденому валу додатковим коромислом із роликами, що взаємодіють з додатковим кулачком.

Недоліками відомого пристрою є невисока його надійність і складність конструкції, пов'язана з наявністю великої кількості кулачків та коромисел з роликами.

Найбільш близьким по сукупності суттєвих ознак і технічній суті до корисної моделі, що пропонується, є пристрій для періодичного обертального руху веденої ланки, що містить корпус, ведучий вал зі встановленим на ньому основним кулачком, зв'язану з валом веденої ланки основну шестерню, встановлені на ній ролики, що взаємодіють з основним кулачком, зрівноважуючий механізм, що включає пружну ланку і додаткову шестерню, яка взаємодіє з основною, при цьому один кінець пружної ланки сполучений з ексцентрично встановленим пальцем на додатковій шестерні, а робочий профіль кулачка виконаний розімкненим по мінімальних радіус-векторах, пружна ланка іншим кінцем сполучена з ексцентрично встановленим пальцем на другій додатковій шестерні, яка взаємодіє з основною, також додаткові шестерні встановлені на коромислі, яке вільно розташовано на веденому валу та взаємодіє з додатковим кулачком, закріпленим на ведучому валу.

Недоліками такого пристрою є використання декількох кулачкових механізмів, роботу яких складно узгодити між собою, а також замикання основного кулачкового механізму тільки за рахунок пружної ланки.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою, який забезпечує високу точність позиціонування ведених ланок по двох роликах і рівнорадіусній ділянці кулачка, забезпечує необхідний закон періодичного руху, забезпечує необхідне співвідношення періоду вистою до повного кінематичного циклу та дозволяє використовувати механізм при значному початковому крутному моменті.

Поставлену задачу вирішують тим, що в кулачковому механізмі для періодичного повороту веденої ланки, що містить корпус, ведучий вал зі встановленим на ньому основним кулачком, зв'язану з валом веденої ланки основну шестерню, встановлені на ній ролики, що взаємодіють з основним кулачком, пружну ланку і дві додаткові шестерні, які взаємодіють з основною, при цьому пружна ланка сполучена з ексцентрично встановленими пальцями на додаткових шестернях, а робочий профіль кулачка виконаний розімкненим по мінімальних радіус-векторах. Новим є те, що механізм додатково містить

шестерні, закріплені в корпусі, додатковий сектор, що закріплений на ведучому валу і взаємодіє з роликами у початковий момент повороту веденого валу, які встановлені на основній шестерні.

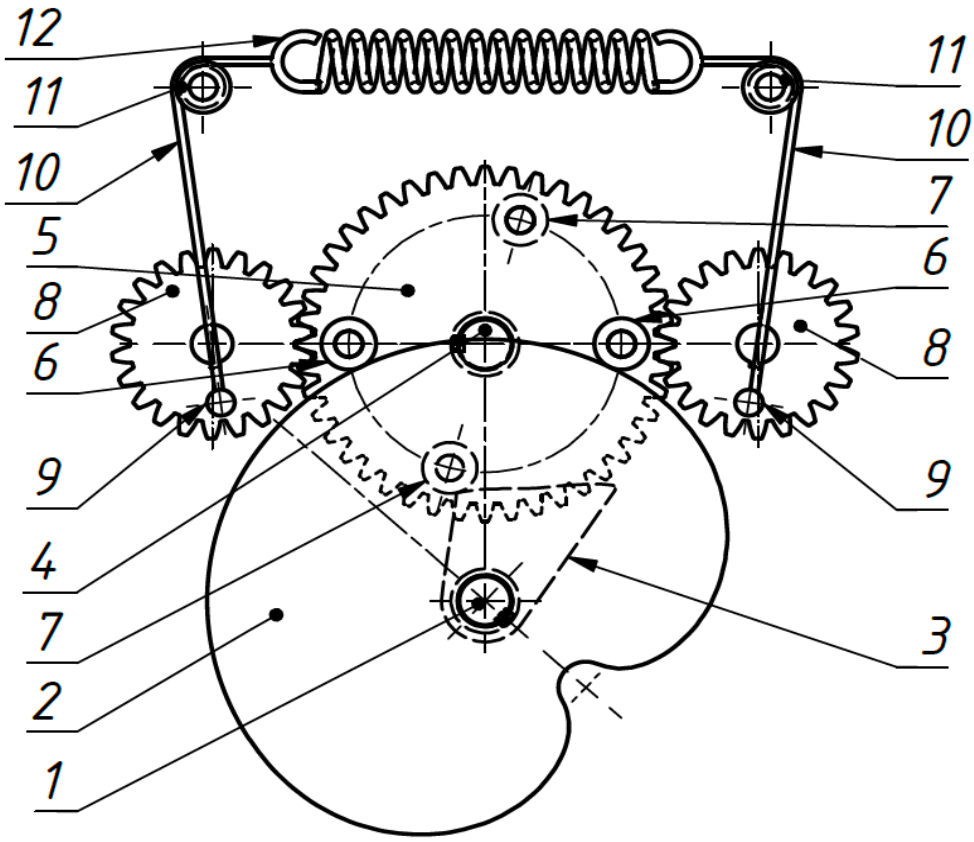


Рис. 2.4. Кулачковий механізм періодичного повороту (вид спереду)

Сутність корисної моделі, яка заявляється, пояснюють креслення, де на рис. 2.4 представлено вид спереду кулачкового механізму періодичного повороту з пазом, а на рис.2.5 представлено просторову модель такого механізму.

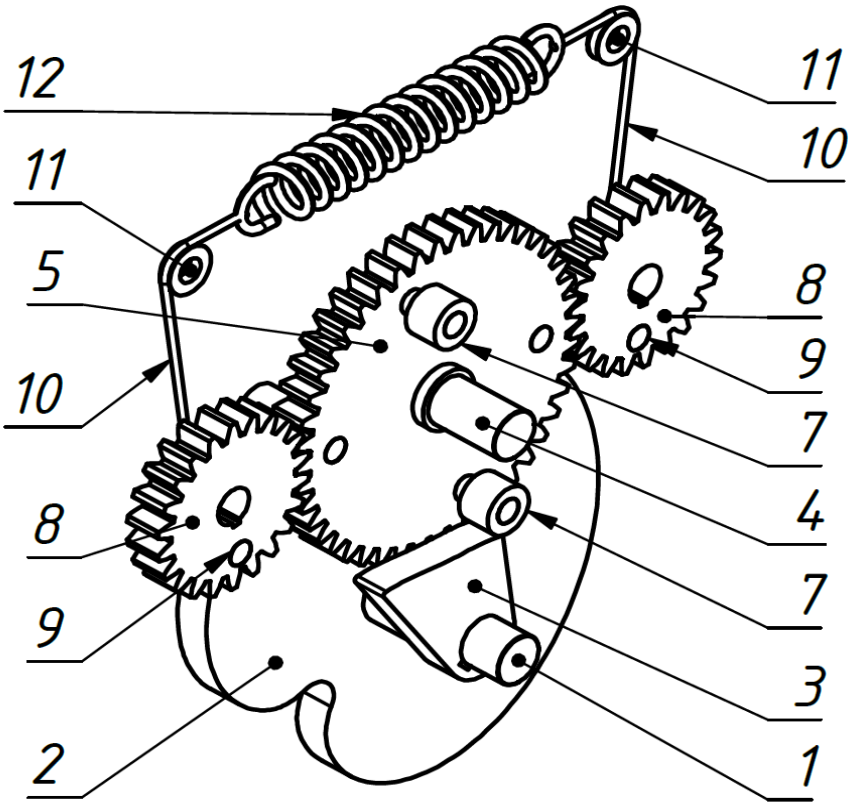


Рис. 2.5. Просторова модель кулачкового механізму періодичного повороту

Пристрій для періодичного повороту веденої ланки містить корпус, в якому встановлено ведучий вал 1 із закріпленим на ньому кулачком 2, на ведучому валу також закріплено додатковий сектор 3, ведений вал 4, із закріпленим на ньому коромисловим диском у вигляді шестерні 5, зі встановленими на ній роликами 6, які рівномірно розподілені навколо центру повороту шестерні та взаємодіють з кулачком 2, з іншої сторони шестерні встановлена така сама кількість роликів 7 рівномірно розподілених по колу навколо центру повороту шестерні, але зміщені відносно роликів 6 на розрахунковий кут, дві додаткові шестерні 8, які встановлені в корпусі і взаємодіють з основною шестернею 5, на яких ексцентрично закріплено пальці 9, які взаємодіють з гнучкими ланками 10, які огинають ролики 11 і поєднуються між собою за допомогою пружної ланки 12. Робочий профіль кулачка 2 виконаний розімкненим по мінімальних радіус-векторах. За допомогою роликів 11 пружна ланка 12 працює тільки на розтяг без

коливань. Ролики 7 взаємодіють з додатковим сектором 3 у початковий період руху для зміщення механізму з положення рівноваги і розгону веденої маси.

Кулачковий механізм періодичного повороту з сектором веденої ланки працює таким чином. У початковий момент руху ролики 6 контактують з рівнорадіусною ділянкою профілю кулачка 2 і деформація пружної ланки 12, яка створюється ексцентрично встановленими пальцями 9 за допомогою додаткових шестерень 8, найбільша. При повороті ведучого валу 1 за допомогою закріпленого на ньому додаткового сектору 3 здійснюється контакт з роликом 7, та передається обертовий рух на основну шестерню 5, яка передає рух на додаткові шестерні 8, які знаходиться у контакті з нею, і відбувається зміщення механізму з положення рівноваги. Під час подальшого повороту обертовий момент, створюваний пружною ланкою 12 через ексцентрично встановлені пальці 9 на додаткових шестернях 8, передається до основної шестерні 5, що забезпечує контакт між роликами 6 та ділянкою змінних радіусів-векторів профілю кулачка 2, при цьому деформація пружної ланки зменшується і накопичена нею енергія за програмою, яка визначається змінним профілем кулачка 2, передається веденому валу 4 до моменту переходу веденого валу від розбігу до вибігу. Потім пружна ланка 12 акумулює енергію і завдяки її розтягу у фазі вибігу відбувається контакт ролика 6 із профілем кулачка 2. Після завершення повороту відбувається точне позиціонування веденого валу 4 завдяки двом роликам 6 та рівнорадіусній ділянці кулачка 2. Пружна ланка знову має максимальний розтяг. Кулачок продовжує поворот і відбувається наступний цикл періодичного повороту веденого валу, при якому з ділянкою зі змінними радіус-векторами контактує наступний ролик 6. Ведений вал 4 поєднується з веденими ланками обладнання, яким необхідно здійснювати періодичний поворот з точним вистоєм. Передаточне відношення зубчастої передачі 5, 8 дорівнює кількості зупинок, які здійснює коромисловий диск 5 за один повний оберт.

Пристрій може бути виконаний з поворотом веденого валу на 120º, 90º тощо.

Запропонований поворотний пристрій має широкий діапазон динамічного функціонування, забезпечує високу точність позиціонування веденого валу, виконання заданого закону періодичного руху, забезпечує необхідне за вимогами технологічного процесу відношення періоду руху до повного кінематичного циклу, дає можливість зміщувати великі ведені маси і може використовуватись при розробці поліграфічного обладнання. Перевагою такого варіанту побудови є використання пружної ланки для замикання кулачкової пари, що зменшує динамічні навантаження у механізмі приводу, а також використання двох додаткових шестерень дає можливість створити більший обертальний момент, при цьому не збільшуючи габарити механізму. Наведений варіант кріплення пружної ланки забезпечує її деформацію у поздовжньому напрямку, що нівелює поперечні коливання під час швидкої роботи механізму.

2.3. Методика розрахунку кулачка та сектора

2.3.1. Визначення схеми і параметрів кулачкового механізму

Особливістю кулачкових механізмів періодичного повороту є те, що рух виконавчим ланкам передається на певній ділянці кутового переміщення профілю кулачка з подальшою фіксацією виконавчих елементів у період вистою, що забезпечує на цьому проміжку абсолютну точність виконання технологічного процесу. Схема механізму періодичного повороту представлена на рис. 2.6. Кулачок 2, закріплений на головному валу 1, повертає на певній ділянці свого профілю виконавчу систему, яка складається з закріпленого на валу 5 коромислового диску 4 із закріпленими на ньому роликами 3.

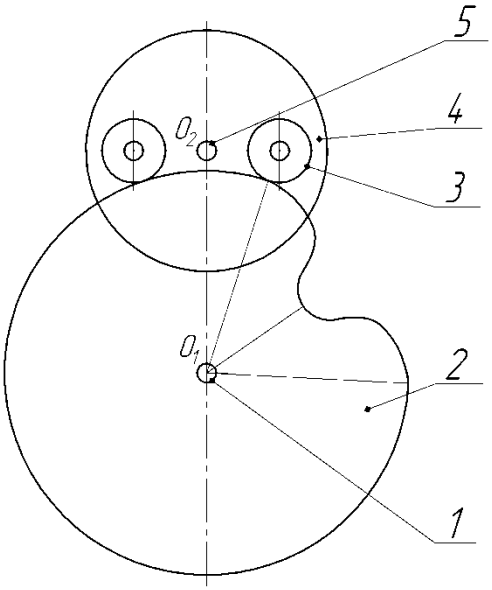


Рис. 2.6. Основні елементи кулачкового механізму періодичного повороту

Для розрахунку кінематичних параметрів механізму конструктивно задаємо фазовий кут кулачка (φ), кут повороту коромислового диску (γ_Σ), частоту обертання головного валу (n), діаметр головного валу (dgv), діаметр веденого валу (dvv), відстань між центрами кулачка і диска (b), радіус коромислового диску (l), визначаємо закон періодичного руху, максимальні навантаження на валу коромислового диску.

Для подальшого розрахунку геометричних параметрів механізму визначаємо максимальні крутні моменти на головному та веденому валах. Крутний момент на веденому валу визначається як сума максимальних приведених моментів від дії статичних і динамічних сил в системі:

$$M_{\Sigma\max} = M_{st} + M_{in}, \tag{2.1}$$

де Mst - статичний момент, вираховується як сумарний приведений момент від технологічних сил; сил ваги; зусиль при деформації пружин, ресор, пневмоциліндрів тощо; моментів від сил тертя тощо, сумарний момент від сил інерції (M_{in}).

Теоретичний профіль таких кулачкових механізмів на ділянках розбігу і вибігу представляє собою епіциклоїдальну криву.

Визначаємо оптимальне значення довжини радіуса коромислового диску, фазового кута та базовідстані, виходячи з обмеження розміру радіусу коромислового диску межами величини базовідстані та рівності колових швидкостей коромислового диску та кулачка в точці переходу від розбігу до вибігу. Це дозволяє отримати профіль без ділянки, на якій коромисловий диск обганяє по коловій швидкості кулачок.

Для оптимізації геометричних параметрів кулачкового механізму необхідно врахувати співвідношення та взаємозв'язок базовідстані, фазового та сумарного кута повороту та радіуса коромисловго диску, а також закон періодичного руху. Кут повороту веденої ланки задається конструктивно, закон періодичного руху вибирається по рекомендаціям, а зв'язок геометричних розмірів базовідстані та радіуса коромислового диску, а також фазового кута повороту кулачка визначається виразом:

$$l\left(\phi+\gamma_{\Sigma}\cdot b_{k_\max}\right)=\phi\cdot b, \qquad (2.2)$$

де $b_{k_\max}$ максимальне біжуче значення інваріанта швидкості закону періодичного руху.

Залежність (2.2) дозволяє визначити оптимальні значення кожної з трьох необхідних величин.

2.3.2. Розрахунок радіусів-векторів кулачка механізму

Для розрахунків радіусів-векторів кулачка механізму періодичного повороту розглянемо схему (рис.2.7), де O_1O_2 – базовідстань, O_1A – радіус-вектор змінного профілю кулачка, O_2A – радіус коромислового диску.

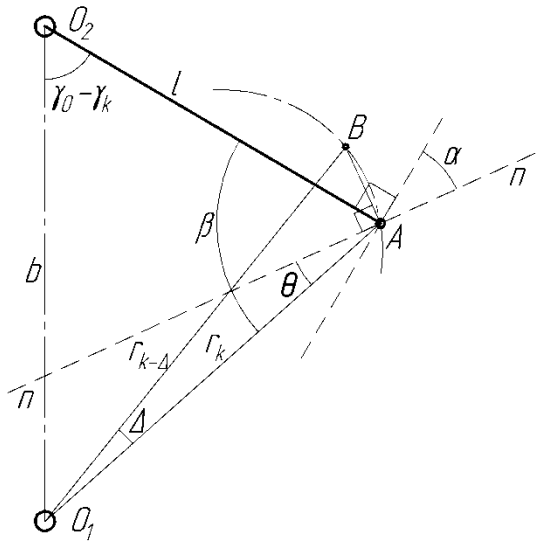


Рис.2.7. Розрахункова схема кулачкового механізму періодичного повороту

З трикутника O_1O_2A визначаємо радіуси-вектори змінного профілю кулачка:

$$r_k = \sqrt{l^2 + b^2 - 2 \cdot l \cdot b \cdot \cos(\gamma_0 - \gamma_k)}, \tag{2.3}$$

де $\gamma_k = a_k \gamma_\Sigma$ – кутове переміщення коромислового диску, $k = \frac{t}{T}$ – відносний час, T – період кінематичного циклу, $\gamma_0 = \frac{\gamma_\Sigma}{2}$ – початковий кут положення коромисла відносно бази механізму, a_k – інваріант переміщення коромислового диску.

Підставляючи відповідні параметри у формулу (2.3), отримаємо необхідні значення радіусів-векторів змінної ділянки профілю кулачка.

2.3.2. Визначення кутової поправки

Для забезпечення працездатності кулачкового механізму та виконання заданого закону повороту коромислового диску, який кінематично пов'язаний з веденою ланкою виконавчого механізму, необхідно враховувати величину кутової поправки. Кутова поправка виникає внаслідок зміщення ролика відносно початкового положення (рис. 2.8) і знаходиться з виразу:

$$\xi = \xi_1 \mp \xi_2 , \tag{2.4}$$

де ξ_1 – кут між початковим радіусом-вектором і базою, ξ_2 – кут між біжучим радіусом-вектором і базою. Кут тиску при розбігу веденої маси дорівнює їх різниці, а при вибігу – сумі.

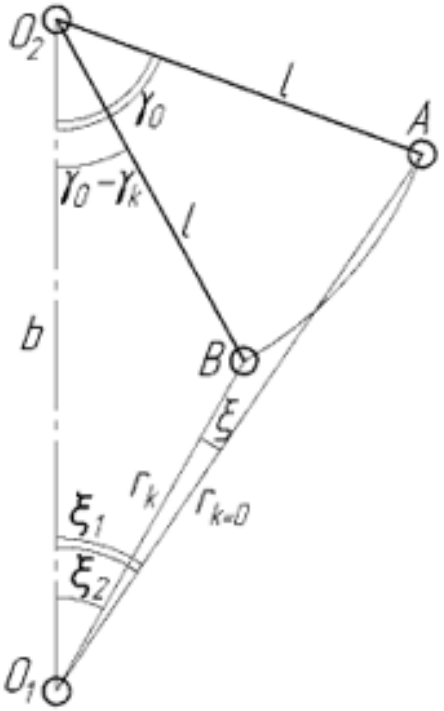


Рис. 2.8. Схема для визначення кутової поправки

Ці кути знаходимо з залежностей:

$$\xi_1 = \arccos \frac{b^2 + r_0^2 - l^2}{2b \cdot r_0} , \tag{2.5}$$

$$\xi_2 = \arccos \frac{b^2 + r_k^2 - l^2}{2b \cdot r_k} . \tag{2.6}$$

На рис. 2.9 представлено результат визначення значення кутової поправки в залежності від біжучого значення фазового кута.

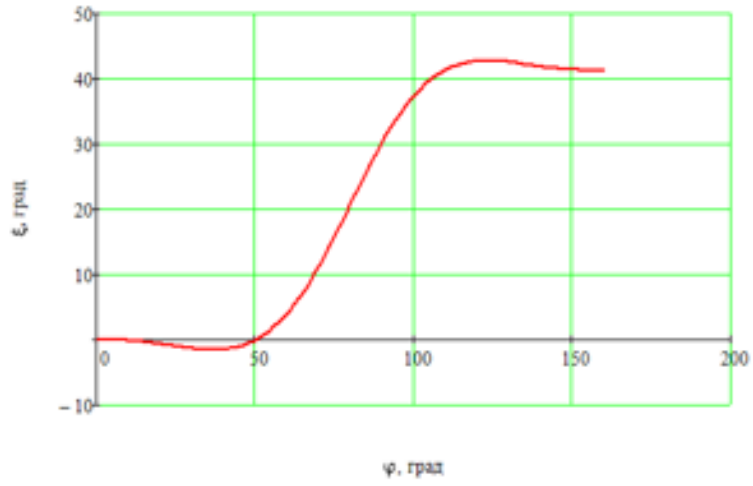


Рис. 2.9. Зміна значення кутової поправки в залежності від фазового кута

Кутова поправка в залежності від сумарного кута повороту та базовідстані може приймати як від'ємні так і позитивні значення, що видно з графіку (рис. 2.9).

2.3.2. Розрахунок біжучих кутів тиску та підйому

Однією з основних характеристик кулачкових механізмів є кут тиску, який визначається як гострий кут, що утворюється вектором швидкості і лінією нормалі до теоретичного профілю кулачка у точці дотику. Від кута тиску залежать напруження в зоні контакту кулачок-ролик, крутні моменти на валу кулачка. Величина кута тиску не повинна перевищувати критичних значень, при яких можливе заклинювання і руйнування механізму.

Надійність роботи кулачкового механізму залежить від ступеня віддалення змінного кута тиску від кута заклинювання, який визначається:

$$\nu_m = \frac{\nu_a}{k_z}, \qquad (2.7)$$

де $k_z = 1{,}25\text{-}1{,}75$ – коефіцієнт запасу згідно режиму роботи та захищеності механізму, ν_a – аварійний кут тиску для таких механізмів вибирається згідно рекомендацій ($\nu_a = 80°$).

Відомо, що січна AB буде дотичною до кривої у точці A і, відповідно, пряма nn буде нормаллю до кривої в точці A у випадку, коли точка B буде наближатись до точки A. Чим меншим буде відрізок AB, тим точніше можна визначити кут нормалі до кривої. Довжина відрізку AB задається кутом Δ.

Знаходимо кут β:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{b\sin(\gamma_0 - \gamma)}{r_k}\right). \tag{2.8}$$

Знаходимо відрізок AB:

$$AB = \sqrt{r_{k-\Delta}^2 + r_k^2 - 2r_{k-\Delta}r_k\cos\Delta}. \tag{2.9}$$

Тоді біжучий кут підйому профілю між напрямком радіуса-вектору кулачка і лінією нормалі до теоретичного профілю кулачка у точці дотику визначається з виразу:

$$\theta = \left|\frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{r_{k-\Delta}\sin\Delta}{AB}\right)\right|. \tag{2.10}$$

Біжучий кут тиску α дорівнює:

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \theta - \beta. \tag{2.11}$$

2.3.2. Визначення параметрів роликової опори

Проведені дослідження показали, що значення радіусу кривини теоретичного профілю постійно зменшуються до точки переходу від розбігу до вибігу. Максимальне значення радіуса ролика рекомендується визначати графоаналітичним методом в точці переходу. Для цього встановлюємо три точки на малому куті, одна з яких є кінцевою точкою розбігу. Відповідно радіус кола, яке можна провести через ці точки, визначає максимальний радіус ролика. Координати точок в полярній системі координат визначаються $T1(\varphi_1, \rho_1)$, $T2(\varphi_2, \rho_2)$, $T3(\varphi_3, \rho_3)$ або в декартовій системі – $T1(x_1, y_1)$, $T2(x_2, y_2)$, $T3(x_3, y_3)$, де $x_1 = \rho_1\cos(\varphi_1)$, $y_1 = \rho_1\sin(\varphi_1)$ і т.д. Радіус отриманого кола визначається по формулі:

$$R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\begin{matrix}\left(x_1^2 - 2x_1x_2 + x_2^2 + y_1^2 - 2y_1y_2 + y_2^2\right)\times \\ \times\left(x_1^2 - 2x_1x_3 + x_3^2 + y_1^2 - 2y_1y_3 + y_3^2\right)\times \\ \times\left(x_2^2 - 2x_2x_3 + x_3^2 + y_2^2 - 2y_2y_3 + y_3^2\right)\end{matrix}}{\left(x_1y_2 - x_2y_1 - x_1y_3 + x_3y_1 + x_2y_3 - x_3y_2\right)^2}} . \qquad (2.12)$$

Параметри роликової опори повинні задовольняти умовам міцності та зносостійкості.

2.3.2. Розрахунок миттєвих значень ККД кулачкового механізму

При розрахунках кулачкових механізмів необхідно враховувати втрати енергії внаслідок тертя при передачі руху від двигуна до веденої ланки.

Для визначення миттєвих значень ККД розглянемо кулачкову пару, яка складається з двох складових: коромислового диску та кулачка.

Розглянемо умови рівноваги сил відносно осі обертання коромислового диску (рис. 2.10). З умови рівноваги моментів відносно осі обертання коромислового диску отримуємо залежність:

$$M_{т.о.} = F \cdot l \cos(\rho + \alpha) - F \cdot r_{02} \cdot f_{02} , \qquad (2.13)$$

де $M_{т.о.}$ - момент технологічного опору, f_{02} - коефіцієнт тертя в опорах коромислового диску, r_{02} - радіус тертя в підшипниках опор коромислового диску, F - сила, яка діє на кулачок з боку коромислового диску, ρ - приведений кут тертя.

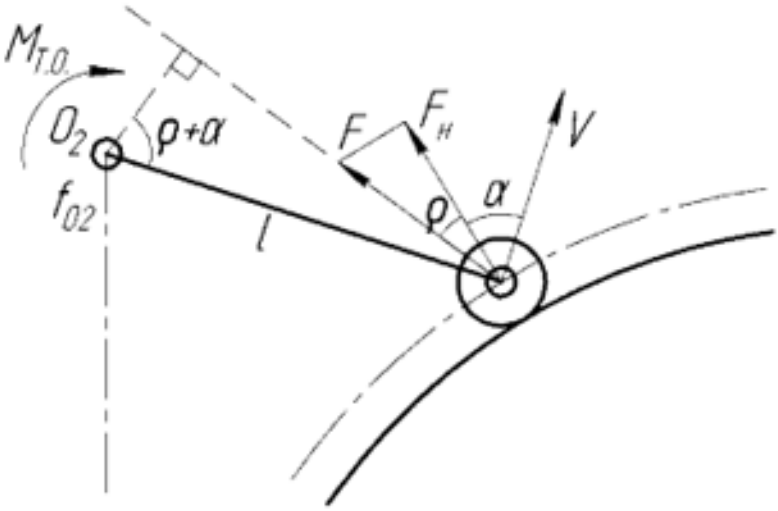


Рис. 2.10. Схема дії сил і моментів на коромисловий диск

Розглянемо умову рівноваги сил, що діють на кулачок (рис. 2.11). Знаходимо силу, яка діє на кулачок з боку коромислового диску з врахуванням приведеного кута тертя ρ :

$$F = \frac{F_н}{\cos\rho}, \tag{2.14}$$

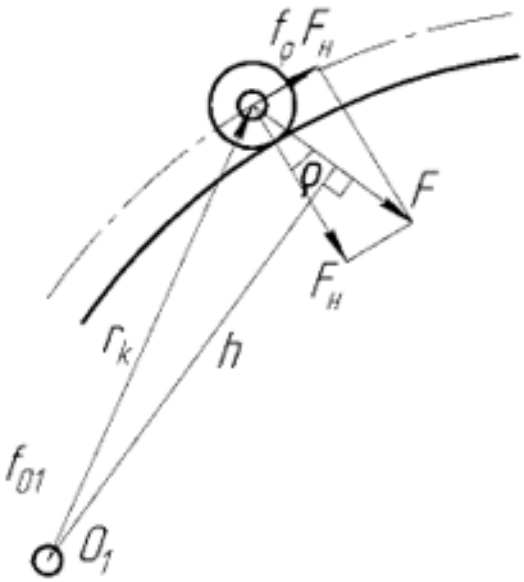


Рис. 2.9. Схема дії сил на кулачок

Ця сила створює момент відносно осі обертання кулачка (M_1) і викликає момент від сил тертя в опорах кулачка (M_2):

$$M_1 = \frac{F_N}{\cos\rho} h \quad , \quad M_2 = \frac{F_N}{\cos\rho} r_{01} f_{01} \quad , \tag{2.15}$$

де $h = r_k \sin(\theta + \rho)$ - плече дії сили, f_{01} - коефіцієнт тертя в опорах кулачка, r_{01} - радіус тертя в підшипниках валу кулачка, $\rho = \arctan f_p$, $f_p = \frac{2 f_{тр_коч_рол}}{D_p} + \frac{2 f_{тр_коч_шар}}{d}$ - приведений коефіцієнт тертя між кулачком і роликом, $f_{тр_коч_рол}$ - коефіцієнт тертя кочення ролика по кулачку, $f_{тр_коч_шар}$ - коефіцієнт тертя кочення підшипника ролика.

Тоді умова рівноваги буде мати вигляд:

$$M_k = M_1 + M_2 = \frac{F_N}{\cos\rho}\left(r_k \sin(\theta + \rho) + f_{01} r_{01}\right) \tag{2.16}$$

Підставивши у формулу (16) значення формули (14), отримуємо:

$$M_k = \frac{M_{т.о.}}{l\cos(\rho + \alpha) - f_{02} r_{02}}\left(r_k \sin(\theta + \rho) + f_{01} r_{01}\right) \tag{2.17}$$

Після перетворення і заміни $\tan\rho = f_p$ формула набуде вигляду:

$$M_k = \frac{M_{т.о.}\left(r \sin\theta + r \cdot f_p \cos\theta + f_{01} r_{01} / \cos\rho\right)}{l\cos\alpha - f_p \cdot l\sin\alpha - f_{02} r_{02} / \cos\rho} \tag{2.18}$$

Для ідеального механізму $f_p = f_{01} = f_{02} = 0$.

Тоді умова рівноваги ідеального механізму запишеться у вигляді:

$$M_{ki} = \frac{M_{т.о.} r_k \sin\theta}{l\cos\alpha} \tag{2.19}$$

Після підстановок і перетворення миттєвий ККД кулачкового механізму періодичного повороту визначається:

$$\eta_k = \frac{1 - f_p \tan\alpha - \dfrac{f_{02} r_{02}}{l \cos\alpha \cos\rho}}{1 + f_p \tan\theta + \dfrac{f_{01} r_{01}}{r_k \sin\theta \cos\rho}} \tag{2.20}$$

Висновок до розділу 2

В другому розділі було розглянуто вдосконалення механізму приводу поворотного столу тамподрукарської машини. Було описано машину, її структуру та принцип дії, особливості конструкції, що включає використання поворотного столу для транспортування виробів у зону друку. Проведено детальний аналіз циклограми, що дозволило визначити часові проміжки для кожного етапу процесу — встановлення виробу, подача в зону друку, вистій у зоні друку, вивід з зони друку. Це дало змогу зрозуміти часові рамки роботи кулачкового механізму.

Запропоновано модернізацію приводу поворотного столу. Зміни включають використання кулачкового механізму, який забезпечує високу точність фіксації виконавчих ланок, можливість реалізації різних законів періодичного руху, а також можливість здійснення необхідного періоду вистою у повному кінематичному циклі відповідно до вимог технологічного процесу.

Методика розрахунку кулачка та сектора дозволяє визначити оптимальні параметри механізму, забезпечуючи його надійну і ефективну роботу. Зокрема, було проведено розрахунки радіусів-векторів кулачка, кутової поправки, біжучих кутів тиску та підйому, параметрів роликової опори та миттєвих значень ККД кулачкового механізму.

Таким чином, результати цього розділу підтверджують доцільність та ефективність запропонованої модернізації механізму приводу поворотного столу, що сприятиме підвищенню продуктивності та надійності роботи тамподрукарських машин.

РОЗДІЛ 3
ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ЗАПРОПОНОВАНОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНІЗМУ ПЕРІОДИЧНОГО ПОВОРОТУ З СЕКТОРОМ

3.1. Розрахунок параметрів роботи кулачкового механізму періодичного повороту

Розрахунки були проведено у програмному середовищі MathCAD. Було пораховано основні геометричні параметри кулачкового механізму періодичного повороту. Результати розрахунків представлені нижче.

Вихідні дані:

Закон періодичного руху: 2.12,

Сумарне кутове переміщення γ_{Σ}=60 град,

Число циклів за хвилину n=25 цик./хв.,

Щільність матеріалу ρ=7,8 г/см^3,

Радіус стола R=386 мм,

Товщина стола h=15 мм.

Радіус встановлення виробів r=114 мм.

Схема веденої ланки представлена на рис. 3.1.

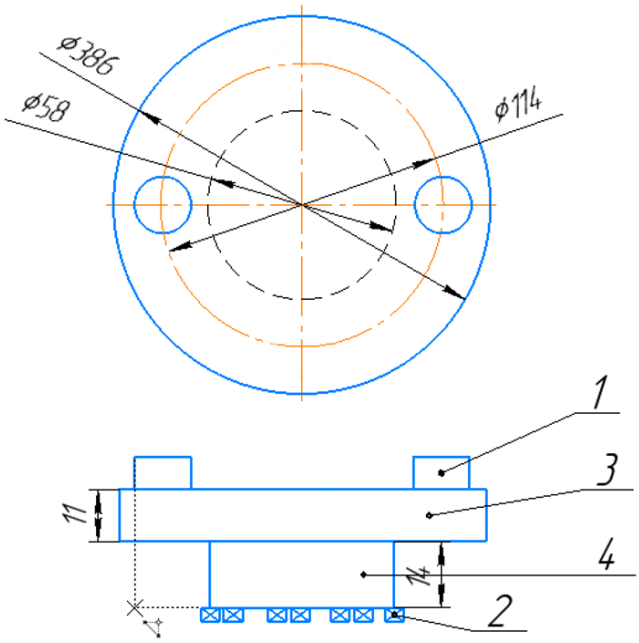


Рис. 3.1. Схема веденої ланки для розрахунку моменту інерції

Розрахуємо масу веденої ланки. Вона складається із поворотного столу на якому закріплюються задруковувані вироби та коромислового диску на якому закріплено ролики. Для розрахунку їх маси необхідно порахувати їх об'єм. Розрахуємо об'єм веденої маси:

$$V1 := \left(\pi \cdot 0.386^2 - \pi \cdot 0.065^2\right) \cdot 0.015 = 0.007 \quad м^3$$

$$V2 := \left(\pi \cdot 0.125^2 - \pi \cdot 0.043^2\right) \cdot 0.025 = 0.001 \quad м^3$$

Розрахуємо масу ведених ланок

$$m1 := 7810 \cdot 0.007 = 54.67 \quad кг$$

$$m2 := 7810 \cdot 0.001 = 7.81 \quad кг$$

Визначимо масу роликів і виробів:

mr=0.1 кг, кількістю nr=12.

mv=0.4 кг, кількістю nv=6.

Розрахунок загального моменту інерції веденої ланки:

$$Ivm := m1 \cdot \frac{0.386^2 + 0.065^2}{2} + m2 \cdot \frac{0.125^2 + 0.043^2}{2} + mv \cdot 0.340^2 \cdot nv + mr \cdot 0.115^2 \cdot nr = 4.55 \quad кг*м^2$$

3.2. Розрахунок головного кулачка кулачкового механізму періодичного повороту

За допомогою програми MathCAD розробленої на кафедрі Машин та агрегатів поліграфічного виробництва провели розрахунки основних геометричних параметрів кулачкового механізму періодичного повороту, розраховані на основі визначених вихідних даних. Далі наведені вхідні дані (рис. 3.2) та результати розрахунків головного кулачка механізму.

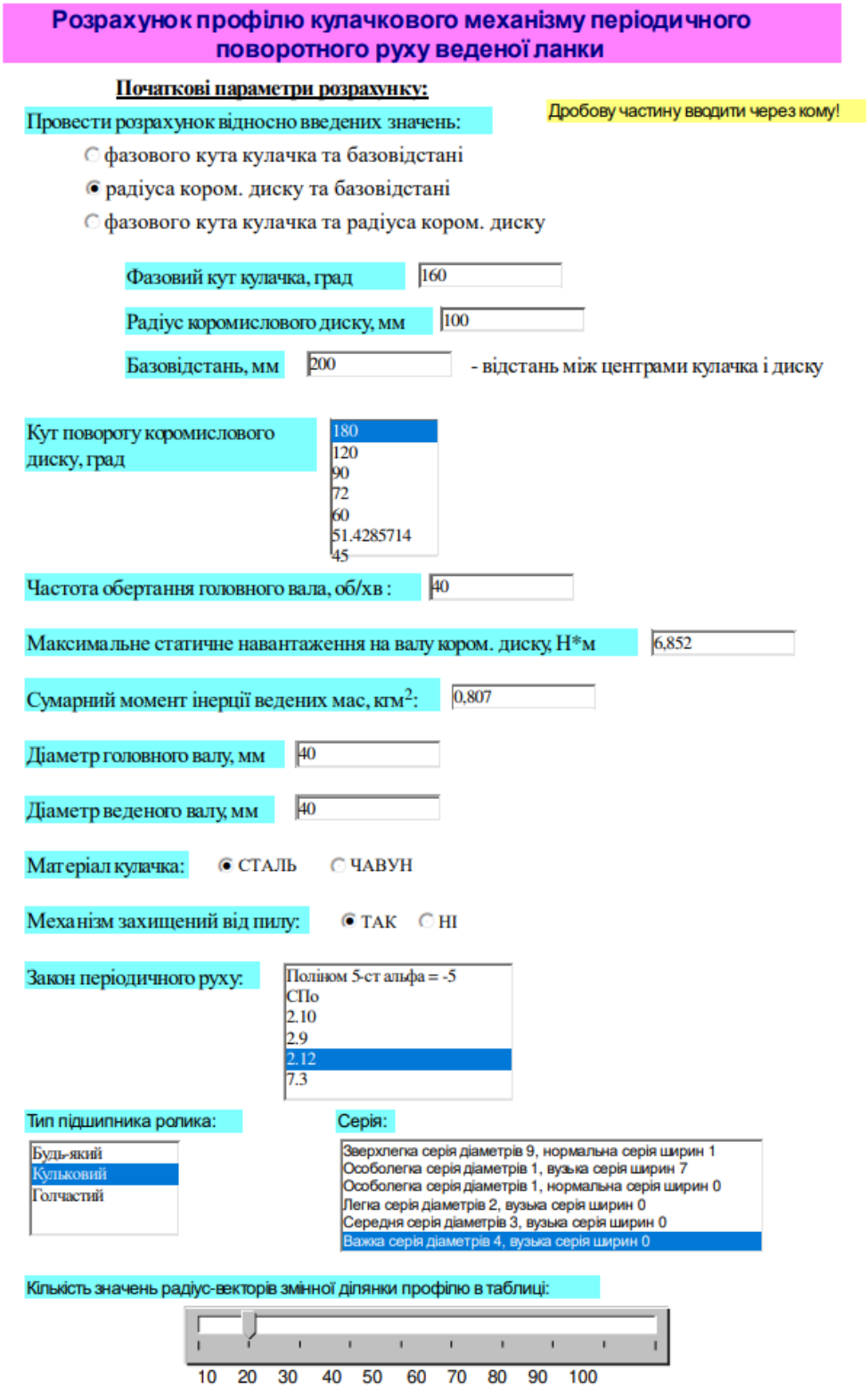


Рис. 3.2. Вхідні дані для розрахунку головного кулачка механізму в MathCAD

Результати розрахунків:

Розрахункове значення діаметру головного валу: dgvRozr 1000 · = 12.685 мм

Розрахункове значення діаметру веденого валу: dvvRozr 1000 · = 14.358 мм

Мінімальні розміри ролика (підшипника):

$$Pid = \begin{pmatrix} 403 \\ 17 \\ 62 \\ 17 \end{pmatrix}$$

- серія підшипника

мм - d - діаметр внутрішнього кільця підшипника

мм - D - діаметр зовнішнього кільця підшипника

мм - B - ширина підшипника

Максимально допустимий діаметр ролика: Dpid_Dop 1000 = 74.798 мм

Параметри розрахованого механізму:

- базовідстань: b 1000 = 200 мм
- радіус коромислового диску: Lkor 1000 = 100 мм
- фазовий кут: ϕ = 264.375 deg
- полярний кут кулачка (з врахуванням кутової поправки): $\phi\xi$ = 211.245 deg

Будуємо теоретичний профіль кулачка (рис. 3.3)

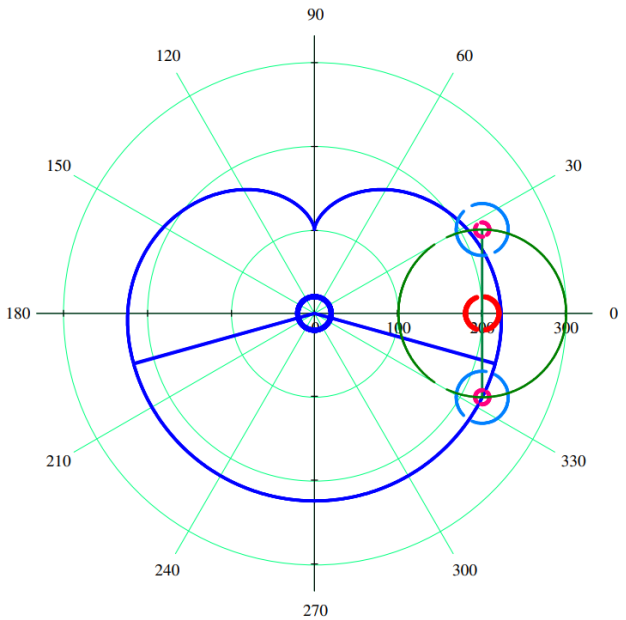


Рис.3.3. Теоретичний профіль кулачка розрахований програмою MathCAD

Значення радіус-вектору при відповідному куті повороту кулачка занесені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Кут_повороту_град	Радіус_вектор_мм
0	223.61
10.56	223.25
21.12	221.2
31.69	216.72
42.25	209.62
52.81	199.95
63.37	187.76
73.94	173.02
84.5	155.52
95.06	134.32
105.62	100
116.18	134.32
126.75	155.52
137.31	173.02
147.87	187.76
158.43	199.95
169	209.62
179.56	216.72
190.12	221.2
200.68	223.25
211.24	223.61

3.3. Розрахунок сектору кулачкового механізму періодичного повороту

Для розрахунку сектору використаємо програмне середовище MathCAD. Розрахунок профілю сектора наведено далі.

Початкові параметри розрахунку:

Дробову частину вводити через кому!

Провести розрахунок відносно введених значень:

- ○ фазового кута кулачка та базовідстані
- ◉ радіуса кором. диску та базовідстані
- ○ фазового кута кулачка та радіуса кором. диску

Фазовий кут кулачка, град: 160

Радіус коромислового диску, мм: 100

Базовідстань, мм: 200 - відстань між центрами кулачка і диску

Кут повороту коромислового диску, град:

180
120
90
72
60
51.4285714
45

Закон періодичного руху:

Синусоїда
Шуна
Поліном 7-ст альфа = 6.6
Поліном 7-ст альфа = 4.2
Косинусоїда
0000
Поліном 5-ст альфа = -3

Кількість значень радіус-векторів змінних ділянок профілю у таблиці:

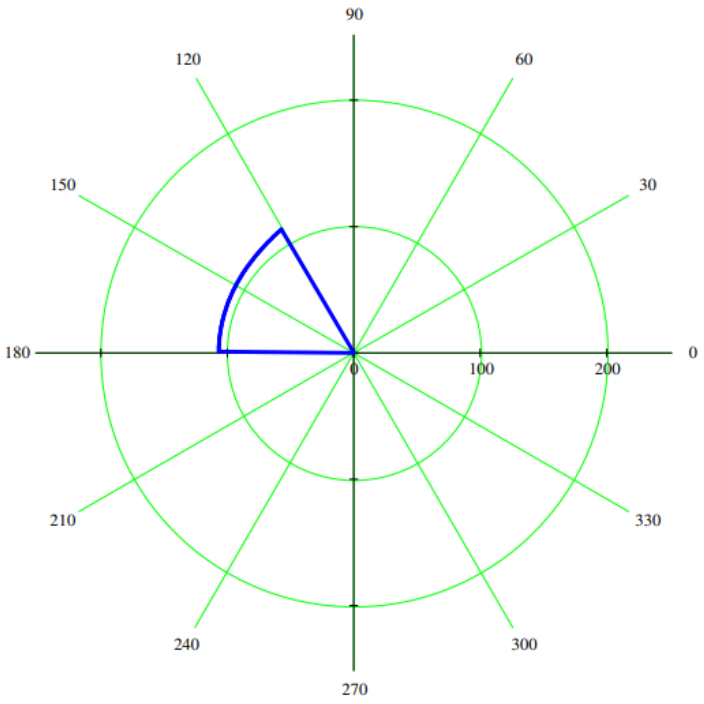
5 6 7 8 9 10 20 30 40 50

☐ Враховувати оптимальне значення початкового кута зміщення додатков. кулчака

Початковий кут положення кором. диску додатков. кулачка, град: 15

Кут роботи додаткового профілю: 60

Рис. 3.3. Вхідні дані для розрахунку сектора механізму в MathCAD



Розрахунок

Кут_повороту_град___Радіус_вектор_Розбіг_мм =

	1	2
1	0	106.6
2	3	106.6
3	6	106.6
4	9	106.61
5	12	106.63
6	15	106.67
7	18	106.72
8	21	106.8
9	24	106.9
10	27	107.04
11	30	107.21
12	33	107.43
13	36	107.7
14	39	108.04
15	42	108.44
16	45	...

Геометричні розміри механізму:

Фазовий кут- $\varphi = 358.594 \cdot deg$

Радіус коромислового диску- $l = 100 \frac{1}{m} \cdot mm$

ЗПР- $zpr = \text{"Синусоїда"}$

Базовідстань- $b = 200 \frac{1}{m} \cdot mm$

Кут зміщення $\gamma 0 = 15 \cdot deg$

Кут роботи профілю- $\gamma r = 60 \cdot deg$

Максимальний діам. ролику: $R_rol_min \cdot 2 = 213.194 \frac{1}{m} \cdot mm$

ДодатковПе[illegible]г2023-3.xlsx

Кут_повороту_град___Радіус_вектор_Розбіг_мм

Рис. 3.4. Результати розрахунків додаткового кулачка механізму в MathCAD

Висновок до розділу 3

У третьому розділі проведено детальний розрахунок запропонованого кулачкового механізму періодичного повороту з сектором. У процесі дослідження визначено параметри роботи механізму, зокрема, проведено розрахунок головного та додаткового кулачків. Основними результатами цього розділу є розрахунок параметрів роботи кулачкового механізму, визначення базових характеристик і розрахунок оптимальних параметрів для забезпечення

стабільної роботи механізму з урахуванням впливу різних факторів, таких як кутові і лінійні переміщення, швидкість та прискорення. Виконано детальний аналіз та розрахунок профілю головного кулачка, що забезпечує основний рух механізму, з використанням програмного забезпечення MathCAD для моделювання та аналізу характеристик кулачка, що дозволило отримати точні та надійні результати. Окремо проведено розрахунок додаткового кулачка, який компенсує можливі похибки та забезпечує додаткову стабільність роботи механізму. Результати розрахунків підтвердили ефективність використання допоміжного елемента для покращення роботи всього механізму.

Таким чином, у третьому розділі було досягнуто поставленої мети щодо вдосконалення кулачкового механізму періодичного повороту. Виконані розрахунки та аналіз дозволяють зробити висновок про доцільність використання запропонованої конструкції у тамподрукарській машині, що сприятиме підвищенню її продуктивності та надійності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження були досягнуті наступні основні висновки.

Аналіз сучасного стану тамподрукарського обладнання показав, що технології тамподруку та різні види тамподрукарського обладнання, включаючи ручні, напівавтоматичні та автоматичні машини, є високоефективними. Визначено, що кулачкові механізми періодичного повороту є найкращими для приводу пристроїв подавання виробів у зону друку завдяки їх високій точності фіксації виконавчих ланок та можливості реалізації різноманітних законів руху.

Переваги тамподруку включають високу точність нанесення зображень, довговічність друкованих елементів, велику палітру кольорів та можливість нанесення на різноманітні матеріали, такі як пластик, сталь та скло. Це робить тамподрук ефективним методом для масового виробництва рекламної та сувенірної продукції.

Запропоновано вдосконалення приводу поворотного столу тамподрукарської машини ТМ-110 за допомогою кулачкового механізму періодичного повороту з сектором. Розроблено методику розрахунку основних параметрів кулачкового механізму, що забезпечить підвищення ефективності роботи машини та зменшення зносу її компонентів.

Розроблено детальну методику розрахунку кулачка та сектора кулачкового механізму, яка включає визначення схеми і параметрів, розрахунок радіусів-векторів, кутової поправки, біжучих кутів тиску та підйому, а також параметрів роликової опори та миттєвих значень ККД механізму.

Запропоновані практичні рекомендації з модернізації та технічного обслуговування тамподрукарських машин з використанням кулачкових механізмів періодичного повороту дозволять підвищити продуктивність та якість друку, а також зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування обладнання.

Загалом, результати проведеного дослідження підтверджують ефективність застосування кулачкових механізмів періодичного повороту у

тамподрукарських машинах, що сприяє підвищенню продуктивності та якості друкованої продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що таке тамподрук? *GIFTER Рекламно-сувенірна продукція*. URL: https://gifter.com.ua/articles/uk-chto-takoe-tampopechat/81\ (дата звернення: 05.04.2024).
2. Технологія тамподруку. *Company Premier-Devaro рекламно-сувенірна продукція.* URL: https://www.devaro-s.com/tekhnologiya-tampopechati/ (дата звернення: 05.04.2024)
3. Тамподрук – технологія для масового застосування. *КопіБУМ цифрова друкарня.* URL: https://kopibum.com/tampodruk---tekhnolohiia-dlia-masovoho-zastosuvannia-65/ (дата звернення: 06.04.2024)
4. Бейлах Т.О. Рекламна агенція з виготовлення сувенірної продукції з дослідженням відтворення кольору: маг. дис.: 14.12.2020 / Національний технічний ун-т України «КПІ імені І. Сікорського». Київ, 2020, 91 с. URL: https://core.ac.uk/download/395455804.pdf (дата звернення: 06.04.2024)
5. Pad printing machine WN-120. *WINON.* URL: https://www.directindustry.com/prod/winon-industrial-co-ltd/product-118267-1580680.html (дата звернення: 11.04.2024)
6. How to Properly Maintain and Maximize the Life of Your Pad Printer. *Marabu. URL:* https://www.gurusofmarabu.com/how-to-properly-maintain-and-maximize-the-life-of-your-pad-printer/ (дата звернення: 11.04.2024)
7. Art And Science Of Pad Printing: Unveiling The Precision Technique. *Ideal Box Design*. URL: https://idealboxdesign.com/art-and-science-of-pad-printing-unveiling-the-precision-technique/ (дата звернення: 11.04.2024)
8. Feeder System. *Help Ink Systems*. URL: https://help.inksystems.com/ (дата звернення: 11.04.2024)
9. Pad Printing 101. What Is Pad Printing? *Trans Tech*. URL: https://itwtranstech.com/blog/what-is-pad-printing/ (дата звернення: 13.04.2024)

10. Tpx-300 pad printing machines. *Teca-Print Pad Printing Equipment.* URL: https://teca-print.com/en/products/pad-printing-machines/tpx-pad-printing-machines/tpx-300/ (дата звернення: 14.04.2024)

11. Тамподрукарська машина з конвеєром HL-250A-4. *Made-In-China.* URL: https://made-in-china.com/co_howellprinttech/product_Factory-Price-4-Color-Open-Ink-Pad-Printing-Machine-with-Conveyor_uogsuhgyuy.html (дата звернення: 14.04.2024)

12. 5Star Line. *MicroPrint Switzerland.* URL: https://www.microprint.ch/en/products/pad-printing-machines/5star-line/ (дата звернення: 14.04.2024)

13. Automation in Pad Printing: Trends and Future Directions. *AIMS Press*. URL: https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/mbe.2023930 (дата звернення: 17.04.2024)

14. Pad Printing: Know Its Process and Advantages. *Rapid Direct*. URL: https://www.rapiddirect.com/blog/what-is-pad-printing/ (дата звернення: 18.04.2024)

15. Mechanical Drives- Belt, Chain, Gear | Advantages and Disadvantages. *Learn Mech*. URL: https://learnmech.com/mechanical-drives-belt-chain-gear/ (дата звернення: 18.04.2024)

16. How Pneumatic Actuators Work and Advantages of Pneumatic Actuators. *Semcor solutions for conveying materiaks and fluids*. URL: https://www.semcor.net/blog/advantages-of-pneumatic-actuators/ (дата звернення: 18.04.2024)

17. Electric vs. Pneumatic Actuators: Which One is Right for You? *JHFOSTER A Tavoron Company*. URL: https://jhfoster.com/automation-blogs/electric-vs-pneumatic-actuators-which-one-is-right-for-you/ (дата звернення: 18.04.2024)

18. Гриценко Д. С. Порівняльний аналіз механізмів, які перетворюють постійний обертовий рух у періодичний / Д. С. Гриценко // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 53–54. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/34539?locale=gl (дата звернення: 21.04.2024)

19. Mechanisms for Intermittent Motion (Chapter 15). URL: https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/3c2c62ea-1cc9-438a-991f-92b0ad210e0e/content (дата звернення: 21.04.2024)

20. Mechanisms for Intermittent Motion (Chapter 13). URL: https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/fb67de5e-cf7b-4202-978a-85c69be78a90/content (дата звернення: 21.04.2024)

21. Introduction to Mechanisms. Chapter 8. Other Mechanisms. URL: https://www.cs.cmu.edu/~rapidproto/mechanisms/chpt8.html (дата звернення: 22.04.2024)

22. Кулачково-цівкові механізми переривчастого обертового руху вихідної ланки / Я.Т. Кіницький, С.Г. Костогриз, Я.О. Підгайчук // Під заг. редакцією Я.Т. Кіницького. – Хмельницький: ХНУ – 2010. – 194 с. URL: https://elar.khmnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b751221b-a116-4d5d-b564-569616663cb3/content (дата звернення: 22.04.2024)

23. Crank And Slotted Lever Mechanism – It’s Working, Advantages, And Applications. *Mechanical basics*. URL: https://mechanicalbasics.com/crank-and-slotted-lever-mechanism-its-working/ (дата звернення: 22.04.2024)

24. Presentation of a Mechanism with a Maltese Cross (Geneva Driver). *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, Volume 11, Issue 2, Pages 891-900. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3209359 (дата звернення: 22.04.2024)

25. A Complete Guide To Cam And Followers: What They Are And Types. *Engineer Fix*. URL: https://engineerfix.com/mechanical/cams/a-complete-guide-to-cams/ (дата звернення: 22.04.2024)

26. Cam and follower: definition, types, working & uses. *The Engineers Post*. URL: https://www.theengineerspost.com/cams-and-followers/ (дата звернення: 22.04.2024)

27. 45 Шостачук Ю. О. Розрахунок кулачкового механізму періодичного повороту / Ю. О. Шостачук, Д. С. Гриценко // Технологія і техніка друкарства. – 2012. - №1(35). – С. 97-106.

28. Кінематичне дослідження зубчастого планетарного механізму. *Moodle*. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/475760/mod_resource/content/1/%D0%9B%D0%916.pdf (дата звернення: 23.04.2024)

29. Механізми обертального руху. Кінематика зубчастих механізмів. *Moodle*. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/475443/mod_resource/content/1/10-7.pdf (дата звернення: 23.04.2024)

30. Cam and Gear Mechanism. *Mechanical Mechanisms*. URL: https://mechamechanisms.com/cam-and-gear-mechanism-4 (дата звернення: 23.04.2024)

31. Cam (mechanism). *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cam_(mechanism) (дата звернення: 23.04.2024)

32. Особливості конструкцій кулачкових механізмів періодичного повороту транспортувальних пристроїв тамподрукарських машин / Актуальні задачі сучасних технологій. Тернопіль, 28-29 листопада 2018. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27468/2/VII_MNTK_2018v1_Hrytsenko_D_S-Features_of_constructions_73-74.pdf (дата звернення: 27.04.2024)

33. Розрахунок кулачкового механізму періодичного повороту. *ResearchGate.* Ю.О.Шостачук, к.т.н., доцент, Д.С. Гриценко, аспірант, НТУУ «КПІ», Київ, Україна, 2012, URL: https://www.researchgate.net/publication/335017490_Rozrahunok_kulackovogo_mehanizmu_periodicnogo_povorotu (дата звернення: 27.04.2024)

34. Гриценко Д. С. Критерії порівняльної оцінки кулачкових механізмів періодичного повороту // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. Том 1. С. 74–75. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/30870/2/MNTKv1_2019v1_Hrytsenko_D_S-Criteria_for_comparative_74-75.pdf (дата звернення: 28.04.2024)

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СТАН ДІЛОВОДСТВА ЗА ЗАЯВКОЮ НА ВИНАХІД (КОРИСНУ МОДЕЛЬ) № u202305764

ПОЗНАЧЕННЯ

- Успішно пройдена стадія
- Поточна стадія
- Стадія, що не використовується у діловодстві за заявкою

- Патент зареєстровано
- Підготовка до державної реєстрації та публікації
- Очікування документа про сплату державного мита
- Кваліфікаційна експертиза
- Очікування клопотання про проведення кваліфікаційної експертизи
- Формальна експертиза
- Встановлення дати подання
- Реєстрація первинних документів, попередня експертиза та внесення відомостей до бази даних

ДОКУМЕНТИ ЗАЯВНИКА

Дата реєстрації	Дата відправки	Дата отримання	Назва документа	Реєстр-ний №
04.06.2024			Креслення	Вх-23902/2024
04.06.2024			Формула винаходу (КМ)	Вх-23902/2024
04.06.2024			Реферат	Вх-23902/2024
04.06.2024			Опис винаходу (КМ)	Вх-23902/2024
04.06.2024			Відповідь на запит	Вх-23902/2024
23.01.2024			Документ, який засвідчує повноваження довіреної особи (довіреність)	Вх-1342-Е/2024
29.11.2023			Формула винаходу (КМ)	Вх-47452/2023
29.11.2023			Реферат	Вх-47452/2023
29.11.2023			Заява на видачу патенту на винахід (КМ)	Вх-47452/2023
29.11.2023			Опис винаходу (КМ)	Вх-47452/2023
29.11.2023			Креслення	Вх-47452/2023
29.11.2023			Документ, що підтверджує неприбутковість особи	Вх-47452/2023
29.11.2023			Документ, який засвідчує повноваження довіреної особи (довіреність)	Вх-47452/2023
29.11.2023			Лист	Вх-47452/2023

ДОКУМЕНТИ УСТАНОВИ

Для завантаження оригіналу документу та ЕЦП, використовуйте в якості коду 10 останніх цифр штрихкоду на документі

Дата реєстрації	Дата відправки	Дата отримання	Назва документа	Реєстр-ний №
01.04.2024	01.04.2024	02.04.2024	Попередній висновок (запит) формальної експертизи	4155/ЗУ/24
12.12.2023	18.12.2023	18.12.2023	Повідомлення про встановлення дати подання заявки на винахід (корисну модель)	12806/ЗУ/23
04.12.2023	05.12.2023	05.12.2023	Повідомлення щодо встановлення дати подання заявки на винахід (корисну модель)	12403/ЗУ/23

ЗБОРИ

Код збору	Початок очікування	Планова дата отримання	Фактична дата отримання	Назва документа
10100	29.11.2023	29.01.2024	08.12.2023	За подання заявки (міжнародної заявки) на винахід (корисну модель), формула якого містить не більш як 3 пункти

UAH 576.00/576.00 576.00 UAH № 522149204 від 08.12.2023 Електронний платіжний документ

ДЕРЖАВНЕ МИТО

Код збору	Фактична дата отримання	Назва документа
Документів немає		