

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

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

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Микола ЗЕНКІН

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані поліграфічні
системи»**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

**на тему: «Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону
обробки»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи СМ-11

Нестеренко Анастасія Сергіївна _____

Керівник:

Доцент кафедри МАПВ, к.т.н.,

Іванко Андрій Іванович _____

Рецензент:

Доцент кафедри ТПВ, к.т.н.,

Бараускене Оксана Іванівна _____

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

Студентка _____

Київ – 2025 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількіс ть	Примітк а
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	СМ11 0000. 000. ПЗ	Пояснювальна записка	102	
3	A1	СМ11.00001.001 СК	Огляд пристроїв	2	
4	A1	СМ11.00002.002 СК	Пристрій для переміщення аркушів у зону обробки	1	
5	A1	СМ11.00002.001 ТК	Пристрій для переміщення аркушів у зону обробки	1	
6	A1	СМ11.00002.003 ТК	Пристрій для переміщення аркушів у зону обробки	1	
7	A1	СМ11.00002.014 ТК	Деталювання	1	
8	A4		Специфікація	1	

				СМ11 0000.000.00		
	ПБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Розробн.	Нестеренко А.С.				1	1
Керівн.	Іванко А.І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. МАПВ Гр. СМ-11	
Н/контр.						
Зав.каф.						

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Пристрій для переміщення аркушевих
матеріалів у зону обробки»

Київ – 2025 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

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Нестеренко Анастасії Сергіївні

1. Тема проєкту: «Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки», затверджено наказом по університету від «26» травня 2025 р. №1753-с
2. Термін подання студенткою проєкту: 13 червня 2025 року.
3. Вихідні дані до проєкту: об'єм камер пневмоциліндра- 100 мл; Р - ступінь стиснення в циліндрі 6 атм, або 6 бар; розмір сопла 20 мм на 0,2 мм; ρ густина в камері пневмоциліндра 7.1 кг/м³; V_{атм}=600 мл; максимальна швидкість повітря при повністю стиснутому повітрі в камері 344 м/с; Q - масова витрата повітря 0.00535 кг/с; сила, з якою діє стиснене повітря на заготовку F – 1.84 Н; сила тиску повітря на картон Р – 1.84 МПа.

4. Зміст пояснювальної записки: огляд літературних та інтернет джерел, в пошуку інформації щодо видів транспортування аркушевих матеріалів в подальшу зону обробки та видів захватів поліграфічної продукції, для аналізу уже розроблених пристроїв транспортування аркушевого матеріалу; визначення технологічних та фізичних параметрів що впливають на висікання картону; розробка нового транспортного механізму з використанням висікального циліндру для одночасної обробки картонної продукції.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Графіки досліджених характеристик (A1), складальне креслення вид збоку розробленої транспортної системи (A1), складальне креслення вид зверху розробленої транспортної системи (A1), кінематичні креслення винайденого механізму вид збоку (A1), кінематичні креслення винайденого механізму вид зверху (A1), деталювання (A1), специфікація (A4).

6. Дата видачі завдання: 01 лютого 2025

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Пошук технічної документації	13.03.2025	Виконано
2.	Огляд і аналіз технічних матеріалів за темою дослідження	20.03.2025	Виконано
3.	Формування описів розробленого механізму	10.04.2025	Виконано
4.	Дослідження параметрів, що впливають на висікання аркуша	21.04.2025	Виконано
5.	Проведення розрахунків щодо тиску пневматичної камери і вплив його на аркушевий матеріал. Розробка транспортної системи подачі картону в зону обробки	05.05.2025	Виконано
6.	Проектування технічних креслень	15.05.2025	Виконано
7.	Написання загальних висновків	29.05.2025	Виконано
8.	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	08.06.2025	Виконано
9.	Здача дипломного проєкту на кафедру	13.06.2025	Виконано

Студент _____ Анастасія НЕСТЕРЕНКО

Керівник проєкту _____ Андрій ІВАНКО

Реферат

Нестеренко Анастасія Сергіївна

«Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки»

Національний технічний університет України “КПІ ім. Ігоря Сікорського”
кафедра МАПВ, 2025

102 стор., 2 табл., 21 бібліогр.

Проведено аналіз механізмів для переміщення аркушевої продукції, зокрема картону в подальші зони обробки, на основі яких було проведено вдосконалення та рекомендації що до якості транспортування.

Запропонована конструкція передбачає розміщення висікального циліндра між двома незалежними транспортувальними стрічками, над якими буде розташована пневматична камера з точковою подачею струменя повітря, що забезпечує стабільне захоплення й точне позиціонування аркуша у зоні обробки, а також висікання розгортки під час переміщення між двома стрічковими транспортерами.

Під час виконання роботи було здійснено розрахунки оптимального діаметра сопла, через яке подається повітря для висікання. Найбільш ефективними є сопла діаметром від 2 до 4 мм, які забезпечують достатній тиск для якісної обробки щільного картону без перевитрати енергії чи втрати точності. Аналізовано графіки залежності розміру сопла до тиску, та густини повітря до тиску повітря що виходить з камери, розписано рекомендації щодо використання цих параметрів.

На основі отриманих даних побудовано два графіка залежності характеристик, які впливають на точне висікання картонної розгортки під час транспортування.

Ключові слова: пневмокамера, транспортер, картон, висікальний циліндр, стиснене повітря, сопло, компресор, механізм, винахід.

Abstract

Nesterenko Anastasia

Device for moving sheet materials into the processing area.

National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute Department of Machines and Aggregates for Printing Production, 2025
102 p., 2 Tab., Bibl.: 21.

The mechanisms for moving sheet products, in particular cardboard, to further processing zones were analyzed, on the basis of which improvements and recommendations were made regarding the quality of transportation.

The proposed design provides for the placement of a die-cutting cylinder between two independent conveying belts, above which a pneumatic chamber with a point air jet will be located, which ensures stable gripping and accurate positioning of the sheet in the processing zone, as well as die-cutting of the sheet during movement between the two belt conveyors.

In the course of the work, the optimal diameter of the nozzle through which air is supplied for die-cutting was calculated. The most effective nozzles are those with a diameter of 2 to 4 mm, which provide sufficient pressure for high-quality processing of thick cardboard without energy consumption or loss of accuracy. The graphs of the dependence of the size of the air supply hole on the pressure and the air density on the pressure of the air leaving the chamber were analyzed, and recommendations for the use of these parameters were made.

Based on the data obtained, two graphs of the dependence of the characteristics that affect the precise cutting of cardboard reamers during transportation were constructed.

Keywords: pneumatic chamber, conveyor, cardboard, die-cutting cylinder, compressed air, compressor, exhaust outlet, mechanism, invention.

Зміст

Реферат	7
Abstract	8
1. Огляд обладнання для переміщення картону.	10
1.1. Самонаклади аркушів	10
1.1.1. Пневматичні засоби відокремлення	18
1.2 Пристрої для захвату картону	32
1.2.1 Вакуумні системи захоплення	33
1.2.2 Механічні захвати (грипери)	38
1.2.3 Комбіновані системи захоплення	40
1.3 Ротаційні циліндри	40
Висновок 1:	52
2. Пневматичні засоби переміщення аркушевого матеріалу	53
2.1 Пневматичні способи переміщення	53
Висновок 2:	62
3. Запропонований пристрій транспортування	63
3.1 Загальна конструкція пристрою для переміщення аркушевих матеріалів	63
3.2 Конструкція ротаційного висікального циліндра	68
3.3 Загальний опис стрічкових транспортерів	70
3.4 Опис пневматичної камери	72
3.5 Принцип дії компресора поршневого типу	74
3.6. Розрахункова частина. Залежність тиску від розміру сопла пневматичної камери	78
3.7. Розрахункова частина. Залежність густини повітря від тиску у соплі пневматичної системи	84
3.8. Розрахунок швидкості пасового транспортера	89
Висновок 3:	91
Список літератури	92

1. Огляд обладнання для переміщення картону.

1.1. Самонаклади аркушів

Самонаклади є автоматизованими пристроями, призначеними для поаркушевого подавання матеріалів із стопи до друкарської секції. Такі системи включають укладальний модуль, вузол відокремлення аркуша, механізм транспортування, пневмосистему та блок керування.

Основні вимоги до самонакладів полягають у забезпеченні точного і стабільного подавання аркушів різної щільності та формату, недопущенні одночасної подачі кількох аркушів, збереженні цілісності їх поверхні та здатності автоматично припиняти роботу при виникненні збоїв.

Самонаклади класифікуються за різними критеріями: принцип відокремлення аркушів, спосіб подачі, тип механізму вкладання, продуктивність тощо. Залежно від місткості завантажувального столу їх поділяють на низькостапельні та високостапельні, а за способом вкладання — на інтегровані та зовнішні системи.

Розсувні пристрої призначені для завантаження листів і підведення верхнього листа ніжки до механізму відділення. Залежно від місткості накопичувального столу самонаклади можна розділити на машини з низьким і високим накопичувачем. Залежно від способу вкладання листів, штабелювальні машини поділяються на виносні та вбудовані.

За принципом дії листові сепаратори поділяються на пневматичні, фрикційні та електростатичні. Найнадійнішим і найшвидшим з них є пневматичний тип, який використовується на більшості друкарських машин. Залежно від розташування аркушевідділювача по відношенню до лапки, окремо стоячі пластини можна розділити на пластини з аркушевідділювачами на передній кромці і з аркушевідділювачами на задній кромці. Перші також називають пристроями послідовної подачі аркушів через принцип транспортування аркушів уздовж пластини від лапи до механізму вирівнювання, а другі - ступінчастими пристроями подачі.

Послідовна подача аркушів характерна для низькошвидкісних машин, оскільки аркуші подаються через рівні проміжки часу. У високошвидкісних пресах аркуші подаються ступінчасто, і вони накладаються один на одного.

Середня швидкість транспортування аркушів при їх послідовній подачі:

Середня швидкість транспортування аркушів при ступінчастій подачі:

$$U_{\text{ТП}} = \frac{i + a'}{T} \quad (1.1)$$

$$U_{\text{ТС}} = \frac{i - a_c}{T} \quad (1.2)$$

$U_{\text{ТП}}$ - середня швидкість при послідовній подачі;

$U_{\text{ТС}}$ - середня швидкість при ступінчастій подачі;

i - довжина аркуша або інтервал подачі, м;

a' - додатковий шлях (наприклад, прискорення чи компенсуючий елемент);

a_c - сповільнення або зсув при ступінчастій подачі;

T - тривалість одного повного циклу транспортування, с.

Позначивши через n кількість аркушів, поданих самонакладом за годину, дістанемо

$$U_{\text{ТЛ}} = \frac{n(b + a_i)}{3600} \text{ м/с} \quad (1.3)$$

$$U_{\text{ТС}} = \frac{n(b - a_c)}{3600} \text{ м/с} \quad (1.4)$$

При одному й тому самому форматі середня швидкість руху аркуша при східчастій подачі буде меншою, ніж при послідовній, навіть за більш високої швидкості машини. Для транспортування аркушів використовують тасьмові конвеєри з притискними елементами. Для послідовної подачі часто

використовують каретки із захоплювачами або присосами, які ведуть аркуш за передню кромку.

Принципові схеми самонакладів з послідовною і східчастою подачами аркушів показано на рис. 1.1.2. У самонакладі з послідовною подачею стопу аркушів укладають на стапельному столі 8, і роздувачі 7 струменем стисненого повітря роздувають її верхні аркуші в момент, коли штанга 3 з присосами 2 опускається на стопу в зоні передньої кромки. Піднімаючи верхній аркуш, присоси передають його під гумований ролик 4, який узгоджено опускається і притискує аркуш до тасьмового конвеєра 6. Потім ролики 5 притискають аркуш до тасьми. Штанга 3 опускається за наступним аркушем тільки після відходу задньої кромки попереднього аркуша зі стопи.

Щуп 1, який циклічно коливається, при опусканні рівня стопи нижче заданої позначки автоматично вмикає механізм підняття стапельного стола. Конвеєр 6 підводить аркуш по нахиленому столу до механізму вирівнювання[1].

Типову схему пневматичного самонакладу зі східчастою подачею аркушів зображено на рис. 1.1.2.

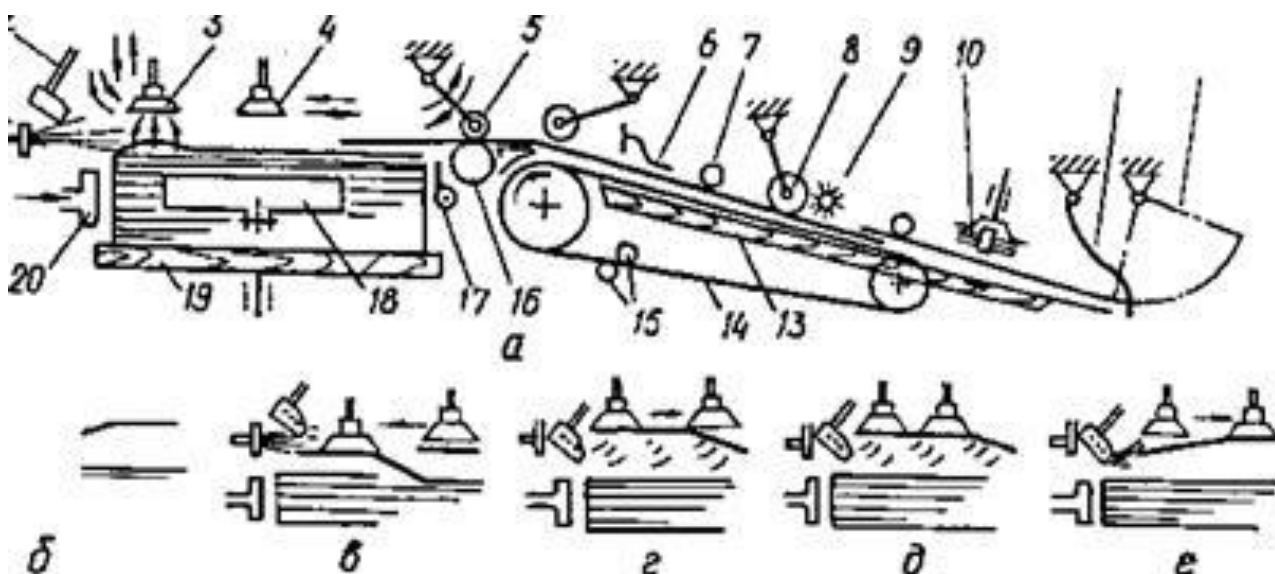


Рисунок 1.1.2 - Схема пневматичного самонакладу зі східчастою подачею аркушів (а) та стадії їх подачі (б...е)

Стапельний стіл 19 піднімається до механізму відокремлення верхнього аркуша самонакладу автоматично. Аркуші паперу у верхній частині стопи розпушуються задніми роздувачами 20. Зсуву аркушів перешкоджають передні упори 17 стапельного стола, які в цей момент знаходяться у вертикальному положенні. Аркушевідокремлювальні присоси 3 періодично опускаються на стопу і піднімають задню кромку верхнього аркуша (рис. 1.1.2, б...е). Підніманню двох і більше аркушів перешкоджають щітки 1, встановлені над задньою кромкою аркуша, які ковзають по ній в момент його відокремлення. Під піднятий аркуш на стопу опускається щуп 2, що контролює рівень стопи й одночасно подає стиснене повітря під трохи піднятий аркуш для повного відокремлення його від стопи[1].

З метою забезпечення надійності відокремлення від стопи тільки одного аркуша використовують бічні роздувачі 18. Після опускання щупа 2 на аркуш опускаються два або більше аркушетранспортувальні присоси 4 і деякий час аркуш утримується відокремлювальними та транспортувальними присосами. Потім відокремлювальні присоси відпускають аркуш, а транспортувальні проводять його до накладного стола 13 (див. рис. 1.1.2, а). Відхиляються передні упори 17 і аркуш подається на приймальний циліндр 16, на який опускаються два гумові ролики 5. Вони разом із циліндром 16 переміщують аркуш на тасьмовий конвеєр 14, який проводить аркуш по накладному столу 13 до механізмів вирівнювання[1].

При переміщенні по конвеєру аркуш притискується до тасьми напрямними перами 6, роликами 8, кульками 7 і щітками 9. Коли аркуш підходить до передніх упорів 11, швидкість його руху стає мінімальною, що запобігає зминанню передньої кромки аркуша від удару в передні упори. Зміна швидкості конвеєра забезпечується вмонтованими в його привід еліптичними колесами, диференціальними важільно-зубчастими механізмами та ін. Натяг тасьми конвеєра 14 регулюється за допомогою натяжних роликів 15.

Після вирівнювання аркуша по передній кромці за допомогою передніх упорів 11 на нього опускається притискний ролик механізму бічного вирівнювання 10, який підводить аркуш до бічного упору. Вирівняний аркуш за допомогою форгрейфера 12 передається до захоплювачів ДЦ.

Відокремлення аркуша в пневматичних самонакладах може виконуватися однією чи двома групами присосів за задню кромку або однією групою за передню кромку.

Пневматичні самонаклади мають досить високу точність і надійність у роботі. Підтримування сталого рівня стопи забезпечується механізмом автоматичного піднімання стола, роботу якого ініціює щуп-сопло. Під дією кулачково-важільного механізму (1...5, 7) (рис. 1.1.3, а) щуп-сопло 6 набуває складного руху: ззовні опускається під піднятий відокремлювальними присосами аркуш на стопу, потім переміщується вгору і назад, щоб не заважати відокремленню наступного аркуша.

При зниженні рівня стопи механізм щупа на етапі опускання діє важелем 8 на золотник 9, який передає вакуумний сигнал виконавчому механізму автоматичного піднімання стапеля самонакладу. Для приводу цього пристрою (рис. 5.4, б) використовують, наприклад, кулачково-важільний механізм (1...5), який надає коромислу 6 із собачкою 8 храпового механізму вільного коливання на валу. Лише при передачі вакуумного сигналу поршень пневмоциліндра 7 рухається вниз і своїм штоком опускає собачку 8, яка була піднята над храповиком пружиною 9, у западину зуба. При цьому вал за допомогою черв'ячної передачі 4 надає незначного повороту зірочкам 10, і ланцюг 11 піднімає стапельний стіл 13 до потрібного рівня[1].

Пневматичні самонаклади мають досить високу точність і надійність у роботі. Підтримування сталого рівня стопи забезпечується механізмом автоматичного піднімання стола, роботу якого ініціює щуп-сопло. Під дією кулачково-важільного механізму (1...5, 7) (рис. 1.1.3, а) щуп-сопло 6 набуває складного руху: ззовні опускається під піднятий відокремлювальними

присосами аркуш на стопу, потім переміщується вгору і назад, щоб не заважати відокремленню наступного аркуша.

При зниженні рівня стопи механізм щупа на етапі опускання діє важелем 8 на золотник 9, який передає вакуумний сигнал виконавчому механізму автоматичного піднімання стапеля самонакладу. Для приводу цього пристрою (рис. 1.1.3, б) використовують, наприклад, кулачково-важільний механізм (1...5), який надає коромислу 6 із собачкою 8 храпового механізму вільного коливання на валу. Лише при передачі вакуумного сигналу поршень пневмоциліндра 7 рухається вниз і своїм штоком опускає собачку 8, яка була піднята над храповиком пружиною 9, у западину зуба. При цьому вал за допомогою черв'ячної передачі 4 надає незначного повороту зірочкам 10, і ланцюг 11 піднімає стапельний стіл 13 до потрібного рівня.

Самонаклади обладнуються також допоміжними механізмами ручного і прискореного піднімання стапеля. Механізм ручного піднімання використовується для встановлення рівня стопи відносно присосів. Механізм прискореного піднімання та опускання має електропривід з кнопковим керуванням; для автоматичного зупину механізму під час прискореного

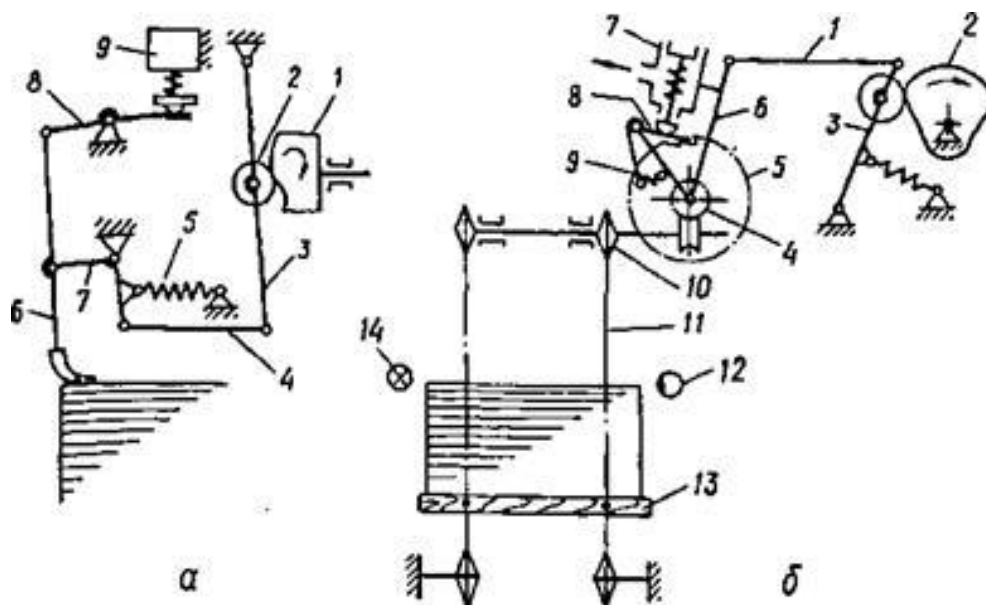


Рисунок 1.1.3. - Схеми механізмів щупа-сопла (а) й автоматичного піднімання стапельного стола (б) в самонакладі

піднімання до встановленого рівня застосовується блокування на основі фотошупа 12, 14 (див. рис. 1.1.3, б).

У швидкісних машинах використовуються, головним чином, високостапельні (висота стопи 100...150 см) самонаклади, які дають змогу працювати без зупину машини протягом тривалого часу. Завантаження стола самонакладу новою стопою паперу потребує зупину машини, що зменшує її продуктивність. Навіть при короткому зупині машини через порушення стабільності роботи у перехідний період частина надрукованої продукції після пуску машини відходить у брак. Щоб позбутися цього, самонаклади швидкохідних машин комплектуються пристроями і механізмами для завантаження стапельів на ходу машини. Нова стопа укладається або на другому столі, підвішеному на ланцюгах нижче першого, або на знімному столі, який після звільнення від стопи на візку знову вводиться в самонаклад. Залишок стопи в самонакладі під час його перезарядження підтримується допоміжним пристроєм (столом, стрижнями, решіткою, телескопічними трубками)[1].

Пневматична система самонакладу містить: ротаційний повітряний насос; повітропроводи; золотники, які розподіляють стиснене й розріджене повітря; регулювальні пристрої; контрольно-вимірювальні прилади, а також робочі органи (роздувані, відокремлювальні та ведучі присоси). Роздувачі мають велику кількість малих отворів для виходу стисненого повітря, під дією якого розділяються кромки верхніх аркушів стопи. До присосів підводиться розріджене повітря. В них завдяки різниці між атмосферним тиском повітря і розрідженням під присосами виникає сила, що підтримує аркуш.

Присоси за своєю конструкцією бувають жорсткі, підпружинені та плаваючі. Жорсткі присоси з малою торцевою поверхнею застосовують для тонкого гладкого паперу, присоси з великою торцевою площею і гумовими насадками для шорстких та твердих аркушів паперу великої щільності. Підпружинені присоси, якщо немає зіткнення з аркушем, під дією легкої

пружини займають нижнє положення. Після зіткнення з аркушем у циліндр подається вакуум, і присос, долаючи протидію пружини, піднімається на 10...15 мм, відриваючи аркуш від стопи. Недоліком цих присосів є те, що вони опускаються після сполучення порожнини присоса з атмосферою, що потребує створення складної траєкторії руху механізмів приводу присосів.

Плаваючі присоси — це автоматичні пристрої. У певний момент (за циклом) верхня камера присоса і нижня камера сполучаються з вакуумною магістраллю. Доки канал присоса сполучений з атмосферою, тиск у верхній камері більший, ніж у нижній, і, долаючи зусилля пружини, присос опускається вниз. Як тільки присос торкнеться аркуша, тиск у камерах стає однаковим, і завдяки зусиллю, що виникає через різницю площ камер, і зусиллю пружини, присос піднімається разом з аркушем. Застосування плаваючих присосів не потребує механічного приводу їх.

Висота піднімання присосів становить 30...40 мм, причому підпружинена частина їх піднімається завдяки вакууму на 10...15 мм, а від механічного приводу присос піднімається разом зі штангою, на якій він закріплений, на 20...25 мм. Найчастіше штанга з присосами приводиться в рух важільними механізмами високої точності, хоч і простої конструкції. Жорсткі присоси дуже чутливі до висоти стопи та структури її поверхні, підпружинені, а також плаваючі — менш чутливі до рівня стопи і стану її поверхні.

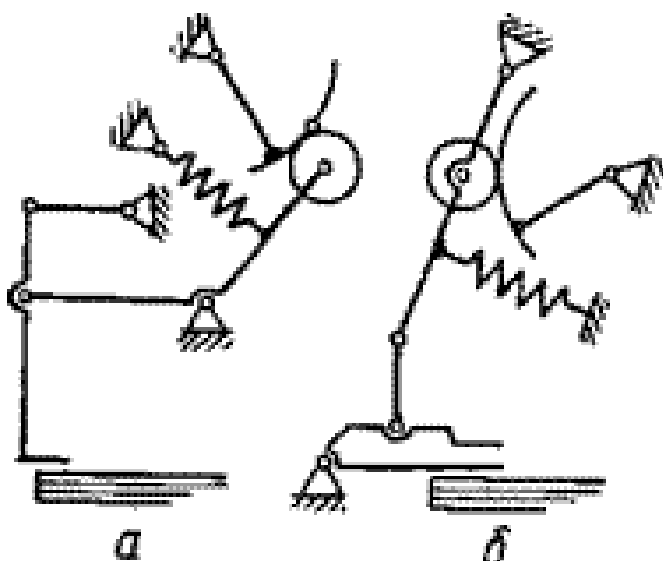


Рисунок 1.1.4 - Схеми приводу механізму утримування верхнього аркуша

Механізм утримання верхнього аркуша стапеля визначає точність підтримання рівня стапельного стола. На практиці застосовується, привод механізму утримання аркушів: зі складною траєкторією руху притискного пристрою у вигляді чотири - або п'яти- ланкового двокулачкового механізму з коливним рухом притискного пристрою. Остання схема дає змогу значно зменшити інерційні навантаження та спростити конструкцію механізму.

Під трохи підняту кромку аркуша подається потік стисненого повітря, який відокремлює аркуш від стопи і створює повітряну подушку при подачі його до приймального циліндра. Поки аркуш повністю не відокремитися від стопи, подавальні присоси не можуть переміщатися з аркушем, оскільки це призведе до утворення «хвилі» в передній частині аркуша, потім аркуш передається від присосів, що відокремлюють його від стопи, до подавальних механізмів і механізмів вирівнювання аркушів.

1.1.1. Пневматичні засоби відокремлення

У сучасному поліграфічному обладнанні пневматичні системи є основним засобом для точного та ефективного відокремлення аркушів із паперової стопи. Завдяки своїй конструкції, ці системи забезпечують контрольоване розділення листів шляхом подавання стисненого повітря, яке створює повітряну подушку між верхніми аркушами.

Робота системи починається з активації роздувачів, які спрямовують повітряний потік до верхньої частини стопи, створюючи розрив між аркушами. Одночасно вакуумні присоси опускаються та фіксують один аркуш за допомогою створення розрідженого тиску. Після цього аркуш передається до транспортувального механізму. Для уникнення одночасного підйому декількох аркушів застосовуються спеціальні щітки та упори, які діють на задню кромку листа. Якщо рівень стопи опускається нижче встановленого, автоматично активується механізм підйому стапеля. Цей механізм зазвичай побудований на основі важільно-кулачкової передачі та забезпечує поступове

піднімання платформи з аркушами. Контроль висоти стопи здійснюється щуп-соплом, яке періодично перевіряє положення верхнього аркуша. При виявленні зміни рівня воно передає сигнал до виконавчого пристрою, що регулює положення стола. Така схема забезпечує безперервну роботу самонакладу без потреби у ручному втручанні. Пневматичні самонаклади також можуть бути оснащені додатковими функціями: ручне або прискорене піднімання стола, фотодатчики для зупинки механізму при досягненні граничного положення, можливість перезарядження під час роботи обладнання. Сучасні пневматичні системи включають у себе ротаційні компресори, мережу повітропроводів, розподільчі золотники, регулятори тиску, манометри та робочі органи — такі як роздувачі, присоси, ведучі елементи. Присоси можуть бути жорсткими, підпружиненими або плаваючими — кожен тип оптимізований під конкретні задачі.

Завдяки різниці тисків між атмосферою і внутрішньою порожниною присоса створюється сила, яка утримує аркуш. Висота піднімання присоса може сягати 30–40 мм, з яких 10–15 мм забезпечує вакуум, а решта — механічний привід. Високоточні важільні системи забезпечують необхідну траєкторію руху для надійного захоплення.

Також розробляється нове покоління адаптивних захоплень, наприклад, захоплення, що базується на механіці плавника риби. Пальці цього роботизованого захвата ефективно охоплюють і адаптуються до різних форм із гнучкістю до 360°. Кінцевий ефектор має винятковий діапазон руху і, можливо, не потребує заміни, коли на лінію надходять інші продукти. Проте ці спеціалізовані захвати мають досить обмежене застосування порівняно з традиційними конструкціями захватів [2].

Пневматичні та електричні конструкції

Усі три основні типи захватів доступні в пневматичній або електричній версії. Пневматичні захвати, як правило, менш дорогі від самого початку, простіші, легші та забезпечують вищі сили захоплення, ніж електричні версії, але електричні захвати дещо менш дорогі в експлуатації, ніж їхні пневматичні аналоги. Проте, сучасні пневматичні системи пропонують діагностичні функції, які допомагають обслуговуючому персоналу та операторам машин визначати втрату тиску повітря, що призводить до більш високих витрат на електроенергію в пневматичних системах.

Процес проектування системи руху починається з форми і розміру заготовки плюс доступного простору, а потім проходить через захоплення і решту механічного складання. Наприклад, більш легке захоплення вимагає більш легкої системи обробки, в той час як більш важке захоплення вимагає більш важких деталей машини для його підтримки.

Аналіз витрат і вигод може допомогти визначити, який пристрій - пневматичний або електричний - буде більш вигідним протягом життєвого циклу машини.

Поширені варіанти

Пневматичні захвати зазвичай проектуються як подвійної дії - або відкриті, або закриті повітрям. Варіанти включають пружини, щоб гарантувати, що заготовка залишиться захопленою в разі припинення потоку повітря. Захвати також можуть поставлятися в герметичних конфігураціях, придатних для суворих умов, таких як захист від бурової емульсії або пилу. Інші варіанти включають довгоходові захвати з ходом від 20 до 150 мм; для довгих центруючих ходів доступні електричні захвати з ходом до 1,5 м. Також є безліч варіантів датчиків і зворотного зв'язку. Існує безліч рішень для захоплення всього, від хлібобулочних виробів до автомобільних деталей. Три основні конструкції - паралельні, трипальцеві та кутові захвати - підходять для більшості розмірів заготовок, доступного машинного простору, крутного

моменту і вимог до повторення, а також обмежень навколишнього середовища.

Цей винахід стосується пристрою для транспортування плоских пакувальних заготовок, пакувальної системи та способу експлуатації пакувальної системи.

Таким чином, плоскі пакувальні заготовки можуть бути виготовленими з картону та/або паперу, і утворювати опорну поверхню для множини виробів. Плоскі пакувальні заготовки можуть також мати бічні виступи, які можуть бути складені вгору, щоб мати можливість утримувати вироби, упаковані відповідною плоскою пакувальною заготовкою, пристосованою до форми.

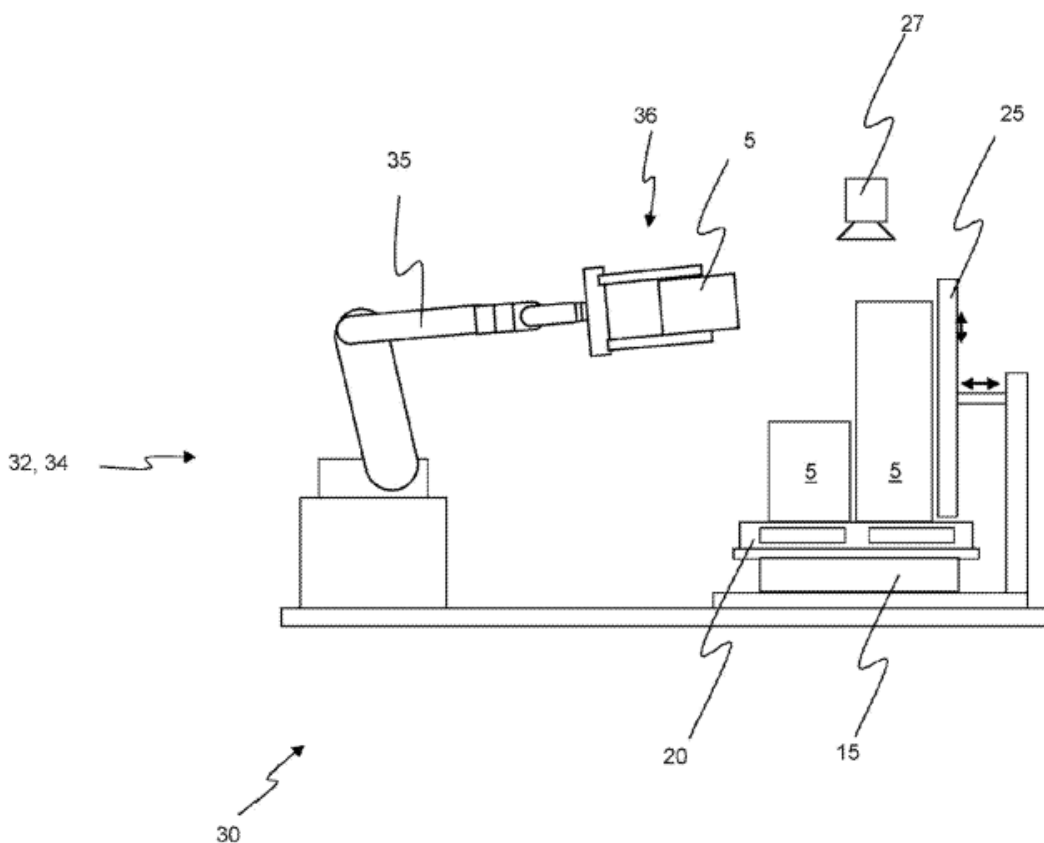


Рисунок 1.1.5 - Пристрій для транспортування плоских пакувальних заготовок

На рис.1.1.5 і 1.1.6 показано схематичний вигляд пристрою, 30 подачі заготовок, як це може бути передбачено в різних варіантах виконання пакувальної системи 10 згідно з винаходом і в різних варіантах виконання способу згідно з винаходом.

У даному випадку пристрій 30 подачі заготовок містить маніпулятор 32, який виконаний у вигляді робота 34 з шарнірною рукою і несе інструмент 36 на робочій руці 35. За допомогою інструмента 36 маніпулятор 32 або робот 34 з шарнірною рукою може отримувати стопку плоских пакувальних заготовок 5 з піддону 20. В даному випадку інструмент 36 має два захватних пальці, які можуть здійснювати рух подачі, щоб затискати відповідний стос 5 плоских пакувальних заготовок 5. Таким чином, маніпулятор 32 або робот з шарнірною рукою 34 виконаний як затискний захват за допомогою свого інструмента 36. Безліч стопок 5 плоских пакувальних заготовок все ще розташовані на піддоні 20, з якого маніпулятор 32 або робот з шарнірною рукою 34 послідовно бере стопки 5 плоских пакувальних заготовок. Для того, щоб стоси 5 плоских пакувальних заготовок, укладені на піддоні 20, завжди знаходилися в зоні досяжності маніпулятора 32 або робота 34 з шарнірною рукою, пристрій 30 подачі заготовок містить поворотний стіл 15, на який встановлюється піддон 20. Поворотний стіл 15 може обертати піддон 20 разом з розташованими на ньому стопками 5 плоских пакувальних заготовок навколо вертикально орієнтованої осі, так що після здійснення обертального руху маніпулятор 32 може легко тобто без проблем, захопити відповідну стопку 5 плоских пакувальних заготовок своїм інструментом 36.

Винахід на Рисунку 1.1.8 відноситься до циліндричного типу трафаретного друку, а більш конкретно - до паперового розвантажувального пристрою для перенесення надрукованого паперу.

Темою цього винаходу є забезпечення пристрій для вивантаження паперу з друкарської машини, який здатний вивантажувати папір різної товщини. Пристрій для вивантаження паперу має перший захватний пристрій, закріплений у пазу, який простягається вздовж циліндричної поверхні друкарського циліндра, і другий захватний пристрій, який переміщується вздовж розвантажувальної рейки. Другий захватний вузол другий захватний пристрій має захват і основу для утримання аркуша. Положення основи регулюється відповідно до товщиною аркуша. Відносно тонкий аркуш паперу утримується першим захоплювачем, а відносно товстий аркуш паперу аркуш паперу утримується другим захватом.

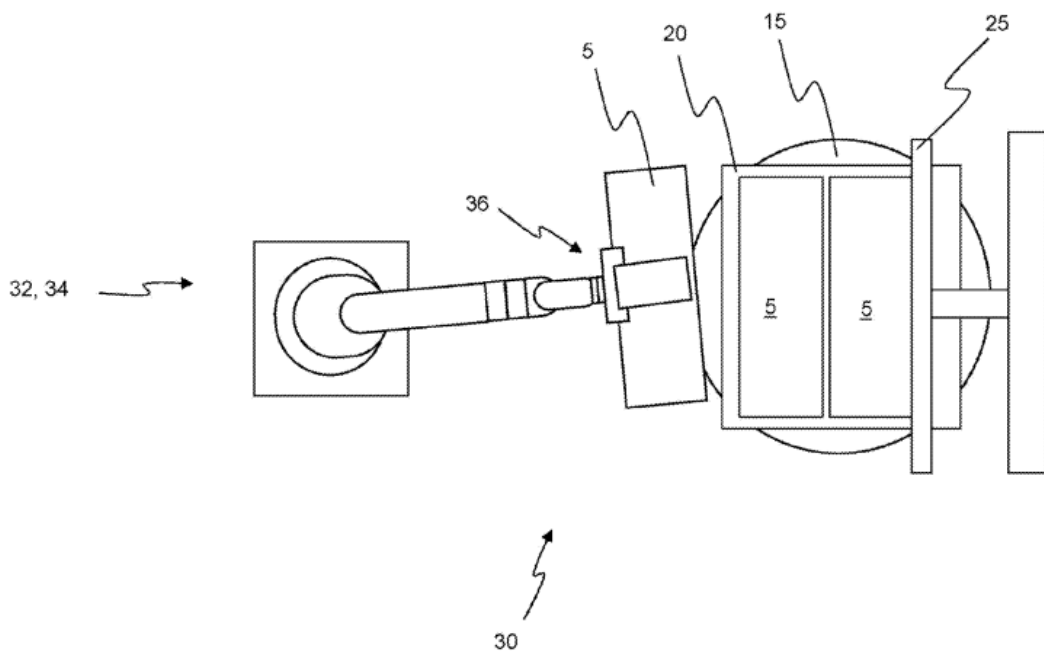


Рисунок 1.1.6 - Пристрій для транспортування плоских пакувальних заготовок(2)

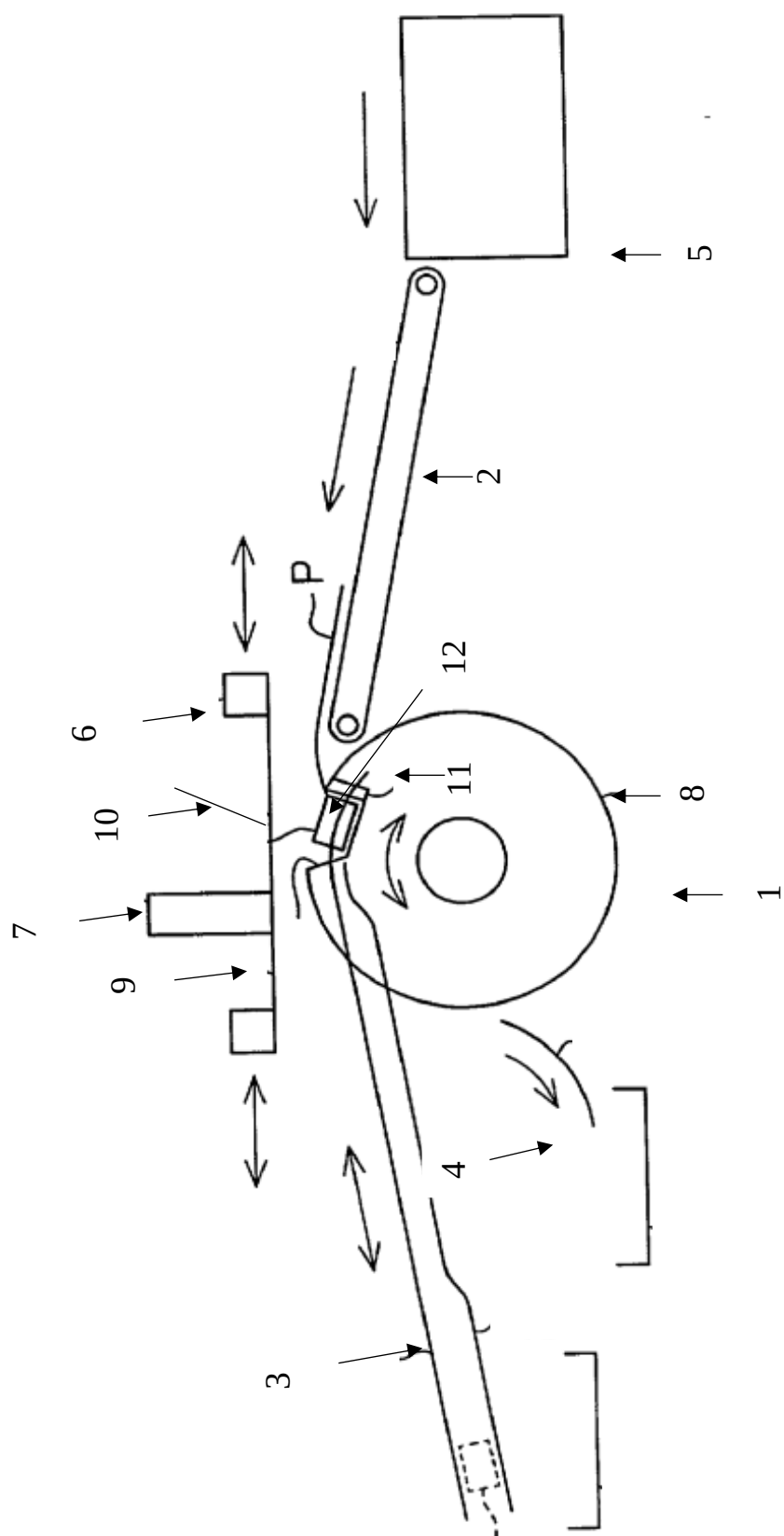


Рисунок 1.1.8 – Пристрій вивантаження паперу траваретного друку циліндричного типу

Для досягнення вищезазначеної мети даний винахід забезпечує пристрій для вивантаження паперу для трафаретного друкарського верстата. Машина для трафаретного друку містить обертовий друкарський циліндр для направлення надрукованого аркуша паперу до одного з першого положення вивантаження та другого положення вивантаження. Пристрій для виведення паперу містить перший захоплювальний пристрій для приймання аркуша в заздалегідь визначеному положенні утримання і перенесення аркуша в перше положення виведення. У першому захваті визначена перша утримуюча частина для утримання аркуша. Другий захватний пристрій приймає аркуш у позиції утримання і переміщує його до другої позиції вивантаження. Другий захватний пристрій прилягає до першого захватного пристрою в позиції утримання. Для утримання аркуша в другому захваті передбачена друга утримуюча частина.

Рисунок 1.1.8 є схематичним видом збоку, що показує друкарську машину згідно з переважним варіантом реалізації цього винаходу [3].

Як показано вище друкарська машина має друкарський механізм 1, який підтримується рамою (не показано). Передавальний пристрій 2 розташований перед друкарським механізмом 1. Перший розвантажувальний пристрій 3, який використовується для відносно твердого або товстого паперу, і другий розвантажувальний пристрій 4, який використовується для відносно гнучкого або тонкого паперу, розташовані нижче за течією від друкарського механізму 1. Перед передавальним пристроєм 2 розташований пристрій подачі аркушів 5. Пристрій керування (не показаний) синхронно приводить у дію друкарський механізм 1, розвантажувальні пристрої 3, 4, передавальний пристрій 2 і пристрій 5 подачі аркушів. Друкарський механізм 1 включає в себе раму 6, ракель 7, шаберне лезо і друкарський циліндр 8. Опора растра (не показана) підтримує раму растра 6 таким чином, що рама растра 6 може здійснювати зворотно-поступальні рухи в горизонтальному напрямку. Друкарська форма 9 закріплена на рамі. Шаберне лезо 10 і ракель 7 підтримуються опорою растра

таким чином, що вони можуть рухатися у вертикальному напрямку. Друкарський циліндр обертається за годинниковою стрілкою і проти годинникової стрілки синхронно з зворотно-поступальним рухом рамки .

Паз , що простягається в осьовому напрямку друкарського циліндра 14 вздовж поверхні друкарського циліндра. У пазу розміщено перший захоплювальний пристрій 11 для вивантаження тонкого паперу та другий захоплювальний пристрій 12 для вивантаження товстого паперу. Перший захватний пристрій закріплений на одній бічній поверхні (правій бічній поверхні на рис 1.1.8) паза. Другий захватний пристрій може бути видалений з паза . У переважному варіанті перший захватний пристрій і другий захватний пристрій утворюють пристрій для вивантаження паперу. Коли паз розташований у заздалегідь визначеному положенні початку друку, аркуш Р утримується першим захоплювальним блоком або другим захоплювальним блоком . Коли канавка розташована в заздалегідь визначеному кінцевому положенні друку, аркуш вивільняється з першого захоплювального пристрою або другого захоплювального пристрою . Тобто, коли канавка розташована в заданому початковому положенні друку, пристрій для виведення паперу розташований у положенні утримання, а коли канавка розташована в заданому кінцевому положенні друку, пристрій для виведення паперу розташований у положенні виведення.

Наступний розглянутий пристрій відноситься до високошвидкісного листового гідроабразивного принтера із захватом.

Захват відноситься до високошвидкісного листового гідроабразивного принтера із захопленням, який складається з механізму подачі паперу, механізму видачі паперу, механізму позиціювання перенесення паперу, зубчастого ряду захоплення, механізму горизонтального ходу, структури струменевого принтера, основної системи укладання, системи віце-укладання, рами машини, механізму подачі паперу, механізму переміщення паперу, механізм, зубчастий ряд захоплення, механізм горизонтального ходу,

структура струменевого принтера, основна система укладання, система віце-укладання, рама машини, механізм збору паперу, основна система укладання, основна система укладання, основна система укладання, основна система укладання і основна система укладання, система укладання паперу, система вторинної укладки паперу, рама, механізм збору паперу, система головного приводу .

Машина складається з головної системи укладання паперу, вторинної системи укладання паперу, рами, механізму збору паперу, головної приводної системи, наступної адсорбційної платформи негативного тиску, наступного механізму всмоктування негативного тиску;

Адсорбційна платформа з від'ємним тиском і всмоктувальний механізм з від'ємним тиском - це своєрідні механізми, що забезпечують стабільне положення відбитків під час роботи.

Наступна адсорбційна платформа з від'ємним тиском і наступний механізм всмоктування від'ємного тиску є своєрідною структурою, що забезпечує високу швидкість, високу точність, високу стабільність і високу площинність друкованої продукції під час роботи.

Механізм подачі паперу з'єднаний з рамою машини через стіл подачі паперу; механізм подачі паперу, механізм позиціонування паперу і горизонтальний ходовий механізм відповідно встановлені на рамі машини ; ряд захоплень встановлений на горизонтальному ходовому механізмі.

Захватний листовий високошвидкісний горизонтальний крокуючий паперовий принтер складається з механізму подачі паперу , механізму подачі паперу 2, механізму перенесення і позиціонування паперу , зубчастого ряду захоплення .

Механізм горизонтального ходу , структура струменевого принтера , основна стопка паперу, віце-стопка паперу, рама , механізм збору паперу, головна привідна система, з адсорбційною платформою від'ємного тиску, з

механізмом всмоктування від'ємного тиску; зазначений транспортер паперу через стіл транспортера паперу і раму.

З'єднаний із паперовим транспортером через платформу паперового транспортера та раму; паперовий транспортер, механізм позиціонування паперового транспортера, механізм горизонтального ходу послідовно встановлені в рамі; низка захоплень встановлена в рамі.

Захватний ряд встановлений на горизонтальному ходовому механізмі, а механізм кодування встановлений на горизонтальному ходовому механізмі.

Головна система укладання паперу і вторинна система укладання паперу встановлені на механізмі збору паперу відповідно; головна система передачі встановлена на рамі [4].

Винахід на Рисунку 1.1.9 розкриває беззахватну двоструменеву друкарську машину циліндричного типу цифрова струменева друкарська машина з двома струменевими головками, що містить вузол подавання паперу і вузол приймання паперу.

Пристрій належить до технічної галузі обладнання для струменевого друку, зокрема, до цифрової друкарської машини з подвійною друкуючою головкою без захоплення циліндричного типу струменевої друкарської машини.

Перша струменева головка розташована над переднім блоком перенесення відбитків, а блок перенесення зворотного друку розташований перед блоком приймання паперу.

Блок перенесення зворотного друку розташований вище за потоком від блоку приймання паперу, а друга струменева головка розташована над блоком перенесення зворотного друку.

Друга струменева головка розташована над блоком перенесення зворотного друку, і друга струменева головка розташована над блоком перенесення зворотного друку.

У цьому цифровому струменевому принтері немає необхідності встановлювати ряди захоплень, а його структура проста за конструкцією.

Коли папір проходить через блок перенесення переднього друку, перша струменева головка друкує на лицьовому боці паперу; коли папір проходить через блок перенесення зворотного друку, друга струменева головка друкує на зворотному боці паперу.

Маючи на увазі рис. 1.1.9, у теперішньому варіанті винаходу, зазначений блок 3 передавального друку на лицьовій стороні містить два не захоплювальні вставні ролики, які для зручності опису позначаються як перший вставний ролик 31, а другий вставний ролик 32 відповідно.

Перший ролик подачі 31 і другий ролик подачі 32, оснащений передньою платформою друку 33 між ними, перша головка струменя 4 розташована на передній платформі друку 33.

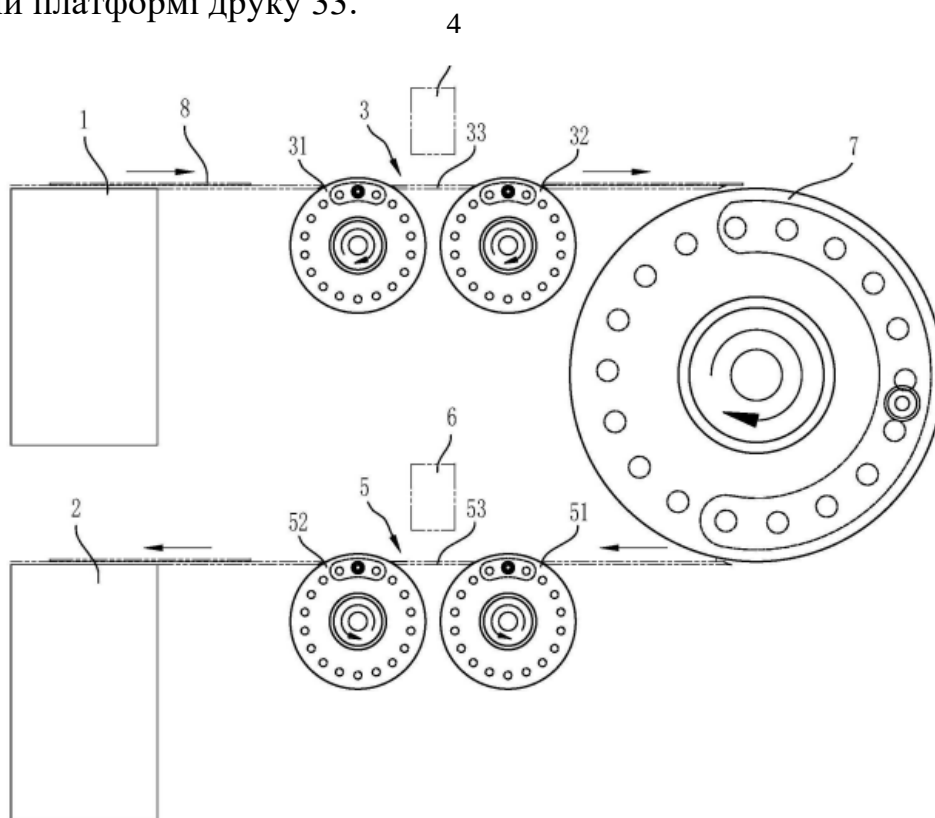


Рисунок 1.1.9 - Цифровий струменевий принтер без захоплення з двома циліндричними друкуючими головками

Перший всмоктувальний барабан 31 і другий всмоктувальний барабан 32 мають передню платформу друку 33 між ними, перша струменева головка 4 розташована вище зазначеної передньої платформи друку 33. Аналогічним чином забезпечується зворотна передача відбитків між першим всмоктувальним барабаном і другим всмоктувальним барабаном. Зазначений 5 обертовий пристрій зворотного відображення також включає в себе два відсмоктувальних циліндра, які для зручності опису визначаються наступним чином:

Третій всмоктувальний барабан 51 і четвертий всмоктувальний барабан 52. Зазначені передня друкована платформа 33 і зворотна друкована платформа 53 відповідно забезпечені механізмом утримання паперу на поверхні платформи.

Наприклад, коли папір 8 передається від першого всмоктуючого барабана 31 до другого всмоктуючого барабана 32, папір 8 утримується на передній друкованій платформі 33 за допомогою мікронегативної адсорбції тиску.

Коли папір 8 передається від першого всмоктуючого барабана 31 до другого всмоктуючого барабана 32, папір 8 завжди утримується на поверхні передньої друкарської платформи 33 за рахунок мікронегативної адсорбції тиску, що дозволяє уникнути короблення паперу та ефективно гарантувати точність та якість друку. Зрозуміло, що згаданий механізм утримання паперу може також являти собою паперовий валик, паперовий ролик, паперову стрічку або інший механізм притиску паперу, встановлений на обох кінцях передньої друкарської платформи 33, і папір 8 може утримуватися на поверхні передньої друкованої платформи 33 за допомогою цього методу.

Притискний механізм, коли папір 8 передається від першого циліндра, що всмоктує, 31 до другого всмоктуючого циліндра 32, папір 8 завжди утримується на передній друкованій платформі 33 притискним механізмом.

Принцип роботи корисної моделі полягає в наступному: блок подачі паперу 1 подає одиночний лист паперу 8 до першого всмоктуючого ролику 31,

коли головка паперу досягає області сильної адсорбції першого всмоктуючого ролика 31, головка паперу миттєво присмоктується до ролика і точно позиціонується; у міру того, як перший всмоктуючий валик 31 продовжує обертатися, паперова головка поступово видаляється з області сильної адсорбції і переходить до неї.

Перша струменева головка 4, розташована над передньою друкарською платформою 33, виконує високоточний друк на передній стороні паперу.

Папір, що наводиться в рух першим всмоктуючим роликом 31, поступово досягає другого всмоктуючого ролика 32 вздовж поверхні передньої друкарської платформи 33.

Коли паперова головка досягає зони сильної адсорбції другого циліндра, що всмоктує, 32, паперова головка знову миттєво присмоктується до поверхні циліндра.

Точне позиціонування, оскільки в цьому випадку операція переднього друку завершується перенесенням паперу. Папір, надрукований на лицьовій стороні листа, природним чином перевертається реверсивним циліндром.

Після перевертання папір потрапляє на третій циліндр, що присмоктує, 51, за тим же принципом головка паперу потрапляє в область сильної адсорбції третього присмоктуючого циліндра 51, головка паперу миттєво присмоктується до поверхні циліндра і точно позиціонується.

У міру того як третій всмоктуючий барабан 51 продовжує обертатися, паперова головка поступово виходить із зони сильної адсорбції і потрапляє на платформу 53 для друку на звороті, а друга струминна головка 6 над платформою 53 для друку на звороті виконує високоточну операцію друку на звороті паперу.

Друга струминна головка 6 над друкарською платформою 53 виконує високоточний друк на звороті паперу, і папір, що приводиться в рух третім всмоктуючим роликом 51, поступово досягає четвертого всмоктувального ролика 52 вздовж поверхні зворотної друкарської платформи 53.

Папір, що приводиться в рух третім присмоктуючим роликом 51, поступово досягає четвертого ролика, що присмоктує, 52, і коли головка паперу досягає області сильної адсорбції четвертого присмоктуючого ролика 52, головка паперу знову миттєво присмоктується до ролика.

Коли паперова головка досягає області сильної адсорбції четвертого циліндра, що присмоктує, 52, паперова головка знову присмоктується до поверхні циліндра за короткий час і точно позиціонується, таким чином, завершуючи перенесення паперу в процесі зворотного друку і завершуючи друк з лицьової і зворотної сторони.

Папір для двостороннього друку виймається блоком прийому паперу 2 [5].

1.2 Пристрої для захвату картону

У процесі високопродуктивного друку на картоні важливу роль відіграють механізми, що забезпечують точне й надійне позиціонування друкарського матеріалу. Пристрої для захоплення та утримання картону є ключовими компонентами друкарської машини, оскільки саме від їхньої конструкції та налаштувань залежить стабільність подачі матеріалу, якість друку та загальна ефективність виробництва.

На сьогодні існує кілька основних типів пристроїв для захоплення картону, серед яких слід виокремити: вакуумні присоси, механічні захвати (грипери), фрикційні подавачі та комбіновані системи. Кожна з цих конструкцій має свої особливості, переваги та сферу застосування. Наприклад, вакуумні системи часто використовуються для роботи з тонким або гнучким картоном, тоді як механічні захвати краще справляються з щільними або жорсткими листами.

У цьому розділі розглянуто принцип дії вказаних механізмів, їх конструктивні особливості, переваги й недоліки, а також умови, за яких доцільне використання кожного з них. Аналіз існуючих технічних рішень дозволяє краще зрозуміти загальні тенденції розвитку поліграфічного

обладнання та сформулювати вимоги до вибору оптимальної системи для конкретного виробництва.

1.2.1 Вакуумні системи захоплення

Захоплення за допомогою вакууму є одним із найпоширеніших рішень у сучасних друкарських машинах. Такі пристрої працюють на принципі створення розрідженого тиску всередині присоса, внаслідок чого виникає сила, здатна втягувати й утримувати аркуш.

Вакуумні захоплення ідеально підходять для тонких і делікатних матеріалів, адже вони забезпечують рівномірний тиск і мінімізують ризик пошкодження поверхні.

Використовуючи відомий спосіб захоплення, розділення і переміщення листа і пристрій для його здійснення, що має кілька присосок постійного вакууму для часткового вирівнювання кромки листа, необхідно усунути збої в подачі листів в рулони машини через розбіжність кромки листа з лінією захоплення листа при розподілі здвоєних.

Використання вакуумних систем дозволяє точно контролювати момент захоплення, а також забезпечити стабільне втримання листа в умовах високих швидкостей. Крім того, ці механізми досить легко обслуговуються і мають модульну будову, що спрощує їх модернізацію.

Сутність пропонованого способу захоплення і відділення верхнього листа в стопі та пристрій для його здійснення, що дозволяє працювати як з папером різної щільності, так і з картоном, полягає в тому, що при відділенні верхнього листа від стопи змінюють силу присмоктування від невеликої величини при захопленні і відокремлення листа від стопи до підвищеної при переміщенні.

Пристрій для захоплення і відокремлення верхнього листа від стопи містить два захватні пристрої, виконаних у вигляді присосок, встановлених на циліндричних напрямних, один з яких закріплено жорстко, а другий має можливість повороту вакуумним циліндром щодо осі, паралельної напрямку подачі. Кожна циліндрична напрямна має наскрізний центральний отвір, що

з'єднує внутрішню порожнину присоски з колектором розподільним вакуумної системи.

Для зміни сили всмоктування центральні наскрізні отвори циліндричних напрямних з'єднані з атмосферою за допомогою радіальних отворів, які відкриваються та закриваються в залежності від положення присосок на циліндричних напрямних. Для регулювання вакууму вакуумна система містить дросель з отвором, який закривається вакуум - керованим випускним клапаном, залежно від зміни вакууму в системі.

Конструкція винаходу

Пристрій містить два захватні елементи, жорстко закріплених за допомогою корпусів на штоку, здійснюють за допомогою системи важелів і копіїв передачу верхнього листа живильник машини. Крім того, передбачена вакуумна система, що складається з колектора, з'єданого з вакуумним насосом, вакуум-керованого розділового клапана і дроселя, а також розділових пристроїв з гребінками, які при подачі стисненого повітря відрізають наступний лист при захопленні верхнього.

Кожен із захватних пристроїв складається з присосок, вільно розташованих на циліндричних направляючих. Кожна напрямна має центральний наскрізний отвір, що з'єднує внутрішню порожнину присоски з колектором, а у верхній частині – упор з ущільненнями, що з'єднують центральний наскрізний отвір, розташовані вздовж напрямних.

Циліндрична напрямна і корпус одного захоплення жорстко з'єднані між собою, а циліндрична напрямна другого захоплення консольно закріплена в головці і під дією штока вакуумного циліндра обертається навколо осі, паралельної осі подачі листа зі стопки.

У вихідному положенні лапки та механізмів вакуум і стиснене повітря до роздільного пристрою не подаються. Гнізда піднято планкою над лапкою. Гребінки опущені. Роликова подача працює вхолосту без аркуша. Поворотна циліндрична напрямна з присоскою знаходиться у вертикальному положенні.

При запуску роботи у повітродувку подається стиснене повітря. Верхній лист піднімається та утримується гребінками. Гнізда опускаються вертикально під дією штока. Роликова подача працює без листа.

Потім подається вакуум присоски захоплюють лист і під дією вакууму і штока піднімаються вгору до упору, закриваючи радіальні отвори. Розрідження у вакуумній системі збільшується, розділовий клапан закриває вхідний отвір на колекторі при збільшенні вакууму, тим самим збільшуючи вакуум.

На останньому етапі присоски утримують лист в натягнутому положенні, а шток переміщує присоски до роликового живильника. При натягу кромка листа захопленої поверхні роликового живильника паралельна. При захопленні листа роликовим живильником в системі утворюється вакуум і верхній лист відокремлюється від присосок. Розділовий клапан відкриває вхідний отвір. Вакуумна система повідомляється з атмосферою, гребінки і всі механізми, включаючи циліндричну напрямну з присоскою, повертаються у вихідне положення. Потім цикл повторюється.

Наступним розглянемо ще один спосіб і пристрій для подачі листів

Даний винахід загалом відноситься до машин для ламінування і, зокрема, до нового пристрою та способу подачі аркушів, які є швидкими, ефективними, простими в установці та містять мінімальну кількість компонентів.

Коротка сутність винаходу

Відповідно до цього винаходу розкрито механізм і спосіб подачі аркушів. Вузол подачі аркушів включає в себе платформу для підтримки стопки аркушів, яка може переміщатися у вертикальному напрямку відносно як зовнішньої, так і внутрішньої каркасної конструкції. Внутрішня каркасна конструкція рухається відносно зовнішньої каркасної конструкції, щоб розмістити листи різних розмірів.

Перший захоплюючий елемент, який має перше вакуумне засіб для утримання відкритого верхнього листа, з'єднаний з внутрішньою опорною структурою. Цей перший захоплюючий елемент можна переміщати вздовж загалом вертикальної траєкторії за допомогою першого напрямного засобу між першим положенням і другим положенням у першому напрямку, утримуючи верхній лист, і в другому напрямку, не утримуючи верхній лист. Перший перемикач для увімкнення та вимкнення першого вакуумного засобу також передбачений.

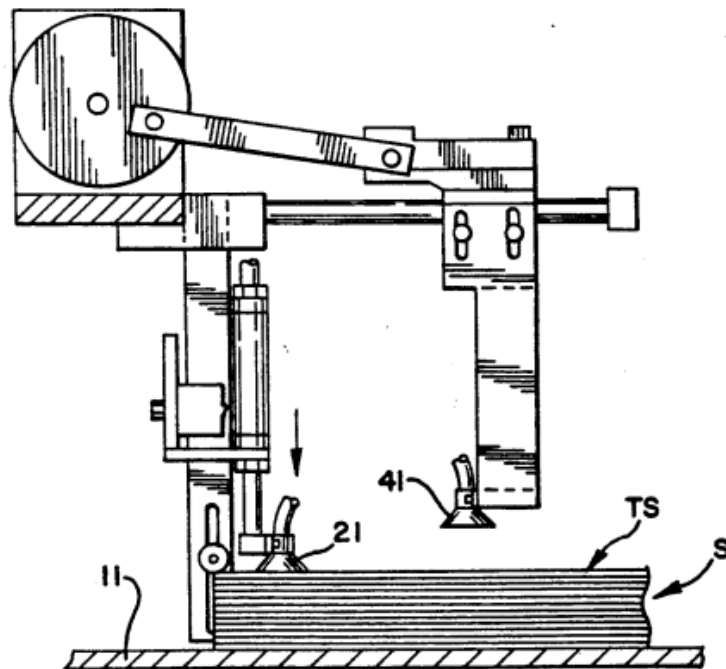


Рисунок 1.2.1 - Схематичний вида етапу, що відбувається під час подачі аркуша за допомогою механізму подачі аркушів цього винаходу

Другий захоплюючий елемент, що має другий вакуумний засіб для утримання листа, також з'єднаний з внутрішньою опорною структурою. Цей другий елемент захоплення може переміщатися вздовж загалом горизонтальної траєкторії за допомогою другого напрямного засобу між

третім положенням і четвертим положенням у першому напрямку, утримуючи верхній лист, і в другому напрямку, не утримуючи верхній лист.

Також передбачений другий перемикач для вмикання та вимикання другого вакуумного засобу.

Система регулюється за часом і координується таким чином, що поки другий засіб захоплення транспортує аркуш TS вперед зі свого вихідного положення в його друге положення або повертається назад з другого положення, перший засіб захоплення рухається вниз, порожній, і забирає наступний відкритий верхній лист TS зі стосу аркушів S. Таким чином, коли другий засіб захоплення повертається, верхній лист TS утримується (у верхньому положенні) перший захват означає .

Збірка спочатку ініціалізується переміщенням і налаштуванням регульованих компонентів, описаних раніше. Наприклад, кожен із наступних компонентів є регульованим: внутрішня рама відносно зовнішньої рами і стопка листів S, горизонтальне розташування обох наборів присосок 1, 2, вертикальне розташування обох наборів присосок 1, 2, вертикальне розташування ваги і висота столу 3 .

Переходячи до Рисунку 1.2.1, коли компоненти вузла ініціалізовано, перші присоски 1 переміщуються зі свого початкового або верхнього положення вниз до відкритого верхнього листа TS стопки аркушів S, тоді як перший вакуум у перших чашках увімкнено (Крок 1). У той же час другі присоски 2 рухаються між своїм першим вихідним положенням і своїм другим положенням.

Як тільки перші вакуум 1 знаходяться біля верхнього листа TS, вони захоплюють його. Тим часом другі присоски 2 продовжують рух між своїм першим і другим положенням (Крок 2).

У той час як другі присоски рухаються назад і повертаються у своє перше, вихідне положення з другим вакуумом , перші присоски 1, з першим

вакуумом та утримуючи верхній лист TS, рухаються вгору до положення перенесення (Крок 3) [6].

1.2.2 Механічні захвати (грипери)

Це металеві або пластикові "пальці", які механічно захоплюють край картону та утримують його під час друку. Грипери забезпечують міцне утримання навіть важкого або щільного картону, що робить їх незамінними в багатьох виробничих умовах.

Захоплювальні планки різної конструкції широко використовуються в принтерах, копіювальних апаратах, дублюаторах тощо для захоплення переднього краю паперу і протягування його через тракт подачі паперу. Захват повинен надійно утримувати передній край паперу, але не пошкоджувати його. Крім того, захват повинен бути конструктивно жорстким, але не надто важким, складним або дорогим. Захват повинен відкриватися достатньо широко, щоб забезпечити легке введення паперу, а потім закриватися на папері, не вимагаючи при цьому значних механічних для цього процесу відкривання і закривання. Нарешті, штанга повинна надійно працювати протягом багатьох років.

Тому, наступним прикладом розглянемо вдосконалену планку для захоплення паперу. Верхня і нижня частини виготовлені з екструдованого алюмінієвого і з'єднані шарнірно по всій довжині для більшої жорсткості. Два або три пружинні затискачі забезпечують нахил для закриття планки. Папір утримується між нижніми кінцями пружинних затискачів і верхньою планкою, коли планка у закритому положенні. Нарешті, затискачі встановлюються в пази у верхній і нижній частинах так, щоб не було додаткових деталей для утримання частин захватної планки в належному положенні [2].

Описана тут захватна планка складається з верхнього і нижнього захватів, які утримуються разом двома або трьома пружинними затискачами. Ці захвати виготовлені з екструдованого алюмінію, а тому поєднують в собі властивості корозійної стійкості, невеликої ваги і структурної жорсткості. Оскільки інші

деталі мають бути встановлені на ці, місця кріплення або оброблені, або припаяні, причому обидва ці процеси поширеними і простими операціями в машинобудуванні. Захвати також екструдовані в такій формі, що два бруси прилягають один до одного як шарнір по всій своїй довжині, що ще більше підвищує їх взаємну жорсткість.

Обидва затискачі утримуються разом двома або трьома пружинними сталевими затискачами, які майже повністю охоплюють два затискачі. Ці затискачі змушують обидва затискачі разом притискатися до паперу. Фактично, фактичні точки контакту між планкою захвату і папером відбуваються між кінцями нижніх частин затискачів і сусідніми точками на

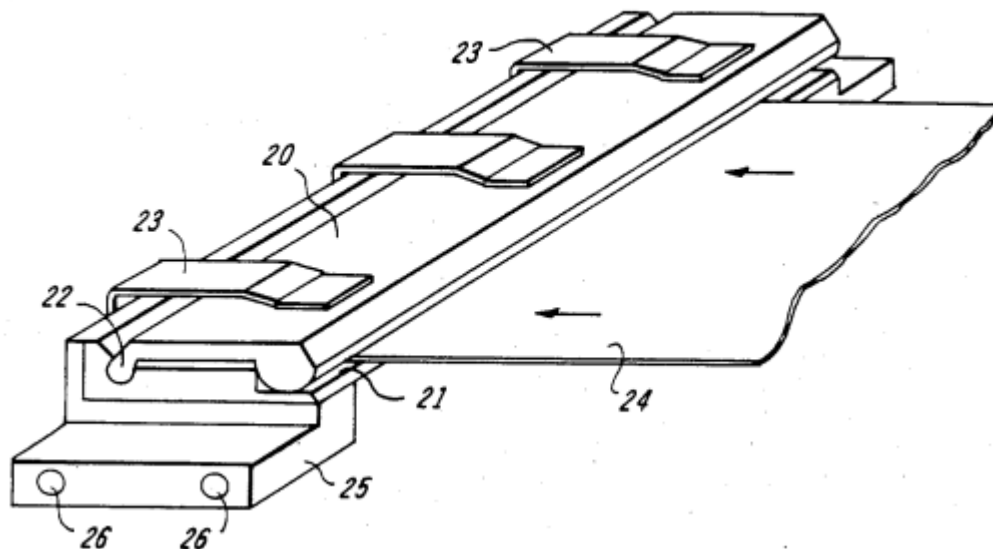


Рисунок 1.2.2 – Загальний вигляд конструкції захватної планки в зборі

верхньому захваті. Затискна планка відкривається проти зусилля пружинних затискачів і приймає папір за допомогою двох циліндричних нейлонових штифтів, по одному на кожному кінці планки, які, в свою чергу, приводяться в рух клиноподібним кулачком. Під час роботи захватна планка тягнеться вздовж шляху проходження паперу за допомогою ланцюга і відкривається та закривається, коли її натягують на нерухомі кулачки.

На Рисунку 1.2.2 показано загальний вигляд захватної планки. верхній захват 20 захоплюється під час складання в паз на задній частині нижнього захвату 21, утворюючи шарнір на осі 22. Два або три пружинні затискачі 23 нахиляють два захоплення до контакту з папером 24. На кінці нижнього захвату 21 припаяний кінцевий блок 25. Два отвори 26 в торцевому блоці 25 дозволяють прикріпити зажимну планку до приводного ланцюга за допомогою двох штифтів.

1.2.3 Комбіновані системи захоплення

Комбіновані системи захоплення та утримання картону поєднують у собі переваги вакуумних і механічних (гриперних) механізмів, забезпечуючи високу точність позиціонування та надійність утримання друкарського матеріалу. Такі системи особливо ефективні при роботі з різними типами картону, включаючи товсті, ламіновані або глянцеві листи, де необхідна адаптивність і стабільність подачі.

1.3 Ротаційні циліндри

Поліграфічне виробництво неможливе без використання ротаційних циліндрів — ключових елементів, що забезпечують точність і ефективність процесів друку, транспортування аркушів, а також нанесення зображення на друкарський матеріал. Ротаційні циліндри знаходять застосування практично в усіх типах друкарських машин — від офсетних до флексографічних і глибокого друку. Цей розділ розглядає конструктивні особливості ротаційних циліндрів, принципи їх взаємодії з іншими механізмами друкарських машин, а також їх вплив на якість продукції.

У ситуаціях, коли потрібен великий обсяг виробництва картону або картонних виробів для різання або скоблення, стало звичайним явищем використання ротаційних висікальних машин. У таких машинах зазвичай використовують циліндричний різальний вал, що обертається з відносно високою швидкістю, на якому закріплено безліч розташованих у формі правила різальних штампів, точно розташованих відповідно до бажаного

малюнка різання або зачищення, що має бути нанесений на заготовки з картону або картону. Різальний валик, що обертається, має конфігурацію, що дозволяє йому спиратися на циліндричне ковадло або опорний валик, який забезпечує різальну поверхню для правильних штампів.

Далі представлена Ротаційна висікальна машина, що містить валик ковадла, що вільно обертається, з пружним покриттям, регульований штовхач із профілем швидкості, який забезпечує відповідність швидкості передньої крайки листів, які подають, периферійній швидкості ріжучого валика, напрямні для направлення бічних крайок поданих листів, які підтримують їхні напрямні паралельно до напрямку подачі, та зворотно-поступальний ріжучий інструмент для видалення обраної частини пружного покриття на зазначеному валику ковадла для одержання свіжої поверхні листів, а також для видалення

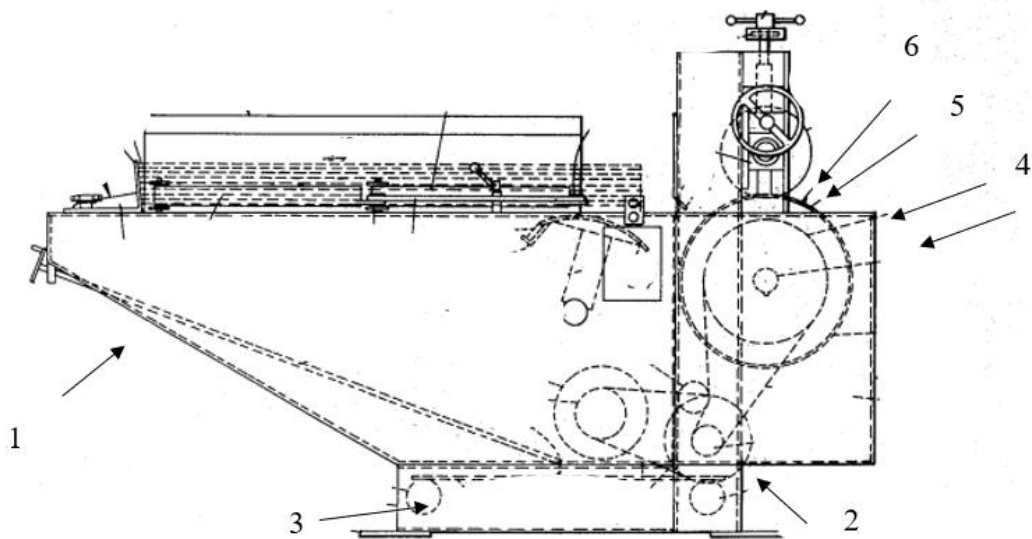


Рисунок 1.3.1 – Вид збоку в перспективі ротаційного висікального верстата даного винаходу.

деформацій. Машина також включає опорну пластину, розташовану на зворотно-поступальному штовхачі для забезпечення точного подавання деформованих листів. Стопка листових заготовок розташовується поруч із

валками, що зустрічно обертаються, а найнижчий лист подається між валками за допомогою штовхача або кікера. Передня кромка аркуша протягується через захоплення валиків так, що штампи створюють на аркуші необхідний відбиток для різання або зачистки. Оброблені листи просуваються назовні через валики, де можуть виконуватися додаткові операції, як-от зачищення, штабелювання тощо.

Як показано на Рисунку 1.3.1 , ротаційний висікальний верстат цього винаходу, показаний у загальному вигляді за номером 1, підтримується парою розташованих на відстані один від одного горизонтальних рамних елементів 2, з'єднаних парою поперечно простягаючих трубчастих елементів 3, що утворюють стійку платформу, на яку спирається інша частина верстата. Додаткову стійкість, а також засоби для кріплення машини до підлоги або тощо забезпечують ніжки , що виступають назовні з кутів рамних елементів 2. Вертикальна рама прикріплена своїм нижнім кінцем до переднього кінця кожної нижньої горизонтальної рами. Циліндричний висікальний вал 4 обертається між вертикальними рамними елементами за допомогою підшипників , що підтримують кінці валів висікального вала 8. Загалом, висікальний валик виготовлено зі сталі чи подібного матеріалу, він містить безліч рознесених різьбових отворів. Висікальний валик забезпечений напівциліндричною опорною основою 5, яка може бути виготовлена з дерева і містить кілька виступаючих назовні металевих висікальних або зачисних ножів, розташованих у потрібному порядку, один з яких показаний на 6. Опорна основа 5 кріпиться до висікального вала за допомогою різьбових кріпильних елементів , що проходять через опорну основу у різьбові отвори

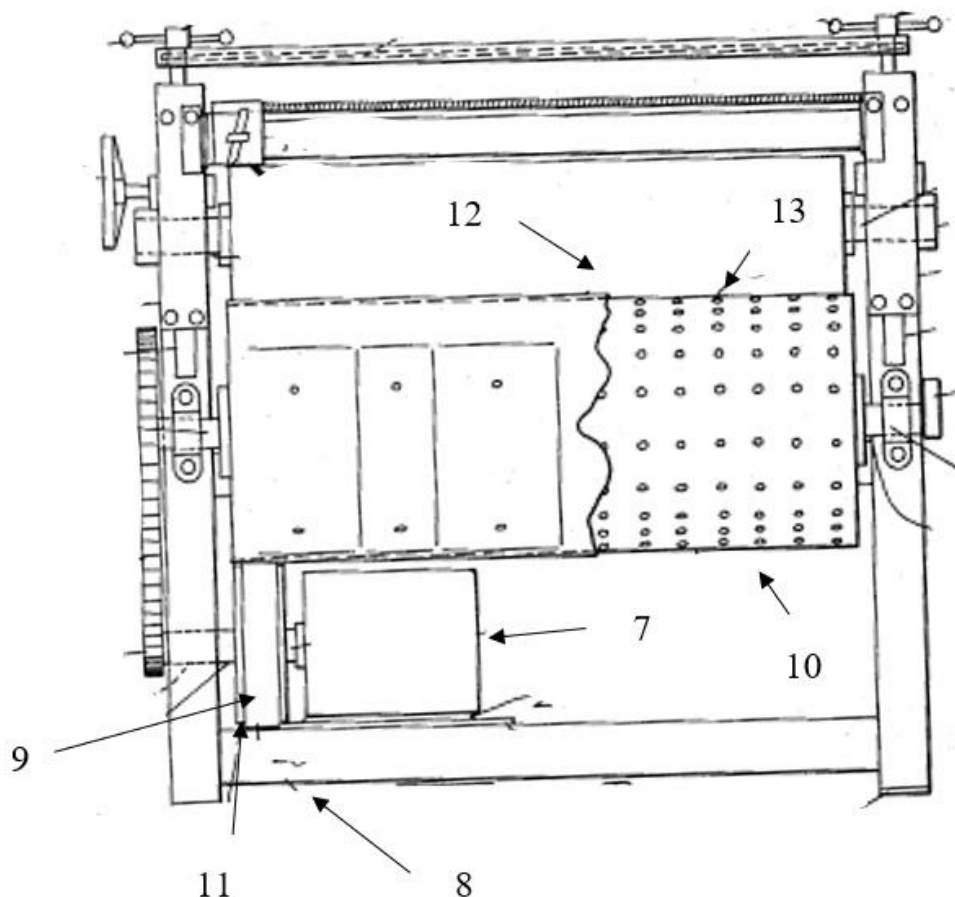


Рисунок 1.3.2 – Вид спереду в розрізі ротаційного висікального верстата цього винаходу зі знятими захисними бічними захисними кришками

Двигун 7 жорстко закріплений на платформі , яка рухомо спирається на опорну платформу , що простягається в поздовжньому напрямку між трубчастими поперечними опорними елементами 8. У результаті такої конструкції двигун і опорна платформа можуть вільно переміщатися в горизонтальній площині в напрямку, поперечному осі обертання двигуна. Один кінець стрижнеподібного вала обертально прикріплений до заднього краю рухомої платформи за допомогою шарнірного з'єднання або т.п. Вал простягається назад і вгору, прикріплюючись до заднього краю машини за допомогою втулки і закінчуючись рукояткою . При обертанні рукоятки і, відповідно, вала , рухома платформа переміщується всередину або назовні за допомогою не показаних засобів, щоб збільшити або зменшити натяг

приводного ремня 9. При цьому двигун переміщується аналогічним чином таким чином, що збільшення натягу приводного ремня відносно шківа призводить до зміни кроку шківа і, отже, діаметра шківа. Таким чином, можна змінювати швидкість обертання шківа 11 і, відповідно, швидкість обертання висікаючого вала 10.

Висікальний вал забезпечений напівциліндричною опорною основою 12, яку можна виготовити з дерева і яка містить низку виступаючих назовні металевих висікальних або зачисних ножів, розташованих у потрібному порядку. Опорну основу кріплять до висікального вала 10 за допомогою різьбових кріпильних елементів, що проходять через опорну основу у різьбові отвори 13 [9].

Більшість етикеток, які називаються поліграфічною промисловістю, є друкованими матеріалами, що використовуються для позначення відповідних інструкцій до власної продукції, і є інструментами, які є зручними для інших людей, щоб знайти та визначити місце розташування цілі. Це можна назвати етикеткою. Висікальний верстат є одним із незамінних пристроїв для виробництва та обробки етикеток, але з постійним зростанням вимог до виробництва етикеток, недоліки висікального верстата в реальному процесі роботи також потребують термінового поліпшення.

У попередньому рівні техніки, коли ротаційна висікальна машина для етикеток виконує висікання на етикетці, положення вала не може бути відрегульованим, тож пристрій може висікати етикетку тільки в певному діапазоні, що знижує універсальність пристрою. Нераціональне використання ресурсів пристрою збільшує вартість виробництва етикетки і знижує економічну вигоду.

У зв'язку з цим ми розробники запропонували ротаційну машину для висікання етикеток, що дає змогу розв'язати перераховані вище проблеми.

Винахід на Рисунку 1.3.3 розкриває ротаційну машину для висікання етикеток, що включає робочий стіл, стійки симетрично розташовані на

робочому столі, стійки нерухомо з'єднані з двигуном, вихідний вал двигуна нерухомо з'єднаний з роликом ковадла, ролик ковадла з'єднаний з висікальним роликом у режимі зачеплення, а висікальний ролик з'єднаний зі стійками в режимі ковзання.

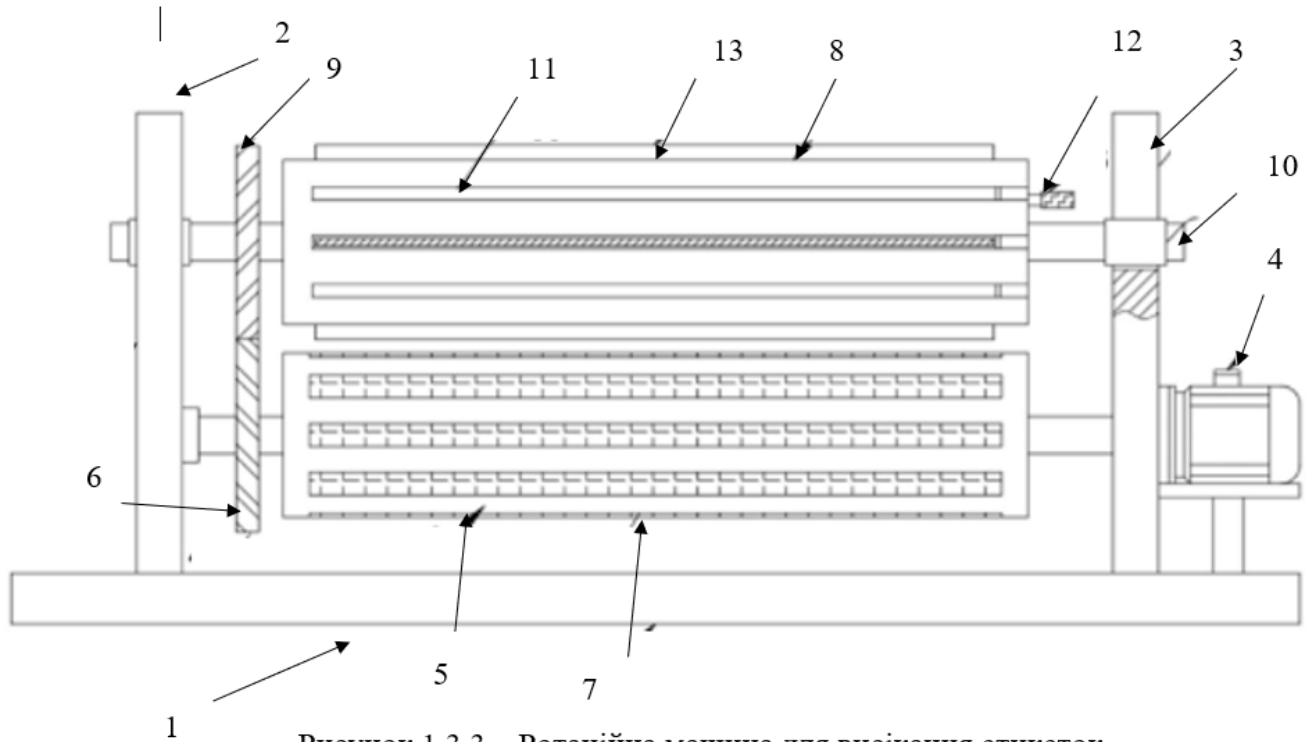


Рисунок 1.3.3 – Ротаційна машина для висікання етикеток

Висікальний ролик з'єднаний із валом через обмежувальну деталь, вал рухомо сполучений із висікальним роликом, а вал сполучений із ковадловим роликом у режимі узгодження. Відповідно до ротаційної машини для висікання етикеток, працівник може вибірково під'єднувати положення зуборізки відповідно до розміру етикетки, що обробляється, щоб задовольнити вимоги до обробки різних типів етикеток, використання ресурсів пристрою збільшується, вартість виробництва етикеток знижується, при цьому зуборізка, рухомо з'єднана з висікаючим роликом, розташована, і ефективність виробництва підвищується. Пристрій може певною мірою ковзати в буферному режимі під час висікання, запобігає проблемі надто великого або

надто маленького тиску під час роботи пристрою, поліпшується якість висікання етикеток.

Ротаційна машина для висікання етикеток містить робочий стіл, робочий стіл симетрично забезпечений стійками, стійки нерухомо з'єднані з двигуном, вихідний вал двигуна нерухомо сполучений з роликом ковадла, а ролик ковадла перебуває в зачепленні з висікальним роликом, висікальний ролик і колона рухомо сполучені, висікальний ролик роз'ємно з'єднаний із валом через пробку, вал і висікальний ролик рухомо сполучені, а вал і ковальцевий ролик з'єднані спільно.

1 верстат, 2 колони, 3 U-подібний паз, 4 двигун, 5 ковадло, 6 перша шестирня, 7 гумова прокладка, 8 висікальні ролики, 9 друга шестирня, 10 ковзні блоки, 11 стрічкові пази, 12 обмежувальні деталі, 13 варильна панель[10].

Наступний винахід розкриває машину для ротаційного висікання картону і процес висікання. Шаблон розташований на одному боці вдавлювального ролика. Форми для вдавлювання розташовані на одному боці шаблону. Вдавлювальний ролик розташований на одній стороні нижньої частини вдавлювального ролика I. Безліч вдавлювальних ножів розташовані на одній стороні шаблону і відповідають вдавлювальним формам за положенням. Висікальний ролик розташований з одного боку від другого вдавлювального ролика . Одна сторона зовнішньої частини першого висікального ролика закрита гумовою втулкою. Висікальний ролик II розташований на одній стороні нижньої частини висікального ролика I. На одній стороні висікального ролика II розташований шаблон. На шаблоні розташовані ножі для висікання. Згідно з ротаційною висікальною машиною для картону, вдавлювання і висікання розподілені на різних роликах, форми для вдавлювання розташовані на роликах для вдавлювання, щоб посилити ефект формування картону,

уникнути деформації вигину вдавлень на зовнішній частині сформованої коробки, і поліпшити якість формування картону.

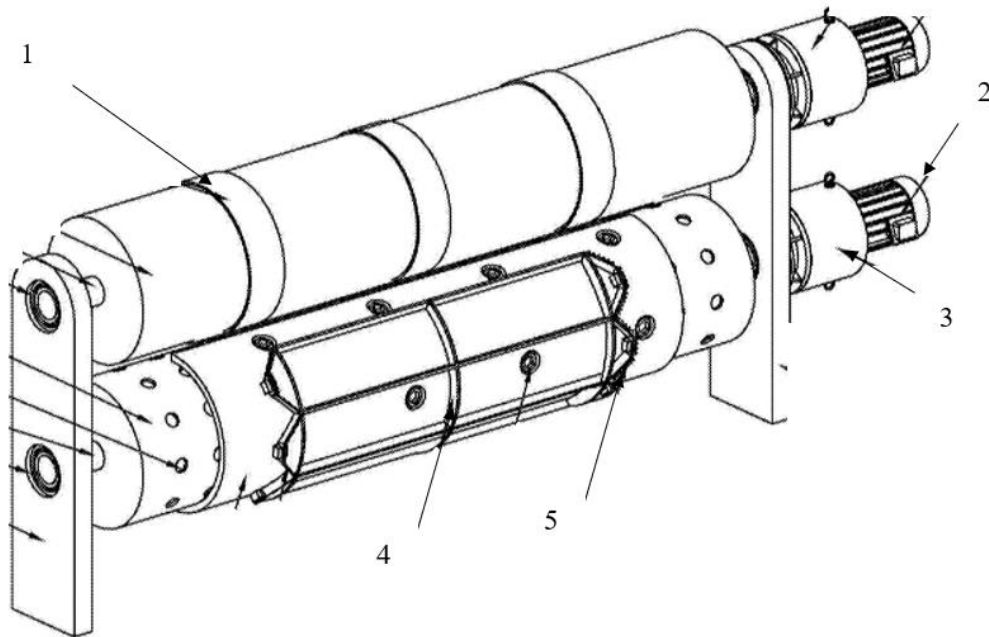


Рисунок 1.3.4 – Ротаційна висікальна машина для картону

Під час формування картону зазвичай використовується висікальна машина. Висікальні машини здебільшого поділяються на три типи: круглого пресування, круглого пресування і плоского пресування. У круглій висікальній машині барабан безперервно обертається. Тому його виробнича ефективність є найвищою серед усіх типів висікальних машин(рис. 1.3.4) , існуючі висікальні машини зазвичай мають вдавнення та обрізання, інтегровані в ролик , і пластиковий шар 1 розташований на ролику 1, двигун 2. Ролик П1 і ролик П2 відповідно приводяться в обертання редуктором швидкості 3. Вдавлювальний ніж 4 здійснює процес висікання вдавнення картону , і водночас висікач 5 має певний об'єм різання в пластиковий шар , так що захист висікача може забезпечити повне різання, але пластиковий шар необхідно регулярно замінювати, що не тільки збільшує виробничі витрати підприємства, а й часто замінює пластиковий шар та знижує ефективність

формування картону. Для того, щоб вирішити цю проблему, пластиковий шар замінюється гумовою втулкою 6, так що гумова втулка 6 вставляється зовні ролика, і положення гумової втулки 6 періодично переміщається для зміни різання висічки 12, тим самим уникаючи частої заміни пластикового шару 24; існуючий круглий висічний верстат пара Під час різання корпусу, біговка леза тільки з одного боку вм'ятини картону, картон складається під час формування, оскільки інша сторона вм'ятини або вм'ятини картону легко без вигину деформується, що впливає на якість коробки.

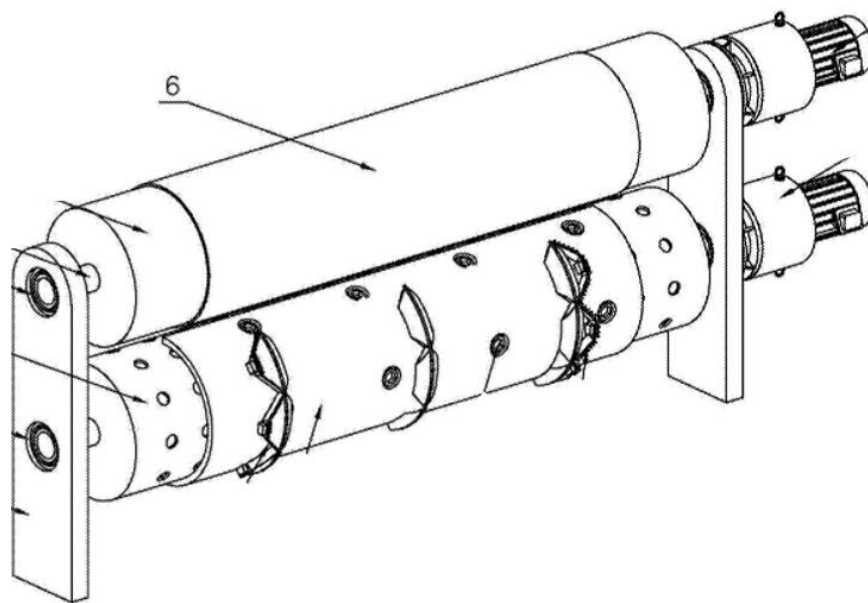


Рисунок 1.3.5 – Ротаційна висікальна машина для картону (2)

Картонний верстат для кругового висікання, що містить гумову втулку, вдавлювальний ролик I, вдавлювальний ролик II, висікальний ролик I, висікальний ролик II, колону, двигун, редуктор, шаблон, вдавлювальний ніж, висікальний ніж Вдавлювальний штамп забезпечений обертовим валом на обох кінцях вдавлювального ролика I, і обертовий вал встановлений на колоні через підшипник, вдавлювальний ролик I забезпечений монтажним отвором, і монтажний отвір є різьбовим отвором; вдавлювальний ролик I Шаблон розташовано з одного боку, і шаблон з'єднано з монтажним отвором вдавлювального ролика I болтами, тим самим фіксуючи шаблон на

вдавлювальному ролику I, і форма для вдавлювання передбачена на одному боці шаблону, і форма для вдавлювання фіксується суперклеєм. На шаблоні між формами для вдавлювання розташовано притискну канавку, глибина якої дорівнює товщині картону; нижній бік вдавлювального ролика I забезпечено вдавлювальним роликом II, а вдавлювальний ролик II забезпечено монтажним отвором для встановлення.

Отвір являє собою різбовий отвір; шаблон розташований на одній стороні вдавлювального ролика II, і шаблон з'єднаний з монтажним отвором вдавлювального ролика II через болт, таким чином фіксуючи шаблон на вдавлювальному ролику II, і шаблон має безліч сторін. Вдавлювальний ніж і вдавлювальний ніж розташовані відповідно до вимог обробки картону, і положення вдавлювального ножа відповідає положенню вдавлювальної форми. Редуктор розташований на одній стороні обертового вала ролика I і ролика II, редуктор нерухомо встановлений на колоні, а двигун розташований на одній стороні редуктора. Ніж для вдавлювання вдавлює картон у канавку під тиском між формами для вдавлювання, так що вдавлювання утворюються з обох боків картону, що підсилює ефект формування картону. Це дає змогу уникнути згинальної деформації зовнішнього заглиблення коробки під час формування картону та поліпшити якість формування коробки [11].

Машина для кругового висікання картону, вдавлювальний ролик I і вдавлювальний ролик II розташовані в передній частині висікального ролика I і висікального ролика II, і процес висікання відбувається таким чином:

- 1) Позиціонування, спочатку закріплюють ніж для вдавнення і висікальний ніж на ролику для вдавнення II і висікальному ролику II відповідно до положення висікання картону, потім закріплюють отвір пластикової смуги, що позиціонує, на одному боці висікального штампа на ножі для вдавнення. Потім на дно форми для вдавлювання наносять суперклей, щоб запустити двигун на стороні вдавлювального ролика I і вдавлювального ролика II, і двигун приводить у рух вдавлювальний

ролик I і вдавлювальний ролик II, щоб обертатися через редуктор для фіксації форми для вдавлювання. Підключається до відповідної позиції на вдавлювальному ролику I для завершення позиціонування форми для вдавлювання;

2) Вдавлювання, картон поміщають між вдавлювальним роликом I і вдавлювальним роликом II, вмикають двигун, і двигун приводить у рух вдавлювальний ролик I і вдавлювальний ролик II, які обертаються через редуктор, і вдавлювальний ніж тисне на картон, щоб втиснути його в заглиблення. Внутрішній паз прес-форми утворює заглиблення з обох боків картону;

3) Висікання, картон з виїмкою подається між висікальним роликом I і висікальним роликом II, після чого вмикається двигун. Двигун приводить у рух висікальний ролик I і висікальний ролик II через редуктор швидкості, і висікальний різець розрізає картон уздовж ріжучої кромки. Під час висікання гумова втулка регулярно переміщується, щоб змінити положення висікача на гумовій втулці.

Далі пристрій відноситься до технічної області обладнання для обробки картону, зокрема до роторної машини для різання та обробки пазів з картону.

Машина належить до галузі техніки обладнання для обробки картону і включає механізм подачі, механізм висікання і механізм вивантаження, розташовані в послідовності зліва направо. Механізм висікання містить нижнє кріплення і верхнє кріплення, вал, що обертається, обертається на нижньому кріпленні, один кінець обертового вала сполучено з двигуном перемикування, а вал, що обертається, сполучено з двигуном перемикування.

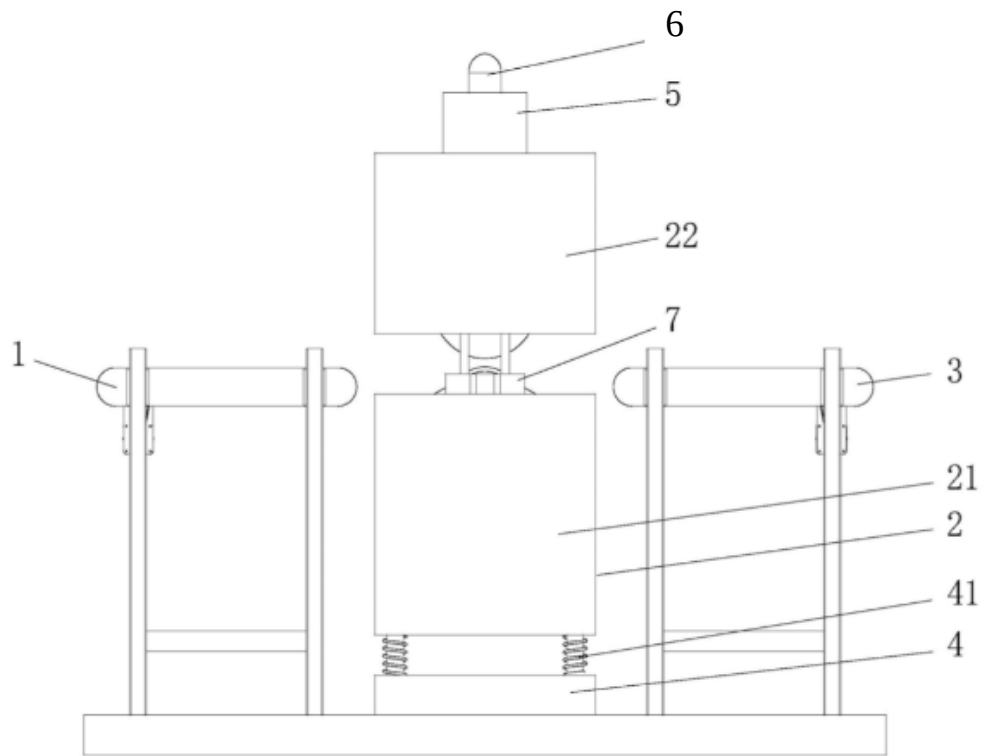


Рисунок 1.3.6 – Ротаційний висікальний верстат для картону

Ротаційна машина для висікання та рифлення картону містить механізм подавання, механізм висікання та механізм вивантаження, розташовані послідовно зліва направо, механізм висікання містить нижнє установче місце та верхнє установче місце, причому нижнє установче місце розміщене на валу, що обертається, один кінець обертового вала сполучено з двигуном перемикавання. Позиція обертового вала поруч із кінцями з обох боків оснащена диском, а між двома дисками розташована група висікальних роликів. Група висікальних роликів містить у собі перший висікальний ролик, другий висікальний ролик, третій висікальний ролик і четвертий висікальний ролик. Перший приводний двигун відповідно сполучений; верхнє монтажне сидіння розташоване над нижнім монтажним сидінням, верхнє монтажне сидіння та нижнє монтажне сидіння з'єднані механізмом регулювання висоти, верхнє монтажне сидіння обертається та забезпечене притискним роликом, один кінець притискного ролика з'єднаний із другим приводним двигуном, і між притискним роликом та групою висікальних роликів утворено зону висікання;

механізм подавання та механізм розвантаження відповідно розташовано у зоні висікання зліва та справа.

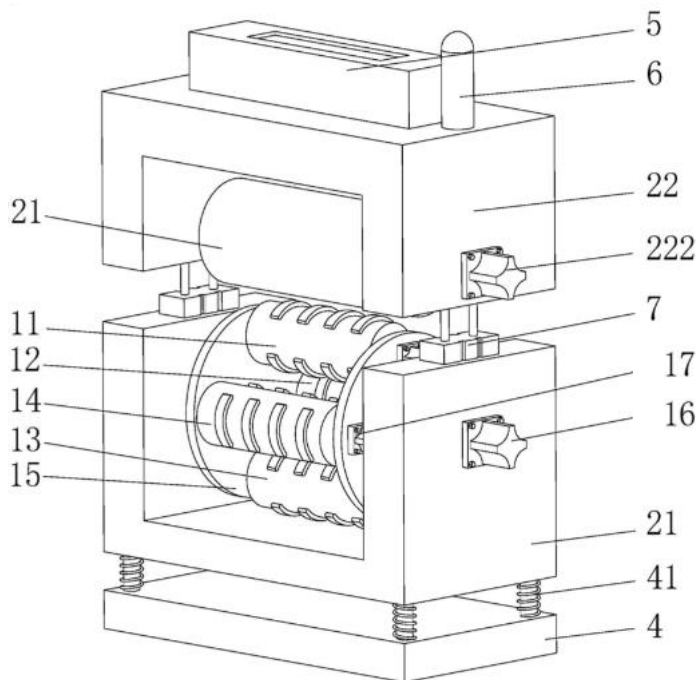


Рисунок 1.3.6 – Ротаційний висікальний верстат для картону(2)

На Рисунку 1.3.6: 1 - Механізм подачі; 2 - Механізм висікання; 21- Нижнє кріпильне гніздо; 11 - перший висікальний ролик; 12 - другий висікальний ролик; 13 - третій висікальний ролик; 24 - четвертий висікальний ролик; 15 - диск; 16 - перемикаючий двигун; 17 - перший приводний двигун; 22 - верхнє кріпильне гніздо; 21 - притискний ролик; 222 - другий приводний двигун; 3 - розвантажувальний механізм; 4 - амортизаційна основа; 41 - Амортизатор; 5 - контролер; 6 -сигнальна лампа; 7 - механізм регулювання висоти [13].

Висновок 1:

У першому розділі дипломного звіту здійснено комплексне дослідження сучасного обладнання, що використовується для переміщення картону в автоматизованих виробничих процесах. Основну увагу приділено аналізу конструкцій та принципів роботи окремих механізмів, які забезпечують точну, стабільну та безпечну подачу картонних заготовок.

Перш за все, було розглянуто конструкції самонакладів аркушів - пристроїв, що відповідають за відокремлення та подачу окремих листів картону з пакета. Такі системи є критично важливими для забезпечення ритмічної роботи друкарських та пакувальних машин.

Далі розглянуто пневматичні засоби відокремлення аркушів, які використовують стиснене повітря для створення повітряної подушки або імпульсів, що допомагають роз'єднати аркуші між собою.

Також увагу приділено пристроям захоплення картону, серед яких розглянуто вакуумні системи та механічні захвати.

Ротаційні циліндри, які часто застосовуються для переміщення або повороту аркушів у процесі транспортування, проаналізовано з погляду їхньої конструкції, способу приводу, а також можливостей інтеграції з іншими системами подачі. Вони забезпечують безперервність виробничого циклу та високу продуктивність обладнання.

2. Пневматичні засоби переміщення аркушевого матеріалу

2.1 Пневматичні способи переміщення

У сучасному поліграфічному виробництві все більшої популярності набувають пневматичні засоби транспортування, які забезпечують ефективно та безпечно переміщення аркушевих і картонних виробів на різних етапах технологічного процесу. Завдяки своїм технічним перевагам, ці установки стали незамінними в умовах автоматизованих виробничих ліній.

Основний принцип дії пневматичних систем полягає у створенні потоку повітря, що дозволяє або втягувати, або виштовхувати листові матеріали по заздалегідь визначеній траєкторії. Для цього використовуються різноманітні пневмоелементи — компресори, повітропроводи, пневмоштовхачі, вакуумні присоси та форсунки, які забезпечують необхідну швидкість і напрям руху аркушів. Це дає змогу швидко й акуратно подавати папір або картон у друкарські машини, фасувальні установки або різальні пристрої.

Переваги пневматичних систем переміщення у поліграфії:

1. Точність і делікатність переміщення. Завдяки регульованому повітряному тиску, пневматичні пристрої можуть дуже делікатно працювати з тонкими та крихкими матеріалами, не спричиняючи пошкоджень або деформацій.
2. Висока продуктивність. Пневматичні системи здатні працювати з великою швидкістю, що особливо важливо при масовому виробництві друкованої продукції, де кожна секунда на рахунок.
3. Автоматизація процесів. Інтеграція пневмосистем у виробничі лінії дозволяє значно зменшити участь людини у рутинних операціях, що підвищує ефективність і безпеку праці.
4. Гнучкість конструкцій. Повітропроводи можуть прокладатися в обмежених просторах і мати складну геометрію, що дозволяє оптимально організувати простір у цеху.
5. Зменшення забруднення. Пневмосистеми також можуть виконувати функції видалення відходів — обрізків, пилу, бруду — забезпечуючи чистоту робочого середовища та стабільну роботу обладнання.
6. Зниження рівня травматизму. Відсутність відкритих рухомих частин у пневматичних трасах суттєво зменшує ризик отримання травм персоналом.
7. Низькі експлуатаційні витрати. Хоча початкові витрати на встановлення пневмосистем можуть бути вищими, їх обслуговування зазвичай менш затратне порівняно з механічними аналогами.

Пневматичні установки широко застосовуються в таких процесах, як:

1. подача аркушів у друкарські машини;
2. транспортування картонних виробів між секціями;
3. вивантаження готової продукції;
4. видалення обрізків і паперового пилу з ріжучих та обробних ділянок.

Слід також зазначити, що деякі сучасні машини обладнуються вакуумними присмоктувачами для точного захоплення аркушів, що є частиною пневмосистеми і дозволяє працювати навіть з найтоншим папером.

Попри численні переваги, пневматичні транспортні засоби мають певні недоліки. До основних належить:

1. високе енергоспоживання, зокрема на створення потужного потоку стисненого повітря;
2. зношення трубопроводів у місцях вигинів, через абразивну дію переміщуваного матеріалу;
3. потреба у регулярному технічному обслуговуванні, особливо компресорного обладнання.

Проте, за умови правильної експлуатації та обслуговування, ці недоліки не переважають переваг і не знижують загальної ефективності пневматичних систем у поліграфії.

Пневматичні системи маніпулювання, подібно до транспортної, вважаються досить дієвими та економічно доцільними у випадку переміщення деталей та виробів, котрі характеризуються умовно невеликою щільністю матеріалу, розвиненими опорними площинами чи значною поверхнею обтікання. До зазначеної групи можуть надходити плоскі й об'ємні (переважно порожнисті) вироби з полімерних та напівпровідникових матеріалів, кераміки та металокераміки (преспорошків), різних металів та сплавів (магнітних та немагнітних).

Струменеві пневмотранспортери відкритого типу широко застосовують з метою переміщення, застосовувши повітряну подушку, виробів із низькими критеріями міцності (як-от поверхневого шару, що легко піддається пошкодженням), в іншому випадку, з високими фрикційними властивостями (зокрема, виробів із гуми, кераміки, абразиву тощо). Струменевий пневмотранспортер відкритого типу проєктують як камеру визначеної довжини, на кришці котрої розміщують похилі сопла. Стиснуте повітря, яке

видаляється з камери через сопла, утворює повітряний прошарок між кришкою камери та поверхнею виробу, що рухається під дією сил в'язкого тертя та тиску. Беручи до уваги це, вдається уникнути стирання функціональних поверхонь виробу та транспортера під час руху. Втім варто зауважити, що швидкість руху виробу за допомогою повітряної подушки в струменевому пневмотранспортері, починаючи з певного моменту, зростає доволі швидко, тому може досягати достатньо великих значень, які не для всіх випадків є бажаними. Сили, котра задається вертикальними струменями повітря, може не вистачати для підйому виробу з вагою, у разі перевищення розрахункової, виріб продовжить переміщення на попередньому рівні транспортера.

Струменеві пневмотранспортери відкритого типу працюють за принципом створення повітряної подушки, яка дозволяє транспортувати матеріали без прямого контакту з поверхнею. Така установка складається з камери певної довжини, на якій розміщено спеціальне опорне покриття з вмонтованими соплами, встановленими під визначеним кутом. Через ці сопла подається стиснене повітря, яке, виходячи назовні, утворює повітряний прошарок між транспортною поверхнею і напівфабрикатом. Завдяки дії сил в'язкого тертя та тиску повітря, виріб переміщується уздовж установки.

Таке рішення дозволяє уникнути зношування поверхні як самого напівфабрикату, так і елементів транспортеру, що особливо важливо при роботі з делікатними або крихкими матеріалами.

Проте, слід враховувати, що швидкість руху виробу на повітряній подушці з часом може істотно зростати і досягати високих значень. Якщо намагатися зупинити такий об'єкт за допомогою жорсткого механічного обмежувача, це часто призводить до ударних навантажень, що можуть спричинити пошкодження або повне руйнування матеріалу.

Для уникнення таких ситуацій доцільно застосовувати зустрічні потоки повітря, які діють як безконтактне гальмо. Це дозволяє плавно регулювати

швидкість руху напівфабрикату та забезпечити його зупинку без ударів, зберігаючи цілісність виробу навіть при високій динаміці процесу.

Існує кілька варіантів конструктивного виконання систем гальмування пневмотранспортерів. Один із найпоширеніших передбачає розміщення над певною частиною пневмотранспортера пневмокамери визначеної довжини, в якій встановлені нахилені зустрічні сопла. Ці сопла спрямовують стиснене повітря назустріч руху виробу, що забезпечує поступове зниження його швидкості.

Альтернативний варіант передбачає розміщення сопел у верхній частині транспортера у вертикальному положенні. Така схема призначена для підвищення ефективності процесу гальмування шляхом прямого впливу повітряного потоку на поверхню виробу.

Подальший розвиток цієї ідеї полягає у використанні вертикальних сопел вздовж усього пневмотранспортера. Переміщення виробу у цьому випадку здійснюється за рахунок дії верхніх сопел, які закріплені на направляючій. Конструкція цієї системи дозволяє змінювати положення сопел уздовж траси, а також регулювати кут їх нахилу. Такий підхід забезпечує високу гнучкість у керуванні процесом транспортування, дозволяючи налаштовувати швидкість руху виробу на будь-якому етапі.

Для прикладу розглянемо переміщення тендітного виробу у вигляді тонкої круглї пластини з радіусом R і силою ваги G у горизонтальній площині. У цьому випадку використовується схема гальмування за допомогою зустрічних потоків стисненого повітря. Повітряна подушка забезпечує підтримку виробу без контакту з твердою поверхнею, а зустрічні струмені повітря поступово знижують його швидкість без механічного впливу.

Принцип дії наступної всмоктувальної установки (Рисунок 2.3а) такий: вакуум-насос всмоктує повітря у систему трубопроводів, завдяки чому зовнішнє повітря, надходячи через приймальну всмоктувальну лійку, захоплює частки матеріалу і несе їх у циклон, де вони відокремлюються від повітря і надходять до розвантажувальної лійки. За необхідності матеріал виводиться з циклона через шлюзовий затвор. Повітря ж із циклона проходить крізь фільтр, у якому очищається від дрібних частинок, потім вакуум-насосом по трубопроводу виводиться в атмосферу.

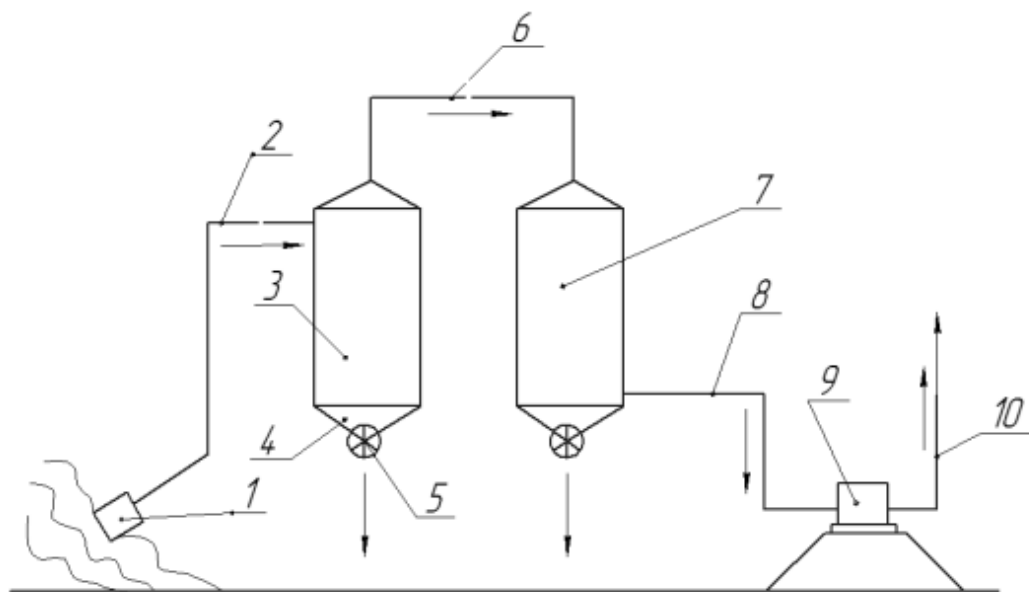


Рисунок 2.3(а) - Схема всмоктувального пневмотранспортного устаткування

1 – приймальна всмоктувальна лійка; 2,6,8,10 – трубопроводи; 3 – повітророзподільник-циклон; 4 – розвантажувальна лійка; 5 – шлюзовий затвор; 7 – фільтр; 8 – вакуум-насос

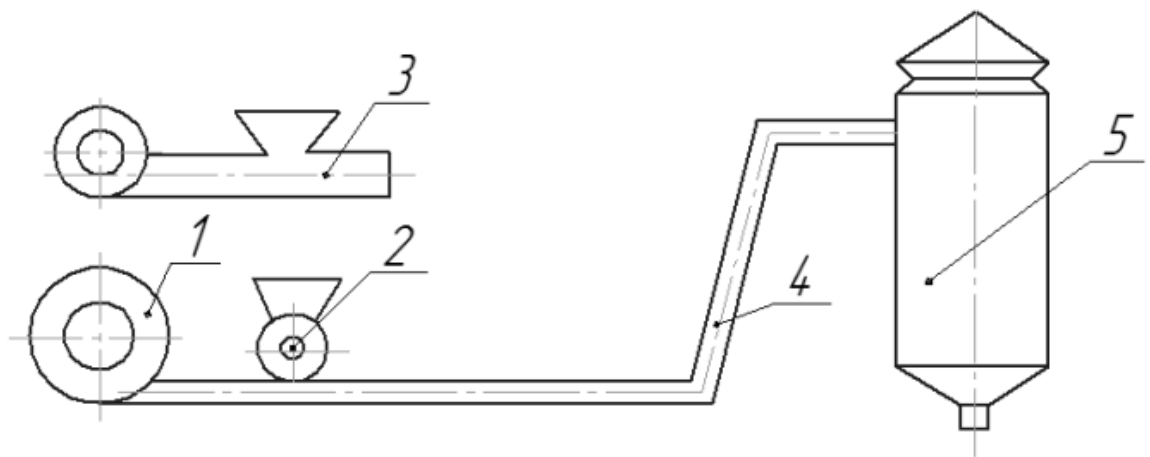


Рисунок 2.3б - Схема нагнітальної пневмотранспортної установки

1 – вентилятор; 2 – шлюзовий живильник; 3 – інжекторний живильник; 4 – трубопровід; 5 – розвантажувач-циклон.

Нагнітальна установка (Рисунок 2.3б) працює за наступним принципом: вентилятор або компресор подає повітря в трубопровід, у який матеріал подається через інжекторний живильник. Кількість поданого матеріалу регулюється завантажувальним пристроєм. Суміш повітря з матеріалом рухається по трубопроводу до розвантажувального циклона, де через різке зниження швидкості потоку відбувається відділення матеріалу від повітря. Матеріал осідає в нижній частині циклона, а повітря виводиться в атмосферу через верхній отвір.

У цій системі завантажувальний пристрій має складнішу конструкцію, ніж розвантажувальний, оскільки наявність стисненого повітря в трубопроводі ускладнює введення матеріалу.

Для подачі матеріалу в трубопровід використовують різні типи живильників — шлюзові (Рисунок 2.3а), гвинтові або камерні насоси. В

установках із низьким тиском іноді застосовуються інжекторні завантажувальні лійки (Рисунок 2.3б).

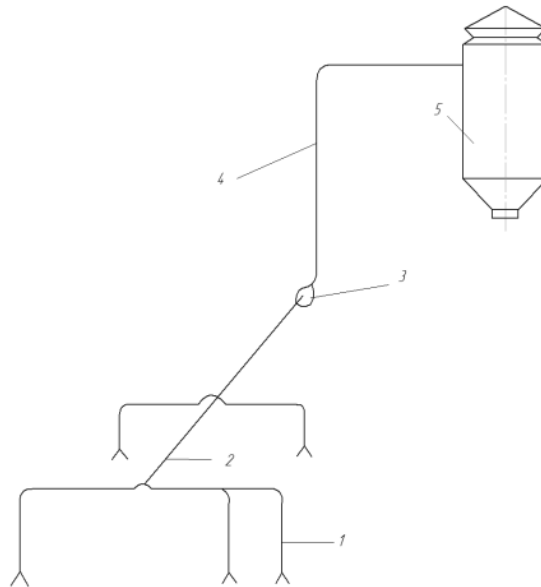


Рисунок 2.4 - Схема нагнітальної пневмотранспортної установки

1 – приймальна лійка відгалуження; 2 – усмоктувальна магістраль; 3 – відцентровий пиловий вентилятор; 4 – нагнітальна магістраль; 5 – циклон

Розглянуті типи систем мають свої специфічні властивості, що визначають сферу їх застосування. Всмоктувальні установки дозволяють транспортувати матеріал із кількох точок у одну, нагнітальні — навпаки, з однієї точки до кількох, а змішані системи забезпечують транспортування як з одного, так і з кількох пунктів до одного або кількох місць призначення.

Принцип роботи аераційного транспортера, або аерожолоба (Рисунок 2.5), полягає в тому, що сипкий матеріал із завантажувального пристрою потрапляє на мікропористу поверхню, де постійно насичується повітрям. У результаті матеріал набуває текучих властивостей і починає рухатися по нахиленій поверхні.

1 – відцентровий вентилятор; 2 опори; 3 – завантажувальний пристрій; 4 – металевий жолоб прямокутного перерізу; 5 – мікропориста перегородка; 6 – повітророзподільний канал; 7 – лоток для переміщення матеріалу; 8 – розвантажувальний пристрій

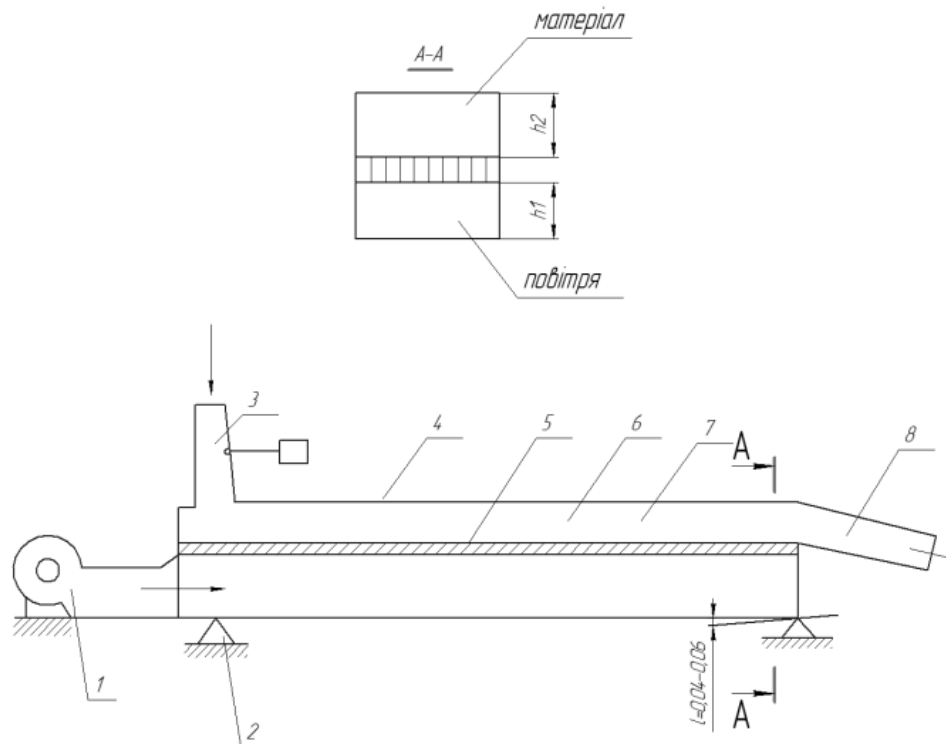


Рисунок 2.5 - Схема нагнітальної пневмотранспортної установки

Завантажувальні пристрої використовуються для подачі стружки у всмоктувальні повітропроводи. Процес завантаження спрощується завдяки тому, що статичний тиск у повітропроводі є нижчим за атмосферний. Повітря надходить через конфузори, що дозволяє зменшити зміну опору тертя при завантаженні.

За відсутності конфузора повітряний потік формує локальне звуження, що призводить до зростання опору та підвищення тиску в зоні прийому стружки.

Залежно від того, яким способом створюється потік повітря, пневматичні транспортувальні установки поділяють на два типи:

1. установки нагнітального типу - коли потік повітря створюється компресорами, що нагнітають повітря під тиском 0,4-0,7 МПа;
2. установки всмоктувального типу - коли потік повітря створюється вакуум-насосом, що всмоктує повітря за рахунок розрідження 0,01-0,04 МПа.

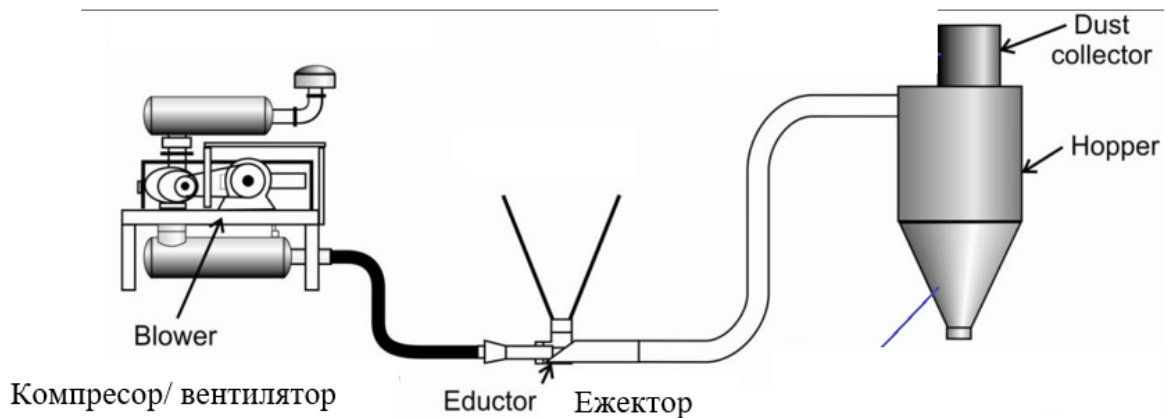


Рисунок 2.6 – Пневмотранспортна установка, з ежектором Вентурі

Висновок 2:

У цьому розділі розглянуто основні аспекти функціонування пневматичних засобів переміщення, зокрема було акцентовано увагу на конструктивних особливостях компресора та пневматичної камери. Компресор - відповідає за стискання повітря до необхідного тиску, яке потім подається далі по системі. Його робота базується на циклічному засмоктуванні атмосферного повітря, стисканні його в камері і транспортуванні до ресивера або безпосередньо до пневмоприводів. Завдяки цьому забезпечується стабільна і надійна подача енергії до виконавчих механізмів.

Пневматична камера безпосередньо перетворює тиск стислого повітря у механічний рух. У різних технічних рішеннях це може бути поступальний рух штока або обертання валу, що, зрештою, забезпечує переміщення об'єкта або виконання певної робочої операції. Надійність роботи пневмокамери залежить

від точності її конструкції, герметичності та якості стислого повітря, що подається.

Вивчення роботи цих елементів має важливе практичне значення, оскільки на їх основі будується технічне рішення, яке буде розроблено в наступному розділі. Знання принципів дії компресора та пневматичної камери дозволяє більш обґрунтовано підходити до вибору обладнання, прогнозувати ефективність роботи системи і враховувати можливі технічні ризики ще на етапі проектування.

3. Запропонований пристрій транспортування

3.1 Загальна конструкція пристрою для переміщення аркушевих матеріалів

Для ефективного оброблення аркушевого матеріалу, зокрема для його точного обрізання та висікання, був розроблений пристрій, що включає декілька інтегрованих технологічних елементів, кожен з яких виконує свою функцію для забезпечення максимальної продуктивності і точності. У загальній схемі пристрою поєднуються два основних механізми — система транспортерів для подачі та виведення матеріалу, проміжний стіл з прямою лінійкою, роторний висікальний циліндр, а також пневматична камера, що активно використовується для висікання заготовок повітрям.

Транспортери служать для переміщення аркушів матеріалу з рівномірною швидкістю через всі етапи обробки. Подаючі транспортери забезпечують початкове розташування аркуша, що передуватиме проході через робочу зону, а вивідні транспортери гарантують точне виведення вже обробленого матеріалу. Важливу роль у забезпеченні стабільності і точності виконання всіх операцій відіграє проміжний стіл, на якому матеріал утримується прямою лінійкою. Цей елемент запобігає можливим відхиленням або викривленням аркуша під час його обробки, що може негативно вплинути на точність обробки та якість кінцевого продукту.

Ключовою інновацією цього пристрою є роторний висікальний циліндр, який інтегрований безпосередньо між двома транспортерними лініями. Циліндр має можливість обертатися, що дозволяє здійснювати висікання заготовки з високою ефективністю, використовуючи для цього потік стисненого повітря, яке подається через спеціально розташовані сопла пневматичної камери. Пневматична камера є важливим компонентом системи, оскільки вона створює постійний повітряний потік, який точно та рівномірно направляється на оброблювану ділянку матеріалу. Такий підхід до висікання, коли стиснене повітря виконує роль основного "інструменту", дозволяє мінімізувати фізичний контакт з матеріалом і забезпечити максимальну точність вирізів та формування заготовок.

Пневматична камера розташована безпосередньо в зоні висікання, і її конструкція дозволяє подавати повітря під необхідним тиском для виконання точної обробки. Використання пневматичного механізму значно знижує механічне навантаження на інструменти та допомагає підтримувати стабільну якість роботи протягом тривалого часу. Повітряний потік, що утворюється в камері, дозволяє не тільки висікати заготовки, але й зменшує фізичне зусилля, необхідне для процесу, покращуючи таким чином ефективність роботи пристрою та підвищуючи довговічність його компонентів.

Цей пристрій має ще одну важливу перевагу: завдяки використанню стисненого повітря, відсутній ризик пошкодження або деформації матеріалу, оскільки немає прямого механічного контакту між різальними інструментами та матеріалом. Таке безконтактне висікання дозволяє значно підвищити точність різання та зберегти високу якість обробки матеріалу без додаткових пошкоджень.

Після виконання операцій обрізки та висікання, оброблений матеріал виводиться через вивідну пару транспортерів, що забезпечує безперешкодне подальше переміщення готової продукції до наступних етапів обробки або пакування. Всі операції відбуваються в автоматизованому режимі, що значно

зменшує ймовірність помилок та забезпечує стабільну якість на кожному етапі обробки. Таким чином, інтеграція роторного висікального циліндра та пневматичної камери в робочу систему забезпечує високу ефективність процесу обробки, підвищує точність висікання і значно знижує енергоспоживання пристрою. Використання такої технології дозволяє не лише досягти високих стандартів якості продукції, але й зменшити знос інструментів, забезпечуючи їх тривалу експлуатацію без необхідності частих замін.

На Рисунку 3.1(а) зображено розроблений та запропонований транспортувально-висікальний механізм, який складається з двох транспортувальних стрічок 1, обертового висікального циліндру 8, картонної продукції 2 між транспортувальними механізмами, який проходить через сопло 7, та подається далі в наступні зони обробки, конструкція розподілювача повітря складається з компресора 3, поршня 6 для виштовхування повітря, робочого циліндра 5, та корпусу пневматичної камери 4, або пневморозподілювача 4.

Рисунок 3.1(б) показує вигляд цього механізму зверху, також корпус 9.

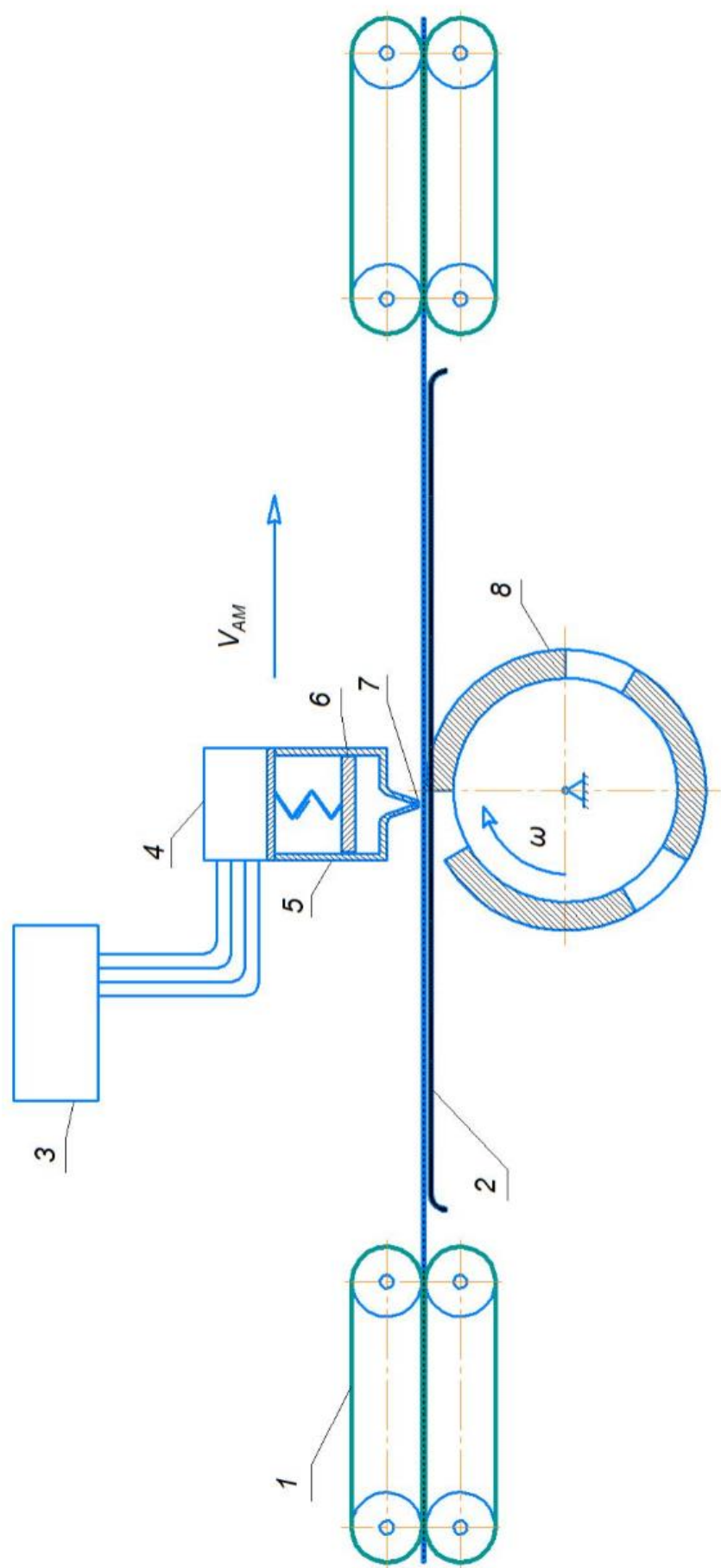


Рисунок 3.1(a) – Схема вигляд збоку розробленого транспортувально-висікального пристрою

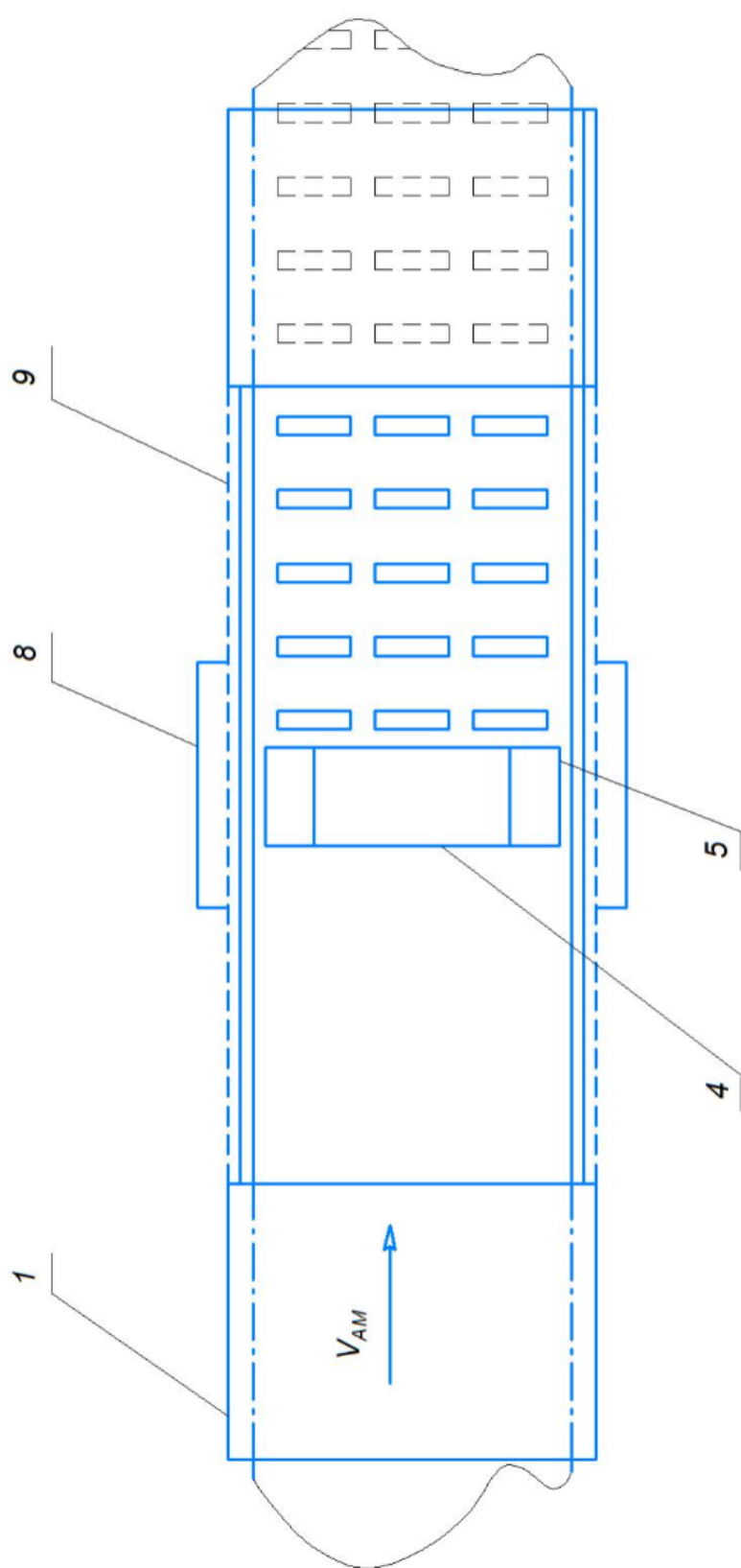


Рисунок 3.1(б) – Схема вигляд зверху розробленого транспортувально-вискального пристрою

3.2 Конструкція ротаційного висікального циліндра

Ротаційні висікальні циліндри є одними з основних елементів технологічних ліній для обробки аркушевих матеріалів, таких як картон, папір, тканина, а також синтетичні матеріали. Ці циліндри виконують висікання та обрізку матеріалів із високою точністю та ефективністю, що робить їх незамінними в сучасних автоматизованих системах обробки. Вони є важливими компонентами для забезпечення високих стандартів якості продукції та оптимізації технологічних процесів.

Принцип роботи ротаційного висікального циліндра

Ротаційний висікальний циліндр функціонує на основі обертального руху циліндричної поверхні, на якій закріплені різальні елементи, зокрема ножі або леза. Ці елементи, обертаючись, забезпечують висікання матеріалу через застосування механічного або пневматичного тиску. Основна перевага цієї конструкції полягає у високій швидкості та точності, що дозволяє виконувати обробку великого обсягу матеріалу без втрати якості та підвищеного зносу інструментів.

Основні компоненти ротаційний висікального циліндра:

1. **Ротор:** Центральний елемент, який обертається і забезпечує рух різальних елементів. Ротор може бути виготовлений із високоякісних металів або сплавів, що мають високу зносостійкість і здатність витримувати значні навантаження, що виникають під час роботи.
2. **Різальні елементи:** Це ножі або леза, які виконують основну операцію висікання. Вони можуть бути різних форм і конструкцій, залежно від типу матеріалу, що обробляється, і вимог до форми кінцевої продукції. Різальні елементи часто виготовляються з високоміцних матеріалів, таких як вуглецева сталь, яка забезпечує довговічність і точність вирізу.

3. Притискні механізми: Під час роботи роторного циліндра необхідно забезпечити рівномірний тиск на матеріал, що запобігає його деформації та забезпечує точність висікання. Притискні елементи можуть бути механічними або пневматичними. Вони допомагають стабілізувати матеріал під час обробки, знижуючи ризик його зміщення.

4. Корпус та опори: Роторний циліндр підтримується спеціальним корпусом, що дозволяє зберігати точність його обертання навіть за умов високих навантажень. Корпус також забезпечує зменшення вібрацій та покращує загальну стабільність конструкції.

Використання роторного висікального циліндра в розробці пристрою

У контексті розробки пристрою для обробки аркушевих матеріалів, роторний висікальний циліндр виконує важливу роль в забезпеченні високої точності при висіканні заготовок. Зокрема, у даній системі роторний висікальний циліндр розміщується між двома транспортерами, що дозволяє ефективно подавати матеріал до зони обробки та гарантувати рівномірний розподіл тиску по всій поверхні заготовки.

Інтеграція роторного висікального циліндра з пневматичною камерою дозволяє створити безконтактне середовище для висікання, що значно знижує ризик пошкодження матеріалу та зменшує знос інструментів. Використання стисненого повітря для висікання дає змогу знизити енергетичні витрати, а також збільшити ефективність процесу, оскільки цей механізм дозволяє працювати на високих швидкостях, зберігаючи при цьому точність і стабільність.

Завдяки використанню таких інноваційних технологій, як роторний висікальний циліндр з пневматичною системою, можна значно підвищити продуктивність виробництва, зменшити кількість дефектів та оптимізувати витрати на енергоспоживання. Такі рішення роблять виробничі процеси більш ефективними та економічними.

3.3 Загальний опис стрічкових транспортерів

Стрічкові транспортери є невід'ємною складовою сучасних автоматизованих систем подачі та переміщення аркушевого матеріалу, зокрема у комплексах, призначених для його точного обрізання та висікання. Ці пристрої виконують ключову функцію у забезпеченні безперервного, контрольованого й рівномірного переміщення матеріалу крізь усі етапи технологічного процесу. В контексті описаного вище пристрою, стрічкові транспортери виступають як базові елементи логістичної лінії, що поєднують у єдину функціональну систему подачу, обробку та виведення заготовок.

Конструктивно стрічковий транспортер складається з основної рами, натяжних та приводних барабанів, еластичної конвеєрної стрічки, а також приводу, що забезпечує обертання стрічки з фіксованою швидкістю. У даному пристрої використовуються два типи транспортерів — подаючі та вивідні. Перші відповідають за початкове позиціонування аркушевого матеріалу на вхідному етапі, забезпечуючи його точне розташування перед подачею до зони обробки. Другі — приймають оброблений матеріал після проходження через висікальний вузол і транспортують його до зони збору або подальшого використання.

Особливістю стрічкових транспортерів, застосованих у даній конструкції, є їх синхронізована робота із роторним висікальним циліндром. Завдяки точному узгодженню швидкостей транспортерів з обертанням циліндра, досягається стабільне положення аркуша у момент обробки. Це суттєво знижує ймовірність зміщення або деформації матеріалу, що є критично важливим для високоточної висікальної операції.

Крім того, транспортери у цій системі сконструйовані таким чином, щоб забезпечити мінімальний зворотний хід та плавний старт, що дозволяє уникнути ривків або вібрацій у момент включення або зупинки. Це реалізується за допомогою використання сучасних електроприводів з частотним керуванням та систем зворотного зв'язку, які дозволяють

динамічно коригувати швидкість стрічки відповідно до змін у навантаженні. Матеріали, з яких виготовляються стрічки, мають антиковзні та зносостійкі властивості, що дозволяє утримувати аркушевий матеріал у стабільному положенні без додаткового притискання. Це особливо важливо при обробці делікатних або тонких матеріалів, які легко деформуються при надмірному механічному тиску.

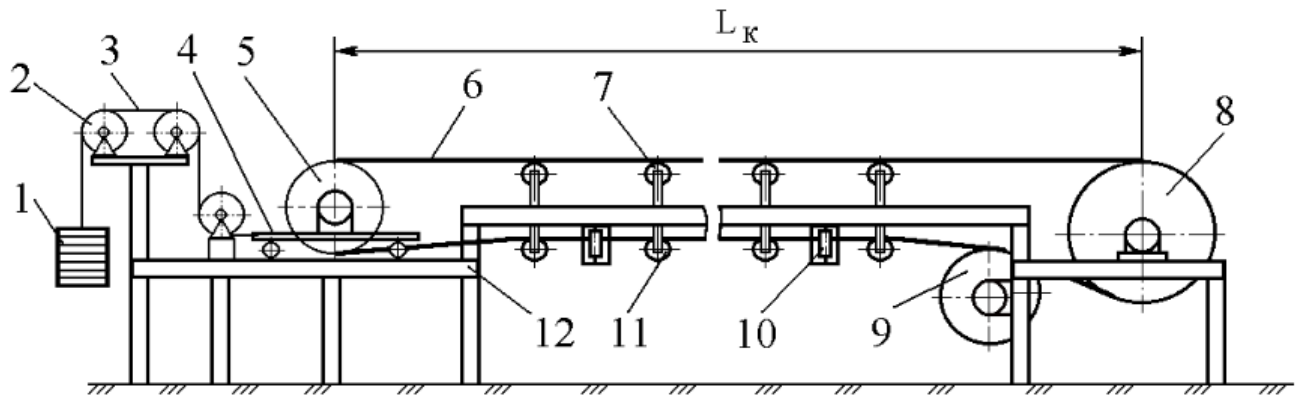


Рисунок 3.2 – Стрічковий конвеєр

Стрічковий конвеєр (Рисунок 3.2) являє собою стрічку 6, що охоплює привідний 8 і натяжний 5 барабани. При обертанні привідного барабана 8 стрічка 6 приводиться в рух. Для запобігання провисанню стрічки встановлюються верхні 7 та нижні 10, 11 роликоопори. Ведучий барабан обертається від двигуна через редуктор. Для збільшення кута охоплення призначений відхиляючий барабан 9. Для попередження самовільного зворотного руху стрічки після зупинки привід конвеєра обладнують гальмом. Усі складові одиниці конвеєра монтуються на рамі 12.

Щоб уникнути провисання стрічки між роликоопорами, а також збільшити тягове зусилля, стрічка попередньо натягується за допомогою гвинтового (при незначній довжині) або вантажного (при значній довжині) натяжного пристрою. Вантажний натяжний пристрій складається з візка 4, на

якому встановлено натяжний барабан 5, вантажу 1, каната 3 та відхиляючих блоків 2

Продуктивність стрічкового конвеєра залежить від ширини й швидкості стрічки, форми траси, виду матеріалу, що транспортується, та лежить у широких межах – від декількох десятків до тисяч тонн за годину.

L_k – відстань між осями привідного і натяжного барабанів

3.4 Опис пневматичної камери

У рамках розробленого пристрою для висікання та обрізання аркушевого матеріалу важливу функціональну роль відіграє пневматична система, зокрема пневматична камера, що працює у зв'язці з компресором. Її основне призначення - це створення та направлення потоку стисненого повітря з високою точністю у зону висікання, де цей потік виконує роль енергетичного інструмента для безконтактного впливу на матеріал.

Компресорна установка, інтегрована до складу обладнання, подає повітря під тиском до пневматичної камери через герметичну систему трубопроводів або клапанів. Важливо зауважити, що компресор обладнаний системою регулювання тиску, яка дозволяє точно контролювати об'єм повітря, що подається в камеру, відповідно до типу матеріалу та вимог точності обробки. Повітря надходить у камеру поетапно, спочатку проходить через фільтрувальний блок для очищення від механічних домішок, після чого через регулювальний клапан, що забезпечує стабільність тиску в робочому діапазоні.

Пневматична камера розташована безпосередньо у зоні між двома стрічковими транспортерами, на відстані мінімально можливій до оброблюваної поверхні. Її конструкція включає систему направляючих сопел, які рівномірно розподіляють повітряний потік уздовж висікального елемента - роторного циліндра. Сопла мають спеціальну форму, що дозволяє сфокусувати струмені повітря з високою точністю на визначених ділянках матеріалу, виключаючи побічне розсіювання енергії.

Дія повітряного струменя полягає у створенні миттєвого, контрольованого імпульсу тиску, який взаємодіє з матеріалом у момент контакту з роторним циліндром. У цій конструкції висікання відбувається завдяки поєднанню механічного руху циліндра та направленого повітряного потоку, що суттєво знижує необхідність застосування ріжучих інструментів. Таким чином, пневматична дія забезпечує точне формування контурів заготовок без безпосереднього контакту з інструментом, що мінімізує знос деталей і дозволяє обробляти навіть тонкий або делікатний матеріал без ризику його деформації.

Важливою особливістю цієї системи є її здатність адаптувати інтенсивність повітряного потоку до зміни умов обробки. Це забезпечується через зворотній зв'язок між компресором та контролером, який автоматично регулює тиск у пневматичній камері залежно від навантаження. Така адаптивність дозволяє підтримувати стабільну якість висікання протягом усього робочого циклу. Пневматичний транспорт буває всмоктувальним, нагнітальним і змішаним.

У всмоктувальному пристрої (Рисунок 3.3, а) вакуумний насос 6 створює розрідження в системі. Атмосферне повітря всмоктується в сопло 1 і захоплює матеріал, створюючи пульпу (суміш вантажу і повітря), яка по гнучкому шлангу 2 і трубопроводу надходить в розвантажувач 3. У розвантажувачі швидкість повітря різко зменшується і змінюється напрямом руху повітря, тому матеріал відділяється від повітря і падає на дно розвантажувача, звідки безперервно виводиться в призначене місце через шлюзовий затвор 5. Фільтр 4 очищає повітря від дрібного пилу, що залишився в ньому. Якщо пил не має цінності, повітря очищається водою, якщо пил цінний, він відокремлюється від повітря за допомогою тканинних фільтрів і виводиться з фільтра через шлюзовий затвор 5. Очищене повітря видаляється в атмосферу за допомогою вакуумного насоса.

Схема нагнітального пневмотранспорту показана на Рисунок 3.3, в. Від компресора 1 повітря під тиском надходить у трубопровід, в який через шлюзовий затвор 2 надходить матеріал. Повітря з матеріалом проходить по трубопроводу до розвантажувача 3, в якому матеріал відокремлюється від повітря.

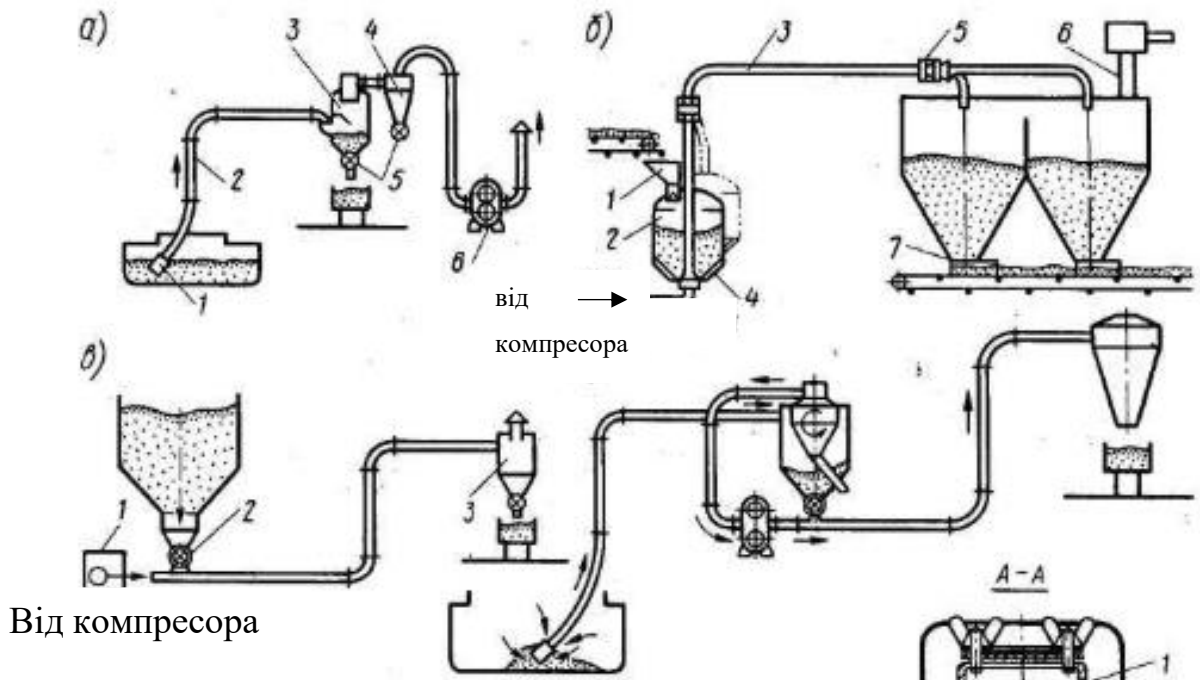


Рисунок 3.3 – Види пневмотранспортних систем

Змішаний пневмотранспорт являє собою комбінацію всмоктувального і нагнітального пристроїв: з всмоктувального пристрою розвантажувача матеріал надходить через шлюзовий затвор в бункер нагнітального пристрою (Рисунок 3.3, г). Для вертикального підйому попередньо аерованого матеріалу застосовують пневмоприймачі (Рисунок 3.3, б), які переміщують пилоподібні вантажі з високою концентрацією.

3.5 Принцип дії компресора поршневого типу

Компресор, який є невід'ємною частиною пневматичного комплексу пристрою, виконує основну функцію - стискання повітря та подачу його під необхідним тиском у пневматичну камеру, де воно використовується як активне робоче середовище для висікання аркушевого матеріалу. Його робота

базується на циклі механічного стиснення повітря з подальшим його накопиченням і керованим розподілом по повітропровідній системі.

У контексті даної конструкції використовується поршневий або роторно-пластинчастий тип компресора (залежно від вимог до продуктивності й стабільності тиску), де повітря всмоктується через вхідний клапан у робочу камеру. У момент руху поршня або обертання ротора об'єм цієї камери зменшується, що викликає різке підвищення тиску повітря. Стиснуте повітря далі проходить через вихідний клапан і направляється до ресивера — накопичувальної ємності, де стабілізується тиск перед подачею у пневматичну камеру.

Процес стискання виконується в кілька етапів:

1. Засмоктування: на першій фазі поршень або ротор створює розрідження, і атмосферне повітря надходить у внутрішню камеру пристрою.
2. Стиснення: внаслідок зменшення об'єму повітря в камері тиск зростає до заданих параметрів.
3. Випускання: стиснене повітря витісняється в ресивер, звідки подається в магістраль пневмосистеми.

Особливістю даної компресорної системи є наявність вбудованого блоку керування, який автоматично регулює роботу компресора залежно від навантаження на систему. При досягненні заданого тиску компресор переходить у режим очікування, знижуючи енергоспоживання та підвищуючи довговічність агрегату. Якщо тиск у системі падає нижче заданого порогу, компресор миттєво активується й відновлює потрібний рівень тиску.

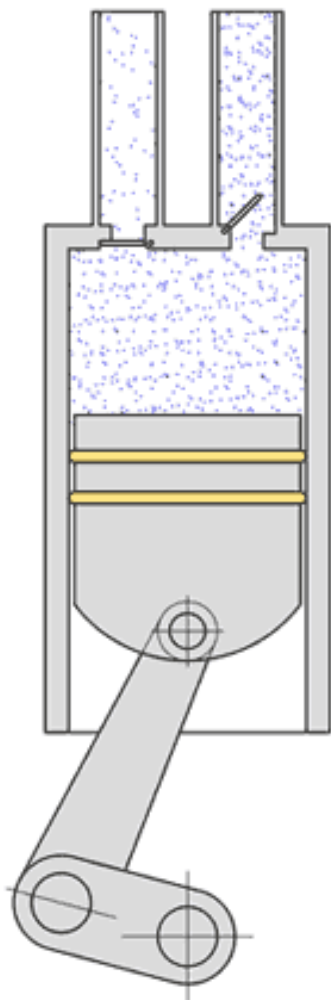
Також до складу системи входять:

- фільтри грубої та тонкої очистки, які запобігають потраплянню вологи, пилу чи механічних домішок у пневматичну камеру;
- осушувачі повітря, що дозволяють уникнути конденсату при високій вологості повітря;

– редуктори тиску, які дають змогу точно налаштовувати робочі параметри повітряного потоку залежно від типу оброблюваного матеріалу.

У поєднанні з пневматичною камерою, компресор виконує ключову функцію - створення стабільного, потужного та контрольованого повітряного потоку, необхідного для точного і безконтактного висікання. Завдяки високій швидкості реагування та можливості гнучкого регулювання, компресорна система забезпечує ефективність і сталість технологічного процесу протягом усього виробничого циклу.

Принцип функціонування поршневої компресорної машини доволі не складний. Класична модель агрегата складається з корпусу (зробленого з чавуну), циліндра (розташованого горизонтально / вертикально / під нахилом), поршня чи поршнів, клапанів (всмоктувальної нагнітальної).



Основним елементом поршневого компресора є робоча камера, яка складається з циліндра, поршня та клапанної системи, що включає впускний і випускний (нагнітальний) клапани. Уся система приводиться в дію за допомогою кривошипно-шатунного механізму, який, обертаючись, забезпечує зворотно-поступальний рух поршня всередині циліндра.

Під час опускання поршня в нижню мертву точку у верхній частині циліндра утворюється область пониженого тиску. Це викликає відкриття впускного клапана, через який атмосферне повітря надходить у внутрішню камеру компресора. Коли поршень починає рух у зворотному напрямку - вгору, об'єм камери зменшується, а тиск усередині неї починає стрімко зростати.

Рисунок 3.4 – Компресор

У цей момент впускний клапан автоматично закривається, запобігаючи витоку повітря назад.

Після досягнення певного рівня тиску відкривається випускний (нагнітальний) клапан, через який стиснене повітря спрямовується в ресивер або до споживача. Закінчивши цей цикл, поршень знову змінює напрямок руху, повторюючи процес з початку: засмоктування повітря, його стиснення, подача до магістральної лінії.

У стандартному режимі роботи повний цикл стискання відбувається за два ходи поршня, тобто за один повний оберт колінчастого вала. Це дозволяє компресору працювати в ритмічному, безперервному режимі з постійним формуванням повітряного потоку.

Особливу увагу приділено геометрії камери стискання - чим менший її об'єм під час верхньої точки руху поршня, тим вищий тиск створюється в системі. Компресор налаштований на відкривання нагнітального клапана при досягненні розрахункового тиску, що забезпечує ефективну та безпечну подачу повітря.

Таким чином, поршневий компресор функціонує на основі періодичного засмоктування та стиснення атмосферного повітря, яке потім у вигляді енергонасиченого потоку надходить до пневматичних елементів пристрою. Його конструкція забезпечує надійну роботу у промислових умовах, а стабільність циклів дозволяє підтримувати постійний робочий тиск у пневмосистемі.

У процесі розгляду конструктивних та функціональних особливостей основних вузлів пристрою було визначено, що ефективна обробка аркушевого матеріалу досягається завдяки скоординованій роботі кількох взаємозв'язаних елементів: стрічкових транспортерів, пневматичної камери, компресора та роторного висікального циліндра.

Стрічкові транспортери забезпечують безперервне, рівномірне переміщення матеріалу крізь усі стадії технологічного процесу. Завдяки

точному позиціюванню аркушів у робочій зоні, вони гарантують високу якість кінцевого результату. Пневматична камера, у свою чергу, виконує функцію безконтактного інструменту висікання, формуючи спрямовану повітряну струю, яка діє безпосередньо на матеріал через сопла, розташовані в зоні дії висікального циліндра.

Ключову роль у формуванні необхідного тиску для роботи пневмосистеми відіграє компресор. Його робота ґрунтується на циклічному стисненні атмосферного повітря за допомогою поршневої групи та подачі його в пневмокамеру. Завдяки цьому створюється стабільний повітряний потік, здатний забезпечити високу точність та швидкодію висікального процесу.

Роторний висікальний циліндр, інтегрований між транспортерними лініями, здійснює основну операцію обробки заготовки. Його обертальний рух у поєднанні з дією повітряного струменя дозволяє реалізувати точне формування вирізів без механічного контакту з матеріалом, що мінімізує зношування компонентів і запобігає пошкодженню оброблюваних аркушів.

Таким чином, комплексне використання стрічкових транспортерів, пневматичної камери з керованим потоком повітря, компресора та роторного циліндра створює технологічно цілісну систему, здатну забезпечити високопродуктивну, точну та енергоефективну обробку аркушевого матеріалу.

3.6. Розрахункова частина. Залежність тиску від розміру сопла пневматичної камери

Для початку розглянемо вплив діаметра сопла на тиск повітря, що дозволяє висікати картонні розгортки в розробленій конструкції.

Теоретичний підбір розрахунків

У цьому дослідженні було використано експоненційну залежність між діаметром сопла та тиском на виході. Така модель дозволяє описати процес зменшення сили потоку при зростанні площі отвору, що відповідає законам пневматики та закономірностям стислого повітря.

Використана формула:

$$P(d) = P_0 \cdot e^{-k \cdot d} + P_{\min} \quad (3.1)$$

В якій:

$P(d)$ - тиск на виході при діаметрі сопла d (мм);

$P_0 = 5$ - умовна максимальна сила тиску при мінімальному діаметрі;

$k = 0.3$ - коефіцієнт, що відображає темп зменшення тиску;

$P_{\min} = 0.5$ - умовна величина залишкового тиску, яка ніколи не падає до нуля

Дана теорія є також фізично обґрунтована, тому що збільшення діаметра сприяє більшому пропусканню повітря, однак знижує його локальну силу впливу на матеріал.

Таблиця розрахунків:

Розмір сопла(мм)	Тиск повітря	Висновок
1	4.20	Максимальний тиск, але високий ризик забивання сопла
2	3.24	Високий тиск, добра точність, ще допустима прохідність
3	2.53	Оптимальний компроміс між силою та стабільністю подачі
4	2.01	Підходить для більшості типів картону середньої щільності

5	1.62	Починає знижуватись ефективність прорізання
6	1.33	Недостатній тиск для точного вирізання
7	1.11	Підходить лише для легких, тонких матеріалів
8	0.95	Не рекомендовано для висікання, слабкий вплив
9	0.84	Повітряний потік недостатній для обробки
10	0.75	Сопло занадто велике, значна втрата тиску

Рисунок 3.5 – Таблиця залежності тиску до розміру сопла

З цієї таблиці бачимо, що найкращі результати досягаються при використанні сопел **діаметром від 2 до 4 мм**. Цей діапазон забезпечує достатню силу повітряного потоку для ефективного розрізання навіть щільного картону, одночасно знижуючи ризики забруднення або закупорювання сопел.

При використанні надто малого сопла (1 мм) зростає ризик засмічення, а надто великі діаметри (понад 6 мм) не забезпечують потрібного тиску для ефективного різання. Чим менше сопло - тим вищий опір потоку, і відповідно, компресор повинен працювати з більшим навантаженням, щоб забезпечити необхідний тиск. Це означає збільшення енергоспоживання і навантаження на компресорне обладнання.

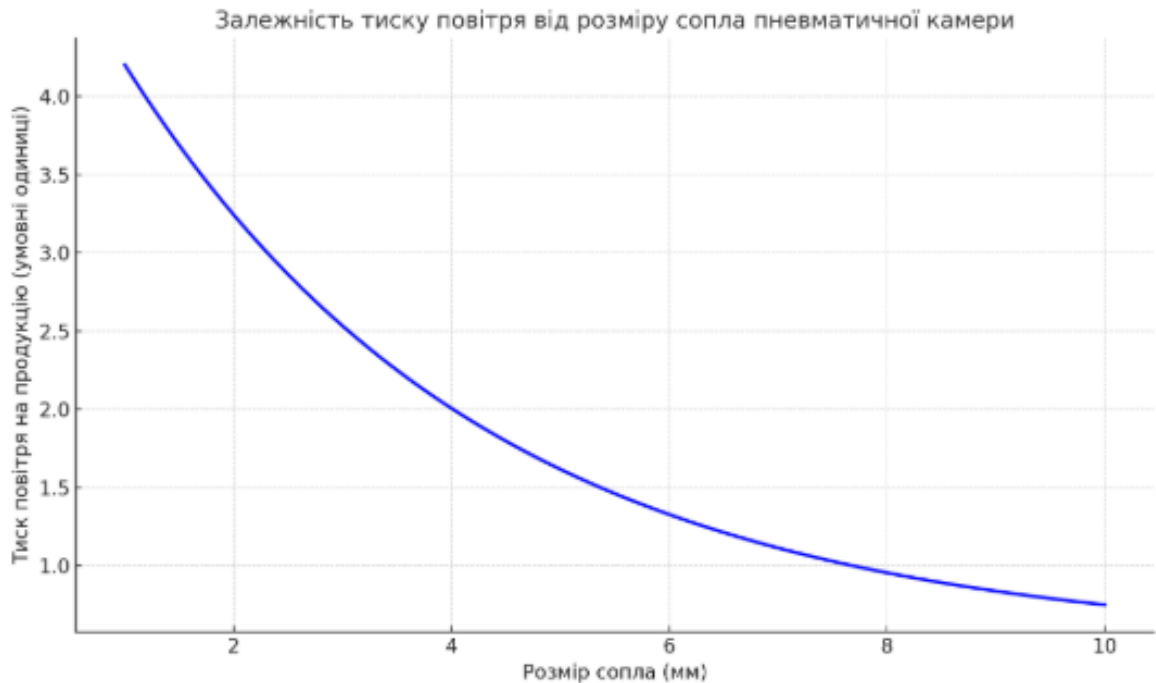


Рисунок 3.5 – Графік залежності тиску до розміру сопла

Також хочу зауважити, що універсального розміру сопла не існує - його слід адаптувати під конкретну продукцію:

Для щільного, ламінованого або товстого картону - використовуються менші діаметри (2–3 мм);

Для гофрокартону чи тонкого паперу - можливе використання діаметру до 4–5 мм;

Для нестандартних завдань (наприклад, дуговий розріз чи часткове перфорування) - можна комбінувати кілька різних сопел.

На основі наведеної вище таблиці, отримуємо графік залежності тиску повітря до розміру сопла пневматичної камери, та можемо продовжувати наступні розрахунки

В розрахунку будемо використовувати дані для щільного пакувального картону. Для подальшого розрахунку приймемо, що для висікання картону стисненим повітрям з сопла, необхідний тиск на картон має бути 0,3-0,6 МПа.

Розрахунок будемо проводити для температури 20°C.

Нехай сопло матиме оптимальні розміри для цього виду картону, дані взяті з наведеної вище таблиці (Рисунок 3.5) розміри 20 мм на 0,2 мм.

Об'єм камер пневмоциліндра складає 100 мл.

Ступінь стиснення в циліндрі складає 6 атм, або 6 бар.

Знайдемо густину повітря в камері за основною формулою для обчислення густини (щільності) газу, в нашому випадку - повітря, на основі рівняння стану ідеального газу:

$$\rho = \frac{P_0}{RT_0} = \frac{6 \cdot 10^5}{287 \cdot 293} = 7.1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (3.2)$$

ρ - густина (щільність) повітря при тиску P_0 і температурі T_0 , кг/м³;

$$PV = mRT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{P}{RT} \quad (3.3)$$

R - індивідуальна газова стала для повітря: $R=287$ Дж/(кг);

За температури $T=293$ і тиску $P=600\,000$ Па=6 бар.

Ця формула виведена з рівняння ідеального газу:

Кількість повітря при атмосферному тиску буде складати у 6 разів більше об'єму при 6 бар, на основі закону Бойля-Маріотта для ізотермічного процесу (тобто за сталої температури), запишемо один із варіантів запису формули для приведення об'єму стисненого повітря до умов **атмосферного тиску**:

$$V_{\text{атм}} = P_0 \cdot \frac{V}{P_{\text{атм}}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 600 \text{ мл} \quad (3.4)$$

$V_{\text{атм}}$ - приведений об'єм стисненого повітря при атмосферному тиску, м³;

P_0 - тиск повітря у системі, Па або бар;

V — фактичний об'єм повітря в системі при тиску P_0 , м³;

$P_{атм}$ - атмосферний тиск, Па або бар.

Далі знайдемо та розрахуємо максимальну швидкість повітря при повністю стиснутому повітрі в камері нагнітання за формулою швидкості звуку в газі, зокрема в повітрі, при заданій температурі:

$$v = \sqrt{\gamma R T_0} = \sqrt{1.4 \cdot 287 \cdot 293} = 344 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.5)$$

Знайдемо витрату повітря через сопло за класичною формулою для витрати повітря через сопло (або отвір) при стисненому потоці газу(повітря), яка застосовується в аеродинаміці та пневматичних системах. Формула описує масову витрату стислого газу (Q) через отвір в умовах, коли тиск на виході нижчий за критичний:

$$Q = C_d \cdot A \cdot P_0 \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{R T_0}}; \quad (3.6)$$

Q - масова витрата повітря, кг/с;

C_d - коефіцієнт витрати, який враховує втрати на тертя, завихрення та інші нестабільності в потоці. Зазвичай $0,8 \div 0,98$;

γ - показник адіабати, для повітря: $\gamma \approx 1,4$;

R - газова стала для повітря: $R \approx 287$ Дж/(кг);

T_0 - абсолютна температура повітря перед соплом в Кельвінах;

Отримаємо:

$$Q = 0.9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{\frac{1.4}{287 \cdot 293}} \cdot 0.578 = 0.00535 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (3.7)$$

Знайдемо силу, з якою діє стиснене повітря на заготовку:

$$F = Q \cdot v = 0.00535 \cdot 344 = 1.84 \text{ Н} \quad (3.8)$$

Для успішної роботи розробки сила тиску повітря на картон повинна перевищувати номінальне значення, для даного типу матеріалу(картону).

Площа дії струменя повітря:

$$A = \text{ширина сопла} \cdot \text{ширина контакту струменя} \quad (3.9)$$

$$A = 0.02 \cdot 0.0005 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

Знайдемо силу тиску повітря на картон:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{1.84}{1 \cdot 10^{-5}} = 1.84 \cdot 10^5 \text{ Па} = 1.84 \text{ МПа} \quad (3.10)$$

Таким чином, ми перевірили, що тиск для заданих умов складає 1.84 МПа. Для пакувального картону середньої жорсткості достатньо 0.3-0,6 МПа. Цього достатньо для успішної роботи нашого пристрою, оскільки маємо запас в 3-6 разів.

3.7. Розрахункова частина. Залежність густини повітря від тиску у соплі пневматичної системи

Наступним пунктом також можемо розглянути як впливає густина повітря на тиск у соплі пневматичної камери. Одним із важливих параметрів, що визначає ефективність дії струменя повітря, є густина повітря, яка безпосередньо пов'язана з тиском у соплі пневматичної камери. При подачі стисненого повітря через сопло відбувається швидке перетворення

потенційної енергії тиску в кінетичну енергію руху. У цьому процесі густина газу визначає, яка маса повітря протікає через задану площу отвору за одиницю часу, і, відповідно, - яка сила прикладається до оброблюваного аркушевого матеріалу. Таким чином, зміна густини безпосередньо впливає не лише на гідродинамічні характеристики потоку, а й на стабільність та точність дії самого винаходу.

Густина повітря в пневмосистемах є змінною величиною, яка змінюється залежно від температури та тиску. В умовах постійної температури, що є типовим для більшості пневматичних систем з охолодженням або термостабілізованим повітрям, густина прямо пропорційна тиску.

Нижче наведено рівняння стану ідеального газу:

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (3.11)$$

ρ - густина повітря, кг/м³;

P - абсолютний тиск у системі, Па;

R - газова стала для повітря, $R=287$ Дж/(кг);

T - температура повітря, К.

Для $T= (20^{\circ}\text{C})$, знайдемо ρ густину для тисків від 1 до 10 бар та для зручності побудуємо таку таблицю:

Тиск (бар)	Тиск (Па)	Густина (кг/м ³)
1	$1,0 \cdot 10^5$	≈ 1.19
2	$2,0 \cdot 10^5$	≈ 2.38
3	$3,0 \cdot 10^5$	≈ 3.57
4	$4,0 \cdot 10^5$	≈ 4.76
5	$5,0 \cdot 10^5$	≈ 5.95

6	$6,0 \cdot 10^5$	≈ 7.14
7	$7,0 \cdot 10^5$	≈ 8.33
8	$8,0 \cdot 10^5$	≈ 9.52
9	$9,0 \cdot 10^5$	≈ 10.71
10	$1,0 \cdot 10^5$	≈ 11.90

Рисунок 3.7 – Таблиця залежності густини до тиску

З цієї таблиці можна побудувати графік

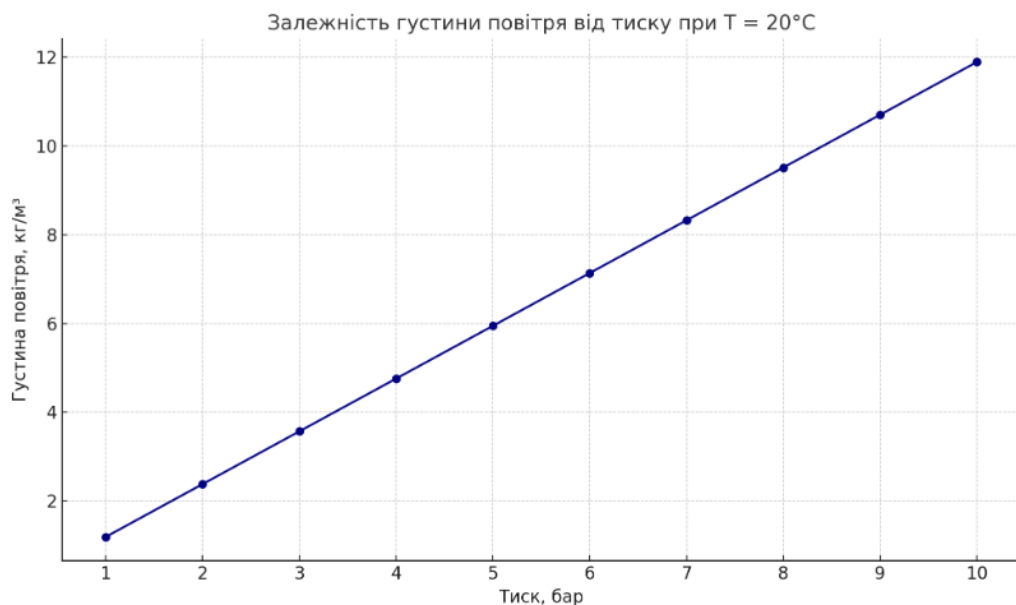


Рисунок 3.8 – Графік залежності тиску до розміру сопла

Він в свою чергу показує таку **лінійну залежність**: зі збільшенням тиску густина повітря зростає прямо пропорційно.

У висновку цих результатів, можемо сказати, що найкращі показники досягаються при підтримці тиску в межах 3 до 6 бар (тобто від 0,3 до 0,6 мегапаскаля). У такому режимі щільність повітря перебуває в ідеальному інтервалі — приблизно від 3,6 до 7,1 кілограмів на кубічний метр.

Це дозволяє сформувати стійкий, чітко сформований потік який при цьому не розсіюється. Забезпечується достатній тиск на матеріал, завдяки чому висікання проходить чисто, без розривів. Скорочується навантаження на компресор, що зменшує зношення обладнання. Він дозволяє працювати з більшістю типів пакувального картону без перенавантажень і з високою точністю.

Тиск нижче 3 бар не забезпечує достатньої щільності повітря — 1,2 до 2,4 кг/м³, — що означає недостатню силу дії струменя на матеріал. За таких умов потік не здатен пробити структуру щільного картону. З'являються проблеми у вигляді:

1. Непрорізаних ділянок або частково розірваних контурів;
2. Зниження точності контуру, особливо на поворотах і вигинах;
3. Збільшення циклу роботи, оскільки доводиться повторювати подачу повітря для досягнення бажаного ефекту.

Тиск, що перевищує 7 бар, створює більше проблем, ніж вирішує. При такому навантаженні густина повітря перевищує 8,3 кг/м³, що спричиняє:

1. Зростання турбулентності: струмінь стає нестабільним, з'являються хаотичні вібрації, які шкодять точності обробки;
2. Зайве енергоспоживання: компресор працює на межі потужності;
3. Передчасне зношення деталей: ущільнювачі, клапани й шланги швидше виходять з ладу;
4. Погіршення якості висікання через мікроколивання та зсув повітряного удару.

При проходженні повітря через сопло відбувається прискорення потоку. Це пов'язано зі зменшенням площі перетину, що, за законом збереження масової витрати, потребує збільшення швидкості потоку. Масова витрата повітря через сопло визначається як:

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot v \quad (3.12)$$

m - масова витрата, кг/с;

A - площа перерізу сопла, м²;

U - швидкість повітря на виході, м/с.

За цією формулою видно, що при однаковій площі сопла і швидкості, збільшення густини (а отже, і тиску) веде до зростання масової витрати, а значить і до більшої сили дії струменя.

У аеродинаміці для оцінки сили, яку створює потік газу, використовують поняття динамічного тиску, її формула:

$$F = P \cdot A \quad (3.13)$$

Цей тиск прямо пропорційний густині. Якщо швидкість повітря в соплі становить - 344 м/с (швидкість звуку за нормальних умов), то навіть при незначному підвищенні густини від 5 до 7 кг/м³ динамічний тиск суттєво зростає:

$$P_{\text{динамічний}} = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (3.14)$$

$$P_{\text{динамічний}} \approx \frac{1}{2} \cdot 7.14 \cdot 344^2 \approx 422,000 \text{ Па} = 0.422 \text{ МПа}$$

При густині 5 кг/м³:

$$P_{\text{динамічний}} \approx \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 344^2 \approx 296,000 \text{ Па} = 0.296 \text{ МПа}$$

Висновок: підвищення густини на 2.14 кг/м^3 дає приріст тиску $\approx 0.13 \text{ МПа}$

Взаємозв'язок густини з силою тиску

Сила струменя на поверхню картону розраховується як:

З огляду на те, що P залежить від густини, то сила тяж прямо пропорційна їй. Наприклад, при площі контакту $A=1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$:

$$\rho = 7.14 \text{ кг/м}^3 \rightarrow F \approx 1.84 \text{ Н}$$

$$\rho = 5.0 \text{ кг/м}^3 \rightarrow F \approx 1.29 \text{ Н}$$

Це підтверджує: густина є важливою для сили тиску струменя. Графіки візуалізують і підтверджують аналітичні висновки цього підрозділу.

Густина повітря у соплі прямо пропорційна тиску. При сталих температурах це дозволяє керовано змінювати динамічні параметри струменя. Для моєї конструкції оптимальним є тиск 4–6 бар, що забезпечує баланс між енергоефективністю, точністю та силою дії на аркушевий матеріал.

3.8. Розрахунок швидкості пасового транспортера

Для забезпечення стабільної подачі аркушевих матеріалів у зону обробки, зокрема на висікальний циліндр, необхідно визначити середню швидкість руху пасового транспортера.

Середня швидкість транспортування при послідовній подачі:

$$U_{\text{тп}} = \frac{I + a'}{T} \quad (3.15)$$

$U_{\text{тп}}$ - середня швидкість транспортування при послідовній подачі, м/с;

I - довжина одного аркуша, м;

a' - додаткова довжина, пов'язана з прискоренням або розгоном транспортера, м;

T - час подачі одного аркуша (тривалість одного циклу), с.

Взяті умовні дані:

$I = 0,5$ м (довжина одного аркуша);

$a' = 0,05$ м (прискорення);

$a_c = 0,02$ м (уповільнення);

$T = 0,6$ с (час подачі одного аркуша).

Підставляємо попередні дані в формулу транспортування при послідовній подачі:

Переведення у швидкість в м/хв для синхронізації з приводом за формулою:

$$U_{\text{м/хв}} = U_{\text{м/с}} \cdot 60 \quad (3.16)$$

$$U_{\text{ш}} = \frac{0,5 + 0,05}{0,6} = \frac{0,55}{0,6} \approx 0,917 \text{ м/с}$$

$$U_{\text{м/хв}} = 0,917 \cdot 60 = 55,02 \text{ м/хв}$$

Кількість аркушів, які може подати транспортер за годину:

$$N = \frac{3600}{T} \quad (3.17)$$

$$N = \frac{3600}{0,6} = 6000 \text{ аркушів/год}$$

Отримані результати демонструють, що при реалізації послідовної подачі швидкість пасового транспортера повинна становити приблизно 0,92 м/с (55 м/хв), що дозволяє досягати подачі до 6000 аркушів за годину.

Висновок 3:

В цьому розділі було розглянуто та описано принцип дії та конструкцію винайденого пристрою, призначеного в подальшому для подачі аркушевих матеріалів - зокрема, пакувального картону, на основі характеристик якого було зроблено розрахунки.

Також одним із розроблених та вдосконалених елементів в цьому механізмі виступає пневматична камера з направленим соплом, через яке стиснене повітря подається під високим тиском безпосередньо на аркушевий матеріал. Такий принцип дії дозволяє виконувати висікання картону безконтактним методом, що, у свою чергу, знижує механічне навантаження на рухомі частини та продовжує ресурс роботи обладнання.

У ході дослідження було проведено аналітичні та числові розрахунки, які дозволили визначити оптимальний розмір сопла для роботи зі щільним пакувальним картоном. На основі побудованої залежності між діаметром сопла та тиском повітря, що виходить із пневмокамери, встановлено, що найбільш ефективними є сопла діаметром у межах 2–4 мм, але однозначного розміру не існує, потрібно підбирати під параметри подальшої продукції. Але для розглянутого щільного картону, саме в цьому діапазоні досягається баланс між достатньою силою повітряного потоку та економічністю витрат енергії.

Крім того, таблиця отриманих даних підтвердила закономірне зменшення тиску при збільшенні розміру сопла, що свідчить про необхідність точного підбору параметрів при проектуванні обладнання для висікання. Отримані результати були основою для подальших розрахунків та схематичних креслень винайденого транспортувального механізму, яке може бути ефективно інтегроване у сучасні автоматизовані лінії з обробки картонної продукції. Також було розглянуто і проілюстровано залежність і важливість густини повітря на тиск з яким повітря виходить із сопла та висікає картонну продукцію.

Список літератури

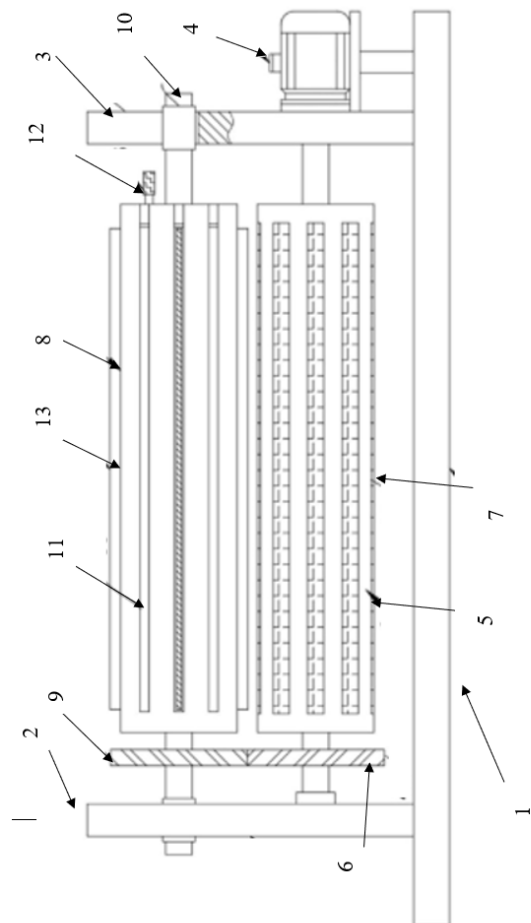
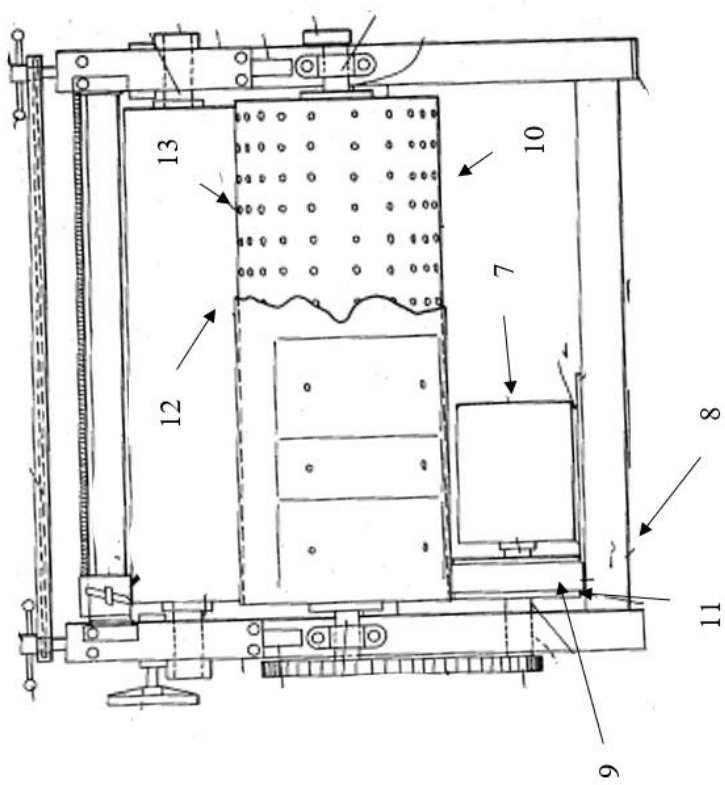
1. Самонаклади. Майстерня свого діла [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://msd.com.ua/ofsetnij-druk/samonakladi/>
2. Seelen T.M. Paper gripper bar: пат. США № US4629176A. – Дата публікації: 16.12.1986. – Режим доступу: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/024726879/publication/US4629176A?q=PAPER%20GRIPPER%20BAR&queryLang=en%3Ade%3Afr>
3. Takai M. Paper discharging device of cylinder type screen printing machine: пат. США № US2002144611A1. – Дата публікації: 21.12.2001. – Режим доступу: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/018963359/publication/US2002144611A1?q=PAPER%20DISCHARGING%20DEVICE%20OF%20CYLINDER%20TYPE%20SCREEN%20PRINTING%20MACHINE>
4. Nantong Duo Dimension Machinery Technology Co.; Spandex Packaging and Printing Technology Development (Beijing) Co. Патент на корисну модель КНР: № 202020255488.3. Винахідник: Се Гоцзюнь. – Дата подання заявки: 05.03.2020.
5. Гао Пен. Патент КНР № 202323353500.7. Патентне агентство: Weifang Boqiang Patent Agency Co. – Дата подання заявки: 08.12.2023.
6. Vacuum suction cups for moving sheets [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/025026140/publication/US5183242A?q=vacuum%20suction%20cups%20for%20moving%20sheets>
7. Combi gripper: Sack and carton 89-10330 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://liftsall.com/lifting-tools/customised-grippers/combi-grippers/combi-gripper-sack-and-carton-89-10330/>

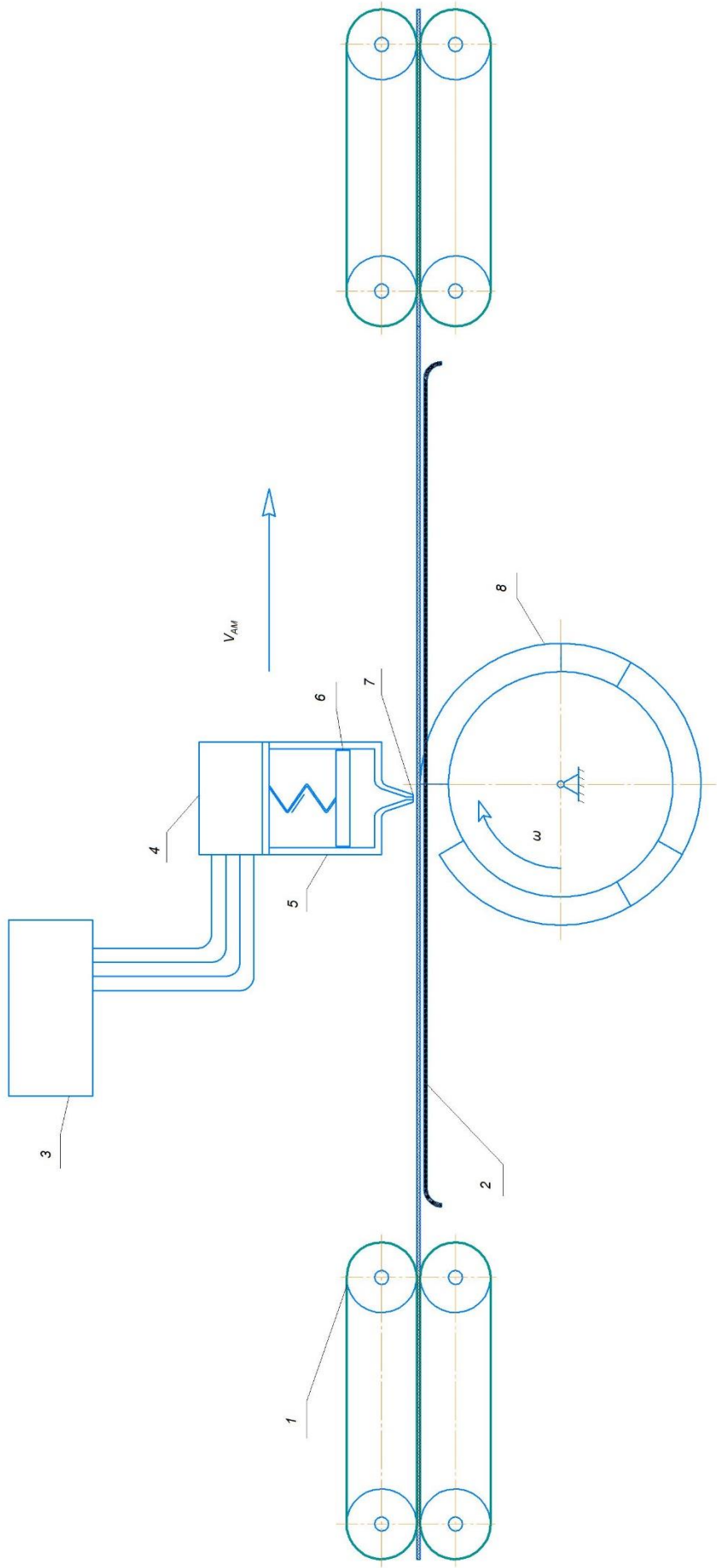
8. Класифікація пневмоциліндрів [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://spc.com.ua/blogs/pneumatic-cylinders/classification-of-pneumatic-cylinders>
9. Rotary die cutting machine [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/021823363/publication/US4269093A?q=ROTARY%20DIE%20CUTTING%20MACHINE>
10. CN213499680U. Китай. – Режим доступу:
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/076401151/publication/CN213499680U?q=CN%20213499680> (дата звернення: 12.06.2025).
11. CN108527519A. Китай. – Режим доступу:
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/063469864/publication/CN108527519A?q=CN%20108527519>
12. Grasping the fundamentals of gripper design [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.packagingdigest.com/packaging-design/grasping-the-fundamentals-of-gripper-design>
13. CN215320951U. Китай. – Режим доступу:
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/079551465/publication/CN215320951U?q=CN%20215320951>
14. Meier. Gripper mechanism: пат. США № US7654789B2. – Дата публікації: 02.02.2010.
15. Cai Kewei. Патентна заявка КНР № 201911118439.3. – Дата подання: 15.11.2019.
16. Іванко А.І., Марченко О.С. Обрізування аркушевих матеріалів у пневматичних транспортувальних системах // Технологія і техніка друкарства. – 2020. – Вип. 2(52). – С. 69–74. – Режим доступу:
https://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/71012/pdf_24
17. Printing Technology [Електронний ресурс] / G.E. Klinzing, F. Rizk, R. Marcus, L.S. – Режим доступу:

https://books.google.com.ua/books?id=wnFRV_rZAwUC&pg=PA1#v=onepage&q&f=false

18. ELARTU – Інституційний репозитарій ТНТУ ім. І. Пулюя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1551>
19. Чехман Я.І. та ін. Друкарське устаткування. – Львів: 2005. – 540 с.
20. Хведчин Ю.Й. Брошурувально-палітурне устаткування. Ч. 2: Палітурне устаткування: підручник. – Львів: УАД, 2007. – 392 с.
21. Іванко А.І., Марченко О.С. Обрізування аркушевих матеріалів у пневматичних транспортувальних системах // Технологія і техніка друкарства. – 2020. – Вип. 2(52). – С. 69–74.

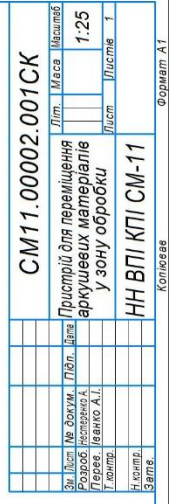
ДОДАТКИ

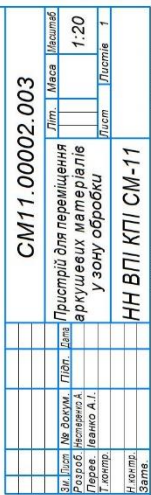
[illegible]



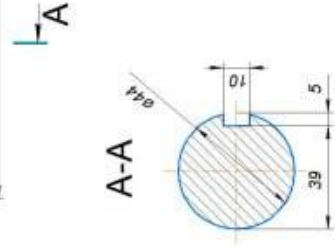
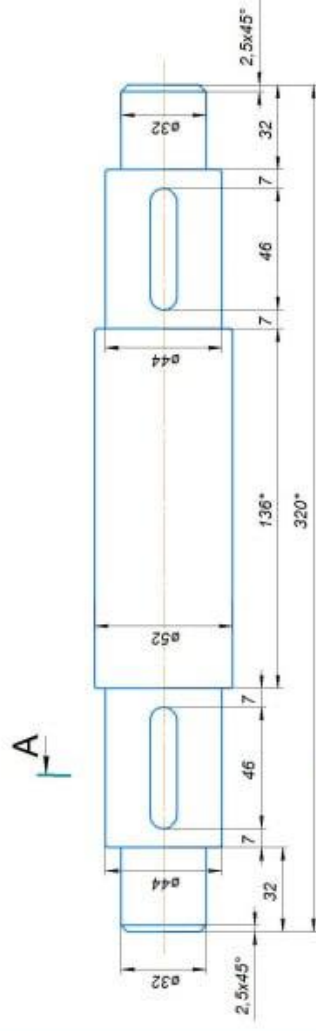
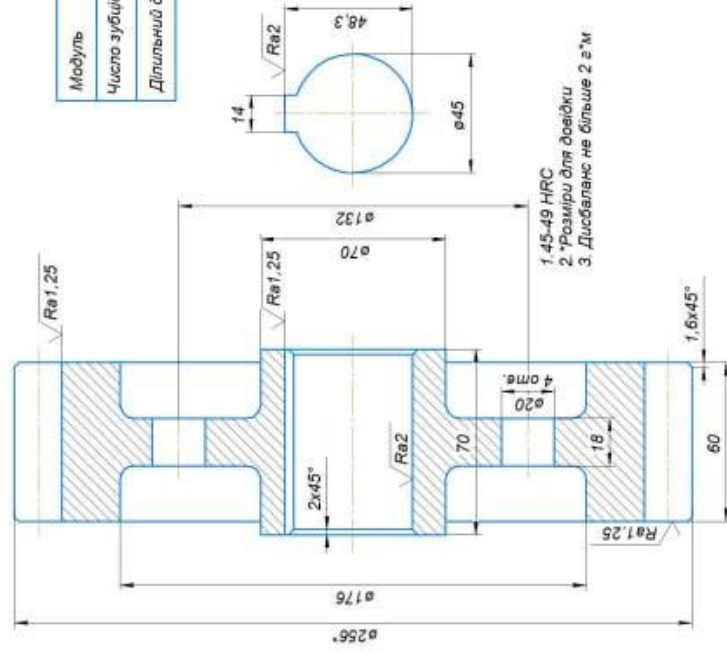
CM11.00002.002				Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки			
Зм. Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб.	Виконав.	Перев.	Лист	Лист	Лист	Лист	1:20
Н. Костюк	В. Костюк	В. Костюк	Лист	Лист	Лист	Лист	1
В. Костюк	В. Костюк	В. Костюк	Лист	Лист	Лист	Лист	1
НН ВПІ КПІ СМ-11				Формат А1			

Перв. застосує.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим		
Справ. №					Документація				
	A1			CM11.00002.001CK	Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки				
	A1			CM11.00002.002	Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки				
	A1			CM11.00002.003	Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки				
Підп. і дата					Деталі				
	A3	1		CM11.00002.004	Ролики транспортера	8			
	A3	2		CM11.00002.005	Опорна пластина	1			
	A3	3		CM11.00002.006	Компресор	1			
	A3	4		CM11.00002.007	Пневморозподільувач	1			
	A3	5		CM11.00002.008	Робочий циліндр	1			
	A3	6		CM11.00002.009	Поршень	1			
	A3	7		CM11.00002.010	Сопло	1			
	A3	8		CM11.00002.011	Висікальний циліндр	1			
	A3	9		CM11.00002.012	Транспортувальна стрічка	1			
Зам. інв. №									
Підп. і дата									
Інв. № прим.									
				CM11.00002.013					
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Пристрій для переміщення аркушевих матеріалів у зону обробки		Лім	Лист	Листів
Розроб		Нестеренко А.							1
Перевір.		Іванко А.І.							
Н.контр.									
Затвер.									
						НН ВПІ КПІ СМ-11			

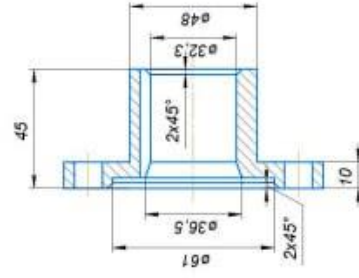
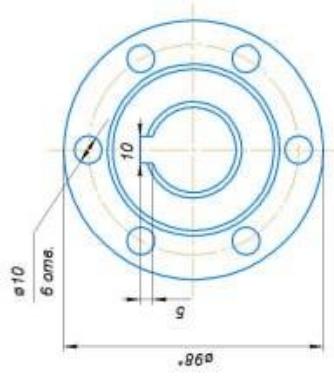




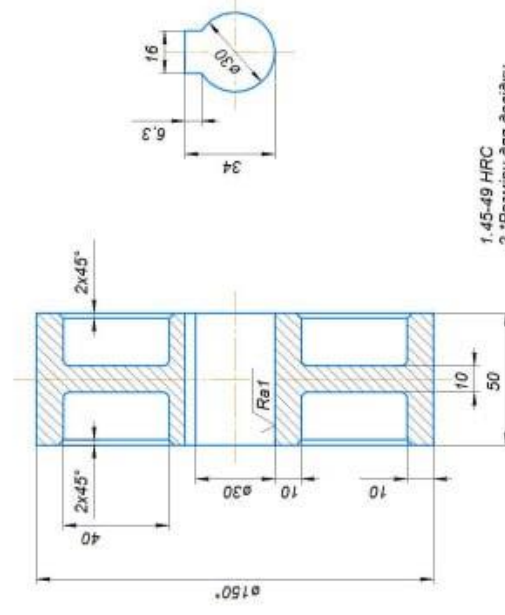
Модуль	m	6
Число зубів	z	30
Дільний діаметр	d	240



1. 55 HRC
2. *Розміри для довідки



1.55 HRC
2.*Розміри для досідку



- 1.45-49 HRC
2. *Розміри для довідки
3. Дисбаланс не більше 2 г*м

[illegible]