

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Шифр, назва


Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Шифр, назва

Освітня програма «Галузеве машинобудування»

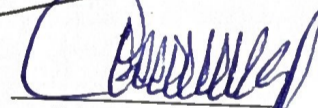
Шифр МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу
група МБм-24-1


Підпис

В.С. Здрачук
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата


О.М. Синюк
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.І. Пундик
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:


Підпис, дата

доц. В.С. Неймак
Ініціали, прізвище

Зав. кафедри МАЕЕС

10 12 202 25 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень магістр

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Шифр і назва

Освітня програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

10

12

.2025р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здрачук Владислав Станіславович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини

керівник роботи Синюк Олег Миколайович, д.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 25 08 2025 р. № 65

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10.12.2025р.

3. Вихідні дані до роботи напівавтомат РП-1600 для розкрою рулонів тканини

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики магістерської роботи. 2 Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини.

3 Розрахунки напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини.

Висновки. Перелік джерел посилань.

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

1. Напівавтомати для різання рулонів (ДО, А1). 2. Напівавтомат для різання рулонів (ВЗ, А1). 3-4. Ножова головка (СК, А1). 5. Напівавтомат для різання рулонів (КЗ, А1). 5. Система керування напівавтомата для різання рулонів (СЗ, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

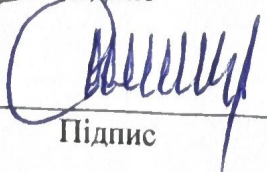
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики магістерської роботи	до 30.10.25р.	
2 Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини	до 10.11.25р.	
3 Розрахунки напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини	до 20.11.25р.	
4 Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 12.12.25р.	

Студент


Підпис

Керівник роботи


Підпис

В.С. Здрачук
Ініціали, прізвище

О.М. Синюк
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Здрачук Владислав Станіславович
2. Тема магістерської роботи Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини
3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента _____
4. Об'єм магістерської роботи: креслень 6 арк., сторінок записки 66

5. У швейній промисловості серед розкрійного обладнання існує безліч машин для розкрою тканинного настилу, але операція нарізки рулонів на смуги або бобіни менш механізована, що видно з оглядової частини дипломного проекту. Найбільш поширеним серед застарілого обладнання для різання рулонів матеріалу є напівавтомат РП-1600. Тому виникає потреба у створенні обладнання для різання рулонів, що відповідає сучасним умовам і технічним вимогам на базі наявної бази. В магістерській роботі розробляється напівавтоматична машина для розкрою рулонів тканини. В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень з тематики магістерської роботи, а саме технології розкрою матеріалів та обладнання для розкрою довгомірних виробів. В другому здійснюється розробка кінематичної та пневмогідролічної схеми напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини. В третьому розділі проведено розрахунки напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини.

Підпис студента _____

" 10 " 12 20 25 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 1 від " 18 " 12 20 25 р.

Оцінка проекту ЕК добре / С 178

Рекомендації ЕК -


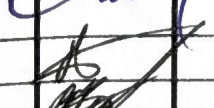

Особливі відмітки -

Технічний секретар Піжжова Д. В.

" 18 " 12 20 25 р.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	6
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики магістерської роботи	7
1.1 Огляд технології розкрою матеріалів	7
1.2 Методи розрахунків шматків матеріалу для розкрою.....	10
1.3 Аналіз обладнання для розкрою довгомірних виробів	11
2 Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини	28
2.1 Розробка кінематичної схеми напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини	28
2.2 Розробка пневмогідролічної системи керування	32
3 Розрахунки напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини	34
3.1 Розрахунок зусиль різання і визначення потужності електродвигуна приводу ножа	34
3.2 Розрахунок зусиль подачі і визначення гідроциліндра приводу відрізної головки	43
3.3 Розрахунок сил руху ріжучої головки і визначення потужності електродвигуна приводу для позиціонування ріжучої головки	45
3.4 Розрахунок приводу обертання рулону та визначення потужності приводного двигуна	49
3.5 Розрахунок параметрів пневмоциліндрів рівняння кромки	51
3.6 Розрахунок потужності напівавтомата	54

МРМА 25.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
		Здрачук В. С.		
		Синюк О. М.		
		Пундик С. І.		
		Неймак В. С.		
Розробка напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини			Літ.	Арк.
			4	66
ХНУ зр. МБм-24-1				

3.7 Розрахунок міцності конструктивної частини.....	56
Висновки	63
Перелік джерел посилань	64
Додатки	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

3.7 Розрахунок міцності конструктивної частини.....	56
Висновки	63
Перелік джерел посилань	64
Додатки	

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

ВСТУП

У швейній промисловості серед розкрійного обладнання існує безліч машин для розкрою тканинного настилу, але операція нарізки рулонів на смуги або бобіни менш механізована, що видно з оглядової частини дипломного проекту. Найбільш поширеним серед застарілого обладнання для різання рулонів матеріалу є напівавтомат РП-1600. Тому виникає потреба у створенні обладнання для різання рулонів, що відповідає сучасним умовам і технічним вимогам на базі наявної бази.

Метою магістерської роботи є проектування кінематичної та пневмогідравлічної схем напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини на бобіни, проектування конструкції ріжучої головки, проведення конструкторських та перевірочних розрахунків для визначення доцільності конструкції. Крім цих цілей, необхідно спроектувати технологічний процес виготовлення конструкції напівавтоматичної деталі, розрахувати економічний ефект від роботи напівавтомата, проаналізувати відповідність проєктованого напівавтомата вимогам охорони праці та екології виробництва.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ З ТЕМАТИКИ МАГАСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1 Огляд технології розкрою матеріалів

Під розкром матеріалів розуміють розрізання матеріалів на окремі полотна для настилів та розсікання цих настилів на частини [1]. Вирізання частин швейних виробів уздовж окреслених контурів за допомогою розкрійного обладнання називається різанням (вирубанням). Існує багато способів різання матеріали. Розглянемо їхні характеристики, згрупувавши їх за типом енергії, що використовується: механічна, термофізична та термомеханічна.

Механічний метод різання швейних матеріалів (рис. 1.1) виконується універсальними та спеціальними інструментами шляхом деформації та заклинювання матеріалу ріжучим інструментом.



Рисунок 1.1 – Вертикально шабельний розкрійний ніж Type Special SK-

60

					MPMA 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Універсальні ріжучі інструменти найчастіше використовуються в швейній промисловості: пересувні різальні машини, стаціонарні стрічкові машини та ножиці [2]. Спеціальні ріжучі інструменти включають вирубувальні преси, валики, штампи тощо.

Універсальні інструменти дозволяють різати деталі різних конфігурацій без зміни ріжучого інструменту чи переналаштування машини. Однак вони потребують ручної праці для переміщення матеріалу, послідовних розрізів по контуру і не дозволяють автоматизувати процес викроювання деталей [3].

Спеціальні інструменти, наприклад вирубувальні преса (рис. 1.2), створюють можливість автоматизації та механізації різання, дозволяють паралельне (одночасне) різання (вирубування) контурів деталей.



Рисунок 1.2 – Прес вирубувальний гідравлічний GL-12Т

Термофізичними способами є: променевий (лазерний), плазмовий та електророзрядний.

Метод лазерного різання (рис. 1.3) базується на термічному впливі на

					<i>MPMA 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріал. Цей метод має широкий спектр застосувань. За допомогою лазерного променя матеріали для шиття можна різати як послідовно, так і паралельно. Вибір залежить від способу фокусування променя (у точці або по лінії), а також від способу подачі випромінювання матеріалу (через щілину вздовж контуру шаблону). Таким чином, лазерний промінь може використовуватися як спеціальний або універсальний інструмент.



Рисунок 1.3 – Одношарова автоматична розкрійна машина Morgan Tecnica PLY 1

Плазмовий метод (з мікроплазмовим струменем, рис. 1.4) схожий за типом різання на лазерний, але поступається йому за продуктивністю. Однак різання плазмовим струменем простіше і дешевше.



Рисунок 1.4 – Машина плазмової порізки Marlin Typhoon

					<i>MPMA 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Методи розрахунків шматків матеріалу для розкрою

Попередній розрахунок шматків матеріалу для розкрою в настилах проводиться з метою скорочення нераціональних залишків та втрат матеріалу при настиланні. Розрахунок шматків тканини полягає в умовному розчленуванні шматка на настили заданої довжини таким чином, щоб сума довжин дорівнювала довжині шматків тканини. Такий розрахунок відноситься до оптимального, виконати його не завжди можливо через довжин настилів, що часто змінюються. Тому практично прийнятним вважається розрахунок, за якого можуть бути отримані невеликі залишки від шматка тканини (до 10-15 см).

Найбільш оптимальним вважається такий розрахунок, коли один шматок тканини укладається ціле число полотен настилу однієї довжини. Для виконання такого розрахунку потрібно мати на фабриці досить великий запас однорідної тканини, з якого можна було б вибрати шматки, що підходять по довжині. Практично така вимога важко здійснити, тому що надмірне збільшення запасу тканини економічно нераціонально.

Тому, щоб отримати раціональний розрахунок із мінімальними залишками тканини, швейні фабрики використовують так званий багатоповерховий розрахунок. Його суть полягає в тому, що в одному шматку тканини полотна настилу умовно укладаються не однієї довжини, а кількох різних довжин, підсумовуючи довжину цих полотен у різних комбінаціях для отримання розрахунку без залишків. У цьому випадку ймовірність розрахунку без залишків зростає зі збільшенням кількості різних комбінацій довжин полотен для настилів.

Розрахунок шматків тканини можна виконувати вручну, механізовано та за допомогою номограм.

У ручному методі обчислення використовуються найпростіші підраховувальні пристрої та допоміжні таблиці.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Механізовані методи розрахунку шматків тканини базуються на використанні ПК.

У номографічному методі обчислення використовуються спеціальні номограми, побудова яких базується на графічному розв'язанні математичної задачі.

Тканини, що надходять на швейні фабрики, можуть мати текстильні дефекти. Щоб запобігти наявності цих дефектів у готовому продукті, під час різання намагаються розмістити дефект у міжвипадах.

Зазвичай при сортуванні та вимірюванні тканин у підготовчому цеху фабрики в паспорті вказують розташування дефектів і фіксують довжину тканини між ними. Шматок тканини між дефектами вважається окремою умовною довжиною виробу. Під час розрахунку такої деталі перевіряють, чи можливо використати кожен звичайний розріз окремо. Якщо це не вдається, тобто під час розрахунку отримують великі залишки, то шматок тканини обчислюється умовно цілісним. Пізніше, у майстерні різання, намагаються використовувати полотно з дефектами загального покриття, порівнюючи розташування дефекту з розташуванням візерунків. Якщо обійти дефект неможливо, полотно знімають з підлоги і розрізають окремо.

1.3 Аналіз обладнання для розкрою довгомірних виробів

Серед обладнання для різання тюків існують різноманітні машинні, напівавтоматичні або автоматичні пристрої.

Згідно з патентом Федеративної Республіки Німеччина No 3710454, с1. D 06 N 7/02, 1987 року описана машина для різання рулонного полотна.

На рисунку 1.5 показана машина, загальний вигляд, на рисунках 1.6 і 1.7 показаний розріз А-А, відповідно початок різання і кінець різання.

На станині 1 розташовані підкатні (гальмівні) головки 2 і головка 3 (привідна) для фіксації квадратної оправки 4 з гумовими шайбами 5. Привід 6 має ланцюгову передачу 7, кінематично з'єднану з головкою 3.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

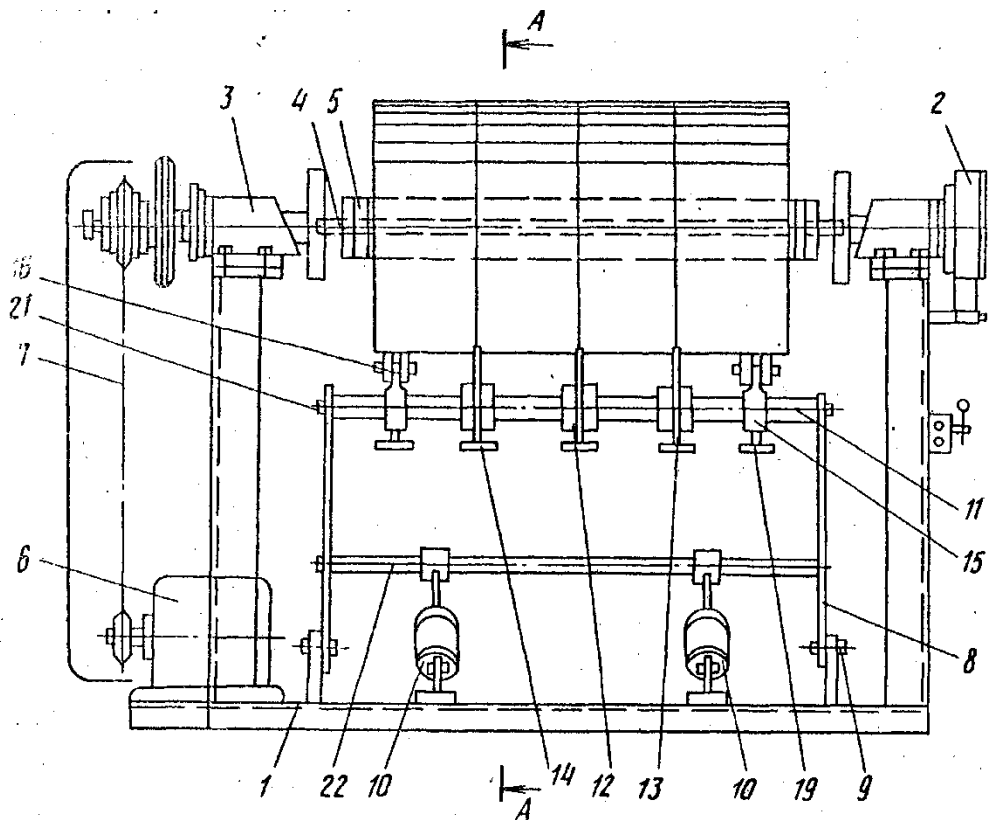


Рисунок 1.5 – Структурно-кінематична схема машини для розкрою рулонів тканини

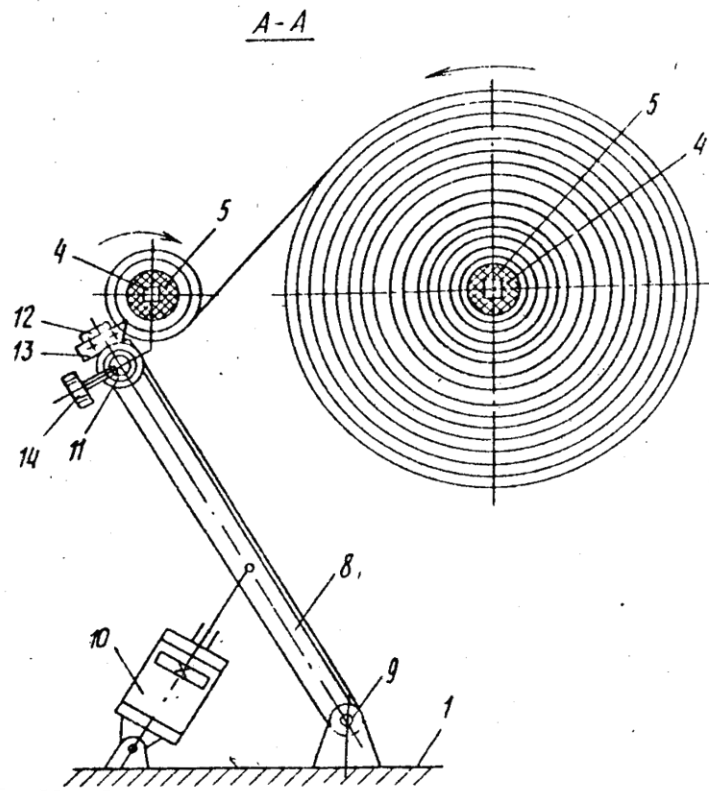


Рисунок 1.6 – Кінематика різання на початку різі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

12

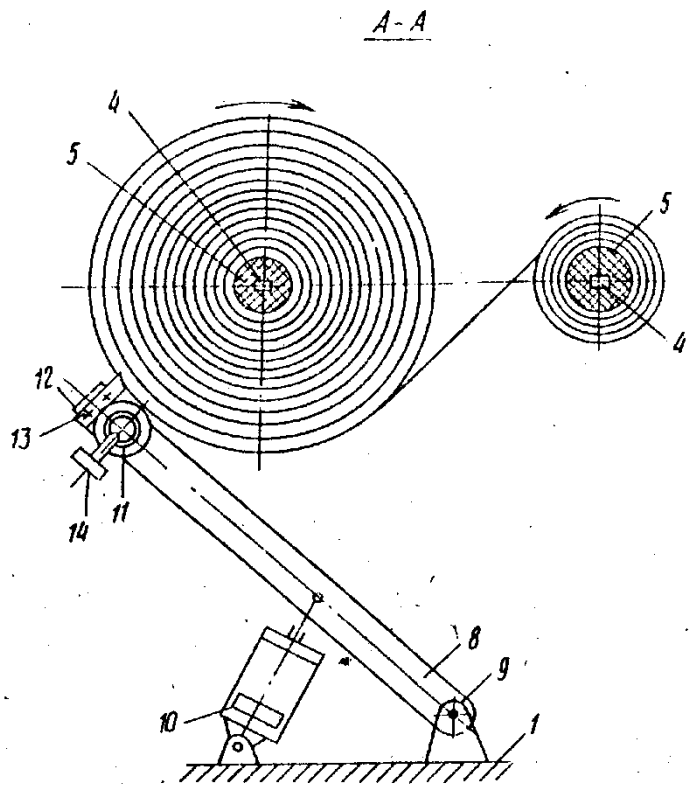


Рисунок 1.7 – Кінематика різання в кінці різі

Важелі 8, закріплені на осях 9 і утворюють компресійний підшипниковий кронштейн, що має два пневмоциліндри 10 і оправлення 11 для власників 12 ножів 13 з їх засувками 14. На оправці 11 рухомо закріплені два роликотримача 15 з парою ексцентрикових опорних роликів 16 (ексцентриситет 3 мм) з підшипниками 17 на осях 18. Фіксатор 19 кріпить роликотримачі за допомогою паза 20 в оправці 11, яка, в свою чергу, кріпиться до важелів 8 болтами 21, а також штоків 22 для пневмоциліндрів 10.

Початковий рулон встановлюється в головках профнастилу 2, а кінець полотна (тканини) намотується на гумові шайби 5, одягнені на оправлення 4 приводної головки 3. Роликотримачі 15 закріплені по краях тканини на оправці 11 за допомогою затискачів 19, а ножотримачі 12 встановлені відповідно до необхідної ширини смуг тканини, що розрізаються і фіксуються гвинтами 14. Виліт ножів 13 (величина врізання в рулон тканини)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

13

повинен становити 5-7 мм щодо контакту роликів 16 з поверхнею рулону, що розрізається, тобто ексцентриситет роликів, рівний 3 мм, не перекривається.

Включається привід 6 обертання оправки 4 відрізаного валка, і при цьому повітря подається на пневмоциліндри 10, які притискають оправку 11 ножотримачів і ролики до обертової оправки 4 з гумовими шайбами 5 на закаточній голівці 3, при цьому ролики 16 спираються на тканину, що намотується, а ножі 13 розрізають цю тканину по заданій ширині.

Процес розкрою тканини здійснюється за допомогою коливального руху ножів 13 за рахунок ексцентриситету опорних роликів.

Це забезпечує оптимальний розкрій тканини в момент намотування її в рулон з невеликим зусиллям на ножі, так як вони занурюються в прорізану щілину, розрізаючи тільки один шар тканини. Лезо ножа працює не з одним вістрям, а з певною зоною, завдяки чому підвищується його довговічність і зберігається чистота зрізу і рівна кромка.

Після розрізання рулону його знімають з оправки 4, а набір гумових шайб 5 дозволяє легко відокремити нарізані бухти від рулону.

Плоскі ножі практично прорізають один шар тканини під час свого коливального руху за рахунок ексцентриситету роликів. Леза ножів працюють не з однією точкою, а з певним перетином по довжині, що дорівнює величині ексцентриситету роликів. Рулони можна різати практично всіх розмірів, а нарізані стрічки автоматично утримуються між ножами, тобто зберігається рівномірність намотування. При цьому відсутня деформація тканини, так як зусилля різки мінімальні.

Розроблена напівавтоматична машина для порізки рулонів тканини на тканинні ламелі для жалюзі. На рисунку 1.8 показано взаємодія циркулярного ножа і матеріалу, що підлягає різанню в момент різання. Позиції вказані: 1 - вал, 2 - екструзійний вал, 3 - дисковий ніж, 4 - кронштейн кріплення ножа, 5 - вал кріплення ножа, 6 - пружина, 7 - гвинт затягування пружини.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

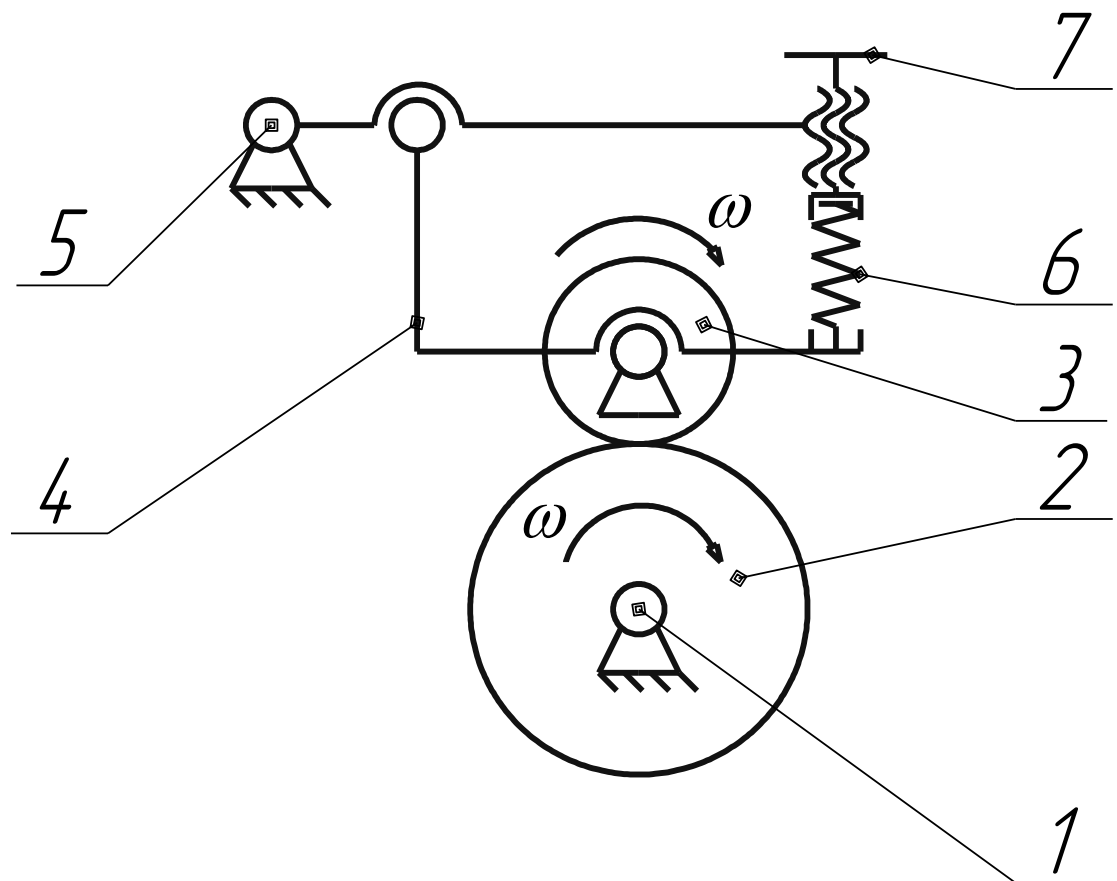


Рисунок 1.8 – Взаємодія дискового ножа і матеріалу, що розкраюється, в момент різання

Кінематична схема транспортної частини напівавтомата показана на рисунку 1.9, де вказані наступні положення: 1 – вальцювальний пристрій, 2 – обхідний пристрій, 3 – байпасний пристрій, 4 – обхідний ролик, 5 – пристрій екструзійного валу, 6 – дисковий ніж (ножовий пристрій), 7 – обвідний ролик, 8 – тяговий валовий пристрій, 9 – обхідний ролик, 10 – верхній накатний пристрій, 11 – нижній накатний пристрій. Слід зазначити, що застосування двох накатних пристроїв покращує процес різання, так як накатні пристрої направляють зріз сусідніх ламелей в різні боки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

15

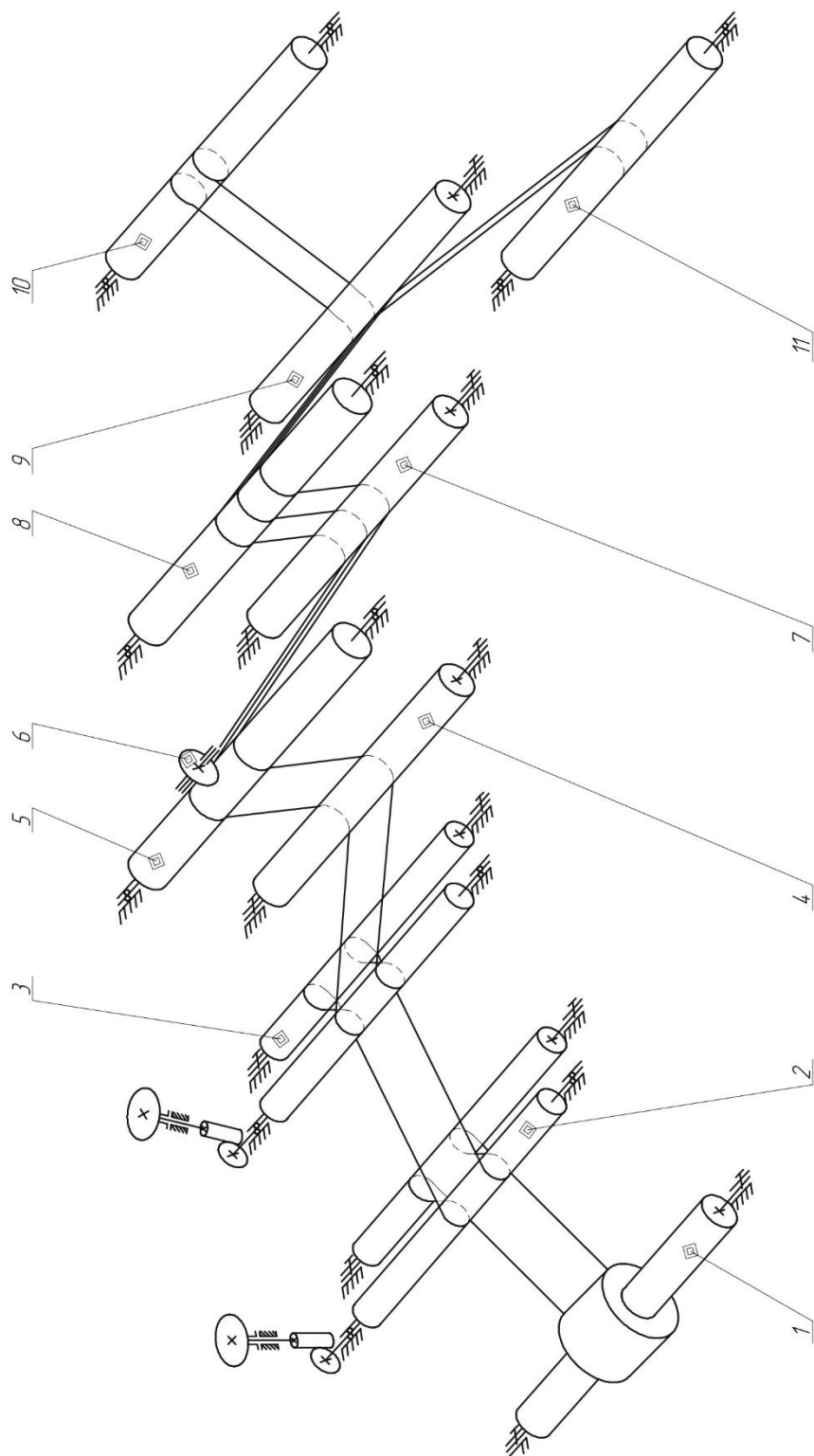


Рисунок 1.9 – Кінематична схема машини для різання тканини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MPMA 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

16

Аналогічну транспортно-різальну механіку має пристрій для поздовжнього різання рулонного полотна (опис винаходу СУ 10525920, авторське свідоцтво СРСР №151291), в якому присутній тримач рулону, барабани для намотування стрічок, ножовий ролик з набором круглих ножів і пар притискних роликів (рис. 1.10).

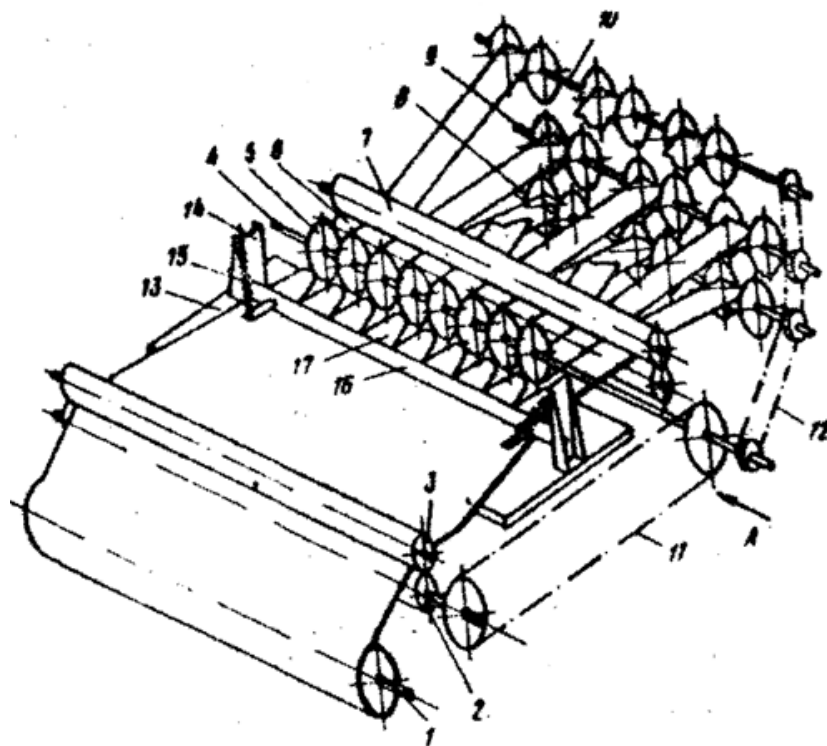


Рисунок 1.10 – Структурно-кінематична схема пристрою для різання рулонів тканини

Особливість пристрою полягає в тому, що для розширення технологічних можливостей за рахунок отримання ременів різної ширини він має тримач котушки, встановлений перед ножем ролик по ходу руху направляючої пластини леза 13 (рис. 1.11) з поздовжніми канавками 18, розташованими між дисковими ножами 5, і ролик 16 з набором клиноподібних затискачів 17, розміщений над пазами направляючої пластини і підпружинений до неї за допомогою пружини 15, закріпленої в кронштейні 14.

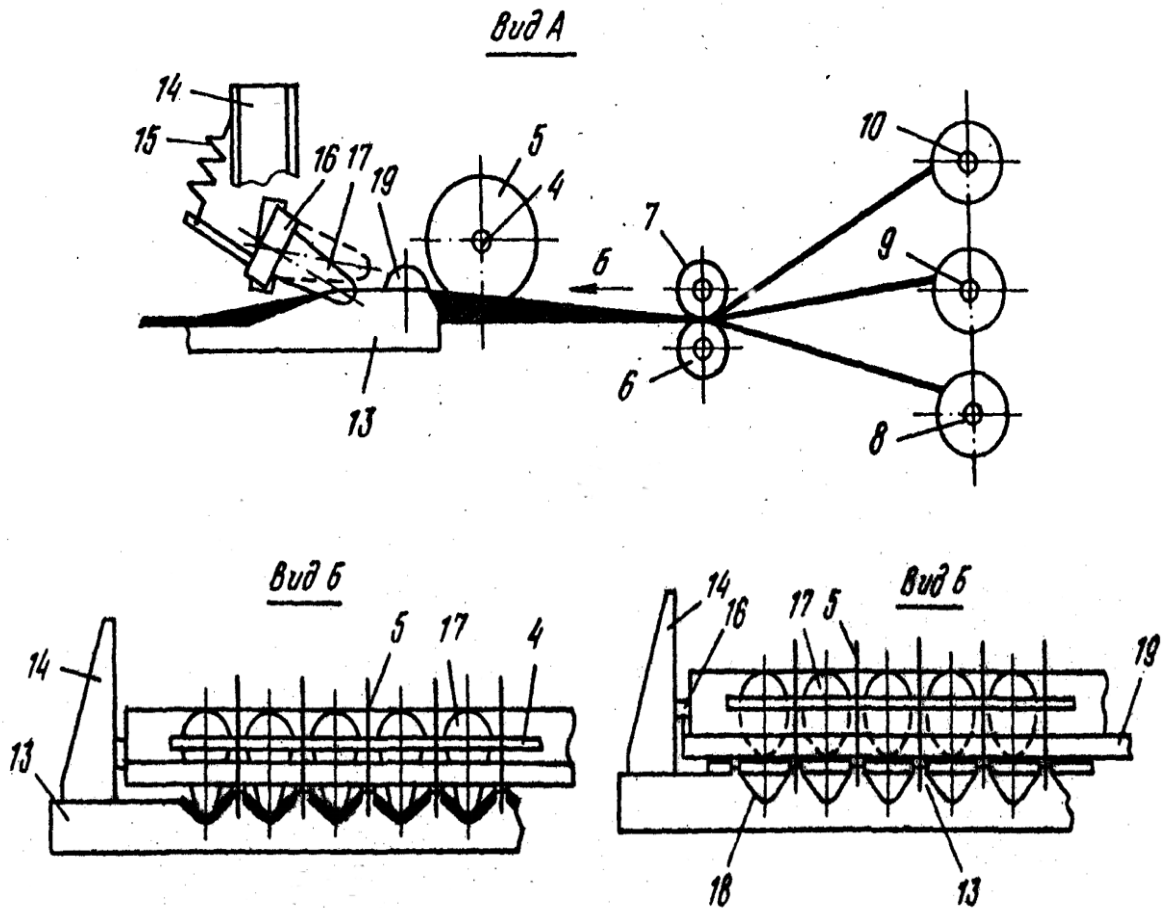


Рисунок 1.11 – Взаємодія ножів і матеріалу

Згідно з авторським свідоцтвом СРСР № 914290, кл. В 29 С 17/14, 1980 описаний пристрій для розрізання смуги полімерного матеріалу. На рисунку 1.12 показаний пристрій в початковий момент різання стрічки, вид збоку, на рисунку 1.13 показаний пристрій, загальний вигляд, на рисунку 1.14 показаний перетин А-А (в області радіусної кромки ножа) і перетин В-В (в області гострої кромки ножа).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

18

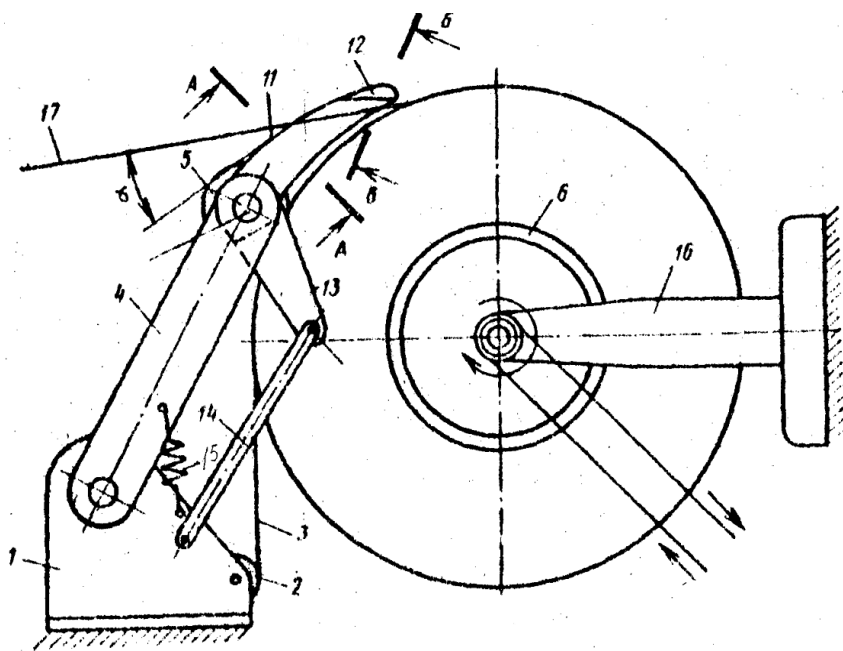


Рисунок 1.12 – Схема різання

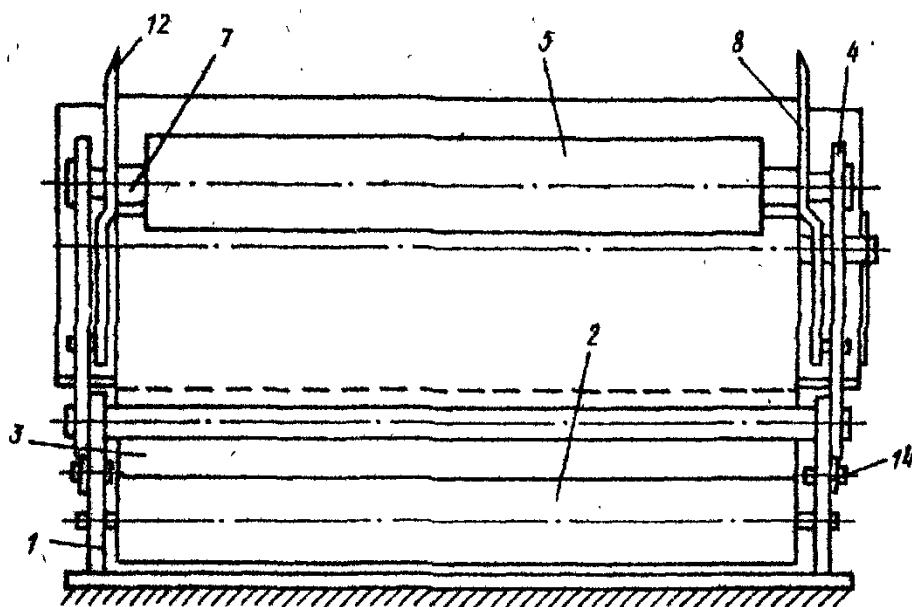


Рисунок 1.13 – Загальний вигляд пристрою

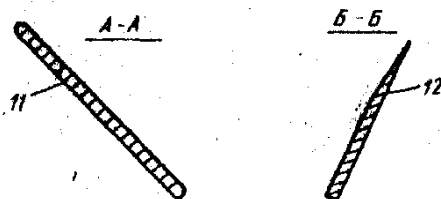


Рисунок 1.14 – Перетини кромки ножа

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Пристрій складається з підстави 1, на осі якого розташований барабан 2 з підкладкою 3 і закріплені на шарнірних шарнірах лідери 4. На другому кінці ведучих 4 встановлений трекінговий ролик 5, що контактує через підкладку 3 з матеріалом, що розрізається на приймальному барабані 6. На проводах 4 на осі 7 встановлені ножі 8 у вигляді двоплечих важелів з можливістю обертання навколо них, обволікання приймального барабана 6. На зовнішній поверхні криволінійного важеля 9 виконана ріжуча кромка 10, яка складається з радіусного перетину 11 і загостреного перетину 12, розташованого на кінці. Другий важіль 13 шарнірно кріпиться до штоку 14, встановленого на підставі 1 і є ланкою в рухомому чотирикутнику. Трекінговий ролик 5 встановлений між ножами 8 на осі 7.

Кінематична схема ріжучої головки напівавтомата РП-1600 для різання валків, показана на рисунку 1.15.

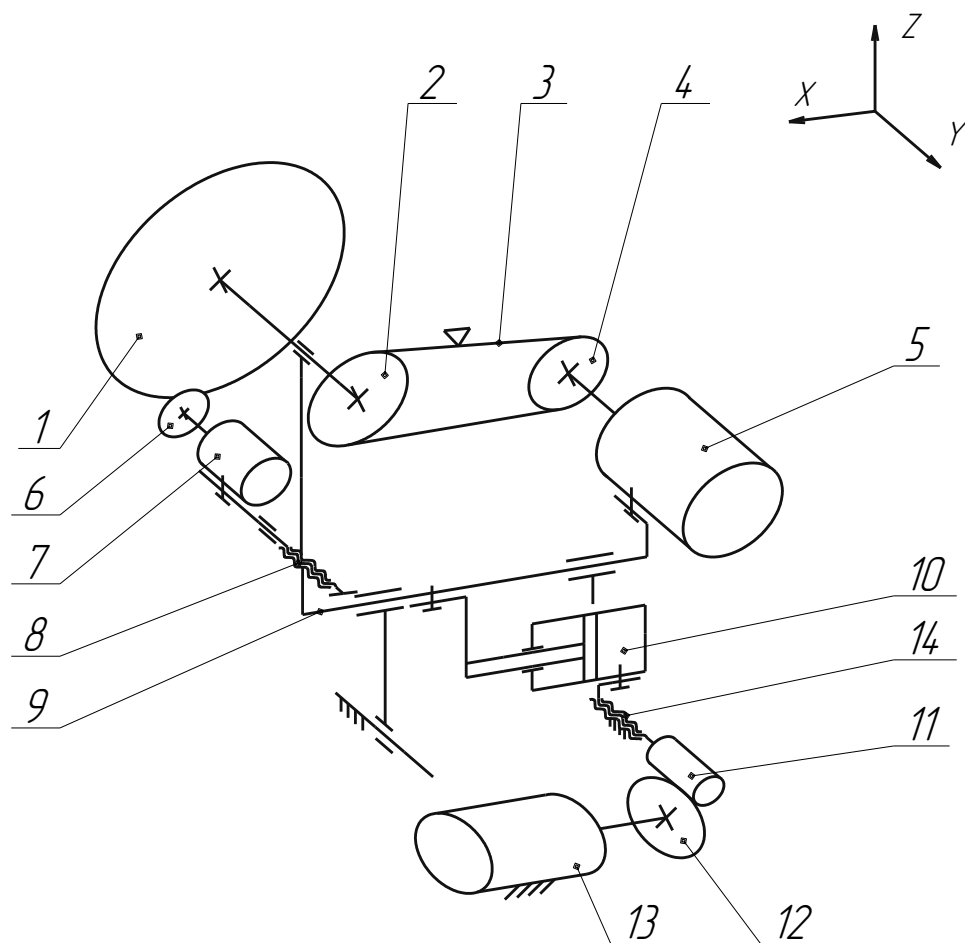


Рисунок 1.15 – Кінематична схема ріжучої головки

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Дисковий ніж 1 отримує обертання від двигуна 5 через клинопасову передачу (шків 2, 4, ремінь 3). Заточка дискового ножа здійснюється шліфувальним кругом 6, який отримує рух від електродвигуна 7. Заточувальний пристрій подається на ніж за допомогою гвинта 8. Поперечна подача ножа здійснюється від гідроциліндра 10, який переміщує каретку 9 з ножовим пристроєм. Поздовжня подача ножа забезпечується електродвигуном 13, який передає рух на ріжучий пристрій за допомогою черв'ячного редуктора 11-12 і шнекового приводу 14.

Для прикладу використання різних конфігурацій ножів розглянемо деякі види мобільних різальних верстатів, що використовуються в швейній промисловості для різання плоских деталей. У таблиці 1.1 наведені технічні дані трьох типів різальних машин Pannonia.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика мобільних розкрійних машин

Індекс	Клас машини		
	ЕЗМ-2	CS 529	CS 530
Габарити машини, мм	500x250x270	437x185x330	403x185x330
Максимальна ширина деки, що підлягає різанню	100	130	160
Хід ножа, мм	30	40	40
Розміри ножа (довжина, ширина, товщина)	180x20x0,6	220x22x0,7	220x22x0,7
Електродвигун: потужність, Вт	475	250	350
Напруга, В	380x220	380x220	380x220
Частота обертання валу, об/хв	3000	2800	2800
Вага машини, кг	15	15	18

За своєю конструкцією ці машини схожі, відрізняються вони лише технічними даними. Розглянемо конструкцію і принцип роботи найбільш поширеної машини типу CS 529-1A з заточувальним пристроєм (рис. 1.16).

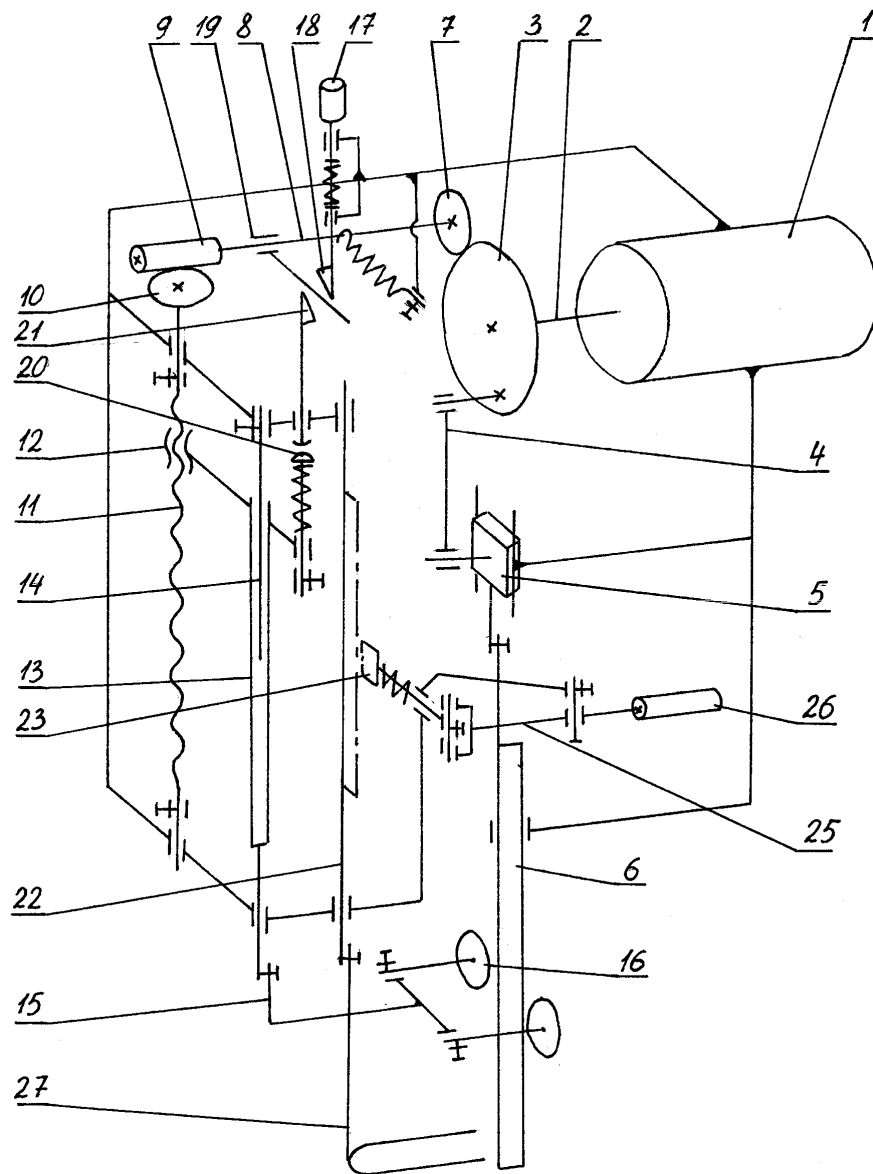


Рисунок 1.16 – Кінематична схема машини CS 529-1A

До передньої частини платформи прикріплений підпружинений навіс, який під час роботи машини відокремлює нижнє полотно настилу від поверхні столу, і вузька стійка. Для полегшення пересування машини по столу до пластинчастих пружин з нижньої частини платформи приєднані ролики з інтегрованими голчастими підшипниками. Голчасті підшипники

сприяють плавному переміщенню машини по даху терасного столу. Листові ресори використовуються для гасіння вібрацій під час роботи машини. Для зручності переміщення машини по столу передбачена ручка з чорного дерева. Запуск електродвигуна здійснюється натисканням на кнопку живлення, розташовану за рукояткою. Зверху на стійці встановлений трифазний короткозамкнений асинхронний електродвигун 1.

Передній кінець валу 2 електродвигуна виконаний у вигляді конуса, на якому кріпиться кривошип (маховик) 3. В отвір цього кривошипа вставляється запресований штифт в шарикопідшипниках. Верхня головка шатуна 4 надівається на палець, з'єднаний з повзунком 5, який знаходиться в напрямних. Ніж 6 кріпиться до відростка повзунка 5 за допомогою гвинта. Ніж встановлюється в напрямні пази стійки.

Передня частина машини закрита кожухом, в пазу якого встановлена зубчаста рейка 22. До нижньої частини цієї стійки прикріплена лапка 27. Висота лапки фіксується рукояткою 26 в такому положенні, що лапка злегка тисне на тканину, не допускаючи зміщення верхніх листів настилу вгору і вниз при русі ножа. Рукоятка закріплена на важелі 25, який з'єднаний з підпружиненою штангою 23. У вихідному положенні шток 23 під дією Весна. При натисканні на рукоятку 26 рейка 22 разом з лапкою здатна переміщатися по вертикалі в напрямних. Затискний пристрій з лапкою також служить для захисту пальців працівника від порізів ножів. Лезо ножа має двосторонню заточку із загальним кутом 15-20°.

Пристрій для заточування. Ролик 7, розташований на валу 8, взаємодіє з маховиком 3. На передньому кінці валу закріплений черв'як 9, який входить у зачеплення з черв'ячним колесом 10. Система ланок 7-9 розташована в корпусі, який має можливість обертатися щодо осі черв'ячного колеса 10. У вихідному положенні пружина прагне відвести ролик 7 від маховика 3. Шестерня 10 закріплена на ходовому гвинті 11, який виконаний з двома пазами: лівим і правим. При русі гайки 12 уздовж ходового гвинта в

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

крайньому і верхньому положеннях вона переходить на іншу різьбову гілку. Це забезпечує зворотно-поступальний рух гайки 12. Гвинт 11 розташований в напрямних корпусу.

Процес гайки 12 закріплений на втулці 13, на якій розташований кронштейн 15 з абразивними кругами 16. Втулка 13 включає в себе направляючу тягу 14, закріплену в корпусі. Також гайка 12 має другий відросток, в отворі якого розташований підпружинений штовхач 20. Штовхач може взаємодіяти з кулачком 21, а кулачок може взаємодіяти з важелем 19. Також важіль 19 може управлятися за допомогою кулачка 18, пов'язаного з кнопкою 17.

Пристрій працює наступним чином. При натисканні кнопки 17 кулачок 18 впливає на важіль 19, змушуючи його повертатися і підводити ролик 7 до маховика 3. Обертаються черв'як 9, черв'ячне колесо 10 і ходовий гвинт 11. Гайка 12 переміщається знизу вгору і назад, втулка 13, скоба 15 і абразивні круги 16 рухаються одночасно. Ніж заточений. При наближенні до найвищого положення штовхач 20 взаємодіє з кулачком 21 і останній підтягує важіль 19 у вихідне положення.

Машини з прямими ножами забезпечують більшу точність різання. Однак їх виконання залежить від гостроти леза. При невеликому затупленні лезо потрібно випрямити і заточити. Затуплення леза особливо помітно при різанні товстих і жорстких тканин, просочених тканин і синтетичних матеріалів. Гладке лезо використовується для різання не дуже жорстких тканин, зубчасте лезо використовується для різання важких тканин, що використовуються для спецодягу, а лезо повного типу використовується для різання синтетичних тканин.

У машинах CS 529 і CS 530 використовується гнотове центральне змащення кривошипно-шатунного механізму. Для цього у верхній частині корпусу машини встановлюється масляний резервуар з поміщеним в нього гнітом. Масло з бака надходить через гноти, укладені в трубки з

					<i>MPMA 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

полівінілхлориду, кінці яких закріплені в напрямних предметного скла 5. Розміщення гніту в пазах напрямних забезпечує рівномірне змащення санчат 5. Як зверху, так і знизу напрямних встановлені повстяні накладки, що запобігають витіканню масла і захищають тканину від забруднення. Масло заливається в бак за допомогою маслянки.

У машинах з вертикальним ножом швидкість руху ножа не постійна, вона змінюється від 0 до 4 м/с.

$$V_{cp} = \frac{2hn}{60}, \quad (1.1)$$

де n – частота обертання валу двигуна ($n=2800$ об/хв);

h – величина ходу ножа ($h=40$ мм).

$$V_{cp} = \frac{2 \cdot 0,04 \cdot 2800}{60} = 3,73 \frac{м}{с}.$$

Розкрійні машини з циркулярним ножом.

Пересувна машина з дисковим ножом марки ЕЗДМ-1 (рис. 1.17) призначений для різання низького настилу висотою до 50 мм по прямих лініях і для різання деталей з незначною кривизною. Робочим органом машини є дисковий ніж 6 діаметром 120 мм і товщиною 1,5 мм. Сфера застосування машин ЕЗДМ-1 менше, ніж машин ЕЗМ-2.

Диск 6 отримує обертання від трифазного електродвигуна 1 потужністю 220 Вт (напруга 220/380 В) через конічні шестерні 3 і 4 з передавальним числом $i=1:1$. Електродвигун змонтований зверху стійки верстата, стійка має форму диска з трохи більшим діаметром, ніж дисковий ніж. Нижня частина стійки кріпиться до платформи за допомогою гвинтів і шпильок управління.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

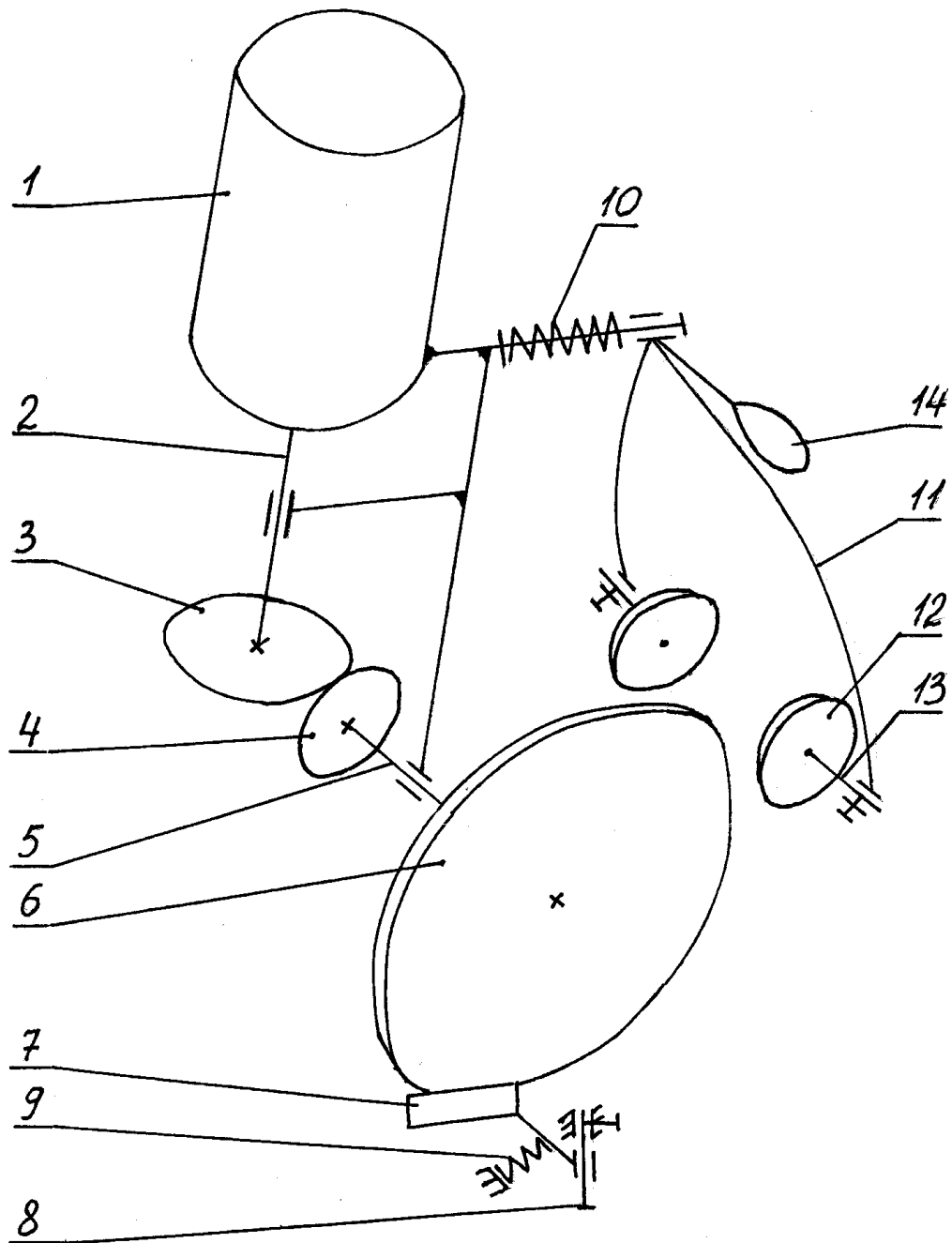


Рисунок 1.17 – Кінематична схема верстата ЕЗДМ-1

Платформа оснащена навісом і має чотири ролики в нижній частині для зручного переміщення машини. Крім дискового ножа на платформі встановлений нерухомий призматичний ніж 7, який під дією пружини 9 притискається до ріжучої кромки дискового ножа 6. Частота обертання валу двигуна становить 1400 об / хв.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

26

Окружна швидкість циркулярного ножа діаметром 120 мм складе:

$$V = \frac{\pi D n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,12 \cdot 1400}{60} \approx 9 \frac{м}{с}.$$

Циркулярний ніж обертається в одну сторону під час роботи машини, забезпечуючи притискання настилу до поверхні столу.

Для включення і зупинки електродвигуна в рукоятку вбудований перемикач. Рукоятка також використовується для переміщення машини по поверхні столу. Заточка ріжучої кромки циркулярного ножа здійснюється спеціальним пристосуванням, що складається з двох невеликих шліфувальних кругів 13, встановлених під рукояткою верстата.

Для активації заточувального пристрою великим пальцем правої руки натиснути пускову кнопку 14. Точильні камені підводяться до обертового круглого ножа. При повороті пускової кнопки точильні камені по черзі підходять до круглого ножа, домагаючись його заточування з двох сторін.

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2 РОЗРОБКА НАПІВАВТОМАТИЧНОЇ МАШИНИ ДЛЯ РОЗКРОЮ РУЛОНІВ ТКАНИНИ

2.1 Розробка кінематичної схеми напівавтоматичної машини для розкрою рулонів тканини

Напівавтомат призначений для розкрою рулонів на смуги в бобінах.
Область застосування – шкіргалантерейна промисловість.

Технічні характеристики напівавтомата:

1. Середня продуктивність, бобін/год: 60.
2. Мінімальна ширина смуг, що розрізаються, мм: 10.
3. Точність різки, мм: $\pm 0,5$.
4. Габаритні розміри початкової бухти, мм:
 - діаметр: 360;
 - довжина: 1600.
5. Висота осі головного валу над рівнем підлоги, мм: 1000.
6. Поздовжня подача ножа: автоматична.
7. Поперечна подача ножа: автоматична.
8. Швидкість обертання ножа, хв^{-1} : 409,5.
9. Електродвигуни:
 - привід головного валу:
 - 1) потужність, кВт: 1,6;
 - 2) швидкість обертання, хв^{-1} : 1000;
 - привід ножа:
 - 1) потужність, кВт: 1,1;
 - 2) швидкість обертання, хв^{-1} : 920;
 - привід заточування ножів:
 - 1) потужність, кВт: 0,25;
 - 2) швидкість обертання, хв^{-1} : 2720.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Сумарна потужність встановлених електродвигунів, кВт: 3,32.

11. Габаритні розміри, мм:

- довжина: 2790;

- ширина: 1760;

- висота: 1100.

12. Вага, кг: 1100.

13. Норма обслуговування, чол: 1.

Кінематична схема ріжучої головки напівавтоматичної машини для різання рулонів показана на рисунку 2.1.

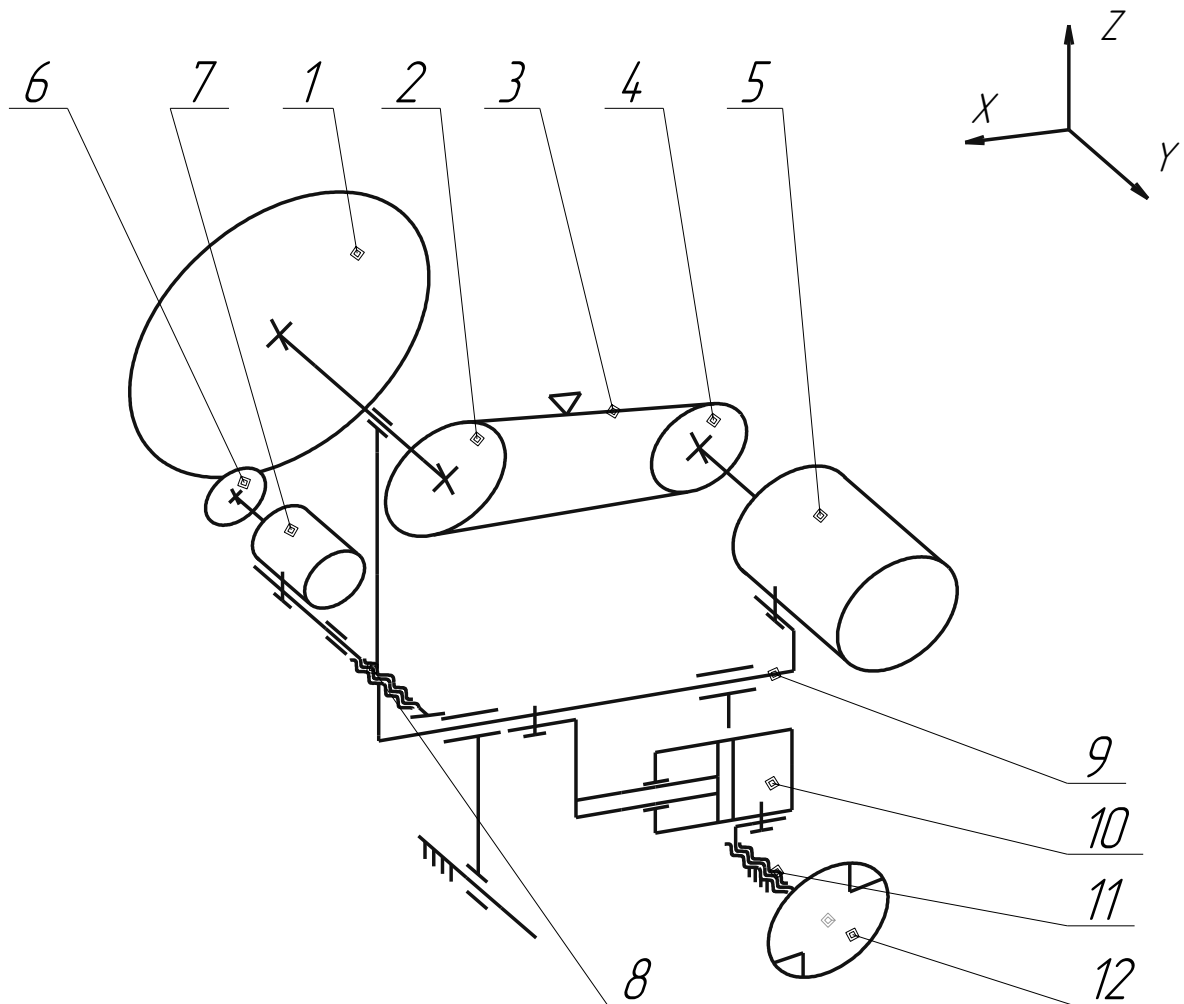


Рисунок 2.1 – Кінематична схема ріжучої головки

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Дисковий ніж 1 отримує обертання від двигуна 5 через клинопасову передачу (шків 2, 4, ремінь 3). Заточка дискового ножа здійснюється шліфувальним кругом 6, який отримує рух від електродвигуна 7. Заточувальний пристрій подається на ніж за допомогою гвинта 8. Поперечна подача ножа здійснюється від гідроциліндра 10, який переміщує каретку 9 з ножовим пристроєм. Поздовжня подача ножа забезпечується електродвигуном 13, який передає рух на ріжучий пристрій за допомогою черв'ячного редуктора 11-12 і шнекового приводу 14.

Крім ріжучої головки, напівавтомат оснащений механізмом головного вала, механізмом кочення і механізмом розмотування. На кінематичній схемі напівавтомата (рис. 2.2, положення продовжуються) передається збірна конструкція головного валу 15, дві частини якого з'єднані шарнірною муфтою 16 для роз'єднання робочої частини валу і втягування його в сторону навколо шарніра 17 для зняття котушок. Головний вал приймає рух від електродвигуна 21 через клинопасову передачу (шків 18, 20, пояс 19).

Механізм кочення і механізм розмотування виконують ті ж функції, що і за призначенням. Рулони на паличках укладають на барабани прокатного механізму, а рулони з картонними втулками насаджують на вал розмотувального механізму і піднімають з обох боків конусними затисками. Розмотувальний механізм являє собою збірну конструкцію 22, що складається з двох валів з'єднаних між собою шарнірною муфтою 23, що забезпечує від'єднання деталей валу один від одного і обертання однієї з них навколо шарніра 24. Для вирівнювання краю матеріалу механізм оснащений пневматичним циліндром 25. Механізм прокатки складається з двох барабанів 26, з'єднаних між собою хомутами і з'єднаних зі штоком пневмоциліндра 27 пристроєм для вирівнювання кромки матеріалу.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

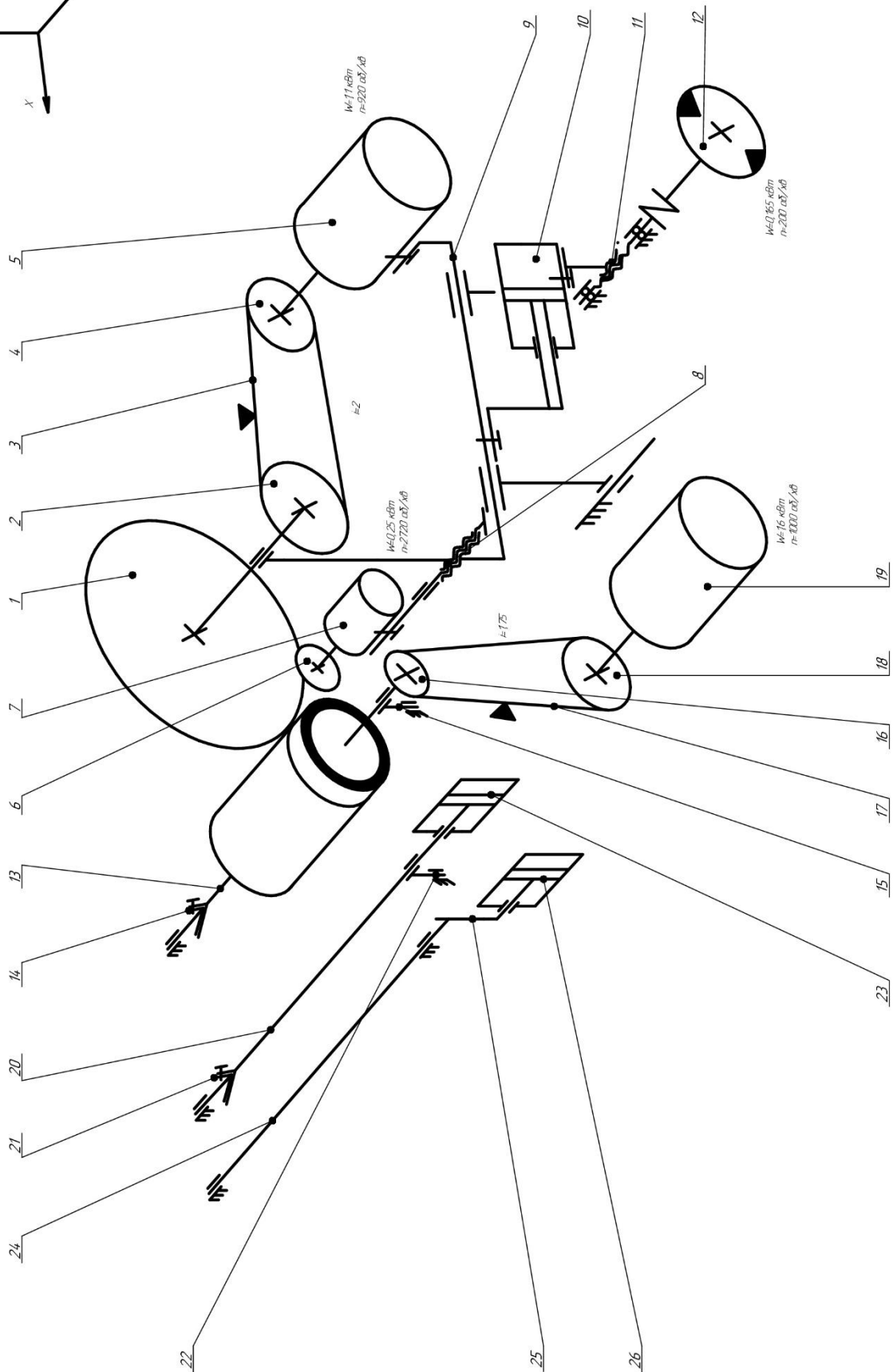
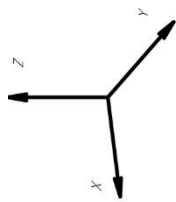


Рисунок 2.2 – Кінематична схема напівавтомата для розкрою рулонів тканини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

2.2 Розробка пневмогідрравлічної системи керування

Пневмогідрравлічна схема керування напівавтоматом показана на рисунку 2.3.

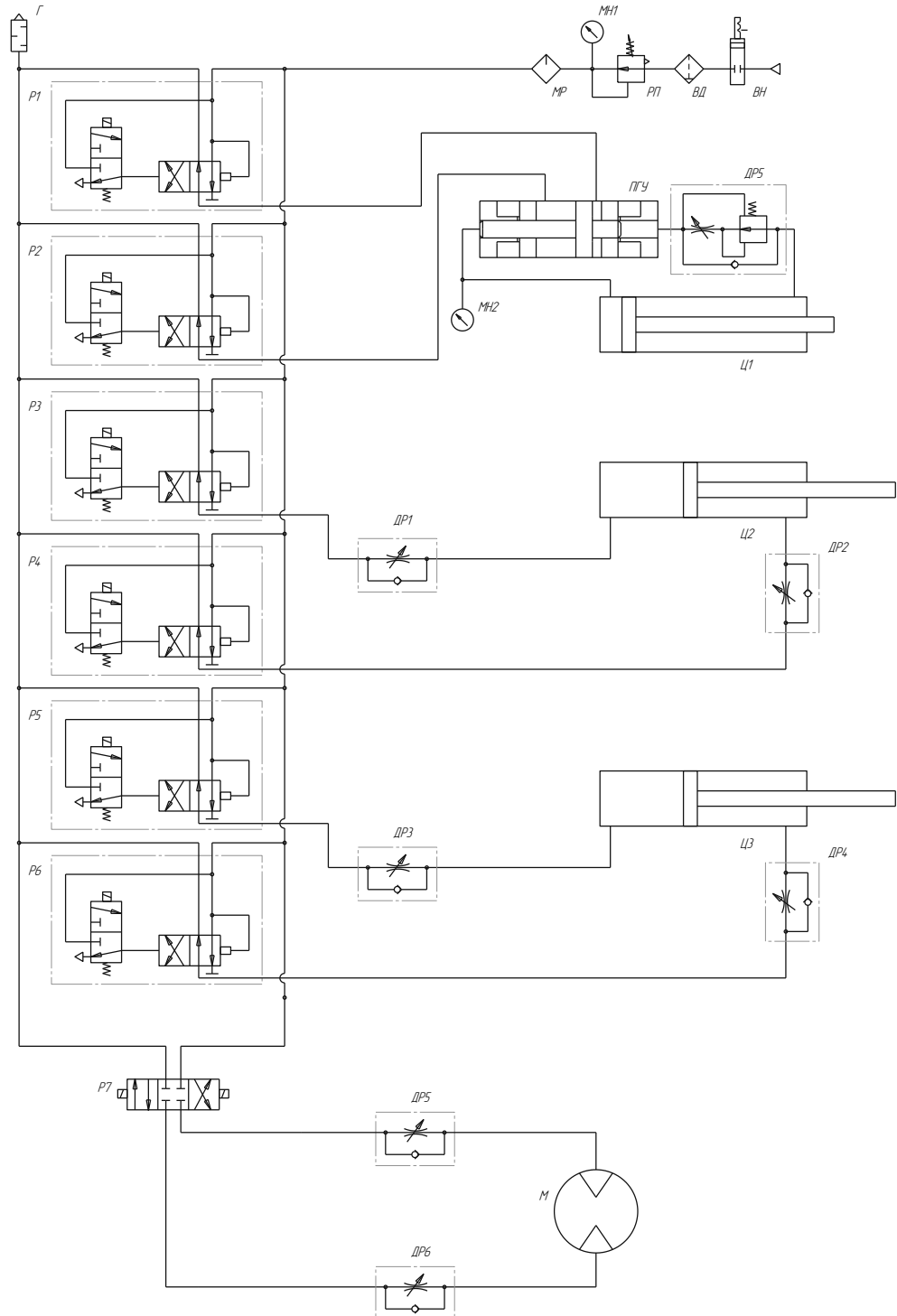


Рисунок 2.3 – Пневмогідрравлічна схема керування напівавтоматичною машиною

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

32

Виконавчими механізмами на ньому є циліндр Ц1 поперечної подачі дискового ножа, циліндр Ц2 механізму кочення, циліндр Ц3 механізму розкручування, поворотний реверсивний гідромотор М механізму поздовжньої подачі дискового ножа. Поршень зі штоком циліндра Ц1 приймає зворотно-поступальний рух з магістралі через пневморозподільник Р1 (у зворотному напрямку - Р2), пневматичний дросель ДР1 (в зворотному напрямку - ДР2) і пневмогідравлічний підсилювач ППП. Система керування іншими виконавчими механізмами, завдяки незалежності їх рухів один від одного, аналогічна описаної для циліндра С1 поперечної подачі циркулярного ножа, за винятком того, що в інших випадках немає необхідності в пневматичному гідропідсилювачі.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						33
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 РОЗРАХУНКИ НАПІВАВТОМАТИЧНОЇ МАШИНИ ДЛЯ РОЗКРОЮ РУЛОНІВ ТКАНИНИ

3.1 Розрахунок зусиль різання і визначення потужності електродвигуна приводу ножа

Визначимо V_n – швидкість обертання круглого ножа:

$$V_n = \frac{\pi \times D_n \times n_n}{60 \times 1000} = \frac{3,14 \times 580 \times 409,5}{60 \times 1000} = 12,4 \text{ м / с.}$$

Визначимо швидкість різання V_p .

Швидкість поперечної подачі V_p є швидкістю руху штока гідроциліндра поперечної подачі. Швидкість різання (див. рис. 3.1) визначається за формулою:

$$V_p = \sqrt{V_n^2 + V_n^2} = \sqrt{12,4^2 + 0,125^2} = 12,4 \text{ м / с.}$$

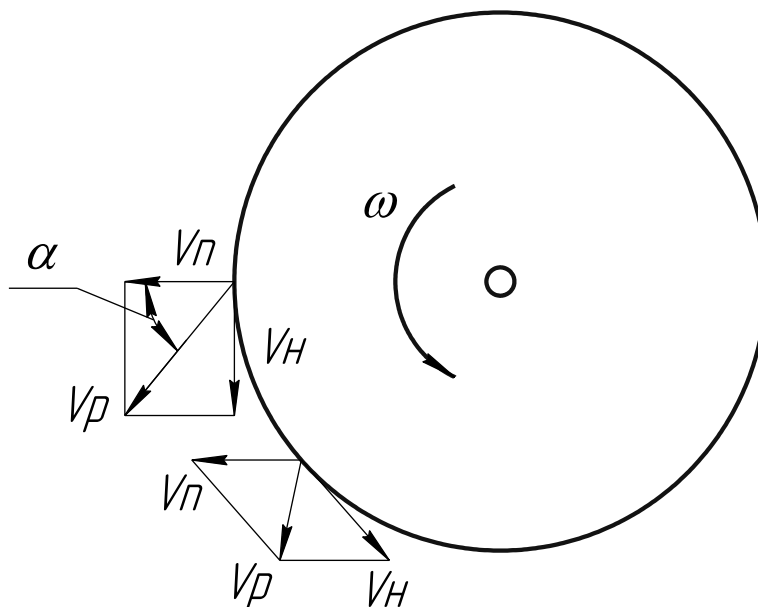


Рисунок 3.1 – План швидкостей

					MPMA 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{V_n}{V_n} = \frac{12,4}{0,125} = 99,2.$$

Схема взаємодії ножа і рулону показана на рисунку 3.2.

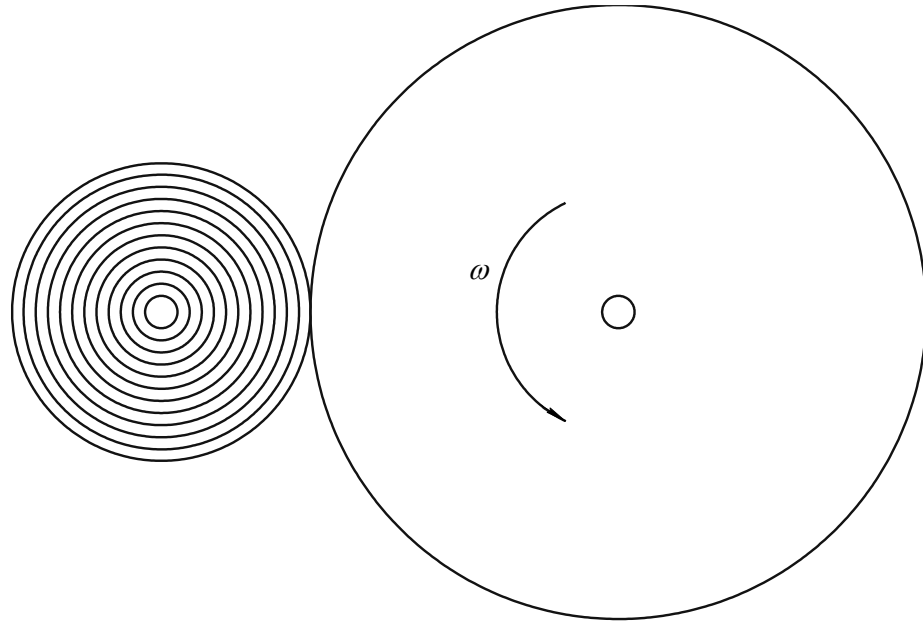


Рисунок 3.2 – Схема взаємодії ножа і рулону

Щоб визначити силу подачі ножа на матеріал, потужність подачі ножа, крутний момент ножа та силу обертання ножа, ми складемо рівняння сили для матеріалу та для ножа. Схеми сил, що діють на рулон матеріалу і на дисковий ніж, показані на рисунках 3.3, 3.4:

де β_0 - конструкційний кут різання;

β_p - робочий кут різання;

$N1$ - сила нормального тиску матеріалу на ніж (або нормальна реакція тиску ножа на матеріал, для рис. 3.4), Н;

$F1$ - сила тертя матеріалу об бічні кромки ножа (або сила тертя ножа об матеріал, для рис. 3.4), Н;

$N2$ - сила нормального тиску матеріалу на підшипники головного валу, Н;

$F2$ - сила тертя в підшипниках головного валу, Н;

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

N_3 – нормальна реакція ножових підшипників, Н;

F_3 - сила тертя в ножових підшипниках, Н;

P_p - поперечна сила подачі ножа, Н;

P_n - сила з моменту обертання ножа, Н;

N_p - поперечна потужність подачі ножа, Н;

N_n - сила обертання ножа, Н;

f_1 - коефіцієнт ковзання матеріалу по бічних кромках ножа, $f_1 = 0,95$ [1];

f_3 - коефіцієнт тертя кочення в ножових підшипниках, $f_3 = 0,01$ [1].

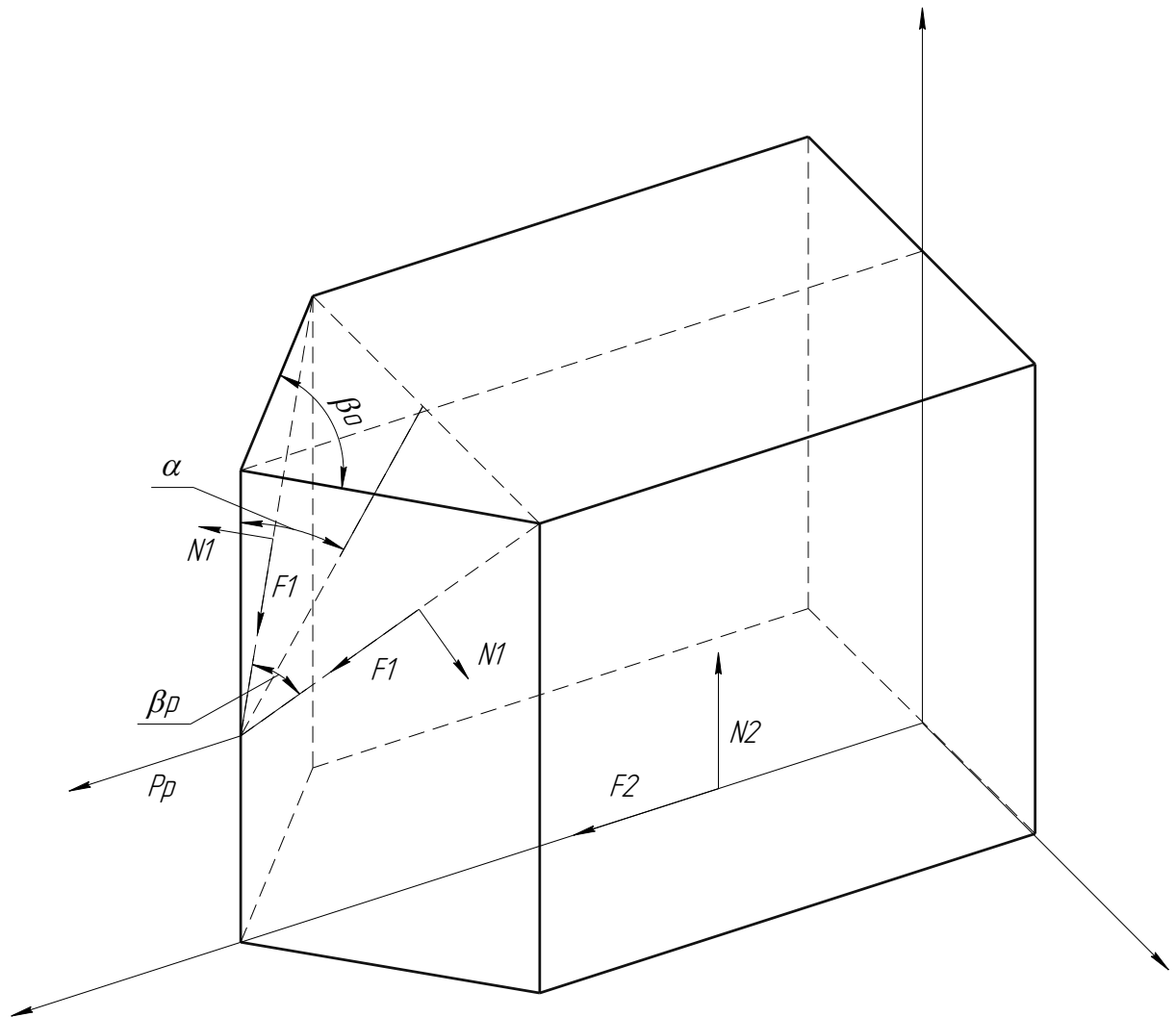


Рисунок 3.3 – Схема сил, що діють на рулон тканини

З динаміки різання циркулярним ножом отримаємо наступні формули для розрахунку необхідних сил і потужностей:

					MPMA 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$\begin{aligned}
 P_p &= 2N_1 \left(f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\beta_o}{2} \right); \\
 N_p &= \frac{N_1 V_n}{51} \left(f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\beta_o}{2} \right); \\
 P_n &= 2N_1 \left(f_3 \sin \frac{\beta_o}{2} + f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \cos \alpha \right); \\
 N_n &= \frac{N_1 V_n}{51} \left(f_3 \sin \frac{\beta_o}{2} + f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \cos \alpha \right).
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

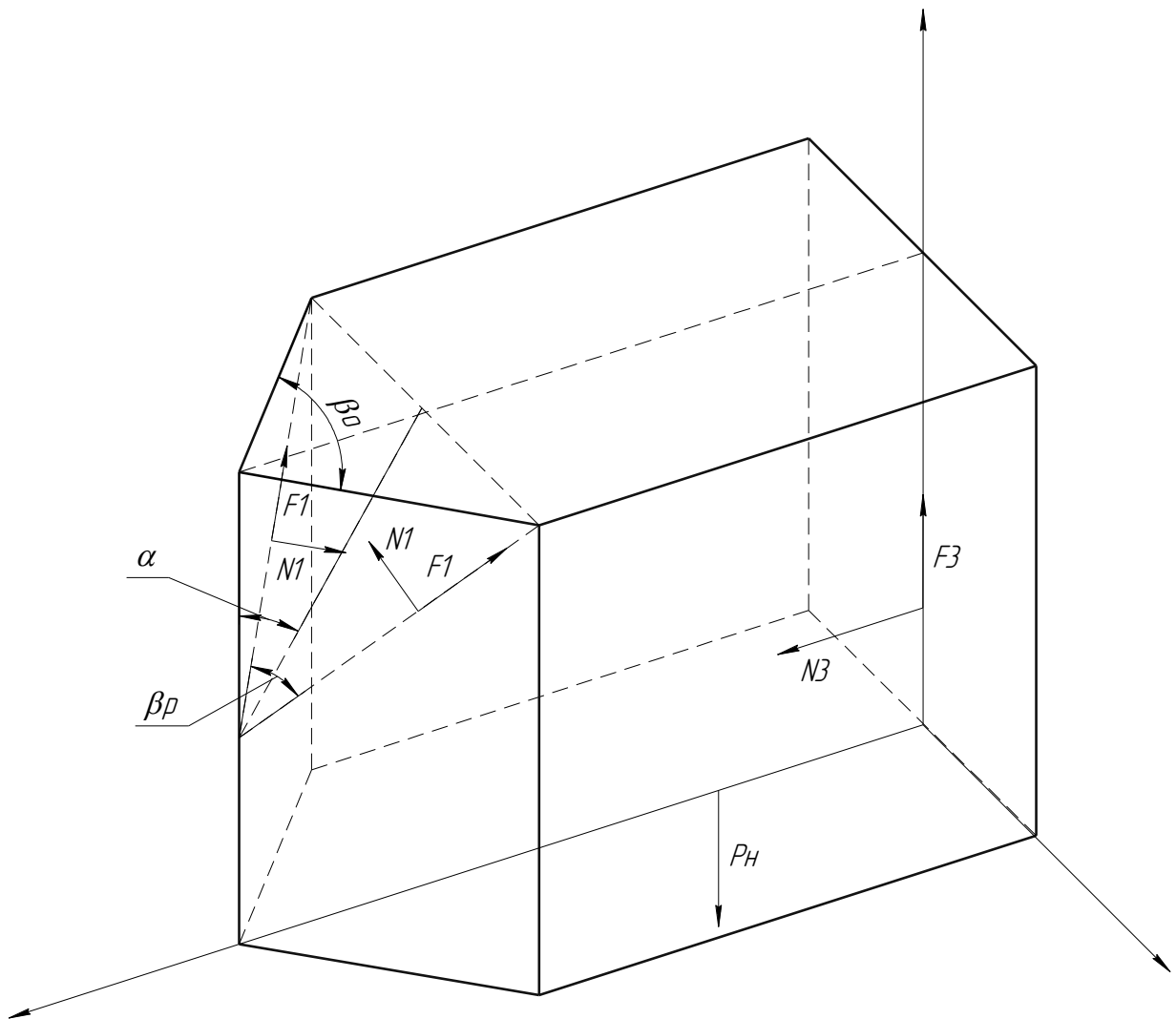


Рисунок 3.4 – Діаграма сил, що діють на круглий ніж

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MPMA 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

37

У свою чергу, нормальною реакцією тиску ножа на матеріал буде:

$$N_1 = qLk_1k_2, \quad (2)$$

де q - питома сила різання, Н/м [1];

L - середня лінія різу, м, візьмемо $L = D_{рулона} / 2 = 0,36 / 2 = 0,18 м$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує затуплення кромки ножа [1];

k_2 - коефіцієнт, що враховує вплив кута заточування на силу різання

[1].

Тоді:

$$N_1 = qLk_1k_2 = 210 \times 0,18 \times 0,91 \times 1,01 = 34,7 Н.$$

$$P_p = 2N_1 \left(f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\beta_o}{2} \right) = 2 \times 34,7 \left(0,95 \times \cos \frac{0,17^\circ}{2} \sin 89,5^\circ + \sin \frac{15^\circ}{2} \right) = 75 Н;$$

$$N_p = \frac{N_1 V_n}{51} \left(f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \sin \alpha + \sin \frac{\beta_o}{2} \right) = \frac{34,7 \times 0,125}{51} \left(0,95 \times \cos \frac{0,17^\circ}{2} \sin 89,5^\circ + \sin \frac{15^\circ}{2} \right) = 0,1 кВм;$$

$$P_n = 2N_1 \left(f_3 \sin \frac{\beta_o}{2} + f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \cos \alpha \right) = 2 \times 34,7 \left(0,01 \times \sin \frac{15^\circ}{2} + 0,95 \times \cos \frac{0,17^\circ}{2} \cos 89,5^\circ \right) = 8,68 Н;$$

$$N_n = \frac{N_1 V_n}{51} \left(f_3 \sin \frac{\beta_o}{2} + f_1 \cos \frac{\beta_p}{2} \cos \alpha \right) = \frac{34,7 \times 12,4}{51} \left(0,01 \times \sin \frac{15^\circ}{2} + 0,95 \times \cos \frac{0,17^\circ}{2} \cos 89,5^\circ \right) = 1,05 кВм.$$

Розрахунок клинового ремня.

Для передачі моменту, що крутить, від електродвигуна до дискового ножа в проектованому приводі використовується клиноремenna передача.

Виходячи з номограми умов експлуатації ремня, вибираємо тип секції А [9].

Крутний момент на ведучому шківі:

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$T_1 = 9,55 \times 10^3 \frac{N_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}} = 9,55 \times 10^3 \frac{1,1}{920} = 11,4 \text{кН} \cdot \text{м}.$$

Діаметр ведучого шківa розраховується за формулою:

$$d_1 = 12\sqrt{T_1} = 30,3 \times \sqrt[3]{11,4} = 68,1 \text{мм}.$$

Приймаємо діаметр шківa як $d_1 = 71$ мм.

Діаметр веденого шківa обчислюється за виразом:

$$d_2 = i_{\text{рм}} d_1 (1 - \varepsilon) = 2,02 \cdot 71 \cdot (1 - 0,015) = 141 \text{мм},$$

де ε - коефіцієнт ковзання ременя.

Підберемо діаметр веденого валу, що дорівнює $d_2 = 140$ мм і задаємо передавальне число ремінної передачі:

$$i_{\text{рм}} = \frac{d_2}{d_1 (1 - \varepsilon)} = \frac{140}{71 \cdot (1 - 0,015)} = 2,00.$$

Мінімальне значення міжосьової відстані:

$$a_{\text{min}} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0 = 0,55 \cdot (71 + 140) + 10,5 = 127 \text{ мм},$$

де T_0 - висота секції стрічки для обраного типу перерізу [9].

Максимальне значення міжосьової відстані [9]:

$$a_{\text{max}} = 2(d_1 + d_2) = 2(71 + 140) = 422 \text{ мм}.$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо значення робочої міжосьової відстані $a_p = 400$ мм.

Розрахункова довжина ременя становить [9]:

$$L = 2a_p + \frac{\pi \cdot (d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_p} = 2 \cdot 400 + \frac{\pi \cdot 211}{2} + \frac{(140 - 71)^2}{4 \cdot 400} = 1134 \text{ мм.}$$

Значення довжини ременя беремо зі стандартної серії рівним $L=1120$ мм.

$$a_p = 0,25 \cdot \left((L - w) + \sqrt{(L - w)^2 - 2y} \right) \quad (3)$$

де $w = 0,5 \cdot \pi \cdot (D1 + D2) = 0,5 \cdot \pi \cdot 211 = 331$ мм;

$y = (d2 - d1)^2 = (140 - 71)^2 = 4761$ мм².

В результаті маємо:

$$a_p = 0,25 \cdot \left((1120 - 331) + \sqrt{(1120 - 331)^2 - 2 \cdot 4761} \right) = 393 \text{ мм.}$$

При монтажі редуктора необхідно забезпечити можливість зменшення міжосьової відстані на $0,01 \cdot L = 11$ мм для більш зручного надягання ременів на шків і можливості його збільшення на $0,025 \cdot L = 28$ мм для збільшення натягу ременя.

Розрахуємо характеристики потужності ремінної передачі. Кут обхвату меншого шківа складе:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a_p} = 180 - 57 \frac{140 - 71}{393} = 170^\circ.$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Необхідна кількість ременів в передачі розраховується за виразом:

$$z = \frac{NC_p}{P_0 C_L C_\alpha C_z}. \quad (4)$$

де P_0 - потужність, дозволена до передачі одним ременем, $P_0 = 0,88$ кВт [9].

Разом отримуємо:

$$z = \frac{1,1 \cdot 1,0}{0,88 \cdot 0,92 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,02,$$

Припустимо, що число ременів дорівнює $z = 2$.

Попереднє натягування гілок клинового ременя:

$$F_0 = \frac{850NC_p C_z}{zv C_\alpha} + \theta v^2 = \frac{850 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,75}{2 \cdot 3,42 \cdot 0,9} + 0,18 \cdot 3,42^2 = 117N,$$

де v - окружна швидкість ведучого шківів,

$$v = \omega_{ДВ} \times \frac{d_1}{2} = \frac{\pi n_{ДВ} \times d_1}{60} = \frac{\pi \times 920 \times 71 \cdot 10^{-3}}{60} = 3,42 \text{ м/с},$$

θ - коефіцієнт відцентрової сили, $\theta = 0,18 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$.

Сила, що діє на вали:

$$F_e = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin(\alpha_1/2) = 2 \cdot 117 \cdot 3 \cdot \sin(170^\circ/2) = 699 \text{ Н}.$$

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина обода шківів знаходиться за формулою:

$$B_{ш} = (z-1) \cdot e + 2f = (3-1) \cdot 15 + 2 \cdot 10 = 50 \text{ мм},$$

де $e=15$ мм, $f=10$ мм – розміри канавок [9].

Розрахунок потужності приводу.

Режим навантаження ротора електродвигуна безперервний.

Потужність приводного двигуна визначається за формулою:

$$N_{ДВ} = \frac{N_n}{\eta_{пр}}, \quad (5)$$

де $\eta_{пр}$ – загальна ефективність приводу.

Так як рух передається на робочий орган тільки клинопасною передачею, $\eta_{пр} = \eta_{кп} = 0,95$.

Тоді потужність двигуна буде дорівнює:

$$N_{ДВ} = \frac{N_n}{\eta_{пр}} = \frac{1,05}{0,95} = 1,1 \text{ кВт}.$$

Кутова частота обертання двигуна визначається за формулою:

$$\omega_0 = \frac{\pi \times n_0}{30}, \quad (6)$$

де n_0 - синхронна частота обертання ротора.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$n_0 = \frac{n_{ДВн}}{1-0,1} = \frac{n_n \times i_{КП}}{0,9} = \frac{409,5 \times 2,02}{0,9} = 919 \text{ хв}^{-1},$$

$$\omega_0 = \frac{\pi \times n_0}{30} = \frac{\pi \times 919}{30} = 96,2 \text{ рад / с.}$$

За розрахунковими значеннями підбираємо електродвигун 4А80В693 1М 3081 (N=1,1кВт, n=920 хв⁻¹).

3.2 Розрахунок зусиль подачі і визначення гідроциліндра приводу відрізної головки

Дисковий ніж 1 (рис. 2.1) отримує поперечну подачу від гідроциліндра 10. Сила подачі визначається за формулою:

$$F_n = F_m \cdot f + F_p, \quad (7)$$

де F_m - сила тяжіння кругової ножової каретки, $F_m = 1375\text{Н}$;

f - коефіцієнт ковзання каретки по напрямних, $f = 0,4$;

F_p - сила різання, Н

Тоді:

$$F_n = 1375 \cdot 0,4 + 75 = 625\text{Н.}$$

Вихідними даними для розрахунку параметрів гідроциліндра з поперечним потоком є:

- тиск в системі $p_n = 4\text{МПа}$;
- швидкість руху $V_n = 0,125\text{ м/с}$;
- сила переміщення $P_p = 625\text{Н}$.

Діаметр поршня гідроциліндра визначається за формулою:

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$D_{II} = \sqrt{\frac{4kP_p}{\pi p_n (1 - \varphi_0^2)}}, \quad (8)$$

де k - коефіцієнт запасу міцності ($k=1,5-2$);

φ_0 - це відношення між діаметром поршня і штока гідроциліндра ($\varphi_0 = 0,3-0,5$).

Тоді:

$$D_{II} = \sqrt{\frac{4 \times 2 \times 625}{\pi \times 4 \cdot 10^6 (1 - 0,45^2)}} = 0,022 \text{ м},$$

за стандартним діапазоном $D_{II}=25$ мм, то діаметр стрижня складе:

$$d_w = \varphi D_{II} = 0,4 \times 25 = 10 \text{ мм}.$$

Хід поршня дорівнює величині максимального прогину кромки матеріалу, тобто $\Delta = 20$ мм, тоді довжина внутрішньої порожнини гідроциліндра $l = \Delta + \lambda = 20 + 6 = 26 \text{ мм}$, де λ - товщина поршня.

Буде визначатися витрата гідроциліндра:

$$Q_H = \frac{\pi(D_{II}^2 - d_w^2)}{4} V_{II} = \frac{\pi(0,025^2 - 0,01^2)}{4} 0,05 = 2,06 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с} = 1,24 \text{ л} / \text{хв}.$$

Діаметр стінок гідроциліндра буде визначатися з умови для сталі 20Х:

$$\delta \geq \frac{p_n D_{II}}{[\sigma]} = \frac{p_n D_{II} n}{\sigma_T \varepsilon} = \frac{4 \cdot 10^6 \times 0,025 \times 1,25}{638 \times 10^6 \times 0,7} = 2,8 \times 10^{-4} \text{ м},$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

візьмемо $\delta=4$ мм.

Тоді зовнішній діаметр гідроциліндра буде:

$$D_{\text{ц}} = D_{\text{п}} + 2\delta = 25 + 2 \times 4 = 33 \text{ мм.}$$

3.3 Розрахунок сил руху ріжучої головки і визначення потужності електродвигуна приводу для позиціонування ріжучої головки

Рух ріжучої головки по направляючому валу по катушці здійснюється за допомогою гідромотора 12 через ходовий гвинт 11 (рис. 2.1). Сила поздовжньої подачі визначається за формулою:

$$F_n = F_t \cdot f, \quad (9)$$

де F_t - сила тяжіння кругової ножової каретки, $F_t = 2400$ Н;

f - коефіцієнт ковзання каретки на напрямних, $f = 0,4$.

Тоді:

$$F_n = 2400 \cdot 0,4 = 960 \text{ Н.}$$

Для початку розрахуємо шнековий шлейф.

Вибір матеріалів:

- 1) Шнек – сталь 18 НГТ азотована [14];
- 2) Гайка – бронза Бр ОФ-10-1 [14].

Визначити допустимі навантаження:

Допустимий тиск в різьбі $[q]=10$ МПа;

Для гайки:

$[\tau]=40$ МПа – напруження на зріз;

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$[\sigma_{см}] = 80 \text{ МПа}$ – напруження на зминання;

$[\sigma_p] = 40 \text{ МПа}$ – напруження на розтяг;

Для гвинта:

$[\sigma] = \sigma_t / [n]$ – напруження на розтяг та зріз;

$\sigma_t = 400 \text{ МПа}$ – межа текучості;

$[n] = 3$ – коефіцієнт запасу міцності;

$[\sigma] = 400 / 3 = 133 \text{ МПа}$.

Вибираємо профіль різьби – трапецеїдальна.

$\psi_H = 0,5$ - коефіцієнт висоти гайки [14], приймаємо гайку цільну.

З умови забезпечення зносостійкості визначаємо середній діаметр різьби [14]:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{F_a}{\pi \cdot \Psi_H \cdot \Psi_h \cdot [q]}}, \quad (10)$$

де F_a - осьова сила передачі, N, $F_a = F_p = 960 \text{ N}$;

ψ_h - коефіцієнт висоти різьби, для трапецієподібної $\psi_h = 0,5$ [14].

$$d_2 = \sqrt{\frac{960}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 10}} \approx 7,1 \text{ мм}.$$

Виходячи з конструктивних міркувань, припустимо, що діаметр трапецієподібної різьби $d = 40 \text{ мм}$, крок $t = 12 \text{ мм}$ при числі проходів $P = 4$ [14].

Визначаємо кут підйому гвинтової лінії за формулою [14]:

$$\gamma = \arctg(t \cdot P / \pi \cdot d_2) = \arctg(12 \cdot 4 / 3,14 \cdot 37) = 0,392 \text{ рад}.$$

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо приведений кут тертя ρ [14]:

$$\rho = \arctg f / \cos \delta,$$

де $f = 0,1$ - коефіцієнт тертя ковзання;

$\delta = 150$ - кут нахилу робочої сторони профілю різьби;

$$\rho = 0,103 \text{ рад.}$$

Визначаємо ККД передачі з урахуванням втрат в опорах та в різьбі [14]:

$$\eta_{в.п.} = 0,95 \cdot \eta, \quad (11)$$

де $\eta = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg}(\gamma + \rho) = \operatorname{tg}(0,392) / \operatorname{tg}(0,392 + 0,103) = 0,766$.

$$\eta_{в.п.} = 0,95 \cdot \eta = 0,95 \cdot 0,766 = 0,728.$$

Визначаємо необхідну потужність для обертання гвинта [14]:

$$N = F_a \cdot v / 1000 \cdot \eta = 960 \cdot 0,125 / 1000 \cdot 0,728 = 0,165 \text{ кВт.}$$

Визначаємо необхідну кількість обертів гвинта:

Для робочого ходу:

$$n_{вр} = 60 \cdot v_2 / t \cdot p = (60 \cdot 125) / (12 \cdot 4) = 156 \text{ хв}^{-1};$$

Розрахунок випробування гвинт-гайка.

Основним критерієм працездатності трансмісії є зносостійкість, яка оцінюється за середнім тиском між різьбою гвинта і гайки [14]:

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$q = \frac{F_a}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot z} \leq [q], \quad (12)$$

де H_1 - робоча висота перерізу, мм, визначається для трапецієподібної різьби [14]:

$$H_1 = 0,5t = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм},$$

z - число витків різьби в гайці, що визначається за формулою:

$$z = H_r / t \quad (13)$$

де H_r - висота гайки.

Тоді:

$$z = 1200 / 12 = 100.$$

$$q = \frac{960}{\pi \cdot 37 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 100} = 200 / (3,14 \cdot 114 \cdot 1 \cdot 13) = 0,137 \text{ МПа},$$

$0,137 < 10$, гвинт задовольняє умову.

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_{\text{кр}}^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot F_a}{\pi \cdot d_1^3}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{T}{0,2 \cdot d_1^3}\right)^2} \leq [\sigma_{\text{сж}}], \quad (14)$$

де T - крутний момент, Нм, визначається за формулою:

$$T = 0,5d_2 \cdot F_a \cdot \text{tg}(\gamma + \rho) = 0,5 \cdot 37 \cdot 960 \cdot \text{tg}(0,392 + 0,103) = 9,59 \text{ Нм}.$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$\sigma_{\text{экр}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot F_a}{\pi \cdot d_1^3}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{T}{0,2 \cdot d_1^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 960}{\pi \cdot 43^3}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{9590}{0,2 \cdot 43^3}\right)^2} = 1,04 \text{ Н / мм}^2,$$

1,04 < 133, гвинт задовольняє умову міцності.

За отриманими значеннями швидкості обертання і необхідної потужності підбираємо роторний гідромотор 4МГ 15-13 [4].

3.4 Розрахунок приводу обертання рулону та визначення потужності приводного двигуна

Розрахунок проводиться для головного вала, представленого положенням 15 на рис. 2.2. Для забезпечення необхідної динаміки обмотки котушки на головному валу слід забезпечити умову:

$$M_{KP} > kM_C, \quad (15)$$

де M_{KP} - крутний момент на валу;

k - коефіцієнт запасу міцності, припустимо, рівний 1,2;

M_C - момент дії сил опору. У свою чергу, момент сил опору є сумою моментів сил тертя і моментів інерційних сил:

$$M_C = M_{TP} + M_{IH}. \quad (16)$$

Обчислюється момент виникнення сил інерції:

$$M_{IH} = I \cdot \varepsilon = \frac{mR^2}{2} \varepsilon = \frac{2\pi R l \rho R^2}{2} \varepsilon = \pi R^3 l \rho \varepsilon = \pi \times 0,08^3 \times 2,2 \times 7800 \times 0,2 = 5,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Момент сил тертя буде визначатися з урахуванням радіальної складової реакції в шарикопідшипнику:

$$M_{TP} = R_A \times \frac{D}{2} = 53 \times \frac{0,08}{2} = 2,12 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_C = M_{TP} + M_{IH} = 5,5 + 2,12 = 7,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тоді необхідний крутний момент повинен бути не менше:

$$kM_C = 1,2 \times 7,6 = 9,12 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Кінематична схема приводу наведена на рис. 2.2. Режим навантаження ротора електродвигуна безперервний.

Потужність приводного двигуна визначається за формулою:

$$N_H = \frac{M_H \times \omega_0}{\eta_{np}} = \frac{M_{KP} \times i_{KP} \times \omega_0}{\eta_{np}}, \quad (17)$$

де M_H - номінальний крутний момент, що розвивається на валу електродвигуна, Н·м;

ω_0 – синхронна кутова швидкість ротора;

$$\omega_0 = \frac{\pi \times n_0}{30} \text{ рад/с},$$

де n_0 - частота обертання синхронного ротора;

$$n_0 = \frac{n_n}{1 - 0,1} = \frac{n_{zv} \times i_{kn}}{0,9} = \frac{1350 \times 1,5}{0,9} = 1000 \text{ об/хв}.$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Тоді:

$$\omega_0 = \frac{\pi \times n_0}{30} = \frac{3,14 \times 1000}{30} = 105 \text{ рад/с,}$$

η_{np} - загальний ККД приводу.

Так як рух передається на робочий орган тільки клинопасною передачею, то $\eta_{np} = \eta_{kn} = 0,95$.

Тоді потужність двигуна буде дорівнювати:

$$N_H = \frac{M_{кр} \times i_{кп} \times \omega_0}{\eta_{np}} = \frac{9,12 \times 1,5 \times 105}{0,95} = 1,51 \text{ кВт.}$$

За розрахунковими значеннями підбираємо електродвигун 4А90С987 1М 3081 (N=1,6кВт, n=1000 хв⁻¹).

3.5 Розрахунок параметрів пневмоциліндрів рівняння кромки

У системі управління напівавтоматичної машини використовуються два пневмоциліндра (поз. 25, 28 на рис. 2.2) для суміщення кромки розмотувача бухти і пристрою прокатки бухти. Пневматичний привід має наступні переваги по відношенню до гідравлічного приводу: більш висока швидкість руху поршня (0,2... 0,5 м/с); відсутні патьоки масла, які можуть забруднити робоче місце; більш низька вартість за рахунок відсутності індивідуальної насосної станції і більш низьких вимог до якості обладнання, пожежної та вибухобезпеки.

Основні недоліки пневматичного приводу в порівнянні з гідравлічним: малі зусилля на штоку (20...60 Н/см²); нерівномірний рух поршня при

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

змінному навантаженні на шток через стисливість повітря; нижчий ККД через витік стисненого повітря.

Будова пневматичного приводу. Носієм механічної енергії в пневматичному приводі є стиснене повітря. Промислові підприємства мають компресорні станції, які здійснюють централізовану подачу всіх технологічних пристроїв і обладнання. Розподіл повітря здійснюється по магістральних трубопроводах, що з'єднують заповнений стисненим повітрям резервуар (ресивер) зі споживачами стисненого повітря.

Вибираємо тиск повітря в робочій порожнині пневматичного циліндра P_m (20, 30, 40, 50, 60) Н/см², беремо $P_m = 50$ Н/см.

Визначте діаметр D пневматичного циліндра за формулою:

$$D_{II} = \sqrt{\frac{4kP_{пол}}{\pi(p_m - p_a)}}$$

де k - коефіцієнт запасу міцності, що дорівнює 1,5... 2, і з урахуванням втрат на тертя в ущільненнях, падіння тиску через підсмоктування повітря;

$P_{пол}$ - максимальне зусилля на штоку, Н, визначається за формулою:

$$P_{пол} = mg \cdot f + m \cdot a = mg \cdot f + m \cdot \Delta V / \Delta t = F_p \cdot f + m \cdot (V_2 - V_1) / \Delta t, \quad (18)$$

де m - маса рухомої частини розмотувального пристрою, кг;

f - коефіцієнт ковзання розмотувального валу в напрямних, $f = 0,18$

[14];

a - прискорення прискорення штока пневмоциліндра, м/с²;

V_2 - стаціонарна швидкість штанги, м/с;

V_1 - швидкість руху штанги на початку прискорення, м/с;

Δt - час розгону штоку, с.

p_a - атмосферний тиск, $p_a = 9,81$ Н/см².

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$P_{\text{пол}} = mg \cdot f + m \cdot a = 880 \cdot 0,18 + 88(0,05 - 0,01) / 0,5 = 484 \text{ Н.}$$

$$D_{II} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 484 \cdot 10^2}{\pi(50 - 9,81)}} = 55,3 \text{ мм.}$$

Отримане за формулою значення діаметра в (мм) округляється до найближчого з діапазону стандартних. У цьому ряду ми маємо такі значення: 5, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80...

З доступних значень беремо 63 мм.

З міркувань проектування вибираємо діаметр $d = (0,2 \dots 0,3)D$, отримане значення округлюється до вищевказаного рядка.

$$d = 0,25 \times 63 = 15,75 \text{ мм.}$$

Візьмемо $d = 16 \text{ мм.}$

Визначаємо параметри трубопроводів $d_{\text{тр}}$ виходячи з рівняння безперервності потоку стисненого повітря:

$$\frac{\pi d_{\text{тр}}^2}{4} V_p = \frac{\pi D^2}{4} V, \quad (19)$$

де V - рекомендована швидкість повітряного потоку в трубах, м/с;

V_p - середня частота обертання поршня під час ходу, м/с,

$$V_p = 40 - (P_{\text{м}} - 10) \cdot 24 / 90 = 29,3 \text{ м/с,}$$

$$V = L / t \quad (20)$$

де L - хід поршня;

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

t - необхідний час.

$$V=0,05/0,5=0,1\text{м/с}$$

$$d_{mp} = 63 \sqrt{\frac{0,1}{29,3}} = 3,68\text{мм.}$$

Приймаємо по стандартному діапазону $d_{тр} = 5$ мм.

Визначаємо швидкість повітряного потоку в контурі, приведену до атмосферного тиску:

$$Q_c = 1,2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V \cdot \frac{P_m}{P_a} = 1,2 \cdot \frac{\pi \cdot 63^2}{4} \cdot 0,1 \cdot \frac{50}{9,8} = 1,91\text{см}^2 / \text{с.}$$

Підбираємо пневматичне обладнання: фільтр-вологівідділювач 22У 16×80 УХЛ4, шумоглушник П-ГП16/0,63 УХЛ4, розпилювач масляний В44-14, пневмодроселі 06-2 УНЛ4, пневморозподільники ПВ64-23М, клапан 122-16 УХЛ4.

3.6 Розрахунок потужності напівавтомата

При розрахунку продуктивності слід визначити час, необхідний для отримання однієї бобіни. Для цього задаємося даними:

- ширина бухти $b=2\text{м}$;
- діаметр рулону $D=0,36\text{м}$;
- ширина котушки $A=0,04\text{м}$;
- метраж матеріалу в рулоні $l = 7500\text{м}$;
- швидкість прокатки (розмотування) рулону:

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$V_{\text{роз}} = \frac{D}{4} \omega_{\text{зв}} = \frac{0,36}{4} 70 = 6,3 \text{ м/с};$$

- поперечна швидкість подачі ножа $V_{\text{різ}} = 0,125 \text{ м/с};$
- швидкість поздовжньої подачі ножа $V_{\text{позд}} = 0,03 \text{ м/с};$
- час встановлення бухти на розмотувальний (прокатний) вал $t_{\text{вст}} = 2,75 \text{ хв};$
- час зняття однієї бобіни $t_3 = 10 \text{ с};$
- час виготовлення бобін з усього рулону становить:

$$t_{\text{заг}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{роз}} + (t_{\text{різ}} + t_{\text{позд}}) \left(\frac{b}{a} - 1 \right) + t_3 \frac{b}{a} = t_{\text{вст}} + \frac{l}{V_{\text{раз}}} + \left(\frac{D}{2V_{\text{різ}}} + \frac{a}{V_{\text{позд}}} \right) \left(\frac{b}{a} - 1 \right) + t_3, \quad (21)$$

де $t_{\text{роз}}$ - час прокатки (розмотування) рулону;

$t_{\text{різ}}$ - час різання однієї бобіни;

$t_{\text{позд}}$ - час поздовжньої подачі від однієї лінії різу до іншої.

Тоді:

$$t_{\text{заг}} = 165 + \frac{7500}{6,3} + \left(\frac{0,36}{2 \cdot 0,125} + \frac{0,04}{0,03} \right) \left(\frac{2}{0,04} - 1 \right) + 10 \frac{2}{0,04} = 1991 \text{ с}.$$

У цьому випадку час на виготовлення однієї бобіни становить:

$$t = t_{\text{заг}} / n = a t_{\text{заг}} / b = \frac{0,04 \cdot 1991}{2} = 39,8 \text{ с}.$$

Продуктивність напівавтомата становить:

$$Q = \frac{1}{t} = \frac{1}{39,8} = 2,51 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} = 1,51 \text{ хв}^{-1} = 90,6 \text{ год}^{-1} = 724,8 \text{ зміна}^{-1}.$$

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3.7 Розрахунок міцності конструктивної частини

У графічній частині є креслення валу. Вал являє собою вал для кріплення циркулярного ножа за допомогою прямого шліцевого з'єднання. До валу також кріпляться два фланці та шків клинового ременя.

3.7.1 Розрахунок шпонкового з'єднання на валу

Передача крутних моментів від шківів до валів здійснюється за допомогою шпонок. У зв'язку з цим необхідно перевірити міцнісні властивості шпонкових пазів для роздавлювання на найбільш навантаженому ключі. Розглянутий ключ має розміри $b \times h \times l = 16 \times 11 \times 27$ мм, глибина канавки $t_1 = 5$ мм. Переданий крутний момент $T_2 = T_1 / i = 11,4 \times 10 / 2 = 5,7$ Н·м.

Перевіримо за умовою міцності на зминання шпонки:

$$\sigma_{зм} = \frac{4,4T_2}{dh(l-b)} = \frac{4,4 \cdot 5,7}{32 \cdot 11 \cdot (27-16) \cdot 10^{-9}} = 6,4 < [\sigma_{cp}] = 100 \text{ МПа.}$$

Шпонка умові міцності на зминання задовольняє.

Перевіримо за умовою міцності на зріз шпонки:

$$\tau_{cp} = \frac{2T_2}{b(l-b)d} = \frac{2 \cdot 5,7}{16 \cdot (27-16) \cdot 32 \cdot 10^{-9}} = 2 < [\tau_{cp}] = 100 \text{ МПа.}$$

Шпонка умові міцності на зріз задовольняє.

3.7.2 Розрахунок шліцевої прямобічного з'єднання на валу

Шліцеві з'єднання з прямоствольними зубцями розраховані на руйнування і знос, що відповідає їх основним граничним станам.

Стан міцності на згинання виглядає так:

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{cm} = \frac{T}{S_F l} \leq [\sigma_{cm}], \quad (22)$$

де σ_{cm} - середній тиск на робочих площинах, МПа;

T - переданий крутний момент, Н·мм;

S_F - питомий сумарний статичний момент площі робочих поверхонь з'єднання щодо осі вала, мм³/мм;

$$S_F = 0,5d_{cp} hz, \quad (23)$$

де d_{cp} - середній діаметр шліцьового з'єднання, мм;

h - робоча висота зубів, мм;

z - кількість зубів;

L - робоча довжина з'єднання.

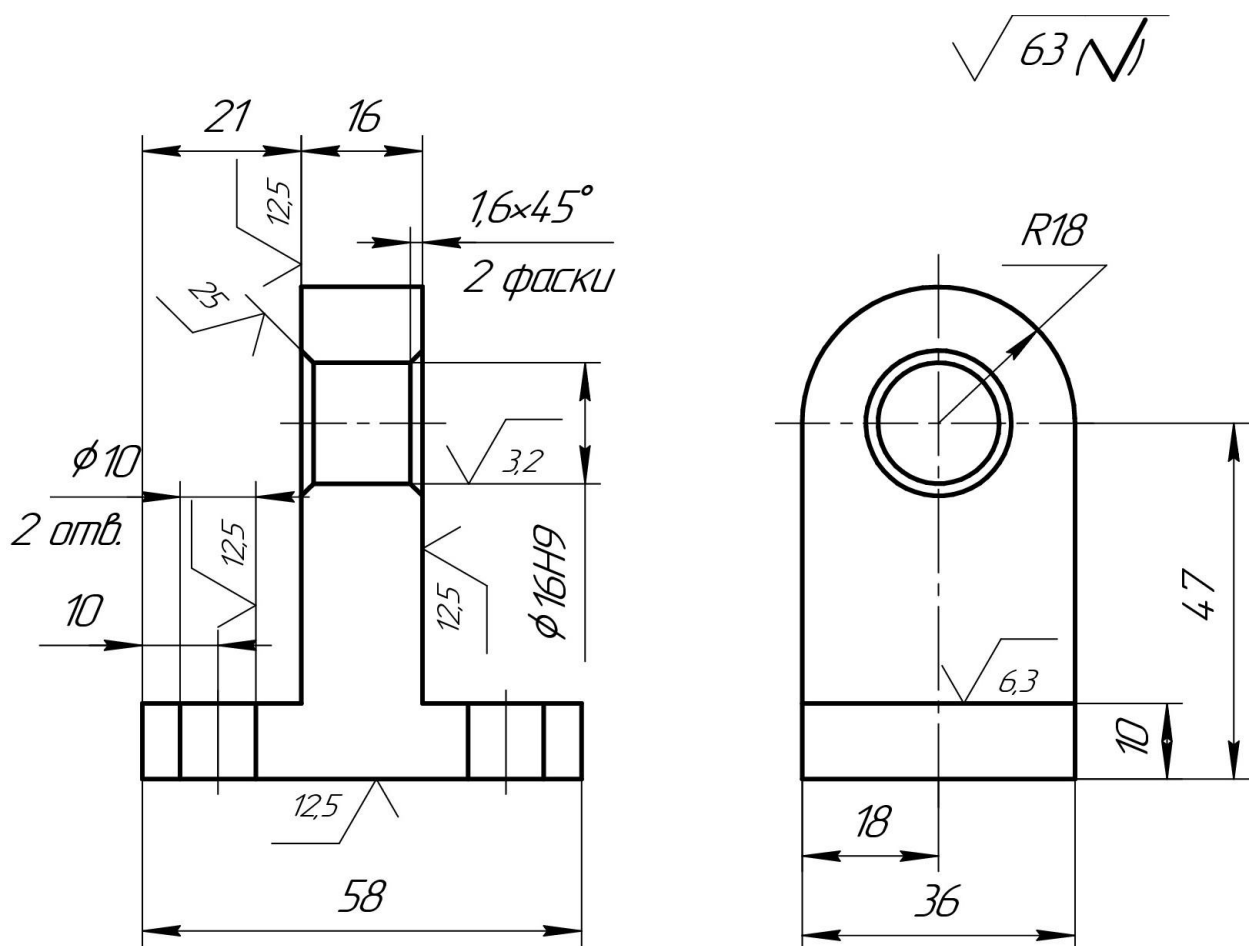
Тоді:

$$\sigma_{cm} = \frac{T}{S_F l} = \frac{T}{0,5d_{cp} hz l} = \frac{5,7 \cdot 10^3}{0,5 \cdot 70 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 38} = 0,04 \text{ МПа} \leq [\sigma_{cm}] = 20 \text{ МПа}.$$

3.8 Опис конструкції деталі

В даному підрозділі необхідно розробити технологічну трасу виготовлення деталі «кронштейн», яка є однією з частин корпусу люльки. Вигляд деталі показаний на рисунку 3.5.

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



1. Клас лиття 2кмл.
2. H14, h14, $\pm IT14/2$.

Рисунок 3.5 – Ескіз кронштейна

Деталь виготовлена зі сталі марки 45, яка має межу міцності на розрив 598 МПа, межу плинності на розрив 353 МПа, подовження 16%, твердість НВ 229 кгс/мм² (2246 МПа).

Виготовлення деталі зі сталі методом лиття дозволяє без істотних труднощів отримати необхідну конфігурацію зовнішнього контуру поверхні заготовки. Відсутність з'єднувачів значно спрощує процес отримання заготовок.

Проведемо розмірний аналіз креслення деталі, попередньо закодувавши поверхні деталі (рис. 3.6).

					MPMA 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

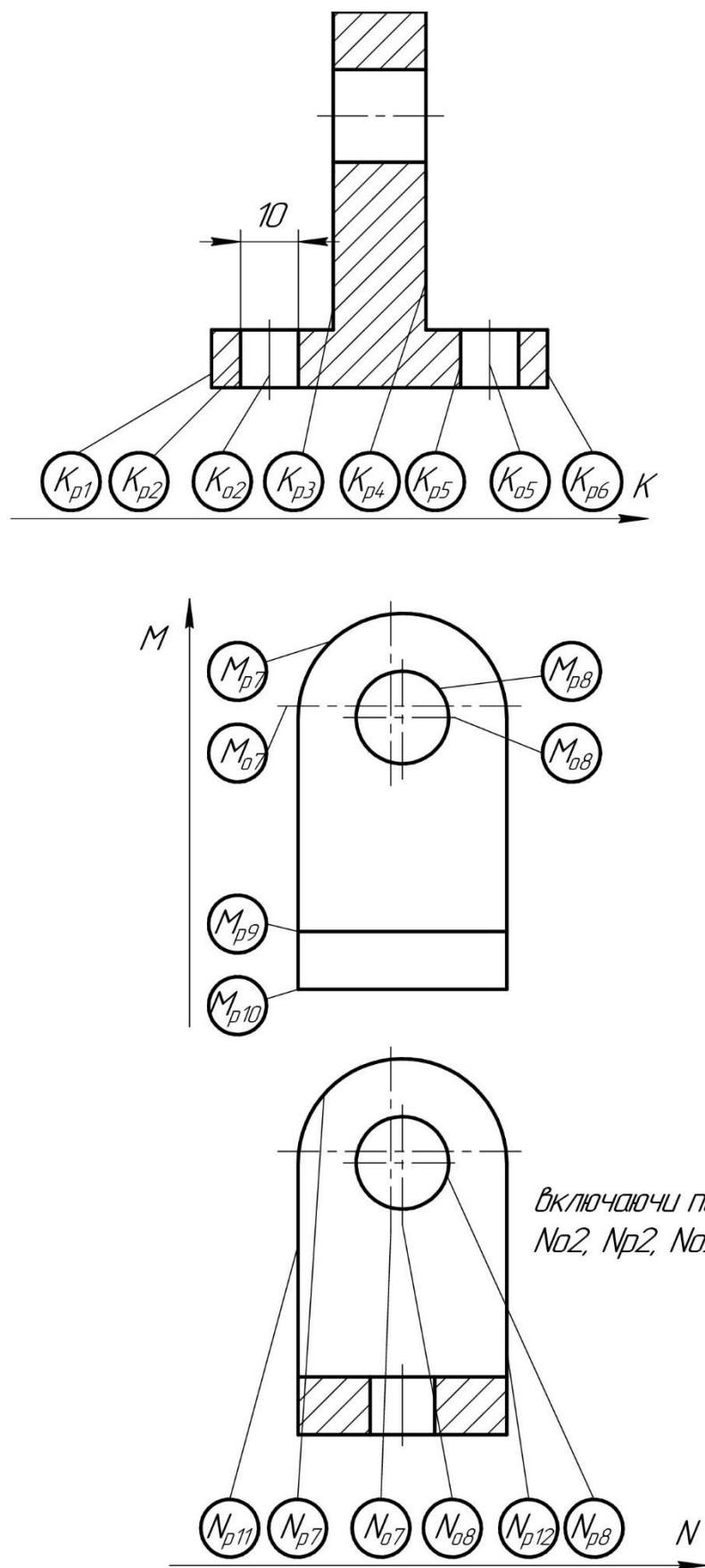


Рисунок 3.6 – Аналіз поверхонь деталей у вибраній системі координат

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MPMA 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

59

Для розмірного аналізу необхідно виявити помилкову або відсутню інформацію за допомогою початкових графіків розмірних відношень для кожної координати окремо. Початкові графіки розмірних відношень наведені на рисунках 3.7-3.9. Для кожної координатної осі знаходимо розрив розмірного зв'язку. виправити помилкову і відсутню інформацію і побудувати виправлені графіки розмірних зв'язків, наведені на рисунках 3.10-3.11.

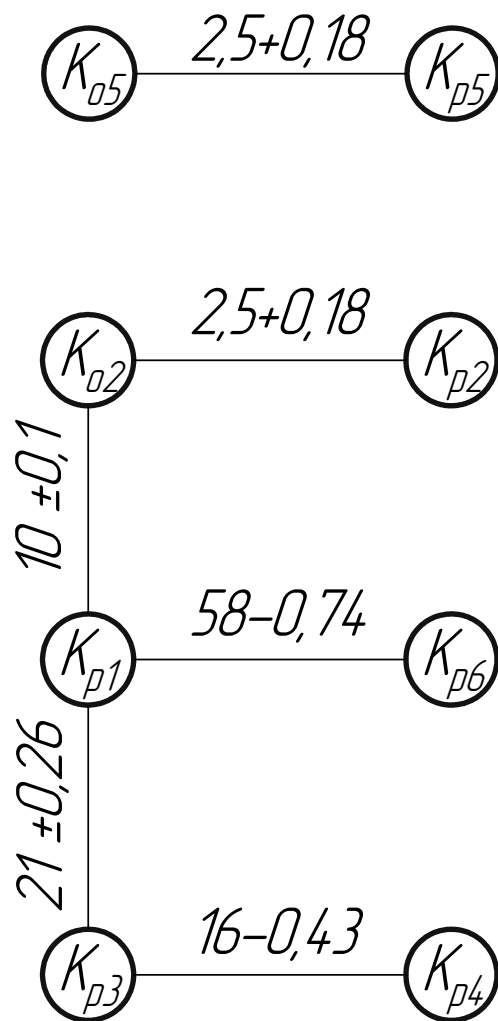


Рисунок 3.7 - Початковий графік уздовж осі К

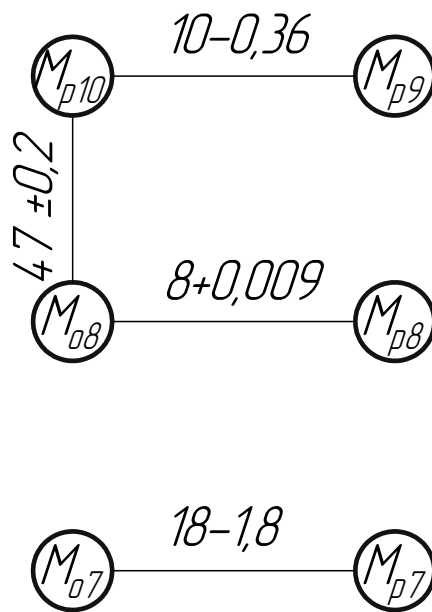


Рисунок 3.8 - Початковий графік по осі М

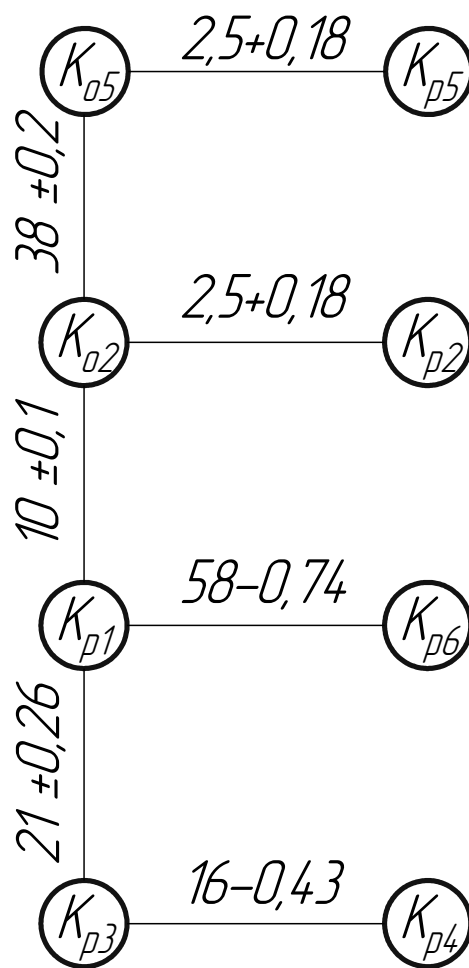


Рисунок 3.9 – Скоригований графік розмірних відношень вздовж осі К

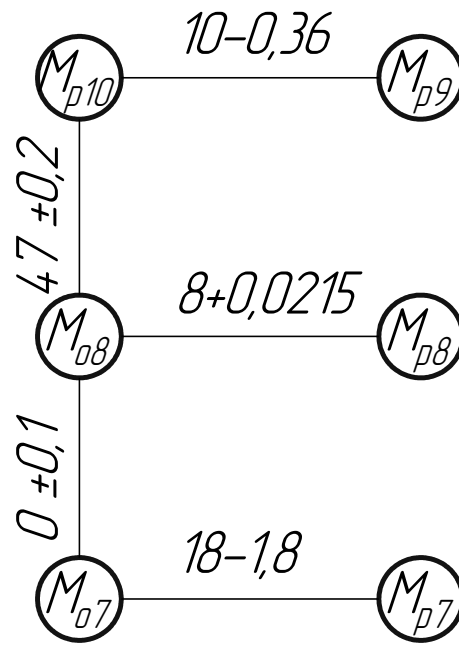


Рисунок 3.10 – Скоригований графік розмірних відношень по осі M

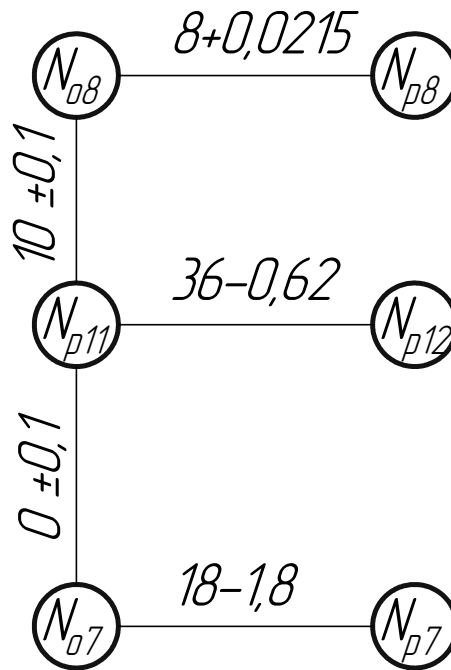


Рисунок 3.11 – Скоригований графік розмірних зв'язків по осі N

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дипломного проектування розглянуто всі поставлені питання та завдання.

У вступі проведено обґрунтування необхідності розробки напівавтомату для розрізання на смуги текстильних матеріалів.

В оглядовій частині дипломної роботи розглянуто різні машини та напівавтомати, призначені для розкрою рулонів як цілісних, так і розмотувальних.

У проектній частині дипломної роботи розроблено просторову кінематичну схему проектованої машини, пневмогідравлічну схему керування напівавтоматом, аргументовано вибір методу розкрою, спроектовано ніж та ножовий пристрій.

Розрахункова частина присвячене розрахункам технологічних зусиль машини – зусилля різання. Проведено розрахунок приводу дискового ножа, розраховано параметри гідроприводу. Визначено високе значення теоретичної продуктивності.

					MPMA 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ващук С.І., Палилюцько В.С. Машина та апарати // "Журнал легка промисловість." – 2018. – № 10. – С. 35–39.
2. Ковальчук І.П., Семенюк А.В. Системи розкрою текстильних матеріалів // "Вісник машинобудування." – 2020. – № 4. – С. 18–23.
3. Рибак Т.С., Данилюк О.Ю. Технологічний процес різання тканин // "Технології легкої промисловості." – 2018. – № 2. – С. 41–45.
4. Марчук Г.І., Олійник В.М. Конструкції ріжучих механізмів для рулонної продукції // "Обладнання та механіка." – 2019. – № 6. – С. 27–32.
5. Поліщук Н.В., Зінченко А.Г. Напівавтоматичні установки для розкрою // "Легка промисловість та мода." – 2020. – № 9. – С. 50–55.
6. Левченко Т.М., Степаненко М.С. Формування подачі рулону в процесі різання // "Машинобудівні дослідження." – 2018. – № 3. – С. 14–20.
7. Шульга Ю.О., Максименко Д.В. Оптимізація режимів різання текстильних матеріалів // "Сучасне машинобудування." – 2021. – № 1. – С. 30–35.
8. Дорош О.В., Самойленко І.К. Точність розкрою напівавтоматичних систем // "Виробничі системи." – 2019. – № 7. – С. 22–27.
9. Гринчук В.О., Савчук Р.М. Аналітична оцінка затрат при різанні тканин // "Механіка та автоматизація." – 2020. – № 10. – С. 15–19.
10. Хом'як Т.І., Швець В.С. Механізм подачі тканини в процесі розкрою // "Інженерні дослідження." – 2018. – № 5. – С. 38–43.
11. Дудник І.В., Чайка Н.О. Контроль якості різання рулонів // "Автоматизація виробництва." – 2019. – № 7. – С. 33–37.
12. Чорний Б.В., Ярошенко К.П. Надійність ріжучих вузлів в текстильних машинах // "Техніка та технології." – 2021. – № 4. – С. 11–16.
13. Сидоренко Т.В., Бондаренко М.Є. Пневматичні системи притискання матеріалу // "Технічна механіка." – 2018. – № 2. – С. 26–30.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

14. Коцюбинський П.А., Ігнатенко С.М. Динаміка приводу ріжучої установки // "Машинобудівні технології." – 2020. – № 3. – С. 19–24.
15. Григоренко І.М., Левчук Н.С. Синтез автоматизованого вузла подачі тканини // "Промислова автоматика." – 2019. – № 5. – С. 28–34.
16. Мельник О.В., Савранський С.Г. Ресурсозбереження при різанні тканин // "Енергоефективні технології." – 2018. – № 1. – С. 12–17.
17. Дубровський Ю.М., Савенко Л.М. Оптимізація конструкції різальних ножів // "Наукові записки інженера." – 2021. – № 8. – С. 36–41.
18. Бондар С.М., Кирилюк С.О. Аналіз конструкцій розкроювальних верстатів // "Інженерна справа." – 2020. – № 6. – С. 23–29.
19. Шевченко І.Л., Нечай Л.М. Використання датчиків у розкрої тканини // "Комп'ютерно-інтегровані технології." – 2019. – № 10. – С. 44–50.
20. Тарасенко В.П., Опанасенко Г.С. Методи стабілізації лінії різання // "Виробничі процеси." – 2018. – № 9. – С. 31–35.
21. Олійник Р.Ю., Крилов Н.Т. Принципи автоматичного контролю подачі рулону // "Наукові вісті." – 2021. – № 3. – С. 25–30.
22. Гнатенко А.І., Швець Д.О. Особливості вибору товщини ножів // "Матеріалознавство в машинобудуванні." – 2020. – № 4. – С. 18–24.
23. Савченко О.М., Марінич А.В. Підвищення ефективності напівавтоматичних систем розкрою // "Техніка та промисловість." – 2019. – № 2. – С. 15–20.

					<i>МРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ДОДАТКИ

					МРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		