

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

### Розробка машини для нарізання рулонних матеріалів

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Шифр, назва

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Шифр, назва

Освітня програма «Робототехнічні та мехатронні системи галузі»

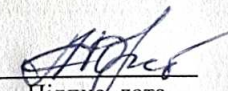
Шифр БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 4 курсу  
група РМз-21-1

  
Підпис

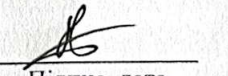
І. В. Швець  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

О. О. Коротич  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С. І. Пундик  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

  
Підпис, дата

В. С. Неймак  
Ініціали, прізвище

Зав. кафедри МАЕЕС

02 06 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Шифр і назва

Освітня програма Робототехнічні та мехатронні системи галузі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

02.06.2025

ЗАВДАННЯ  
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Швець Ігор Вікторович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка машини для нарізання рулонних матеріалів

керівник роботи Коротич Ольга Олександрівна, к.т.н., доц.

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

Затверджено наказом ректора університету від 7 02 2025 р. № 23

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.25

3. Вихідні дані до роботи характеристики машини для нарізання рулонних матеріалів

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

Вступ. 1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики бакалаврської роботи. 2. Розробка конструкції машини для нарізання рулонних матеріалів.

3. Розрахунки машини для нарізання рулонних матеріалів. Висновки. Перелік джерел посилань.

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

1. Машини для розрізування (ДО, А1). 2-3. Машина для нарізування рулонних матеріалів (ВЗ, А1). 4. Машина для нарізування рулонних матеріалів (КЗ, А1). 5. Привід головного руху (ВЗ, А2). 6. Циклограма роботи машини (ДТ, А2).

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		
2. Розробка конструкції машини для нарізання рулонних матеріалів		
3. Розрахунки машини для нарізання рулонних матеріалів		
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу		

Студент

Керівник роботи

*И. Л...*  
Підпис

*Ю...*  
Підпис

І.В. Швець

Ініціали, прізвище

О.О Коротич

Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи студента  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Швець Ігор Вікторович

2. Тема бакалаврської роботи Розробка машини для нарізання рулонних матеріалів

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента \_\_\_\_\_

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 61

5. За останні роки виробництво товарів легкої промисловості та предметів широкого вжитку демонструє значне прискорення. У виробничих процесах легкої промисловості використовується обладнання, яке відрізняється широким спектром кінематичних, динамічних, конструктивних, технологічних характеристик, типами приводів, габаритами, рівнем автоматизації та механізації, а також режимами експлуатації. Значне полегшення роботи, поліпшення її умов та збільшення продуктивності праці стає реальністю завдяки ефективній модернізації машин та апаратів, а також розробці обладнання нового зразка. В бакалаврській роботі здійснюється розробка машини для нарізання рулонних матеріалів. 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 бакалаврської роботи, а саме технологія різання матеріалів, конструкції машин для різання матеріалів та їх технічні параметри, а також новітнє обладнання. В другому здійснюється розробка конструкції машини для нарізання рулонних матеріалів. В третьому розділі проведено розрахунки машини для нарізання рулонних матеріалів.

Підпис студента 


"02" 06 2025 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 2 від "25" 06 2025 р.

Оцінка проекту ЕК 4,5/5  
Рекомендації ЕК \_\_\_\_\_

Особливі відмітки \_\_\_\_\_

Технічний секретар 

"25" 06 2025 р.

# АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи студента спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Мостовий Вадим Олександрович
2. Тема бакалаврської роботи Розробка 3D принтера для виготовлення деталей та виробів легкої промисловості
3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента \_\_\_\_\_
4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 65

5. У підприємствах легкої промисловості важливим напрямом розвитку є впровадження сучасних технологій, зокрема, адитивного виробництва. Однією з ефективних технологій є 3D-друк, який дозволяє виготовляти індивідуальні та малосерійні вироби з високою точністю, зменшуючи виробничі витрати та скорочуючи час розробки нової продукції. У роботі розглянуто розробку конструкції 3D-принтера, призначеного для виготовлення деталей та виробів легкої промисловості. Проаналізовано види 3D-принтерів та кінематичні схеми їх роботи, обґрунтовано вибір кінематики типу Core XY для досягнення високої якості та швидкості друку. У першому розділі пояснювальної записки виконано огляд сучасних технологій 3D-друку, різновидів кінематики та особливостей застосування у сфері легкої промисловості. У другому розділі розроблено конструкцію 3D-принтера, включаючи технічні характеристики, опис обраної кінематичної схеми, електроніки та компонентів. Третій розділ присвячено аналізу матеріалів для 3D-друку. У четвертому розділі наведено розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою. В додатках представлено креслення та схеми. Розроблений принтер може бути використаний для виготовлення штампів, лекал, фурнітури, а також інших елементів продукції легкої промисловості, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси та підвищити ефективність підприємств.

Підпис студента \_\_\_\_\_

" 2 " 06 20 25 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 2 від "25" 06 2025 р.

Оцінка проекту ЕК 4.5/8

Рекомендації ЕК впровадження у виробництво





Особливі відмітки \_\_\_\_\_

Технічний секретар \_\_\_\_\_

"25" 06 20 25 р.

# ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	6
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики бакалаврської роботи.....	8
1.1 Технологія різання матеріалів .....	8
1.2 Конструкції машин для різання матеріалів та їх технічні параметри .....	11
1.3 Автоматизовані пристрої нового покоління для різання рулонних матеріалів .....	17
Висновки до першого розділу .....	23
2 Розробка конструкції машини для нарізання рулонних матеріалів ..	24
2.1 Розробка конструкції машини для розкроювання рулонних матеріалів .....	24
2.2 Розробка кінематичної схеми машини для розкроювання рулонних матеріалів.....	27
2.3 Розробка порад щодо технічного обслуговування та функціонування машини .....	34
Висновки до другого розділу.....	35
3 Розрахунки машини для нарізання рулонних матеріалів .....	36
3.1 Розрахунки ножового валу.....	36
3.2 Розрахунки валу-шпинделя.....	39
3.3 Розрахунки приводу механізму переміщення притискного валу та приймального валу з бобінами.....	45
3.4 Розрахунки головного приводу .....	53

<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Швець І. В.		
Перевір.		Коротич О. О.		
Реценз.				
Н. Контр.		Пундик С. І.		
Затверд.		Неймак В. С.		
			Розробка машини для нарізання рулонних матеріалів	
			Літ.	Арк.
			4	61
ХНУ зр. РМз-21-1				

Висновки до третього розділу .....	58
Висновки .....	59
Перелік джерел посилань .....	60

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

За останні роки виробництво товарів легкої промисловості та предметів широкого вжитку демонструє значне прискорення. У виробничих процесах легкої промисловості використовується обладнання, яке відрізняється широким спектром кінематичних, динамічних, конструктивних, технологічних характеристик, типами приводів, габаритами, рівнем автоматизації та механізації, а також режимами експлуатації. Значне полегшення роботи, поліпшення її умов та збільшення продуктивності праці стає реальністю завдяки ефективній модернізації машин та апаратів, а також розробці обладнання нового зразка. Завдання збільшення якості та кількості нових типів машин і устаткування розв'язуються конструкторськими бюро спеціальної галузі машинобудування для легкої промисловості.

Робоче навантаження в машинах варіюється від незначних кількох ньютонів, як-от у швейних, до величких тисяч ньютонів, що характерно для пресів та штампувальних агрегатів. Швидкість робочих елементів коливається від кількох обертів за хвилину, як у вальцях, до кількох тисяч обертів, що властиво для швейного обладнання.

Технології виробництва та організації виготовлення обладнання також варіюються. Одні машини виробляють серійно, інші — індивідуально, невеликими партіями.

Значна увага зосереджується на ключових питаннях проектування та обчислення машин і апаратів, щоб мати можливість їх розгляду та розробки.

У технологічних агрегатах завжди присутні механізми, що виконують ключові, механічні функції. Часто в машинах відбувається обробка твердих і пластичних речовин.

Залежно від типу випуску продукції – серійного або індивідуального – застосовується відповідне обладнання, що розрізняється за потужністю, технічними показниками та конструкцією.

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

У багатьох машинах і обладнанні легкої промисловості застосовують вали для різноманітних процесів, зокрема: для переміщення, змішування, формування, пресування, покриття плівкою, тиснення.

Наразі спостерігаємо значний прогрес у технологіях виробництва продукції легкої промисловості – одягу, взуття. Це базується як на багаторічному досвіді роботи, так і на впровадженні наукових досягнень. З огляду на це, постала потреба в актуалізації та розширенні знань з методів розрізання текстилю, шкіряних матеріалів, а також розкрою деталей для швейних та взуттєвих виробів.

Вдосконалення процесів виробництва текстилю та швейних виробів, яке ґрунтується на активному використанні машин з пристроями для подачі з рулонів, дає змогу суттєво знизити непродуктивні витрати, пов'язані з виконанням допоміжних та додаткових операцій.

Всі ці процеси залежать від силової взаємодії між двома вальцями (з паралельними осями), що рухаються назустріч один одному та обертаються, деформуючи матеріал, який проходить крізь простір між ними.

Якість розкрою та обробки матеріалів відіграє ключову роль у конкурентоспроможності продукції легкої промисловості. Використання високотехнологічного устаткування, яке базується на раціональних технологічних підготовчих та основних операціях, гарантує значну ефективність виробництва продукції, а також оптимізацію витрат матеріалів і трудових ресурсів.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ З ТЕМАТИКИ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

## 1.1 Технологія різання матеріалів

Останнім часом, враховуючи появу великої різноманітності нових матеріалів з волокнистими компонентами та специфічними властивостями, зосереджено більше уваги на вдосконаленні методів розрізання тканин, різних матеріалів, шкіри та викроювання деталей одягу.

У машинах з рулонним живленням матеріал надходить з рулону в зону обробки, зазнає обробки та, як правило, виводиться з зони у формі рулонів, бобін чи стрічок. Це дає можливість подавати деталі у спрямовуючі пристосування та знімати їх після обробки. При рулонній подачі необхідна додаткова операція - формування рулону з цільного матеріалу чи розкромлених деталей. При рулонній подачі забезпечуються умови повнішого використання швидкісних характеристик машини, оскільки машинний час практично дорівнює загальному часу виконання операції.

Існує декілька методів розрізання матеріалів [2].

Існують три основні функції, які виконує різально-перемотувальний пристрій у заздалегідь визначеному порядку. Щоб запустити процес, попередньо намотаний матеріал, чи то папір, необхідно частково розмотати, аби він пройшов через перемотувальну машину як один шар. Коли матеріал проходить крізь машину, він розділяється на смуги потрібної товщини за допомогою одного з численних методів різання (див. рис. 1.1). Після того, як матеріал нарізано до фінальних розмірів, що дозволяє його подальше використання, він намотується на рулони або бобіни.

Фактичне розрізання матеріалу можливе різними методами, що залежить, в основному, від типу матеріалу. Найдавнішим методом, який називався надрізанням, було розрізання матеріалу між доволі тупим лезом і

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

твердою поверхнею. Цей спосіб добре підходить для поділу клейких матеріалів (скажімо, скотчу різної форми), особливо тих, що мають липкий та нелипкий бік. Хоча він швидко налаштовується та легко виконується, існує ризик використовувати його з багатьма матеріалами. Ймовірно, це може викликати надмірне утворення пилу, притуплення різального інструменту, розтягування та деформацію при роботі з плівками, а також тріщини, якщо працювати з твердими пластиками [2].

На рисунку 1.1 продемонстровано метод розрізання рулонного матеріалу на вузькі стрічки за допомогою лез, що попередньо пробивають матеріал.



Рисунок 1.1 - Метод розкрою рулонного матеріалу на тонкі стрічки за допомогою ножів

Іншим найпростішим методом різання є застосування леза бритви. Це також варіант з мінімальними витратами. В основі цього методу – фіксоване лезо, що зазвичай закріплюється над ділянкою, через яку просувається матеріал (рис. 1.2, 1.3). Коли матеріали протягуються через обертовий вал або серію валів, він взаємодіє з лезом, яке може бути направлене як вниз, так і в порожній простір, або ж у спеціальну канавку на одному з валів (рис. 1.2).

Цей спосіб не підійде для розрізання важких, шорстких чи дуже твердих матеріалів. Більше того, якщо працювати з високою швидкістю,

тертя між лезом та матеріалом може нагріти ріжучий край, що здатне призвести до появи пошкоджень на краях певних матеріалів, як-от плівок (рис. 1.2) [2].



Рисунок 1.2 - Проколювання матеріалу ріжучим інструментом під час налаштування на різноманітних верстатах, коли він переходить у робочий стан



Рисунок 1.3 - Розташування лез для різання

Розрізання зсувом – метод найвищої точності, що підходить для обробки міцніших, товстіших та твердіших матеріалів. Воно чудово справляється з щільнішими плівками, фольгою, папером та ламінатами. Визначальним аспектом цієї стрижки є застосування двох лез, що, як правило, обертаються. Матеріал проходить між цими двома лезами, які розтинають його згори та знизу, подібно до того, як розкритими ножицями

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

можна розрізати папір [2].

В залежності від потреб, матеріали можуть бути розрізані на різноманітні формати та фігури. Наприклад: на рулони, бобіни, смуги, листи, або на складні форми, як це часто буває у виробництві предметів легкої промисловості (одяг, взуття). Цей процес здійснюється за допомогою спеціалізованого устаткування, зокрема, розкрійних машин - дискових, стрічкових, з ножовим різанням, а також комп'ютерних систем із спеціалізованим програмним забезпеченням для розкрою.

В залежності від обраного способу нарізки, застосовується відповідне устаткування, технології різання та різноманітні типи робочих інструментів для розкрою. З технічного погляду, процес розрізання може бути організований як індивідуально, так і у великих об'ємах, тобто з одним шаром матеріалу або з використанням пакетної обробки.

Можливі до застосування різновиди розкрійних та різальних верстатів: ножичного типу, вирубні преси, машини з ножами, з дисковими пилами, стрічкові машини з функцією паралельного намотування бобін та інші.

## 1.2 Конструкції машин для різання матеріалів та їх технічні параметри

У легкій промисловості різні машини застосовують для розрізання текстилю різної ширини, зважаючи на специфіку різних видів текстильних виробів, а також у швейному та взуттєвому виробництві, де їх використовують для розрізання та розкрою матеріалів.

Машина для різання [2, 15], що загалом називається перемотувально-різальною машиною, є специфічним різновидом устаткування, призначеного для перетворення та розрізання численних матеріалів. Мета - нарізати їх у вужчі рулони. Основні рулони зазвичай роблять максимально великими, щоб це було вигідно з економічної точки зору [2, 15]. Потім їх перетворюють або розрізають до потрібної ширини та змотують знову до того ж

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

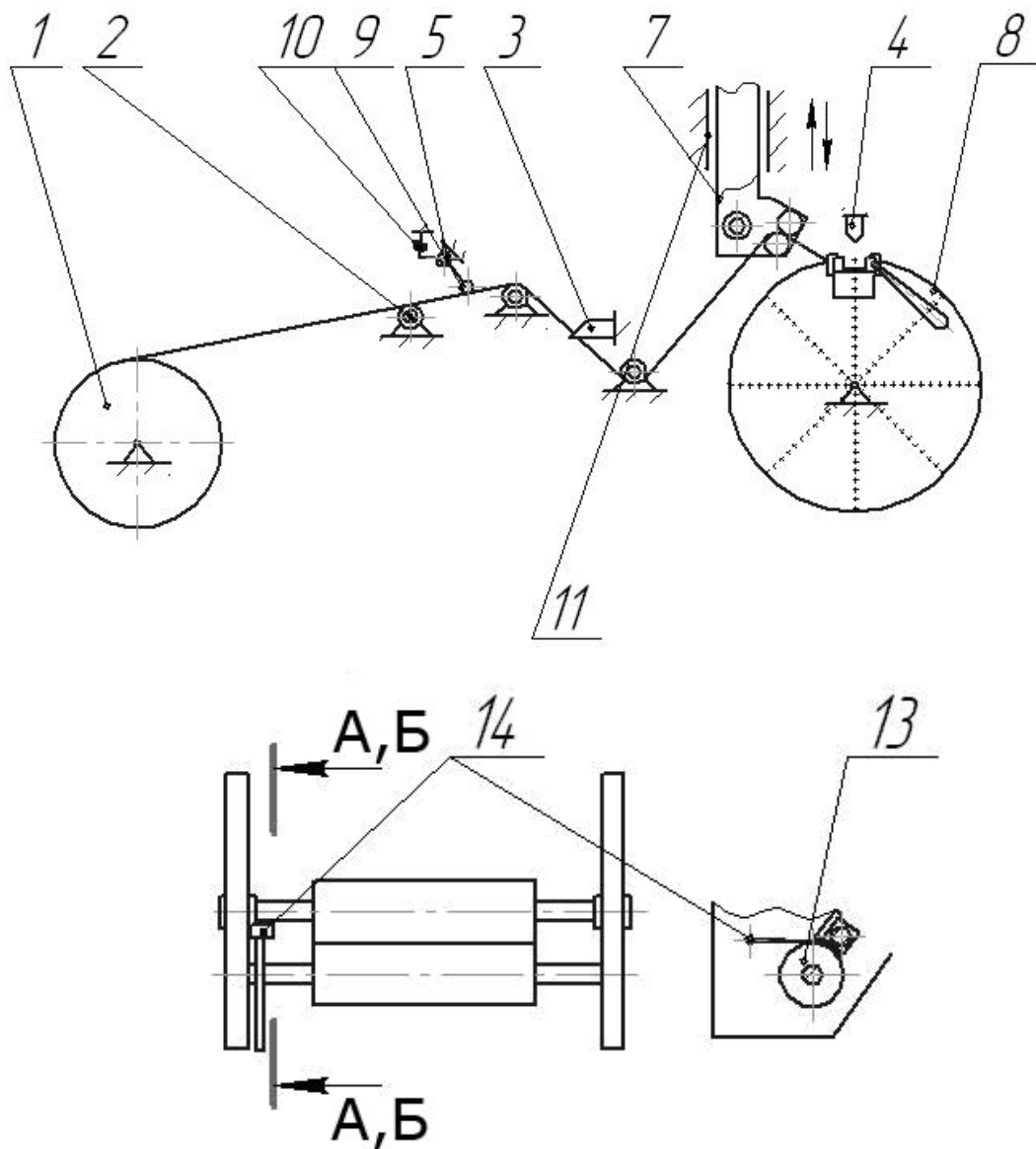
діаметру/довжини, або на менші рулони, залежно від їх призначення та цільового ринку. Ці машини випускаються у різних варіаціях, що дає змогу адаптуватися до індивідуальних вимог кожної галузі, що використовує їх.

Різновиди машин для різання [2, 15]:

- ротаційний різак – цей різновид різального обладнання застосовує обертове кругле лезо, аби розрізати матеріал на необхідні розміри;
- машина для розрізання лезом – ця машина використовує гостре лезо для поділу матеріалу на шматки потрібного розміру;
- ножиці для різання – у цій машині використано два круглих леза, які ріжуть матеріал подібно до ножиць;
- машина для подрібнення – ця машина застосовує валки з лезами або дробильні вали для розрізання матеріалу на частини;
- машина для різання надрізів – цей апарат використовує ніж, щоб зробити неглибокий надріз у матеріалі, що значно полегшує його розрив або згинання;
- лазерний верстат для різання – цей апарат використовує високоенергетичний лазерний промінь для здійснення точного та чіткого розрізання матеріалу;
- ультразвуковий різальний апарат – цей пристрій застосовує ультразвукові вібрації для розділення матеріалу, не генеруючи тепла або тертя.
- гарячий ніж для різання – цей пристрій застосовує нагріте лезо, аби розрізати матеріал. Це робить його придатним для різання різноманітних матеріалів, що важко піддаються звичайному різанню;
- роликові різальні машини – ці багатофункціональні пристрої використовують низку верхніх та нижніх пар точно налаштованих круглих різальних лез, закріплених на валках або валах. Це дозволяє отримувати кілька регульованих прорізів по ширині безперервно подаваної металевої стрічки;

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Розгляньмо механізм для нарізання стрічкового пакувального матеріалу на частини (рис. 1.4) [16], і його розрізи А, Б (рис. 1.5; 1.6).



1 - рулонотримач; 2- напрямні ролики; 3- ніж продовжньої порізки; 4- ніж поперечної порізки; 5- механізм натягу паперу; 7- державка; 8- барабан; 9- валок; 10- важіль; 11 – напрямні; 13 - колесо храпового механізму; 14 – собачка

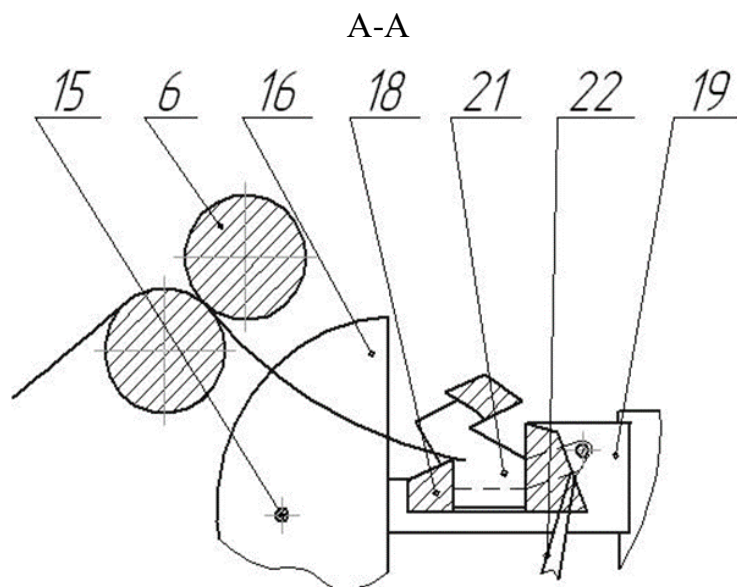
Рисунок 1.4 - Механізм для нарізання стрічкового пакувального матеріалу на частини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

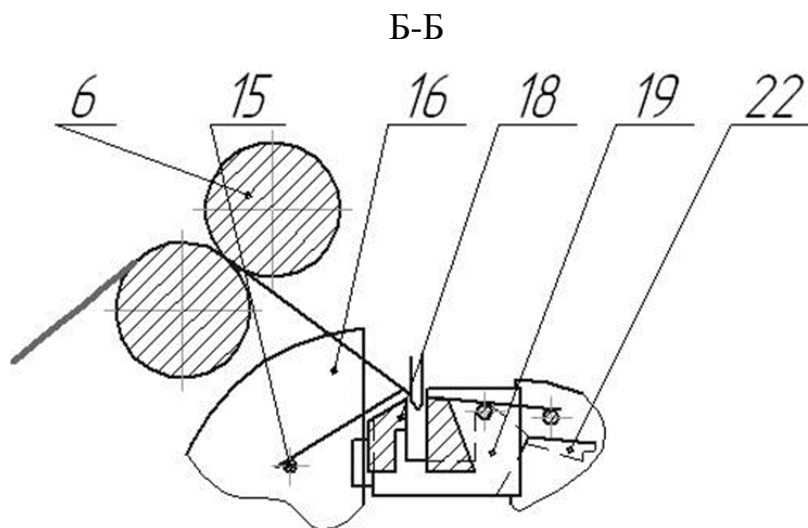
Арк.

13



6- притискні валки; 15 - швидкозмінний ремінь; 16 - обичайка;  
 18 - нерухома притискна пластина; 19 - рухома притискна пластина;  
 21 - двуплечний важіль; 22 - рукоятка

Рисунок 1.5 - Механізм закріплення кінця стрічки, що розрізається,  
 після перерізання:



6- притискні валки; 15 - швидкозмінний ремінь; 16 - обичайка; 18 -  
 нерухома притискна пластина; 19 - рухома притискна пластина; 22 –  
 рукоятка

Рисунок 1.6 - Механізм фіксації кінця стрічки, що розрізається, в  
 момент розрізу

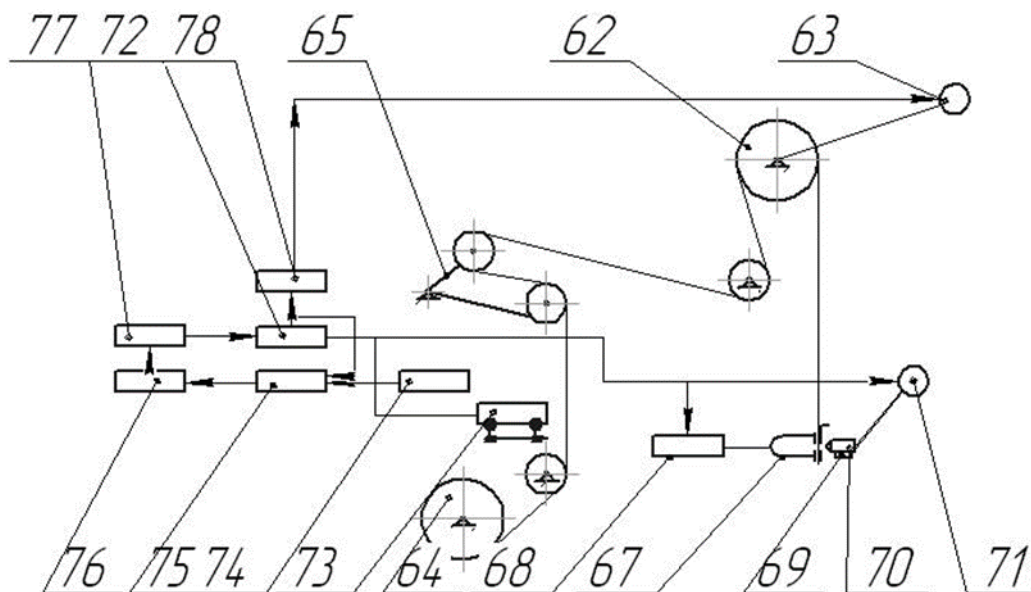
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

14

Деякі паперорізки мають механізми для автоматичного різання до певних розмірів, зокрема, такий, як [4], показаний на рисунку 1.7.



62 - паперове полотно; 63 - механізм натягу; 64 - напрямний ролик; 65 - притискна вилка; 66 - електромагніт; 67 - блок програмного управління; 68 - механізм нанесення ниток; 69 - датчик зчитування міток; 70 - синхронізатор; 71 - рахівник; 72 - блок вичислення ціни; 73 - блок управління шаговим двигуном; 74, 75, 76, 77, 78 – блоки керування процесом

Рисунок 1.7 - Пристрій для нарізки матеріалу визначеної довжини

Існують машини, сконструйовані для поперечного розрізання рулонних матеріалів, які є самостійними блоками, обладнаними механізмом подачі та механізмом різання. У механізмах різання, як правило, використовуються пластинчасті ножі, що здійснюють зворотно-поступальний рух, перпендикулярний до руху матеріалу, або жорстко зафіксовані. Недоліками цих приладів є значне споживання металу й енергії, а також низька якість обробки матеріалів, що пояснюється використанням пластинчастого ножа. Для підвищення якості зрізу, а також з метою зниження споживання енергії та кількості використаного металу, пропонується розробка пристрою для поздовжнього розрізу рулонних матеріалів. Цей пристрій може бути

інтегровано з уже наявним устаткуванням на стаціонарних розкрійних машинах стрічкового типу [1, 6].

Пристрій для поздовжнього розрізання рулонних матеріалів, схематично зображений на рис.1.8. Цей пристрій включає в себе каретку 1, систему переміщення каретки 2, сенсори позиції 3, кроковий двигун 4, фіксатори 5 і 6, напрямну планку 7, транспортувальні ролики 8, фіксуючу пластину 9. Вся конструкція монтується на розкрійному столі стрічкової машини 10 [1, 6].

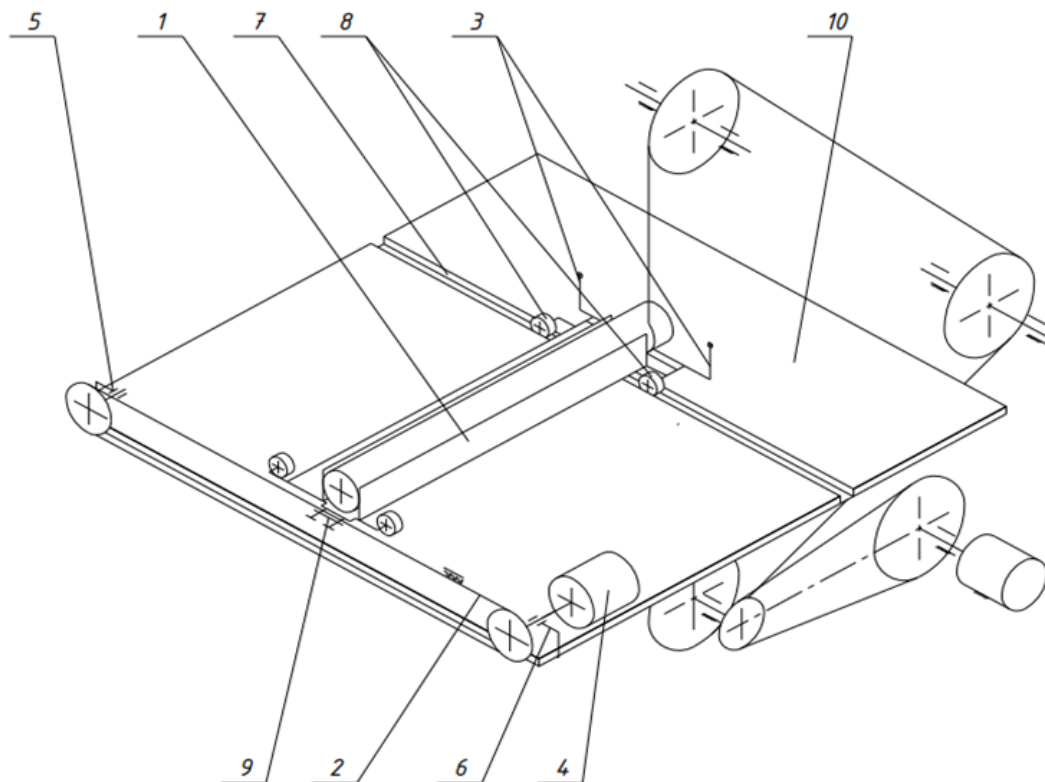


Рисунок 1.8 - Машина для поперечного різання рулонних матеріалів

Прилад діє ось так. Заздалегідь стиснутий рулон матеріалу поміщають у пази кареток, при цьому його один з країв має виходити за краї каретки в зону різання на відстань, рівну ширині бобіни, яку потрібно відрізати. Коли вмикається кроковий двигун 4, каретка 1 стрімко переміщається до рухомого ножа розкрійної машини. При досягненні кареткою лівого сенсора позиції 3, котра визначається товщиною рулону, швидкість руху зменшується та

запускається процес різання. Коли каретка досягає правого сенсора позиції 3, каретка зупиняється, після чого запускається зворотний хід та зупинка у вихідній позиції. Відрізаний фрагмент виймається, а рулон переміщується до обмежувальної пластини. Потім цикл повторюється. [1, 6].

### 1.3 Автоматизовані пристрої нового покоління для різання рулонних матеріалів

Машина для розкроювання нетканих матеріалів [2, 7, 8, 10, 12].

Професійно сконструйована цілком автоматизована машина для різання нетканих матеріалів, що ідеально підходить для вирізання та розкрою текстильних виробів.

Машина для різання нетканих полотен та тканинних виробів – це специфічна техніка, що застосовується для розкрою та розрізання нетканих матеріалів на більші тонкі смуги. Неткані матеріали мають широке застосування в різноманітних секторах, включаючи текстильну промисловість, медичну галузь, виробництво засобів гігієни, сільське господарство та пакувальну промисловість. Підготовка поверхні матеріалу – ключовий етап для отримання найкращих результатів при обгортанні профілів та ламінуванні. Головні виклики включають точний розкрій, високу якість різання, безпеку праці та процес перемотування з підтримкою стабільного натягу, зважаючи на різні розміри рулонів і змінний діаметр.

Зовнішній вигляд обладнання для різання нетканих матеріалів та текстильних виробів (рис. 1.9), а також його технічні характеристики представлені у таблиці 1.1.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

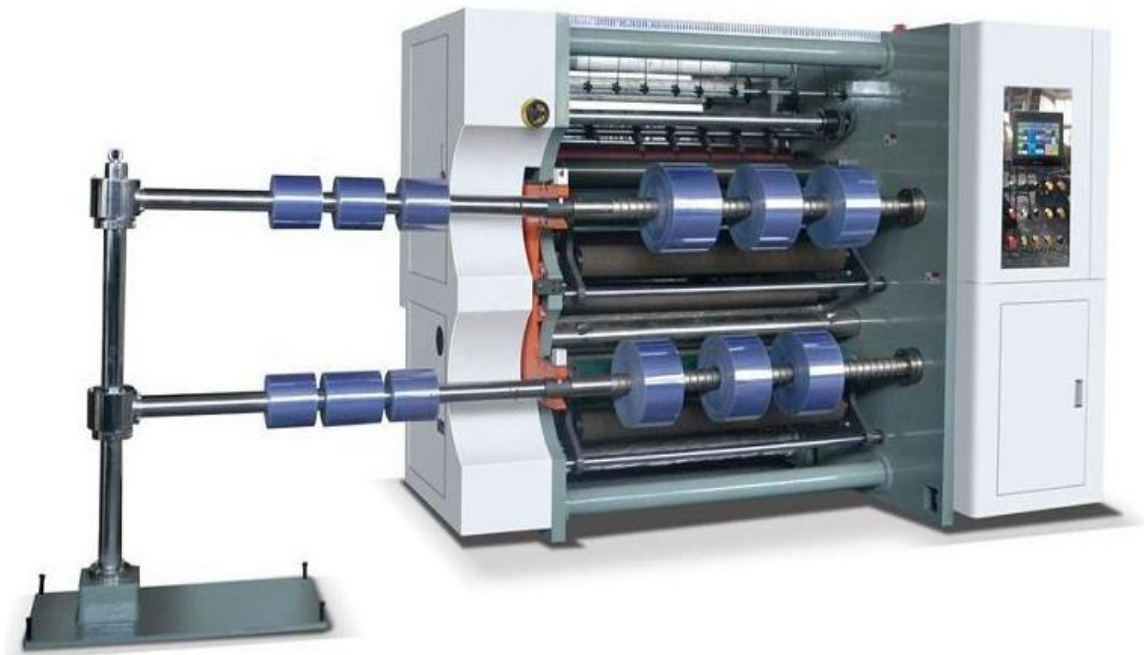


Рисунок 1.9 – Машина для розрізання нетканих матеріалів

Таблиця 1.1

Технічні специфікації машини для розрізання нетканих матеріалів

Модель	100С	1300С	1600С
Макс. Ширина розмотування	1100 мм	1300 мм	1600 мм
Макс. Діаметр розмотування	Φ 1200 мм	Φ800-1200 мм	Φ800-1200 мм
Хв. Ширина різання	30 мм	30 мм	30 мм
Макс. Діаметр перемотування	Φ550 мм	Φ550 мм	Φ550 мм
швидкість	450 м/хв	450 м/хв	450 м/хв
Загальна потужність	15 кВт	17,5 кВт	22 кВт
Вага (прибл.)	4000 кг	4200 кг	4400 кг
Габаритні розміри (ДхШхВ) (мм)	2100х2500х2100	2100х2800х2100	2100х3100х2100

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

18

Особливості конструкції [2, 7, 8, 10, 12]:

1. Механізм різання: верстат використовує механізм для розрізання, до якого можуть належати круглі ножі, леза, що обертаються, або ножиці. Дані інструменти різання розроблені, щоб робити акуратні та точні надрізи на нетканому матеріалі.

2. Регулювання ширини розрізу: обладнання дає змогу без зусиль змінювати ширину різання, відповідно до специфіки конкретного використання. Така варіативність дозволяє виробляти вужчі рулони з нетканого матеріалу з урахуванням поставлених задач.

3. Транспортування матеріалів: машина розроблена для взаємодії з нетканими матеріалами, гарантуючи плавну й стабільну подачу, а також низку опцій обробки. Вона має забезпечувати роботу з рулонами різних діаметрів і ширини, гарантуючи коректне подавання та розрізання нетканого полотна.

Застосування [2, 7, 8, 10, 12].

1. Текстильна галузь: неткані полотна мають широке застосування в текстильній промисловості для виготовлення одягу, домашнього текстилю, меблевої оббивки та автомобільного текстилю. Розрізні машини для полотна з нетканих матеріалів призначені для поділу і розкроювання полотен з нетканих матеріалів до заданої ширини, необхідної для наступних етапів обробки та виробництва.

2. Медичні та гігієнічні товари: неткані полотна знайшли широке застосування у виготовленні виробів медичного та гігієнічного призначення. Йдеться про хірургічні накідки, маски, пов'язки, серветки, підгузки для немовлят та гігієнічні прокладки для жінок. Машина для розрізання нетканого полотна застосовується для поділу цього матеріалу на вузькіші смуги. З них згодом виробляють різноманітні ключові вироби.

3. Пакувальна промисловість: неткані полотна знаходять своє застосування у сфері упаковки для найрізноманітніших цілей, зокрема для

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

виготовлення мішків, пакетів, обгорткових матеріалів та захисних упаковок. Верстати для розкроювання нетканих матеріалів використовують для нарізання нетканих полотен на задану ширину та довжину, які необхідні для потреб пакування.

Ця машина ідеально підходить для різання та перемотування різноманітних самоклеїних паперів, плівок з пластику, металізованих плівок та інших ламінатів і подібних матеріалів. Вона належить до передових розрізальних машин, за умови правильного налаштування.

Машина для розкроювання рулонів тканини GSFQ-C [2, 8, 11, 13, 14].

Машини для розкрою рулонних тканин створені для поздовжнього та поперечного поділу текстилю з рулонів на смуги меншої ширини. Це збільшує гнучкість використання матеріалу та полегшує роботу з ним.

Ця машина для розкрою рулонів тканини - багатофункціональний пристрій, що здатен на перемотування, підрахунок метрів та автоматичне розрізання матеріалу. Машина для розкрою GKPQC - це універсальне рішення, розроблене для задоволення більшості вимог ринку.

Особливості машини для розкроювання GKPQC [2, 8, 11, 13, 14].

Механіка розрізання. Тканинно-різальні машини використовують ріжучий механізм, який здатен містити обертальні леза, дискові ножі або ножиці. Дані ріжучі пристрої сконструйовані для створення акуратних та точних розрізів на різних видах тканин.

Регульована ширина різку: обладнання дає можливість без зусиль коригувати ширину розрізу, що дозволяє користувачам отримувати потрібну ширину тканини для конкретних потреб. Така гнучкість гарантує індивідуальне пристосування та багатофункціональність у роботі з тканиною.

Транспортування матеріалів: верстати обладнані засобами переміщення матеріалів, на кшталт тримачів рулонів, систем регулювання натягу та направляючих. Ці функції гарантують безперебійну та високоточну подачу

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

матеріалу, мінімізуючи ймовірність утворення складок, зрушень або ушкоджень під час різання.

Сфери застосування [2, 8, 11, 13, 14]:

Текстильна та швацька промисловість: Обладнання для розрізання тканин у рулонах знайшло широке застосування в текстильній і швацькій галузях для крою та розрізання різних видів тканин, зокрема бавовни, поліестеру, шовку, нейлону та інших. Вони задіяні у виробництві одягу, оббивки, предметів домашнього текстилю та інших виробів з тканин.

Оббивна та меблева промисловість [2, 8, 11, 13, 14]: устаткування знаходить застосування у сфері виробництва м'яких меблів та меблів для нарізання та розкрою полотен тканини з рулонів, що використовуються для обшивки, наповнювача та прокладок.

Автомобільна галузь [2, 8, 11, 13, 14]. : машини знаходять своє місце у виробництві автомобілів для крою та розрізання тканин, що використовуються в салонах, для виготовлення сидінь, оббивки стелі та інших текстильних елементів машин.

Різальна та розкрійна машина для шкіри PZFQ-A (рис. 1.10) [2, 9, 11], її технічні характеристики наведено в табл. 1.2.



Рисунок 1.10 - Машина для розрізання і розкрою шкіри PZFQI

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Технічна характеристика машини різальної та розкрійної машини для шкіри PZFQ-A

Модель	PZFQI - 1100A	PZFQI - 1300A	PZFQI - 1600A
Макс. Ширина розмотування	1100 мм	1300 мм	1605 мм
Макс. Діаметр розмотування	Φ1400 мм	Φ1400 мм	Φ1405 мм
Хв. Ширина різання	30 мм	30 мм	35 мм
Макс. Діаметр перемотування	Φ1000 мм	Φ1005 мм	Φ1010 мм
швидкість	10-350м/хв	10-350м/хв	10-350м/хв
Загальна потужність	22 кВт	24 кВт	28 кВт
Відповідне джерело живлення	380 В/50 Гц	380 В/50 Гц	380 В/50 Гц
Вага (прибл.)	5600 кг	6010 кг	6400кг
Габаритні розміри (ДхШхВ) (мм)	4200х3200х1950	4200х3400х1950	4200х3700х1950

Цей верстат для різання шкіри має широке застосування у роботі з різноманітними матеріалами: шкірою будь-якого типу, крафт-папером, крейдованим папером, алюмінієвою фольгою, ПВХ-плівкою, пластиками та іншими [2, 9, 11].

Вона застосовує комп'ютерне управління, автоматизоване різання, інтелектуальну структуру, широкі функціональні можливості, легкість в управлінні, стабільну та безвідмовну роботу.

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

## Висновки до першого розділу

Проведено огляд технології різання матеріалів та аналіз конструкцій машин для різання матеріалів, їх технічні параметри.

Розглянуто автоматизовані пристрої нового покоління для різання рулонних матеріалів.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ НАРІЗАННЯ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ

### 2.1 Розробка конструкції машини для розкроювання рулонних матеріалів

Відповідно до огляду та аналізу різальних машин і ключових їх компонентів, постала потреба у проектуванні обладнання для різання рулонних матеріалів. Воно повинне виконувати нарізку тканини на смуги та намотувати їх на бобіни, з шириною:  $B = 8 - 10; 10 - 20; 20 - 30; 30 - 50$  мм.

Бобіни розрізаються на верстатах, що варіюються за шириною  $B$ , з внутрішнім діаметром 60; 80 мм та зовнішнім діаметром 195; 320 мм.

В залежності від характеристик сировини та вимог до різу, підбирається відповідний рулон з необхідним внутрішнім діаметром та відповідним ріжучим обладнанням.

Розроблено циклограму функціонування обладнання для різання рулонних матеріалів, де зображено черговість активації механізмів машини відповідно до циклу технологічного процесу розкроювання рулону (рис. 2.1) [11].

Варто також зазначити, що машина для різання рулонних матеріалів демонструє універсальність. Її функціонал дозволяє виконувати розкрій паперу, рулонної плівки з поліетилентерефталату (ПЕТ-Е) та рулонного картону. Головною умовою для цього є правильний вибір ріжучого інструменту, що відповідає матеріалу, та відповідне налаштування обладнання.

Час, що охоплює весь цикл технологічного процесу розрізання рулону:

$$T_{\text{ц}} = 4t_{\text{к}} + t_{\text{о}} + t_{\text{о1}} + t_{\text{р}} + t_{\text{н}} + t_{\text{з}} + t_{\text{н}} + t_{\text{н1}}, \quad (2.1)$$

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

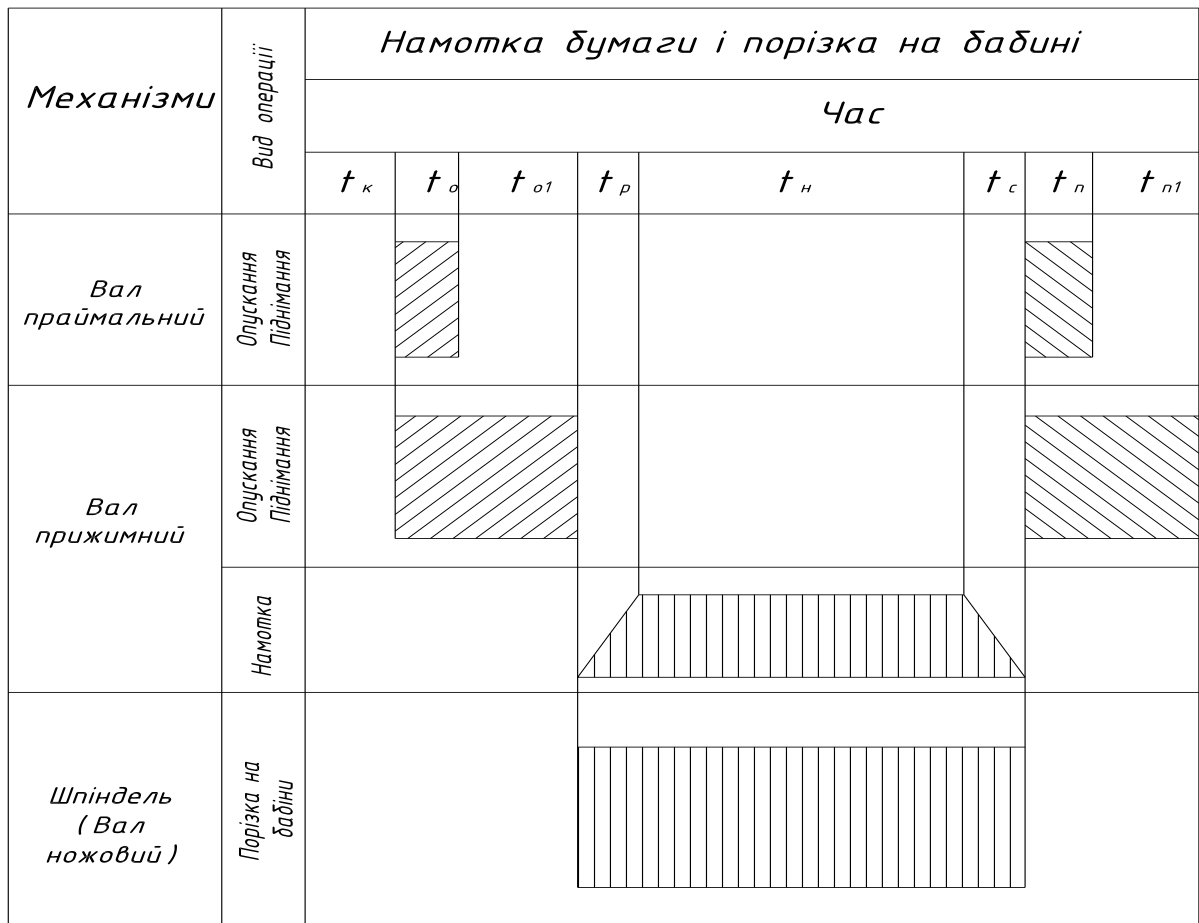


Рисунок 2.1 – Циклограма роботи машини для нарізання рулонних матеріалів

де  $t_k$  – час подачі команди;

$t_o$  – час опускання валу приймального;

$t_{o1}$  – час опускання валу притискного;

$t_p$  – час розгону (плавно);

$t_n$  – робочий час операції намотки (нарізання на бобіни);

$t_c$  – час гальмування (плавно);

$t_{n1}$  – час піднімання валу приймального;

$t_{n1}$  – час піднімання валу притискного.

Таблиця 2.1

## Технічна характеристика машини для розрізання рулонних матеріалів

№ п/п	Параметри	Од. вим.	Значення
1.2	Вихідний матеріал: рулонний нетканий матеріал, рулонна тканина.		
	Ширина матеріалу вихідна не більше	мм	650
	Внутрішній діаметр рулону в межах	мм	45-80
	Зовнішній діаметр рулону не більше	мм	800
	Маса рулону не більше	кг	200
	Товщина рулону матеріалу в межах	мм	8-600
2.	Готова бобіна		
	Ширина (залежно від набору ножів) у межу.	мм	6-600
	Внутрішній діаметр	мм	60;80
	Зовнішній діаметр max	мм	450
3.	Переміщення намотувального валу із зони навантаження в зону порізки і у зворотному напрямку.		від електро двигуна
4.	Підведення шпинделя з ножами в зону різання і відвід його.		від електро двигуна
5.	Електроживлення - струм змінний	В	220/380
6.	Загальна настановна потужність електродвигунів	кВт	7,8
7.	Спосіб гальмування вихідного рулону комбінований (від пневмоцилиндра від пружини) з можливістю регулювання.		
8.	Габарити верстата :		
	довжина	мм	1650
	ширина (без пульта)	мм	1350
	висота	мм	2400



Притискний валик. Створений для притискання паперу під час намотування на вал намотки, щоби забезпечити необхідну щільність намотування. Являє собою вал, що має кілька ступенів, і монтується в підшипникових опорах.

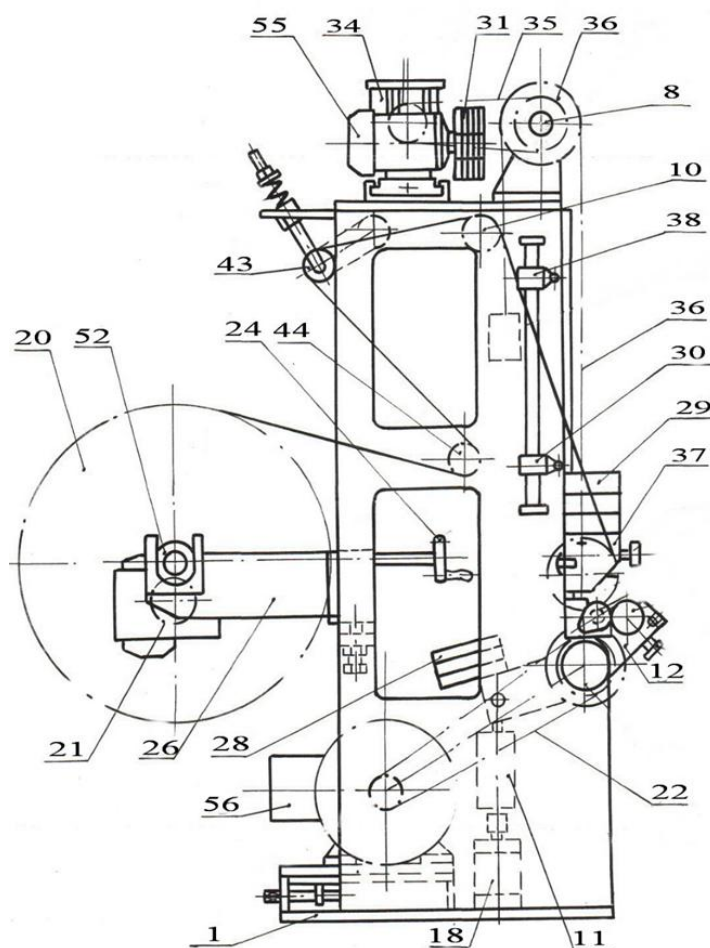
Ведучий вал. Він слугує для передачі обертів намотуючому валу під час намотування паперу, забезпечуючи силовий контакт з ним та зі шпинделем через зубчасту передачу. Конструктивно являє собою трубчастий вал із цапфами на торцях. З одного боку розташована зірочка для приводу головного руху, а з іншого – шестерня для приводу шпинделя. Встановлений на підшипниках у станині.

Валок розпрямлювальний. Створений для розрівнювання паперового полотна перед розділенням на аркуші, аби уникнути зморшок. Складається з вала з гвинтоподібними заглибинами, що розходяться від середини вала, та монтований на підшипниках.

Розкочувач. Пристрій, розроблений для закріплення та гальмування при розмотуванні бобіни з ізольованим матеріалом. Складається з вала з двома корпусами, що утримують бобіну з матеріалом, та гальмівного шківів, що забезпечує пригальмовування бобіни разом з валом (рис. 2.3).

Привід механізму підшипника. Цей вузол слугує для підйому намотувального валу з готовими бобінами, а також переміщення притискного валу з позиції завантаження в робоче положення, і назад. Конструкція включає електродвигун, клинопасову передачу, черв'ячний редуктор, ланцюгову передачу та вал, на кінцях котрого закріплено зірочки, фіксовані на муфтах. Ланцюг одним кінцем прикріплений до корпусних опор, а іншим – до вантажу.

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



1 - станина, 2 - привід підйому, 3 - пневмоциліндр підводу шпинделя, 4 - пневмоустановка, 5 - вал ножовий, 6 - електроустановка, 7 - плита, 8 - вал ведучий, 9 - опора, 10 - валок, 11 - лижа, 12 - кронштейн, 13 - гайка-штурвал, 14 - корпус, 15 - колодка, 16 - корпус підшипника, 17 - корпус підшипника, 18 - пневмоциліндр тормозний, 19 - Кронштейн, 20 - рулон матеріалу, 21 - кронштейн, 22 - ланцюг, 23 - кронштейн, 24 - маховик, 25 - вантажі, 26 - опора, 27 - шпіндель, 28 - противаги пластинчаті, 29 - противаги начіпні, 30 - кінцевий вимикач, 31 - передача пасова, 32 - гальма розкатчика, 33 - редуктор, 34 - кронштейн, 35 - ланцюг, 36 - ланцюг, 37 - вантажі, 38 - кінцевий вимикач, 39 - вал намотуваний, 40 - вал привідний, 41 - вал натискний, 42 - вісь розпр на, 43 - вісь відхиляюча, 44 - вал приводний, 45 - зірочка, 46 - гвинт, 47 - кронштейн, 48 - вал, 49 - зірочка, 52 - підшипник, 55 - електродвигун, 55- пускач

Рисунок 2.3 – Машина для нарізання рулонних матеріалів

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

До складу електричного обладнання машини входять:

1 - шафа керування; 2 - пульт; 3 - коробка розподільна; 4 - коробка розподільна; 5 - електродвигун 4A80A4Y3 розподільник; 6 - електродвигун ПБСТ-52МУХЛ4; 7 - світильник місцевого освітлення 1-2-ВУ4; 8 - кінцеві вимикачі ВП15А21-211В3; 9 - електропневморозподільник ВБ4-24А-05УХЛ4; 10 - рівні напруги, захист.

У силові кола надходить трифазна змінна напруга 380В, керуючі кола живляться від однофазних ізолювальних трансформаторів.

Релейні кола запитані напругою  $\sim 220\text{В}$ , світильники місцевого освітлення –  $\sim 36\text{В}$ , на електропневморозподільник подається постійна напруга - 48В.

Захист силових кіл забезпечено автоматичними вимикачами, а кіл керування - плавкими запобіжниками.

Управління машиною виконується за допомогою пульта дистанційного керування.

Налаштування комбінованого гальма розкочувача виконуються за допомогою регулятора тиску та штурвала пружинного притиску.

Вал, що намотує сорок, може бути у двох позиціях: робочій та завантажувальній. У завантажувальній позиції вал сорок підіймається над приводним валом сорок один приводом механізму підйому два. При цьому, нажимний вал 42 піднімається вище за намотувальний вал, звільняючи простір для доступу до нього. Кінець паперу з рулону 20, огинаючи вісь 44 відхиляючи 8, натяжний ролик 7 та розпрямляючи вісь 43 притискних валів, намотується навколо намотуючого валу 40 вручну, роблячи 6-8 обертів. За допомогою механізму підйому, намотувальний вал спускається до робочого положення. В цьому положенні він опирається на дротяний вал 41, після чого прижимається до нього притискними валом 42. Шпindel 27 у цей час розташований у відведеному положенні, що забезпечується пневмоциліндром 3. Крутний момент, що виходить від тиристорного привода

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

головного руху, передається через зірочку 45, ланцюг 27 та зірочку 46 на дрібний вал, а вже звідти, через шестерні, на шпindel 27. Намотувальний вал 4, відповідно, отримує обертання від дрібного вала. Швидкість обертання приводу слід встановити на мінімум. Після намотування приблизно трьох-чотирьох витків шпindel переміщується пневмоциліндром 3 до зіткнення ножів із валом, на який здійснюється намотування.

Відмикається гальмівний пневмоциліндр 18. Для початкового розташування бобін 20 в осьовому напрямку використовується рукоятка маховика 24. Плавне підведення шпинделя забезпечується дроселем. Сила притиску шпинделя до валу намотування налаштовується підбором зйомних противаг – пластинчастих 28 і навісних 29. Тиск, з яким вал намотування притискається до ведучого валу, контролюється вантажами 25.

Напруження полотна досягається регулюванням гальма розмотування 32 та пружина 47 натяжного ролика 48. Гвинти 50 використовуються для закріплення опори шпинделя на кронштейнах 34. Гвинти 49 забезпечують додаткову фіксацію намотувального валу в позиції завантаження. Кінцевий вимикач з індексом 30 виконує функцію зупинки приводу основного двигуна, коли рулон досягає заданого діаметра. Після цього намотувальний вал переходить у позицію для завантаження. Від електричного двигуна (позиція 14), через клинопасову передачу з номерами 31-32, редуктор з позначкою 33, а також ланцюгову передачу 35-36 передається обертання на вал з номером 44. На кінцях цього вала, закріплені на обгінних муфтах, розташовані зірочки підйому (індекс 45). Ланцюги, яких нараховується 36, жорстко з'єднані з опорами в одному кінці, а другим приєднані до вантажів з номером 37, гарантуючи їх безперервне натягування. В залежності від того, куди крутиться двигун, намотувальний вал може або зніматися, коли обгінна муфта блокується, або опускатися, під впливом ваги власного притискного валу 41 та обертання обгінної муфти. Гвинти 46 у цій ситуації слід відпустити. Кінцевий вимикач 38 призначено для екстреної зупинки

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

підйомного приводу у крайньому верхньому положенні. Станина призначена для монтажу всіх компонентів машини, за винятком шафи управління. Вона виконана як зварна коробка з обробленими поверхнями для забезпечення кріплення.

Ведучий вал. Створений для передавання обертання на вал намотування під час намотування, застосовуючи силовий контакт зі шпинделем через зубчасті передачі. Складається з порожнистої трубчастої структури, де з одного боку зафіксовано зірочку приводу головного руху, а з протилежного – шестерню приводу шпинделя; вал встановлено на станині у підшипниках кочення.

Шпиндель. Призначений для закріплення дискових ножів відповідно до схеми розкрою. Складається з гладкого валу, змонтованого на підшипниках кочення у знімних опорах, котрі фіксуються на кронштейнах 34 за допомогою гвинтів 46. На одному кінці валу жорстко закріплено шестірню, яка входить у зачеплення через паразитку з шестірнею приводного валу.

Вал, що намотує стрічку. Створений для намотування розрізаного на ньому матеріалу з бобіни, визначеної ширини та діаметра. Складається з двох клинових частин, легко роз'ємних. Вал монтується на підшипникових опорах, забезпечуючи вертикальне переміщення.

Притискний валок. Він потрібен, щоб щільно притискати матеріал під час намотування на намотувальний вал та забезпечувати щільне з'єднання з допоміжним валом. Це монолітний вал, що працює на підшипниках кочення та закріплений в опорах, котрі можна переміщати вгору та вниз.

Розпрямлюючий валок. Його задача - вирівнювання текстильного полотна перед розрізанням, щоб уникнути складок та заломів. Він складається з валу з розбіжними спіральними канавками, змонтованого на радіальних підшипниках.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Натяжний вал. Служить для натягування полотна при намотуванні, охоплюючи всю його ширину. Складається з гладкого валика, закріпленого на підшипниках у кронштейнах, які відхиляються під впливом пружин 27.

Розкатчик. Пристрій для позиціонування та зупинки бобіни з матеріалом під час розмотування. Конструкція передбачає 47 кронштейни, прикріплені до станини, вал розкатчика 48, що розміщений на підшипниках кочення у пазах кронштейнів, та гальмо 32 з комбінованим тиском – пневматичним та ручним.

Вал вальцювального станка складається з гвинта та двох конусів, що фіксують вхідну бобіну. Осьове переміщення гвинта забезпечує маховик 24.

Вузол подачі шпинделя. Його функція полягає у підведенні шпинделя до області обробки, забезпеченні постійного притиску під час різання та поверненні у початкову позицію після завершення операції. Складається з двох кронштейнів 39, які обертаються вільно навколо приводного вала; до одного кінця прикріплено шпиндель, а до іншого – противаги пластинчасті 28 та начіпні 11, а також пневмоциліндр 3, закріплений на станині.

Привід головного руху. Використовується для передачі обертання з можливістю точного регулювання до приводного валу 2 та шпинделя 3. Складається з тиристорного приводу, електродвигуна постійного струму (14), закріпленого на станині (1), що дозволяє його переміщення. Також містить зірочки (49) та ланцюг (22), натяг котрого регулюється зміщенням двигуна.

Привід підйомного механізму. Він потрібен для переміщення намотувального вала вертикально: зі стартового положення до робочого та назад. Він містить двигун постійного струму 14, клинопасову передачу 31-32, черв'ячний редуктор 33, ланцюгову передачу 35, вал. На кінцях вала, на обгінних муфтах, закріплено зірочки 38 та ланцюги 36. Один кінець кожного ланцюга міцно прикріплений до опор 9 притискного валика, а інший, обійшовши зірочки 38, з'єднаний з вантажами 40.

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

Панель керування. Вона призначена для управління приводами основного руху, підйомом, вузлом підведення шпинделя та гальмом розкатника.

### 2.3 Розробка порад щодо технічного обслуговування та функціонування машини

Для забезпечення нормальної роботи машини потрібен регулярний огляд та технічне обслуговування.

Частота огляду – щоденно, до початку роботи; частота технічного обслуговування – відповідно до графіка ППР.

Під час огляду заплановано виконання таких робіт:

1. Здійснюється перевірка стану цілей механізму та їхнього кріплення до опор притискного валка.
2. Здійснюється перевірка надійності кріплення опор шпинделя на кронштейнах механізму підведення шпинделя.
3. Здійснюється контроль стану електричних контактів та працездатності заземлення.
4. Перевіряється ступінь затяжки болтових з'єднань.
5. Перевіряється наявність мастила на поверхнях тертя.
6. Здійснюється контроль натягу клинопасової передачі механізму підйому намотувального валу.
7. Здійснюється контроль натягу ланцюгів у передачах.
8. Виконується перевірка рівня мастила в редукторі.
9. Здійснюється огляд на наявність мастила в маслорозпилювачах.
10. Перевіряється стан гальмівних колодок гальм розкатника.

Під час технічного обслуговування заплановано проведення таких робіт:

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Проектування та перевірка обгінних муфт підйимального механізму.  
Обслуговування та змащення.

2. Розробка та ревізія пневмоциліндра для подачі шпинделя.

3. Заміна деталей і комплектуючих, які потребують цього, у випадку зносу.

4. Заміна оливи у редукторах.

5. Заміна гальмівних колодок гальмів розкатника.

6. Регулювання натягів клинопасових та ланцюгових передач.

Електрообладнання мусить бути чистим.

Щомісяця перевіряти стан пускорегулювальної апаратури, проводити її очищення від пилу та бруду, звертати увагу на надійність контактів. У випадку необхідності послаблені контакти підтягнути, обгорілі та потемнілі – зачистити.

#### Висновки до другого розділу

У даному розділі викладено опис спроектованої конструкції машини для нарізання рулонних матеріалів. Цей опис базується на аналізі сильних та слабких сторін наявного обладнання, яке використовується для різання рулонних матеріалів.

Розроблено циклограму функціонування машини для нарізання рулонних матеріалів, а також її кінематичну схему, схему будови та загальний вигляд.

Надано рекомендації щодо технічного обслуговування та експлуатації машини.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРАХУНКИ МАШИНИ ДЛЯ НАРІЗАННЯ РУЛОННИХ МАТЕРІАЛІВ

#### 3.1 Розрахунки ножового валу

##### Силове обчислення ножа

Базування по отвору (головна база) та торцях з двох боків з одним ступенем свободи [22].

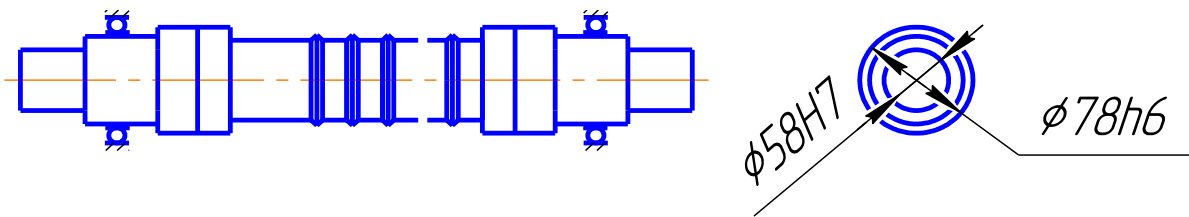


Рисунок 3.1 – Схема розміщення ножового валу

Загострення леза з обох боків під кутом  $10^\circ$ , фіксація гайками крізь дистанційну втулку.

Для гайки, що виконує роль кільцевої п'яти, див. рис. 3.1, крутний момент  $M_p$  визначаємо з урахуванням наступних міркувань:

Навантаження на площину контакту  $S = \pi(R^2 - r^2)$  моделюємо рівномірним розподілом. З цього випливає питомий тиск:

$$P = \frac{W}{\pi(R^2 - r^2)} \quad (3.1)$$

Простий момент сил тертя  $dM$  у безмежно вузькому кільці завширшки  $dr$  визначимо з допомогою співвідношення:

$$dM_n = dF\rho = 2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot P \cdot \rho \cdot d\rho \cdot \rho = 2 \cdot \pi \cdot P \cdot \rho^2 d\rho \quad (3.2)$$

де  $dF$  – елементарна сила тертя у кільці;

$\mu$  – коефіцієнт тертя в п'яті.

Звідки

$$M_n = 2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot P \cdot \int_r^R \rho^2 \cdot d\rho = 2 \cdot \pi \cdot P \frac{R^3 - r^3}{3} \quad (3.3)$$

Підставивши значення  $P$  з виразу (3.1), маємо:

$$M_n = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \mu \cdot W \quad (3.4)$$

За наявності тертя виключно у різьбі, момент на рукоятці (ключі) обчислюємо так:

$$Q \cdot l = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) r_{cp} = M_p \quad (3.5)$$

Враховуючи тертя в області п'яти, даний момент набуває вигляду:

$$Q \cdot l = M_n + M_p \quad (3.6)$$

При фіксації гайкою рівняння набуває вигляду:

$$Q \cdot l = W \cdot \left[ r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{2}{3} \mu \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right] \quad (3.7)$$

Звідки береться потужність для затягування гайки:

$$W = Q \cdot \frac{l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \frac{1}{3} \mu \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}, \quad (3.8)$$

де  $D = 78$  мм – зовнішній діаметр опорного кінця гайки;

$d = 58$  мм – внутрішній діаметр опорного кільця гайки;

$\mu = 0,1$  – коефіцієнт тертя на торці гайки;

$l = 14d$  – довжина ключа;

$d = 48$  мм – номінальний діаметр різьби, тоді  $l = 627$  мм;

$\varphi_{np} = 6^\circ 34''$  – приведений кут тертя;

$Q = 15$  кгс [22].

Тобто:

$$W = 15 \cdot \frac{672}{34 \cdot \operatorname{tg}(3^\circ + 6^\circ 34') + \frac{1}{3} \cdot 0,1 \cdot \frac{78^3 - 58^3}{78^2 - 58^2}} = 1095,65 \text{ кгс.}$$

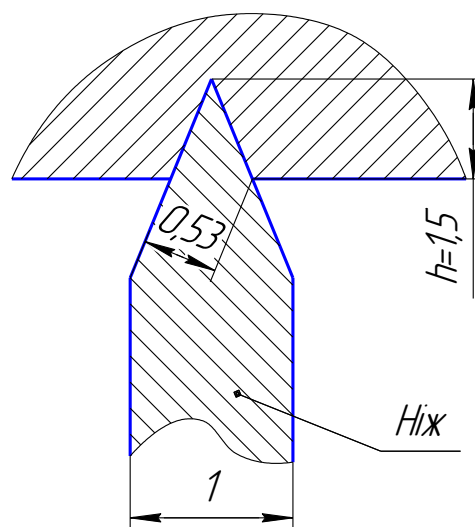


Рисунок 3.2 – Схема різання

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

Допустиме значення затягування гайки M48x1,5 [W] = 13200 кгс, запас міцності:

$$n = \frac{[W]}{W} \quad (3.9)$$

$$n = \frac{13200}{1095,65} = 12.$$

Намотування паперу із зусиллям натягу 80 кгс.

Коефіцієнт тертя кочення між ножом та папером  $f = 0,1$ .

Навантаження на один ніж складає 0,166 кгс.

$n$  – число ножів,  $\max = 48$  шт.

### 3.2 Розрахунки валу-шпинделя

Розрахунок міцності валу – шпинделя.

Потужність на валу N1 визначається [22]:

$$N_1 = N_{дв} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3^3, кВт. \quad (3.10)$$

$$N_1 = 4,2 \cdot 0,91 \cdot 0,93^2 \cdot 0,99^3 = 3,32 кВт.$$

де  $\eta_1 = 0,91$  - К.К.Д. цепної передачі;

$\eta_2 = 0,93$  - К.К.Д. зубчастої передачі;

$\eta_3 = 0,99$  - К.К.Д. пари підшипників;

$N_{дв} = 4,2$ кВт – потужність двигуна.

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

Зусилля колове:

$$P_1 = \frac{75 \cdot N_1}{v_2} \quad (3.11)$$

$$P_1 = \frac{75 \cdot 3,23}{1,24} = 198 \text{ кг.}$$

де

$$v_2 = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n_3}{60 \cdot 1000} \quad (3.12)$$

$$v_2 = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 365}{60 \cdot 1000} = 1,24 \text{ м/с.}$$

де  $D_3$  - діаметр шестерні шпинделя;

$n_3$  – оберти шестерні валу – шпинделя.

Зусилля радіальне:

$$T_1 = P_1 \cdot \text{tg} \alpha \quad (3.13)$$

$$T_1 = 165 \cdot \text{tg} 20^\circ = 71,3 \text{ кг.}$$

Рівномірно розподілене навантаження на ножі  $q = 0,16$  кг, ширина тягучого паперу  $l = 500$  мм; тягове зусилля:

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = q \cdot l \quad (3.14)$$

$$Q = 500 \cdot 0,16 = 80 \text{кз}.$$

$$R_{Ax} = \frac{-q \cdot b \left(\frac{b}{2} + a\right) + T \cdot (c + a + b + a)}{a + b + c} =$$

$$\frac{-0,16 \cdot 500(250 + 170) + 71,3 \cdot (70 + 170 + 500 + 70)}{170 + 500 + 170} = 37,294 \text{кзс}$$

Перевірка:

$$R_{Ay} = R_{By} - T + q \cdot b = 34,24 - 71,3 + 80 = 45,94 \text{кзс};$$

Сумарна реакція:

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = \sqrt{179,7^2 + 37,34^2} = 183,5 \text{кзс};$$

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{16,3^2 + 45,94^2} = 48,75 \text{кзс};$$

$$M_{кр} = 97360 \cdot \frac{N_1}{n_3} = 97360 \frac{3,23}{356} = 86160 \text{кз} \cdot \text{мм};$$

Реакції в опорах:

$$\begin{cases} R_{Ax} + R_{Bx} - P_1 = 0 \\ R_{Ay} - R_{By} + T - q \cdot b = 0 \end{cases};$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$\sum M_{Bx} = R_{Ax}(a+b+c) - P_1 \cdot c = 0;$$

$$R_{Ax} = -\frac{P_1 \cdot c}{a+b+c} = -\frac{196 \cdot 70}{170+500+170} = -16,3 \text{ кзс};$$

$$\sum M_{By} = R_{Ay}(a+b+c) - g \cdot b\left(\frac{b}{2} + a\right) - T \cdot c = 0;$$

$$R_{Ay} = \frac{q \cdot b\left(\frac{b}{2} + a\right) + T \cdot c}{a+b+c} = \frac{0,16 \cdot 500(250+170) + 71,3 \cdot 70}{170+500+170} = 45,94 \text{ кзс};$$

$$R_{Bx} = -R_{Ax} + P_1 = -16,3 + 196 = 179,7 \text{ кзс};$$

$$R_{By} = R_{Ay} + T - q \cdot b = 71,3 + 34,06 - 0,16 \cdot 500 = 25,36 \text{ кзс};$$

$$\sum M_{Ay} = R_{By}(a+b+c) + g \cdot b\left(\frac{b}{2} + a\right) - T \cdot (c+a+b+c) = 0;$$

Визначаємо підшипники, керуючись найбільшим значенням реакції  
 $R_B = 183,5 \text{ кзс}$ .

Коефіцієнт працездатності:

$$c = (R \cdot k_k + mA)k_\sigma \cdot (n \cdot h)^{0,3} = (183,5 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 85,6) = 21836,5$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$\text{де } \cdot k_k = 1,5; m = 1,5; k_\sigma = 1,4; n = 3650 \text{ об/хв}; h = 8000$$

Обераємо підшипник №206, по два на кожну опору.

$$c = 22000 \cdot 2 = 44000; D = 62 \text{ мм}; d = 62 \text{ мм}; B = 16 \text{ мм}.$$

Матеріал валу – ст. 45.

$$\sigma_g = 60 \text{ кг/мм}^2; \sigma_T = 30 \text{ кг/мм}^2; \sigma_{-1} = 26 \text{ кг/мм}^2.$$

Моменти на згин:  $M_x = 13962 \text{ кг} \cdot \text{мм}$ ;  $M_y = 4991 \text{ кг} \cdot \text{мм}$ ;  
 $\tau_{-1} = 15,3 \text{ кг/мм}^2$ .

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{13962^2 + 4991^2} = 14827,25 \text{ кг} \cdot \text{мм};$$

$$\sigma_g = \sigma_{\max} = \frac{M}{W} \quad (3.15)$$

$$\sigma_g = \sigma_{\max} = \frac{148,2725}{19,5} = 7,6 \text{ кг/см}^2.$$

$$\tau_g = \tau_{\max} = \frac{\tau_{\max}}{r} = \frac{1}{2} \frac{M_{кр}}{W_{\text{нетто}}} \quad (3.16)$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$\tau_g = \tau_{\max} = \frac{84,6}{2 \cdot 39,02} = 11 \text{ кг/см}^2.$$

Коефіцієнти концентрації напружень:

$$\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} = 0,83 \cdot 3,65 = 3,03;$$

$$\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} = 1 + 0,6 \cdot \left( \frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} - 1 \right). \quad (3.17)$$

$$\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} = 1 + 0,6(3,03 - 1) = 2,22$$

Коефіцієнт запасу міцності зсуву:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau_g + \varphi_g \cdot \tau_m} \quad (3.18)$$

$$n_\tau = \frac{1500}{2,22 \cdot 11 + 0,1 \cdot 11} = 58.$$

Сумарний коефіцієнт запасу міцності [20, 23]:

$$n = \sqrt{\frac{n_\delta^2 \cdot n_\tau^2}{n_\delta^2 + n_\tau^2}} = \sqrt{\frac{112,2^2 \cdot 58^2}{112,2^2 + 58^2}} = 51,59.$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

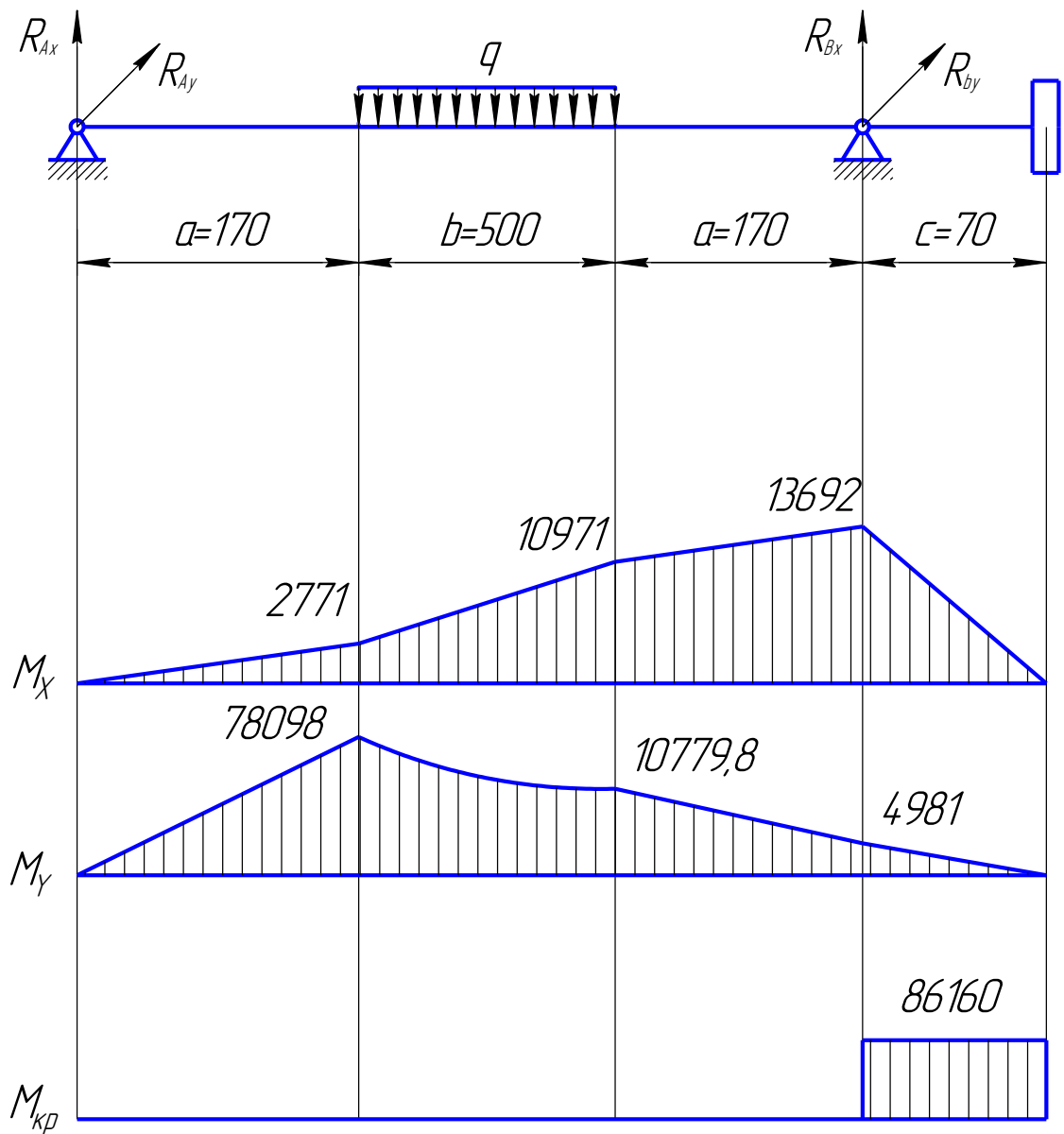


Рисунок 3.3 – Епюра дії сил та згинальних моментів

3.3 Розрахунки приводу механізму переміщення притискного валу та приймального валу з бобінами

3.3.1 Розрахунок ККД приводу та передатних чисел механізму переміщення притискного та приймального валів

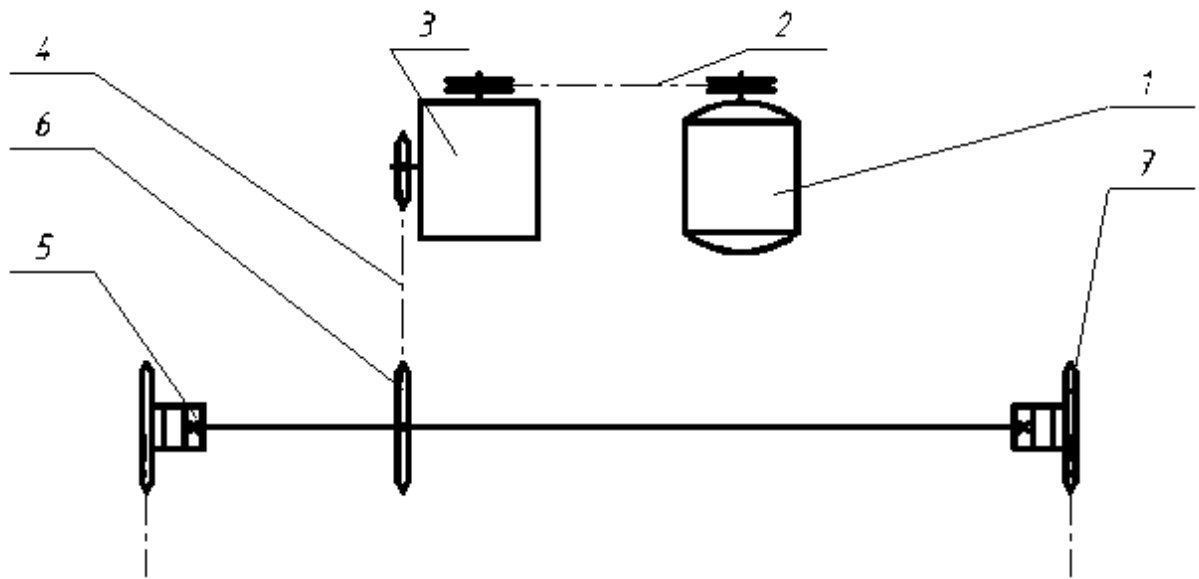
Вхідні дані:

Колове зусилля, яке створюють зірочки переміщення (P), кг – 450.

Швидкість тягового ланцюга (V), вимірюється у м/с – 0,06.

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

Кількість зубців зірочки переміщення  $Z = 31$ ,  $D = 197,69$  мм.



1 - електродвигун, 2 - клинова передача, 3 - редуктор, 4 - ланцюгова передача, 5 - муфта, 6 - зірочка переміщення

Рисунок 3.4 – Розрахункова схема механізму переміщення валу притискного і валу приймального з бобінами

Якщо коловий натиск  $P$  виражений у кілограмах (кг), а коловий показник швидкості  $V$  в метрах на секунду (м/с), то номінальна потужність  $N$  на робочом валу в усталеному режимі, не беручи до уваги втрати у приводі, визначається з допомогою рівняння.

$$N = \frac{P \cdot V}{102}, \text{ кВт} \quad (3.19)$$

$$N = \frac{450 \cdot 0,06}{102} = 0,26 \text{ кВт}$$

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

Щоб визначити номінальну потужність електродвигуна, потрібно знати загальний ККД привода, тоді:

$$N_{заг} = \frac{N}{\eta_{заг}}, \quad (3.20)$$

де  $\eta_{заг}$  визначається за виразом:

$$\eta_{заг} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5$$

де  $\eta_1 = 0,95$  – для клинопасової передачі;

$\eta_2 = 0,75$  – для черв'ячного редуктора;

$\eta_3 = 0,91$  – для відкритої ланцюгової передачі;

$\eta_4 = 0,99^2$  – для однієї пари підшипників кочення в редукторі;

$\eta_5 = 0,98$  – для пари підшипників кочення валу зірочок переміщення.

$$\eta_{заг} = 0,95 \cdot 0,75 \cdot 0,91 \cdot 0,99^2 \cdot 0,98 = 0,623$$

Необхідна номінальна потужність двигуна:

$$N_{дв} = \frac{0,26}{0,623} = 0,417 \text{ кВт}$$

Обираємо двигун 4А8А4-У3, N = 1,1 кВт; n = 1500 об\хв.

Визначаємо кількості обертів робочого валу:

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{\pi D n_p}{60 \cdot 100} \text{ м/с}, \quad (3.21)$$

$$n_p = \frac{60 \cdot 100 V}{\pi D}, \quad (3.22)$$

де  $D$ - діаметр зірки в мм.

$$n_p = \frac{60 \cdot 100 \cdot 0,06}{3,14 \cdot 197,69} = 5,8 \text{ об/хв}$$

Визначаємо передаточне число:

$$i_{заг} = \frac{n_{зв}}{n_p} \quad (3.23)$$

$$i_{заг} = \frac{1500}{5,8} = 258,62$$

Спираючись на інформацію з таблиці 3.4, беручи до уваги, що пасова передача є швидкохідною (перший щабель кінематичної схеми), а ланцюгова – тихохідною (останній щабель), приймаємо таке:

$$i_1 = 2; i_p = 63; \quad (3.24)$$

$$i_2 = \frac{25}{14} \cdot \frac{31}{25} = 2,2$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

### 3.3.2 Розрахунки клинопасової передачі

Розміри перерізу паса: а, мм. - 13;

Н, мм. - 8;

F, см - 0,81.

Діаметр ведучого шківa  $D_1 = 90$  мм. [22]

Діаметр веденого шківa

$D_2 = D_1 \cdot i$ , мм

$D_2 = 90 \cdot 2 = 180$  мм

Швидкість руху паса:

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60 \cdot 1000}, \text{ м/с} \quad (3.25)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot \frac{1500}{2}}{60 \cdot 1000} = 3,533 \text{ м/с}$$

Зусилля колове:

$$P = \frac{102 \cdot N_1}{V} \quad (3.26)$$

$$P = \frac{102 \cdot 1,1}{3,533} = 26,25 \text{ кг}$$

Найменша відстань між центрами, яку дозволено:

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_{\min} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) + h \quad (3.27)$$

$$l_{\min} = 0,55 \cdot (90 + 180) + 8 = 156,5 \text{ мм}$$

Міжцентрову відстань попередньо приймаємо  $l_0 = D_2$ , мм.

Визначаємо довжину паса  $l_0$ :

$$l_{\min} = 2 \cdot l_0 + \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)}{4 \cdot l_0}, \text{ мм} \quad (3.28)$$

$$l_{\min} = 2 \cdot 180 + \frac{3,14}{2} \cdot (90 + 180) + \frac{(180 - 90)}{4 \cdot 180} = 470 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину паса  $L = 630$  мм.

Перерахунок міжцентрової відстані:

$$a = 2 \cdot L - \pi \cdot (D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (3.29)$$

$$a = 2 \cdot 630 - 3,14 \cdot (90 + 180) = 412,2, \text{ мм}$$

Перевіряємо умову, що стосується тривалості функціонування, виходячи з кількості виконаних пасажів за секунду:

$$u = \frac{V}{L} \quad (3.30)$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$u = \frac{3,533}{0,63} = 5,6, \text{ що значно менше допустимого } [u] = 10.$$

За заданим передавальним числом зупиняємо свій вибір на черв'ячному редукторі 14-80-63-51-У3  $i_p = 63$ .

### 3.3.3 Розрахунки ланцюгової передачі

Кутова швидкість вихідного валу редуктора [22]:

$$n_e = \frac{n_{крп}}{i_p} \quad (3.31)$$

$$n_e = \frac{750}{63} = 11,9 \text{ об/хв}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 71620 \frac{N_3}{n_e}, \quad (3.32)$$

де

$$N_3 = N_1 \cdot \eta, \quad (3.33)$$

де  $\eta$  - ККД передачі,  $\eta = 0,785$ .

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_3 = 1,1 \cdot 0,785 = 0,86 \text{ кВт}$$

$$M_{кр} = 71620 \frac{0,86}{11,9} = 5196 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

Зусилля колове:

$$P_1 = \frac{102 \cdot N_3}{V}, \quad (3.34)$$

де

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}, \text{ м/с} \quad (3.35)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 94,07 \cdot 11,9}{60 \cdot 1000} = 0,0628 \text{ м/с}$$

$$P_1 = \frac{102 \cdot 0,86}{0,0628} = 1396,8 \text{ кг}$$

Це зусилля В, яке передається зірочкою через ланцюг на вал з зірочками, щоб рухати вал притискний та вал приймальний з бобінами.

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нам потрібно колову силу 450 кг.

Запас міцності:

$$k = \frac{P_1}{P} \quad (3.36)$$

$$k = \frac{1396,8}{450} = 3,1$$

Навантаження руйнування  $Q_B = 2500\text{кг}$ .

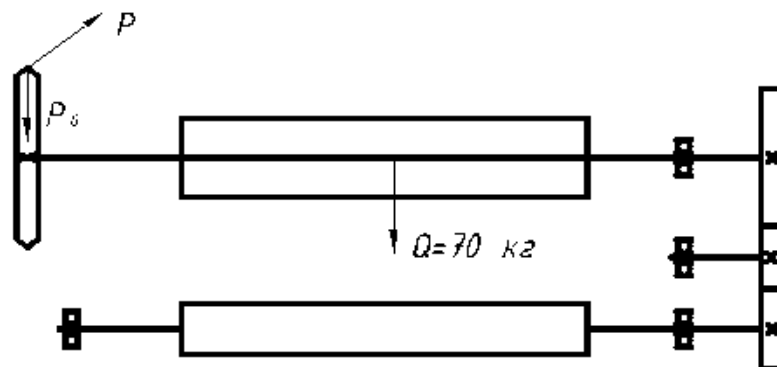
### 3.4 Розрахунки головного приводу

Вхідні данні:

Колове зусилля на ножовому валу  $P_B = 400\text{кг}$ .

Швидкість ножового валу  $V_B = 0,7\text{м/сек}$ .

Діаметр ножового валу  $D_B = 78\text{мм}$ .



1 - електродвигун ПБСТ-52 МУХЛІ-4 ( $N = 4,2\text{кВт}$ ;  $n = 1500\text{об/хв}$ ), 2 - редуктор  $i_p =$ , 3 - редуктор, 4 - ланцюгова передача, 5 - муфта, 6 - зірка переміщення

Рисунок 3.5 – Розрахункова схема механізму переміщення валу притискного і валу приймального з бобінами

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Потужність на валу ножа обчислюється:

$$N_{\epsilon} = \frac{P_{\epsilon} \cdot V_{\epsilon}}{102}, \text{ кВт} \quad (3.37)$$

$$N = \frac{400 \cdot 0,7}{102} = 2,745 \text{ кВт}$$

Для встановлення необхідної номінальної потужності електродвигуна, важливо враховувати загальний коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу [21, 22].

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{л}} \cdot \eta_1^5 \cdot \eta_2^2, \quad (3.38)$$

де  $\eta_{\text{ред}} = 0,95$  – зубчатого циліндричного редуктора;

$\eta_{\text{л}} = 0,91$  – ланцюгової відкритої передачі;

$\eta_1 = 0,99$  – для однієї пари підшипників кочення;

$\eta_2 = 0,95$  – зубчата відкрита циліндрична передача.

$$\eta_{\text{заг}} = 0,95 \cdot 0,91 \cdot 0,99^5 \cdot 0,95^2 = 0,74$$

Тоді:

$$N_{\text{об}} = \frac{2,745}{0,74} = 3,7 \text{ кВт}$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обираємо електродвигун ПБСТ-52 МУХЛ-4. N= 4,2 кВт. n= 1500 об\хв.

Кутові швидкості ножової головки:

$$n_p = \frac{60 \cdot 100 \cdot 0,7}{3,14 \cdot 78} = 172 \text{ об/хв}$$

Загальний коефіцієнт передачі:

$$i_{заг} = \frac{n_{об}}{n_p} \quad (3.39)$$

$$i_{заг} = \frac{1500}{172} = 8,72$$

$$i_{заг} = i_{ред} \cdot i_l \cdot i_{з.п.} \quad (3.40)$$

$$i_{заг} = 2,26 \cdot 1,923 \cdot 2,0 = 8,72$$

Розрахунки ланцюгової передачі.

Кутова швидкість на виході з редуктора:

$$n_1 = \frac{n_{об}}{i_p}, \quad (3.41)$$

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_1 = \frac{1500}{2,26} = 680 \text{ об/хв}$$

Кутова швидкість на ведучому валу:

$$n_2 = \frac{n_{об}}{i_p \cdot i_l} \quad (3.42)$$

$$n_2 = \frac{1500}{2,26 \cdot 1,923} = 355 \text{ об/хв}$$

Обираємо кількість зубців на меншій зірочці, тобто  $z_1 = 13$ , отже:

$$z_2 = z_1 \cdot i_l \quad (3.43)$$

$$z_2 = 13 \cdot 1,923 = 25$$

Визначаємо швидкість ланцюга та коліві зусилля, що є функцією кроку ланцюга:

$$V = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000}, \text{ м/с}, \quad (3.44)$$

де  $t$  – крок ланцюга, мм;

$N$  – потужність двигуна,  $N_1 = 3,7$  кВт

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{13 \cdot t \cdot 680}{60 \cdot 1000} = 0,147t \text{ м/с}$$

$$P = \frac{102 \cdot 3,7}{0,147t} = \frac{2567}{t} \text{ кг}$$

Обираємо ланцюг для приводу втулково-роликового типу [22].

Ланцюг ВР ВР 19,06-1.  $Q_B = 2500 \text{ кг}$ .  $t = 19,06$ .

$$P = \frac{2567}{19,05} = 134,8 \text{ кг}$$

$$V = 0,147 \cdot 19,05 = 2,8 \text{ м/с}$$

Обчислюємо розрахунковий коефіцієнт навантаження:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (3.45)$$

де  $k_1 = 1$  - при спокійному навантаженні.

$k_2 = 1,5$  - коефіцієнт, що враховує вплив мащення.

$k_3 = 1,25$  –тривалість роботи (дві зміни).

$$k = 1 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 1,875$$

Розрахунки для втулково-роликових ланцюгів:

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = d_2 \cdot l_{em} \quad (3.46)$$

$$l_{em} = c_g + 2 \cdot S \quad (3.47)$$

Із [22]  $d_2 = 6$ ;  $c_B = 12,9$ ;  $S = 3$ :

Тоді:

$$F = 6 \cdot (12,9 + 2 \cdot 3) = 113,4 \text{ мм}^2.$$

#### Висновки до третього розділу

Проведено розрахунки машини для нарізання рулонних матеріалів, а саме виконано розрахунки ножового валу; валу-шпинделя; приводу механізму переміщення притискного валу та приймального валу з бобінами; головного приводу.

Виконані розрахунки що підтверджують працездатність роботи машини для нарізання рулонних матеріалів.

					<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В результаті роботи над бакалаврською роботою проведено огляд технології різання матеріалів та аналіз конструкцій машин для різання матеріалів, їх технічні параметри.

Розглянуто автоматизовані пристрої нового покоління для різання рулонних матеріалів.

Описано спроектовану конструкцію машини для нарізання рулонних матеріалів. Цей опис базується на аналізі сильних та слабких сторін наявного обладнання, яке використовується для різання рулонних матеріалів.

Розроблено циклограму функціонування машини для нарізання рулонних матеріалів, а також її кінематичну схему, схему будови та загальний вигляд.

Надано рекомендації щодо технічного обслуговування та експлуатації машини.

Проведено розрахунки машини для нарізання рулонних матеріалів, а саме виконано розрахунки ножового валу; валу-шпинделя; приводу механізму переміщення притискного валу та приймального валу з бобінами; головного приводу.

Виконані розрахунки що підтверджують працездатність роботи машини для нарізання рулонних матеріалів.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ващук С.І., Палилюцько В.С. Машина та апарати // "Журнал легка промисловість." – 2019. – № 11. – С. 35–39.
2. Ковальчук І.П., Семенюк А.В. Технологічне обладнання для обробки матеріалів // "Вісник машинобудування." – 2020. – № 5. – С. 22–27.
3. Рибак Т.С., Нечай Л.М. Сучасні системи різання текстильних матеріалів // "Технології та обладнання легкої промисловості." – 2021. – № 3. – С. 12–18.
4. Олійник В.М., Шевченко П.О. Автоматизовані лінії різання рулонної сировини // "Наукові вісті." – 2020. – № 7. – С. 41–47.
5. Бойко С.В., Марчук Г.І. Особливості проектування різачка для паперових рулонів // "Обладнання та технології." – 2018. – № 9. – С. 29–34.
6. Поліщук Н.В., Данилюк О.Ю. Рулонні матеріали: властивості і обробка // "Легка промисловість та мода." – 2017. – № 2. – С. 55–60.
7. Зінченко А.Г., Степаненко М.С. Розробка ріжучого механізму для текстильних рулонів // "Інженерія машин." – 2021. – № 4. – С. 18–24.
8. Шульга Ю.О., Максименко Д.В. Автоматизація процесів різання в легкій промисловості // "Сучасне машинобудування." – 2019. – № 6. – С. 10–15.
9. Левченко Т.М., Дорош О.В. Технічне забезпечення точного різання // "Виробничі системи." – 2020. – № 10. – С. 38–43.
10. Самойленко І.К., Опанасенко Г.С. Оптимізація процесу різання рулонів // "Науково-технічний вісник." – 2018. – № 8. – С. 19–24.
11. Андрусевич С.П., Литвин Ю.М. Програмне керування обладнанням для різання // "Комп'ютерно-інтегровані технології." – 2019. – № 12. – С. 44–50.
12. Пилипенко Л.С., Гнатенко А.І. Вибір матеріалу для ріжучих ножів // "Матеріалознавство в машинобудуванні." – 2020. – № 3. – С. 26–30.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

13. Гринчук В.О., Савчук Р.М. Аналіз навантажень у вузлах різачка // "Механіка та автоматизація." – 2017. – № 5. – С. 13–17.
14. Хом'як Т.І., Швець В.С. Проектування машин для рулонних матеріалів // "Інженерні дослідження." – 2021. – № 6. – С. 31–36.
15. Дудник І.В., Чайка Н.О. Системи контролю якості різання // "Автоматизація виробництва." – 2019. – № 4. – С. 28–33.
16. Чорний Б.В., Ярошенко К.П. Надійність ріжучих елементів машин // "Техніка та технології." – 2020. – № 9. – С. 17–21.
17. Шевченко І.Л., Кирилюк С.О. Вдосконалення подачі рулонного матеріалу // "Промислова автоматика." – 2021. – № 7. – С. 22–28.
18. Дубровський Ю.М., Савенко Л.М. Обґрунтування параметрів різання // "Наукові записки інженера." – 2018. – № 10. – С. 36–41.
19. Коцюбинський П.А., Ігнатенко С.М. Динаміка приводу різальної установки // "Машинобудівні технології." – 2020. – № 6. – С. 19–23.
20. Сидоренко Т.В., Бондаренко М.Є. Конструктивні рішення ріжучих механізмів // "Технічна механіка." – 2019. – № 3. – С. 12–16.
21. Олійник Р.Ю., Тарасенко В.П. Автоматизовані лінії в переробці рулонної продукції // "Виробничі процеси." – 2020. – № 5. – С. 33–39.
22. Григоренко І.М., Левчук Н.С. Модернізація механізму подачі матеріалу // "Інженерна справа." – 2017. – № 8. – С. 21–26.
23. Мельничук О.Р., Савранський С.Г. Енергозбереження в процесі різання // "Техніка та енергоефективність." – 2018. – № 4. – С. 14–18.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ДОДАТКИ

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		