

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

### Розробка електроприводу напівавтоматичного пристрою для перемотування пряжі

Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

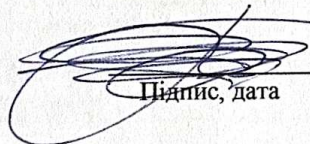
Шифр БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент  
3 курсу група ЕТс-22-2

  
Підпис

Ящук С.С.  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

К.т.н., доц. Тимощук О.Г.  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

К.т.н., ст. викл. Пундик С.І.  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

К.т.н., доц. Неймак В.С.  
Ініціали, прізвище

2 06 2025 р.

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

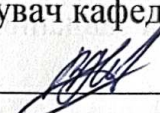
Шифр і назва

Спеціалізація Електропобутова техніка

Освітня програма \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

  
\_\_\_\_\_

2 . 06 . 2025 р

З А В Д А Н Н Я  
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Ящук Сергій Сергійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка електроприводу напівавтоматичного пристрою для перемотування пряжі

керівник роботи Тимошук Олександр Григорович, к.т.н., доцент

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 2.06.25

3. Вихідні дані до роботи основні характеристики напівавтоматичного пристрою для перемотування ниток і пряжі

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

Вступ. 1 Огляд та аналіз існуючих технологічних процесів і пристроїв для намотування пряжі в пакування

2 Розробка удосконаленого напівавтоматичного пристрою для намотування пряжі в пакування 3 Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою. Висновки. Перелік джерел посилань.

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

1. Огляд та аналіз пристроїв для намотування пряжі (ДО, А1). 2.

Кінематична схема пристрою для намотування пряжі (К3, А1). 3.

Технологічний процес пристрою для намотування пряжі (ЕЗ, А)  
4.Складальне креслення напівавтоматичн. пристрою для намотування пр  
(СК, А1)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання 12.05.25р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Огляд та аналіз пристроїв для намотування ниток і пряжі		
2. Розробка удосконаленого напівавтоматичного пристрою для намотування пряжі		
3. Розрахунки, що підтверджують працездатність напівавтоматичного пристрою		
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу		

Студент

Підпис

С.С. Ящук  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

Підпис

О.Г. Тимошук  
Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи студента спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Ящук Сергій С.
2. Тема бакалаврської роботи  
Розробка електроприводу напівавтоматичного пристрою для перемотування пряжі
3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента \_\_\_\_\_
4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 62

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки: \_\_\_\_\_

В першому розділі виконано огляд та аналіз конструкцій пристрою для перемотування пряжі та ниток, що представлено на графічному листі БРМА 25.00.00.000 ДО.

Таким чином було розглянуто основні способи переробки пряжі і види машин, на яких вони реалізуються. Всі розглянуті види має свої конструктивні особливості. Слід вважати, що при виборі способу або пристрою для намотування ниток та пряжі обов'язково необхідно враховувати фізико-механічні властивості вихідної пряжі

В другому розділі розроблено конструкцію пристрою для намотування пряжі та ниток завдяки простоті виконання і невисокій вартості використаних матеріалів дає перевагу широкому застосуванню в невеликих промислових цехах. Також конструкція автоматичного пристрою завдяки спеціальному профілю фіксуючих гайок надає змогу намотування пряжі та ниток, як на конуси для трикотажних машин, так і на пакування для швейних цехів. Було сконструйовано регулятор потужності, який дає можливість регулювати частоту обертання та дозволяє підібрати оптимальні параметри технологічного процесу

В третьому розділі було складено план механізму розкладчика нитки, проведено розрахунок рухомості механізму, знайдено необхідну кількість замкнених векторів та введено систему рівнянь для розрахунку аналогів прискорень ланок, яка дозволяє визначити положення кінцевої ланки механізму розкладчика нитки. Також було проведено розрахунок параметрів приводу та здійснено вибір електродвигуна.

Підпис студента 

" 2 " 06 20 25 р.

Р І Ш Е Н Н Я Д Е К:

Протокол 8 від "30" 06 20 25 р.

Оцінка проекту ДЕК 3,0 / E

Рекомендації ДЕК —





Особливі відмітки —

Технічний секретар 

" 30 " 06 20 25 р.

## Зміст

Вступ	С. 5
1 Огляд та аналіз існуючих технологічних процесів і пристроїв згідно теми БР	8
1.1 Аналіз способів та методів намотування пряжі у пакування	8
1.2 Огляд конструкцій пристроїв для намотування пряжі...	15
<del>1.3</del> Висновки першого розділу	28
2 Проект конструкції удосконаленого пристрою для намотування пряжі у пакування	30
2.1 Принцип та будова пристрою	30
2.2 Пристрій для керування електричної потужності привода	32
<del>2.3</del> Висновки до другого розділу	35
<u>3 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ НАПІВАВТОМАТИЧНОГО ПРИСТРОЮ</u>	37
3.1 Теоретичні основи намотування пряжі на пакування	37
3.2 Розрахунки механізму розкладчика нитки	41
3.3 Плани механізму напівавтоматичного пристрою	47
3.4 Розрахунок параметрів приводу і вибір електродвигуна	50
<del>3.5</del> Висновки до третього розділу	56
Висновки	58
Перелік посилань	60
Додатки	

БРМА 25.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ящук С.		
Перевір.		Тимошук О.		
Реценз.				
Н. Контр.		Пундик С.		
Затверд.		Неймак В.		
Розробка електроприводу напівавтоматичного пристрою для перемотування пряжі			Літ.	Арк.
			4	Акрушів
ХНУ, ЕТс-22-2				

## ВСТУП

Підготовка пряжі до виробництва є технологічно необхідним етапом для якісного виробництва пряжі.

Технологічний робочий процес виробництва основним чином виробляють: певний асортимент тканин, основа і структура трикотажних тканин.

Конструктивні властивості основних ниток мають бути якісними, для відповідних вимог, щоб однозначно підтримати масову, надійну роботу верстатів з виробництва тканин трикотажу. Для того щоб забезпечити вимоги виробників, необхідно нитки, призначені для основи, кожного дня роботи треба доставити для переробки на трикотажному обладнанні.

Підготовка ниток для утку вигідно, щоб нитки переміщують на пакування для переробки в тканину на промисловому верстаті. Для човникових верстатів уток підготовлюють у вигляді певного конуса. Для безчовникових промислових верстатів уток переносять на бобіну. Дані нитки, перенесені на шпулі, покривають і водою і емульсією.

Існують два види пакувань: вхідні ( конуси, мотки), вихідні (бобіни, ко-тушки). Бобіни ділять за способом намотування.

Машини хрестомотальні дають одержувати бобіни з вираженою конусністю торцевих поверхонь , одно-, триконусні, з торцями опуклими. Для бобін всіх типів підходять конусні патрони з рифленою або нерівною поверхнею, полімерні патрони із шорсткою поверхнею.

Перемотування пряжі з таких вхідних пакувань виконується для виконання компактного пакування з ниткою більшої довжини. Отже, у процесі перемотування поліпшуються в'язальні властивості пряжі за рахунок згладжування та вирівнювання процесом парафінування, емульсування, видалення проблемних ділянок.

Промислові нитки, призначені для трикотажного виробництва, проходять певну обробку для надання ниткам пряжі умов кращої еластичності.

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

Масове розповсюдження отримали пакування хрестового намотування, тому переважне число трикотажних приватних підприємств оснащено хрестомотальними машинами і напівавтоматами великих розмірів і значної вартості.

Отже актуальною є розробка мотального обладнання з надійною будовою і незначною вартістю, що призначені для малих приватних підприємствах.

Мета нашої кваліфікаційної роботи це удосконалення напівавтоматичного пристрою та розробка приводу пристрою для перемотування пряжі.

Предмет БР це напівавтоматичний пристрій для перемотування пряжі, вдосконалення електричного приводу, системи керування пристрою.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ І ПРИСТРОЇВ ЗГІДНО ТЕМИ БР

## 1.1 Аналіз способів та методів намотування пряжі у пакування

Мотки пряжі, призначені для трикотажного виробництва, мають значну обробку для зменшення величини коефіцієнта тертя, придання ниткам еластичності.

На приватні трикотажні фірми пряжа може надходити в пакуваннях, які даються для роботи на виробничих агрегатах, у вигляді мотків і конусів. В результаті існують два види пакувань [1] : вхідні ( конуси, мотки), вихідні (бобіни, катушки)

Пакування надходять з змішаною пряжею з штучних волокон, бавовняною, вовняною пряжею. Масу і величини початків визначають щільність намотування, лінійна щільність, марки трикотажних машин.

Залежно від виду та походження пряжі моточки отримують різний периметр та його масу. З пряжі із бавовни роблять мотки масою 60...155г з периметром Р 112...138см, з пряжі з штучних, хімічних волокон – відповідно 80...110 г і Р 102...112см.

Визначені розміри початків пряжі [2]: діаметр патрона, d, мм 14, 30; діаметр початка, Д, мм 44; 68; висота початка, Н, мм 185, 290; висота конуса, h, мм 64; 73; кут конуса початка,  $\alpha$ , град. 32; 58.

Одним з конструкторських початкових пакувань це бобіни – компактні, певного розміру (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика пакувань (бобін)

Характеристика нитки	Маса пряжі, кг	Кут конуса в град.	Висота Н перемотування, мм	Діаметр основи, мм
Пряжа основна				

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

Бавовняна малої лінійної щільності	0,75-1,6	6-11	125-148	145-205
Бавовняна або вовняна значної лінійної щільності	1,6-2,1	8-12	128-154	190-240
Нитки				
Штучні:				
синтетичні	0,15-0,27	3,2-7,1	1118-134	74-84
нормальної лінійної густини	0,78-1,55	3,4-7,2	130	74-84
малої лінійної густини	0,55-0,82	3,3-7	132	72-82

Форма намотування забезпечує оптимальне пакування в полімерну тару, при використанні на трикотажних верстатах – безпечний схід ниток пряжі. Бобіни мають різний вигляд за зовнішньою формою, способом намотування.

На хрестомотальних машинах використовують різноманітних форм бобіни. Машини хрестомотальні дають одержувати бобіни з вираженою конусністю торцевих поверхонь, одно-, триконусні, з торцями опуклими. Для бобін всіх типів підходять конусні патрони [3] з рифленою або нерівною поверхнею, полімерні патрони із шорсткою поверхнею (див. рис. 1.1).

Зараз у виробництві часто застосовуються пакування з великою (до 8,5 кг) масою ниток пряжі. Переваги таких пакувань із застосуванням приставних, які опираються на рівну поверхню, шпулярників для в'язальних машин є значно кращими, тому що підрастає ККЧ - коефіцієнт корисного часу і агрегатів і машин. В результаті росте зона обслуговування в роботі в 2,2...2,9 рази.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

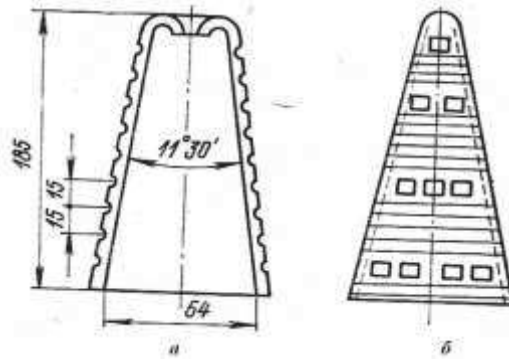


Рисунок 1.1 – Різновиди форм патронів: а – конусний з щільного картону, б – полімерний

Перемотування пряжі ниток з пакувань робиться для економного вихідного мотка з ниткою значної довжини. У процесі перемотування поліпшуються робочі властивості пряжі завдяки вирівнюванню парафінуванням ниток пряжі, замасленню чи емульсуванню [4]. Нитка перемотується на крутний патрон з вхідного початка. Для вірного розташування ниток саме вона-нитка виконує уздовж осі патрона за допомогою ниткорозкладника зворотно-поступальні рухи. Цей спосіб забезпечує намотування на патрон по гвинтовій лінії, якщо кут підйому витка становить  $5...11^\circ$ , то робиться таке хрестове намотування, якщо кут менше  $5...6^\circ$ , то не відбувається.

Порівняємо два способи хрестового та паралельного намотувань. Розгорнемо гвинтову лінію на площину і матимемо в результаті:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi \cdot d_x}, \quad (1.1)$$

де  $\alpha$  – кут підйому певного витка, град;

$h$  - крок витка при роботі процесу, мм.

Саме  $h = \pi d_x \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . При постійних значеннях  $\pi$  й  $d_x$  крок певного витка  $h$  наближається до мінімуму при  $\alpha$ , при русі до нуля.

При малих числах кута  $\alpha$  намотування буде паралельним, при значних – хрестовим. Кут підйому витка на бобіні краще міняти за рахунок швидкості да-

ного нитководія. Широкого застосування в трикотажному виробництві мали хрестове намотування та хрестомотальні машини. Функцію нитководія виконує крутний барабан із гвинтовою канавкою. Кут нахилу витків перевищує 8...15°. Більші кути між витками забезпечують безпечне намотування окремих шарів ниток пряжі.

При перемотуванні певних ниток пряжі на хрестомотальних агрегатах якісно виконується контроль та пошук браку ниток, грубих вузлів, сторонніх домішок. Якісне перемотування має завжди забезпечувати, щоб у процесі в'язання нитка рухалась з стабільним натягом.

Таблиця 1.2 – Розміри величин щілин спеціального приладу, що рекомендується для перемотування ниток пряжі

Призначення пряжі	Густина лінійна пряжі, текс	Величина робоч.щілини між ножами пристрою, мм
Синтетична об'ємна нітронова	50×2; 44; 36×2	0,72; 0,64; 0,48
Бавовняна	22	0,46
Вовняна й змішана	22; 34; 19	0,38; 0,44; 0,48
Бавовняно -віскозна	18	0,40
Бавовняно -лавсанова	16,3;11,2	0,36; 0,32

Спочатку входженням до в'язального пром. цеха нитки повинні відповідати показникам, які забезпечують безпечний процес в'язання трикотажу. До них належать: міцність, гнучкість, вологість, необхідний колір, блиск, м'якість, гладкість, досить мала здатність до електризації, і нуль дефектів.

Для надання пряжі певних властивостей виконується додаткова технологічна обробка, коли пряжа замаслюється, парафінується, або емульсується.

Мотки пряжі, призначені для трикотажного виробництва, отримують значну обробку для зменшення величини коефіцієнта тертя, придання ниткам еластичності, пружності.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Емульсуванню гнучкості піддають саме вовняну пряжу. Штучні синтетичні нитки надходять вже із замаслювачем. В якості них використовуються речовини, які просто видаляються пізніше.

Нитки віскозні емульсувати не потрібно.

## 1.2 Огляд конструктивних схем пристроїв для намотування пряжі

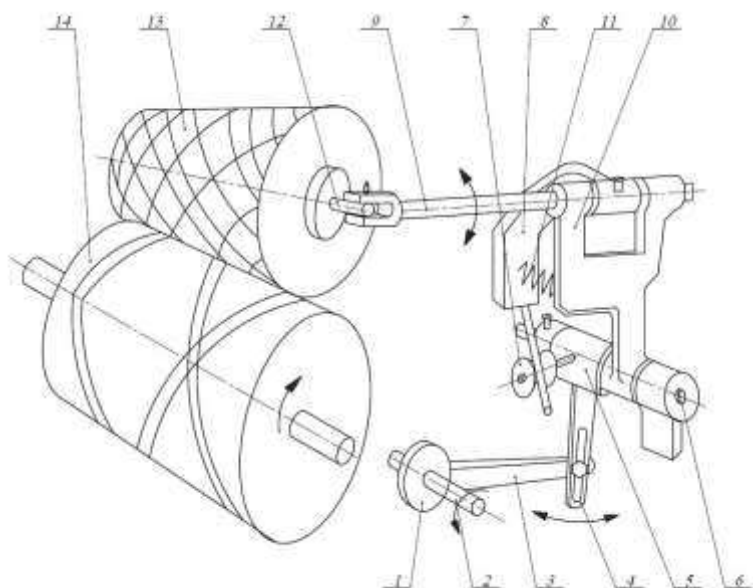
Пристрій для перемотування ниток пряжі [6] (див. рис. 1.2) містить приводний мотальний барабан, підтримка для бобін, що контактує з ним, що стоїть на поверхні і має самозупинку, засіб для запобігання джгутового перемотування, виконаного в якості спеціального важеля, установленим з можливістю взаємодії з пальцем, схожим на ролик, що розміщений на втулці, установленій на осі приклону, має зв'язок з кулачком за допомогою коромисла та ланки-повзуна, виконаного з можливістю зміни його довжини.

Даний пристрій має коромисло з варіантом регулювання його довжини, цей факт дозволяє регулювати кут повороту бобіни для пакування відносно барабана що дасть змогу полегшити ширину витків намотування. На рис. 1.2 розглянута конструкторська схема пристрою для намотування ниток. Конструкція такого приладу для перемотування ниток пряжі має кулачок 1, що влаштований на такій осі самозупинки 2 і зв'язаний тісно за допомогою повідця 3 і коромисла 4, що зроблено з можливістю зміни довжини, із втулкою 5, яка може факту повороту на осі 6. На втулці встановлений формований ролик 7, що контактує з віджимним важелем 8, що кріпиться на приклоні-осі 9, що установлений зі змогою повороту в вилці кронштейна 10 приклону-осі, установленому на осі 6. На осі уклону 9 облаштована вісь 12 бобінотримача із кріпленням мотком 13, який взаємодіє з мотальним барабаном 14.

Розглянутий пристрій виконує роботу в наступний спосіб. Одночасно обертуються вал самозупинки 2, конус 14. Мотальний барабан приводить в обертання конус 13, на яке переміщається нитки та пряжі. Кулачок 1 має потрібне

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обертання разом з валом 2 і за допомогою кінематичн.ланки 3 і коромисла 4 передає рух втулці 5 і певний рух на осі 6, при цьому ролик 7 котиться по коромислу 8, що повертає тягу 9 у кронштейні 10, постійно змінюючи кутове положення осі 12 бобінотримача разом з бобіною 13 до мотального барабана 14, так що пакування тісно взаємодіє з барабаном поперемінно то більшою ділянкою, то середньою частиною, потім малою ділянкою . Тому змінюється частота обертання початка, виконується кутувий зміщення витків і фактичний осьовий розмах.



1 – кулачок, 2 – ось, 3 – коромисло з гвинтом, 5 – втулка, 6 – вісь, 4 – коромисло, 8 – коромисло, 9 – тяга, 7 – ввігнутий ролик, 13 – пакування-початок, 14 – барабан для мотка, 10 – кронштейн, 11 – пружина, 12 – бобінотримач

Рисунок 1.2 – Пристрій сконструйований для перемотування пряжі

Пружина 11 працює для постійного тиску коромисла 8 до ролика ввігнутого 7. Під час намотування на конусі тяга 9 разом із кронштейном 10 повертається на робочій осі 6. Тому зберігається контакт коромисла 8 з роликом 7 в будь який момент перемотки. Для регулювання кута повороту осі конусу коромисла 4 виконане з можливістю регулювання величини довжини з довгим пазом, що зв'язує і коромисло і повідець. Під час роботи зменшується кут повороту втулки по-

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

воротної 5 згідно осі 6 відповідно зменшується зміна кута нахилу укладання ниток відносно мотального барабана. Таке конструктивне рішення дозволяє регулювати величини ширини витків пакування.

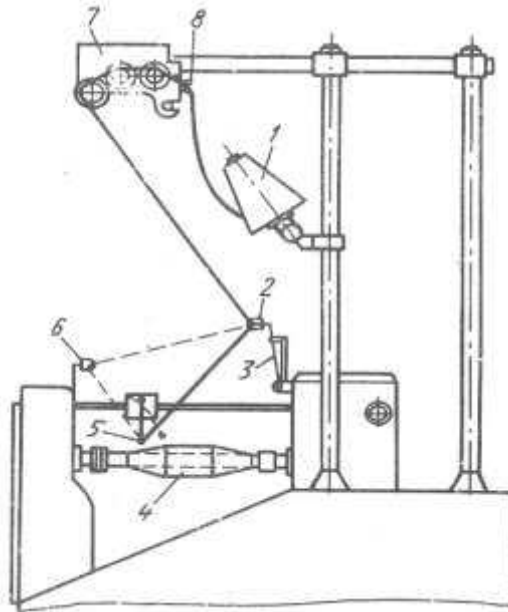
Перевагою пристрою для намотування пряжі є можливість регулювання розсіювання витків пакування. Суттєвим недоліком - це складність виготовлення мотального барабану, що зумовлює вищу вартість даного пристрою.

Розглянемо промисловий утоково – намотувальний пристрій УА-350. Пряжа сходить із конусу 1 (див. рис.1.3), встановленій на бобінотримачі, проходить через дужку баланообмежувача, шайбовий притягувач нитки 7, вічко 2 робочого гачка 3 механізму зупинки при обриві нитки, отвір ниткорозподільника 5 намотується на шпулю 4. Заправлення відбувається таким способом [7]. Нитка після вічка 2 заправляється через робоче переднє вічко 6, вічко пристрою 5 і заходить на шпулю 4. Таке заправлення використовують постійно при перемотуванні льняної, бавовняної, вовняної пряжі менше 60 текс.

В конструкції автоматизовані наступні робочі операції: заміна напрацьованого початка порожньою шпулею із закріпленням кінця нитки, зупинка основного шпинделя при обриві нитки пряжі або при зміні шпулі, відрізання нитки, вмикання, вимикання пристрою перемотки при зміні шпуль, подача порожніх шпуль із коробки. З'єднання кінців ниток при обриві, зміна конусів, мотків, завантаження бункера порожніми шпулями виконано вручну.

Привод пристрою здійснюється від електропривода [7] з роздільною передачею руху до пристроїв автоматики і до головок мотальних.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



1 – бобіна-конус, 2, 6 – вічка робочі, 3 – гачок сигнальний, 4 – шпулька, 5 – ниткоподавач, 8 – кільце, 7 – нитконатягувач шайбовий

Рисунок 1.3 – Конструктивна схема утоково – намотувального напівавтоматичного пристрою

Розкладка робочої нитки на шпулі здійснюється повідковим ниткорозподільником з диференціальною розкладкою.

Кінематична схема обладнання дає можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину додаткового перемотування, швидкість і величину натягу нитки, брати шпулі певної довжини.

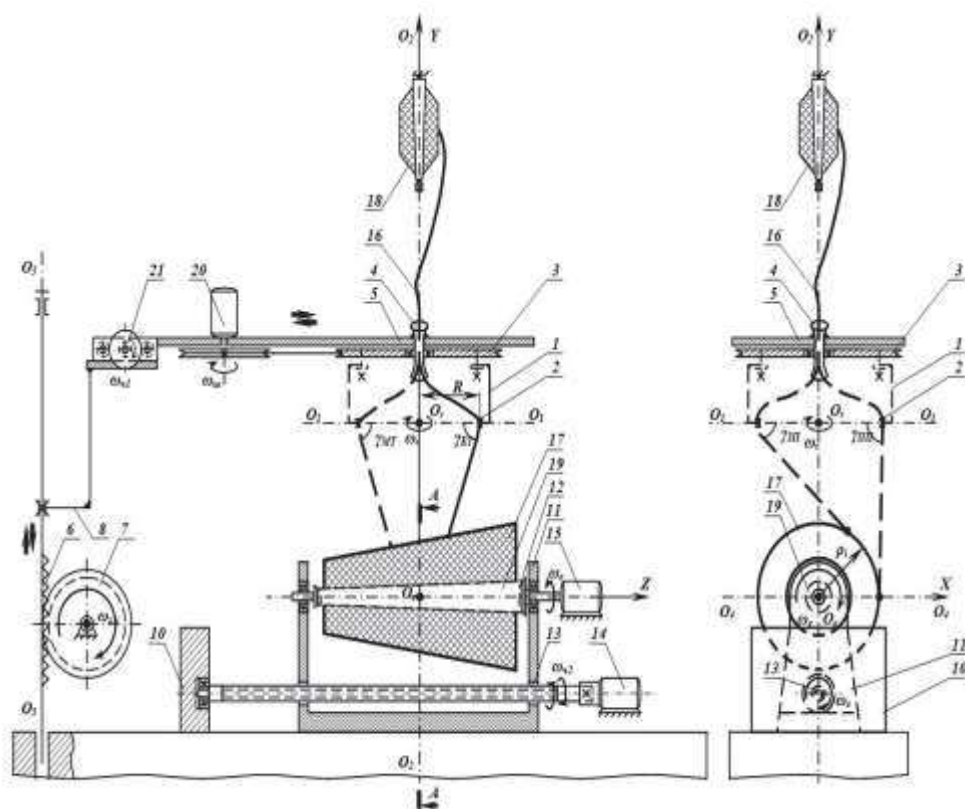
Перевагами характеристики перемотувального пристрою типу УА є змога регулювати діаметр перемотування бобіни, довжину резервного перекидання, швидкість і натяг нитки, застосування певних шпуль. Серйозними недоліками даного обладнання є великі габарити, мала швидкість робочого перекидання.

Конструкція обладнання [8] (див. рис. 1.4) для робочої розкладки нитки має механізм для переміщення нитководія, що має в складі нитководій з вічком 2, що з'єднано з 8 шківом з лійкою 4, яка закріплена на кронштейні 5 жорстко, що має можливість переміщення вздовж вісі руху. Для цього він кріплено на зу-

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

бчатій рейці 6, що буде в зачепленні з зубами шестерні 7, та з'єднана з шківом 3. Кронштейн технологічний 5, з встановленим на ньому засобом для переміщення нитководія має змогу переміщення і знаходиться в зубчатому зачепленні з шестернею 7 та сполучений із шківом 3.

Принцип роботи пристрою пояснюється таким чином. Нитку подають в отвір лійки 4, потім в вічко технологічне 2, потім на конічну бобіну 19 одразу надають крутний момент від приводів із регульованою швидкістю шківу 3, конічному 19 патрону, ексцентрику 9, шестерні 7. Колесо зубчате 7 при русі з зубчатою рейкою 6 рухає її з кронштейном в поступовий рух, а ексцентрик 9 рухає технологічний кронштейн 5 перпендикулярно осі. При цьому відбувається переміщення нитководія 1, зміщення спіральної траєкторії нитководія відносно заданого конусного пакування.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

15

5, 8 - кронштейни, 2 – вічко, 3 – шків, 4 – провідна лійка, 1 – нитководій, 7 – шестерня, 9 – ексцентрик, 14, 15 – електродвигуни, 10 – станина, 11 – бобінопідтримувач, 12 – пінолі, 13 – вал, 16 – нитка, 17 – пакування, 18 – пакування подачі, 21 – маховик 19 – патрон конічний, 20 – електродвигун

Рисунок 1.4 – Конструктивна схема обладнання для інерційної розкладки ниток пряжі

Машина для інерційної розкладки пряжі вимагає доопрацювання, оскільки форма проектованого мотка не відповідає формі нашого пакування.

Обладнання для намотування конічних початків [9] вміщає технологічний барабан 1 у вигляді круглого циліндричного поворотного конуса, що є опорою осі А-А навколо якої обертається пакування 2, яке надійно тримається на кронштейні.

Вісь обертання пакування 2 розміщений по відношенню до осі В барабана 1 крутного, кут між осями має бути таким, що певна основа намотування на пакування 2 паралельна верхній поверхні. Крутний момент від привідного барабана 1 передається до конуса за допомогою сил тертя між основами поверхонь.

Кільце 3 передачі має робочу внутрішню окружність, що трішки більша, ніж у опорної рухомої поверхні 1 барабана подачі, положення якого з коромислом- нитководієм 6, контролюється кронштейном 4, розташованого на ричагу 5. Оскільки внутрішній діаметр кільця 3 більший кола руху крутного мотального барабану 1, то забезпечується передача руху через технологічні кронштейни та нитководій 6.

Пристрій працює таким чином. Із нитководія 6 технологічна нитка періодично переміщується вздовж крутного барабана 1. Нижня точка зміни напрямку руху нитководія під деяким кутом переміщає вільне обертове кільце 3 передачі за допомогою вилки 4 в напрямку нитки 7, направляючи її в зону дії.

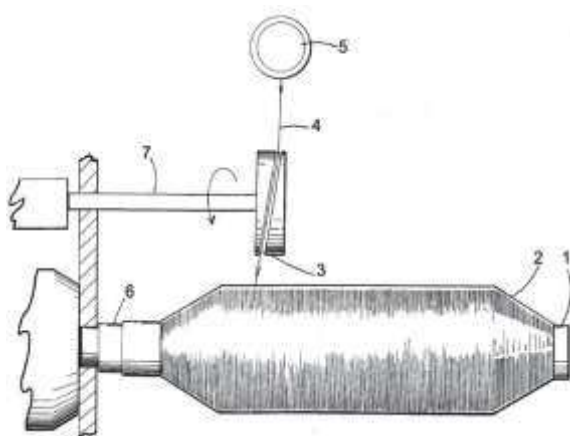
					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Після кутового позиціонування кільце 3 знаходиться в кутовому потрібному положенні відносно барабана і робоча нитка 7 на технологічній відстані 8 задано

подається на пакування 2 по поверхні технологіч. кільця 3, яка в зоні пакування забезпечує швидкості подачі робочої нитки 8 і кругового руху кільця 3.

Обладнання для укладки ниток [10] включає катушку 1 (див. рис.1.5), яка встановлена на валу 6, що рухається. На катушку 1 із живильного пакування 5 через вал 7 та барабан-розкладчик 3 сходять нитка 4 і утворює спільне з пряжею

Перевагою даного пристрою є наявність обертового барабана-розкладчика 3 з приводом, що дозволяє можливість використання для намотування звивистих ниток, мотків пряжі. Контроль натягу дає утворювати пакети запасних ниток, що мають кращі механічні якості. Барабан даного розкладчика - це пластмасова деталь робочої форми. По твірній поверхні конуса проходить гвинтові витки барабана.



2 – пакування робочої пряжі, 1 – катушка полімерна, 3 – барабан, 5 – пакування подачі, 6, 7 – вал, 4 – нитка

Рисунок 1.5 – Конструктивна схема пристрою для укладання пряжі

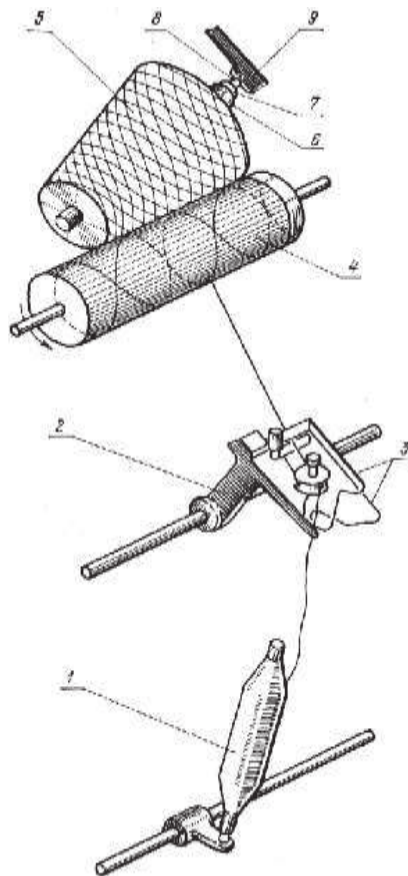
З технологічних переваг є можливість перемотки циліндричної форми початків конуса. Наявність крутного розкладчика з двигуном це перевага констру-

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

кції обладнання для намотування пряжі, що забезпечує можливість використання для укладки заданих ниток. Недоліком даного пристрою є неможливість виробництва пакувань пряжі конічної форми.

Відома машина МТ-150 [5] (рис. 1.6), що призначена для хрестоподібного перемотування пряжі з конусів бобін. Діаметр більшого торця конічної бобіни – 218 мм, маса пряжі – 1,52 кг. Машина має такі секції, що містять 18..21. Основна відмінність машини – 98-102 веретен. Швидкість перемотування залежно від виду та робочої товщини пряжі, становить 440...876 м/хв.

Нитка з бобіни 1, змотуючись, проходить натяжний, очисний пристрої, що закріплені на кронштейні. Потім робоча нитка іде через канавку мотального барабана 4, тобто нитководієм і плюс розподільник нитки вздовж довжини конуса 5. Потім нитка пряжі мотається на конічний патрон 6. Ця конус обертається завдяки силам тертя між спряженим барабаном та бобіною. Патрон одягається на втулку 7 веретена. Ці деталі складають мотальну головку.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

18

1 –пакування подачі живильне, 3 – направляючі, 4 – барабан мотальний, 6 – патрон, 2 – кронштейн, 7 – втулка, 8 – вісь, 5 – твірна бобіна, 9 - тримач

Рисунок 1.6 – Конструктивна схема механізму заправки мотальної машини

Барабанчик – це полімерна циліндрична деталь діаметром 79мм. По твірній робочого барабанчика проходить певна гвинтова ложбинка з 6-ма витками. Витки мають плавне з'єднання. Кроки між витками наступні: перший –  $h_1 = 64$  , наступний –  $h_2 = 54$  та третій –  $h_3 = 45$  мм.

За допомогою змінного робочого кроку канавки вирівнюється швидкість переміщення нитки пряжі. Веретено якісно служить для роботи конічної бобіни при намотуванні пряжі.

Мотальна машина МТ-150 має вигідний технологічний ряд механізмів: механізм автоматичного вимикання роботи бобіни-конуса, механізм електрозупинки та сфероутворювача.

Машина МТ-150 конструктивно була модернізована, в силу чого швидкість укладки має 1000 м/хв; діаметр мотання даного барабана зріс до 94 мм. В результаті стійкість витків збільшуються.

Пряжа, яка переробляється на агрегатах, проходить певний ряд натяжних і контрольних пристроїв. До контрольних приладів належать очисні, що є та працюють на кожній мотальній головці.

### 1.3 Висновки першого розділу

Перевагою конструкції пристрою для укладки пряжі є змога регулювання ширини витків намотування. Недолік це складність виробництва мотального барабану, що дає високу вартість обладнання.

Кращою характеристикою перемотувального пристрою типу УА є можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину укладки, швидкість, на-

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тяг нитки, застосовування різних шпуль та мотків. Недоліки це великі габарити, мала швидкість роботи.

Пристрій для малоінерційної розкладки робочої нитки пряжі вимагає нової доробки конструкції.

Наявність обертового барабана з приводом є перевагою машини для намотування пряжі, що забезпечують змогу його використання для перемотування пряжі. Недоліком даного пристрою є неможливість намотування заданих пакувань кінчної конкретної форми.

Пристрій для укладки МТ-150 дає можливість якісного намотування до 150 пакувань. Недоліки такої машини є значні розміри, вартість і економічна недоцільність укладки замалої кількості пакувань.

Огляд технічної літератури щодо конструкцій пристроїв для перемотування і укладки пряжі представлені на графічному листі ф. А1 БРМА 25.00.00.000 ДО. Таким чином було розглянуто основні способи переробки пряжі і певні види машин, на яких вони реалізуються та вдосконалюються.

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

## 2 ПРОЄКТ КОНСТРУКЦІЇ УДОСКОНАЛЕНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ПРЯЖІ У ПАКУВАННЯ

### 2.1 Принцип роботи та будова удосконаленого пристрою

Симісторний регулятор потужності електроприводу реалізує принцип фазового керування. Принцип роботи симісторного регулятора заснований на зростанні моменту вмикання симістора відносно переходу мережевої напруги через початок координат (з моменту позитивної півхвилі вхідної напруги мережі).

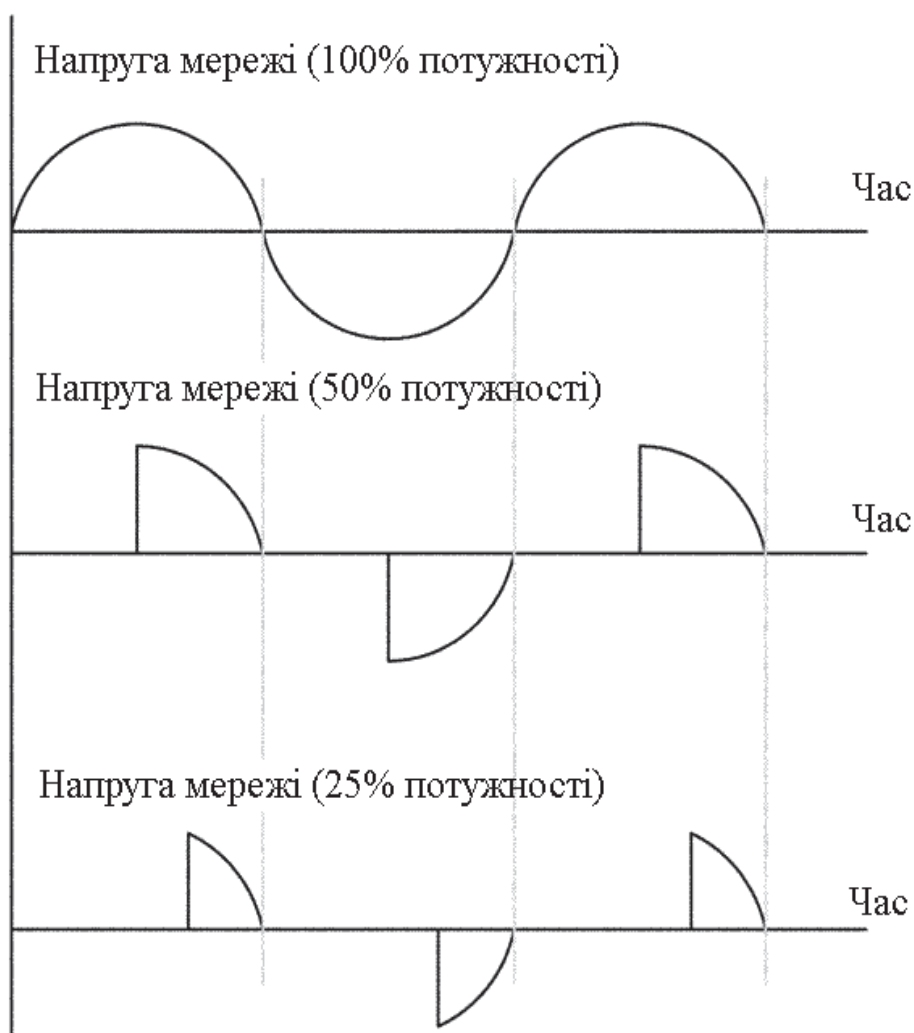
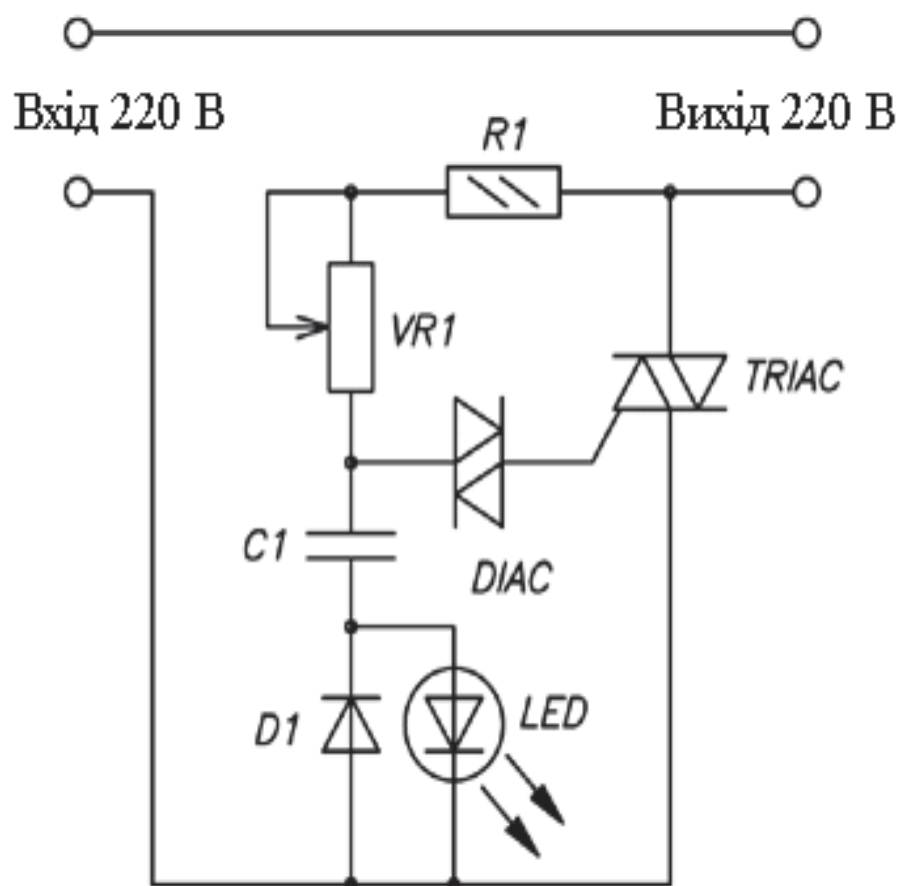


Рисунок 2.2 – Залежність величини регульованої напруги від величини часу робочого відкриття симістора

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

На початку роботи позитивного часу півперіоду симістор закритий. З збільшенням напруги (рис. 2.2), робочий конденсатор C1 заряджається через подільвач VR1, R1. Збільшена напруга на конденсаторі C1 відстає по фазі від вхідної на величину, що залежить від спільного опору резисторів VVR1, R1 і ємності C1. Заряд C1 триває до часу, поки напруга не досягне порогу «пробою» диністора (в межах 30В).



DIAC – основний симістор, LED – світлодіод, TRIAC – диністор, D1 – діод,

R1 – змінний резистор, VR1 – змінний резистор, C1 – конденсатор

Рисунок 2.3 – Електрична принципова схема регулятора для керування потужності універсального колекторного двигуна

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

В момент відкриття диністора (відповідно, відкриється симістор), навантаження потече струм, що визначається сумарним опором включеного симістора та навантаження. Симістор буде відкритим до кінця часу півперіоду. Резистором VR1 встановлюється напруга вмикання диністора, основного симістора. Отже резистором здійснюється регулювання потужності. Під час роботи мінусової півхвилі принцип роботи схеми аналогічний. Світлодіод LED свідчить про працюючий режим регулятора потужності.

Конструктивно регулятор виконано на друкованій платі склотекстоліту. У табл. 2.1 сформовано перелік елементів, які було використано в основній платі керування.

Таблиця 2.1 – Перелік елементів для основної плати керування колекторного електроприводу

Позиція	Позначення
D1	1N4148/18 В
R1	5,5 кОм
TRIAC	BT142-600E, основний симістор
DIAC	DB3, диністор керування
VR1	550 кОм
C1	0,25 мкФ
LED	Блакитний світлодіод

### 2.3 Висновки до другого розділу

Конструкція удосконаленого пристрою для укладки пряжі завдяки простоті виконання, малій вартості матеріалів дає перевагу масовому застосуванню в малих промислових цехах. Конструкція напівавтоматичного удосконаленого пристрою завдяки такому профілю фіксуючих гайок надає змогу якісного намо-

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

тування пряжі, як на конуси пакувань машин, так на пакування для обладнання швейних цехів.

Для довговічної роботи пристрою потрібно було забезпечити плавне регулювання швидкості універсального колекторного електродвигуна, тому було розраховано та конструйовано регулятор потужності АД, який дає можливість регулювати частоту обертання приводного валу пристрою, дає отримати оптимальні параметри процесу.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ НАДІЙНІСТЬ НАПІВАВТОМАТИЧНОГО ПРИСТРОЮ

#### 3.1 Теоретичні основи укладання пряжі на пакування

Щільність пряжі показує величину товщини пряжі, надає відношення маси ниток до числа довжини, г/км:

$$T = \frac{m}{L}, \quad (3.1)$$

де  $L$  – довжина нитки, км,

$m$  – маса нитки, г.

Існують номінальна, кондиційна, фактична лінійна щільність ниток.

Фактична ( $T_{\phi}$ ) то є значення лінійної щільності робочої нитки, що розрахована дослідним певним шляхом, що робиться по формулі, текс:

$$T_{\phi} = \frac{\sum m}{L \cdot n \cdot 10^3}, \quad (3.2)$$

де  $\sum m$  – сумарна загальна маса пасм, г;  $n$  – число пасм,  $L$  – значення довжини нитки в пасмі, м.

Номінальна ( $T_0$ ) означає лінійну щільність одиночної нитки, запланованої до виготовлення в цеху [12].

Кондиційна ( $T_k$ ) називають лінійна щільність ниток, що обрхована, текс:

$$T_k = T_{\phi} \cdot (100 + W_n) / (100 + W_{\phi}), \quad (3.3)$$

де  $W_{\phi}$ ,  $W_n$  – відповідно фактична та стандартна вологість ниток та пряжі, %.

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

Об'єм, яка займає укладена нитка на конічному пакуванні, з урахуванням опуклості на поверхнях твірних початку, см<sup>3</sup> :

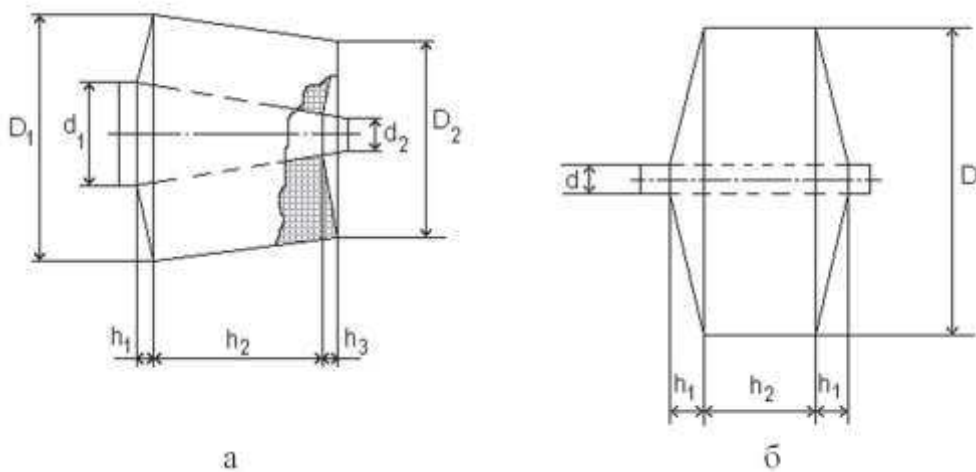
$$V = \frac{\pi}{12} [(D_1^2 + D_1d_1 + d_1^2)h_1 + (D_1^2 + D_1D_2 + D_2^2) \cdot h_2 - (D_2^2 + D_2d_2 + d_2^2) \cdot h_3 - (h_1 + h_2) \cdot (d_1^2 + d_1d_2 + d_2^2)], \quad (3.4)$$

де  $d_1$  і  $d_2$  – великий і малий діаметри торців початку;  $D_1$  і  $D_2$  – великий і малий діаметри конуса з намотаною ниткою;  $h_2$  – висота намотування бобіни, см;  $h_3$  – висота сфери біля вершини бобіни, см;  $h_1$  – висота верхньої сфери намотування на початку конуса, см (рис. 3.1, а)

Об'єм, яка має намотана нитка на циліндричному конусі, з урахуванням опуклості на торцях бобіни пакування, см<sup>3</sup> (рис. 3.1, б):

$$V = \frac{\pi}{12} [2h_1(D^2 + Dd + d^2) + 3h_2D^2 - 3d^2(2h_1 + h_2)], \quad (3.5)$$

де  $d$  – діаметр патрона початка, см;  $h_2$  – величина висоти намотування циліндричної частини початка, см,  $h_1$  – величина висоти намотування конічної форми в торців  $W_\phi$  конуса, см.



					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$d_1$  і  $d_2$  – величини великого, малого діаметрів патрона,  $D_1, D_2$  – величини великого, малого діаметрів бобіни початка,  $h_1$  – висота опуклості сфери укладки в основі конуса,  $h_3$  – висота сфери біля вершини початка,  $h_2$  – висота укладки конуса початка

Рисунок 3.1 – Графічне представлення об'єму пряжі ниток, з урахуванням опуклості на торцях початка: б – циліндрична, а – конічна

Об'єм, який намотана пряжею на конічному початку,  $\text{см}^3$  (рис. 3.2, а):

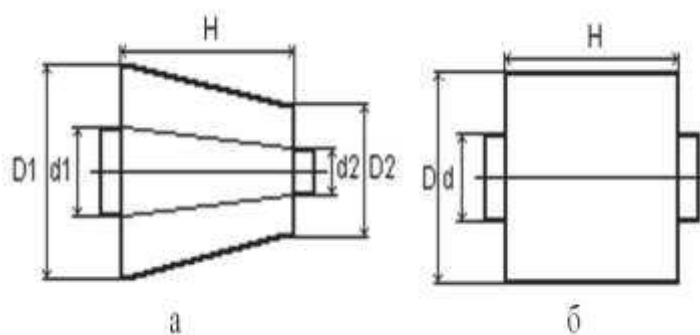
$$V = \frac{\pi H}{12} [(D_1^2 + D_1 D_2 + D_2^2) - (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2)], \quad (3.6)$$

де  $D_2$  і  $D_1$  – величини великого, малого діаметрів початка з пряжею,  $\text{см}$ ;  $d_1$  і  $d_2$  – величини великого, малого діаметрів патрона конусу,  $\text{см}$ ;  $H$  – висота перемотування бобіни.

Об'єм, яка займає нитка або пряжа на циліндричній бобіні,  $\text{см}^3$  (рис. 3.2, б):

$$V = \frac{\pi H}{4} (D^2 - d^2), \quad (3.7)$$

де  $D$  – діаметр пакування початку,  $\text{см}$ ;  $H$  – висота намотування бобіни,  $\text{см}$ ,  $d$  – діаметр патрона пакування початку,  $\text{см}$ .



$D_2, D_1$  – величини великого, малого діаметрів конусу з намотаною пряжею,

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

$d_2$  і  $d_1$  – величини великого, малого діаметрів патрона,  $D$  – діаметр бобіни,

$d$  – діаметр патрона бобіни,  $H$  – висота намотування бобіни

Рисунок 3.2 – Графічний вигляд об'єму намотаної пряжі на конусі: а – типова конічна, б – типова циліндрична

Маса нитки на конусі, г:

$$G = V \cdot \gamma, \quad (3.8)$$

де  $\gamma$  – робоча щільність укладки нитки на бобіни,  $\text{г/см}^3$ .

У таблиці 3.1 наведені рекомендовані величини лінійної щільності перемотування для пряжі різних видів на конусні бобіни.

Таблиця 3.1 – Нормативи величин робочої щільності перемотування пряжі на пакування, конус, інш.

Вид пряжі або ниток	Лінійна щільність ниток, текс	Робоча щільність намотування пряжі, ниток, $\text{г/м}^3$
Бавовняна: кордна гребенна прокручена	823,3 - 14,4	0,38 - 0,42
	14,4 - 5,2	0,42 - 0,45
	–	0,39 - 0,46
Напіввовняна: камвольна круч.	19,2 - 42	0,39 - 0,44
	16 - 42	0,44 - 0,48
Чистововняна: камвольна круч.	19,0 - 42	0,36 - 0,38
	16 - 42	0,40 - 0,44
Вовняна апаратна	45 - 84	0,33 - 0,36
	90 - 333	0,32 - 0,38
Напіввовняна	45 - 84	0,36 - 0,39
	90 - 333	0,34 - 0,39
Лляна: мокрого виробн.	16 - 210	0,52 - 0,58

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сухого виробн.	57- 1100	0,48 -0,52
Роб. нитки: віскозні триацетатні з хімічних волокон капронові, лавс.	Різн. товщини - - -	0,75 -0,85 0,6 -0,65 0,72 -0,86 0,55-0,65

Довжина нитки на бобіні, м:

$$L_6 = G \frac{1000}{T_0}, \quad (3.9)$$

де  $G$  – маса робочої нитки на початку, г;  $T_0$  – номінальна щільність одиночної пряжі, нитки, текс.

### 3.2 Розрахунки механізму оригінального розкладчика нитки

Моделювання краще оцінювати спосіб вивчення реальної системи шляхом заміни для експериментального аналізу та дослідження системою що зберігає сутєві параметри оригінала. При математичному моделюванні здійснюється апроксимація функції опису простою і зручною для практичного аналізу моделі.

Моделі, як ті, що використовують математичні чисельні методи, потребують способом використання значних та витратних інтелектуальних, фінансових затрат. Тому кращі рішення про створення сучасної моделі робиться при відсутності більш простих шляхів вирішення проблеми (модифікації суттєвої з існуючих вже моделей).

Дослідження об'єкту аналізу та вираження його математичного опису полягають у встановленні зв'язків між суттєвими параметрами процесу, виявленні його граничних і початкових параметрів через систему математичних співвідношень.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес побудови математичної моделі краще представити послідовністю етапів, зображених на рис. 3.3

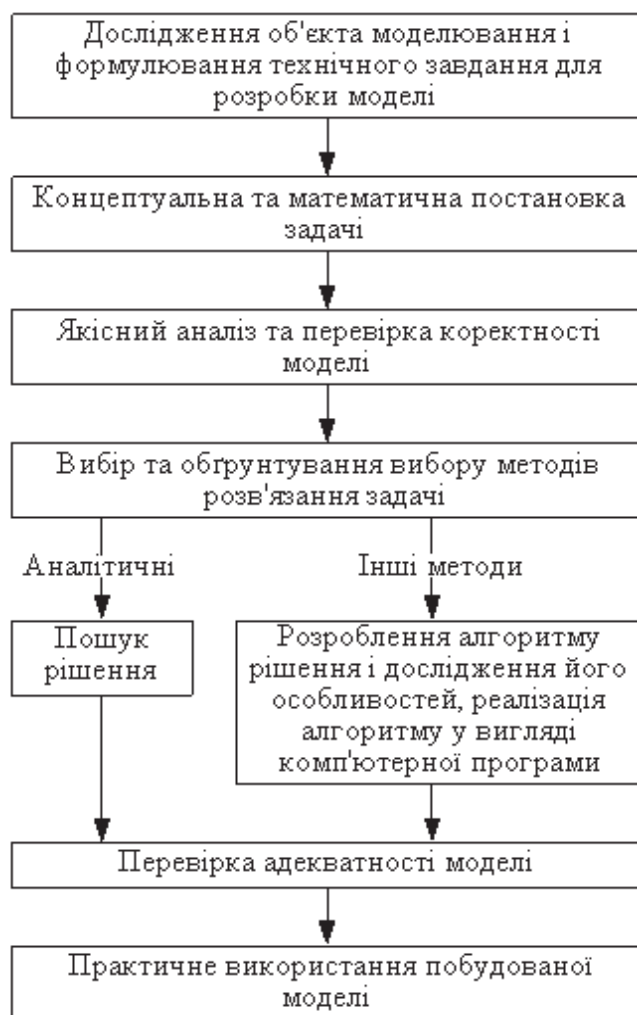


Рисунок 3.3 – Блок-схема побудови математичної моделі

Під час дослідження об'єкта моделювання суттєво виконати наступні дії:

- 1) аналіз взаємодії об'єкта з зовнішнім оточенням, виділення характеристик основних впливів та зовніш. реакції, класифікація їх на вимірні, на перешкоди;
- 2) проведення декомпозиції та дослідження внутрішньої структури, архітектури технічної системи;

- 3) дослідження порядку функціонування об'єкту, виявлення зв'язку з виходом та входом, формування множини станів об'єкту;
- 4) перевірка експериментальних даних про об'єкти - аналоги, проведення потрібних експериментів;
- 5) класифікація об'єкта моделювання на стаціонарний чи нестаціонарний, означення дії випадкових факторів на об'єкт та порядку нелінійності сполучень між параметрами об'єкту;
- 6) аналітичний огляд літературних джерел, робочий аналіз та порівняння створених моделей подібних технічн. систем;
- 7) аналіз та узагальнення всього накопиченого матеріалу, розроблення плану народження математичної моделі.

В випадках дослідження внутрішньої структури та правил функціонування об'єкта моделювання неможливе або затратно недоцільне. Саме тому можливо розглядати об'єкт, як „чорну скриню”, відносно нам відомі лише її входи та виходи.

На основі детального аналізу об'єкту моделювання формується постановка моделювання, що мають бути зазначені:

- 1) головна мета моделювання;
- 2) тип нашої моделі;
- 3) строгі вимоги до адекватності моделі та якості рішення.

Архітектура математичної моделі має відповідати результатам класифікації основного об'єкта технічн. моделювання, інакше модель навряд чи стане адекватною., як саме при оцінці.

В результаті дослідження матеріал, змістовний розгляд задач моделювання, певні вимоги до реалізації моделі, оформлюються як технічне завдання на проектування та розробку математичного моделі.

Концептуальна постановка задачі моделювання – це список питань, сукупність гіпотез відносно поведінки об'єкта аналізу. Розробник робочої моделі на підставі результатів аналізу об'єкта моделювання має певне бачення стосовно

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесів на об'єкті. При цьому для розуміння моделі він приймає низку припущень та розумних обмежень. Припущення можуть мати нехтування певними процесами або характеру їх руху. Концептуальна модель має пройти спільне узгодження з експертами по певній області з метою тесту на адекватність. Адекватність концептуальної моделі визначає однозначно адекватність математичної моделі, яка формується на її базі.

Математична осмислення задачі моделювання – це сукупність математичних умов, які описують характеристики об'єкта моделювання. Необхідно формалізувати змінні теорії та зв'язки.

Найбільше поширення при побудові детермінованих моделей мають алгебраїчні системи, звичайні диференціальні рівняння і рівняння в похідних, матрична алгебра, при стохастичному аналізі, методи теорії імовірності, статистики та теорії стохастичних процесів. Якщо апріорні відомості технічної системи недостатні, структура математичних моделей уточнюється за допомогою методів статистики: кореляційного, багатофакторного, регресійного, інших аналізів, також проведення активних експериментів. Для складних об'єктів структура системи містить суттєві параметри, які відображають особливості конкретних об'єктів. Активний пошук цих параметрів відбувається за допомогою способів параметричної ідентифікації шляхом проведення активних експериментів.

Поняття коректності задачі має значення в ході адекватного моделювання, але такі практичні задачі можна вважати коректно прийнятними. Математична модель - коректна, якщо отримано позитивний результат по всіх контрольних перевірках: розмірності, характеру залежностей, граничних умов.

Для математичної моделі робиться один з методів розв'язку, який дозволяє при попередніх значеннях початкових змінних отримати значення вихідних змінних. Вибір способу базується на підставі властивостей моделі, даних про методику вимірювання певних змінних, вимог до точності та швидкості рішення.

Необхідною умовою для переходу від дослідження технічн. об'єкта до дослідження моделі робочої і подальшого перенесення певних результатів на

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

об'єкт моделювання є вимога адекватності фізичн. моделі. Адекватність – це відтворення моделлю з повнотою всіх ознак та властивостей об'єкта. Тому адекватність моделі визначається на основі статистичних оцінок розбіжностей значень змінних моделі та системи при однакових вхідних змінних, розрахованих за результатами перевірок на проєкті. Відмінність значень виходу моделі та системи об'єкту точніше може бути обумовлена певними причинами:

- 1) спрощеність нашої моделі;
- 2) похибка чисельних робочих методів;
- 3) межа похибки вимірювальних пристроїв та приладів;
- 4) обчислювальна похибка.

Якщо модель не задовольняє умовам адекватності, необхідно поступово перевірити коректність розробки усюди:

- 1) умови проведення експерименту та фіксування його результатів;
- 2) правильність програмної реалізації алгоритмів;
- 3) адекватність висновків ідентифікації;
- 4) обґрунтованість вибору розв'язку моделі;
- 5) коректність математичного опису параметрів об'єкту;
- 6) адекватність концептуальної моделі.

Після доброї перевірки на адекватність даної моделі може бути застосована в задачах прогнозу та визначення поведінки.

Метод математичного моделювання [13] дозволяє виключити необхідність синтезу фізичних моделей, пов'язаних з суттєвими витратами; міняти час визначення характеристик; вивчати поведінку об'єкту моделювання; отримувати характеристики, які складно отримувати експериментально (частотні, кореляційні, інші).

### 3.3 Плани механізму напівавтоматичного пристрою

За нульове прийнято положення механізму, в якому обрана ланка перебуває в крайньому положенні.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

На рис. 3.4 зображена конструктивна (розрахункова) схема механізму розкладки промислової пряжі.

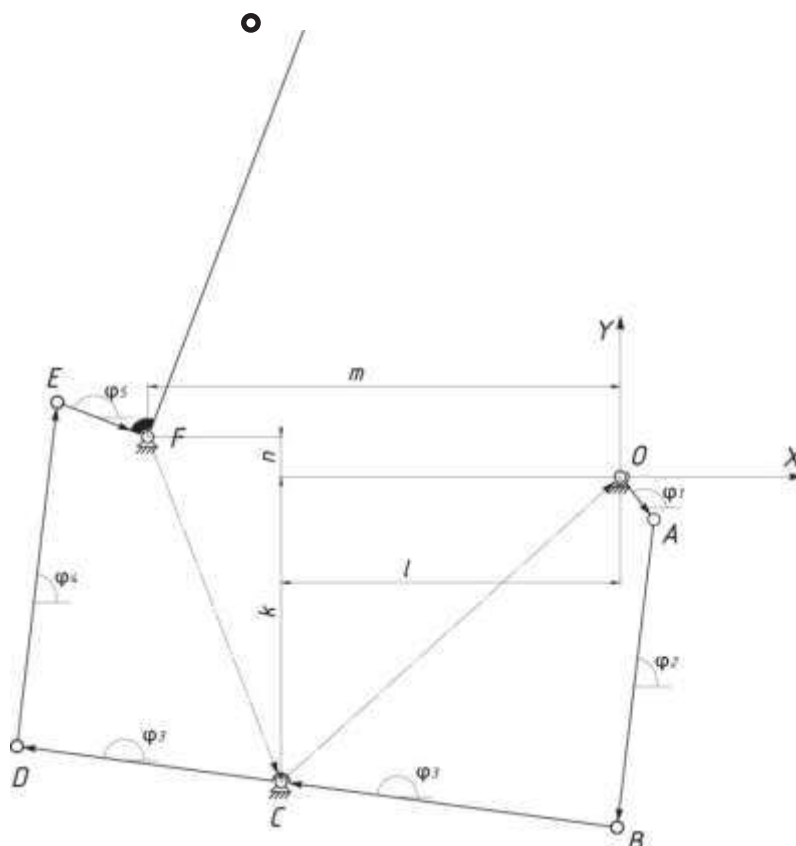


Рисунок 3.4 – Кінематична схема (план) механізму розкладки нитки

Ступені руху даного механізму, певна кількість замкнутих векторних контурів

Ступені руху механізму обраховано за формулою:

$$W = 3n - 2p_1 - p_2, \quad (3.10)$$

де  $n = 5$  – кількість рухомих значимих кінематичних ланок;

$p_1 = 7$ ;  $p_2 = 0$  – кількість дво- та однорухомих кінематичних пар.

$$W = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1.$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Визначено потрібна кількість замкнутих векторних контурів:

$$k = p_1 - n, \quad (3.11)$$

$$k = 7 - 5 = 2.$$

### 3.3.1 Положення ланок

Для початку системи координат зробили вибір в точці O.

Замкнуті векторні контури визначені із системи рівнянь:

$$\begin{cases} \overline{OA} + \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CO} = 0 \\ \overline{CD} + \overline{DE} + \overline{EF} + \overline{FC} = 0. \end{cases} \quad (3.12)$$

Координати нерухомих точок і тих, що рухаються поступально:

$$O(0; 0), C(-l; -k), F(-m; n).$$

Проекції векторів системи, які з'єднують дані нижче цієї точки:

$$\overline{CD}\{-l; -k\}; \overline{CF}\{-m + l; n + k\}.$$

Проекції векторних рівнянь на координатні осі дозволили отримати систему рівнянь розрахунку положення кінематичних ланок.

Система рівнянь для визначення робочого положення певних кінематичних ланок:

$$\begin{cases} l_{OA} \cdot \cos\varphi_1 + l_{AB} \cdot \cos\varphi_2 + l_{BC} \cdot \cos\varphi_3 - l = 0 \\ l_{OA} \cdot \sin\varphi_1 + l_{AB} \cdot \sin\varphi_2 + l_{BC} \cdot \sin\varphi_3 - k = 0 \\ l_{CD} \cdot \cos\varphi_3 + l_{DE} \cdot \cos\varphi_4 + l_{EF} \cdot \cos\varphi_5 - m + l = 0 \\ l_{CD} \cdot \sin\varphi_3 + l_{DE} \cdot \sin\varphi_4 + l_{EF} \cdot \sin\varphi_5 + n + k = 0 \end{cases} \quad (3.13)$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$  необхідно знайти

Розрахунок визначено для  $N = 12$  положень нашого механізму.

Аналоги швидкостей кінематичних ланок.

Розписано диференціювання за кутом  $\varphi_1$  системи, отримано рівняння для визначення аналогів швидкостей ланок.

Система рівнянь для визначення аналогів швидкостей кінематичних ланок:

$$\begin{cases} -l_{OA} \cdot \sin\varphi_1 - l_{AB} \cdot \dot{\varphi}_2 \cdot \sin\varphi_2 - l_{BC} \cdot \dot{\varphi}_3 \cdot \sin\varphi_3 = 0 \\ l_{OA} \cdot \cos\varphi_1 + l_{AB} \cdot \dot{\varphi}_2 \cdot \cos\varphi_2 + l_{BC} \cdot \dot{\varphi}_3 \cdot \cos\varphi_3 = 0 \\ -l_{CD} \cdot \dot{\varphi}_3 \cdot \sin\varphi_3 - l_{DE} \cdot \dot{\varphi}_4 \cdot \sin\varphi_4 - l_{EF} \cdot \dot{\varphi}_5 \cdot \sin\varphi_5 = 0 \\ l_{CD} \cdot \dot{\varphi}_3 \cdot \cos\varphi_3 + l_{DE} \cdot \dot{\varphi}_4 \cdot \cos\varphi_4 + l_{EF} \cdot \dot{\varphi}_5 \cdot \cos\varphi_5 = 0 \end{cases} \quad (3.14)$$

$\dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3, \dot{\varphi}_4, \dot{\varphi}_5$  необхідно знайти

Аналоги швидкостей ланок однозначно залежать від положень ланок і не залежать від швидкості першої ланки.

Приведена система рівнянь для розрахунку аналогів прискорень кінематичних ланок:

$$\begin{cases} -l_{OA} \cdot \cos\varphi_1 - l_{AB} \cdot [\ddot{\varphi}_2 \cdot \sin\varphi_2 + (\dot{\varphi}_2)^2 \cdot \cos\varphi_2] - \\ -l_{BC} \cdot [\ddot{\varphi}_3 \cdot \sin\varphi_3 + (\dot{\varphi}_3)^2 \cdot \cos\varphi_3] = 0 \\ -l_{OA} \cdot \sin\varphi_1 + l_{AB} \cdot [\ddot{\varphi}_2 \cdot \cos\varphi_2 - (\dot{\varphi}_2)^2 \cdot \sin\varphi_2] + \\ + l_{BC} \cdot [\ddot{\varphi}_3 \cdot \cos\varphi_3 - (\dot{\varphi}_3)^2 \cdot \sin\varphi_3] = 0 \\ -l_{CD} \cdot [\ddot{\varphi}_3 \cdot \sin\varphi_3 + (\dot{\varphi}_3)^2 \cdot \cos\varphi_3] - l_{DE} \cdot [\ddot{\varphi}_4 \cdot \sin\varphi_4 + (\dot{\varphi}_4)^2 \cdot \cos\varphi_4] - \\ -l_{EF} \cdot [\ddot{\varphi}_5 \cdot \sin\varphi_5 + (\dot{\varphi}_5)^2 \cdot \cos\varphi_5] = 0 \\ l_{CD} \cdot [\ddot{\varphi}_3 \cdot \cos\varphi_3 - (\dot{\varphi}_3)^2 \cdot \sin\varphi_3] + l_{DE} \cdot [\ddot{\varphi}_4 \cdot \cos\varphi_4 - (\dot{\varphi}_4)^2 \cdot \sin\varphi_4] + \\ + l_{EF} \cdot [\ddot{\varphi}_5 \cdot \cos\varphi_5 - (\dot{\varphi}_5)^2 \cdot \sin\varphi_5] = 0 \end{cases} \quad (3.15)$$

$\ddot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_3, \ddot{\varphi}_4, \ddot{\varphi}_5$  необхідно знайти

Система рівнянь для розрахунку аналогів прискорень кінематичних ланок згідно формули (3.15) дозволяє визначити положення кінцевої кінематичної ланки механізму в певний момент часу, тобто положення ланки розкладчика нитки.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4 Розрахунок параметрів приводу і вибір електродвигуна

Розрахунок параметрів приводу і вибору колекторного електродвигуна [14]  
В якості вихідних даних взято максимально допустимі значення параметрів розроблюваної мотальної напівавтоматичної машини: радіус бобіни  $R=0,1$  м; маса бобіни  $m=2,5$  кг; частота обертання приводного валу  $n_b = 1000$  об/хв; швидкість перемотування пряжі  $\vartheta = 100$  м/хв  $= 1,67$  м/с; ексцентриситет між валом і центром оберт. руху пакування  $e_{max} = 0,01$  м. Радіуси:  $r_1 = 0,02$  м,  $r_2 = 0,04$  м,  $r_3 = 0,08$  м.

Кутова швидкість обертання і руху шківів ведучого:

$$\omega_1 = \frac{\vartheta}{r_2}, \quad (3.16)$$

де  $\vartheta$  – швидкість перемотування пряжі,  $r_2$  – радіус шківів веденого.

$$\omega_1 = \frac{1,67}{0,04} = 41,75 \text{ с}^{-1}.$$

Частота обертання робочого ведучого шківів обраховано формулою:

$$n = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_1}, \quad (3.17)$$

де  $\omega_1$  – кутова швидкість шківів.

$$n = \frac{2 \cdot \pi}{41,75} = 0,150495 \text{ рад/с} = 1,44 \text{ с}^{-1}.$$

Величина прискорення на ведучому шківі:

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$a = \frac{\vartheta^2}{r_2}, \quad (3.18)$$

де  $\vartheta$  – швидкість перемотування пряжі на бобіну,  $r_2$  – радіус шківів.

$$a = \frac{1,67^2}{0,04} = 69,73 \text{ м/с}^2.$$

Силу натягу пряжі обраховано за формулою:

$$T = \frac{\alpha \cdot P}{100\%}, \quad (3.19)$$

де  $P$  – розривне зусилля нитки пряжі ( $P = 220 \text{ Н}$ ),  $\alpha$  – відношення від критичного навантаження пряжі ( $\alpha = 13\%$ ).

$$T = 13 \cdot \frac{210}{100} = 27,3 \text{ Н.}$$

Відцентрова сила можна порахувати:

$$F_{\text{вц}} = m \cdot \omega_1^2 \cdot e, \quad (3.20)$$

де  $\omega_1$  – кутова швидкість ведучого шківів,  $m$  – маса конусу, що перемотується,  $e$  – ексцентриситет, відстань між валом і центром руху пакування.

$$F_{\text{вц}} = 2,5 \cdot 41,75^2 \cdot 0,01 = 43,6 \text{ Н.}$$

Передаточне число пораховано таким чином:

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$u = u_1 \cdot u_2, \quad (3.21)$$

де  $u_1, u_2$  – передаточні числа пасових передач.

Передаточні числа пасових передач обчислено:

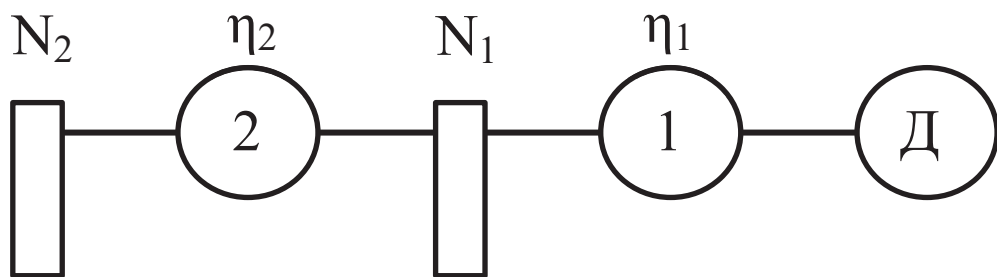
$$u_{1,2} = \frac{D_2}{D_1}, \quad (3.22)$$

де  $D_2, D_1$  – діаметри веденого та ведучого шківів за схемою відповідно.

$$u_1 = \frac{80}{40} = 2, \quad u_2 = \frac{160}{35} = 4,57,$$

$$u = 4,57 \cdot 2 = 9,14.$$

В силу того, що в пристрої відбувається послідовно-паралельне з'єднання робочих механізмів, для визначення коефіцієнта корисної дії к.к.д. пристрою, взято структурну схему пристрою (рис. 3.5) [13].



$\eta_2, \eta_1$  – коефіцієнти корисної дії на 1-му і 2-му механізмах,  $N_2, N_1$  – потужність на 1-му і 2-му механізмах

Рисунок 3.5 – Структурна схема напівавтоматичного пристрою

Відповідно схеми отримано:

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta = \frac{N_1 + N_2}{N_1^{\text{п}} + N_2^{\text{п}}}, \quad (3.23)$$

де  $N_1^{\text{п}}, N_2^{\text{п}}$  – потужність на  $i$ -му механізмих, з урахуванням механічних спільних затрат,  $N_1, N_2$  – потужність на  $i$ -му механізмих.

Обчислено крутний момент на валу:

$$M_1 = T \cdot r_2, \quad (3.24)$$

де  $T$  – сила, що виникає від натягу нитки,  $r_2$  – радіус шківів.

$$M_1 = 27,3 \cdot 0,04 = 1,16 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність на 1-му механізмих ведучого наступним чином:

$$N_1 = \omega_1 \cdot M_1, \quad (3.25)$$

де  $M_1$  – крутний момент на ведучому шківі,  $\omega_1$  – кутова швидкість руху ведучого шківів

$$N_1 = 42,75 \cdot 1,09 = 46,6 \text{ Вт}.$$

Обраховано крутний момент на 2-му валу:

$$M_2 = F_{\text{вц}} \cdot r_3, \quad (3.26)$$

де  $r_3$  – радіус шківів,  $F_{\text{вц}}$  – відцентрова сила.

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

$$M_2 = 43,6 \cdot 0,08 = 3,52 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Обчислено наступним чином кутову швидкість обертання на 2-му шківу:

$$\omega_2 = \vartheta_1 / u_2, \quad (3.27)$$

де  $u_2$  – передаточне число круглопасової передачі  $\vartheta_1$  – швидкість обертання першого шківа

$$\omega_2 = 16,7 / 4,57 = 3,66 \text{ с}^{-1}.$$

Потужність на 2-му механізмі обчислено таким чином:

$$N_2 = \omega_2 \cdot M_1, \quad (3.28)$$

де  $M_1$  – крутний момент на 2-му шківі.  $\omega_2$  – кутова швидкість обертання 2-го шківа,

$$N_2 = 3,69 \cdot 3,48 = 12,84 \text{ Вт}.$$

Обчислено потужність на 1-му механізмі з урахуванням механічних витрат:

$$N_1^{\text{п}} = \frac{N_1}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (3.29)$$

де  $N_1$  – потужність на 1-му механізмі,  $\eta_2$  – коефіцієнт корисної дії 2-го механізму ( $\eta_2 = 0,96 \cdot 0,99 \cdot 0,94 \cdot 0,97^4 \cdot 0,98 = 0,82$ ),  $\eta_1$  – коефіцієнт корисної дії 2-го механізму ( $\eta_1 = 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,92$ )

$$N_1^{\text{п}} = \frac{45,6}{0,93 \cdot 0,78} = 62,86 \text{ Вт}.$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначено потужність на 2-му механізмі з урахуванням механічних витрат:

$$N_2^{\text{п}} = \frac{N_2}{\eta_1}, \quad (3.30)$$

де  $N_2$  – потужність на 2-му механізмі,  $\eta_1$  – к.к.д. 1-го механізму ( $\eta_1 = 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,94$ ).

$$N_2^{\text{п}} = \frac{12,8}{0,93} = 13,89 \text{ Вт.}$$

За допомогою формули 3.23 обчислено наступним чином загальний коефіцієнт корисної дії приводу (без к.к.д. АД):

$$\eta = \frac{45,6 + 12,8}{62,86 + 13,76} = 0,76. \quad (3.31)$$

Частоту обертання двигуна обчислено наступним чином:

$$n_{\text{д}} = u_1 \cdot n_{\text{в}}, \quad (3.32)$$

де  $n_{\text{в}}$  – швидкість руху змотування пряжі,  $u_1$  – передаточне число ЕП.

$$n_{\text{д}} = 2 \cdot 1000 = 2000 \text{ хв}^{-1}.$$

Потужність двигуна обчислено наступним чином:

$$P_{\text{д}} = N_1^{\text{п}} + N_2^{\text{п}}, \quad (3.33)$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

де  $N_1^п$ ,  $N_2^п$  – потужність на 1-му і 2-му механізмах, відповідно, з величиною механічних втрат.

$$P_d = 62,86 + 13,76 = 77,8 \text{ Вт.}$$

З обчисленими значеннями  $P_d = 77,8 \text{ Вт}$  і частотою обертання  $n = 2000 \text{ об/хв}$  було обрано універсальний колекторний двигун МУН-2А номінальною потужністю  $P_n = 95 \text{ Вт}$ , частотою обертання  $n_e = 2200 \text{ хв}^{-1}$  [16].

### 3.5 Висновки до третього розділу

Спроектовані спочатку основні параметри намотування пряжі на певні пакування, було складено план механізму розкладчика нитки, виконано розрахунок рухомості механізму, знайдено необхідну кількість робочих замкнених векторів та виведено систему рівнянь для обчислення аналогів прискорень ланок, яка дозволяє визначити положення кінцевої кінематичної ланки механізму оригінального розкладчика нитки. Також було зроблено розрахунок електричного приводу, модернізовано систему керування та здійснено вибір електродвигуна. Виконано розрахунок ККД, коефіцієнта корисної дії, що дорівнює  $\eta = 0,78$ .

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

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

## ВИСНОВКИ

Таким чином було розглянуто основні способи переробки пряжі і види машин, на яких вони реалізуються. Всі розглянуті види має свої конструктивні особливості.

Перевагою конструкції пристрою для укладки пряжі є змога регулювання ширини витків намотування. Недолік це складність виробництва мотального барабану, що дає високу вартість обладнання.

Кращою характеристикою перемотувального пристрою УА-350 є можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину укладки, швидкість, натяг нитки, застосовування різних шпуль та мотків. Недоліки це великі габарити, мала швидкість роботи.

Пристрій для малоінерційної розкладки робочої нитки пряжі вимагає нової доробки конструкції.

Наявність обертового барабана з приводом є перевагою машини для намотування пряжі, що забезпечують змогу його використання для перемотування пряжі. Недоліком даного пристрою є неможливість намотування заданих пакувань кінчної конкретної форми.

Пристрій для укладки МТ-150 дає можливість якісного намотування до 150пакувань. Недоліки такої машини є значні розміри, вартість і економічна недоцільність укладки замалої кількості пакувань.

Огляд технічної літератури щодо конструкцій пристроїв для перемотування і укладки пряжі представлені на графічному листі формату А1 БРМА 25.00.00.000 ДО. Таким чином було розглянуто основні способи переробки пряжі і певні види машин, на яких вони реалізуються та вдосконалюються.

В основу удосконаленої конструкції поставлена задача створення напівавтоматичного пристрою для намотування пряжі в бобіни, конуси, конструктивні особливості яких забезпечили б спосіб отримання пакування заданого об'єму і

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

висоти при певній якості та надійності в експлуатації пристрою на малих виробничих фірмах.

Конструкція удосконаленого пристрою для укладки пряжі завдяки простоті виконання, малій вартості матеріалів дає перевагу масовому застосуванню в малих промислових цехах. Конструкція напівавтоматичного удосконаленого пристрою завдяки такому профілю фіксуючих гайок надає змогу якісного намотування пряжі, як на конуси пакувань машин, так на пакування для обладнання швейних цехів.

Для довговічної роботи пристрою потрібно було забезпечити плавне регулювання швидкості універсального колекторного електродвигуна, тому було розраховано та конструйовано регулятор потужності АД, який дає можливість регулювати частоту обертання приводного валу пристрою, дає отримати оптимальні параметри контрольованого технологічного процесу.

Спроектвані спочатку основні параметри намотування пряжі на певні пакування, було складено план механізму оригінального розкладчика нитки, виконано розрахунок рухомості механізму, знайдено необхідну кількість робочих замкнених векторів та виведено систему рівнянь для обчислення аналогів прискорень ланок, яка дозволяє визначити положення кінцевої кінематичної ланки механізму розкладчика нитки. Також було зроблено розрахунок електричного приводу, модернізовано систему керування та здійснено вибір електродвигуна. Виконано розрахунок ККД, коефіцієнта корисної дії, що дорівнює  $\eta = 0,78$ .

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Гордєєв В. О. Ткацтво : Підручник для студ. вищ. навч. закл. / В. О. Гордєєв, П. М. Вовков; – 5-е видання. – К. : МВЦ “Медінформ”, 2007. – 469с.
2. Технологічні процеси та обладнання трикотажних виробництв. Лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 6.050503 “Машинобудування” / Т.П. Романець. – Хмельницький: ХНУ. - 2014. - Ч. 2. – 69 с.
3. Проектування виробництв трикотажної промисловості: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. Д. Омельченко, Є. О. Романюк, Н. М. Литвиненко. — К.: КНУТД, 2012. — 252 с.
4. Борисів В. В. Лабораторний практикум з механічної технології волокнистих матеріалів / В. В. Борисів, Е. А. Вороніна О. К.; – К. : Легка промисловість, 2006. – 348 с.
5. Технологія швейного виробництва та оснастка: лабораторний практикум для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.050502 «Машинобудування та матеріалообробка» (Інженерна механіка) ОС «Бакалавр» / уклад.: Полуда С.Н., Коваль Т.В., Бокша Н.І. - Мукачєво: МДУ, 2016 - 93 с.
6. Патент України 50503 А, МПК В 65 Н 54/46. Пристрій для намотування ниток та пряжі / К. О. Гаврилов, Г. М. Гаврилова (Україна). – № 2002010752 ; заявл. 30.01.02 ; опубл. 15.10.2002, Бюл. № 10. – 2 с.
7. Жук О. Удосконалення технології інерційної розкладки нитки для формування пакувань : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.19 : – Херсон, 2008. – 196 с.
8. Патент США 4781332, МПК В 65 Н 54/28. Пристрій для намотування конічних бобін / Джіраско П., Колос З. (Чехія). – № 810977 ; заявл. 19.12.85 ; опубл. 01.10.1988, Бюл. № 17. – 4 с.
9. Патент США 4403744, МПК В 65 Н 54/31. Пристрій для намотування ниток / Різ У. Дж., Уолкер Дж. – № 297603 ; заявл. 31.08.81 ; опубл. 13.09.1983, Бюл. № 7. – 12 с.
10. Ніколаєв С. Д. Теорія процесів, технологія та обладнання підготов-

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

чих операцій ткацтва / С. Д. Ніколаєв, П. В. Власов, С. С. Юхін ; – К. : МВЦ “Медінформ”, 2005. – 255 с.

11. Гліненко Л. К. Основи моделювання технічних систем: навчальний посібник / Л. К. Гліненко, О. Г. Сухоносів ; – Львів : Бескид Біт, 2003. – 176 с.

12. Мойсеєнко Ф.А. Проектування в'язальних машин: підручник для вищих навчальних закладів /Ф.А. Мойсеєнко. – Харків: Основа, 1994. – 336 с.

13. Технологічні процеси та обладнання трикотажних виробництв. Лабораторний практикум для студентів спеціальності “Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування”. Ч. 1 / Т.П. Романець – Хмельницький: ХНУ, 2008. – 78 с.

14. Грушко І. М. Основи наукових досліджень / І. М. Грушко, В. М. Сіденко ; – Харків : Вища школа, 1999. – 224 с.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

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