

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

# Удосконалення автоматичного пристрою для перемотування ниток і пряжі

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

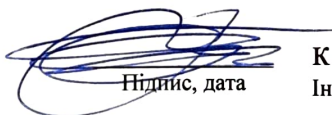
Шифр БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент  
4 курсу група ЕТ-20-1

  
Підпис

Борилук А.А.  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

К.т.н., доц. Тимошук О.О.  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

д.т.н., проф. Поліщук О.С.  
Ініціали, прізвище

12      06      2024 р.

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

17.06.2024



ЗАВДАННЯ  
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Борилюк Андрій Андрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Удосконалення автоматичного пристрою для перемотування ниток і пряжі

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

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

Затверджено наказом ректора університету від 15 02 2024 р. № 8

2. Строк подання студентом роботи на кафедру МАЕЕС

3. Вихідні дані до роботи основні характеристики автоматичного 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 ниток і пряжі в бобіни

2 Розробка удосконаленого автоматичного пристрою для намотування ниток та пряжі у бобіни 3 Розрахунки, що підтверджують працездатність автоматичного пристрою. Висновки. Перелік джерел посилань.

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

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

Кінематична схема пристрою для намотування ниток і пряжі (КЗ, А1). 3.

Технологічний процес пристрою для намотування ниток і пряжі (ЕЗ, А1).  
4.Складальне креслення пристрою для намотування ниток і пряжі (СК, А1)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.04.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Огляд та аналіз пристроїв для намотування ниток і пряжі	18.04.2024	
2. Розробка удосконаленого автоматичного пристрою для намотування ниток і пряжі	25.04.2024	
3. Розрахунки, що підтверджують працездатність автоматичного пристрою	07.05.2024	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	20.05.2024	

Студент

  
Підпис

А.А. Борилюк  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

О.Г. Тимощук  
Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

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

1. Прізвище, ім'я та по батькові Борилюк Андрій Андрійович

2. Тема бакалаврської роботи

Удосконалення автоматичного пристрою для перемотування ниток і пряжі

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

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 4 арк., сторінок записки 62

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

В першому розділі 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. Визначено коефіцієнт корисної дії пристрою який становить  $\eta=0,778$ .

Підпис студента 

"11" 06 2024 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол №4 від "28" 06 2024 р.

Оцінка проекту ЕК добре / С

Рекомендації ЕК \_\_\_\_\_





Особливі відмітки \_\_\_\_\_

Технічний секретар 

"28" 06 2024 р.

## Зміст

	С.
Вступ	5
1 Огляд та аналіз існуючих технологічних процесів і пристроїв для намотування ниток і пряжі в бобіни	8
1.1 Аналіз способів та методів намотування ниток і пряжі у пакування	8
1.2 Огляд існуючих конструкцій пристроїв для намотування ниток і пряжі...	14
1.3 Висновки до розділу	33
2 Розробка удосконаленого автоматичного пристрою для намотування ниток та пряжі у бобіни	28
2.1 Принцип роботи та будова пристрою	28
2.2 Пристрій для керування потужності електропривода	30
2.3 Висновки до розділу	35
3 Розрахунки, що підтверджують працездатність автоматичного пристрою	35
3.1 Теоретичні основи намотування нитки на пакування	35
3.2 Розрахункова модель механізму розкладчика нитки і розрахунки	39
3.3 Розрахунок параметрів приводу і вибір електродвигуна	47
3.4 Висновки до розділу	55
Висновки	57
Перелік посилань	59
Додатки	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БРМА 24.00.00.000 ПЗ			
Розроб.		Борилюк А.			Удосконалення автоматичного пристрою для перемотування ниток і пряжі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Тимощук О.				м	4	62
Реценз.						ХНУ, ЕТ-20-1		
Н. Контр.		Пундик С.						
Затверд.		Поліщук О.						

## ВСТУП

Підготовка ниток до ткацтва є технологічно необхідною ланкою між виробництвом ниток, пряжі та сувоїв тканин.

Технологічний процес досліджуваного виробництва основним чином виробляють: певний асортимент тканин, сировина, основа і будова трикотажних тканин.

Фізико-конструктивні властивості утокових та основних ниток мають бути такими, щоб забезпечити відповідність вимогам, щоб однозначно забезпечують високопродуктивну роботу машин і верстатів виробництва тканин та безперервність виробничого процесу. Для того щоб забезпечити певні вимоги, необхідно нитки, призначені для утоку та основи, завчасно доставити для переробки на ткацькому верстаті.

Підготовка ниток та пряжі для утоку полягає в тому, що нитки переміщують на пакування, вигідне для переробки в тканину на технологічному верстаті. Для човникових верстатів уток переносять на шпулі (цівки) або підготовлюють у вигляді певного конуса. Для безчовникових верстатів уток намотують на бобіну. Зазначені нитки, намотані на шпулі або качани, покривають водою та можливо емульсією.

На трикотажні фабрики пряжа може потрапити в пакуванні, що придатні для основної праці на трикотажних автоматичних машинах, а також у вигляді конусів, пакувань змінювати які неможливо в даний момент.

Розрізняють два види пакувань: вхідні (мотки та конуси) і вихідні (катушки та бобіни).

Форма намотування забезпечує зручне пакування в тару, і тому для використання на в'язальних машинах – зручний переміщення ниток. Бобіни розрізняються за способом намотування й зовнішнім виглядом.

На хрестомотальних машинах одержують бобіни зі несильно вираженою конусністю торців, одно-, триконусні, з опуклими торцями тощо. Торці сферичної форми запобігають ймовірності утворення хорд при зміні напрямку розкладання нитки надають найкращі умови її сходу при виготовленні пряжі на

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в'язальних машинах. Для бобін всіх типів застосовуються картонні конусні патрони з рифленою або нерівною поверхнею й пластмасові патрони із шорсткуватою поверхнею й отворами на твірній основі конуса.

Перемотування ниток з різних вхідних пакувань виконується для виконання компактного вихідного пакування з ниткою можливо більшої довжини. Очевидно, у процесі перемотування поліпшуються в'язальні властивості пряжі й ниток за рахунок згладжування та вирівнювання їх парафінуванням, замасленням або емульсуванням, видалення проблемних і слабких ділянок.

Промислові нитки та пряжа, призначені для трикотажного виробництва, проходять ще одну обробку для зменшення коефіцієнта тертя, надання ниткам еластичності.

На сьогодні в ткацтві найбільше розповсюдження отримали пакування хрестового намотування, тому переважна кількість трикотажних підприємств України обладнано хрестомотальними машинами і автоматами, основна частина з них мають великі розміри і високу вартість. Зараз в нашій країні існує велика кількість малих та середніх трикотажних приватних виробників, для яких доцільним є використання невеликих одно-, двосекційних технологічних машин. Тому, досить актуальною є розробка мотальних машин з простою будовою і невисокою вартістю, які будуть краще експлуатуватись на невеликих підприємствах, фірмах.

Мета роботи полягає в розробці та в удосконаленні конструкції автоматичного пристрою для намотування пряжі в бобіни. Для виконання поставленої мети у роботі передбачено вирішення таких задач:

- а) детальний огляд способів, обладнання та теоретичних основ намотування пряжі у бобіни для визначення характеристик, які впливають на якість вихідного пакування;
- б) виконання розрахункової схеми механізму розкладки нитки;
- в) проведення інженерних методів з метою визначення оптимальних параметрів намотування пряжі на розробленому зразку пристрою.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання аналізу полягає у визначенні оптимальних параметрів швидкості електродвигуна і маси проектного пакування, у визначенні основних робочих параметрів нашого пристрою.

Предметом інженерної роботи є автоматичний пристрій для перемотування пряжі, ниток у бобіни.

Поставлені в дипломній роботі завдання, виконуються на основі сучасних інженерних методів з використанням класичних положень фізики, теоретичної механіки, , а також на основі комп'ютерного моделювання технологічного процесу.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

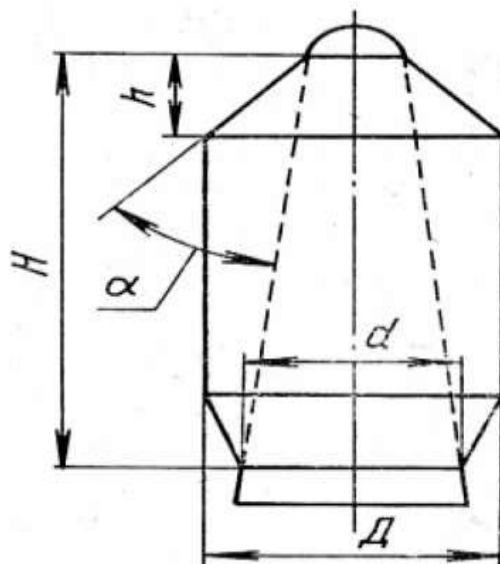
# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАМОТУВАННЯ НИТОК І ПРЯЖІ В БОБІНИ

## 1.1 Аналіз методів та способів перемотування пряжі у пакування

Пряжа й нитки, призначені для трикотажного виробництва, виконують додаткову обробку для зменшення величини коефіцієнта тертя, придання ниткам гладкості й еластичності.

На трикотажні фірми пряжа може надходити в пакуваннях, придатних для роботи на трикотажних агрегатах, а також у вигляді мотків і початків, переробляти які відразу неможливо. Очевидно існують два види пакувань: вхідні (початки й мотки) і вихідні (катушки, а також бобіни) [1].

У початках постачається бавовняна, вовняна, змішана пряжа з штучних волокон (рис. 1.1). Лінійна щільність, щільність намотування й різні трикотажні машини визначають масу і величини початків.



$H$  – висота початка,  $\alpha$  – кут конуса початка,  $h$  – висота конуса,  
 $D$  – діаметр початка,  $d$  – діаметр патрона

Рисунок 1.1 – Форма початка

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Залежно від виду та походження ниток мотки отримують різні периметр і масу.

Бавовняна пряжа пакуються у мотки масою 90...150 г з периметром 124...136 см, а пряжа з хімічних і штучних волокон – відповідно 90...100 г й 100...105 см.

Закладені розміри початків: діаметр початка,  $D$ , мм 42; 66; висота початка,  $H$ , мм 185; 284; діаметр патрона,  $d$ , мм 12; 28; висота конуса,  $h$ , мм 66; 72; кут конуса початка,  $\alpha$ , град. 58; 30 [2].

Одним з видів початкових пакувань є бобіни – досить місткі та компактні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика бобін

Вид нитки	Маса, кг	Кут конуса у градусах	Висота перемотування, мм	Діаметр основи, мм
Пряжа основна				
Бавовняна, напівсинтетична або вовняна високої лінійної щільності	1,6-2,1	8-12	128-154	190-240
Бавовняна малої лінійної щільності	0,75-1,6	6-11	125-148	145-205
Нитки текстильна				
Штучні:				
нормальної лінійної густини	0,78-1,55	3,4-7,2	130	70-82
малої лінійної густини	0,55-0,82	3,3-7	132	72-82
синтетичні	0,15-0,27	3,2-7,1	120-134	72-82

Форма намотування забезпечує оптимальне пакування в тару, а при використанні на в'язальних машинах – безпечний схід ниток. Бобіни вирізняють за способом намотування й зовнішньою формою.

На хрестомотальних машинах виробляють бобіни (див. рис. 1.2) зі мало-помітною конусністю торців, одно-, багатоконусні, зі сферичними торцями то-що. Торці сферичної форми запобігають змоги утворення хорд при зміні на-прямку розкладання нитки й допомагають створювати безпечні умови її сходу при переробці пряжі на в'язальних агрегатах. Для бобін всіх видів застосовують-ся картонні конусні заготовки з рифленою або шорсткою поверхнею й пластма-сові патрони із шорсткою твірною поверхнею й отворами на поверхні конуса (див. рис. 1.3) [3].

В останні роки досить часто застосовуються пакування зі збільшеною (до 8,5 кг) масою текстильних ниток. Переваги таких пакувань із застосуванням приставних, які виставляються на рівну поверхню, шпулярників для в'язальних машин стають очевидними, що досить часто дають можливість підвищити кое-фіцієнт корисного часу (ККЧ) агрегатів та машин і збільшити зону обслугову-вання в 2...2,8 рази.

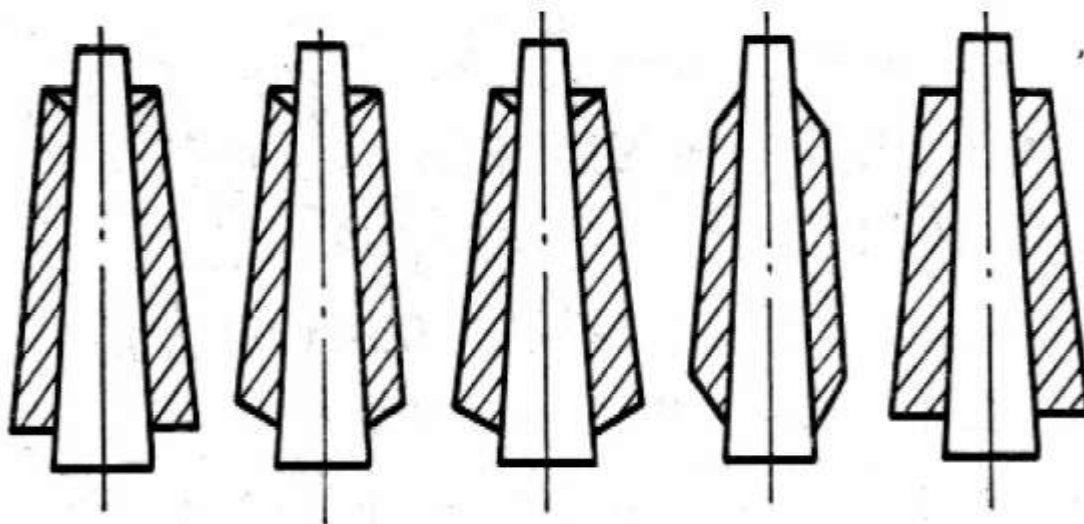


Рисунок 1.2 – Форми поверхонь бобін для пакувань

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

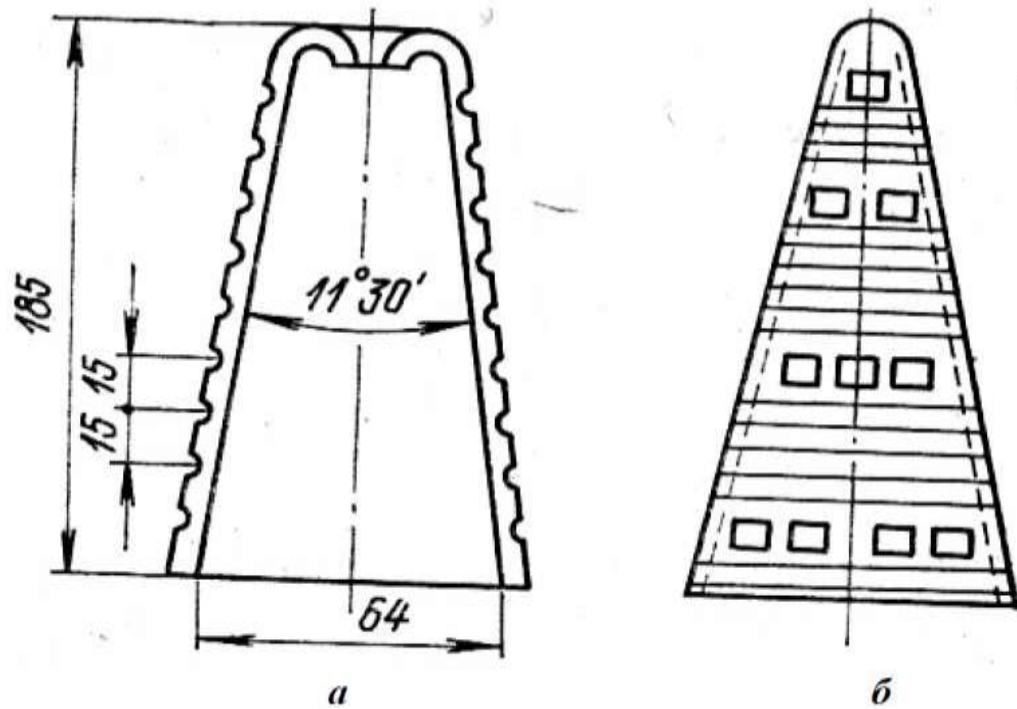


Рисунок 1.3 – Різновиди патронів: а – картонний, б – пластмасовий

Перемотування ниток та пряжі з різноманітних вхідних пакувань виконується для одержання компактного вихідного мотка з ниткою більшої довжини. У процесі перемотування поліпшуються робочі властивості пряжі та ниток завдяки вирівнюванню та згладжуванню і їх парафінуванням, емульсуванню, або замащенням видалення слабких ділянок [4].

Із вхідного пакування (початка) нитка перемотується на обертовий патрон. Для правильного розташування ниток саме вона виконує уздовж осі патрона за допомогою ниткорозкладника або нитководу зворотно-поступальні переміщення. Останні забезпечують намотування на патрон по гвинтовій лінії. Тобто кут підйому витка становить  $6...12^\circ$ , відбувається подібне хрестове намотування, якщо кут менше  $6^\circ$  і витки лягають майже паралельно, – паралельне намотування (рис. 1.4).

Розглянемо спосіб одержання паралельного й хрестового намотувань. Якщо назвати змінний діаметр пакування  $d_x$ , то його периметр становить  $\pi d_x$ . Розгорнемо гвинтову лінію на площину і одержимо в результаті:

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

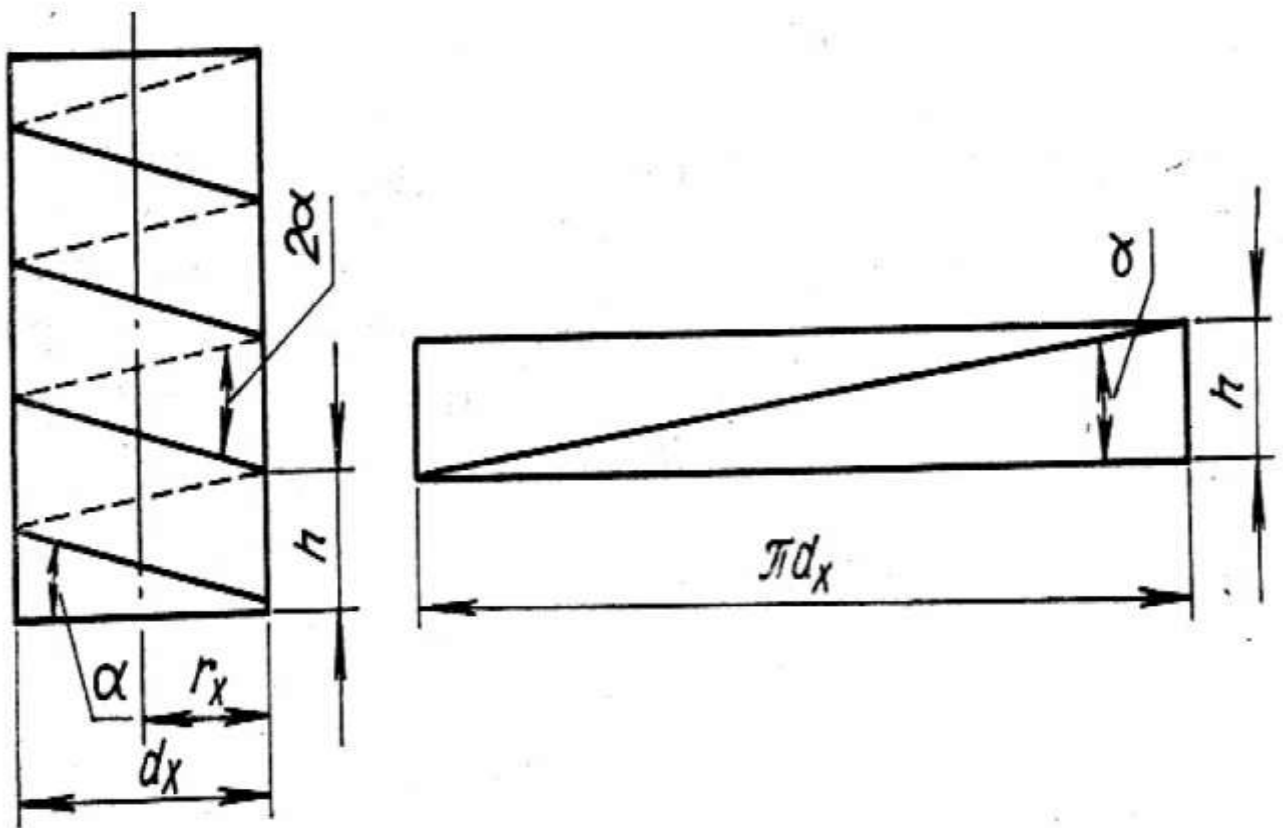
$h$  - крок витка при укладанні, мм.

Тому  $h = \pi d_x \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . При постійних  $\pi$  й  $d_x$  крок конкретного витка  $h$  наближається до мінімуму при  $\alpha$ , що рухається до нуля.

При малих значеннях кута  $\alpha$  намотування буде строго паралельним, а при більших – хрестовим. Кут підйому витка на бобіні можна змінити за рахунок швидкості нитководія: чим вище вказана швидкість, тим більше кут підйому витка й тим чіткіше виражене хрестове укладання витків ниток.

Широкого застосування в трикотажній галузі отримали хрестомотальні машини й хрестове намотування. В ролі нитководія в них служить обертовий барабанчик із замкнутою гвинтовою канавкою. Кут нахилу витків перевищує  $9 \dots 16^\circ$ . Більші кути між витками забезпечують безпечне намотування окремих шарів відносно один одного, що дозволяє виконувати вірне перемотування на початки без фланців.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$r_x$  – радіус пакування,  $\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії,  $h$  – крок витка при намотуванні,  $d_x$  – діаметр пакування

Рисунок 1.4 – Схема розташування витків при заданому паралельному перемотуванні

При перемотуванні пряжі на хрестомотальних машинах поряд з додатковою плюсою обробкою здійснюється контроль якості й виявлення слабких місць ниток, непрорядів, грубих вузлів, шишок, також сторонніх домішок, а також забезпечується перемотування на початок з однаковою щільністю. Останнє забезпечує те, щоб у процесі в'язання нитка йшла з стабільним натягом.

Для очищення нитки від зовнішніх домішок і недоліків, також збереження показників міцності і запобігання розпушуванню контрольно-натяжними засобами мотальних машин щілини між контрольно-очисними ножами обов'язково мають зазначений розмір (не більше 2...2,5 діаметрів) (табл. 1.2).

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.2 – Розміри щілини контрольного приладу, що рекомендується при перемотуванні пряжі

Вид ниток пряжі	Лінійна густина пряжі, текс	Розмір щілини між ножами пристрою, мм
Вовняна й змішана	22,0; 32,0; 19,0	0,38; 0,44; 0,48
Бавовняно -віскозна	18,0	0,40
Синтетична об'ємна нітронова	50×2; 44,0; 36×2	0,70; 0,62; 0,50
Бавовняна	24,0	0,46
Бавовняно -лавсанова	16,3;11,2	0,36; 0,32

Перед надходженням до в'язального цеха нитки та пряжа повинні відповідати показникам, які забезпечують якісний та безпечний процес в'язання трикотажу. До них належать: вологість, міцність, гнучкість, м'якість, гладкість, мала здатність до електризації, і відсутність дефектів, необхідний колір, блиск. Для надання ниткам та пряжі потрібних властивостей виконується додаткова обробка, у процесі якої пряжа емульсується або замаслюється, парафінується, також зволожується.

Емульсуванню для забезпечення необхідної м'якості й гнучкості піддають зазвичай вовняну пряжу. Штучні й синтетичні нитки надходять вже з наявністю на них замаслювача. В якості них використовуються речовини, які легко видаляються при подальшій обробці мотку. До них варто віднести Т-1, А-1, невол. Емульсування забезпечує низьку електризацію ацетатних волокон, що дає змогу при перемотуванні уникнути кошлатих місць нитки й знизити обривність при роботі. Віскозні нитки емульсувати не рекомендується, оскільки водні емульсії знижують міцність.

Парафінування необхідно для бавовняної, вовняної й високооб'ємної пряжі, і при змозі для сильно об'ємних ниток, щоб надати їм гладкої поверхні, зменшити коефіцієнт тертя (нитки по голці та нитки по нитці в'язальних агрегатів), що особливо необхідно в процесі петлеутворення. При парафінуванні на нитку поміщають шар парафіну (0,4...0,8 % від маси перемотаної пряжі). Надалі пара-

фінова плівка при нагріванні й промиванні полотна видаляється, чим забезпечується хороше фарбування ниток пряжі [5].

## 1.2 Огляд існуючих конструкцій пристроїв для намотування ниток і пряжі

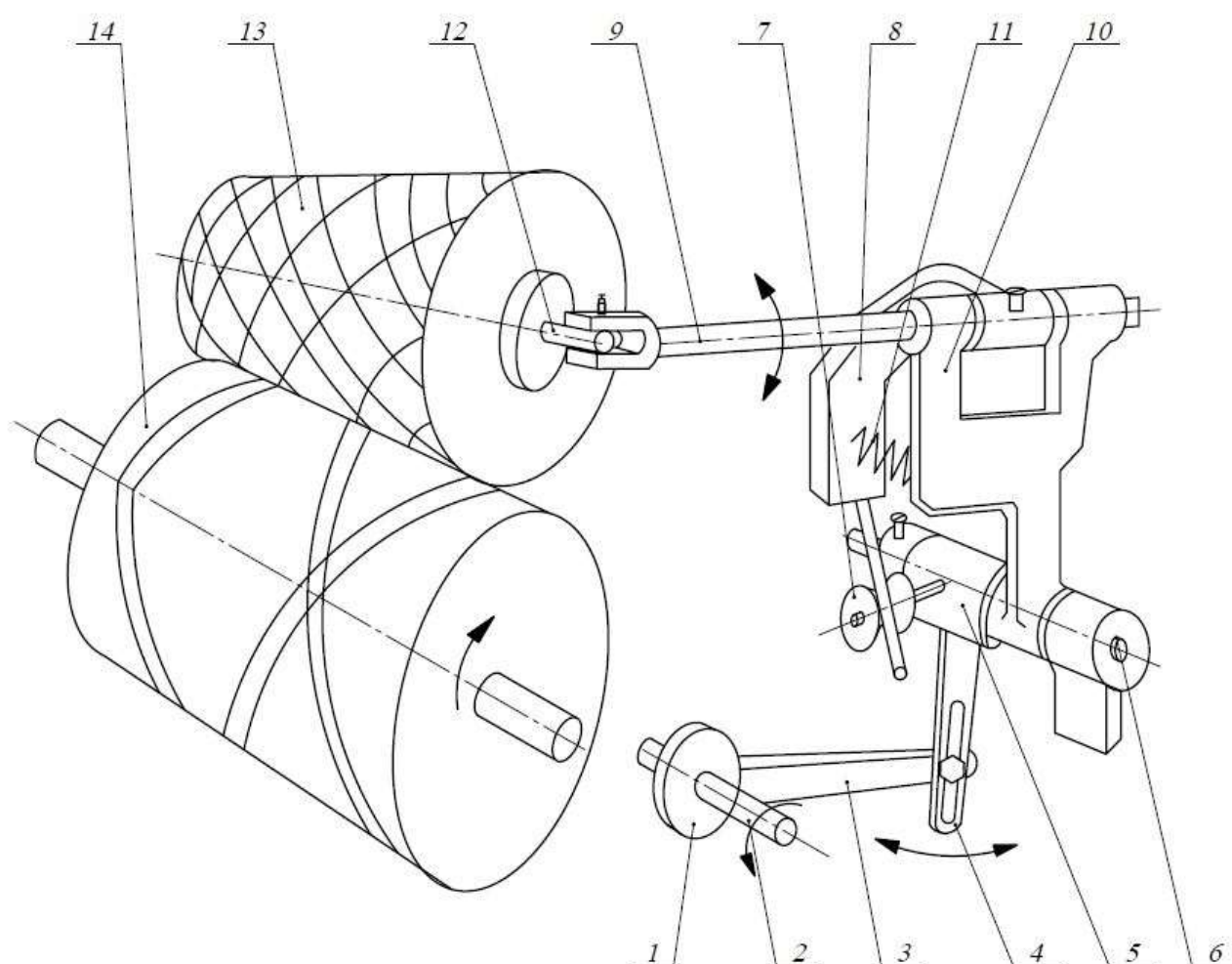
Пристрій для перемотування матеріалу- ниток та пряжі [6] (див. рис. 1.5) містить приводний мотальний барабан, тримач для бобін, що контактує з ним, установлений на поверхні і зв'язаний із самозупинкою, засіб для запобігання джгутового перемотування, виконаного у вигляді спеціального важеля з відростком, установленим з можливістю взаємодії з пальцем, виготовленим у вигляді ролика, розміщеного на втулці, установленої на осі приклону і зв'язаної з кулачком за допомогою коромисла та ланки, виконаного з можливістю зміни його довжини.

Пристрій має коромисло з варіантом регулювання його довжини, що дозволяє регулювати кут повороту осі бобіни для пакування відносно барабана і, відповідно, розсіювання витків намотування, що дасть змогу поліпшити якість намотування на пакуванні. На рис. 1.5 розглянута схема пристрою для намотування нитковидного матеріалу. Конструкція засобу для перемотування нитковидного матеріалу містить привідний кулачок 1, що влаштований на валу самозупинки 2 і зв'язаний за допомогою коромисла 4 та повідця 3, виконаного з можливістю зміни довжини, із втулкою 5, установленою з варіантом повороту на осі 6. На втулці встановлений ролик 7, що контактує з віджимним важелем 8, закріпленим на приклоні 9, що установлений зі змогою повороту в кронштейні 10 приклону, установленому на осі 6, які працюють з віджимним важелем за допомогою пружини 11. На приклоні 9 облаштована вісь 12 бобінотримача (на схемі не показано) із закріпленням на ньому мотком 13, який взаємодіє з мотальним барабаном 14.

Пристрій виконує роботу в такий спосіб. Одночасно обертаються вал самозупинки 2 і мотальний початок 14. Мотальний барабан приводить в обертання

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пакування 13, на яке переміщається нитки та пряжі. Кулачок 1 одержує обертання разом з валом 2 і за допомогою ланки 3 і коромисла 4 передає втулці 5 періодичний рух на осі 6, при цьому ролик 7 обкатується по ричагу 8, що повертає тягу 9 у кронштейні 10, змінюючи кутове положення осі 12 бобінотримача разом з пакуванням 13 до змотувального барабана 14, так що пакування взаємодіє з барабаном поперемінно то більшою підставою, то середньою частиною, потім малою підставою, при цьому змінюється частота обертання пакування, виконується кутовий зсув витків і осьовий розмах.



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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

16

Рисунок 1.5 – Пристрій призначений для перемотування ниток, пряжі, інш.

Пружина 11 служить для постійного притиску коромисла 8 до ввігнутого ролика 7. В міру збільшення діаметра намотування на пакуванні тяга 9 разом із кронштейном 10 повертається на осі 6. Саме в цей час зберігається контакт коромисла 8 з роликом 7 на різних діаметрах перемотки. Для регулювання кута повороту осі початку відносно початка коромисла 4 виконане з можливістю регулювання довжини, наприклад, з довгим пазом, у якому кріпиться вісь, що зв'язує повідець і коромисло. Під час зростання довжини коромисла зменшується кут повороту втулки поворотної 5 на осі 6 відповідно зменшується і зміна кута нахилу перемотування відносно барабана. Таке конструктивне рішення дозволяє регулювати розсіювання витків пакування.

Перевагою пристрою для намотування ниток та пряжі є можливість регулювання розсіювання витків пакування. Недоліком є складність виготовлення мотального барабану, що зумовлює значну вартість даного пристрою.

Утоково – перемотувальний автомат УА-300-3М. Пряжа сходить із бобіни 1 (дивись рис.1.6), встановленій на бобінотримачі, проходить через кільце 8 ба-лонообмежувача, подвійний шайбовий притягувач нитки 7, вічко 2 сигнального гачка 3 механізму зупинки при обриві нитки, вічко ниткорозподільника 5 і намотується на рухому шпулю 4.

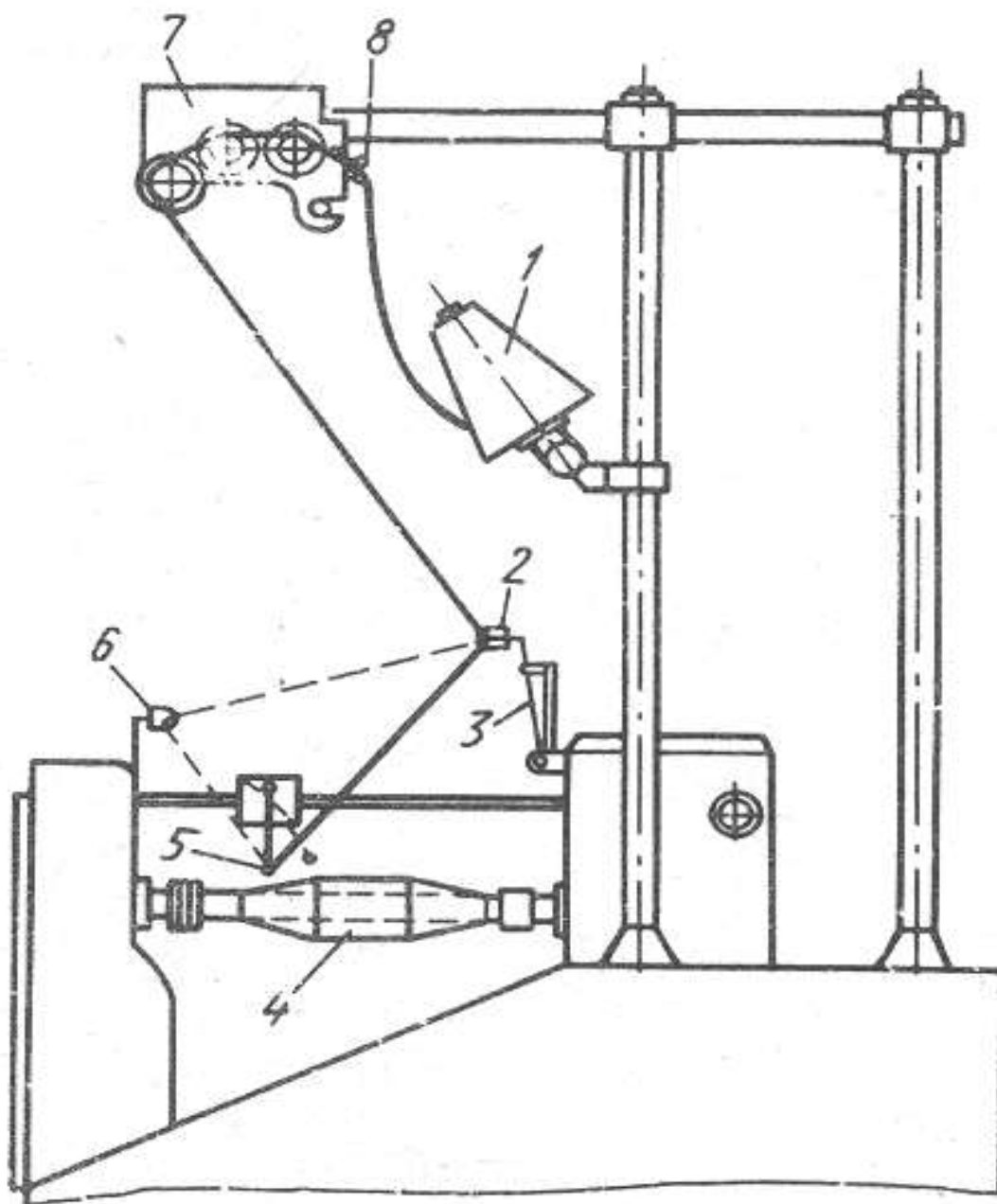
Заправлення можна проводити у такий спосіб [7]. Нитка після вічка 2 заправляється через додаткове переднє вічко 6, вічко пристрою 5 і намотується на шпулю 4. Таке заправлення використовують часто при перемотуванні вовняної, лляної, бавовняної пряжі від 60 текс і нижче.

В конструкції автоматизовані наступні операції: зупинка провідного шпинделя при обриві пряжі або при зміні шпулі, заміна напрацьованого початка порожньою шпулею із закріпленням кінця нитки в певному місці, відрізання нитки, вмикання й вимикання мотального пристрою при зміні шпуль, подача порожніх шпуль із бункера.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З'єднання кінців ниток при її обриві, зміна бобін, мотків, завантаження бункера порожніми шпулями робиться вручну.

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



1 – бобіна-початок, 2, 6 – вічка окремі, 3 – гачок сигнальний, 4 – шпуля, 5 – ниткоподавач, 7 – нитконатягувач подвійний шайбовий, 8 – кільце

Рисунок 1.6 – Утоково – перемотувальний автоматичний пристрій УА-300

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Розкладка нитки на шпулі здійснюється повідковим ниткорозподільником, задача якого є хрестове намотування з диференціальною розкладкою.

Кінематична схема такого пристрою дає можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину додаткового перемотування, швидкість і натяг нитки, застосовувати шпулі певної довжини.

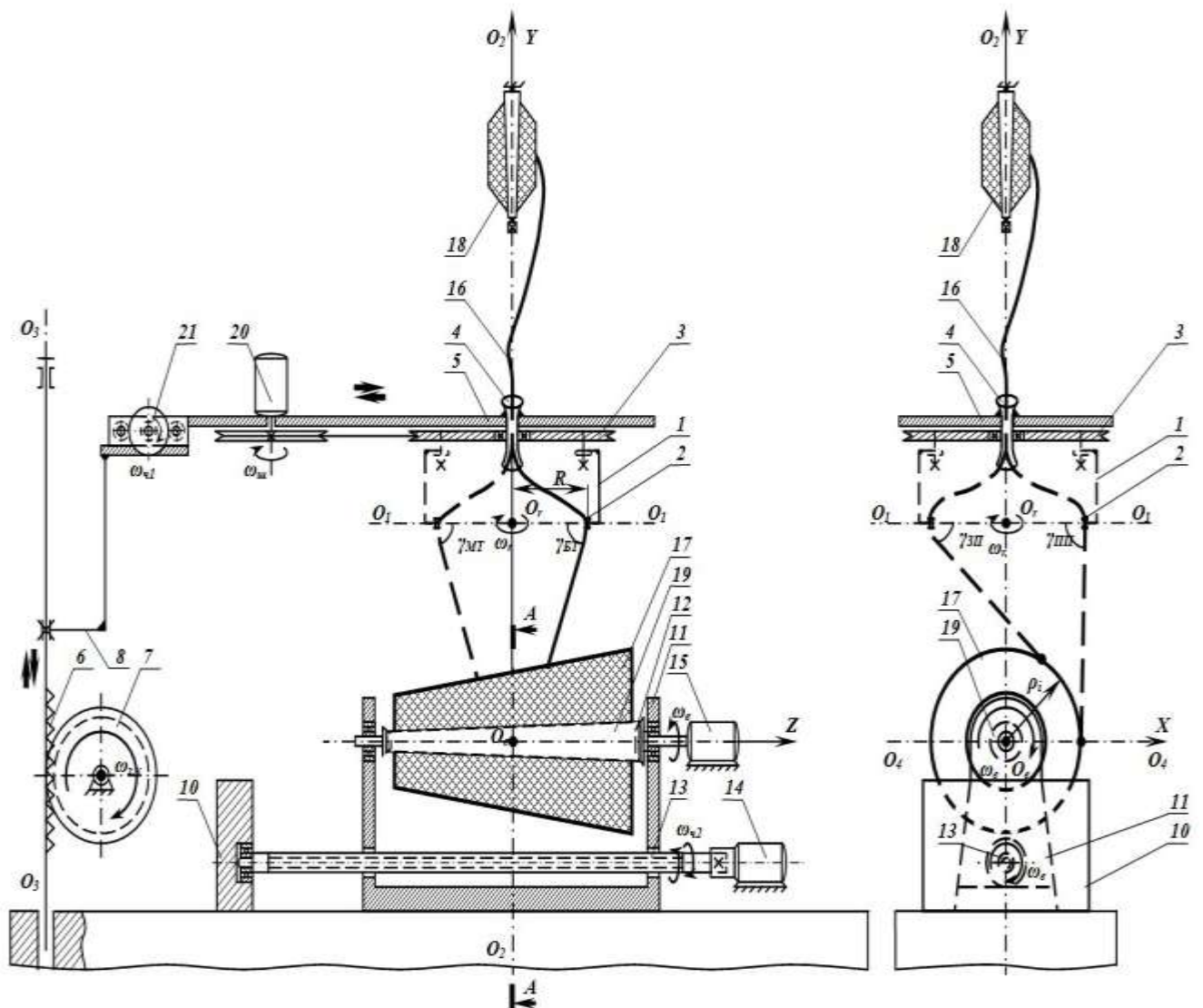
Позитивною характеристикою утоково – перемотувального автоматичного пристрою УА-300 є можливість регулювати діаметр перемотування бобіни, довжину резервного намотування, швидкість і натяг нитки, застосовування певних шпуль. Недоліками автомату є великі габарити, низька швидкість робочого перемотування.

Пристрій [8] для швидкої розкладки нитки (рис. 1.7) має механізм для переміщення нитководія, що складається з нитководія з вічком 2, що з'єднано з шківом 3 з ниткопровідною лійкою 4, яка закріплена на кронштейні 5 жорстко, який має можливість переміщення вздовж вісі руху. Для цього він встановлений на зубчатій рейці 6, що буде в зубчатому зачепленні з шестернею 7, та з'єднана з шківом 3. Кронштейн робочий 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. Нитководій 1 з встановленим на ньому засобом для заданого руху нитководія має можливість переміщення перпендикулярно осі обертання колеса шківа. Для цього до зубчатої рейки 6 встановлений нитководій 1, на якому закріплюється ексцентрик 9 із заданим профілем, що рухається в дію приводом, і взаємодіючи з нитководієм 1 забезпечує переміщення для заданого руху.

Конструкція пристрою працює таким чином. Нитку заправляють в отвір лійки 4, потім в вічко спеціальне 2, потім на конічну бобіну 19 одночасно надають обертовий рух від окремих приводів із регульованою швидкістю шківу 3, конічному патрону 19, ексцентрику 9, шестерні 7. Колесо зубчате 7 при взаємодії з зубчатою рейкою 6 рухає її, разом з кронштейном 5, в поступовий рух, а ексце-

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нтрик 9 рухає кронштейн 5 перпендикулярно осі. При цьому відбувається певний рух нитководія 1 і зміщення спіральної траєкторії нитководія з вічком відносно заданого пакування.



2 – вічко, 3 – шків, 4 – ниткопровідна лійка, 1 – нитководій, 5, 8 - кронштейни, 6 – рейка зубчаста, 7 – шестерня, 9 – ексцентрик, 10 – станина, 11 – бобінотри-мач, 14, 15 – електродвигуни, 12 – пінолі, 13 – вал, 16 – нитка, 17 – пакування, 18 – живильне пакування, 19 – патрон конічний, 20 – електродвигун, 21 – маховик

Рисунок 1.7 – Схема машини для інерційної розкладки нитки

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

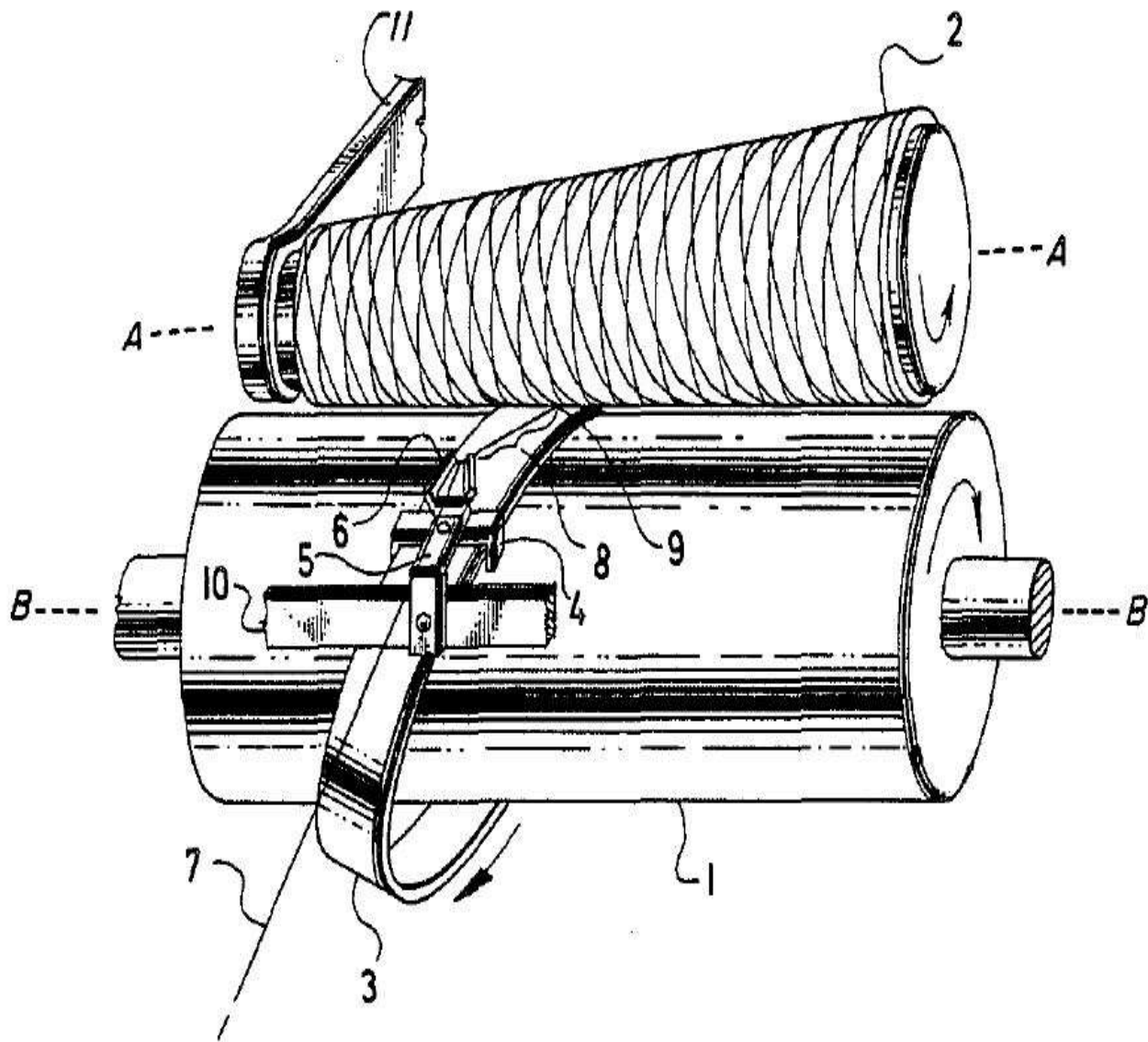
Пристрій для інерційної розкладки нитки потребує доопрацювання, оскільки форма проєктованого мотка не відповідає формі дослідженого пакування.

Наступний пристрій для намотування конічних початків [9] містить привідний барабан 1 (дивись рис. 1.8) у вигляді круглого циліндричного поворотного конуса, що рухається та є опорою віссі А-А навколо якої обертається пакування 2, яке надійно закріплене на кронштейні.

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

Обертний елемент 3 (кільце) передачі має робочу внутрішню окружність, що трохи більша, ніж у опорної рухомої поверхні 1 (привідного барабана), положення якого, разом з ричагом-нитководієм 6, контролюється кронштейном 4, розташованого на тримачі 5. Величина зазора між зігнутими кінцями регулюється 4 більше, ніж ширина крутної передачі елемента 3. Оскільки внутрішній діаметр кільця 3 більший кола руху обертового мотального барабану 1, то забезпечується передача руху через робочі кронштейни 4, 5 і нитководій 6.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – барабан привідний, 2 – пакування, 3 – кільце, 6 – нитководій, 4, 5 – кронштейни, 7 – нитка, 8 – відстань технологічна, 9 – зона контакту

Рисунок 1.8 – Пристрій для формування конічних бобін

Пристрій працює наступним чином. Із нитководія 6 робоча нитка періодично переміщується вздовж крутного провідного барабана 1. У мертвій точці зміни напрямку руху нитководія 6 під певним кутом переміщає вільно підвішене обертове кільце 3 передачі за допомогою вилки 4 напрямної в напрямку нитки 7, направляючи її в зону співдії 9.

Після кутового позиціонування кільце 3 знаходиться в кутовому положенні відносно барабана 1 протягом всього часу заданого руху навколо конуса і кату-

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БРМА 24.00.00.000 ПЗ	

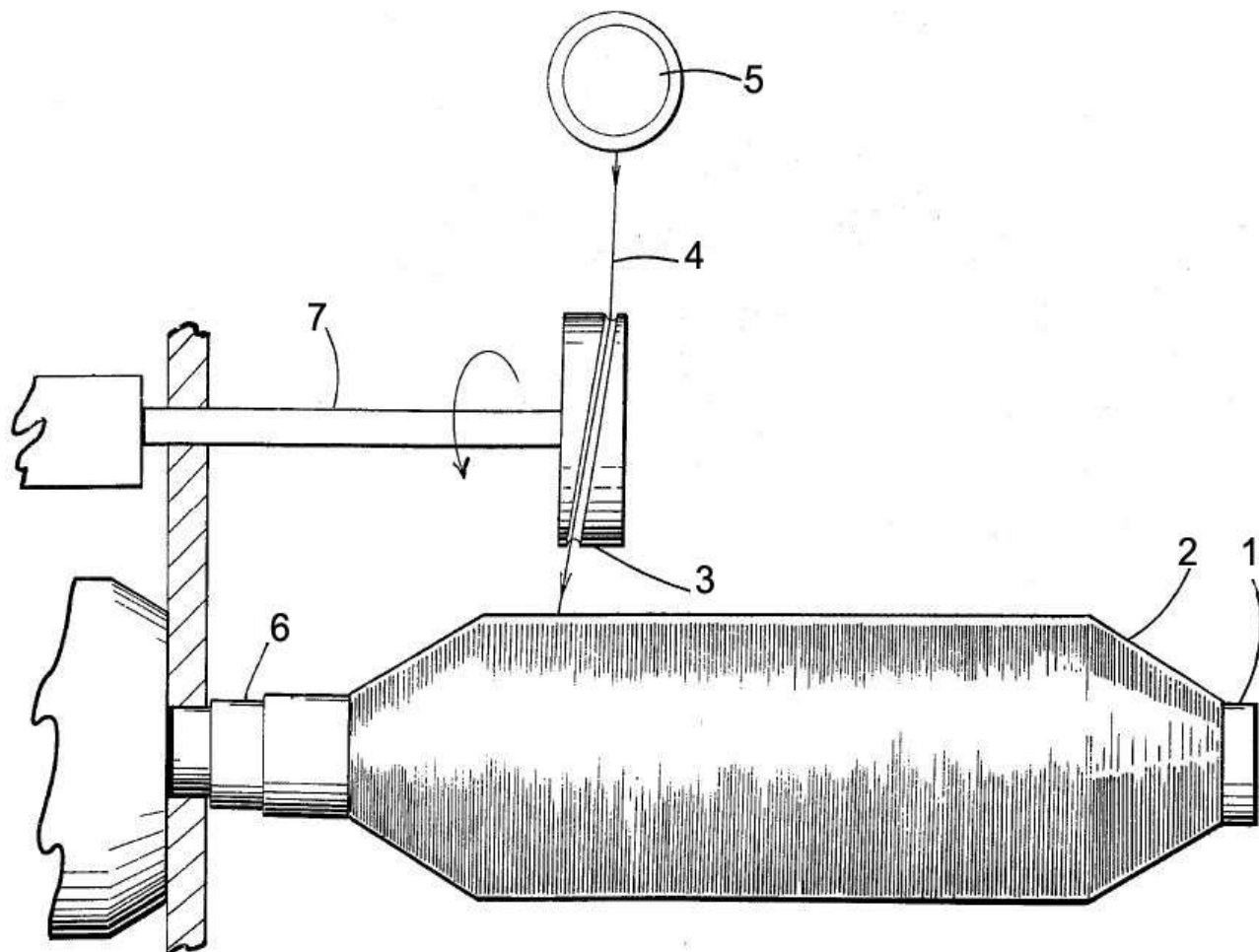
шки 2. Нитка 7 на технологічній відстані 8 стабільно подається в зону контакту 9 і на пакування 2 по поверхні крутного кільця 3, яка в зоні пакування забезпечує стабільні швидкості подачі нитки 8 і кругового руху кільця 3.

Пристрій для намотування ниток [10] має катушку 1 (див. рис. 1.9), яка встановлена на валу 6, який рухається. На катушку 1 із живильного пакування 5 через вал 7, що обертається постійно, і барабан-розкладчик 3 сходить нитка 4 і утворює початок з пряжею 2.

Перевагою даної конструкції є наявність обертового барабана-розкладчика 3 з приводом, який дозволяє можливість його використання для намотування звивистих ниток, мотків ниток, скручених або розкручених ниток, які намотують в окремі шари. Контроль натягу дозволяє утворювати пакети запасних ниток, пучків ниток, що мають кращі фізико – механічні якості.

Барабан розкладчик – пластмасова деталь робочої циліндричної форми. По твірній поверхні початка проходить гвинтові витки барабана.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – котушка, 2 – пакування пряжі, 3 – барабан-розкладчик,  
4 – нитка, 5 – пакування живильне, 6, 7 – вал

Рисунок 1.9 – Пристрій для перемотування ниток пряжі

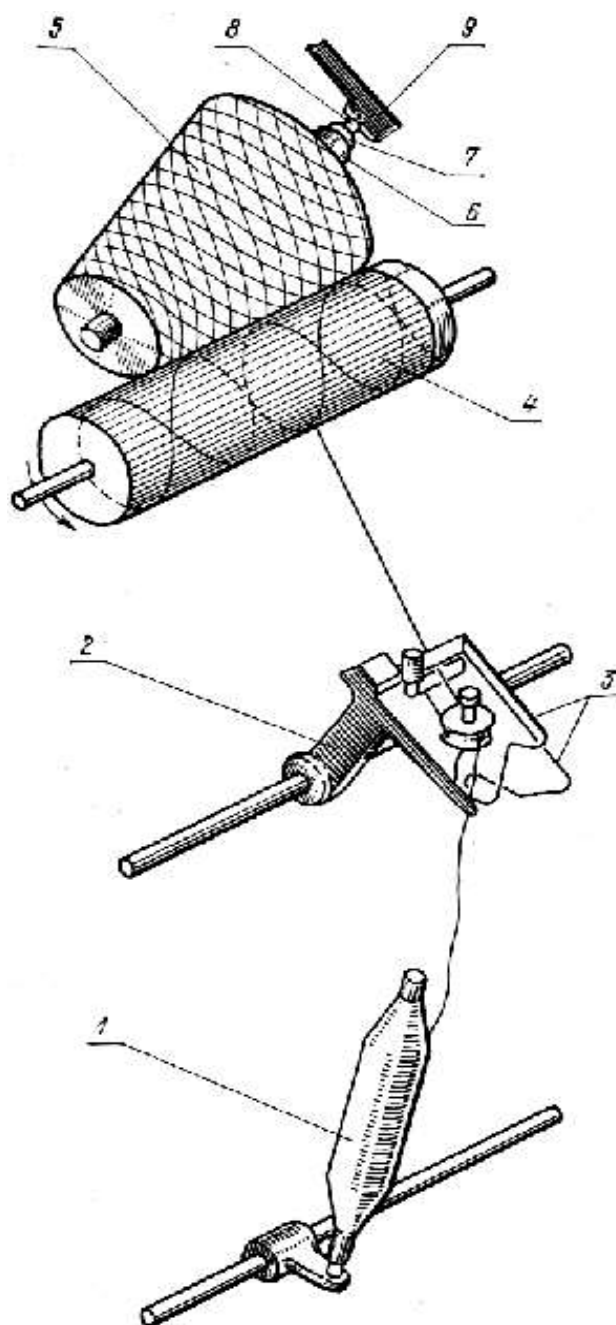
За допомогою цієї конструкції можлива перемотка, як конічної, так і циліндричної форми початків. Змінюючи кут нахилу витка канавки можливе регулювання певного кута намотування пряжі.

Наявність обертового барабана-розкладчика з двигуном це перевага конструкції пристрою для намотування ниток пряжі, який забезпечує можливість його використання для перемотування заданих ниток. Недоліком даного пристрою є неможливість намотування пакувань пряжі конічної форми.

Машина МТ-150 [5] (дивись рис. 1.10) призначена для хрестового перемотування пряжі з мотків, бобін, конусів у певні конічні бобіни висотою 106 мм.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Діаметр великого торця 215 мм, маса пряжі – 1,5 кг. Машина складається з певних секцій, що містять 19...20 веретен. Основне компонування машини – 99-100 веретен, максимальне задане число – 120. Швидкість перемотування залежно від виду та робочої товщини пряжі 450...870 м/хв.



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

Рисунок 1.10 – Схема переміщення заправки мотальної машини МТ-150

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Нитка з прядильного початка 1, змотуючись, проходить натяжний і контроль-очисний прилади, що закріплені на кронштейні 2 з направляючими нитки.

Потім ця нитка надходить у гвинтову канавку крутного мотального барабанчика 4, що є нитководієм й одночасно розподільником нитки вздовж твірної бобіни 5. Після виходу з початка нитка намотується на конічний паперовий патрон 6 у бобіну. Ця бобіна обертається завдяки силам тертя, що виникають між бобіною та спряженим барабаном. Паперовий патрон надівається на втулку 7 веретена, яка кріпиться на осі 8 і закріплюється в тримачі 9. Всі згадані деталі складають мотальну головку.

Мотальний барабанчик – це полімерна деталь циліндричної форми діаметром 77 мм. По твірній робочого барабанчика проходить гвинтова канавка з шістьма витками: три виконані в одну сторону й три – в іншу. Витки у торців барабана отримали плавне сполучення. Крок між витками нерівномірний: перший –  $h_1 = 62$  , наступний –  $h_2 = 52$  мм й третій –  $h_3 = 45$  мм.

Нерівномірність кроків між витками барабанчика забезпечує стабільну, надійну гвинтову лінію нитки на бобіні, оскільки окружна швидкість робочої бобіни вища у більшого торця й нижча у меншого. За допомогою змінного кроку гвинтової канавки вирівнюється не тільки швидкість переміщення, але й щільність намотування, а зменшення відносної швидкості нитки у вищого торця попереджає інерційні зльоти на цей торець, тобто не відбувається утворення хорд.

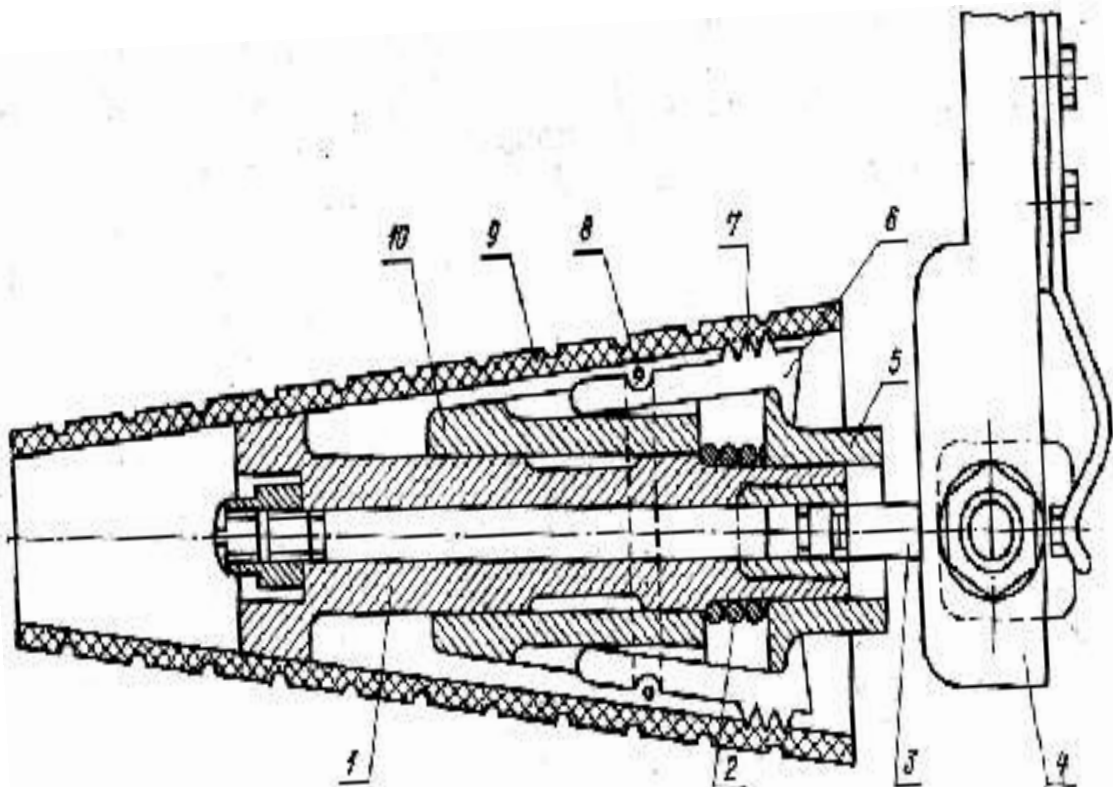
Веретено служить для підтримання конічної бобіни при перемотуванні пряжі (рис. 1.11).

Воно складається з робочої віссі 3, з втулки 1 із запресованим на ній внутрішнім конусом 10. У пазах останнього втоплені пружинним пояском 8 розміщені стопори 6. На головки їх з внутрішньої сторони діє розпірна пружна втулка 5, яка під дією пружини 2 хоче зміститися вправо й тим самим перемістити головки робочих собачок від осі веретена. При цьому насічки 7 стопора міцно захоплюють патрон 9 бобіни. Захвату патрона допомагають саме відцентрові сили, що

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

діють на головки собачок при русі веретена. Перед зняттям бобіни веретено повертають на себе до зупинки. При цьому виступ тримача 4 діє на втулку 5 і стискає пружину 2. Собачки під дією кільця 8 утоплюються в пази конуса й звільняють патрон бобіни. Остання просто знімається з веретена. Встановлення нового патрона на веретено і його фіксація має бути в зворотному порядку.

Мотальна машина МТ-150 має ще значний ряд механізмів: механізм автоматичного вимикання бобіни, механізм сфероутворювача й електрозупинки.



1 – втулка, 2 – пружина, 3 – вісь, 5 – розпірна втулка, 4 – тримач, 6 – собачки,  
7 – насічки собачок, 8 – поясok пружинний, 9 – патрон, 10 – конус  
Рисунок 1.11 – Конструкція механізму веретено машини МТ-150

Машина МТ-150 модернізується, у результаті чого швидкість намотування має до 1000 м/хв; діаметр мотального барабанчика збільшений до 92 мм, а гвинтова канавка містить не три, а 2.5 витка. У результаті кут похрещування витків на бобіні й стійкість витків збільшуються. Випускається машина під марками

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

МТ-150-1.

Пряжа, яка переробляється на мотальних агрегатах, проходить ряд контрольних, натяжних і парафінувальних пристроїв.

До контрольних приладів належать контрольньо-очисні, що установлені на кожній мотальній головці. Завдяки тертю по краям пластин приладу нитка, що рухається, очищається від бур'янистих домішок. Різного роду стовщення на пряжі (непропряди, шишки тощо), які защемляючись у щілині, викликають обрив пряжі. Мотальниця видаляє ділянку пряжі з дефектом, зв'язує краї вузлов'язальником і здійснює подальший процес.

### 1.3 Висновки до розділу

Перевагою конструкції пристрою для намотування ниток та пряжі (рис. 1.5) є можливість регулювання розсіювання витків намотування. Недоліком є складність виробництва мотального барабану 14, що зумовлює високу вартість цього пристрою.

Позитивною характеристикою утоково – перемотувального автомату УА-300-3М ( дивись рис. 1.6) є можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину намотування, швидкість і натяг нитки, застосування різних мотків та шпуль. Недоліками автомату є великі габарити, низька швидкість роботи.

Пристрій для малоінерційної розкладки нитки (рис. 1.7) потребує нової доробки, оскільки форма проєктованого пакування не відповідає формі заданого пакування.

Наявність обертового барабана-розкладчика з приводом (див. рис. 1.9) є перевагою пристрою для намотування ниток, що забезпечують можливість його використання для перемотування ниток та пряжі. Недоліком даного пристрою є неможливість намотування пакувань кінчної конкретної форми.

Машина МТ-150 ( див. рис. 1.10) дає можливість якісного намотування до 140 пакувань. Недоліками даної машини є дуже великі розміри, завищена вар-

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

тість і економічна недоцільність намотування малої кількості початків та пакувань.

Огляд та аналіз конструкцій пристрою для перемотування пряжі та ниток представлені на графічному листі БРМА 24.00.00.000 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: її вид, міцність, а також розраховані розміри вихідних початків.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОГО АВТОМАТИЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАМОТУВАННЯ НИТОК ТА ПРЯЖІ У БОБІНИ

### 2.1 Принцип роботи та будова пристрою

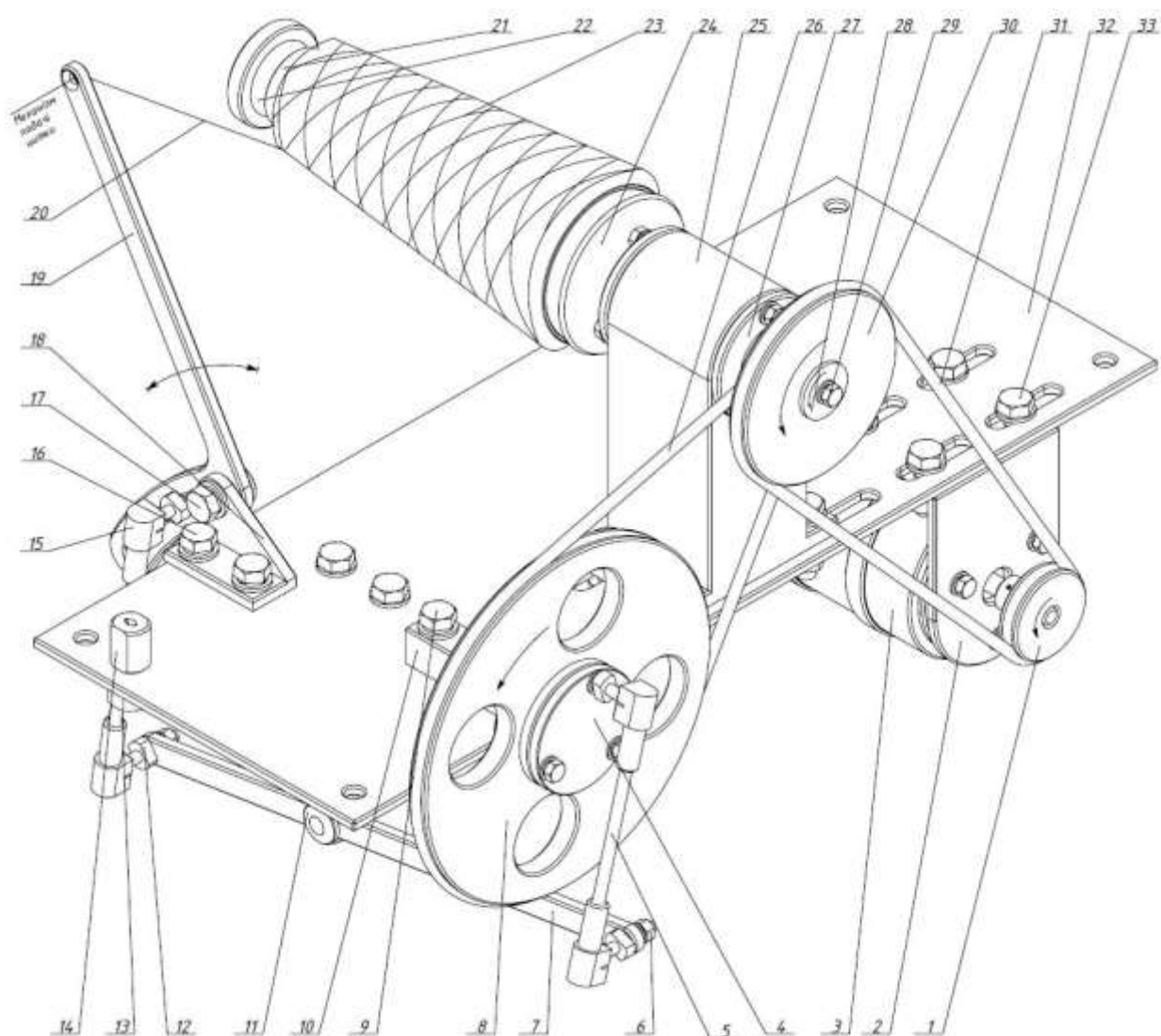
В основу удосконаленої конструкції поставлена задача створення автоматичного пристрою для намотування ниток та пряжі в початки, конструктивні особливості якого забезпечили б спосіб отримання пакування заданого об'єму і висоти при певній якості та надійності в експлуатації пристрою на малих та середніх трикотажних виробничих фірмах. Конструкція автоматичного пристрою представлена на графічному листі БРМА 24.00.00.000 СК.

Поставлені задачі досягається тим, що в пристрої, котрий містить двигун 3, що прикріплений кронштейном 2 до станини 37 гвинтами 33 (дивись рис. 2.1), розміщений на двигуні шків 1 через передачу пасову 31 обертає шків 30, який знаходиться на 34 валу ( на рис. 2.1 не показано), розташованому в корпусі підшипників 25. Рухаючись, вал 34 обертає разом із собою гайки 22 і гайки 24, між якими затиснений конус 21, на який намотується моток 23. Далі крутний момент із шківів 30 через пасову передачу 26 обертає шків 8 навколо вісі 10, що кріпиться до станини болтами 9. Із шківів 8 через кришку 4, болт 12, втулку 15, шпильку 5 крутний імпульс передається у вигляді зворотньо – поступальних рухів на коромисло 7, і через гвинт 12, втулку 15, шпильку 13 – на коромисло 19. Виконання поворотно – коливного руху коромисла 19 із одночасним обертанням конуса 21 сприяє рівномірному розкладанню нитки на задану ширину.

Механізм подачі пряжі на рис 2.8 не показано, але для його фіксації визначений болт спеціальний 14.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширину, із якою буде намотуватись нитка 20 на конус 21, можна плавно регулювати зміною відстані між гвинтом 12 і центром коливання коромисла 19. Також можливе зміщення розташування початка 23 відносно середини конуса 21 за допомогою шпильок робочих 5 і 13, які вкручуються або викручуються у втулки кільцевої 15. Є можливість намотування пряжі, як і на конуси для технологічних машин, так і котушок з нитками для швейних виробництв. Це виконано спеціальним профілем фіксуючої гайки 22 і гайки 24.



2, 18, 19 – кронштейни , 1, 8, 30 – шківів, 3 – електродвигун, 4, 27 – кришка,

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

13, 5 – шпильки, 6, 24 – гайки, 7, 19 – ричаги коромисла, 9, 12, 29, 33, 16, 17 – болти робочі, 10 – вісь, 11 – втулка притискна, 14 – болт спеціальний, 15 – втулка спеціальна, 20 – нитка, 22 – гайка фіксуєча, 23 – пакування, 21 – конус, 25 – корпус опорних підшипників, 26, 31 – пас, 28 – шайба, 32 – станина пристрою

Рисунок 2.1 – Автоматичний пристрій для намотування пряжі та ниток в бобіни

Отже, такі конструктивні рішення розширюють технологічні можливості автоматичного оригінального пристрою для намотування пряжі та ниток при нормальних технічних умовах його експлуатації, що підкреслює його широке застосування в середніх промислових цехах і малих фірмах.

## 2.2 Пристрій для керування потужності електропривода

В даній бакалаврській роботі передбачено проведення дослідів, для виконання яких слід би використовувати плавне регулювання швидкості електродвигуна. Одним з найпоширеніших способів регулювання потужності в мережах змінного струму є фазовий. При цьому способі регулювання використовується залежність між моментом (фазою) вмикання регулюючого елемента відносно початку півперіоду вхідної напруги й споживаної двигуном потужності.

Для регулювання потужності використовується ключовий елемент, для якого найбільше зручно використовувати симістор. Змінюючи затримку часу симістора, відкриття відносно початку півхвилі вхідної напруги мережі можна регулювати потужність, споживану навантаженням практично від 0 до 99%. Залежність напруги при навантаженні від фази вмикання симістора показана на рис. 2.2

Робота всіх регуляторів заснована на фазовому принципі управління. Розрізняються вони тах допустимою потужністю під'єданого навантаження. Такі регулятори дозволяють управляти потужністю електронагрівальних та освітлювальних приладів (t-ою нагріву електропаяльника), регулювати частоту обертан-

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

ня асинхронних ЕД змінного струму (вентилятора, , електродрилі, електронаждака ). Завдяки широкому діапазону регулювання та великій потужності регулятори широко застосовуються в побуті [11].

Існує значна кількість електричних схем для складання регуляторів потужності. Для гнучкого регулювання швидкості електродвигуна було обрано схему з максимальною потужністю в 1 -1,5 кВт.

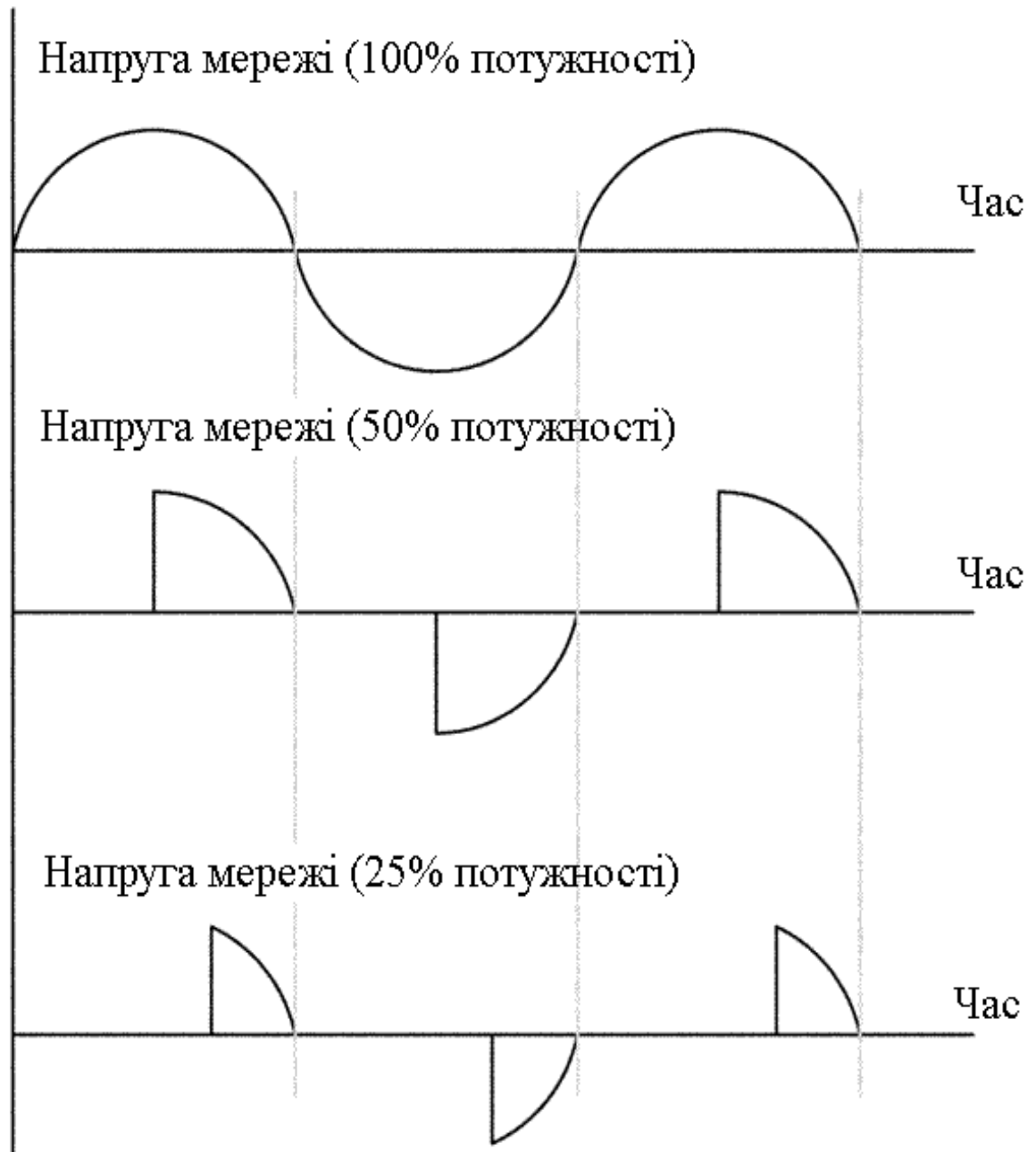


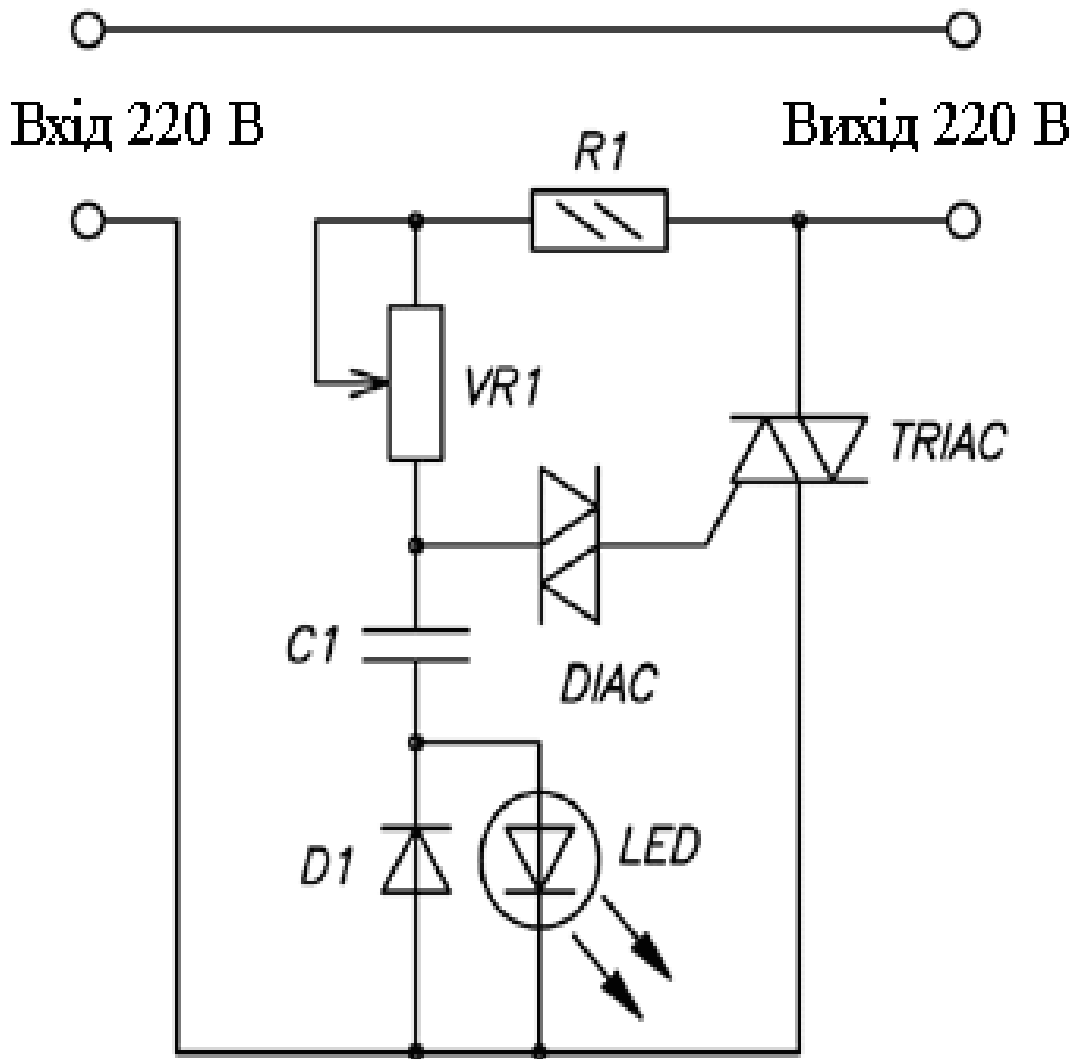
Рисунок 2.2 – Залежність величини регульованої напруги від фази

## робочого відкриття симістора

Симісторний регулятор потужності використовує принцип фазового управління. Принцип роботи регулятора заснований на зміні моменту вмикання симістора відносно переходу мережевої напруги через нуль (з моменту позитивної або негативної півхвилі вхідної напруги мережі).

На початку роботи позитивного півперіоду симістор закритий. У міру збільшення напруги (дивись рис. 2.2), конденсатор С1 заряджається через поділювач VR1, R1. Наростаюча напруга на конденсаторі С1 відстає по фазі від мережевої на величину, що залежить від спільного опору резисторів R1, VR1 і ємності С1. Заряд С1 триває доти, поки напруга не досягне порогу «пробою» диністора (близько 30 В).

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



DIAC – симістор, LED – світлодіод, TRIAC – диністор, D1 – діод,  
R1 – резистор, VR1 – змінний резистор, C1 – конденсатор

Рисунок 2.3 – Схема електрична принципова регулятора для керування потужності двигуна

В момент відкриття диністора (відповідно, відкриється симістор), через навантаження потече струм, що визначається сумарним опором відкритого симістора й навантаження. Симістор буде відкритим до кінця півперіоду. Резистором VR1 встановлюється напруга вмикання диністора й симістора. Отже резистором здійснюється регулювання потужності. Під час дії мінусової півхвилі принцип

роботи схеми аналогічний. Світлодіод LED вказує про працюючий режим регулятора потужності.

Конструктивно регулятор зроблений на друкованій платі з фольгованого текстоліту. У табл. 2.1 наведений перелік елементів, які було використано в платі керування.

Таблиця 2.1 – Перелік елементів для плати керування

Позиція	Номінал
D1	1N4148/18 В
R1	4,9 кОм
TRIAC	BT138-600E, симістор
DIAC	DB3, диністор
VR1	500 кОм
C1	0,2 мкФ
LED	Червоний світлодіод

### 2.3 Висновки до розділу

Конструкція 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 фіксує гайок надає змогу намотування пряжі та ниток, як на конуси для трикотажних машин, так і на пакування для швейних цехів.

Для надійної роботи потрібно здійснювати плавне регулювання швидкості електродвигуна, тому було сконструйовано регулятор потужності, який дає можливість регулювати частоту обертання та дозволяє підібрати оптимальні параметри технологічного процесу.

### 3 Розрахунки, що підтверджують працездатність автоматичного пристрою

#### 3.1 Теоретичні основи намотування нитки на пакування

Лінійна щільність нитки показує товщину ниток і визначається відношенням маси ниток до довжини, г/км:

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

де  $m$  – маса нитки, г;  $L$  – довжина нитки, км.

Розрізняють номінальну, кондиційну та фактичну лінійну щільність ниток.

Фактична ( $T_{\phi}$ ) є лінійна щільність робочої нитки, що розрахована дослідним шляхом, що робиться по формулі, текс:

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

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

Номінальної ( $T_0$ ) називають лінійну щільність одиночної нитки, запланованої до виготовлення на виробництві [12].

Кондиційна ( $T_k$ ) це лінійна щільність ниток, розрахована, текс:

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

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

Об'єм, яка займає намотана нитка на конічному пакуванні, з урахуванням опуклості на торцях бобіни,  $\text{см}^3$  :

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

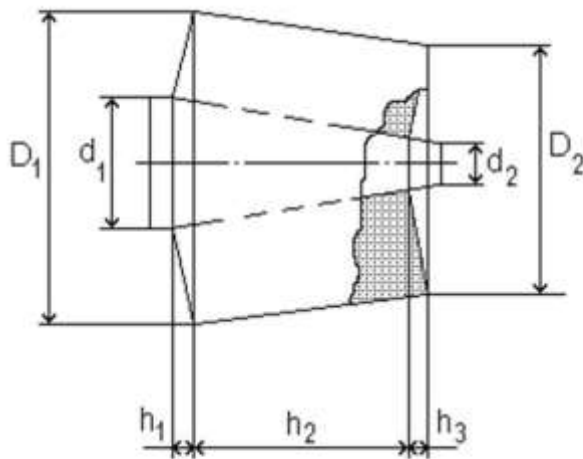
$$V = \frac{\pi}{12} [(D_1^2 + D_1 d_1 + d_1^2) h_1 + (D_1^2 + D_1 D_2 + D_2^2) \cdot h_2 - (D_2^2 + D_2 d_2 + d_2^2) \cdot h_3 - (h_1 + h_2) \cdot (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2)], \quad (3.4)$$

де  $d_1$  і  $d_2$  – великий і малий діаметри патрона початка;  $D_1$  і  $D_2$  – великий і малий діаметри початка з намотаною ниткою;  $h_2$  – висота намотування конуса, см;  $h_3$  – висота сфери біля вершини початка, см;  $h_1$  – висота верхньої сфери пернмотування в основі початка, см (рис. 3.1, а)

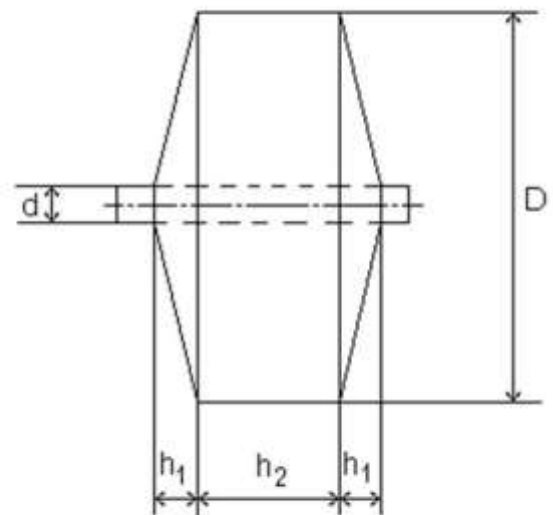
Об'єм, яка має намотана нитка на циліндричній бобіні, з урахуванням опуклості на торцях початка, см<sup>3</sup> (рис. 3.1, б):

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

де  $d$  – діаметр патрона початка, см;  $h_2$  – висота намотування циліндричної частини початка, см,  $h_1$  – висота намотування конічної форми в торця  $W_\phi$  початка, см.



а



б

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$d_1$  і  $d_2$  – великий і малий діаметри патрона,  $D_1, D_2$  – великий і малий діаметри бобіни початка,  $h_1$  – висота опуклості сфери намотування в основі початка,  $h_3$  – висота сфери біля вершини початка,  $h_2$  – висота намотування конуса початка

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

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

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

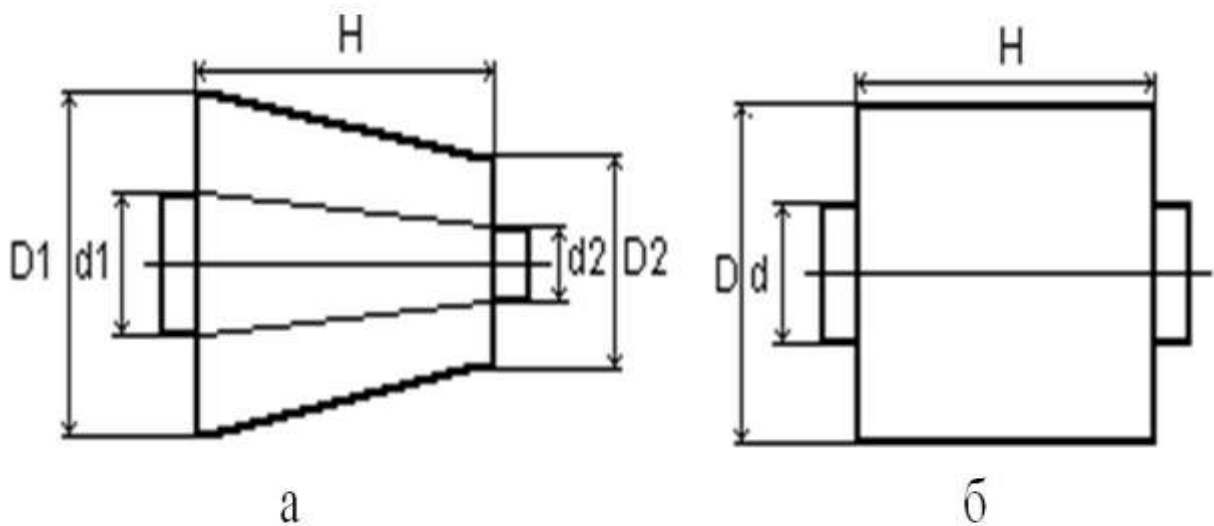
де  $D_2$  і  $D_1$  – малий та великий діаметри початка з пряжею,  $\text{см}$ ;  $d_1$  і  $d_2$  – великий і малий діаметри патрона початка,  $\text{см}$ ;  $H$  – висота намотування початка.

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

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

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

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$D_2, D_1$  – малий та великий діаметри початка з намотаною пряжею,  
 $d_2$  і  $d_1$  – малий та великий діаметри патрона,  $D$  – діаметр початка,  
 $d$  – діаметр патрона початка,  $H$  – висота намотування початка  
 Рисунок 3.2 – Графічний вигляд об'єму намотаної пряжі на початку: а – конічна,  
 б – циліндрична

Маса нитки на початку, г:

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

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

У таблиці 3.1 наведені рекомендовані величини робочої щільності намотування для ниток і пряжі різних видів на конусні початки.

Таблиця 3.1 – Нормативи робочої щільності намотування пряжі та ниток на пакування, інш.

Вид пряжі або ниток	Лінійна щільність ниток, ткс	Робоча щільність намотування пряжі, ниток, $\text{г/см}^3$
Бавовняна: кардна	823,3 - 14,4	0,38 - 0,42
гребенна	14,4 - 5,2	0,42 - 0,45
підкручена	–	0,39 - 0,46

Апаратна вовняна	45 - 84	0,33 -0,36
	90 - 333	0,32 -0,38
Напівшерстяна	45 - 84	0,36 -0,39
	90- 333	0,34 -0,39
Чисто вовняна: камвольна кручена	19,0- 42	0,36 -0,38
	16 - 42	0,40 -0,44
Напів вовняна: камвольна кручена	19,2 - 42	0,39 -0,44
	16 - 42	0,44 -0,48
Ляна: мокрого виробн. сухого виробн.	16- 210	0,52 -0,58
	54- 1100	0,48 -0,52
Роб. нитки: віскозні триацетатні з хімічних волокон капронові, лавсанові	Різн. товщини	0,75 -0,85
	-	0,6 -0,65
	-	0,72 -0,86
	-	0,55-0,65

Довжина нитки на початку, м:

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

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

### 3.2 Розрахункова модель механізму розкладчика нитки

Математичне моделювання можна оцінювати як засіб вивчення реальної системи шляхом її заміни для експериментального дослідження системою (мо-

деллю), що зберігає сутєві риси оригінала. При моделюванні здійснюється апроксимація функції опису краще простою і зручною для практичного аналізу моделі.

Математичні моделі, саме ті, що використовують чисельні методи, потребують для використання значних та витратних інтелектуальних, фінансових затрат. Тому рішення про створення нової моделі робиться лише в разі відсутності більш простих шляхів вирішення проблеми (модифікації однієї з існуючих вже моделей).

Дослідження об'єкту аналізу та складання його математичного опису полягають у встановленні зв'язків між основними параметрами процесу, виявленні його граничних і початкових умов та формі процесу у вигляді системи математичних співвідношень.

Процес побудови аналітичної моделі можна представити послідовністю етапів, зображених як на рис. 3.3

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

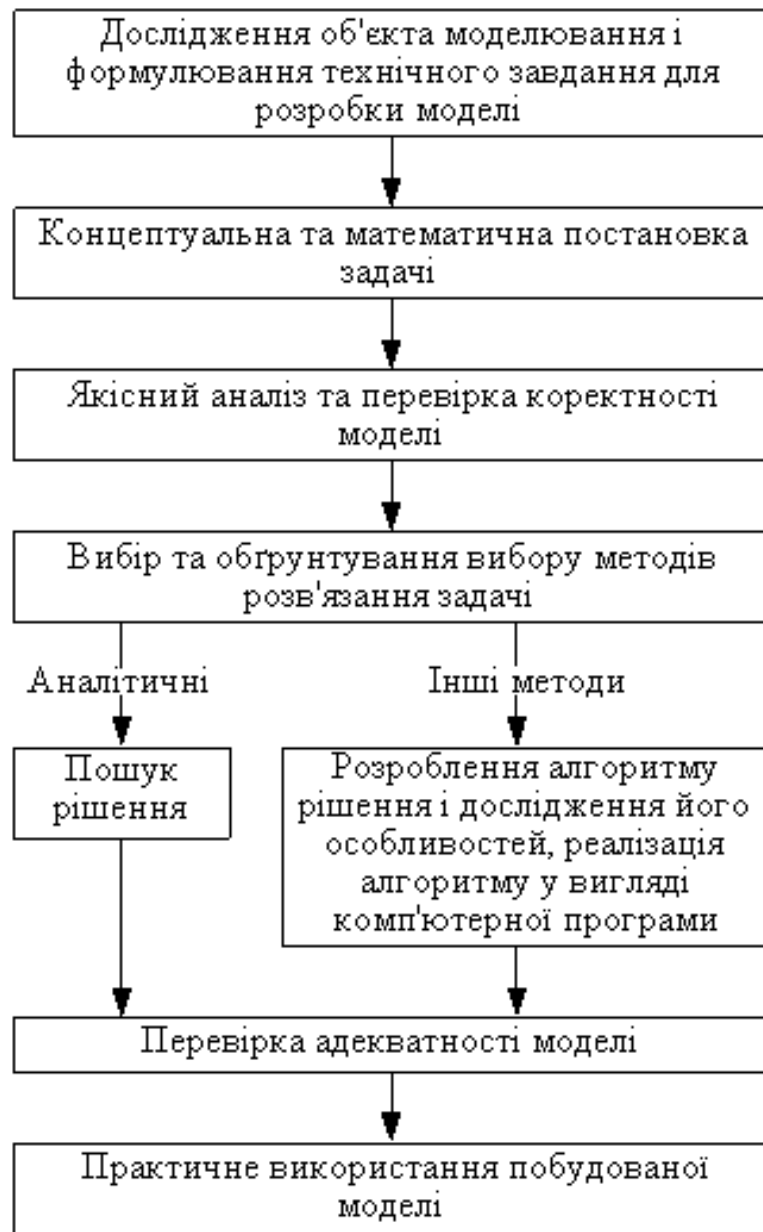


Рисунок 3.3 – Поетапність побудови математичної моделі

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

- 1) аналіз взаємодії об'єкта з зовнішнім середовищем, виділення характеристик основних впливів та реакції об'єкту, класифікація їх на вимірні, керуючі саме перешкоди;
- 2) проведення декомпозиції та дослідження внутрішньої структури технічної системи;

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

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

На підставі детального аналізу об'єкту моделювання формується постановка моделювання, в якій мають бути зазначені:

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

Тип моделі має відповідати результатам класифікації основного об'єкта моделювання, інакше модель навряд чи стане адекватною.

Весь накопичений в результаті дослідження матеріал, змістовний розгляд задач моделювання, додаткові вимоги до реалізації моделі, оформлюються у вигляді техзавдання на проектування та розробку моделі.

Концептуальна постановка задачі моделювання – це список основних питань, а також сукупність гіпотез відносно поведінки об'єкта аналізу. Розробник моделі на підставі результатів аналізу об'єкта моделювання складає певне бачення стосовно процесів на об'єкті. При цьому з метою розуміння моделі він

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймає низку припущень та обмежень. Припущення можуть мати нехтування певними процесами або зміну характеру їх руху. Концептуальна модель має пройти погодження з експертами по певній області з метою перевірки на адекватність. Адекватність концептуальної моделі визначає саме адекватність математичної моделі, яка формується на її основі.

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

Найбільше поширення при побудові детермінованих моделей мають алгебраїчні рівняння та системи, звичайні диференціальні рівняння і рівняння в частинних похідних, матрична алгебра, а при стохастичному аналізі і методи теорії імовірності, математичної статистики та теорії випадкових стохастичних процесів. Якщо апріорні відомості про об'єкт недостатні, структура математичних моделей уточнюється за допомогою методів багатовимірної статистики: кореляційного, багатofакторного, регресійного, і інших аналізів, а також проведення пасивного чи активного експериментів. Для більшості складних об'єктів структура системи містить параметри, які відображають особливості конкретних об'єктів. Активний пошук значень цих параметрів відбувається за допомогою способів параметричної ідентифікації на основі проведення активних експериментів.

Поняття коректності задачі має важливе значення в ході моделювання, але всі практичні задачі можна вважати коректно прийнятними. Математична модель є коректною, якщо отримано позитивний результат по всіх контрольних перевірках: порядку, розмірності, характеру залежностей, граничних умов.

Для математичної моделі береться один з методів розв'язку, який дозволяє при заданих значеннях початкових змінних отримати значення вихідних змінних. Вибір методу базується на підставі властивостей моделі, даних про точність вимірювання певних змінних, вимог до точності та швидкості отримання рішення.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідною умовою для переходу від дослідження об'єкта до дослідження моделі робочої і подальшого перенесення результатів на об'єкт моделювання є вимога адекватності моделі. Адекватність – це відтворення моделлю з повнотою всіх властивостей об'єкта. Тому адекватність моделі визначається на підставі статистичних оцінок розбіжностей значень змінних моделі та об'єкту при однакових вхідних змінних, розрахованих за результатами експериментів на об'єкті моделювання. Відмінність значень виходу моделі та системи об'єкту може бути обумовлена наступними саме причинами:

- 1) спрощеність моделі;
- 2) похибка чисельних робочих методів;
- 3) похибка вимірювальних приладів;
- 4) обчислювальна похибка, пов'язана з переходом між десятною і двійковою системами обчислення та особливостями комп'ютерних обчислень.

Якщо модель не задовольняє умовам адекватності, необхідно крок за кроком перевірити коректність розробки усюди:

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

Після успішної перевірки адекватності певна модель може бути застосована в задачах прогнозу та дослідження поведінки.

Метод математичного моделювання [13] дозволяє виключити необхідність виготовлення фізичних моделей, пов'язаних з суттєвими витратами; скорочувати час визначення характеристик; вивчати поведінку об'єкту моделювання; аналізувати можливість застосування різних елементів; отримувати характеристики, які

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

складно отримувати експериментально (частотні, кореляційні, параметричної чутливості), тощо.

### 3.2 Плани механізму пристрою

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

На рис. 3.4 для аналізу зображено кінематичну схему механізму розкладки нитки або нитки пряжі.



					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

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

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

Знайдено потрібну кількість замкнутих векторних контурів:

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

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

### 3.2.1 Положення ланок

Для початку системи координат вибрано в точці  $O$ .

Замкнуті векторні контури обчислені 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 та точок, що рухаються поступально:

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

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

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

Проекції векторних рівнянь на координатні осі дали систему рівнянь розрахунку положення ланок.

Система рівнянь для розрахунку робочого положення кінемат.ланок:

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5 - ?$

Розрахунок проведено для  $N = 12$  положень механізму.

Аналоги швидкостей кінематичних ланок.

Продиференціювавши за кутом  $\varphi_1$  систему, отримано рівняння для визначення аналогів швидкостей ланок.

Система рівнянь для визначення аналогів швидкостей ланок:

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

$\dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3, \dot{\varphi}_4, \dot{\varphi}_5 - ?$

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

Система рівнянь для розрахунку аналогів прискорень кінематичних ланок:

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

$\ddot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_3, \ddot{\varphi}_4, \ddot{\varphi}_5 - ?$

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

### 3.3 Розрахунок параметрів приводу і вибір електродвигуна

Розрахунок параметрів приводу і вибору електродвигуна [14] як вихідні дані взято максимально допустимі значення параметрів розроблюваної мотальної автоматичної машини: радіус бобіни  $R=0,1$  м; маса бобіни, що намотується  $m=2,5$  кг; частота обертання валу  $n_b = 1000$  об/хв; швидкість намотування нитки  $v = 100$  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 ведучого шківів:

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

де  $v$  – швидкість перемотування нитки пряжі,  $r_2$  – радіус шківів.

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

Частота обертання робочого ведучого шківів вироблено за формулою:

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

де  $\omega_1$  – кутова швидкість шківів.

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

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина прискорення на ведучому шківу:

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

де  $\vartheta$  – швидкість перемотування мотка,  $r_2$  – радіус шківа.

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

Силу натягу пряжі визначено за формулою:

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

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

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

Відцентрова сила була обраховано:

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

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

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

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Передаточне число обчислено таким чином:

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

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

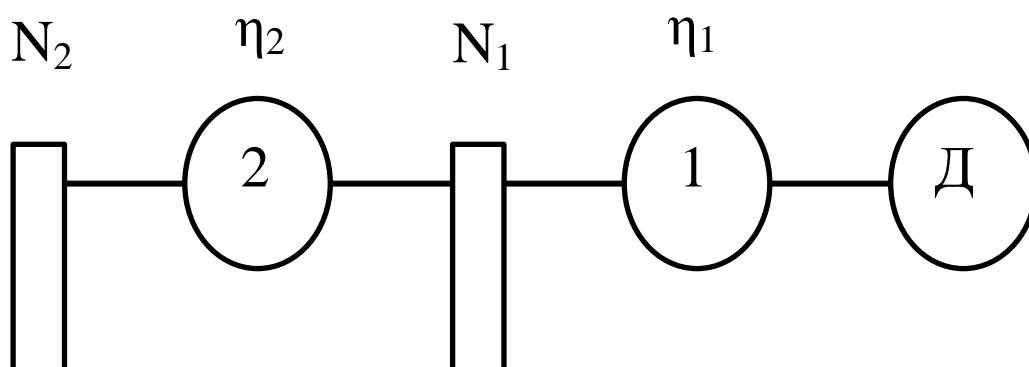
Передаточні числа пасових передач обчислено наступним чином:

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

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

$$u_1 = \frac{80}{40} = 2, \quad u_2 = \frac{160}{35} = 4,57,$$
$$u = 4,57 \cdot 2 = 9,14.$$

Так як у пристрої відбувається послідовно-паралельне сполучення робочих механізмів, для визначення коефіцієнта корисної дії к.к.д. пристрою, було використано структурну схему пристрою (рис. 3.5 ) [15].



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

Рисунок 3.5 – Структурна схема даного пристрою

Відповідно схеми отримано:

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

де  $N_1^{\text{п}}, N_2^{\text{п}}$  – потужність на 1-му і 2-му механізмах, відповідно, з урахуванням механічних спільних затрат,  $N_1, N_2$  – потужність на 1-му і 2-му механізмах відповідно,

Обраховано крутний момент на 1-у 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 механізмі обчислено 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

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

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Обраховано крутний момент на 2-му валу:

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

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

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

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 ( $\vartheta_1 = 15,9 \text{ с}^{-1}$ ).

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

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,

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

Обраховано потужність на 1-му механізмі з урахуванням механічн. втрат:

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

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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 ( $\eta_1 = 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,92$ )

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

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

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

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. електродвигуна):

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

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 нитки,  $u_1$  – передаточне число приводу.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Потужність двигуна обчислено наступним чином:

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

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

$$P_d = 62,86 + 13,76 = 76,68 \text{ Вт.}$$

З обчисленими значеннями  $P_d = 76,68 \text{ Вт}$  і частотою обертання  $n = 2000 \text{ об/хв}$  було обрано універсальний асинхронний двигун МУН-2 номін. потужністю  $P_n = 85 \text{ Вт}$ , частотою обертання  $n_e = 2000 \text{ хв}^{-1}$  [16].

#### 3.4 Висновки до розділу

Проаналізувавши основні параметри намотування нитки на певні пакування і обов'язково теоретичні основи розробки моделі конструкції автоматичного пристрою, 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 розкладчика нитки. Також було зроблено розрахунок параметрів приводу та здійснено вибір електродвигуна. Виконано розрахунок коефіцієнту корисної дії, який становить  $\eta = 0,778$ .

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

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 власти-

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

вості вихідної пряжі: її вид, міцність, а також розраховані розміри вихідних початків.

В основу удосконаленої конструкції поставлена задача створення автоматичного пристрою для намотування ниток та пряжі в початки, конструктивні особливості якого забезпечили б спосіб отримання пакування заданого об'єму і висоти при певній якості та надійності в експлуатації пристрою на малих та середніх трикотажних виробничих фірмах.

Конструкція пристрою для намотування пряжі та ниток завдяки простоті виконання і невисокій вартості використаних матеріалів дає перевагу широкому застосуванню. Також конструкція автоматичного пристрою завдяки спеціальному профілю фіксує гайок надає змогу намотування пряжі та ниток, як на конуси для трикотажних машин, так і на пакування для швейних цехів.

Для надійної роботи потрібно здійснювати плавне регулювання швидкості електродвигуна, тому було сконструйовано регулятор потужності, який дає можливість регулювати частоту обертання та дозволяє підібрати оптимальні параметри технологічного процесу.

Проаналізувавши основні параметри намотування нитки на певні пакування і обов'язково теоретичні основи розробки моделі конструкції автоматичного пристрою, було складено план механізму розкладчика (положення) 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 параметрів приводу та здійснено вибір електродвигуна. Виконано розрахунок коефіцієнту корисної дії, який становить  $\eta = 0,778$ .

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## ПЕРЕЛІК 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.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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 підготовчих 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

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

15. Манухин А. С. Проборные и узловязальные машины хлопчатобумажной промышленности / А. С. Манухин ; – М. : Легкая индустрия, 1986. – 192 с.

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					БРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		