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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Розробка пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Шифр БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Виконав студент
3 курсу група МБс-20 _____ Падус М.А.
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник _____ д.т.н., проф. Скиба М.Є.
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер _____ Тимощук О.Б.
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МАЕЕС _____ д.т.н., проф. Поліщук О.С.
Підпис, дата Ініціали, прізвище

20 06 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем
Освітній рівень бакалавр
Галузь знань 14 Механічна інженерія
Спеціальність 141 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма Машини і апарати легкої промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

20. 06 .2023

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

Падус Максим Андрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи **Розробка пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості**
керівник роботи **Скиба М.Є., д.т.н, професор**

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

Затверджено наказом ректора університету від 1 03 2023 р. № 5

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 20.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: **типові пристрої для перемотування ниток**

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

1 Огляд інформаційних джерел по конструкції перемотувальних пристроїв ниток

2 Проектування пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості

3 Визначення конструктивних параметрів пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості, що підтверджують працездатність

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

Аркуш 1. Пристрої перемотування ниток. Док. оглядовий (А1). Аркуш 2. Пристрій перемотування ниток для машин легкої промисловості. Схема кінематична (А1). Аркуш 3 Механізм розкладки ниток. Монтажне креслення (А1). Аркуш 4. Головка пристрою перемотування ниток. Габаритне креслення (А1). Аркуш 5. Деталювання (А2).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання ______________________

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Огляд інформаційних джерел по конструкції перемотувальних пристроїв ниток	1.05.23р.	
2 Проектування пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості	15.05.23р.	
3 Визначення конструктивних параметрів пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості, що підтверджують працездатність	15.06.23р.	
4 Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	20.06.23р.	

Студент ______________ ______________
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник роботи ______________ ______________
Підпис Ініціали, прізвище

А Н О Т А Ц І Я

до бакалаврської кваліфікаційної роботи студента
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

1. Прізвище, ім'я та по батькові **Падус Максим Андрійович**

2. Тема бакалаврської роботи
Розробка пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента Жиця В. В.

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 60

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки:

1 Огляд інформаційних джерел по конструкції перемотувальних пристроїв ниток
2 Проектування пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості
3 Визначення конструктивних параметрів пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості, що підтверджують працездатність
Перелік джерел посилання

Підпис студента _____

"26" 06 2023 р.

Р І Ш Е Н Н Я Е К:

Протокол 1 від "29" 06 2023 р.

Оцінка проекту ЕК добре 4,0/С
Рекомендації ЕК до впровадження

Особливі відмітки _____

Технічний секретар _____

"29" 06 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1 ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ПО КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕМОТУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НИТОК 8

1.1 Постановка задачі проектування 8

1.2 Огляд літературних джерел по конструкції перемотувальних пристроїв 9

2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ПЕРЕМОТУВАННЯ НИТОК ДЛЯ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ 18

2.1 Розрахунок динамічних і статичних параметрів перемотування 18

2.1.1 Розрахунок динамічних параметрів намотування 19

2.1.2 Розрахунок статичних параметрів перемотування ниток на бобіну 22

2.1.3 Розрахунок довжини відходів при перемотуванні ниток 26

2.1.4 Розрахунок нормативної продуктивності обладнання для перемотувальння 28

2.2 Розробка конструкції пристрою для перемотування ниток 29

2.3 Аналітичний метод кінематичного синтезу механізму розкладки пристрою перемотування нитки для машин легкої промисловості 34

2.4. Графічний метод кінематичного синтезу механізму розкладки ниток 39

3 ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ПЕРЕМОТУВАННЯ НИТОК ДЛЯ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ 43

3.1. Визначення потужності привода електродвигуна пристрою перемотування ниток для машин промисловості 43

3.2 Розрахунок фрикційної передачі пристрою 44

3.3 Розрахунок кулькових підшипників пристрою перемотування 46

3.4. Розрахунок клинопасової передачі пристрою перемотування ниток 48

ВИСНОВКИ 57

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 58

ДОДАТКИ 60

ВСТУП

Сьогодні швейна промисловість, одна з основних галузей легкої промисловості, переживає прискорений розвиток на основі подальшого прискорення науково-технічного прогресу і, головне, автоматизації машинобудування, в тому числі впровадження швейного автоматичного обладнання та виробництва в цілому.

Технічний ступінь виробництва та застосування сучасних технологій у легкій промисловості є дуже високим, що дозволяє випускати конкурентоспроможну продукцію навіть у підгалузях промисловості, таких як взуття, трикотаж та швейна продукція.

Коефіцієнт використання ефективної частини основних фондів по всій легкій промисловості становить 40%, але в кожній підгалузі майже третина підприємств оснащена новітнім технічним обладнанням. Ще складніша ситуація в основних підгалузях промисловості, таких як текстиль, шкіра, металовироби та хутра. Для модернізації найважливіших виробничих процесів потрібні значні інвестиції. Тому основою промислової науково-технічної політики є пріоритетність розвитку та модернізації зазначених вище підгадлузей.

Швейна промисловість — одна з галузей легкої промисловості, завдання якої — якомога повніше задовольнити попит на споживчі товари. Збільшення випуску швейних виробів і підвищення якості швейних виробів безпосередньо залежить від подальшого удосконалення технологічних процесів, таких як оснащення виробничих підприємств новим високоефективним обладнанням та його вдосконалення, а також удосконалення структур управління виробництвом.

Організація роботи з раціонального використання матеріально-енергетичних ресурсів, впровадження досягнень науки і техніки, підвищення якості праці на всіх ділянках виробництва.

За останні роки швейна промисловість перетворилася на високомеханізовану промисловість. Впровадження нової техніки на підприємствах забезпечується механізацією і автоматизацією виробництва. Особливе значення мають мікропроцесорні пристрої, автоматичні маніпулятори та роботи.

Розроблені автоматичні швейні машини з мікропроцесорним керуванням, розкрійні та швейні блоки з числово-програмованим керуванням, складальні маніпулятори та промислові роботи із вбудованими мікроконтролерами для програмування. Ведеться промислова розробка швейних машин з електронним керуванням, що дозволяє одному оператору обслуговувати декілька робочих місць одночасно.

1 ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ КОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕМОТУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НИТОК

1.1 Постановка задачі проектування

Нині перед невеликими підприємствами легкої промисловості стоїть завдання впровадження засобів малої механізації в технологічні процеси виробництва продукції з метою підвищення продуктивності праці операторів швейних машин, підвищення якості та кількості продукції, що випускається.

В даний час відомі різні конструкції перемотувальних пристроїв (моталок), але промисловість не задовольняє потреби малих і середніх підприємств, а ті, які задовольняють, дуже коштовні.

Сучасні швейні фабрики оснащені сучасним обладнанням для якісного виконання технічних процесів при виготовленні продукції. Крім того, компанії використовують дуже різноманітний набір малих механізованих пристроїв, щоб покращити якість виробленої продукції, забезпечити продуктивність швейних машин і підвищити продуктивність праці операторів. Одним із факторів виготовлення високоякісних стібків на виробах є спосіб якісного намотування ниток на бобіну.

Одним з них є пристрій, який подає необхідну кількість швейної нитки в швейну машину. Намотувач перемотує нитку з великої котушки, яка використовується на текстильній фабриці, на малу котушку, яка використовується безпосередньо в швейній машині.

Вручну намотати нитку з великої котушки на кілька менших котушок практично неможливо. Зокрема, це займає багато часу; нитка на котушку повинна намотуватися з певним «розкладанням». Інакше під час намотування на швейній машині декілька ниток будуть сходити з котушки за один раз, що призведе до того, що нитки сплутаються, і зрештою ця робота буде дуже повільною та трудоємкою.

Тому виникла проблема розробки пристрою для розмотування ниток, який відповідав би технічним вимогам щодо кількості та якості намотування, і який можна було б виготовити відносно дешево у РМЦ компанії. Для розробки цього пристрою був підготовлений літературний огляд існуючих конструкцій перемотувальних пристроїв котушок.

1.2 Огляд інформаційних джерел конструкцій перемотувальних пристроїв

Відомий пристрій для намотування довгомірних виробів [1]. Пристрій складається з електродвигуна 1 (рис. 1.1), з'єднаного через редуктор зі шпинделем 2 для кріплення котушки, електродвигуна 3, з'єднаного через редуктор з розкидною лінією 4 та тягового елемента. На осі вільно встановлені направляючий ролик 5 і гальмівний диск 8, який регулює натяг відповідно до швидкості намотування і з'єднаний з електродвигуном 1 через пасову передачу. Тип регулювання визначається спіральною пружиною, яка задає кут повороту натяжного елемента відповідно до аеродинамічного впливу гальмівного диску 8.

Натяжні елементи - віялоподібні. Осі гальмівного диска і натяжного елемента зміщені один відносно одного у вертикальній площині. Працює пристрій наступним чином. Нитка 7 безінерційно намотується з котушки 6 через направляючий ролик 5, закріплений на натяжному елементі, і розміщений на котушці, що обертається разом із шпинделем 2 за допомогою розширювача. Зі збільшенням швидкості намотування аеродинамічний вплив гальмівного диска 8 на сектор натяжного елемента збільшується і нитка обертається, а загальний кут окружності валика 5 відносно нитки - зменшується. У той же час, збільшення натягу внаслідок збільшення швидкості намотування компенсується зменшенням кута обхватування роликів. Завдяки цьому натяг нитки залишається постійним.

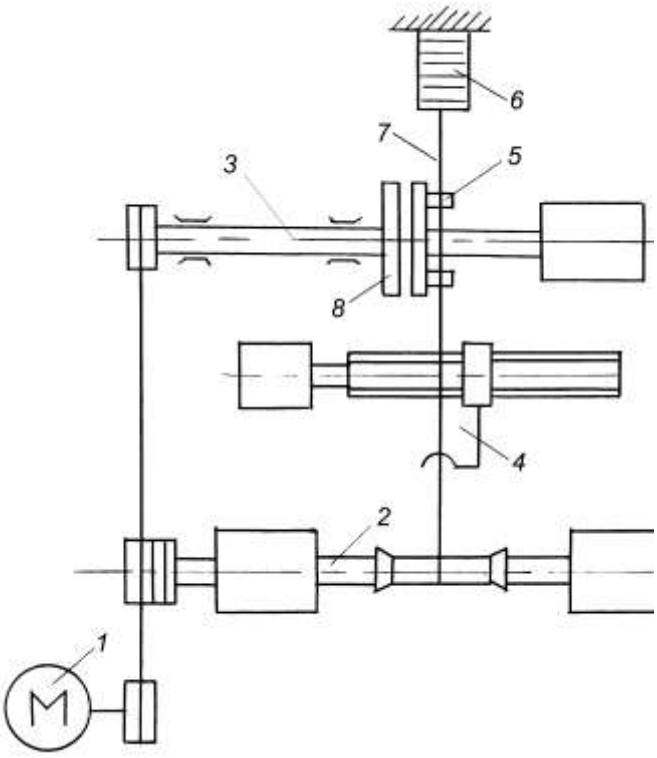

Рисунок 1.1 – Пристрій для намотування довгомірного матеріалу

Збільшення натягу нитки за рахунок підвищення швидкості намотування компенсується зменшенням кута обхвату всього ролика, досягаючи автоматичного регулювання натягу відповідно до швидкості намотування. Недоліком цього пристрою є постійна аеродинамічна зона взаємодії. Якщо натяг змінюється зі швидкістю намотування, обертання натяжного елемента стає неможливим для забезпечення сталості площі аеродинамічної взаємодії зі збільшенням швидкості.

Відомий пристрій для намотування ниткоподібних матеріалів [2]. Пристрій для намотування ниткоподібного матеріалу складається з електродвигуна 9 (рис. 1.2) механізму намотування, редуктора, бобіни 11, на яку намотується ниткоподібний матеріал, рухомої основи 12, виступу, жорстко з'єднаного з рухомою основою 12, електродвигун 10 механізму компонування, коробка передач, вихідний вал 13 з кільцевою контурною канавкою, датчик числа переміщень 14 рухомої основи механізму складання 12, суматор числа переміщень 15,

програмний блок 16, регулятор 18 заводного механізму, регулятор швидкості механізму розкладання 17.

Працює пристрій наступним чином. Коли ниткоподібний матеріал завантажується на бобіну 11 і вмикаються електродвигун 9 намотувального механізму і електродвигун 10 укладального механізму, починається намотування ниткоподібного матеріалу із заданою лінійною швидкістю і кроком укладання. Він залежить від кутових швидкостей електродвигунів 9 і 10, передавального числа редуктора, початкового діаметра котушки 11 і кута скосу канавки кільцевого профілю вихідного вала 13.

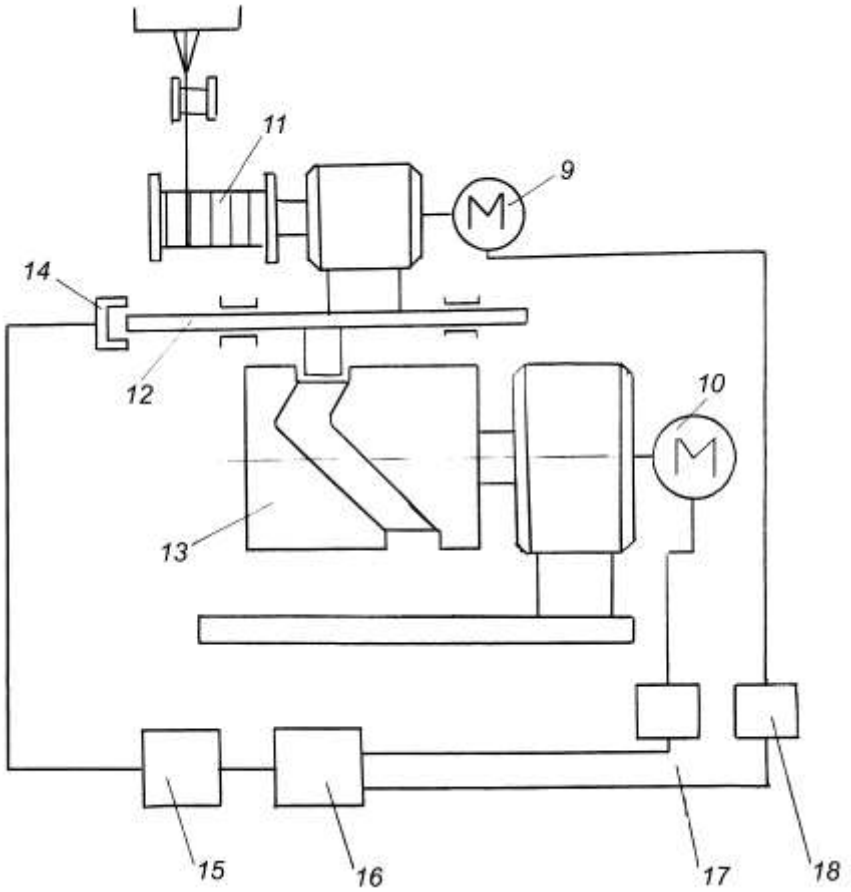

Рисунок 1.2 – Пристрій намотування ниткоподібного матеріалу

Працює пристрій наступним чином. Після заправлення ниткоподібного матеріалу на котушку 11 і ввімкнення електродвигуна 9 намотувального механізму та електродвигуна 10 укладального механізму починається намотування ни-

ткоподібного матеріалу із заданою лінійною швидкістю та виконується крок укладання, що є залежним від кутової швидкості електродвигунів 9 і 10, передавального числа редуктора, початковий діаметр котушки 11 і кут скосу кільцевої канавки вихідного вала 13. У разі повороту на 1/2 вихідного вала 13, тобто рухома основа 12 намотувального механізму переміщується з одного кінцевого положення в інше кінцеве положення, а потім повертається у вихідне положення.

Таким чином, механізм намотування також розташовує нитку так, щоб ниткоподібний матеріал не зміщувався в просторі за допомогою нитковдавлювача. Крім того, завдяки кільцевій профільованій канавці на вихідному валу 13, реверсування гвинтової компоновки здійснюється без реверсування електродвигуна 10 механізму компонування, що покращує якість намотування та умови роботи механізму. У той же час датчик 14 числа руху електрично з'єднаний з лічильником 15 числа руху в обох кінцевих положеннях рухомої основи 12 підйомного механізму намотки спрацьовує датчик 14 кількості рухів, в'язаний з суматором 15, який після відліку заданого числа імпульсів видає сигнал у програмований блок 16.

Програмний блок 16 подає запрограмований керуючий сигнал на вхід регулятора швидкості 18 електродвигуна 9 механізму розкладки після кожного чергового імпульсу від суматора 15 переміщень і іншого запрограмованого сигналу. Він підключений до входу від регулятора швидкості 17 електродвигуна 10 механізму компонування. Електричний двигун 9 механізму намотування змінює кутову швидкість, щоб підтримувати постійну лінійну швидкість намотування зі збільшенням діаметра, а електродвигун 10 механізму розгортання змінює кутову швидкість, щоб розгортати намотувальний матеріал зі збільшенням діаметра намотування.

Пристрій підвищує точність керування, скорочує час простою пристрою через збої технічного процесу, а також зменшує витрати на сировину та втрати через брак. Недоліком відомого пристрою є низька точність керування процесом

намотування. Перевагою цього пристрою є регулятор швидкості руху механізму верстки, вхід якого електрично з'єднаний з іншим виходом програмного блоку, а вихід якого з'єднаний з електродвигуном механізму намотування. Вихідний суматор кількості виходів підключений до виходу блоку програматора.

Відомий пристрій для намотування ниток [3]. Прилад складається з: важеля, що кріпиться гвинтом одним кінцем на штанзі до штока ниткорозширювача. Під важелем, встановлений упорний ролик, що контактує з напрямною 19 (рис. 1.3), розташованою паралельно штанзі.

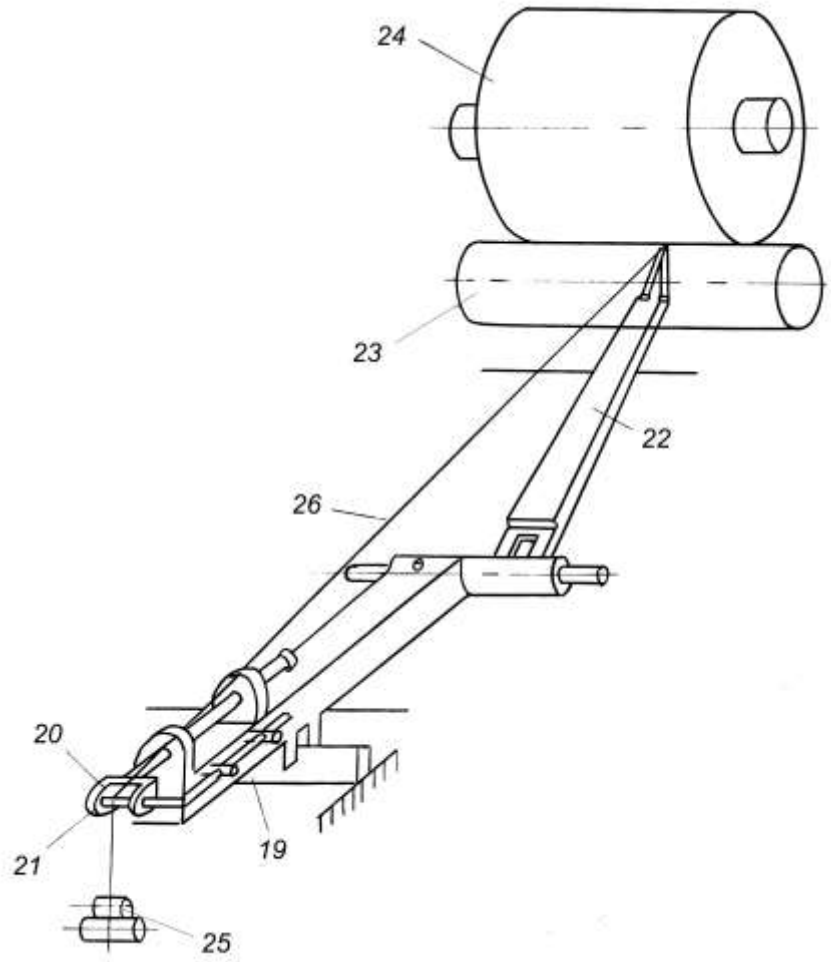

Рисунок 1.3 – Пристрій намотування нитки

На вільних кінцях важелів паралельно один одному, зроблені виступи з отворами для проходу стрижнів. На одному кінці стрижня прикріплена вилочка

20 з натконаправляючою 21, а на іншому – стопорна гайка. Стрижень осьово підпружинений пружиною. Під вилкою 20 до важеля прикріплений нижній нерухомий нитконаправляючий пристрій. Той самий головний нитконаправляч 22 встановлений на стрижні та обертається на валу 23 намотування, який забезпечує привід бабіни 24.

Працює пристрій наступним чином. Пряжа подається з вихідного пристрою 25 повітряно-прядильної машини навколо нитковода, надходить у розкладач пряжі, встановлений на валику, і намотується на бобіну 24, що приводиться в дію намотувальним валиком 23. Важіль рухається вздовж котушки з розмотувачем волосіні, щоб змотати волосінь. При цьому упорний ролик, натискаючи на верхню напрямну, перешкоджає вертикальному коливанню важеля за рахунок дії вертикальної складової натягу рухомої нитки, створюючи належні умови руху механізмів.

Коли розмотувач нитки наближається до кінця котушки, натяг нитки збільшується, оскільки відстань уздовж нитки між виходом і точкою розмотування збільшується. При цьому під дією натягу нитки - вилка 20 переміщується разом з нитконаправляючою 21 у напрямку котушки, вирівнюючи таким чином натяг. Переміщення важеля від одного кінця до середини балансує натяг та змінює вхідний натяг. Якщо пристрій корекції натягу нитки приєднано безпосередньо до важеля розгортання нитки, абсолютне значення натягу нитки буде максимальним у цій точці,

Цей пристрій забезпечує якісне намотування завдяки попередньому орієнтуванню. Недоліком цього пристрою є його мала потужність і недостатня продуктивність.

Відомий пристрій для намотування ниткоподібного матеріалу на оправки [4]. Пристрій має обертовий ланцюг шпинделя, перемикається електродвигуном 27 (рис. 1.4), клинопасову передачу, гітару 28, шпиндель 29, оправку 30, закріплену на шпинделі 29, лічильник обертів 31 і механізм переміщення штабелера. Ланцюг переміщення має один електродвигун постійного струму 32, редуктор

33, ступінчастий гвинт 34, що взаємодіє з гайкою, до якої кріпиться укладальник 35, і реостат 36, до якого двигун жорстко з'єднаний з укладачем 35. Для реверсу обертання гвинта 34 пристрій має клемні групи.

Перемикання контактів здійснюється за допомогою упорів, які регулюються по відстані в залежності від ширини упаковки.

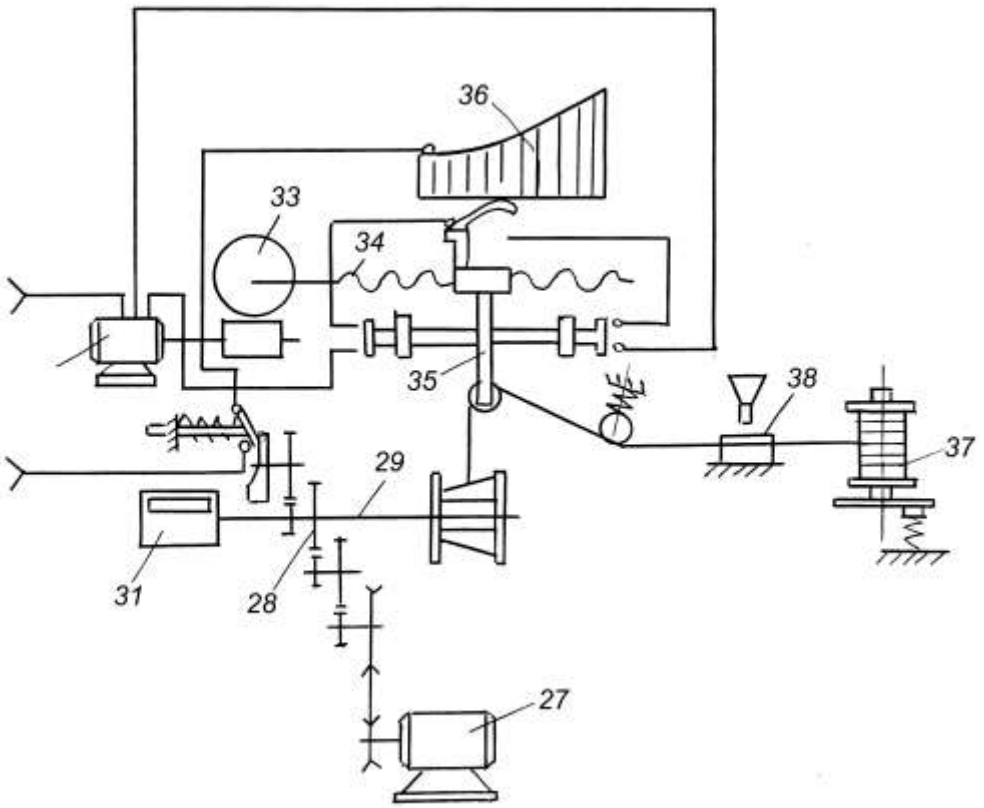

Рисунок 1.4 – Пристрій намотування ниткоподібного матеріалу

Зв'язок між обертовим ланцюгом шпинделя і рухомим ланцюгом укладальника здійснюється безпосередньо через кулачки і контактні групи. Ланцюг підготовки пряжі містить котушку 37 з намотаним матеріалом, гальмівний пристрій, блок 38 змочування клеєм і натяжний пристрій 39.

Під час роботи, обертання електродвигуна 27 передається на шпиндель 29 і оправку 30 через клинопасову передачу гітари 28. Обертання передається від шпинделя 29 до кулачка, який взаємодіє з контактами, при цьому періодично вмикається схема двигуна 32, що переміщує укладач. Обертання електродвигуна

32 передається на ходовий гвинт 34 через редуктор 33. Під час обертання ходового гвинта 34 гайка переміщується з прикріпленим укладачем 35, а укладач 35 переміщується вздовж оправки 30 здійснює розкладання матеріалу.

Разом із укладачем 35 рухається реостатний двигун 36, який жорстко з'єднаний з ним, в результаті чого змінюється напруга на вході двигуна 32, що в свою чергу викликає зміну швидкості руху укладача 35. Збільшується товщина упаковки, зменшується швидкість, зменшується кількість шарів намотування. В кінці проходу вона відповідає розрахунковому значенню (3-4 шари). Після того, як укладальник пройде шлях, що дорівнює ширині упаковки, використовуючи групи контактів і упорів, шнек 34 змінює напрямок, а гайка і укладальник рухаються у зворотньому напрямку.

При меншій товщині заповнення, швидкість укладання збільшується, а кількість шарів зменшується до розрахункового значення. Таким чином, зміна швидкості переміщення укладача створює конічну поковку при постійній швидкості обертання оправки. При одночасному намотуванні пакетів від тонкого до товстого, переміщення укладача від товстого до тонкого призведе до сповільнення роботи укладальника (збільшення кількості ниток для намотування). Збільшує швидкість і зменшує кількість шарів.

Ця машина може намотувати котушки з конусами різного розміру. Недоліком цього способу є те, що відношення а/р кожної секції упаковки є постійним, тому можна отримати упаковки, поперечний переріз яких має тільки прямокутну або трапецієвидну форму. Має постійну товщину по всій довжині обмотки).

На основі аналогів перевіреного намотувального обладнання ми враховуємо потреби та умови підприємств легкої промисловості для розробки обладнання малої механізації, простого за конструкцією та зручного в експлуатації. Це значно підвищує продуктивність праці у швейному виробництві.

Висновок до першого розділу.

У цьому розділі була сформульована задача побудови пристрою для розмотування пряжі. З цією метою проведено огляд та аналіз джерел інформації щодо конструкції намотувальних пристроїв. Показано переваги та недоліки його використання для здійснення технологічного процесу намотування пряжі на підприємствах легкої промисловості.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ПЕРЕМОТУВАННЯ НИТОК ДЛЯ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

2.1 Розрахунок динамічних і статичних параметрів перемотування

Суть перемотування ниток полягає у видаленні забруднень з нитки, виявленні та видаленні тонких і товстих ділянок нитки, при цьому формується котушка зі значною довжиною нитки.

Під час пакування пакувальна машина проходить три процеси:

- намотування з будь-якої упаковки (відходи, пасмо, котушка).

- прибирання бруду і відходів;

- намотування ниток на нові котушки.

При розмотуванні основної нитки розрізняють показники наступних технічних параметрів: лінійна швидкість, натяг нитки, інтервал контрольної пластини, щільність намотування упаковки, обрив нитки. При розмотуванні основної нитки і ниток повинні бути дотримані певні умови та забезпечені відповідні технічні параметри.

- правильна будова нового намотування, що забезпечує значну швидкість змотування нитки;

- найбільшу ємність пакування (найбільш можлива довжина нитки);

- висока якість зв'язування кінців ниток, що зменшує обривність пряжі;

- ритмічний натяг ниток, що забезпечує правильну будову котушки намотування;

- незначна кількість відходів;

- значна продуктивність намотувального обладнання.

Крім того, основна пряжа та її механічні властивості (пружне подовження та міцність) не повинні погіршуватися при розмотуванні основної нитки.

Застосування нової техніки і технологій в легкій промисловості пред'являє особливі вимоги до технічних параметрів. Від правильного вибору і розрахунку

технічних параметрів залежить продуктивність техніки і персоналу, а також якість продукції, що випускається.

2.1.1 Розрахунок динамічних параметрів намотування

1. Лінійна швидкість пряжі при намотуванні. Лінійна швидкість пряжі під час намотування залежить від типу волокнистого складу пряжі, лінійної щільності, фізико-механічних параметрів, типу вхідної упаковки та типу обраного обладнання.

Швидкості, які рекомендуються при намотуванні: пряжа бавовняна 700-1200 м/хв; пряжа вовняна гребінна 600-800 м/хв; апаратна вовняна 300-600 м/хв; льняна 300-750 м/хв; пряжа з волокон хімічних 300-500 м/хв; пряжа з бабін БД 900-1000 м/хв.

Швидкість перемотування пряжі, що здійснила процес фарбування у пакуваннях, знижується на 10 - 20 відсотків.

2. Натяг нитки при. перемотуванні.

Величина натягу нитки визначається, сходячи з міцності нитки за формулою:

$$F_g = O_p \cdot T_o \cdot a_n \text{ , сН} \qquad (2.1)$$

де O_p – відносне розривне навантаження нитки, O_p = 11,7 сН/текс; T_o – лінійна щільність нитки, T_o = 18,5 текс – для ниток основи; T_o = 15,4 текст – для ниток утока; [7];a_n – коефіцієнт залежності волокнистого складу ниток: бавовняна пряжа 0,07; вовняна камвольна 0,08; вовняна суконна 0,1; льняна 0,04; волокна хімічні 0,03.

Проведемо розрахунок для пряжі бавовняної величину натягу ниток основи та утоку відповідно:

$$F_g^o = 11,7 \cdot 18,5 \cdot 0,07 = 15,152 \text{ сН};$$

$$F_g^y = 11,7 \cdot 15,4 \cdot 0,07 = 12,613 \text{сН}.$$

3. Розкладання контрольно-очисної щілини.

Розкладання контрольно-очисної щілини встановлюють: залежно від лінійної щільності (діаметру) ниток, що перемотуються; структури ниток перемотування.

Діаметр ниток перемотування визначається за формулою:

$$d_н = 0,0316 \cdot C \cdot \sqrt{T}\text{, мм:} \qquad (2.2)$$

де C – стала величина залежності виду волокнистого матеріалу: пряжа бавовняна – 1,25; пряжа льняна – 1,19 - 1,26; волокно віскозне штапельне – 1,26; вовна камвольна – 1,26 - 1,3; вовна апаратна - 1,3 - 1,35; шовк - 1,26 - 1,35; шовк-сирець – 1,08; склонитки – 0,8.

Визначаємо діаметр ниток основи та утоку відповідно.

$$d_н^o = 0,0316 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{18,5} = 0,17 \text{ мм}; \quad d_н^y = 0,0316 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{15,4} = 0,155 \text{ мм}.$$

Розкладання контрольно-очисної щілини складає 1,5 - 2 діаметра для тонких і гладких ниток і 2 - 2,5 діаметра для середніх, товстих та нерівномірних ниток.

4. Об'ємна щільність намотування ниток на пакування.

Питома щільністьзалежить від складу сировини і структури пряжі, способу намотування (паралельне, поперечне), форми упаковки, натягу і швидкості намотування. Це взято з посилання [16].

5. Витягування ниток.

Технологічний режим перемотування ниток повинен забезпечувати мінімальне їх витягування. Це вибирається з умов виробництва [17].

6. Обривність ниток при. перемотуванні.

Цей показник залежить від вихідної сировини, її будови, виду (однонитко-

ва, кручена) і якості, лінійної густини, швидкості перемотування, технічного та технологічного стану та параметрів мотальної машини, будови і якості вхідного пакування (бабін). Приймається, виходячи з аналізу роботи підприємств [17].

7. Розрахунок максимальних розмірів пакувань (бабін).

Метою розрахунку максимального розміру упаковки є визначення довжини та ваги ниток у упаковці. Вихідними даними для розрахунку є розміри упаковки, зазначені в технічній характеристиці відповідного намотувального пристрою.

Щоб визначити довжину нитки, нам потрібно знати об'єм нитки на бобіні, її вагу та щільність. Кількість нитки на бобіні визначається за допомогою геометричних формул. Для цього тіло упаковки розбивають на відповідні зони певної геометричної форми, обчислюють і підсумовують їх об'єми.

Лінійна щільність ниток основи на намотувальному валику визначається за формулою:

$$T'_{о.в} = T_о\left(1+\frac{B_П + B_С + B_Ш}{100}\right) \text{ текс}, \qquad (2.3)$$

де $T_о$ - номінальна лінійна щільність ниток основи на валику, що використовуються в тканині, $T_о$ = 18,5 текс [16]; $B_П$, $B_С$, $B_Ш$ - витягування ниток в процесі перемотування на котушку, снування та шліхтування, відповідно, $B_П$ = 0,2%; $B_С$= 0,1%; $B_Ш$ = 1.

Лінійна щільність основних ниток на бобіні визначається з виразу:

$$T'_{о.б} = T_0\left(1+\frac{B_С + B_Ш}{100}\right) \text{ текс}. \qquad (2.4)$$

$$T'_{о.в} = 18,5\left(1+\frac{0,2+0,1+1}{100}\right) = 18,741 \text{ текс}.$$

$$T'_{о.б} = 18,5\left(1+\frac{0,1+1}{100}\right) = 18,704 \text{ текс.}$$

Лінійна щільність утокових ниток на перемотувальному валику чи бобіні визначається за формулою:

$$T'_y = T_y\left(1+\frac{B_П}{100}\right) \text{ текс,} \qquad (2.5)$$

де T_y - номінальна лінійна щільність ниток утоку, що використовуються в тканині, T_y = 15,4 текс [16].

$$T'_y = 15,4\left(1+\frac{0,2}{100}\right) = 15,43 \text{ текс.}$$

2.1.2 Розрахунок статичних параметрів перемотування ниток на бабіну

Для розрахунку статичних параметрів складових частин та елементів перемотувальних пристроїв, приведемо на рисунку 2.1 загальний вигляд валика, що призначений для намотування ниток.

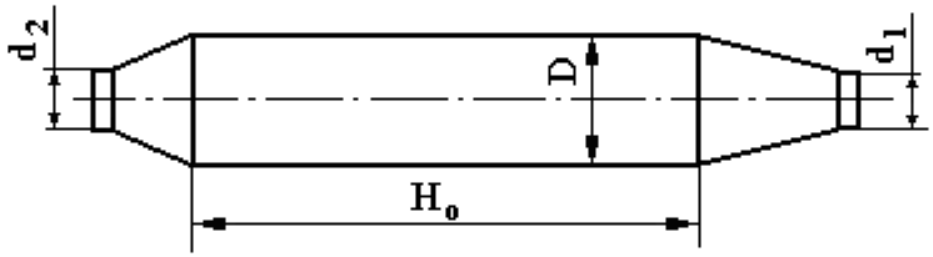

Рисунок 2.1 – Загальний вигляд валик для намотування ниток

Об’єм ниток на цьому валику визначається за спрощеними формулами (2.5) та (2.6):

- для ниток основи при використанні їх при виготовленні полотен:

$$V_в^o = 0,785\left(H_0 - 0,9D\right)\left(D^2 - d_{ср}^2\right) \text{ м}^3. \quad (2.5)$$

- для утокових ниток, при використанні їх при виготовленні полотен:

$$V_в^y = 0,785\left(H_0 - 1,2D\right)\left(D^2 - d_{ср}^2\right) \quad (2.6)$$

де H_o – висота циліндричної частини намотування нитки, H_o = 22 см; D – зовнішній діаметр намотування нитки, D = 4,4 см; $d_{ср}$ – середній діаметр шпулі або патрону для намотування визначається за формулою:

$$d_{ср} = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ см}, \quad (2.7)$$

де d_1 – діаметр патрону для намотування у верхній частині, d_1 = 1,7 см; d_2 – діаметр патрону для намотування у нижній частині, d_2 = 2,1 см.

$$d_{ср} = \frac{1,7 + 2,1}{2} = 1,9 \text{ см}.$$

$$V_в^o = 0,785\left(22 - 0,9 \cdot 4,4\right)\left(4,4^2 - 1,9^2\right) = 223 \text{ м}^3$$

$$V_в^y = 0,785\left(22 - 1,2 \cdot 4,4\right)\left(4,4^2 - 1,9^2\right) = 206,7 \text{ м}^3$$

Маса пряжі на валику для перемотування визначається за формулою:

$$M_в = V_в \cdot \gamma_в \text{ г}, \quad (2.8)$$

де $\gamma_в$ - щільність намотування на валику, $\gamma_п = 0{,}48$ г/см^3.

$$M_в^о = 223 \cdot 0{,}48 = 107 \text{ г.}$$

$$M_в^у = 206 \cdot 0{,}48 = 99{,}2 \text{ г.}$$

Довжина основної і утокової пряжі на валику для перемотування:

$$L_в^о = \frac{M_п}{T'_{о.в}} \cdot 1000 \quad L_в^у = \frac{M_п}{T'_у} \cdot 1000 \text{ м.} \tag{2.9}$$

$$L_в^о = \frac{107{,}06}{18{,}74} \cdot 1000 = 5712{,}609 \text{ м.} \quad L_в^у = \frac{99{,}227}{15{,}431} \cdot 1000 = 6430{,}36 \text{ м.}$$

Для визначення статичних параметрів складових частин та елементів перемотувальних пристроїв приведемо на рисунку 2.2 загальний вигляд конусної мотальної бобіна типових перемотувальних машини.

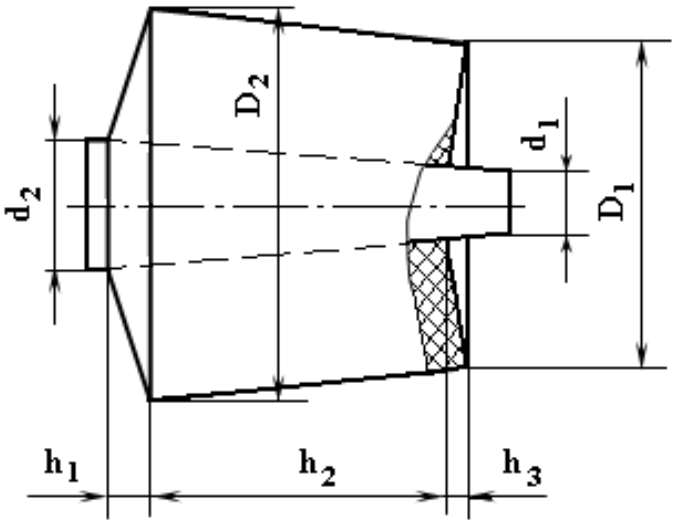

Рисунок 2.2 - Загальний вигляд конусної перемотувальної бобіни типової машини для перемотування

Об'єм пряжі на бобіні можна вирахувати за формулою:

$$V = \frac{\pi}{12}\left[\begin{array}{l}\left(D_2^2 + D_2 \cdot d_2 + d_2^2\right)\cdot h_1 + \left(D_2^2 + D_2 \cdot D_1 + D_1^2\right)\cdot\left(h_2 + h_3\right) - \\ -\left(D_1^2 + D_1 \cdot d_1 + d_1^2\right)\cdot h_3 - \left(d_2^2 + d_2 \cdot d_1 + d_1^2\right)\left(h_1 + h_2\right)\end{array}\right] \quad (2.10)$$

Приймаємо геометричні параметри бобіни:

$D_1 = 22$ см; $D_2 = 25$ см; $d_1 = 3{,}6$ см; $d_2 = 7$ см;

$h_1 = 0{,}5$ см; $h_2 = 14$ см; $h_3 = 0{,}5$ см.

$$V = \frac{\pi}{12}\left[\begin{array}{l}\left(25^2 + 25\cdot 7 + 7\right)\cdot 0{,}5 + \left(25^2 + 25\cdot 22 + 22^2\right)\cdot\left(14 + 0{,}5\right) - \\ -\left(22^2 + 22\cdot 3{,}6 + 3{,}6^2\right)\cdot 0{,}3 - \left(7^2 + 7\cdot 3{,}6 + 3{,}6^2\right)\left(0{,}5 + 14\right)\end{array}\right] = 6037{,}3 \text{ см}^3$$

Маса пряжі, що намотується на бобіну визначається за формулою:

$$M_б = V_б \cdot \gamma_б \text{ г}, \quad (2.11)$$

де $\gamma_б$ - щільність намотування пряжі на бобіні, $\gamma_б = 0{,}48$ г/см^3.

$$M_б = 6037{,}3 \cdot 0{,}48 = 2535{,}6 \text{ г}$$

Довжина намотуваної пряжі основної та утокової на бобіні:

$$L_б^o = \frac{M_б}{T_o'}\cdot 1000 \quad L_б^y = \frac{M_б}{T_y'}\cdot 1000 \text{ см} \quad (2.12)$$

$$L_б^o = \frac{2535{,}6}{18{,}7}\cdot 1000 = 135569{,}2 \quad L_б^y = \frac{2535{,}6}{15{,}431}\cdot 1000 = 164324{,}2 \text{ см}.$$

2.1.3 Розрахунок довжини відходів при перемотуванні ниток

Відходи – це втрати вихідної сировини, напівфабрикатів та готової продукції в процесі їх технологічної переробки (перемотування).

Довжина відходів при перемотуванні ниток на бобіни:

$$l_M = l_1 + l_2 + \kappa'_o \cdot l_3 + l_4, \qquad (2.13)$$

де l_1 – довжина нитки для заправлення вхідного намотування перед установкою на перемотувальну машину, l_1 = 1,2 м. [17];

l_2 – довжина нитки, що видаляється при з'єднанні кінців у момент зміни вхідного намотування або усунення обриву l_2 = 0,75 [17];

l_3 – довжина нитки із вхідного намотування необхідної для усунення обриву та втрати пов'язані зі сходом нитки l_3 = 1,75 [17];

l_4 – середня довжина нитки на недопрацьованому вхідному намотуванні l_4 = 10 [17];

κ_o – кількість обривів на одне вхідне намотування κ'_o = 3 [17].

Норми відходів ниток при перемотуванні їх приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Норми відходів ниток при їх перемотуванні

Відходи нитки, м	Галузі ткацького виробництва				
	бавовняна	шовкова	вовняна	льняна	пряжа фарбована
l_1	1.2-1.5	0.5	0.5	1.0	5
l_2	0.75	0.5	0.5	0.75	0.75
l_3	1.75	1.5	1.5	1.75	45
l_4	10	10	10	10	10

Число обривів ниток κ_o' розраховується, виходячи із розрахунку кількості обривів на 1 млн. метрів одиночної нитки за формулою:

$$\kappa_o' = \frac{L_{в,б} \cdot \kappa_o}{10^6} \text{ одиниць,} \qquad (2.14)$$

де $L_{п.б}$ – довжина нитки на бобіні чи валику, м;

κ_o - число обривів нитки на 1 млн. метрів.

Число обривів нитки при намотуванні на валик

$$\kappa'_{в.у} = \frac{6430,3 \cdot 3}{10^6} = 0,019 \text{ одиниць,} \quad \kappa'_{в.о} = \frac{5712,6 \cdot 3}{10^6} = 0,017 \text{ одиниць.}$$

Число обривів нитки при намотуванні на бобіну

$$\kappa'_{б.у} = \frac{164324,2 \cdot 3}{10^6} = 0,49, \qquad \kappa'_{б.о} = \frac{135569,2 \cdot 3}{10^6} = 0,4$$

Довжина відходів нитки при намотуванні на валик:

$$l^{у}_{М.в} = 1,2 + 0,75 + 0,017 \cdot 1,75 + 10 = 11,98 \text{ м,}$$

$$l^{о}_{М.в} = 1,2 + 0,75 + 0,019 \cdot 1,75 + 10 = 11,983 \text{м.}$$

Довжина відходів нитки при намотуванні на бобіну:

$$l^{у}_{М.б} = 1,2 + 0,75 + 0,49 \cdot 1,75 + 10 = 12,8 \text{ м,}$$

$$l^{о}_{М.в} = 1,2 + 0,75 + 0,4 \cdot 1,75 + 10 = 12,6 \text{м.}$$

2.1.4 Розрахунок нормативної продуктивності обладнання для перемотування

Нормативна продуктивність (продуктивність фактична) визначається за формулою:

$$H = A \cdot ККЧ \text{ кг/год,} \quad (2.15)$$

де A – теоретична продуктивність обладнання для перемотування;

$ККЧ$ – коєфіцієнт корисного часу обладнання для перемотування.

ККЧ залежить від рівня обривності ниток при перемотуванні, величини вхідних та вихідних намотувань, тривалості виконання технологічних операцій та переходів, організації праці працівників різних кваліфікацій та професійного спрямування.

Теоретична продуктивність перемотувальної машини визначається за формулою:

$$A_M = \frac{V_M \cdot T_o \cdot 60}{10^6} K_{м.б} \text{ кг/год,} \quad (2.16)$$

де V_M – лінійна швидкість перемотування ниток, V_M = 1200 м/хв.;

$K_{м.б}$ – кількість мотальних. барабанчиків (мотальних веретен), $K_{м.б}$ = 100.

Теоретична продуктивність перемотувальної машини по нитці основі:

$$A_M^o = \frac{1200 \cdot 18,5 \cdot 60}{10^6} 100 = 133,2 \text{ кг/год.}$$

Теоретична продуктивність. перемотувальної машини по нитці утоку:

$$A_M^y = \frac{1200 \cdot 15,4 \cdot 60}{10^6} 100 = 110,8 \text{ кг/год.}$$

Нормативна продуктивність мотальної машини визначається за формулою:

$$H_M = A_M \cdot ККЧ \text{ кг/год.} \quad (2.17)$$

ККЧ приймаємо рівним 0,8…0,9.

Нормативна продуктивність мотальної машини по нитці основі:

$$H_M^o = 133,2 \cdot 0,8 = 106,56 \text{ кг/год.}$$

Нормативна продуктивність мотальної машини по нитці утоку:

$$H_M^y = 133,2 \cdot 0,8 = 106,56 \text{ кг/год.}$$

2.2 Розробка конструкції пристрою для перемотування ниток

Перемотувальний пристрій для ниток (пряжі) складається: перемотувальної головки 1; промислового стола 4; електроприводу 2; вузла проміжного шківа 6. Основою 3 перемотувальної головки 1 є швелер № 16. На швелері розташовані вузли та механізми перемотувального пристрою. Перемотувальна головка ниток 1 кріпиться зверху на промисловому столі 4. Електропривід 2 розміщений знизу, під кришкою промстола. Головка пристрою 1 складається з двох основних механізмів: механізму перемотування ниток та механізму розкладання нитки.

Загальний вигляд пристрою перемотування ниток приведений на рисунку 2.3 та у графічній частині [БРМА 23.00.00.000 МК].

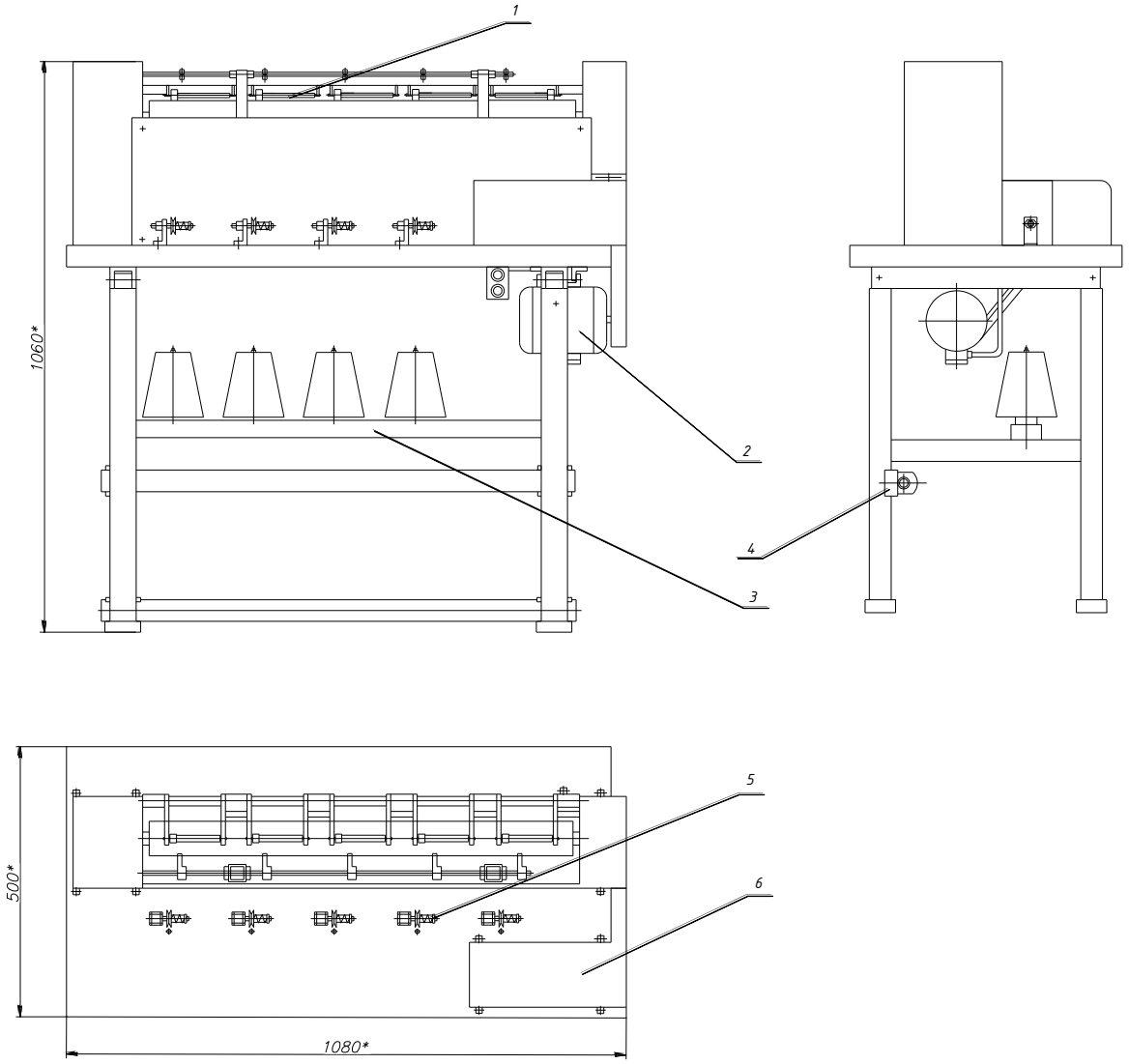

Рисунок 2.3 - Загальний вигляд пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості

Габаритне креслення пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості показаний на складальному кресленні графічної частини [БРМА 23.00.00.000 ГК].

Пристрій перемотування нитки для машин л/п складається з таких елементів та працює наступним чином. На швелері №16 за допомогою чотирьох болтів різьбою М8, кріпляться дві стійки 10, зверху до них приварені два корпуси зі втулками, у які запресовуються два кулькових підшипники серії «204». У підшипникових вузлах закріплений пустотілий вал 15, поверхня якого обклеєна

шаром повстяної тканини. На валу 15, з правого боку закріплений привідний шків 16. З лівого боку - кріпиться кривошип 9 за допомогою одного установочного гвинта.

З тильного боку пристрою, до стійок кріпляться два кронштейни, методом сварки. До них також приварюється вісь 24 діаметром 10 мм. На осі розміщується п'ять рамок притискних 12. У пазах рамок вставлено п'ять пальців 11, на які встановлюються шпулі намотувальних бобін.

До двох протилежних кронштейнів 14, закріплених позаду, до стійок прикріпляється стержень 25, за який зачіплюється нижні частини пружин 13, що притискають рамки з полими бобінами до валу, що покритий повстяною тканиною.

За рахунок тертя між валом, що покритий повстяним шаром тканини і шпулями з картону – на початку намотування, потім за рахунок тертя між валом, який покритий повстяним шаром та нитками, що намотуються на картонні шпулі здійснюється перемотування ниток на менші бобіни.

Для рівномірного розкладування нитки по бобіні (котушці) призначається механізм розкладки. Конструкція та принцип роботи його полягає у наступному. У кривошипі 9, закріплений кульковий палець, до якого кріпиться шатун 5 своєю верхньою головкою. З лівого боку, під кутом 90° до швелера кріпиться втулка 23, що повертається на двох кулькових підшипниках серії «200». Підшипники закріплюються на різьбовій шпильці 11, що кріпиться гвинтами до стійок, які відповідно приварені до швелера.

З правого боку, до втулки приварена вкладка (втулка) зі штопорним гвинтом, в якій закріплено кульковий палець, на якого насаджується нижня головка шатуна 5. При допомозі гвинта штопорного, кульковий палець має змогу переміщуватись ближче чи далі від центру повороту втулки вздовж направляючої. Цим самим можна перемінювати величину розкладки нитки по малій бобіні (котушці). За допомогою кріпильного (стяжного) гвинта на втулці 23, закріплюється нижня частина шатун-вилки 4. Верхня частина шатун-вилки 4 шарнірно кр-

питься до коромисла 8, що встановлюється при допомозі кріпильного (стяжного) гвинта 21 на осях ниткоподавачів 1. Шатун-вилка 6 складається із нижньої та верхньої частини. В процесі виконання процесу перемотування ниток, верхня вилки частина ковзає по нижній. Повна (загальна) довжина шатун-вилки в процесі виконання процесу намотування - змінюється.

За допомогою чотирьох болтів та гайок, до швелера кріпляться дві стійки 14. У верхню частину стійок впресовані направляючі мідні втулки, в яких переміщується вісь ниткоподавачів26. На цій осі кріпильними (стяжними) гвинтами 27 встановлюються п'ять ниткоподавачів 1.

Розкладання нитки по шпулях (бобінах) проходить таким чином. При обертанні головного валу 15, його переміщення у вигляді коливання від кривошипа 9, через шатун 5 передається горизонтальній втулці 23, на якій кріпиться шатун-вилка 4. Шатун-вилка передає коливальний рух через коромисло 8 на вісь ниткоподавачів 1. Під час обертання бобіни, нитки ниткоподавачами подаються з лівого боку на правий і - навпаки. При цьому здійснюються рівномірне намотування та розкладання на меншу бобіну (шпулю).

Через клинопасову передачу, пристрій для перемотування ниток приводиться у рух електродвигуном. Для погоджування необхідного числа обертів головного валу, у пристрої застосовується проміжний шків. За допомогою нього, число обертів змінюється до заданого, яке необхідне для виконання технологічного процесу перемотування ниток. Це досягається тим, що на валу електродвигуна кріпиться шків діаметром 63 мм. Проміжний шків пристрою складається із двох шківів: більшого - діаметром 180 мм та меншого - діаметром 63 мм. Шків більшого діаметра з'єднаний клиноподібним пасом зі шківом електродвигуна. Шків меншого діаметра 180 мм закріплений з правого боку на головному валу пристрою. Таким чином, передаточне відношення у пристрої між шківом електродвигуна та шківом валу головного дорівнює девяти.

Необхідний натяг верхнього пасу пристрою забезпечується переміщенням корпусу шківа проміжного вздовж кришки стола. Натяг нижнього пасу здійснюється шляхом провертанням електродвигуна відносно осі кріплення.

Необхідний натяг ниток у пристрої забезпечується регуляторами натягу, що прикріплюються до кришки промислового стола.

Бобіни (котушки) з нитками, що перемотуються знаходяться на бобінотримачеві, що закріплений внизу під кришкою промислового стола пристрою.

Усі рухомі механізми та деталі пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості закриті запобіжними кожухами, окрім верхньої частини, де необхідно проводити заміну малих бобін, що намотуються у процесі роботи пристрою.

Конструкція пристрою перемотування ниток порівняно нескладна та повністю зручна і придатна для виготовлення в умовах ремонтно-механічного цеху (РМЦ) малого підприємства легкої промисловості. Деталі та складальні одиниці пристрою, що мають конфігурацію більш складну: кулькові пальці, шатуни, коромисла, головний вал тощо виготовляємо на замовлення на відповідних підприємствах, що займаються обробкою та виготовленням подібних складальних одиниць.

Конструкція пристрою для перемотування ниток дозволяє одночасно намотувати п'ять бобін. При необхідності, є можливість одночасно здійснювати перемотування від однієї до п'яти бобін. Також на можна перемотувати одночасно нитки різних кольорів та відтінків. Кількість намотування нитки у пристрої можна регулювати. Щільність нитки в бобіні (котушці), що намотується здійснюється шляхом регулюванням механізмом натягу.

Нагальної потреби виготовляти шпулі для намотування ниток в процесі роботи - немає, так можна використовувати промислові бобін з уже використаних раніше ниток.

Пристрій для перемотування ниток не забезпечений механізмом автоматичної зупинки при обриві нитки в процесі намотування. Тому оператор, котрий працює на даному пристрої для перемотування повинен контролювати процес.

Розкладка ниток при намотуванні на даному пристрої для перемотування виконується автоматично, при допомозі механізму розкладки нитки в процесі намотування.

Оператори під час роботи на пристрої перемотування ниток виконують відповідні технологічні операції: установка порожньої шпулі на шпулетримач; вмикання пристрою для перемотування; контроль намотування нитки на меншу бобіну; вимикання пристрою після намотування необхідної кількості ниток на менші бобіни; зняття намотаної малої бобіни з нитками.

Конструкція пристрою для намотування ниток для машин легкої промисловості за кількісними та якісними показниками повністю задовольняє потреби підприємств галузі.

2.3 Аналітичний метод кінематичного синтезу механізму розкладки пристрою перемотування нитки для машин легкої промисловості

При проектуванні пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості застосовуємо аналітичний метод кінематичного синтезу механізму розкладки нитки та будуємо відповідну схему.

У механізмі розкладки нитки - кривошип розкладки, який обертається зі сталою кутовою швидкістю W, показаний вектором O_1A на рисунку 2.4 Положення кривошипа визначається кутом φ_1, що утворює лінія O_1O_2 та кривошип O_1A. Кути φ_2 і φ_3 визначають положення шатуна АВ та коромисла BO_2, відносно лінії O_1O_2. Умовне позначення довжини ланок механізму розкладки нитки пристрою - L_1, L_2 , L_3, L_4.

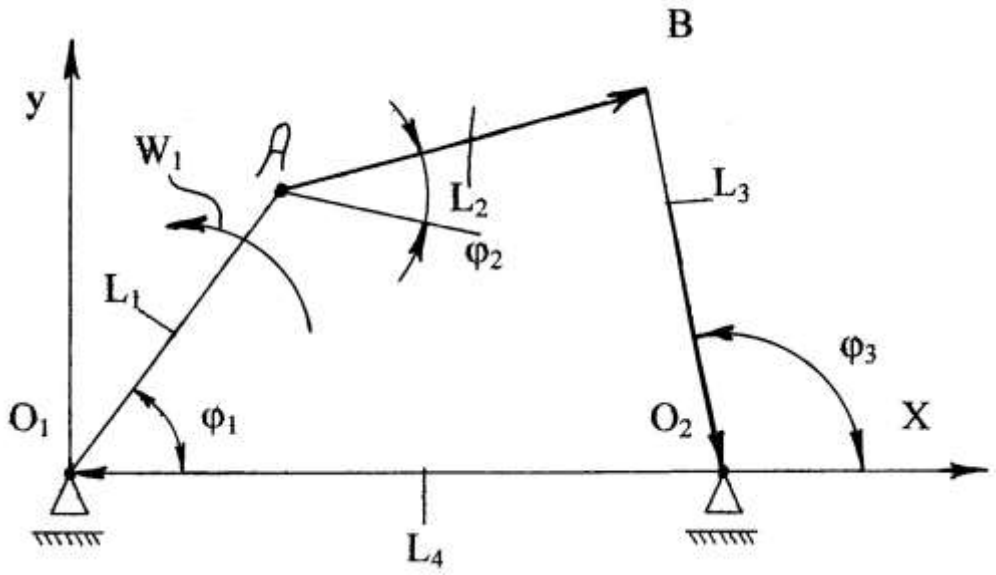

Рисунок 2.4 – Схема чотириланкового механізму розкладки ниток пристрою перемотувального ниток для машин легкої промисловості

Розглядаючи контур O_1 A B O_2, як замкнуту ламану лінію, яка є сумою векторів довжин ланок, отримуємо таке рівняння:

$$\overline{L}_1 + \overline{L}_2 + \overline{L}_3 + \overline{L}_4 = 0 \qquad (2.18)$$

Проектуючи на осі *x* і *y* дане векторне рівняння, виконуючи відповідні перетворення та увівши ряд позначень, отримуємо відповідні рівняння, що дозволяють визначити кути повороту φ_2 і φ_3:

$$\cos(\varphi_2 + y) = a \cdot \cos y , \qquad (2.19)$$

$$\cos(\varphi_3 + y) = c \cdot \cos y , \qquad (2.20)$$

З рівняння (2.19) визначаємо кут повороту φ_2 шатуна A B, у функції заданого кута повороту φ_1 ланки кривошипа O_1 A_1 , який є ведучою ланкою. З рівняння (2.20) визначаємо кут φ_3 повороту ланки кривошипа B O_2.

Задаємося, що кут повороту φ_1 дорівнює 45° та обраховуємо значення усіх складових, що входять рівняння (2.18).

Значення кута γ та коефіцієнта α визначаються за відповідними формулами:

$$\gamma = arctg(u/q), \tag{2.21}$$

$$\alpha = \frac{(-L_2^2 + q^2 + u^2 + L_3^2)}{2q \cdot L_3}, \tag{2.22}$$

де q та u геометричні складові рівняння визначаються за наступними виразами:

$$q = L_4 + L_1 \cos\ \varphi_1,$$

$$u = L_1 \sin\ \varphi_1.$$

Підставляючи належні числові значення взяті з інформаційного джерела [10], отримуємо числове значення цих параметрів:

$$q = 160 + 15\cos 45^0 = 170,6,$$

$$u = 15\sin 45^0 = 10,6.$$

Тоді,

$$\alpha = \frac{(-150 + 149,4 + 10,6 + 55)}{2 \cdot 149,4 \cdot 55} = 0,202;$$

$$\gamma = arctg 10,6/149,4 = 4,1.$$

Підставляючи отримані числові значення параметрів у (2.19), визначимо кут повороту ланки φ_2:

$\cos(\varphi_2 + 4{,}1^\circ) = 0{,}202 \cdot \cos\ 4{,}1,$

$\cos(\varphi_2 + 4{,}1^\circ) = 0{,}202 \cdot 0{,}997,$

$\cos(\varphi_2 + 4{,}1^\circ) = 0{,}201,$

$\varphi_2 + 4{,}1^\circ = \arccos \cdot 0{,}201 = 78{,}5^\circ.$

Звідки,

$$\varphi_2 = 78{,}5^\circ - 4{,}1^\circ = 74{,}4^\circ.$$

Для визначення кута повороту ланки φ_3 (2.20), визначаємо величину коефіцієнта відповідності *c* за формулою:

$$c = \frac{(q^2 + u^2 - L_2^2)}{2qL_2}; \qquad (2.23)$$

$$c = \frac{(149{,}2 + 10{,}6 - 150)}{2 \cdot 149{,}4 \cdot 150} = 0{,}101.$$

З виразу (2.20), знаходимо величину кута повороту φ_3 ланки :

$\cos(\varphi_3 + 4{,}1^\circ) = 0{,}101 \cdot \cos\ 4{,}1^\circ,$

$\cos(\varphi_3 + 4{,}1^\circ) = 0{,}101 \cdot 0{,}997,$

$\cos(\varphi_3 + 4{,}1^\circ) = 0{,}1.$

$\varphi_2 + 4{,}1^\circ = \arccos 0{,}1 = 84{,}5^\circ.$

Звідки: $\varphi_3 = 80{,}4^\circ.$

Для визначення кутових швидкостей ланки шатуна ω_2 та ланки коромисла ω_3, використовуємо відповідно формули:

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{[L_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_3)]}{[L_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)]}, \qquad (2.24)$$

$$\omega_3 = \omega_1 \frac{\left[L_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_1)\right]}{\left[L_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)\ \right]}, \tag{2.25}$$

Підставляємо числові значення визначених раніше величин у формули 2.23 та 2.24 та обчислюємо числові значення відповідних кутових швидкостей шатуна ω_2 та коромисла ω_3.

$$\omega_2 = 16,7\left[15\sin(45 - 80,4^0)\right] / \left[150\sin(80,4 - 74,4^0)\right] = -9,68 \text{ рад/с}.$$

$$\omega_3 = 16,7\left[15\sin(74,5 - 45^0)\right] / \left[55\sin(80,4 - 74,4^0)\right] = 22,3 \text{ рад/с}.$$

Кутові прискорення шатуна ε_2. та коромисла ε_3., відповідно визначаємо за наступними формулами:

$$\varepsilon_2 = \frac{\left[\omega_1^2 L_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + \omega_3^2 L_3 + \omega_2^2 L_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_3)\right]}{\left[L_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2)\right]} \tag{2.26}$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\left[\omega_1^2 L_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + \omega_2^2 L_2 + \omega_3^2 L_3 \cos(\varphi_3 - \varphi_2)\right]}{\left[L_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)\right]} \tag{2.27}$$

Підставляємо числові значення у формули (2.26) і (2.27), обраховуємо числові значення прискорень коромисла ε_3 та шатуна ε_2:

$$\varepsilon_2 = \frac{\left[16,7 \cdot 15 \cdot \cos(45^0 - 80,4^0) + 22,3^2 \cdot 55 + \left(-9,68\right)^2 \cdot 150\cos(74,4^0 - 80,4^0)\right]}{150\sin(80,4^0 - 74,4^0)} =$$

$$= 2965,1 \text{ рад/с}^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\left[16,7 \cdot 15 \cdot \cos(45^0 - 74,4^0) + (-9,68)^2 \cdot 150 + 22,3^2 \cdot 55\cos(80,4^0 - 74,4^0)\right]}{55\sin(74,4^0 - 80,4^0)} =$$

$= 8100$ рад/с^2.

Проведені належні розрахунки указують на правильне функціонування механізму розкладки ниток перемотувального пристрою.

2.4. Графічний метод кінематичного синтезу механізма розкладки ниток

Графічний метод кінематичного синтезу механізму розкладки використовуємо для більш точної уяви про роботу даного механізму, у порівнянні з аналітичним. За допомогою графічного методу, будуємо графічні діаграми, що показані на рисунку 2.5.

Проілюстровані на рисунку 2.5 діаграми показують: перша діаграма переміщення точки В, залежно від часу ($S - t$); друга діаграма швидкостей, що побудована методом дотичних ($V - t$); третя діаграма прискорень (α^t - t). Аналізуючи ці діаграми зробити висновок, що механізм розкладки ниток пристрою перемотування ниток буде працювати в звичайному режимі без перевантаження в процесі виконання технологічного процесу.

Визначемо масштаб швидкості μ_v для викреслювання траєкторії руху механізмів розкладки.

На графіках катет Od у прямокутному трикутнику pOd дорівнює $H \cdot tg\alpha$ (рис. 2.5). Величина $H \cdot tg\alpha$ для дотичних, що проведені у різних точках, дорівнює відрізкам Od, Od_0, що відсікаються променями pd, pd_0 на осі y. Отже, швидкості V, що пропорційні відрізкам pd, pd_0, які виміряні в міліметрах. Масштаб μ_v швидкостей $[(м \cdot с^{-1})/мм]$ визначається відповідно за формулою:

$$\mu_v = \mu_s - \mu_t \cdot H \qquad (2.28)$$

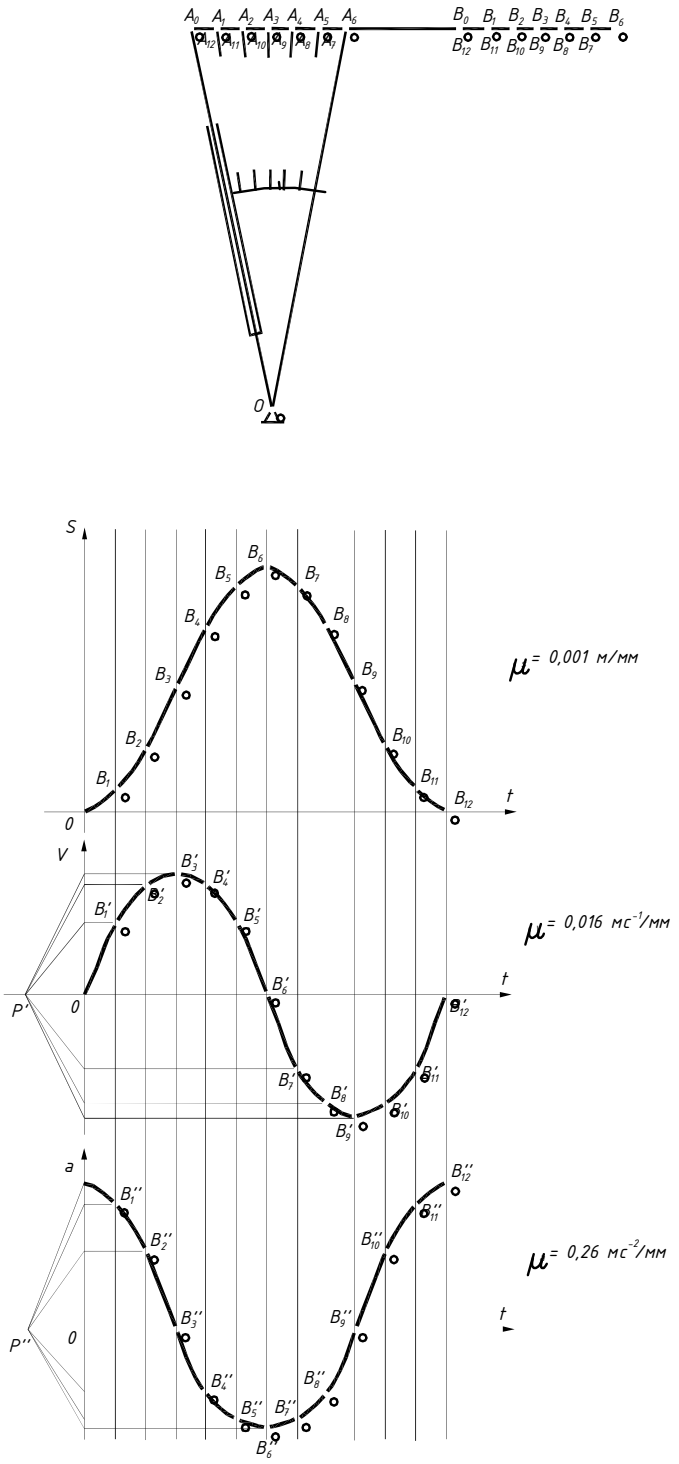

Рисунок 2.5 – Кінематичний аналіз механізму розкладки. ниток пристрою для перемотування ниток

Масштаб переміщення ланки μ_s залежить від масштабу довжини μ_1 у якому накреслено механізм перемотування, та скорочення переміщення, яке ви-

бирається при перенесенні переміщень на відповідну діаграму. Механізм викреслемо у масштабі 1:2, тобто у 2 рази меншим за дійсну величину ($\mu_1 = 0,002 м/мм$).

Отже, переміщування, що вимірюються по траєкторії точки, будуть у два рази меншими за дійсні переміщення. При перенесенні переміщень виміряні по відповідній траєкторії точки (наприклад, зменшені ще у два рази), кожний міліметр осі у діаграми переміщень відповідатиме 4 мм дійсного переміщення на механізмі $\mu_s = 0,004$ м/мм. У визначеному випадку $\mu_s = 0,001$ м/мм.

Масштаб часу позначаємо, зазвичай, буквою μ_t. Масштаб часу визначається за наступною методикою.

Зробимо припущення, що головний вал машини здійснює *n* обертів за хвилину. Тоді час одного оберту даних ланок (вала) становитиме:

$$T = (60/n) \cdot c. \qquad (2.29)$$

Відкладемо по осі *x* час одного оберту вала T у вигляді відрізка завдовжки 1 мм. В даному визначеному випадку осі абсцис відповідає $\mu_t (c)$. Отже, вираховуваний масштаб часу буде мати такі значення: $\mu_t = (60/n \cdot 1)$ с/мм, $\mu_1 = 0,001 м/мм$. Частота обертання вала рівна $n = 160 об/хв$.

Звідси,

$$T = 60/160 = 2,67 \text{ с}.$$

$$\mu_t = \frac{60}{(160 \cdot 120)} = 0,0031 \text{ с/мм}.$$

Підставляємо числові значення у формулу (2.28) і визначаємо масштаб швидкостей:

$$\mu_v = \frac{0,001}{(0,0031 \cdot 120)} = 0,016 \ (\text{м} \times \text{с}^{-1})/\text{мм}.$$

Масштаб μ_V швидкостей ланок механізму визначається за формулою (2.29).

Аналогічним чином можна виразити масштаб тангенціальних прискорень за наступною формулою та здійснити відповідний розрахунок:

$$\mu_\alpha = \frac{\mu_v}{\mu_t \cdot H_1}. \tag{2.30}$$

$$\mu_\alpha = \frac{0,016}{(0,0031 \cdot 20)} = 0,26 \text{ м/с}^2.$$

Висновки до другого розділу.

Цей розділ був присвячений проектуванню пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості шляхом здійснення кінематичних розрахунків ланок механізму. Було здійснено розрахунок динамічних та статичних параметрів перемотування, розроблено компоновку конструкції пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості. Приведено аналітичний та графічний метод кінематичного синтезу механізму розкладення ниток у пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості.

3 ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ПЕРЕМОТУВАННЯ НИТОК ДЛЯ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

3.1 Визначення потужності привода електродвигуна пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості

Відповідну потужність привода електродвигуна визначаємо за формулою:

$$P = \frac{F \cdot V}{\eta} \tag{3.1}$$

Величину сили, що діє на вал привода електродвигуна F_1 для однієї бобіни пристрою приймаємо рівною $F = 50H$ [15].

У відповідності до конструкції, у даному пристрої перемотується одночасно п'ять бобін. Тоді величина сила, що діє на вал буде рівна:

$$F = 50 \cdot 5 = 250H.$$

Швидкість обертання вала привода електродвигуна V, при його діаметрі $D = 60$ мм та кількості обертів - $160 хв^{-1}$, буде дорівнювати $0,5$ м/с [15].

Коефіцієнт корисної дії (ККД) приводу пасової передачі $\eta_{ПП} = 0,94$. Пристрій має відповідно дві клинопасові передачі, ККД кожної з яких $\eta = 0,97$ [16].

Коефіцієнт корисної дії (ККД) кулькових підшипників $\eta_{КП} = 0,94$. Пристрій має відповідно три парі кулькових підшипників, де ККД одного підшипника рівне $\eta = 0,99$ [17].

Коефіцієнт корисної дії підшипників (ККД) ковзання відповідно $\eta_{ПК} = 0,87$. Пристрій має сім підшипників, де ККД одного $\eta = 0,98$ [17].

Загальний коефіцієнт корисної дії пристрою перемотування ниток буде визначатись за формулою:

$$\eta = \eta_{ШП} \cdot \eta_{КП} \cdot \eta_{ПК} .. \tag{3.2}$$

$$\eta = 0,94 \cdot 0,94 \cdot 0,87 = 0,77 .$$

Тоді числове значення величини потужності буде:

$$P = \frac{250 \cdot 0,5}{0,77} = 162 \; Вт .$$

З інформаційних джерел [15 додаток П1], для нашого приводу механізму перемотувального пристрою вибираємо тип електродвигуна - 71А4 $0,27 кВт$ із частотою обертання головного вала $1500 об/хв.$

3.2 Розрахунок фрикційної передачі пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості

3.2.1 Кінематичний розрахунок фрикційної передачі.

Для наглядності та подальшого розрахунку, приведемо схему сил, що діють у фрикційній передачі механізму перемотування ниток. На рисунку 3.1 показано точки прикладення усіх сил F_t , F_r та результуючу цих сил - силу F_N .

Для проведення геометричних розрахунків, на рисунку 3.1 вказано міжосьову відстань a між колесами передачі фрикційної.

Передаточне відношення приводу пристрою фрикційної передачі обчислюється за формулою:

$$I = \frac{D_2}{D_1 \cdot q} \tag{3.3}$$

де $q = 0,98$ приймаємо [18].

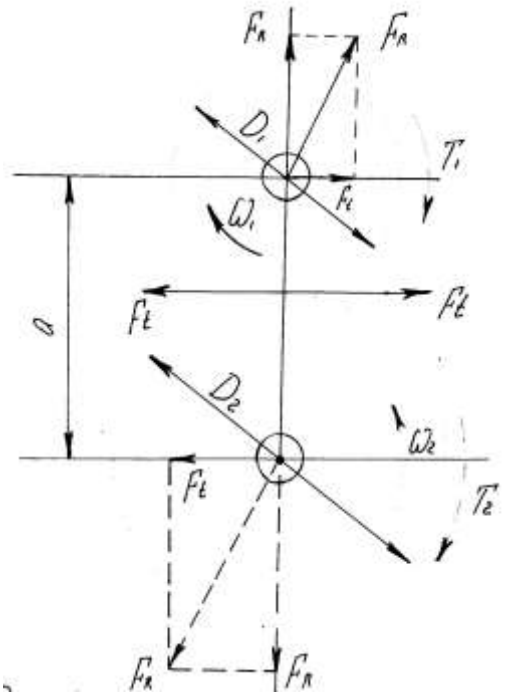

Рисунок 3.1 – Схема дії сил у фрикційній передачі приводу пристрою

Тоді,

$$I = \frac{40}{60 \cdot 0,98} = 0,7.$$

3.2.2. Визначення сили притискання катків у пристрої для перемотування

Силу притискання катків у пристрої визначаємо за формулою:

$$F_r = \frac{K \cdot F_t}{f} \qquad (3.4)$$

де K - коефіцієнт відповідності. Вибираємо з інформаційних джерел і приймаємо $K = 1,25$ [18]; F_t - сила притискання тангенціальна, приймаємо $F_t = 50H$ [16]; f - коефіцієнт тертя у вузлах пристрою, приймаємо $f = 0,8$ [18].

Тоді,

$$F_r = \frac{1,25 \cdot 50}{0,8} = 78 \text{ Н.}$$

3.2.3 Визначення навантажень, що діють на вали приводів фрикційних передач

Навантаження, що діють на вали приводів фрикційних передач обчислюємо за формулою:

$$F_R = F_t \cdot K \cdot 1 + \left(\frac{1}{f}\right)^2, \quad (3.5)$$

$$F_R = 78 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{1 + (1/0,8)^2} = 156 \text{ Н.}$$

3.3 Розрахунок кулькових підшипників пристрою перемотування

Даний розроблюваний пристрій включає у себе три пари кулькових підшипників. У першій парі підшипників закріплений головний вал пристрою, у другій парі – проміжний,, в третій - вісь механізму розкладки ниток у пристрою.

Розрахунок підшипників кочення здійснюється за критерієм динамічної вантажопідйомності C та статичної вантажопідйомності C_0.

Перевірочний розрахунок на довговічність зводиться до перевірки нерівності визначається за формулою:

$$L \geq L_e, \quad (3.7)$$

де L - довговічність підшипника пристрою, млн. обертів; L_e - еквівалентна довговічність за якої підшипник повинен зберігати свою працездатність, млн. об.

3.3.1 Розрахунок підшипників головного валу пристрою

Величину номінальної довговічності стандартного підшипника L знаходимо за формулою:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^m \text{ млн. об,} \qquad (3.8)$$

де C - базова динамічна вантажопідйомність, $C = 9{,}8$кН; m – показник ступеня виразу, $m = 0{,}3$, [20].

Еквівалентне динамічне навантаження на підшипник визначається за формулою:

$$P = V \cdot F_r \cdot K_б \cdot K_T, \qquad (3.9)$$

де V - коефіцієнт обертання вектора навантаження, згідно інформаційних джерел приймаємо $V = 1{,}2$; F_r - радіальна реакція опори у підшипнику, $F_r = 4{,}9H$; $K_б$ - коефіцієнт безпеки, що враховує вплив динамічних умов роботи підшипника, $K_б = 1{,}3$; K_T - коефіцієнт температурного режиму роботи підшипника, $K_T = 1$; [20].

Тоді,

$$P = 1{,}2 \cdot 4{,}9 \cdot 1{,}3 \cdot 1 = 7{,}6 \text{ Н.}$$

Звідси,

$$L = \left(\frac{9800}{7{,}6}\right)^{0{,}3} = 2141, \text{ млн. об.}$$

Обчислюємо еквівалентну довговічність підшипника за формулою:

$$L_e = 60 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot L_h \qquad (3.10)$$

де n - частота обертання головного вала або вала у якому знаходиться підшипник, $n = 160 хв^{-1}$; L_h - тривалість роботи підшипника за весь строк служби до втрати працездатності, $L_h = 12500$ год.

Звідси:

$$L_e = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 160 \cdot 12500 = 120 млн.об.$$

Отже, умова надійності роботи підшипників головного валу приводу пристрою виконана, так як справджується наступна рівність.

$$L = 2141 млн.об. > L_e = 120 млн.об.$$

3.4. Розрахунок клинопасової передачі пристрою перемотування ниток

Розрахунок ланки приводу електродвигун - проміжний шків.

Вихідні дані для розрахунку:

Потужність на ведучому валу приводу, $кВт$: $P = 162$; частота обертання ведучого валу приводу, $об/хв.$: $n_c = 1500$; передаточне відношення передачі , $i = 3$; коефіцієнт ковзання у передачі, $s = 0,04$; [16].

Обчислюємо частоту обертання ведучого шківа приводу передачі за формулою:

$$n_1 = n_c \cdot (1 - s), \qquad (3.11)$$

Підставляючи, отримаємо числове значення:

$$n_1 = 1500 \cdot (1 - 0,04) = 1440 об.хв.$$

По номограмі з інформаційних джерел [16], вибираємо пас клиновий перерізом z.

Обчислюємо обертовий момент на валу за формулою:

$$T_1 = \frac{30 \cdot P}{\pi} \cdot n_1 \qquad (3.12)$$

І відповідно його числове значення:

$$T_1 = 30 \cdot 162 / 3,14 \cdot 1440 = 1,08 Нм.$$

Діаметр ведучого шківа вибираємо з інформаційних джерел, [16] $d_1 = 63 мм$.

Обчислюємо діаметр ведучого шківа:

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \varepsilon) \qquad (3.13)$$

де ексцентриситет передачі вибираємо з інформаційних джерел $\varepsilon = 0,01$; [16]

Тоді,

$$d_2 = 63 \cdot 3 \cdot (1 - 0,01) = 167 мм.$$

Приймаємо округлене значення зі стандартного ряду: $d_2 = 180 мм.$[16].

Уточнюємо передаточне відношення передачі за формулою:

$$i = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)} \qquad (3.14)$$

$$i = \frac{180}{63 \cdot (1 - 0,01)} = 2,9.$$

Обчислюємо міжосьову відстань між шківами передачі:

$$\alpha_{\min} = 0{,}55 \cdot (d_1 + d_2) + T_O, \tag{3.15}$$

$$\alpha_{\min} = 0{,}55 \cdot (63 + 180) + 6 = 139 \text{ мм}.$$

$$\alpha_{\max} = d_1 + d_2.. \tag{3.16}$$

$$\alpha_{\max} = 63 + 180 = 243 \text{ мм}.$$

Обчислюємо довжину пасу передачі пасової:

$$L = \frac{2 \cdot \alpha + 0{,}5 \cdot \pi (d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2}{4 \cdot \alpha}, \tag{3.17}$$

$$L = \frac{2 \cdot 230 + 0{,}5 \cdot 3{,}14 \cdot (63 + 180) + (180 - 63)^2}{4 \cdot 230} = 830. \text{ мм}.$$

Приймаємо довжину паса $L = 900$ мм.[16].

Проводимо уточнюючий розрахунок міжосьової відстані:

$$\alpha = 0{,}25[(L_p - \omega) + \sqrt{(L_p - \omega)^2 - 2y}] \text{ мм}; \tag{3.18}$$

$$\omega = 0{,}5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2). \tag{3.19}$$

$$\omega = 0{,}5 \cdot 3{,}14 \cdot (63 + 180) \cdot 381{,}5 c^{-1}.$$

$$y = (d_2 - d_1)^2 .\text{мм}. \tag{3.20}$$

$$y = (180 - 63)^2 = 13689. \text{мм}.$$

Тоді числове значення буде:

$$\alpha = 0{,}25[(900 - 381{,}5) + \sqrt{(900 - 381{,}5)^2} - 2 \cdot 13689] = 252. \text{ мм}$$

Обчислюємо кут обхвату на шківі пасової передачі:

$$\alpha_1^0 = \frac{180 - 57 \cdot (d_2 - d_1)}{\alpha}, \tag{3.21}$$

$$\alpha_1^0 = \frac{180 - 57 \cdot (180 - 63)}{252} = 154°.$$

Обчислюємо кількість пасів у пасовій передачі за формулою:

$$z = \frac{(P \cdot C_P)}{(P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z)}, \tag{3.22}$$

де відповідні параметричні значення величин взяті з інформаційних джерел $P_0 = 0{,}68; C_L = 1{,}06;\ C_P = 1{,}1,\ C_z = 0{,}95$.[16].

$$z = \frac{(162 \cdot 1{,}1)}{(680 \cdot 1{,}06 \cdot 1 \cdot 0{,}95)} = 0{,}4 \text{мм}.$$

Приймаємо кількість пасів $z = 1$.

Обчислюємо силу натягу гілки пасу передачі за формулою:

$$F_0 = \frac{(850 \cdot P \cdot C_P \cdot C_L)}{(z \cdot v \cdot C_\alpha + \theta \cdot y^2)}, \tag{3.23}$$

де

$$v = P \cdot d_1 \cdot n_1 / 60. \tag{3.24}$$

Числове значення величини:

$$v = 3{,}14 \cdot 0{,}063 \cdot 1440 / 60 = 4{,}75 \text{ м/с}.$$

Значення θ, при перерізі пасу z дорівнює $\theta = 0{,}06$.

Тоді:

$$F_0 = \frac{(850 \cdot 162 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}06)}{(1 \cdot 4{,}75 \cdot 1) + 0{,}06 \cdot 4{,}75^2} = 33803 \text{ Н}.$$

Обчислюємо силу, що діє на вал приводу пасової передачі:

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin(\alpha_1 / 2), \tag{3.25}$$

$$F_B = 2 \cdot 33803 \cdot 1 \cdot 0{,}996 = 67333 \text{ Н}.$$

Обчислюємо ресурс працездатності пасової передачі за формулою:

$$H_0 = \frac{[N_{ОЦ} \cdot L \cdot (\sigma^{-1} / \sigma^{\max})]}{(60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1) \cdot C_i \cdot C_H}. \tag{3.26}$$

де з інформаційного джерела [16] вибараємо значення величин напруження $N_{ОЦ} = 4{,}6 \cdot 10^6$; $\sigma^{-1} = 7 МПа$.

Визначаємо максимальне напруження в перерізі клина пасу передачі:

$$\sigma^{\max} = \sigma_1 + \sigma_И + \sigma_V. \tag{3.27}$$

Обчислюємо напруження розтягу у пасові передачі за формулою:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b \cdot \delta} \tag{3.28}$$

де $b \geq \frac{F_t}{z \cdot [p]}$ - ширина паса визначається за відповідною формулою.

Визначаємо натяг ведучої ланки пасової передачі:

$$F_t = \frac{P}{v}, \tag{3.29}$$

$$F_t = \frac{162}{4{,}75} = 34{,}1H.$$

Визначаємо граничне робоче навантаження на 1 мм^2 перерізу пасу передачі пасової:

$$[p] = p_0 \cdot C_\alpha \cdot C_V \cdot C_p \cdot C_\theta \tag{3.30}$$

де з інформаційного джерела вибираємо $p_0 = 3$. [16].

Визначаємо числове значення коефіцієнта C_α, який враховує вплив кута обхвату пасом меншого шківа пасової передачі:

$$C_\alpha = 1 - 0{,}003 \cdot (180 - \alpha_1^0) = 1 - 0{,}003 \cdot (180 - 154) = 0{,}92;$$

Обчислюємо коефіцієнт C_V, що враховує швидкість паса передачі:

$$C_V = 1{,}04 - 0{,}0004 \cdot v^2 \tag{3.31}$$

Значення $C_\theta = 1{,}0$, $C_\theta = 0{,}9$.вибираємо з інформаційного джерела [16].

$$C_V = 1{,}04 - 0{,}0004 \cdot 4{,}75^2 = 1{,}031.$$

Підставляємо числові значення у формулу (3.30) для обчислення

$$[p] = 3 \cdot 0{,}92 \cdot 1{,}031 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}9 = 2{,}56;$$

$$L = \frac{34{,}1}{1 \cdot 2{,}56} = 13{,}32. \text{ мм.}$$

Визначаємо натяг ведучої ланки пасу передачі пасової за формулою:

$$F_1 = F_0 + 0{,}5 \cdot F_t \tag{3.32}$$

Визначаємо попередній натяг кожної ланки пасу пасової передачі:

$$F_0 = \sigma_0 \cdot b \cdot \delta \tag{3.33}$$

З інформаційних джерел [16] знаходимо початкове напруження $\sigma_0 = 1{,}8$МПа.

Визначаємо поправочний коефіцієнт δ, що враховує еластичність пасу зі нерівності:

$$\delta \geq 0{,}03 \cdot d_1 \geq 0{,}03 \cdot 63 = 1{,}89.$$

Підставляємо отримані числові значення у формулу (3.33) та отримаємо числове значення сили:

$$F_0 = 1{,}8 \cdot 14 \cdot 1{,}89 = 47{,}6 \text{ Н.}$$

Підставляємо числові значення у формулу (3.31) та отримаємо значення відповідних величин:

$$F_1 = 47{,}6 + 0{,}5 \cdot 34{,}1 = 809{,}2. \text{ Н.}$$

$$\sigma_1 = 809{,}2 / 14 \cdot 1{,}89 = 30{,}58.$$

Визначаємо напруження, що виникають від згину пасу у передачі:

$$\sigma_{зг} = \frac{E_{зг} \cdot \sigma}{d_1} \qquad (3.34)$$

Де модуль пружності вибираємо з $E_{зг} = 150$ МПа.[16]

$$\sigma_{зг} = \frac{150 \cdot 1,89}{63} = 4,5 \text{ МПа};$$

Обчислюємо напруження у шківах передачі, що виникають від відцентрової сили:

$$\sigma_V = P \cdot v^2 \cdot 10^{-6} \qquad (3.35)$$

де – густина пропонованого матеріалу - $\rho = 1100 кг / м^3$;

Тоді числове значення величини напруження буде:

$$\sigma_V = 1100 \cdot 4,75^2 \cdot 10^{-6} = 0,025 \text{ МПа}.$$

Підставляємо знайдені числові значення у формулу (3.27):

$$\sigma^{\max} = 30,58 + 4,5 + 0,025 \cdot 35,1 \text{ МПа}.$$

Обчислюємо коефіцієнт C_i, ураховуючий вплив передаточного відношення «*i*» передачі:

$$C_i = 1,5 \cdot \sqrt[3]{i} = 1,5 \cdot \sqrt[3]{2,9 - 0,5} = 1,88;$$

Значення величини $C_H = 1,0$. вибираємо із [16].

Підставляємо знайдені числові значення у (3.26) та знаходимо довговічність праці пасу передачі.

$$H_0 = \frac{4{,}6 \cdot 10^6 \cdot 900 \cdot \left(\frac{7}{35{,}1}\right)}{(60 \cdot 3{,}14 \cdot 63 \cdot 1440) \cdot 1{,}88 \cdot 1{,}0} = 6{,}63 \cdot 10^3 \text{ годин.}$$

Результати даного розрахунку задовольняють умову, так як знайдене значення $H = 6{,}63 \cdot 10^3$годин, що більше нормованого ресурсу, який дорівнює $5 \cdot 10^3$, годин.

Технічна характеристика пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості.

Пристрій перемотування ниток для машин легкої промисловості з великих бобін на менші, призначений для розмножування кількості бобін ниток одного типу і кольору для пошиття швейних виробів.

На основі виконаних попередніх розрахунків елементів конструкції запишемо технічну характеристику пристрою

Технічна характеристика:

Частота обертання головного валу приводу

механізму перемотування до 160 хв$^{-1}$.

Кількість перемотувальних бобін, що знаходяться на пристрої - 5 шт.

Електродвигун:

потужність - 0,27 кВт;

частота обертання валу приводу - 1440 хв$^{-1}$.

Намотувальні бобіни (котушки) розмірами:

висота - 70 - 90 мм;

діаметр - 20 - 60 мм.

Габаритні розміри пристрою для перемотування: 1080 х 500 х 1060 мм.

Маса пристрою: до 86 кг.

ВИСНОВКИ

При проектуванні та розробці пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості у бакалаврській роботі було здійснено: огляд та аналіз інформаційних джерел за конструктивними та технологічними особливостях пристроїв перемотування ниток, що допустило зробити висновк про переваги і недоліки кожного. Вибрати найбільш вдалий аналог-прототип для подальшої розробки конструкції перемотувального пристрою для машин легкої промисловості.

На основі знайдених та проаналізованих конструкцій, було здійснено кінематичний аналіз ланок механізму намотування ниток та механізму розкладки нитки. В розрізі цього, було визначено переміщення, швидкість та прискорення різних ланок механізму пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості.

Зроблено розрахунки основних складових елементів та вузлів пристрою перемотування ниток для машин легкої промисловості, що підтверджують його працездатність, зокрема шків привідного вала та підшипників кочення пристрою.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Пристрій для намотки довгомірного матеріалу. Заявка № 53896 МКВ В65Н54/04. /Ю.І. Авакумов.

2. Пристрій для керування намоткою ниткоподібного матеріалу. Патент України. № 925826 МКВ В65Н54/04. /А.І. Безнос.

3. Пристрій для намотки ниток . Патент № 1467024. МКВ В65Н54/28. /В.А. Гордєєв.

4. Пристрій для намотки ниткоподібного матеріалу. Патент України № 725992. МКВ В55Н54/10. /В.С. Саленко, Т.І. Костюк.

5. ДСТУ EN 14970:2018 Матеріали текстильні. Трикотажні полотна. Визначення довжини петлі та лінійної густини ниток у поперечно-в’язаних полотнах (EN 14970:2006, IDT) Код доступу http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78920.

6. ДСТУ ГОСТ 28401:2006 Нитки текстильні. Метод визначення лінійної усадки (ГОСТ 28401-2001, IDT). Код доступу http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95102.

7. ДСТУ 2136-93 Волокна та нитки текстильні. Види, дефекти. Терміни та визначення Код доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=94838.

8. Курсова робота «Проект ткацького виробництва потужністю 200-250 ткацьких верстатів для виготовлення тканини по типу арт.551». Автор Бабошина А.С. Код доступу: https://studfile.net/preview/5064703/page:10.

9. Короткий довідник з теорії механізмів і машин (Для студентів інженерно- технічних спеціальностей) / Я.Т. Кіницький.– Хмельницький: ТУП, 1998.– 52 с.

10. Практикум з теорії механізмів і машин: Навч. посіб./ Я.Т. Кіницький.- Львів: Афіша, 2001. - 465с.

11. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків. Основа., 1991. – 345 с.

12. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної оброблки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення зубастих коліс / Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. - Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 136 с.

14. Деталі машин. Курсове проектування. Частина 1. Навчальний посібник. – Кропивницький. /Видавець Лисенко В.Ф. 2018 р. – 252 с.

15. Скиба М.Є., Іщук В.І. Експлуатація, обслуговування та ремонт машин. Посібник. - Хмельницький: ХНУ, 2005. – 209 с.

16. Зенкин А.С. Допуски та посадки в машинобудуванні: Довідник. – 2-ге вид. / А.С. Зенкін, І.В. Петко. Том 1. Том 2. – Київ: Техніка, 1994 р.

17. Методичні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів «Правила оформлення текстової і графічної документації» для студентів IV і V курсів спеціальностей 091804 – «Технологія і дизайн тканин і трикотажу», 091803 – «Прядіння натуральних і хімічних волокон» / Прохорова І.А., Рязанова О.Ю., Домбровський А.Г., Закора О.В. – Херсон, ХНТУ, 2006. – 15 с.

18. Чугін В.В., Кахраманова Л.Ф., Недовизій М.Н. Технологія ткацького виробництва: Посібник для студентів техн.спец. ВНЗ. - Херсон, Видавництво ХНУ. 2003. – 317 с.

19. Слізков М. А. С 47 Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина ІІ. (Ткацьке, трикотажне та неткане виробництва): підручник / А. М. Слізков, В. Ю. Щербань, О. П. Кизимчук. – К.: КНУТД, 2018. – 276 с.

ДОДАТКИ