

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка електромеханічного пристрою для намотування пряжі

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

Шифр МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Виконав студент
2 курсу група ЕТм-21-1

Підпис

Завадовський Д.П.
Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

к.т.н., доц. Романець Т.П.
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МАЕЕС

Підпис, дата

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

_____ 202__ р.

Зміст

	с.
Вступ.....	5
1 Огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень за темою роботи	7
1.1 Основні поняття й визначення	7
1.2 Основні вимоги до структури й форми вихідного пакування	7
1.3 Дефекти намотування й методи їх усунення.....	8
1.4 Огляд існуючих механізмів розкладки і методики їх розрахунку.....	16
2 Аналітичне дослідження процесу намотування пряжі у бобіни.....	34
2.1 Теоретичні основи процесу намотування нитки на пакування.....	34
2.2 Розрахунок механізму розкладчика нитки	46
3 Розробка конструкції пристрою для намотування пряжі.....	59
3.1 Розробка кінематичної схеми пристрою для намотування пряжі	59
3.2 Розробка структурної схеми керування електроприводом пристрою..	61
3.3 Розробка електричної принципової схеми керування електроприводом..	61
3.4 Кроковий двигун	72
3.5 Використання пристрою для намотування пряжі	73
Загальні висновки	71
Перелік джерел посилань	75
Додток А	76

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка електромеханічного пристрою для намотування пряжі	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Розроб.		Завадовський Д.П.				4	77	
Перевір.		Романець Т.П.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Поліщук О.С.			ХНУ, гр. ЕТМ-21-1			

ВСТУП

В'язані речі модні, практичні, зручні. Однак не завжди можна відшукати і купити виріб який задовольнить нас зовнішнім виглядом та якістю, ціною тощо. Хтось купує одяг на ринку, хтось в салонах. Однак існує прошарок людей, які самі із задоволенням виготовляють в'язані речі для друзів та знайомих, реалізуючи при цьому свої творчі здібності.

В цьому випадку ідеально підходять в'язальні машини. Однак пряжа, яка використовується для в'язання виробів продається як правило у вигляді мотків масою 50...100 грамів. А для переробки пряжі на машині вона має бути намотана на бобіни.

Тому досить актуальною є проблема розробки електромеханічного пристрою для намотування пряжі на такі бобіни.

Якість пряжі, а, отже, її обривність при переробці на в'язальних машинах, багато в чому залежить і від стану мотального устаткування, на якому формуються пакування.

Досить перспективні дослідження, спрямовані на розробку конструкції й створення нових машин, що забезпечують одержання мотальних пакувань досконалої структури, а також на модернізацію більш наявного парку мотального устаткування, до якого відносяться машини фрикційного типу.

Якість ниток залежить від технологічних процесів їх досконалості й технологічного устаткування, яке формує вихідні пакування різних форм, розмірів і структур, що залежать від механічних властивостей нитки, швидкості намотування, способів обробки нитки в пакуванні. У більшості випадків вихідні пакування повинні мати переважно рівномірно застилисту структуру. Одним із найпоширеніших дефектів намотування є стрічкова й джгутова структура намотування. Пакування із такими дефектами **значно** гірше піддаються технологічним операціям обробки. Для збільшення продуктивності устатку-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

вання й одержання пакувань більш високої якості необхідне удосконалення намоточних пристроїв.

Для одержання рівномірно застиленої структури використовують механізми намотки, до складу яких входять механізми розкладки. Існуючі механізми розкладки, не забезпечують одержання рівномірно застиленої структури при формуванні пакувань. У зв'язку із цією обставиною виникла практична необхідність у проведенні досліджень існуючих механізмів розкладки, із метою усунення причин їх незадовільної роботи для наступного використання результатів досліджень при розробці нових конструкцій намоточних механізмів.

Метою роботи є розробка механізму розкладки намоточного пристрою, що дозволить формувати вихідні пакування із рівномірно застиленою структурою.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1.1 Основні поняття й визначення

Нитконосій - тіло обертання, на яке починають навивати (намотувати) нитку.

Тіло намотування - тіло обертання, формоване із нитки в процесі навивання її на нитконосій.

Пакування - тіло намотування із максимальними заданими розмірами.

Намоточний пристрій - пристрій, що формує із намотуваної нитки пакування заданої форми, розмірів і структури.

Механізм розкладки - пристрій, що передає рух нитці, яка навивається, уздовж осі обертання нитконосія (тіла намотування).

Кут розкладки намотуваної нитки (кут розкладки нитки) - це кут між площиною, перпендикулярною до осі обертання тіла намотування й дотичній до витка в одній і тій же точці.

Структура пакування - основні геометричні й фізичні параметри пакування і його складових частин - прошарків і шарів.

Прощарок - просторова спіраль із нитки одного напрямку.

Виток - відрізок просторової спіралі, якому відповідає трансверсальний кут, рівний 360° .

Шар - сукупність прошарків, навитих за цикл роботи намоточного пристрою.

1.2 Основні вимоги до структури й форми вихідного пакування

Від форми й структури вихідного пакування залежать якість сформованої нитки, продуктивність оздоблювального й переробного устаткування,

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість відходів нитки на всіх наступних технологічних операціях її обробки чи переробки. У зв'язку із цим, до вихідного пакування пред'являють високі вимоги. Структура пакування повинна сприяти одержанню нитки із однако-вими фізико-механічним показниками; дозволяти вести рівномірну й скороче-ну обробку нитки рідинами безпосередньо в пакуванні, тобто вільно й рівно-мірно пропускати оздоблювальні розчини чи пару по всій товщині й довжині пакування; сприяти одержанню максимально допустимої щільності формова-ного пакування.

Форма й структура повинні сприяти одержанню пакувань максималь-ної маси при заданих розмірах, легкому сходу нитки при змотуванні із зада-ною швидкістю без зльотів і переплутування витків. Форма пакування повин-на бути зручною для упаковки й транспортування й давати при цьому мініма-льний відсоток відходів нитки через розповзання кінців пакування.

У кожному конкретному випадку при намотуванні нитки із заданими характеристиками й відомими властивостями необхідно попередньо вирішити питання про вибір доцільної форми й структури вихідного пакування, із огля-ду на перераховані вище вимоги. При цьому варто пам'ятати, що не можна встановити єдину форму й структуру пакування для всіх випадків намотуван-ня й обробки ниток різного походження.

Для формування пакувань заданої форми й структури застосовують спеціальні пристрої, намоточні механізми, машини.

1.3 Дефекти намотування й методи їх усунення

Формування тіл намотування є найпоширенішою технологічною опе-рацією при одержанні й переробці всіх видів ниток текстильного й технічного призначення. При цьому найважливішим завданням є одержання бездефект-них пакувань заданої форми й структури. Різноманіття способів намотування й велика кількість типів приймально-намотувальних механізмів унеможли-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

лює рішення цього завдання в загальному вигляді. Способи формування пакувань, форма й структура тіл намотування залежить від виду намотуваних ниток, технологічного процесу, здійснюваного на даній машині, умов їхньої подальшої переробки й інших факторів.

Під структурою пакування мається на увазі його основні технологічні й фізико-механічні параметри. До технологічних параметрів відноситься кут розкладки на довжині пакування без врахування крайніх витків, кут перехресування витків суміжних спіралей, середній крок витків однієї спіралі, середній крок у пакуванні, коефіцієнти заповнення міжвиткових проміжків і радіального сплющування намотаних витків тощо.

До фізико-механічних параметрів пакування відносяться його лінійна й об'ємна щільність, а також щільність по осі й радіусу пакування, осьова міцність на розтяг й стиск, радіальна податливість пакування, циліндрична твердість патрона, пористість тощо.

Існує велика розмаїтість видів ниток і способів їхнього намотування. Одним із найпоширеніших видів намотування нитки є хрестове намотування. Такі пакування можуть бути використані для багатьох наступних технологічних операцій, таких як обробка, фарбування, сушіння тощо. Тому до пакувань із хрестовим видом намотування висувають високі вимоги. Якість пакувань із хрестовим намотуванням повинна забезпечувати рівномірне протікання оздоблювальних рідин, збереження форми й структури пакування для наступного транспортування, зберігання й розмотування. Зниження кількості бракованих пакувань підвищує продуктивність устаткування.

Найбільш частими дефектами, що зустрічаються при формуванні пакувань із хрестовим намотуванням є:

утворення ущільнених ділянок чи (бугрів) на кінцях пакування; (рисунок 1.1);

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 - Утворення ущільнених ділянок чи «бугрів» на кінцях пакування

розповзання пакування (рисунок 1.2);



Рисунок 1.2 - Розповзання пакування

розташування крайніх витків на плоских торцях пакування по прямих лініях (хордах) (рисунок 1.3);

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 - Розташування крайніх витків на плоских торцях пакування по прямим лініях (хордах)

зниження натягу нитки у внутрішніх шарах повністю напрацьованого пакування (рисунок 1.4);



Рисунок 1.4 - Зниження натягу нитки у внутрішніх шарах повністю напрацьованого пакування

випирання внутрішніх шарів на вільних торцях (рисунок 1.5);

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.5 - Випирання внутрішніх шарів на вільних торцях пакування

утворення стрічкової структури намотування. Стрічкова структура виникає тоді, коли витки наступних спіралей укладаються впритул до витків однакового напрямку попередніх спіралей. Утворення джгутової структури намотування. Під джгутовою структурою намотування розуміють точне укладання наступних витків намотуваної нитки на однаково спрямовані попередні витки (рисунок 1.6);



Рисунок 1.6 - Утворення ущільнених шарів по всій довжині пакування (стрічкове й джгутове намотування)

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

утворення нерівномірної щільності, як по осі, так і по радіусі намотування (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 - Утворення нерівномірної щільності, як по осі, так і по радіусу намотування

Як видно із рисунків, одне й те ж пакування може мати різні дефекти. Найчастіше дефекти намотування залежать не від одного параметра процесу формування пакування, а зміна одного із параметрів процесу намотування може привести до одночасної появи відразу декількох дефектів. Все це утрудняє проведення повної оптимізації процесу формування пакувань.

Наявність перерахованих дефектів, тобто відхилення форми чи розмірів пакування від заданих, приводить до зниження якості ниток і продуктивності праці, до збільшення додаткових витрат на їхнє усунення й значно ускладнює проведення наступних операцій обробки ниток й їхньої переробки.

Питаннями формування бездефектних пакувань із заданими властивостями займалися такі вчені як Минаков А.П., Гордєєв В.А., Прошков А.Ф., Сухарев В.А., Линник В.А., Єфремов Е.Д., Панін А.І. та багато інших. Проблема одержання бездефектного пакування була й залишається актуальною темою для наукових досліджень. В [3] дані рекомендації зі способів усунення різних дефектів, що з'являються при намотуванні ниток.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

До дефектів, що часто зустрічаються, можна віднести утворення ущільнених ділянок на кінцях пакування, усунути який неможливо, його можна тільки зменшити. Це пов'язане зі зворотно-поступальними рухами нитководи й зміною швидкості намотування під час реверса нитководи. Найбільші ущільнення на торцях пакування з'являються під час вистою нитководи в крайніх положеннях. Для зменшення цього дефекту необхідно правильно вибирати відстань від точки намотування до вічка нитководи й скорочувати час вистою нитководи в крайніх положеннях.

Розташування крайніх витків на плоских торцях пакування по прямих лініях (хордах) пов'язане зі збільшення швидкості нитководи на ділянках реверса. Такі дефекти найпоширеніші при намотуванні пакувань.

Видавлювання внутрішніх шарів на торцях пакування часто з'являється при фрикційному намотуванні. Усунути такий дефект можна шляхом регулювання і підбору притискного зусилля фрикціону, правильного вибору натягу нитки й максимального діаметра вихідного пакування.

Зміна довжини розкладки нитки пов'язана із недосконалістю розкладкових механізмів, що проявляються, в основному, при порушенні закону руху нитководи. Такий дефект, можна усунути шляхом підбору закону руху нитководи, удосконаленням конструкцій механізмів розкладки, своєчасним налагодженням, ремонтом устаткування й підтримкою сталою відстані між точкою намотування й вічком нитководи.

Нерівномірність щільності намотування - ще один із розповсюджених дефектів намотування. Він особливо сильно проявляється при намотуванні пакувань великої маси через неправильний підбір натягу нитки й через зміну кута розкладки нитки в процесі намотування.

Неповне змотування при розмотуванні, зліт групи витків, заклинювання окремих витків пов'язане із порушенням стійкості крайніх витків, нерівномірністю розподілу міжшарових тисків тощо. Такі дефекти можна усунути

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

шляхом зміни кута розкладки нитки та використанням податливих пакувань із гарними пружними властивостями.

Одним із найпоширеніших дефектів при хрестовому намотуванні є поява стрічкової й джгутової структури [3-5]. Джгутова структура виникає тоді, коли кількість намотаних витків за час одного подвійного ходу нитководу дорівнює цілому числу. У тому випадку, коли кількість намотаних витків за час одного подвійного ходу нитководу близьке до цілого числа утворюється стрічкова структура. У більшості випадків для ліквідації цих дефектів у механізми розкладки вводять спеціальні пристрої.

На сьогодні проблема усунення дефектів намотування, у тому числі й такого дефекта як стрічково джгутова структура намотування, не вирішена повністю, тому що в кожному окремому випадку пред'являються різні вимоги до розмірів і структури вихідного пакування.

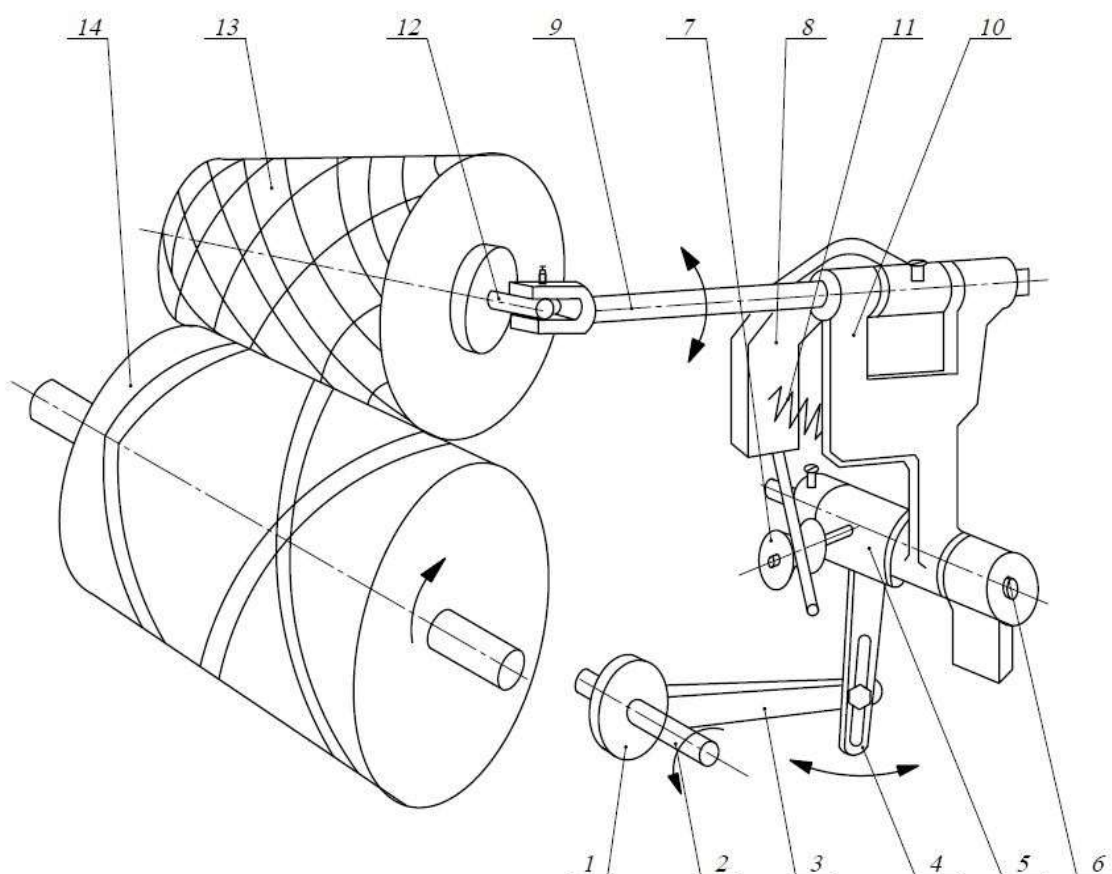
1.4 Огляд існуючих механізмів розкладки і методики їх розрахунку

Пристрій [6] для намотування ниткоподібного матеріалу, показаний на рисунку 1.5 містить привідний мотальний барабан, бобінотримач, що контактує із ним, установлений на приклоні і зв'язаний із самозупинкою, засіб для запобігання джгутового намотування, виконаного у вигляді віджимного важеля із відростком, установленим із можливістю взаємодії із пальцем, виконаним у вигляді ролика, встановленого на втулці, установленої на осі приклону і зв'язаної із кулачком за допомогою повідця і коромисла, виконаного із можливістю зміни його довжини.

Пристрій має коромисло із можливістю регулювання його довжини, що дозволяє регулювати кут повороту осі пакування відносно барабана і, відповідно, розсіювання витків намотування, що дозволить поліпшити якість намотування на пакуванні. На рисунку 1.8 представлена схема пристрою для намотування нитковидного матеріалу. Пристрій для намотування нитковидного ма-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

теріалу містить привідний кулачок 1, установлений на валу самозупинки 2 і зв'язаний за допомогою повідця 3 і коромисла 4, виконаного із можливістю зміни довжини, із втулкою 5, установленою із можливістю повороту на осі 6. На втулці встановлений ролик 7, який взаємодіє із віджимним важелем 8, закріпленим на приклоні 9, що установлений із можливістю повороту в кронштейні 10 прикльону, установленому на осі 6, який взаємодіє із віджимним важелем за допомогою пружини 11. На приклоні 9 встановлено вісь 12 бобінотримача (на схемі не показано) із закріпленим на ньому пакуванням 13, який взаємодіє із мотальним барабаном 14.



1 – кулачок, 2 – вал, 3 – повідок, 4 – коромисло, 5 – втулка, 6 – вісь,
7 – ролик, 8 – важіль, 9 – приклон, 10 – кронштейн, 11 – пружина,
12 – бобінотримувач, 13 – пакування, 14 – мотальний барабан

Рисунок 1.8 – Пристрій для намотування ниткоподібного матеріалу

										Арк.
										16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРМА 22.00.00.000 ПЗ					

Пристрій працює в такий спосіб. Одночасно обертаються вал самозупинки 2 і мотальний барабан 14. Мотальний барабан приводить в обертання пакування 13, на яке намотується нитковидний матеріал. Кулачок 1 одержує обертання разом із валом 2 і за допомогою повідця із і коромисла 4 передає втулці 5 періодичний поворот на осі 6, при цьому ролик 7 обкатується по важелю 8, що повертає приклон 9 у кронштейні 10, змінюючи кут нахилу осі 12 бобінотримача разом із пакуванням 13 до мотального барабана 14, так що пакування взаємодіє із барабаном поперемінно то великою підставою, то середньою частиною, то меншою підставою, при цьому змінюється частота обертання пакування, забезпечується кутовий зсув витків і осьове розсіювання.

Пружина 11 служить для постійного притиску важеля 8 до ролика 7. В міру збільшення діаметра намотування на пакуванні приклон 9 разом із кронштейном 10 повертається на осі 6, при цьому зберігається контакт важеля 8 із роликом 7 на будь-яких діаметрах намотування. Для регулювання кута повороту осі пакування щодо барабана коромисло 4 виконане із можливістю регулювання довжини, наприклад, із подовжнім пазом, у якому кріпиться вісь, що зв'язує повідець і коромисло. При збільшенні довжини коромисла зменшується кут повороту втулки 5 на осі 6 відповідно зменшується і зміна кута нахилу пакування щодо барабана. Таке конструктивне рішення дозволяє регулювати розсіювання витків намотування.

Перевагою пристрою для намотування ниткоподібного матеріалу є можливість регулювання розсіювання витків намотування. Недоліком є складність виготовлення мотального барабана, що зумовлює високу вартість даного пристрою.

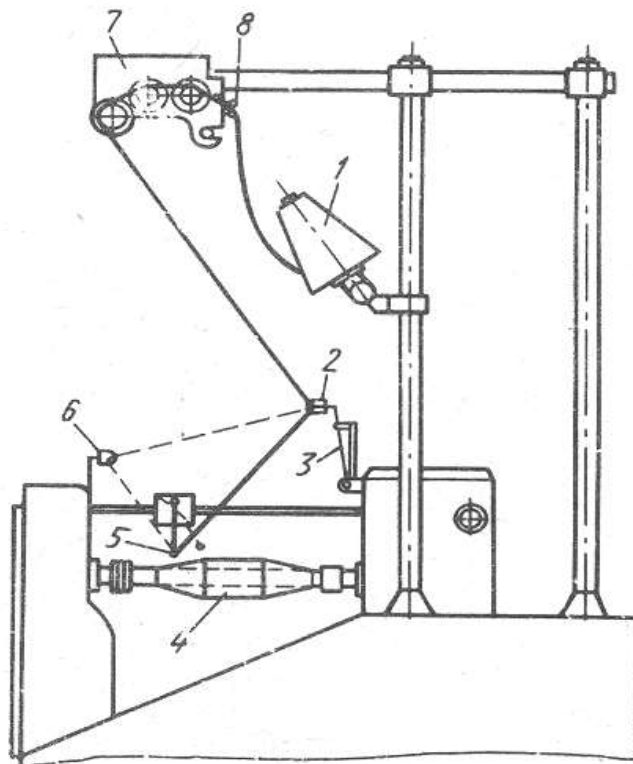
Утоково–перемотувальний автомат УА-300-3М показано на рисунку 1.8. Нитка сходить із бобіни 1, встановленій на бобіноутримувачі, проходить через кільце 8 баланообмежувача, подвійний шайбовий нитконатягувач 7, вічко 2 сигнального гачка 3 механізму самозупинки при обриві нитки, вічко ниткорозподільника 5 і намотується на обертову шпулю 4.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Заправлення можна проводити й у такий спосіб [7]. Після вічка 2 нитка заправляється через додаткове переднє вічко 6, вічко ниткорозподільника 5 і намотується на шпулю 4. Таке заправлення зазвичай використовують при намотуванні лляної, бавовняної й вовняної пряжі від 50 текс і нижче.

В автоматі автоматизовані наступні операції: зупинка провідного шпинделя при обриві нитки чи при зміні шпулі, заміна напрацьованого початка порожньою шпулею із закріпленням кінця нитки в її підставці, відрізання нитки, вмикання й вимикання мотального механізму при зміні шпуль, подача порожніх шпуль із бункера.

Зв'язування кінців нитки при її обриві, зміна бобін, завантаження бункера порожніми шпулями виконуються вручну.



1 – бобіна, 2, 6 – вічко, 3 – гачок сигнальний, 4 – шпуля, 5 – ниткорозподільник, 7 – подвійний шайбовий нитконатягувач, 8 – кільце

Рисунок 1.8 – Утоково–перемотувальний автомат УА-300-3М

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Привод автомата здійснюється від індивідуального електродвигуна із роздільною передачею руху до мотальних головок і до механізмів автоматики.

Розкладка нитки на шпулі здійснюється повідковим ниткорозподільником, який утворює хрестове намотування із диференціальною розкладкою.

Кінематична схема автомата дає можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину резервного намотування, швидкість і натяг нитки, застосовувати шпулі різної довжини.

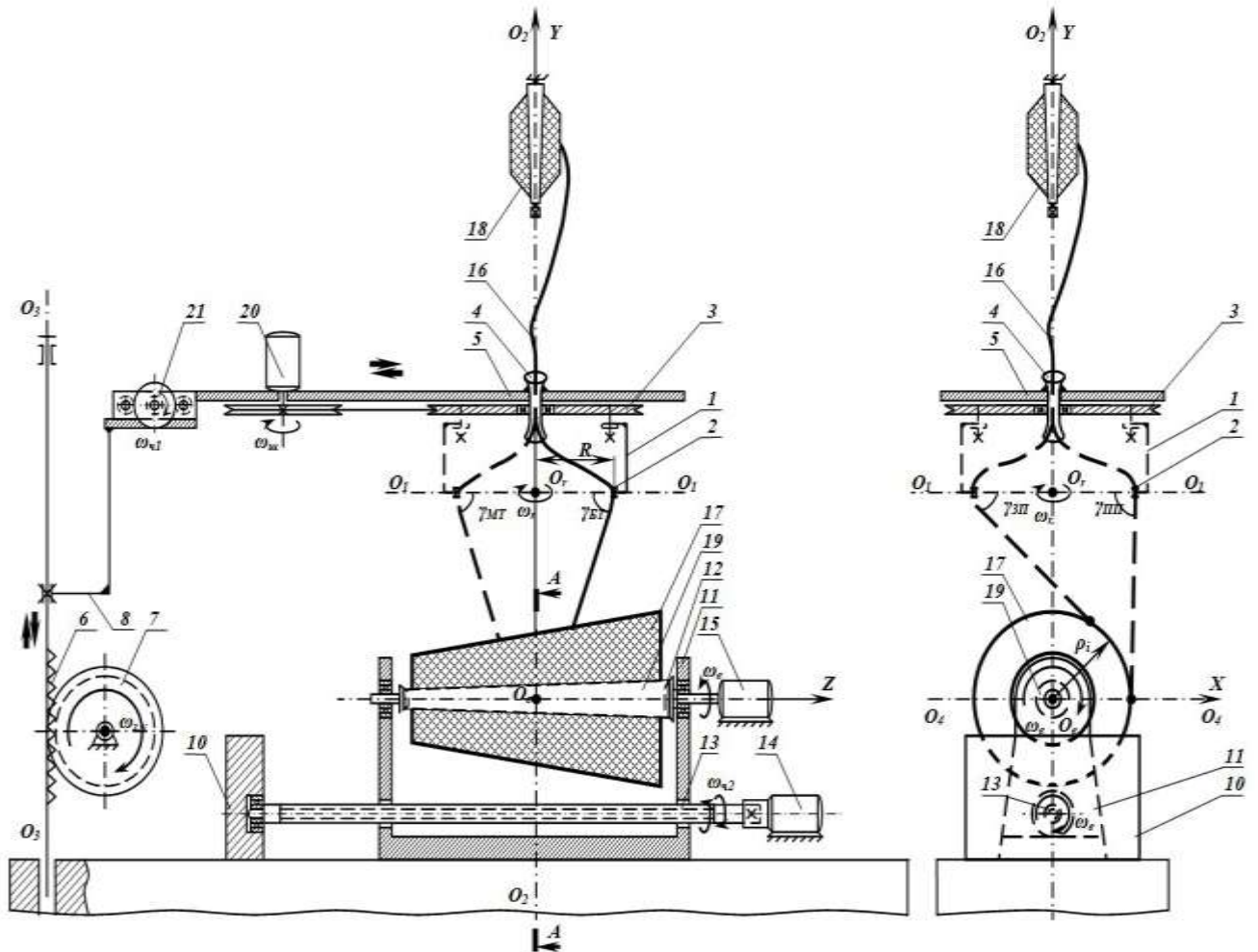
Позитивною характеристикою утоково–перемотувального автомату УА-300-3М є можливість регулювати діаметр намотування шпулі, довжину резервного намотування, швидкість і натяг нитки, застосовування різних шпуль. Недоліками автомату є великі габарити, низька швидкість намотування.

Пристрій для малоінерційної розкладки нитки зображено на рисунку 1.9. Пристрій [8] містить засіб для переміщення нитководу, що складається із нитководу із вічком 2, прикрученого шківу 3 із ниткопровідною лійкою 4, яка жорстко закріплена на кронштейні 5, який має можливість переміщення вздовж осі обертання. Для цього він встановлений на зубчатій рейці 6, що знаходиться в зубчатому зачепленні із шестернею 7, та з'єднана із шківом 3. Кронштейн 5, із встановленим на ньому засобом для переміщення нитководу має можливість переміщення і знаходиться в зубчатому зачепленні із шестернею 7 та з'єднаний із шківом 3. Нитковід 1 із встановленим на ньому засобом для переміщення нитководу має можливість переміщення перпендикулярно осі обертання шківу. Для цього до зубчатої рейки 6 прикріплений нитковід 1, на якому закріплюється ексцентрик 9 із заданим профілем, який приводиться в дію приводом, і взаємодіючи із нитководом 1 забезпечує його переміщення.

Пристрій працює так. Нитку заправляють в отвір лійки 4, потім в вічко 2 та на конічний патрон 19 одночасно надають обертовий рух від індивідуальних приводів із заданою швидкістю шківу 3, конічному патрону 19, шестерні 7 і ексцентрику 9. Шестерня 7 при взаємодії із зубчатою рейкою 6 приводить

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

її, разом із кронштейном 5, в поступовий рух, а ексцентрик 9 штовхає кронштейн 5 перпендикулярно осі. При цьому відбувається переміщення нитководя 1 і зміщення спіральної траєкторії нитководу із вічком відносно формованого пакування.



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

Рисунок 1.9 – Схема пристрою для малоінерційної розкладки нитки

Пристрій для малоінерційної розкладки нитки потребує доопрацювання, оскільки форма проєктованого пакування не відповідає формі отриманого пакування.

										Арк.
										20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Обертвий елемент 3 (кільце) передачі має внутрішню окружність, що дещо більша, ніж у обертової опорної поверхні 1 (привідного барабана), положення якого, разом із нитководом 6, контролюється кронштейном 4, розташованого на тримачі 5. Відстань між зігнутими кінцями регулюється 4 більше, ніж ширина обертового передачі елемента 3. Оскільки внутрішній діаметр кільця 3 передачі більший окружності обертового мотального барабану 1, то забезпечується передача руху через кронштейни 4, 5 і нитковід 6.

Пристрій працює наступним чином. Із нитковода 6 нитка періодично переміщується вздовж обертового провідного барабана 1. У мертвій точці, тобто, точці зміни напрямку руху нитковода 6 під певним кутом відхиляє вільно підвішене обертове кільце 3 передачі за допомогою напрямної 4 в напрямку нитки 7, направляючи її в зону контакту 9.

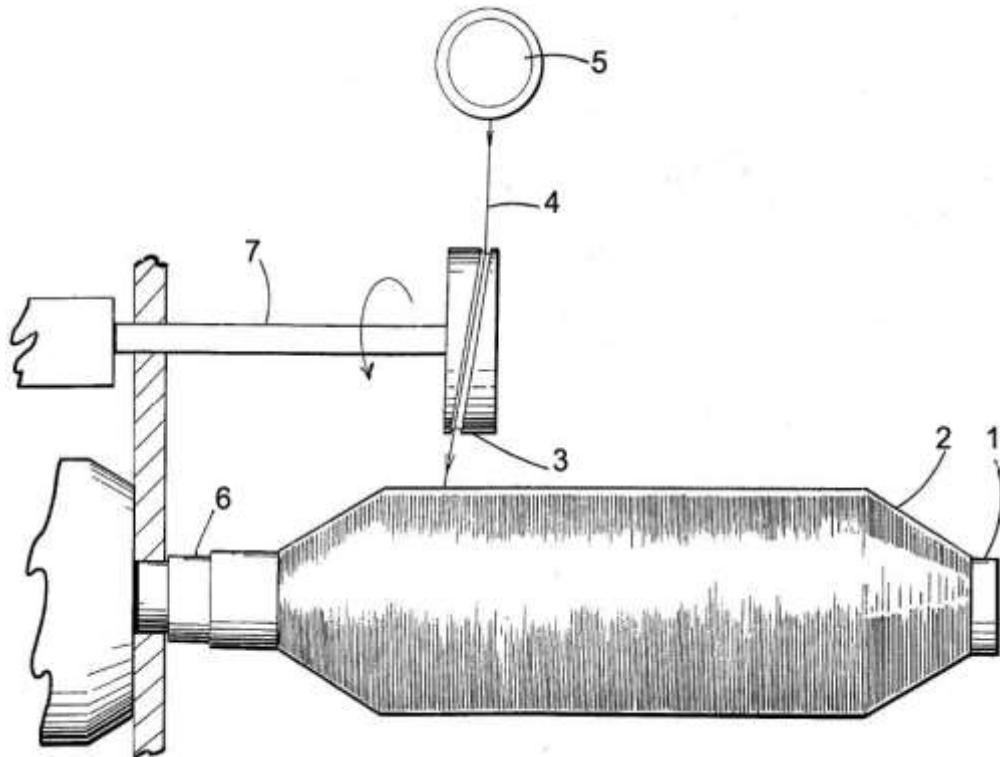
Після кутового позиціонування кільце 3 знаходиться в похилому положенні на відносно барабана 1 протягом всього часу свого руху навколо конуса і котушки 2. Нитка 7 із технологічної відстані 8 постійно подається в зону контакту 9 і на пакування 2 по поверхні обертового кільця 3, яка в зоні пакування забезпечує рівні швидкості подачі нитки 8 і обертання кільця 3.

Пристрій для намотування ниток [10]. Пристрій показано на рисунку 1.11. Він містить котушку 1, яка встановлена на валу 6, який обертається. На котушку 1 із живильного пакування 5 через вал 7, який обертається, і барабан-розкладчик 3 сходять нитка 4 і утворює пакування 2.

Перевагою даного пристрою є наявність обертового барабана-розкладчика 3 із приводом, який забезпечує можливість його використання для намотування звивистих ниток, пучків ниток, скручених чи розкручених ниток, які намотують в декілька шарів. Контроль натягу дозволяє утворювати пакети накопичених ниток, пучків ниток, ниток, які мають кращі фізико – механічні властивості.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барабан-розкладчик – це пластмасова деталь циліндричної форми. По твірній поверхні барабанчика проходить гвинтовий виток барабана-розкладчика.



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

Рисунок 1.11 – Пристрій для намотування ниток

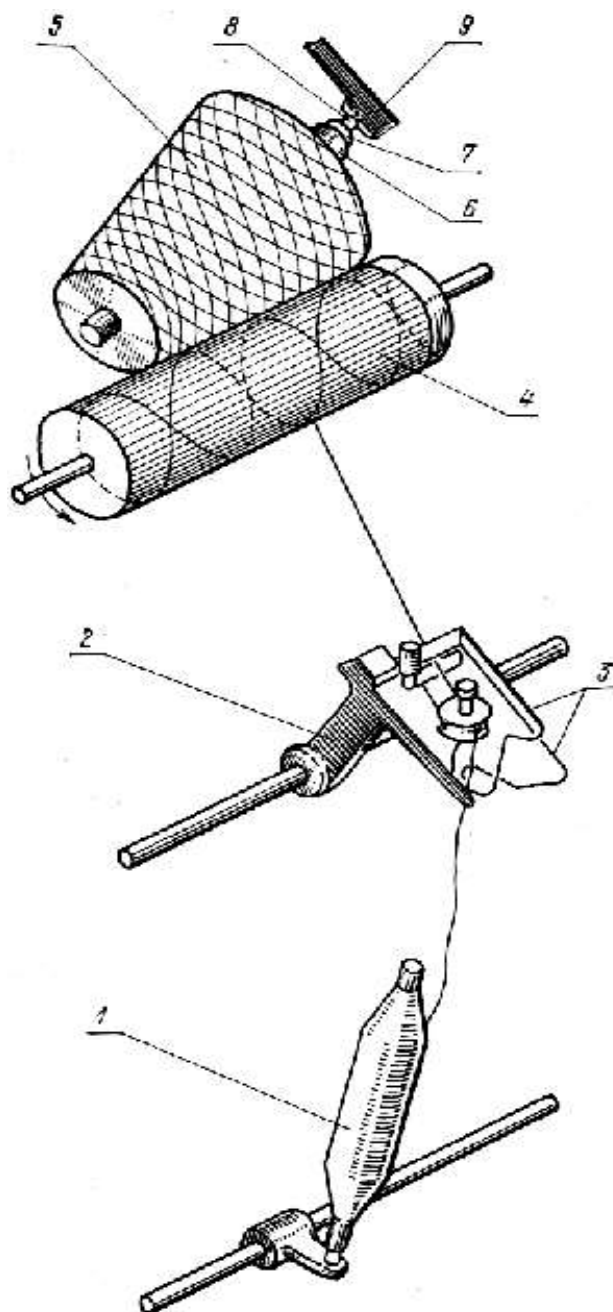
За допомогою даного пристрою можлива намотка, як конічної, так і циліндричної форми пакувань. Змінюючи кут нахилу витка канавки можливе регулювання кута намотування пряжі.

Наявність обертового барабана-розкладчика із приводом є перевагою пристрою для намотування ниток, який забезпечує можливість його використання для намотування звивистих ниток. Недоліком даного пристрою є неможливість намотування пакувань конічної форми.

Машина МТ-150. Машина МТ-150 [5] показана на рисунку 1.12 призначена для хрестового намотування пряжі із конусів, мотків, бобін у конічні бобіни висотою 105 мм. Діаметр великого торця 210 мм, маса пряжі – 1,5 кг.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Машина складається із окремих секцій, що містять 20 веретен (по десять із однієї й іншої сторін). Основне компонування машини – 100 веретен, максимальне їхнє число – 120. Швидкість намотування залежно від виду й товщини пряжі 500...800 м/хв.



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

Рисунок 1.12 – Схема заправлення мотальної машини МТ-150

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Нитка із прядильного пакування 1, змотуючись, проходить натяжний і контрольно-очисний прилади, встановлені на кронштейні 2 із направляючими нитки.

Потім вона надходить у гвинтову канавку обертового мотального барабанчика 4, що є нитководом й одночасно розкладчиком нитки вздовж твірної бобіни 5. Після виходу із барабанчика нитка намотується на конічний паперовий патрон 6 у бобіну. Остання обертається завдяки силам тертя, що виникають між бобіною та мотальним барабанчиком. Паперовий патрон надівається на втулку 7 веретена, яка встановлюється на осі 8 і закріплюється в тримачі 9. Всі вищевказані деталі складають мотальну головку.

Мотальний барабанчик – це пластмасова деталь циліндричної форми діаметром 77 мм. По твірній поверхні барабанчика проходить гвинтова канавка із шістьма витками: три направлені в одну сторону й три – в іншу. Витки у торців барабанчика мають плавне сполучення. Крок між витками нерівномірний: перший – $h_1 = 61$, другий – $h_2 = 52$ мм й третій – $h_3 = 43$ мм.

Нерівномірність кроків між витками барабанчика забезпечує рівномірну гвинтову лінію нитки на бобіні, оскільки окружна швидкість конічної бобіни вища у більшого торця й нижча у меншого. Завдяки змінному кроку гвинтової канавки вирівнюється не тільки швидкість намотування, але й щільність намотування, а зменшення відносної швидкості нитки у більшого торця попереджає інерційні зльоти на цей торець, тобто усуває утворення хорд.

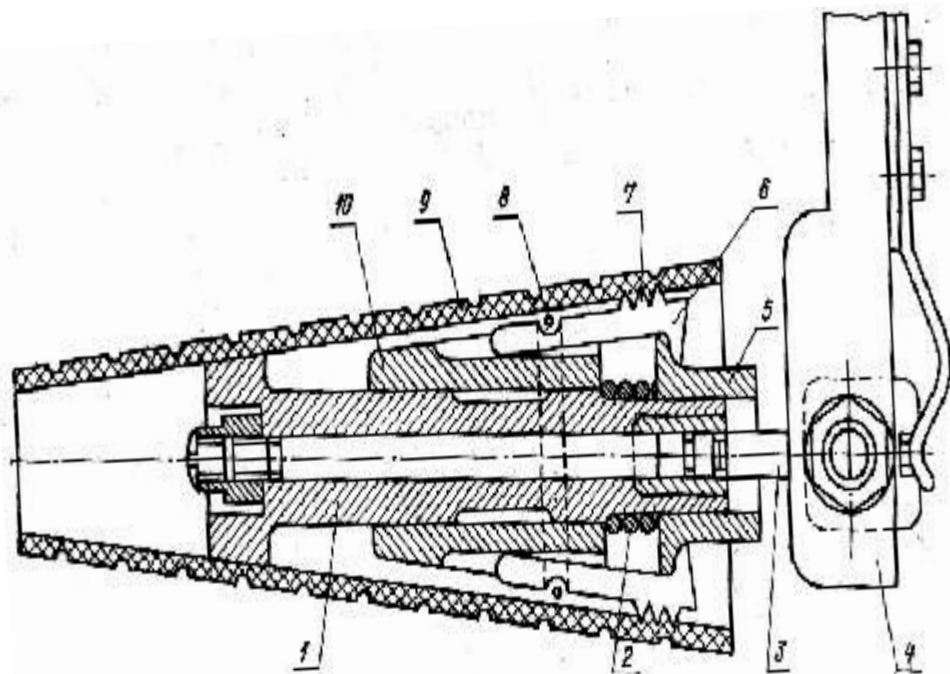
Веретено, рисунок 1.13, служить для підтримання конічного патрона при намотуванні пряжі.

Воно складається із осі 3, із втулки 1 із запресованим на ній конусом 10. У пазах останнього втоплені пружинним пояском 8 установлені собачки 6. На головки собачок із внутрішньої сторони діє розпірна втулка 5, яка під дією пружини 2 намагається зміститися вправо й тим самим перемістити головки собачок від осі веретена. При цьому насічки 7 собачок міцно захоплюють патрон 9 бобіни. Захвату патрона сприяють і відцентрові сили, що діють на голо-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

вки собачок при обертанні веретена. Перед зняттям бобіни веретено повертають на себе до упору. При цьому виступ тримача 4 тисне на втулку 5 і стискає пружину 2. Собачки під дією пружинного пояса 8 утоплюються в пази конуса й звільняють патрон бобіни. Остання легко знімається із веретена. Встановлення нового патрона на веретено і його фіксація виконується у зворотному порядку.

Крім того, мотальна машина МТ-150 має ще цілий ряд механізмів: механізм автоматичного вимикання бобіни, механізм сфероутворювача й електропереривач.



1 – втулка, 2 – пружина, 3 – вісь, 4 – тримач, 5 – розпірна втулка, 6 – собачки, 7 – насічки собачок, 8 – пружинний пояс, 9 – патрон, 10 – конус

Рисунок 1.13 – Конструкція веретена машини МТ-150

Мотальна машина МТ-150 модернізується, у результаті чого швидкість намотування досягає 900...1000 м/хв; діаметр мотального барабанчика збільшений до 90 мм, а гвинтова канавка містить не три, а два із половиною витка. У результаті кут схрещування витків на бобіні й стійкість витків збільшують-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ся.

Пряжа, що намотується на мотальних машинах, проходить ряд контрольних, натяжних і парафінувальних пристроїв.

До контрольних пристроїв належать контрольно-очисні прилади, установлені на кожній мотальній головці. Завдяки тертю по краям граней пластин приладу нитка, що рухається, очищається від пуху й бур'янистих домішок. Різного роду стовщення на пряжі (непропряди, скручення, шишки тощо), які защемляючись у щілині, викликають обрив нитки. Мотальниця видаляє ділянку пряжі із дефектом, зв'язує кінці вузлов'язальником і здійснює подальше намотування.

Існуючі намоточні пристрої найчастіше складаються із двох механізмів: механізму, що надає нитконосію обертовий рух (бобінотримач, веретено, центрифуга), і механізму розкладки, що надає нитці що намотується зворотно-поступальну швидкість, спрямовану уздовж осі обертання нитконосія.

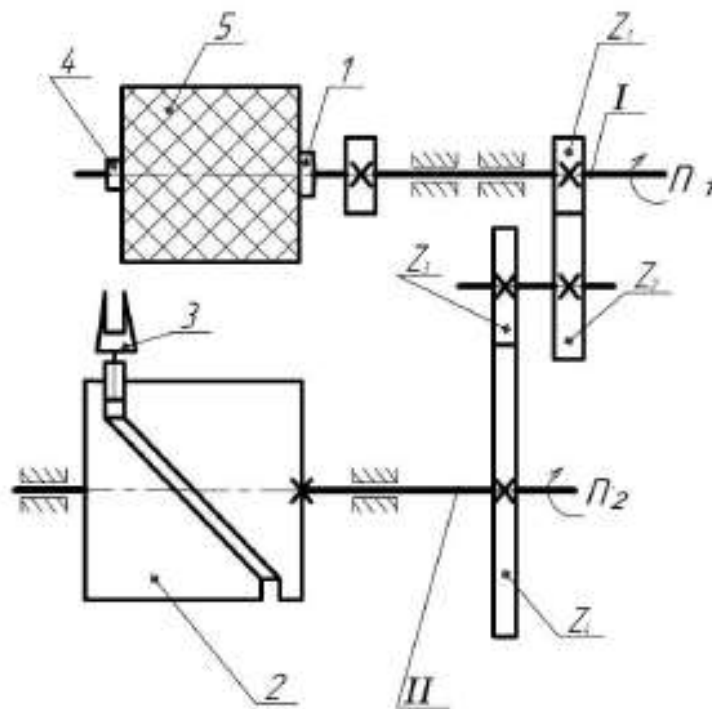
Намоточні пристрої за принципом роботи й конструктивним виконанням можна розділити на два види: прецизійні й із фрикційним приводом тіла намотування.

У прецизійних пристроях (рисунок 1.14) існує жорсткий кінематичний зв'язок між валами нитконосія й кулачка розкладки, а в пристроях із фрикційним приводом (рисунок 1.15) тіло намотування, як правило, приводиться в обертання від фрикційного циліндра, що має постійну швидкість, а кулачок механізму розкладки має жорсткий кінематичний зв'язок із фрикційним циліндром.

На рисунку 1.14 зображена принципова схема прецизійного намоточного пристрою у якому передаточне число i між валами I та II тіла намотування 5 та однокрокового кулачка розкладки 2 зберігається постійним. У цьому випадку за один подвійний хід нитководу 3 на тіло намотування 5 навивається таке число $i_{д.х.}$ витків, рівне відношенню частоти обертання n_1 тіла намотування до числа подвійних ходів $n_{д.х.}$ нитководу 3. Якщо кулачок розкладки однок-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роковий, то число подвійних ходів $n_{д.х.}$ нитковода 3 дорівнює частоті обертання n_2 кулачка розкладки 2.



I, II - вали бобінотримача 1 і кулачка розкладки 2; 3 - нитковід; 4 - бобіна (нитконосій); 5 - тіло намотування; $Z_1... Z_4$ - шестірні; n_1 - число обертів бобінотримача; n_2 - число обертів кулачка розкладки 2

Рисунок 1.14 - Принципова схема прецизійного намоточного пристрою

При застосуванні безфрикційних механізмів розкладки можна забезпечити кожену наперед задану структуру намотування методом підбору передаточного числа 1дх. До недоліків цього методу можна віднести необхідність забезпечення постійної швидкості намотування.

Найбільше поширення одержали намоточні пристрої без жорсткого кінематичного зв'язку із фрикційним приводом тіла намотування в обертання, що автоматично забезпечують постійну швидкість намотування на всіх робочих місцях машини без застосування додаткових регулюючих пристроїв. Дані механізми відрізняються простотою й малогабаритністю.

										Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРМА 22.00.00.000 ПЗ					

Класифікацією, розробкою й дослідженням механізмів розкладки нитки займалися такі вчені як Регельман Х.З., Рудовський П.Н., Прошков А.Ф., Панін І.Н. та інші.

Основні види механізмів розкладки наведені в патентах [20-22, 24].

У патенті [20] описується пристрій для розкладки нитки, що забезпечує одержання рівномірно застилої структури тіл намотування. Однак наявність опор ковзання веде до швидкого виходу із ладу цього механізму.

В [6] представлений механізм для ліквідації стрічково-джгутової структури. У даній конструкції розкладковий барабанчик крім обертового руху одержує й додатковий коливальний рух за рахунок власного зворотно-поступального руху уздовж своєї поздовжньої осі, що викликає значні динамічні навантаження й необхідність регулярного змащення.

В [21] представлений пристрій для розкладки нитковидного матеріалу, що поліпшує якість намотування шляхом зменшення процесу жгутоутворення й одержання розуцільнених торців пакування нитковидного матеріалу. Але ця конструкція складна у виготовленні й налагодженні, для привода потрібно як мінімум два ротори зустрічного руху.

У роботі [22] представлений механізм розкладки нитки для штучного волокна. Описуваний механізм дозволяє підвищити надійність його в роботі й термін служби за рахунок наявності черв'ячної передачі, що передає рух пазовому кулачку. Однак цей механізм досить громіздкий і передає рух тільки одній нитковідній штанзі.

Для поліпшення якості пакування пропонується пристрій, описаний в патенті [24]. Він має притискні ролики, які здійснюють синхронний із бобінотримачем зворотно-поступальний рух, що забезпечує одержання щільного намотування. До недоліків можна віднести необхідність надавати бобінотримачам відразу два рухи: обертальний та зворотнопоступальний, що ускладнює конструкцію й робить її більш громіздкою.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

У пристрої для розкладки нитки [9] представлена конструкція, що розширює технологічні можливості для одержання конічних пакувань. Перевагою даної конструкції є її простота й невеликі габаритні розміри. Недоліком є необхідність установки привода для кожної бобіни й розкладчика при неprecizійному намотуванні для одержання застиленої структури пакування.

У роботі [10] пропонується малогабаритний пристрій для розкладки нитки, у якому регулюється довжина розкладки. Кут нахилу кронштейна із пазом до траєкторії руху нитководів теж регулюється. Це необхідно для: зменшення довжини паза кріплення пальця на кулісі; скорочення часу вистою нитковода в крайніх положеннях; прискореного відводу нитковода із крайнього положення. Використання даного пристрою розкладки нитки дозволяє значно розширити діапазон регульованих технологічних можливостей вузла намотування, знизити трудомісткість, зменшити габарити, спростити налагодження й обслуговування.

У роботі [8] пропонується спосіб намотування нитки для підвищення якості пакування за рахунок розсіювання джгутового намотування. При зміні зусилля притискання пакування до фрикційного циліндра міняється величина контактного радіуса. При цьому змінюється частота обертання пакування й у результаті - положення кожного наступного витка нитки на пакуванні. Але даний метод можна застосовувати тільки при фрикціоні спосібі намотування нитки.

Розробкою нових конструкцій прийомних механізмів із передбаченими пристроями займаються закордонні фірми. Наприклад, компанія Oerlikon Barmag [25] пропонує різні варіанти механізмів розкладки для ліквідації нашарувань (стрічкової й джгутової структур) при високих швидкостях намотування за рахунок використання програмного способу регулювання швидкості намотування. Незважаючи на те, що ці механізми дозволяють одержувати бездефектні пакування великої маси при високих швидкостях намотування, вони дорогі у виготовленні й вимагають їх установки на кожне робоче місце.

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

У пропонованій цією ж фірмою системи RFP (довільне намотування без нашарувань) щоб уникнути появи нашарувань необхідні дві різні частоти ниткорозкладників.

Для високошвидкісних приймально-намотувальних пристроїв була запропонована SPW - система намотування (східчасте прецизійне намотування). Однак, даний спосіб вимагає спеціального методу для підбора коефіцієнта перехресування й електронну систему контролю. Для установки даного механізму бобінотримач повинен мати певний інвертор для ходу ниткорозкладки.

У літературі можна знайти опис і аналіз сучасних намоточних конструкцій закордонних фірм. Ці конструкції відрізняються тим, що вони, в основному, призначені для високошвидкісного намотування, тому в цих конструкціях на кожне робоче місце встановлюється свій окремих двигун, що приводить в рух ниткорозкладочний механізм. Керування процесом намотування відбувається за допомогою спеціальних програм керування, складених для підбору кінематичних параметрів процесу намотування, що, із одного боку, спрощує й прискорює виробництво й робить його більш автоматизованим та універсальним, але в той же час є досить дорогим. Тому одним із можливих способів зниження вартості виробництва у випадках, коли немає необхідності високошвидкісного намотування (наприклад, для ниток малої лінійної щільності, таких як шовк) є використання простих кулачкових механізмів розкладки.

Висновки до першого розділу.

Огляд конструкцій існуючих механізмів розкладки й методик їх проектування показав, що для одержання пакувань із рівномірно застилюючою структурою необхідно, щоб виконувалися наступні вимоги:

необхідно, щоб процес розсіювання відбувався по всій довжині пакування;

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

необхідно підібрати цикл розсіювання, що перебуває в заданих межах, при якому не буде формуватися стрічкова чи джгутова структура;

для одержання рівномірно застиленої структури необхідно вдосконалювати конструкції пристроїв розкладки нитки.

Усунути перераховані недоліки можна шляхом проектування нового механізму розкладки.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАМОТУВАННЯ ПРЯЖІ У БОБІНИ

2.1 Теоретичні основи процесу намотування нитки на пакування

Лінійна щільність нитки характеризує товщину ниток і визначається відношенням їх маси до довжини, г/км (текс):

$$T = \frac{m}{L}, \quad (2.1)$$

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

Розрізняють фактичну, номінальну й кондиційну лінійну щільність ниток.

Фактичною (T_{ϕ}) називають лінійну щільність нитки, визначену дослідним шляхом, що й розраховується по формулі, текс:

$$T_{\phi} = \frac{\sum m}{L \cdot n \cdot 10^3}, \quad (2.2)$$

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

Номінальною (T_0) називають лінійну щільність одиночної пряжі чи нитки, запланованої до виготовлення на виробництві [12].

Кондиційною (T_k) називають лінійну щільність ниток, розраховану із урахуванням їх нормованої вологості, текс:

$$T_k = T_{\phi} (100 + W_n) / (100 + W_{\phi}), \quad (2.3)$$

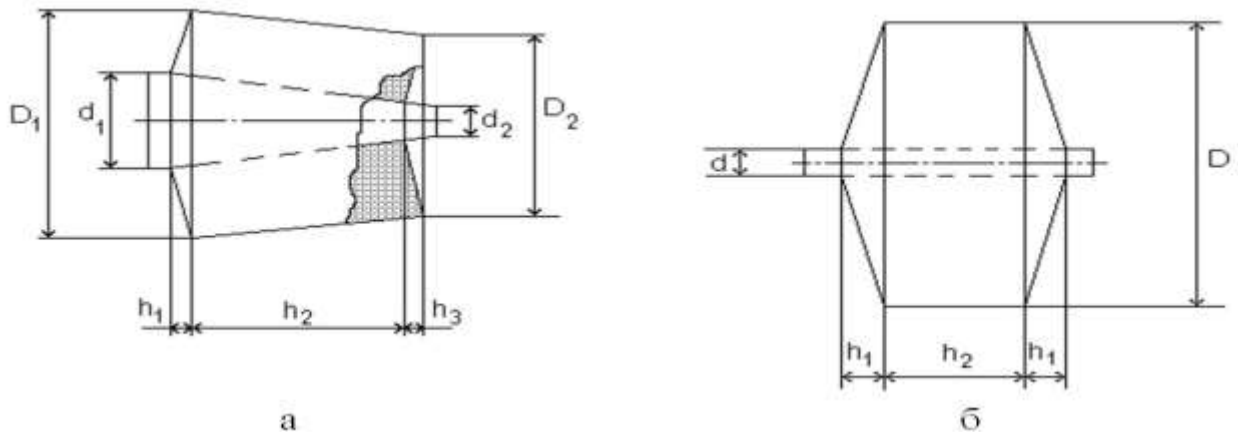
					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де W_n, W_ϕ – відповідно нормована й фактична вологість ниток, %.

Об'єм, що займає намотана нитка на конічній бобіні рисунок 2.1, а, із урахуванням опуклості на торцях бобіни, см^3 :

$$V = \frac{\pi}{12} [(D_1^2 + D_1 d_1 + d_1^2) h_1 + (D_1^2 + D_1 D_2 + D_2^2) h_2 - (D_2^2 + D_2 d_2 + d_2^2) h_3 - (h_1 + h_2) \cdot (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2)], \quad (2.4)$$

де D_1 і D_2 – великий і малий діаметри бобіни із намотаною ниткою, см ; d_1 і d_2 – великий і малий діаметри патрона бобіни, см ; h_1 – висота опуклості сфери намотування в основі бобіни, см ; h_2 – висота намотування конуса бобіни, см ; h_3 – висота ввігнутості сфери біля вершини бобіни, см .



а – конічна; б – циліндрична; D_1, D_2 – великий і малий діаметри бобіни; d_1 і d_2 – великий і малий діаметри патрона; h_1 – висота опуклості сфери намотування в основі бобіни; h_2 – висота намотування конуса бобіни; h_3 – висота ввігнутості сфери біля вершини бобіни

Рисунок 2.1 – Графічне представлення об'єму намотаної нитки, із урахуванням опуклості на торцях бобіни

Об'єм, що займає намотана нитка на циліндричній бобіні рисунок 2.1, б, із урахуванням опуклості на торцях бобіни, см^3 :

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

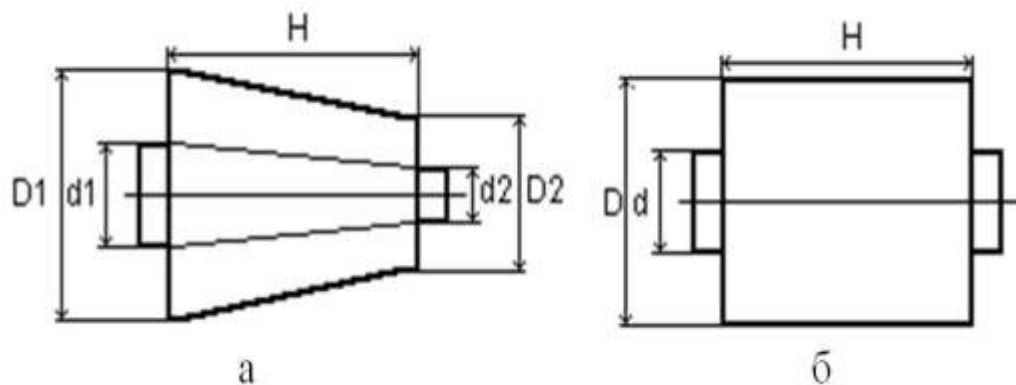
$$V = \frac{\pi}{12} [2h_1(D^2 + Dd + d^2) + 3h_2D^2 - 3d^2(2h_1 + h_2)] \quad (2.5)$$

де D – діаметр намотування циліндричної бобіни, см; d – діаметр патрона бобіни, см; h_1 – висота намотування конічної форми в торця бобіни, см; h_2 – висота намотування циліндричної частини бобіни, см.

Об'єм, що займає намотана нитка на конічній бобіні без урахування опуклостей рисунок 2.2, а, см³:

$$V = \frac{\pi H}{12} \left[(D_1^2 + D_1D_2 + D_2^2) - (d_2^2 + d_1d_2 + d_1^2) \right], \quad (2.6)$$

де D_1 і D_2 – великий і малий діаметри бобіни із намотаною ниткою, см; d_1 і d_2 – великий і малий діаметри патрона бобіни, см; H – висота намотування бобіни, см.



а – конічна; б – циліндрична; D_1 , D_2 – великий і малий діаметри бобіни із намотаною ниткою; d_1 і d_2 – великий і малий діаметри патрона; D – діаметр бобіни; d – діаметр патрона бобіни; H – висота намотування бобіни

Рисунок 2.2 – Графічне представлення об'єму намотаної нитки на бобіні

Об'єм, що займає намотана нитка на циліндричній бобіні рисунок 2.2, б, см³:

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$V = \frac{\pi H}{4} (D^2 - d^2), \quad (2.7)$$

де D – діаметр бобіни, см; d – діаметр патрона бобіни, см; H – висота намотування бобіни, см.

Маса нитки на бобіні, г:

$$G = V \cdot \gamma, \quad (2.8)$$

де γ – щільність намотування нитки на бобіну, г/см³.

У таблиці 2.1 наведені рекомендовані величини питомої щільності намотування для ниток і пряжі різних видів на конусні бобіни.

Таблиця 2.1 – Нормативи питомої щільності намотування пряжі різного сировинного складу на пакування

Вид пряжі й ниток	Лінійна щільність пряжі, текс	Питома щільність намо- тування пряжі, г/см ³
Бавовняна: кардна	83,3-15,4	0,40-0,42
гребінна	15,4-5,8	0,42-0,43
кручена	–	0,41-0,44
Вовняна апаратна	50-83,3 100-333	0,33-0,35 0,32-0,33
Напівшерстяна апаратна	50-83,3 100-333	0,36-0,38 0,34-0,36
Чистошерстяна:		
камвольна	19,2-41,7	0,36-0,38
кручена	15,6(2-41,6(2	0,40-0,42
Напівшерстяна: камвольна	19,2-41,7	0,39-0,42
кручена	15,6(2-41,6(2	0,44-0,46

Продовження таблиці 2.1

Ляна: мокрого прядіння	16,7-200	0,52-0,55
сухого прядіння	55,5-1204	0,48-0,52
Нитки: віскозні, ацетатні	різної товщини	0,7-0,8
триацетатні	також	0,6-0,65
капронові, лавсанові	також	0,7-0,8
з хімічних волокон	також	0,55-0,65

Довжина нитки на бобіні, м:

$$L_{\bar{6}} = G \frac{1000}{T_0} \quad (2.9)$$

Основними технологічними параметрами процесу намотування є:

- лінійна швидкість намотування;
- кут зсуву витків пряжі на бобіні;
- натяг нитки в процесі намотування;
- маса вантажних шайб у натяжному приладі;
- розведення пластин ниткоочисника;
- номер вузлов'язи;
- обривність ниток при намотуванні;
- продуктивність мотальної машини;
- дефекти й відходи пряжі.

Лінійна швидкість нитки при намотуванні встановлюється залежно від її сировинного складу, фізико-механічних властивостей і товщини, а також із урахуванням застосовуваного устаткування.

Середня швидкість намотування може бути обчислена за формулою:

$$V = \sqrt{V_0^2 + V_H^2} \quad (2.10)$$

де V_o – середня окружна швидкість бобіни;

$$V_o = \pi \cdot D_6 \cdot n_M \cdot \eta'; \quad (2.13)$$

V_H – середня швидкість нитководу (переносна);

$$V_H = h_{cp} \cdot n_M \quad (2.14)$$

$$n_M = n_{дв} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \eta, \quad (2.15)$$

де D_6 – діаметр мотального барабанчика, м; n_M – частота обертання мотального барабанчика, об/хв; $n_{дв}$ – частота обертання електродвигуна, об/хв; D_1 – діаметр привідного шківів в передачі від двигуна до вала мотальних барабанчиків, мм; D_2 – діаметр шківів на валу мотальних барабанчиків, мм; η – коефіцієнт ковзання в клинопасовій передачі $\eta = 0,97-0,98$; η' – коефіцієнт, що характеризує середню величину ковзання між бобіною й мотальним барабанчиком (0,8–0,95); h_{cp} – середній крок гвинтової нарізки на мотальному барабанчику для розкладки нитки, м.

Тоді швидкість нитки при намотуванні, м/хв, можна визначити по формулі:

$$V = \sqrt{(\pi \eta' D_6 n)^2 + (h_{cp} n)^2}. \quad (2.16)$$

Кут зсуву витків без обліку ковзання бобіни визначають по формулі:

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot (n - n_1), \quad (2.17)$$

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

де n – повне число обертів бобіни за цикл руху нитки (цикл руху нитки – це рух нитководу від нижнього торця бобіни до верхнього); n_1 – ціла частина числа n .

$$n = k i, \quad (2.18)$$

де k - число обертів барабанчика, що передає рух нитці за цикл її руху;
 i - передатне відношення від нитководу до бобіни.

$$i = D_6 / D_k, \quad (2.19)$$

де D_6 – діаметр мотального барабанчика, мм; D_k – контактний діаметр бобіни, мм.

$$D_k = D_{cp} + 10, \quad (2.20)$$

де D_{cp} – середній діаметр бобіни, мм.

Натяг нитки має бути помірним, тому що при надмірному натягу пряжа буде витягатися й втрачати пружні подовження.

Натяг, який необхідно створити на мотальній машині, приблизно можна визначити, виходячи із міцності пряжі:

$$T = a \cdot P / 100, \quad (2.21)$$

де a - процентне відношення від розривного навантаження пряжі P [1]:

для бавовняної пряжі 3-7 % від P ;

для льону 3-12 % від P ;

для натурального шовку 1 % від P .

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі величини a необхідно враховувати будову нитки і її подовження.

Для одержання заданої технологічної щільності намотування на бобіні й із метою одержання необхідного натягу нитки при намотуванні її зі шпулі чи початка, а також для його регулювання мотальні машини обладнують спеціальними натяжними приладами.

У натяжних приладах всіх існуючих конструкцій додатковий натяг нитки виникає за рахунок сил тертя, що діють на нитку.

Залежно від виду робочого органа, що діє на нитку, натяжні прилади діляться на:

- шайбові (натяг регулюється масою вантажних шайб);
- дискові (натяг регулюється силою стиску пружини);
- гребінчаті (натяг регулюється за рахунок зміни сумарного кута обхвату ниткою виступу гребінок, за допомогою пересування вантажів чи пружини);
- магнітні (натяг регулюється зміною сили магнітного поля між дисками);
- пневматичні (натяг регулюється зміною сили тиску повітря на диски).

Натяг нитки в шайбовому й дисковому натяжному приладах можна визначити за формулою:

$$K_0 = K_0 e^{f\alpha} + AQ, \quad (2.21)$$

де K_0 – початковий натяг нитки, що вона має перед приладом; f – коефіцієнт тертя нитки об напрямну приладу; α - кут обхвату ниткою напрямної; Q - сумарна сила тиску шайб чи дисків на нитку; A - коефіцієнт, що визначає умови гальмування нитки робочими органами приладу.

Перший член формули визначає зміну початкового натягу нитки внаслідок тертя її об напрямні приладу. Початковий натяг нитки при відділенні

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

від початка в статичних умовах залежить від лінійної щільності пряжі, збільшуючись із її підвищенням.

При великому сумарному куті обхвату ниткою напрямного приладу нерівномірність початкового натягу різко підсилюється.

Другий член формули визначає збільшення натягу нитки внаслідок тертя її об шайби чи диски. Величина цієї складової не залежить від початкового натягу нитки. При рівномірній пряжі ця складова зберігається постійною, що забезпечує стабільність загального натягу.

При проходженні через прилад стовщень пряжі виникають різкі зміни натягу, тому що рухома шайба чи диск відхиляються, викликаючи тим самим різке зростання як прямого опору руху нитки, так і сили тертя внаслідок різкого збільшення тиску на нитку.

Зміна швидкості нитки при намотуванні різної пряжі викликає необхідність міняти величину маси шайб у натяжному приладі.

Гребінчастий натяжний прилад трохи вирівнює натяг нитки за рахунок зміни вигину нитки в приладі. Однак внаслідок великої маси рухомої гребінки прилад не забезпечує компенсації короточасних змін натягу нитки, особливо при підвищеній швидкості намотування.

Операції по поліпшенню якості нитки, очищенню від сміття й пуху, видаленню дефектних ділянок виконуються на мотальних машинах ниткоочисниками. За принципом дії ниткоочисники діляться на наступні види:

механічні;

фотоелектричні;

ємнісні.

Механічні ниткоочисники. У них нитка проходить через вузьку щілину, утворену пластинами. Більші стовщення й шишки на пряжі не проходять через щілину й нитка обривається.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Переваги: міцні, недорогі, не вимагають складного налагодження й обслуговування. На їхні експлуатаційні якості не впливають вологість і температура повітря, але їхня ефективність становить 10-60 %.

Недоліки: значна частина проходу стовщень, що не мають круглого поперечного перерізу, пропуски потоншених місць, відсутність контролю за довжиною дефекту. При несвоєчасному видаленні пилу й пуху із цих ниткоочисників нитки несуть пух на мотальне пакування.

Фотоелектричні ниткоочисники. Тінь від нитки проектується на спеціальну поверхню, і тим самим контролюється діаметр нитки. При зміні його за рахунок стовщення чи потоншення змінюється сила струму, що проходить через фотоелектричний прилад. У результаті включаються ножиці, які перерізають нитку.

Переваги: з'являється можливість видалення не тільки стовщень, але й потоншень, немає безпосереднього контакту із ниткою; контролюється діаметр минаючої нитки.

Недоліки: прохід плоских стовщених ділянок нитки, складність налаштування.

Ємнісні потоншення працюють за принципом виміру маси одиниці довжини нитки за допомогою ємнісного моста (фірми "Цельвегер Устер", "Квалітекс"). Нитка рухається між конденсаторними пластинами. Якщо проходить стовщена ділянка пряжі, то ємність конденсатора змінюється й сигнал подається на різальний інструмент.

Переваги: безінерційність, застосування безконтактного методу взаємодії із ниткою, широкий діапазон ступеня очищення, надійність у роботі.

Недоліки: складність приладу, через що збільшується його вартість.

Розведення пластин ниткоочисника встановлюються залежно від товщини нити і її будови й визначається по формулі:

$$H = k \cdot d_n, \quad (2.22)$$

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

де k – коефіцієнт, що залежить від виду пряжі; d_H – діаметр нитки, мм.
Він обчислюється по формулі:

$$d_H = 0,1 \cdot C \sqrt{0,1 \cdot T}, \quad (2.23)$$

де C - структурний коефіцієнт, що залежить від виду волокна.

Для з'єднання ниток вузловим методом застосовуються вузлов'язи різних конструкцій, але найбільше поширення одержали вузлов'язи, розроблені Башкировим М. В.

Застосовуючи їх, одержують міцні вузли із короткими кінчиками. Вузлов'язи мають різні розміри в'язальних головок і розрізняються по номерах (від 0 до 4), залежно від лінійної щільності пряжі.

Обривність ниток при намотуванні залежить від виду і якості волокна, товщини і якості ниток, лінійної швидкості намотування, технічного стану й конструктивно-заправної лінії мотальної машини чи автомата, від будови прядильного початка, технологічних параметрів намотування тощо. Дослідні дані свідчать, що відбувається явне погіршення умов намотування при збільшенні лінійної щільності пряжі й розмірів початка. Найбільша кількість обривів виходить внаслідок нерівності пряжі по товщині і її засміченості, причому 60 % всіх обривів відбувається в контрольно-очисному приладі.

Розрізняють теоретичну, планову й фактичну продуктивність мотальних машин.

Під теоретичною продуктивністю розуміють випуск продукції в кг за одиницю часу роботи устаткування без обліку його простоїв, кг/год:

$$P_T = V \cdot t \cdot T \cdot m / 10^6, \quad (2.24)$$

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

де V - швидкість нитки при намотуванні, м/хв; t - розрахунковий час роботи устаткування (60 хв); T - лінійна щільність пряжі, текс; m - число мотальних головок.

При визначенні фактичної продуктивності враховують час організаційних простоїв устаткування через ККЧ (коефіцієнт корисного часу) устаткування:

$$P_{\phi} = P_T \cdot \text{ККЧ}. \quad (2.25)$$

ККЧ враховує простої мотальних головок по технологічних причинах: час, необхідний на усунення різних дрібних розладнань устаткування, час технічні простої машин (змащення, здача відходів і т.д.). ККЧ мотальних машин 0,75-0,85.

Підвищення ефективності роботи мотального устаткування можливе при переході на більші розміри вхідних і вихідних пакувань, при зниженні обривності за рахунок підвищення якості ниток, що намотують, при скороченні простоїв устаткування через технічне вдосконалювання, а також шляхом впровадження раціональних технологічних параметрів процесу намотування.

У процесі намотування пряжі може виникнути ряд дефектів, які негативно впливають на роботу в наступних переходах. До них відносяться:

слабко зав'язані вузли, а також вузли із більшими кінцями (слабкі вузли розв'язуються, а більші кінці викликають обрив сусідніх ниток у ткацтві й погано проходять через реміз і бердо);

защип (мотальниця, не розшукавши кінець нитки, прив'язує нитку зі шпулі до одного із надірваних витків пряжі на мотальному пакуванні);

робота внахлест (мотальниця не прив'язує кінець нитки, а замотує його на мотальному пакуванні без вузла);

намотування у два кінці (мотальниця захоплює кінець сусідньої нитки, і на одне пакування в результаті намотуються дві нитки);

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

намотка пуху, сміття й кінців нитки через недбалу роботу мотальниці й засміченості ниткоочисника;

змішування пряжі різних номерів чи сортів.

Більшість дефектів пряжі, що виникають при намотуванні, залежить від роботи мотальниці й технічного стану устаткування.

Відходами в процесі намотування є кінці, що гублять при зв'язуванні ниток, зльоти пряжі, залишки ниток на початку й деякій довжині нитці, що втрачається при заправці.

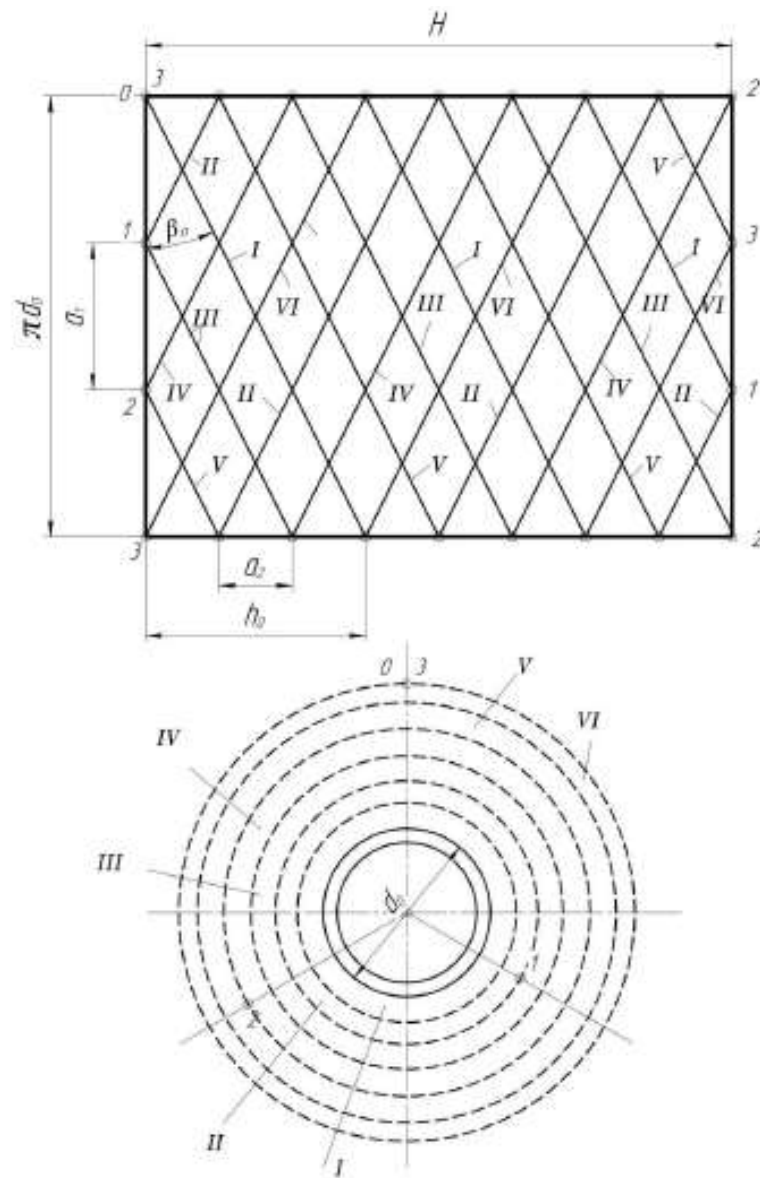
2.2 Розрахунок механізму розкладчика нитки

2.2.1 Визначення параметрів, що забезпечують одержання пакувань із рівномірно застилюючою структурою

2.2.1.1 Визначення циклу намотування витків. Під циклом C намотування мотального пристрою (цикл розкладки витків) розуміється мінімальне ціле число C подвійних ходів нитководу чи число обертів однокрокового кулачка розкладки, у ході яких на тіло намотування навивається мінімальне ціле число витків.

Важливим фактором при формуванні структури й форми пакування є число подвійних ходів нитководу $i_{д.х.}$. Якщо в пристрої що намотує $i_{д.х.}$ дорівнює цілому числу, то цикл розкладки витків, що навиваються, дорівнює одному подвійному ходу нитководу, тобто сформований шар буде складатися із двох прошарків (двох суміжних протилежно спрямованих спіралей). Наступні витки наступних прошарків будуть точно укладатися на односпрямовані витки попередніх прошарків. У результаті утвориться чітко виражена джгутова структура рисунок 2.3.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



I..VI - порядковий номер прошарку; 1...3 - порядковий номер крайньої точки крайніх витків; 4 - нитконосій діаметра d_0 ; a_1 й a_2 – діагоналі ромбовидної комірки шару; β_0 - кут розкладки першого прошарку; h - крок витків навитої спіралі (прошарку); H - висота тіла намотування

Рисунок 2.4 - Схема сформованого першого шару пакування, коли число подвійних ходів непарне число

Отже, цикл Ц сформованого одного шару в розглянутому випадку:
Ц=C.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Кутова відстань між попередньою й наступною крайньою точками крайніх витків на кожному торцевому колі тіла намотування рисунок 2.5 залежить від значень цілих чисел B і C :

$$\varphi_{0-1} = \varphi_{1-2} = \varphi_{2-3} = \frac{2\pi B}{C} = \frac{360^\circ B}{C}. \quad (2.27)$$

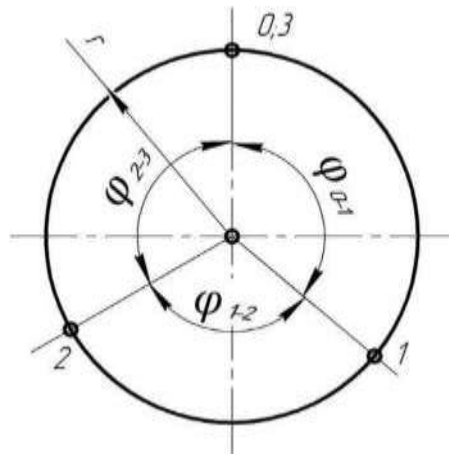


Рисунок 2.5 - Схема до визначення кутової відстані $\varphi_{0-1} = \varphi_{1-2} = \varphi_{2-3}$ між крайніми точками крайніх витків

З формули (2.27) видно, що чим більше число C , тим менший кут φ_1 , тим застилістішою формується структура кожного шару й пакування. Ідеальну структуру має вихідне пакування, що складається із одного шару. Отже, чим менше шарів у пакуванні, тим рівномірніша його структура.

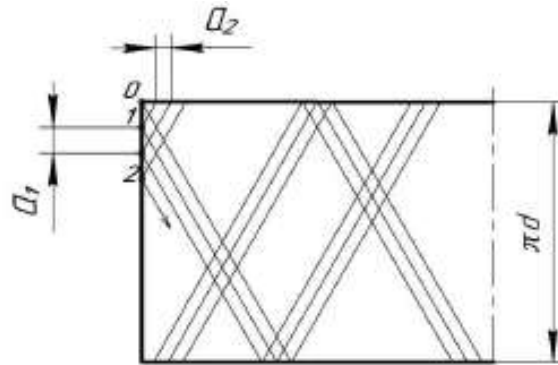
Структура формованого пакування залежить від кутів φ_{0-1} й φ_1 між крайніми точками крайніх витків. Якщо значення кута φ_{0-1} близьке до нуля чи до 360° , то витки наступних спіралей, що навивають, розташовуються впритул до витків попередніх навитих спіралей, утворюючи своєрідну стрічку, ширина якої поступово збільшується.

Якщо $i_{\text{д.х.}} = 2H / (\pi dtg \beta) = \text{const}$, то розміри діагоналей ромбовидної комірки рисунок 2.7 розглянутого шару рисунок 2.6 рівні:

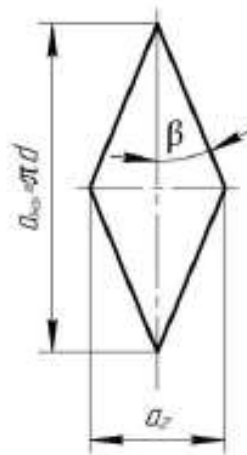
										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРМА 22.00.00.000 ПЗ					

$$a_1 = \frac{\pi d}{C}; \quad (2.28)$$

$$a_2 = \frac{\pi dtg \beta}{C} = \frac{2H}{i_{d.x} C} = const. \quad (2.28)$$



a_1 і a_2 - діагоналі ромбовидної комірки шару; d - діаметр нитконосія; 1 і 2 - перший і другий виток відповідно
Рисунок 2.6 - Схема формування стрічкової структури



a_{1max} і a_2 - діагоналі ромбовидної комірки, β - кут розкладки,
 d - діаметр тіла намотування

Рисунок 2.7 - Схема ромбовидної комірки одного шару

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Максимальна щільність шару формується при кроці витків

$$h = d_n = \pi d t g \beta_0. \quad (2.29)$$

У цьому випадку

$$C = \frac{\pi d t g \beta_0}{d_n} = \frac{\pi d_0}{2} \sqrt{\frac{\pi \rho}{T}} \sin \beta_0, \quad (2.30)$$

де d_0 - зовнішній діаметр циліндричного нитконосія; β_0 – кут розкладки витків у першому прошарку; d_n - приведений діаметр намотуваної нитки; ρ і T - об'ємна й лінійна щільності нитки.

Щоб уникнути появи стрічкової структури, необхідно враховувати, що при підборі кута φ_{0-1} його значення повинні бути дробовим числом і не повинне наближатися до чисел, кратних 360, оскільки при таких значеннях утвориться стрічкова чи джгутова структура, що є істотним дефектом намотування, що негативно впливає на наступні процеси обробки.

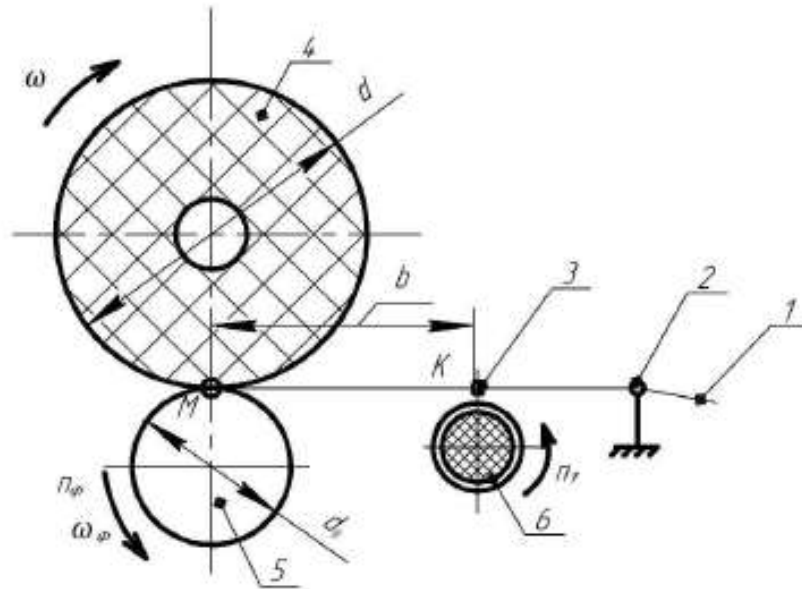
При формуванні циліндричного пакування із плоскими торцями за допомогою пристрою, із фрикційним приводом тіла намотування тільки кут розкладки β_0 зберігається сталим.

Технологічна схема мотального пристрою, із фрикційним приводом тіла намотування наведена на рисунку 2.8.

Розкладка нитки на бічній поверхні тіла намотування здійснюється нитководом 3, що здійснює зворотно-поступальний рух уздовж осі обертання нитконосія із постійною швидкістю, забезпечуючи навивання нитки по гвинтовій циліндричній спіралі із постійним кутом розкладки β_0 .

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розглянемо процес формування вихідного пакування за допомогою простого намоточного пристрою із фрикційним приводом тіла намотування
 рисунок 2.8.



1 - намотувана нитка; 2 - нитконаправник; 3 - нитковід; 4 - тіло намотування; 5 - фрикційний циліндр; 6 - кулачок розкладки; ω - кутова швидкість тіла намотування; n_ϕ , ω_ϕ - частота й кутова швидкість фрикційного циліндра діаметра d_ϕ ; b - відстань між точкою намотування M і траєкторією руху точки розкладки K ; n_1 - частота обертання кулачка розкладки 6

Рисунок 2.8 - Технологічна схема намоточного пристрою

Частота обертання тіла намотування 6:

$$n = n_\phi \frac{d_\phi \eta}{d} \quad (2.31)$$

Частота подвійних ходів $i_{\partial.x.}$ нитковода 3, що одержує зворотно-поступальний рух ($i_{\partial.x.} = n_{\partial.x.}$):

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$n_{\text{д.х.}} = n_2 = n_{\phi} \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4}, \quad (2.32)$$

де d_{ϕ} і n_{ϕ} - діаметр і частота обертання фрикційного циліндра 1; η - коефіцієнт, що враховує механічне проковзування тіла намотування 6 відносно фрикційного циліндра 1; d - діаметр тіла намотування; $d_0 \leq d \leq d_{\text{нак}}$; d_0 - зовнішній діаметр циліндричного нитконосія 5, $d_{\text{мак}}$ - зовнішній діаметр циліндричного пакування; $z_1 \dots z_4$ - шестірні.

На структуру формованого пакування істотний вплив робить число подвійних ходів нитководу $i_{\text{д.х.}}$. У намоточному пристрої фрикційного типу ця величина буде дорівнювати:

$$i_{\text{д.х.}} = \frac{n}{n_{\text{д.х.}}} = \frac{n}{n_2} = \frac{z_2 z_4}{z_1 z_3} \cdot \frac{d_{\phi} \eta}{d} = \frac{C_0 \eta}{d} = A_d + \frac{B_d}{C_d}, \quad (2.33)$$

де n - частота обертання тіла намотування 6; $n_{\text{д.х.}}$ - частота подвійних ходів нитководу 3, рівна n_2 ; $C_0 = \frac{z_2 z_4 d_{\phi}}{z_1 z_3} = \text{const}$, A_d , B_d і C_d - цілі числа, значення яких змінюються при збільшенні діаметра d тіла намотування.

Значення коефіцієнта проковзування η різні на всіх робочих місцях навіть в однієї машини, тому що вони залежать від багатьох факторів: у першу чергу від коефіцієнтів тертя ковзання f_{ϕ} і кочення k_{ϕ} між тілом намотування й фрикційним циліндром, а також від стану опор кочення в бобіно- чи шпулетримачах, маси й ступеню урівноваженості шпулетримача із урахуванням маси намотаної нитки, від нормальної сили в зонах контакту тіл намотування із фрикційним циліндром, розмірів і твердості цих тіл і т.д.

При доброму налагодженні фрикційної передачі $\eta=0,97\dots 0,98$.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

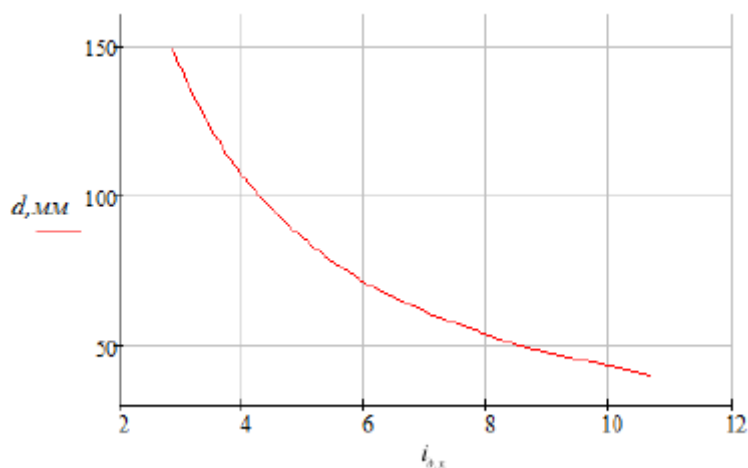
Під час формування пакування число $i_{\partial.x.}$ зменшується від $i_{\partial.x.\max}$ до $i_{\partial.x.\min}$, причому максимальне число витків містять перші два прошарки, навиті на нитконосій,

$$i_{\partial.x.\max} = \frac{C_0 \eta}{d_0} \quad (2.34)$$

а мінімальне число витків містять останні два прошарки сформованого пакування

$$i_{\partial.x.\min} = \frac{C_0 \eta}{d_{\text{пак}}} = i_{\partial.x.\max} \frac{d_0}{d_{\text{пак}}} \quad (2.35)$$

Прийнявши в першому наближенні $\eta=1$, визначимо значення числа $i_{\partial.x.}$ залежно від діаметра d тіла намотування рисунок 2.9.



d - діаметр тіла намотування,

$i_{\partial.x.}$ - значення числа подвійних ходів нитководу

Рисунок 2.9 - Залежність d від числа подвійних ходів $i_{\partial.x.}$

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Отже, при формуванні вихідного пакування за допомогою фрикційного намоточного пристрою при збільшенні діаметра d тіла намотки від d_0 до d_{\max} значення $i_{\partial.x.}$ зменшується, приймаючи в цьому інтервалі безліч значень.

Коли $i_{\partial.x.}$ дорівнює цілому числу, то $B_d=0$, $C_d = 1 \frac{\partial.x.}{\text{цикл}}$, а сформований шар складається із двох прошарків, що містять $i_{\partial.x.}$ витків, що утворюють $K_{\kappa} = i_{\partial.x.}$ ромбовидних комірок із діагоналями (рисунок 2.9)

$$a_{1\max} = \pi d ; \quad (2.36)$$

$$a_2 = \pi dtg \beta_0, \quad (2.37)$$

де $\beta_0 = const$ - кут розкладки намотуваної нитки; $d_0 \leq d \leq d_{\max}$.

Оскільки діаметр d тіла намотування незначно збільшується при навивці чергової суміжної спіралі, то при цілому числі $i_{\partial.x.}$ витки наступних спіралей якийсь час практично будуть укладатися на односпрямовані витки попередніх спіралей, утворюючи в тілі намотування місцеві ущільнення у вигляді джгута (джгутова структура). При наближенні числа $i_{\partial.x.}$ до цілого числа і при віддаленні від цілого числа наступні витки спіралей, що навивають, укладаються паралельно й впритул до односпрямованих витків попередніх суміжних спіралей, утворюючи в тілі намотування місцеві ущільнені ділянки у вигляді стрічки (стрічкова структура).

Значення чисел $i_{\partial.x.}$, при яких формується джгутова чи стрічкова структура, є критичними.

При збільшенні числа прошарків (2С) у шарі розміри діагоналей a_1 й a_2 ромбовидні комірки цього шару зменшуються.

Яскраво виражена джгутова структура формується при $i_{\partial.x.}$, рівному цілому числу ($1,2,3... \frac{\text{витків}}{\partial.x.}$), а менш помітна - при $i_{\partial.x.}$, рівному нецілому числу, що має після коми цифри 2, 4 та 5.

Діаметри d тіла намотування, при яких $i_{\partial.x.}$ дорівнює цілому числу, називаються критичними й визначаються за формулою

$$d_{кр} = \frac{C_0 \eta}{i_{\partial.x.кр}} \quad (2.38)$$

Значення $d_{кр}$, знайдені по формулі (2.39), наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Значення критичних діаметрів $d_{кр}$ тіла намотування

Критичні значення		Товщина шару, мм	Критичні значення		Товщина шару, мм
$i_{\partial.x.кр}, \frac{\text{витків}}{\partial.x.}$	$d_{кр}, \text{мм}$		$i_{\partial.x.кр}, \frac{\text{витків}}{\partial.x.}$	$d_{кр}, \text{мм}$	
10	42,75	0	5	85,50	7,125
9	47,50	2,375	4	106,88	10,690
8	53,44	2,970	3	142,50	17,810
7	61,07	3,815	2	213,75	35,625
6	71,25	5,090	1	427,50	106,875

Діаметри d тіла намотування, при яких $i_{\partial.x.}$ дорівнює дробовому числу, що має після коми зазначені вище значення, називаються напівкритичними й обчислюються по формулі:

$$d_{нкр} = \frac{C_0 \eta}{i_{\partial.x.нкр}} \quad (2.39)$$

При формуванні циліндричного пакування із плоскими торцями за допомогою намоточного пристрою із фрикційним приводом тіла намотування маємо: технологічний кут розкладки намотуваної нитки $\beta_0 = const$, крок витків збільшується при збільшенні діаметра d тіла намотування:

$$h = \pi dtg \beta_0 = \text{var}; \quad (2.40)$$

$$h_{\min} = h_0 = \pi d_0 tg \beta_0; \quad (2.41)$$

$$h_{\max} = \pi d_{\text{нак}} tg \beta_0; \quad (2.42)$$

число витків, що навивають, за один подвійний хід нитководу зменшується:

$$i_{\partial.x.} = \frac{2H}{\pi dtg \beta_0} = \text{var}; \quad (2.43)$$

$$i_{\partial.x.\max} = \frac{2H}{\pi d_0 tg \beta_0}; \quad (2.44)$$

$$i_{\partial.x.\min} = \frac{2H}{\pi d_{\text{нак}} tg \beta_0}; \quad (2.45)$$

при збільшенні діаметра d тіла намотування від d_0 до d_{\max} значення B_d і C_d числа $i_{\partial.x.}$ змінюються аперіодично в дуже широких межах: $0 \leq B_d \leq C_d - 1$, що не дозволяє сформувати пакування із наперед заданою структурою.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Як видно із наведених розрахунків для усунення стрічкової й джгутової структури в механізми розкладки необхідно вводити спеціальні пристрої, що періодично змінюють швидкість нитководу уздовж осі обертання тіла намотування і які забезпечують формування вихідних пакувань із рівномірно застилистою структурою на машинах із фрикційним приводом бобіно- і шпулетримачів.

Щоб уникнути утворення в тілі намотування шарів із яскраво вираженою джгутовою структурою, досить у джгуті мати не більше трьох витків одного напрямку. Ця умова буде виконуватися, якщо через кожні три подвійних ходи нитководу швидко змінювати його швидкість (від мінімального до максимального значення чи навпаки) і витримувати останню швидкість у середньому протягом трьох наступних подвійних ходів нитководу. Оптимальне значення циклу C розсіювання витків, що навивають, дорівнює шести подвійним ходам нитководу.

Висновки до другого розділу.

При проектуванні пристрою, що розкладає нитку, значення C варто брати нецілим числом, що не має кратних множників із числом^о 360^о

$$5,5 \leq C \leq 6,5. \quad (2.46)$$

У цьому випадку буде формуватися пакування із відносно рівномірно застилистою структурою.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ПРЯЖІ

3.1 Розробка кінематичної схеми пристрою для намотування пряжі

Врахувавши переваги та недоліки розглянутих вище пристроїв, нами розроблено конструкцію пристрою для намотування пряжі. Його кінематичну схему приведено на рисунку 3.1.

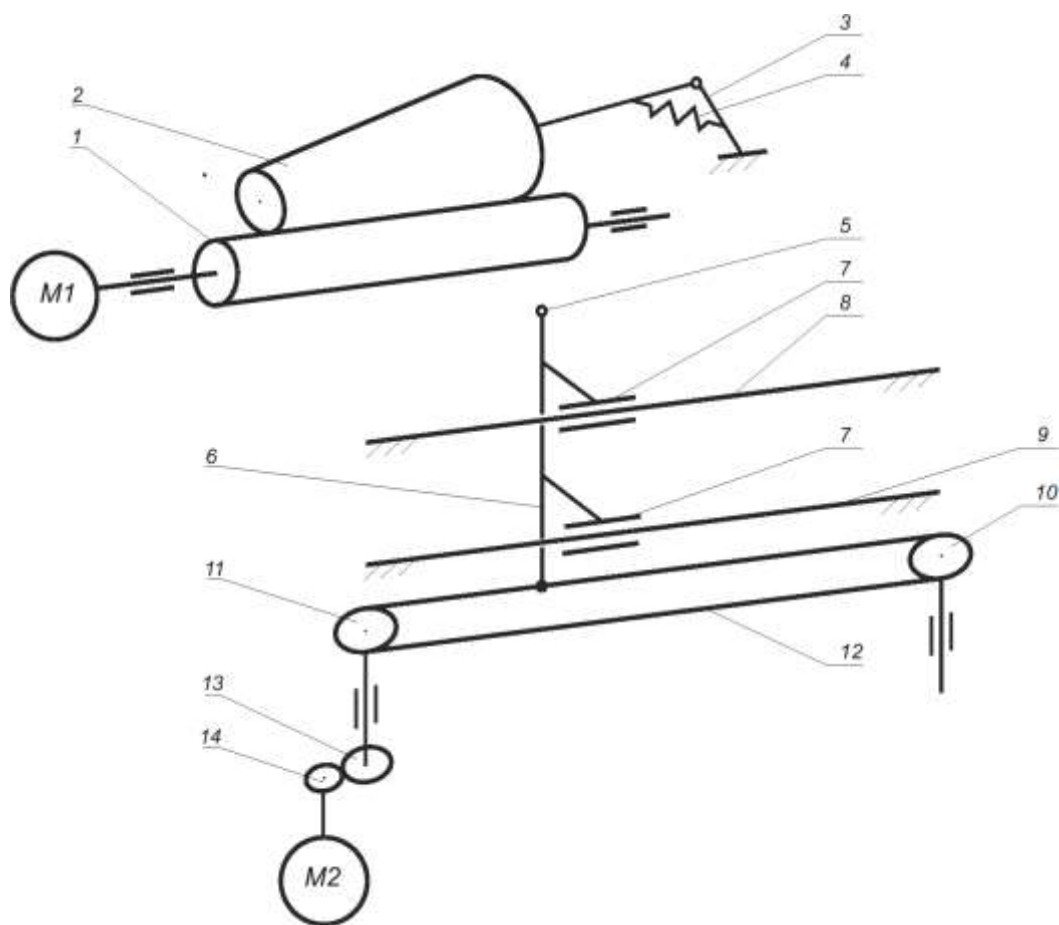


Рисунок 3.1 – Кінематична схема пристрою для намотування пряжі

Пристрій складається із фрикційного вала 1, що приводиться в рух кроковим двигуном M1, бобінотримача 2 на який встановлюють патрон для намотування пряжі. Патрон притискається до вала 1 пружиною 3. Вісь бобінотримача шарнірно закріплена на стійці 4. Бобінотримач встановлено на підшипниках кочення (на схемі не показано). Вічко нитководу 5 закріплено на пов-

						MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			59

зуні 6. Останній на лінійних підшипниках ковзання встановлено на циліндричних направляючих 8, 9. Повзун отримує переміщення від крокового двигуна М2 через прямозубу передачу 14, 13 та зубчатий пас 12, який встановлено на ведучому шківі 11 та веденому 10.

Фото розробленого пристрою показано на рисунку 3.2. Фрикційний вал 1 приводиться в рух кроковим двигуном 2. Бобінотримач 3 на який встановлено бобіну 4, приводиться в рух від фрикційного вала і притискається до нього пружиною. Нитковід 5 рухається по направляючих 6 розкладаючи нитку 7 і приводиться в дію кроковим двигуном 8 через зубчато пасову передачу. Роботою обох двигунів керують за допомогою спеціально розробленої плати 9. Регулювання натягу пасу відбувається за допомогою натяжної станції.

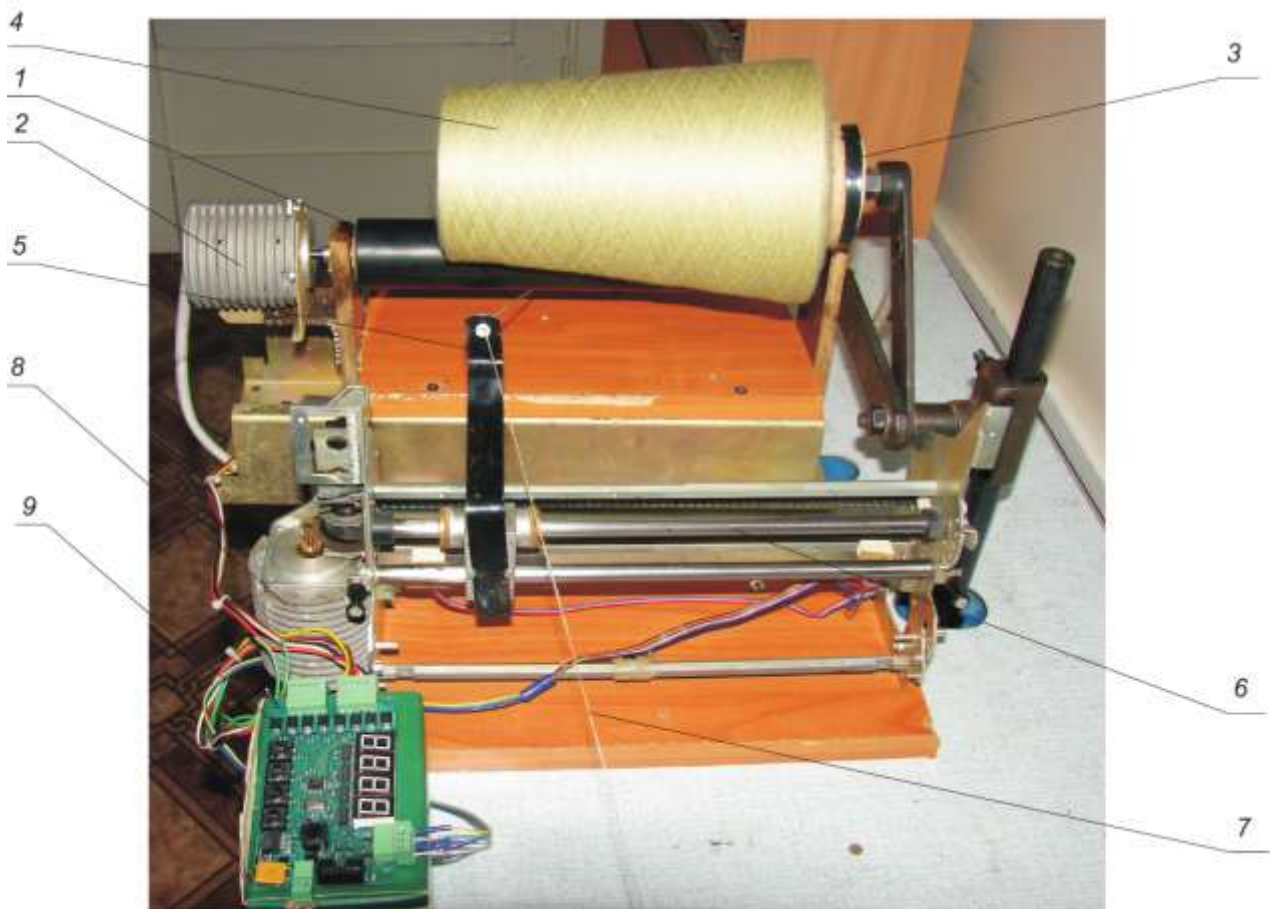


Рисунок 3.2 - Загальний вигляд пристрою для намотування пряжі

										Арк.
										60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРМА 22.00.00.000 ПЗ					

риття горизонтальних воріт, для колекторних електродвигунів неможливо без спеціальних блокуючих пристроїв.

Простота управління полягає не тільки у відсутності зворотного зв'язку. Щоб керувати валом, достатньо подавати напругу в обмотки крокового двигуна. Головне робити це у суворій послідовності і за певними правилами, а також у певному діапазоні частот.

Безпосереднє керування обертанням ротора крокових двигунів здійснюється спеціальними драйверами чи іншою силовою частиною, реалізованою на транзисторах та спеціальних мікросхемах. Управління силовою частиною відбувається за допомогою компютера, спеціального пульта ДК, сигналів, що подаються від окремого чи вбудованого мікроконтролера.

3.3.1 Блок вводу

Блок вводу складається із чотирьох клавіш. В якості клавіш використовуються кнопки. Робота даної клавіатури розглянута при описі роботи програми.

Схема клавіатури зображена на рисунку 3.4.

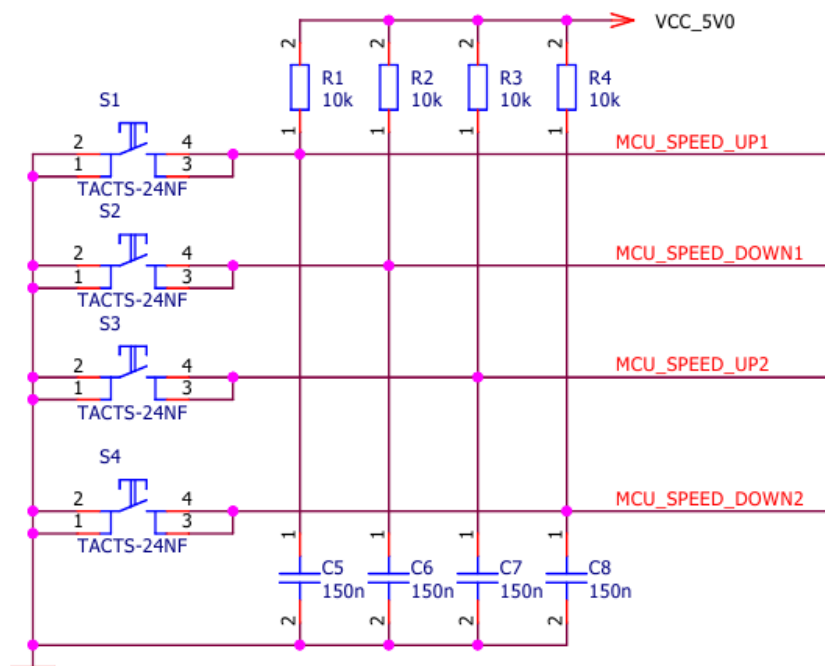


Рисунок 3.4 – Схема клавіатури

3.1.2 Блок керування пристроєм

Для керування основною роботою пристрою (керування вихідними каналами, відображенням інформації) вибираємо мікроконтроллер Atmega8A-AU від фірми Atmel. Він має достатньо пам'яті для написання програми та достатньо контактів для керування зовнішньою периферією.

Характеристики даного мікроконтроллера, що приведені в таблиці 3.1, є прийнятними для драйвера. Він має достатньо пам'яті для написання програми та достатньо контактів для керування зовнішньою периферією.

Таблиця 3.1 – Характеристика мікроконтроллера Atmega8A-AU

Позначення	Пам'ять програм (FLASH), кБайт	Пам'ять даних (SRAM), кБайт	Пам'ять даних (EEPROM), байт
Atmega8A-AU	8	1	512

Кількість контактів вводу/виводу	Напруга живлення, В	Тактова частота, МГц	Тип корпусу
32	2,7...5,5	16	TQFP-32

У мікроконтроллера ATMEGA8A-AU 8 КБ вбудованої програмованої флеш-пам'яті із можливістю читання під час запису, 512 Б EEPROM, 1 КБ SRAM, 23 лінії введення/виведення загального призначення, 32 загальних цільових робочих регістра, 3 гнучких таймера/лічильника. Режим зниженого енергоспоживання зберігає вміст регістру, але вимикає всі інші функції мікросхеми до наступного переривання чи апаратного скидання.

У режимі енергозбереження асинхронний таймер продовжує працювати, дозволяючи користувачу підтримувати базу таймера, поки решта пристрою спить. Режим шумоподавлення АЦП зупиняє ЦП та всі модулі введення/виведення, крім асинхронного таймера та АЦП для мінімізації шуму. У режимі очікування кварцовий/резонаторний генератор працює, тоді як решта пристрою спить.

Враховуючи технологію виготовлення пристрою зручніше та доцільніше використовувати в даному випадку мікроконтролери в корпусах TQFP, що і було обрано (рис. 3.5).

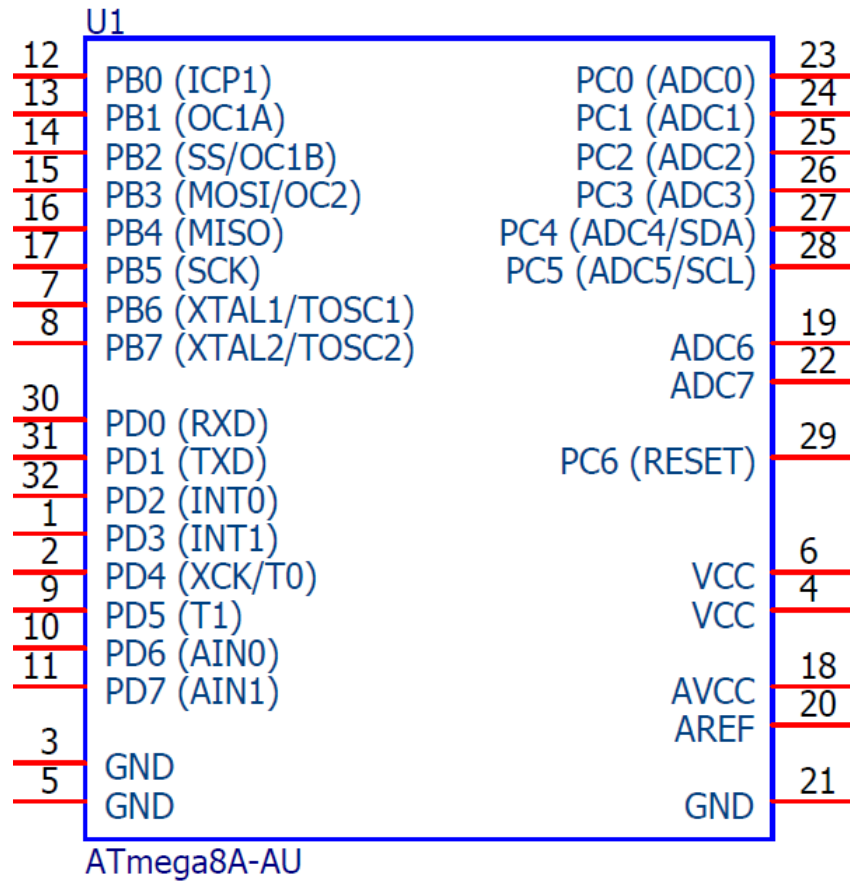


Рисунок 3.5 – Розпайка мікроконтролера Atmega8A-AU

3.3.3 Блок відображення інформації

Електрична схема блоку керування індикацією зображена на рисунку 3.6.

Інтерфейс призначений для відображення системної інформації для керування пристроєм.

В якості інтерфейсу був використаний дисплей E10561-J-UG-0-W від фірми Toyo Led Electronics Limited.

частки ома, а якщо піднімати напругу далі, то станеться пробій шару оксиду і транзистор вийде із ладу.

Перевага такого транзистора, порівняно із біполярним, очевидна. На затвор потрібно подавати напругу, але так як там діелектрик, то струм буде близьким до нуля, а отже необхідна потужність на керування цим транзистором буде низькою. Фактично він споживає тільки в момент перемикання, коли йде заряд та розряд конденсатора.

Недолік впливає із його ємнісної властивості. Наявність ємності на затворі вимагає великого зарядного струму при відкритті. Теоретично, він дорівнює нескінченності на нескінченно малому проміжку часу. А якщо струм обмежити резистором, то конденсатор заряджатиметься повільно — від постійної часу RC ланцюга нікуди не дінешся.

Керуючий сигнал на MOSFET транзистор подається із мікроконтролера. Роботою мікроконтролера керує спеціально розроблена програма. Вона дозволяє задавати потрібні оберти на валах кожного із крокових двигунів, відслідковувати положення виконавчих органів за допомогою датчиків, чи програмно. При необхідності програму можна коректувати під конкретні розміри вихідного пакування.

3.3.5 Блок живлення

Електрична схема блоку живлення зображена на рисунку 3.8.

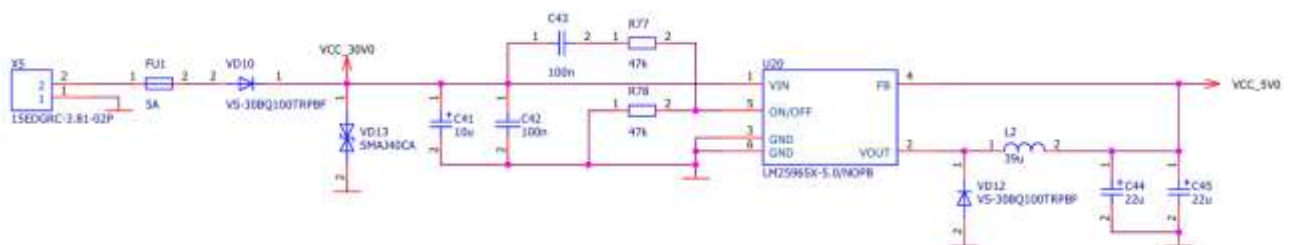


Рисунок 3.8 – Блок живлення

					Арк.
					67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для отримання стабільної напруги постійного струму використовується понижуючий перетворювач напруги LM2596SX-5.0/NOPB. Він призначений для перетворення високої напруги в більш низьку стабілізовану напругу.

Містить ключовий транзистор, діод, фільтр і навантаження. Перетворювач передає енергію невеликими порціями від джерела живлення до навантаження. Ці перетворювачі мають істотну перевагу - високий ККД. Тому вони знаходять широке застосування в електронній апаратурі.

Напруга $U_n(t)$ на виході регулюючого елемента є імпульсною. Для отримання на навантаженні постійної напруги, яка дорівнює середньому значенню вихідної напруги U_n , між регулюючим елементом і навантаженням включають згладжуючий фільтр. Найчастіше в імпульсних регуляторах використовують індуктивний фільтр.

3.3.6 Датчики натягу та якості пряжі.

Для забезпечення контролю натягу та якості пряжі використовуються спеціальні датчики. Нитка перед подачею на вічко розкладчика потрапляє у регулятор натягу, який складається із тарілочок та пружини стиснення, далі нитка потрапляє на датчик натягу нитки TS5/D, далі по нитконапрямлячах проходить через сенсорний датчик ISSC.

Для забезпечення якості контролю за натягом пряжі в пристрої використовуються мікропроцесорні засоби контролю якості технологічних процесів текстильного виробництва фірми BTSR.

Датчик ISSC (рис. 3.9) представляє собою електронні ниткоочишувачі і цифрові процесори сигналів (ЦПС) призначені для виявлення “зміни рисунка” зовнішнього вигляду пряжі, сигналізації про наявність можливого дефекту пряжі та контролю якості пряжі.

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68



Рисунок 3.9 – Датчик ISSC

Основні функціональні можливості виявлення дефектів пряжі (рис. 3.10): виявлення та аналіз нерівномірності; дефектів пряжі (вузликів, шишок, потовщень, потоншення крученої пряжі, перетертих, обірваних ниток.

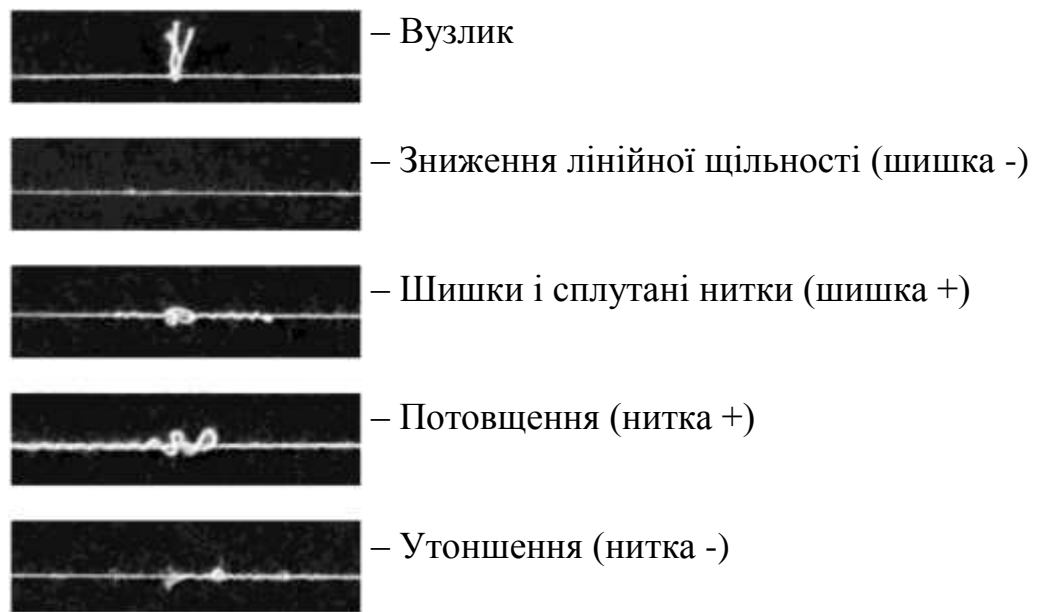


Рисунок 3.10 – Основні функціональні можливості виявлення дефектів пряжі

Характеристика та переваги використання:

– негайна зупинка робочої позиції на машині, чи включення пристроїв керування у разі виявлення дефектів.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

– працездатність датчиків не залежить від виробничих умов, стану пряжі (вологості, питомої провідності і вібрації обладнання).

– відсутність контакту між пряжею і датчиком забезпечує належний контроль без порушення властивостей (наприклад, натягу) ниток.

– використання двох світлодіодів пряжі (червоного і зеленого) і функція “сенсорного підсвічування” для кращого контролю та діагностики.

– можливість створення, зміни та збереження налаштувань параметрів для 40 виробів для простоти і прискорення процедури програмування, перепрограмування датчиків.

Повністю параметрична система - для кожного виду дефектів пряжі є можливість настроїти кожен датчик із зазначенням гранично допустимих значень відхилення за якістю, при перевищенні яких подається аварійний сигнал зупинки.

Для контролю натягу нитки використовуємо датчики TS5/D (рис. 3.11), що використовують принцип цифрових процесорів сигналів (ЦПС), перетворюють зусилля натягу, яке нитка робить на елемент вимірювання навантаження датчика в цифровий сигнал.



Рисунок 3.11 – Датчик TS5/D

Характеристика та переваги використання.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правильність - правильність аналізу значень вимірів натягу нитки в процесі обробки.

Точність - точність вимірювання та аналізу натягу нитки забезпечується датчиком “інтелектуального сканування натягу” TS5 фірми BTSR.

Розширене сенсорне програмування - Повний набір програмованих робочих параметрів (значення нормального робочого натягу нитки, min. та max. порогові значення натягу, min. та max. пікові значення натягу, при перевищенні яких відбувається зупинка окремої робочого місця чи всієї машини, умова відсутності нитки.).

Запам'ятовування параметрів пряді - створення, редагування та збереження налаштувань параметрів для 40 праж для простоти і прискорення процедури програмування, перепрограмування датчиків.

3.3.7 Датчик Холла

Для регулювання ходу каретки використовуємо уніполярний датчик Холла S41 компанії Honeywell (рис. 3.12). Датчик Холла закріплений на повзуни розкладчика нитки. Проходячи магнітне поле постійного магніту датчик посилає сигнал на мікроконтролерну схему керування електроприводом, яка комутуючи обмотки крокового двигуна робить його реверсування – таким чином каретка змінює напрям свого руху, доходячи до іншого магніту процес повторюється. Змінюючи положення магнітів можна встановлювати величину ходу розкладчика нитки.



Рисунок 3.12 – Датчик Холла S41

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Технічні характеристики датчика Холла S41 наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики датчика Холла S41

Тип вихідного сигналу	цифровий
Тип чутливого елементу	Елемент Холла
Тип чутливості до поля	Уніполярний
Індукція спрацювання	-40...+40 Гаус
Максимальна робоча частота	100кГц
Напруга живлення	4,5-24 В
Максимальний вихідний струм	20мА
Температурний діапазон	-55°...150°С
Корпус	S41

3.4 Кроковий двигун

В якості приводу використовуємо крокові двигуни фірми Mikrome FB 20-4-3В.

Характеристики двигуна :

Кутовий крок, град – 15°;

Похибка кутового кроку, град $\pm 5\%$ (повний крок, без навантаження)

Похибка індуктивності, $\pm 20\%$

Робоча температура -20 ° С ~ +50 ° С

Опір ізоляції ≥ 100 МОм, 500 VDC

Діелектрична міцність 820 VAC (1 сек, 3 мА)

Максимальне радіальне биття вала двигуна, 0.02 мм (при навантаженні 450грам)

Максимальне осьове биття вала двигуна, 0.08 мм (при навантаженні 450 грам)

Крутний момент, 0,2 Н*м

Напруга живлення 28 В

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Тобто в залежності від лінійної щільності пряжі, особливості її будови та інших характеристик задаються потрібні співвідношення швидкості обертання бобіни та закону руху нитководу для забезпечення рівномірно застиленої структури пакування. Датчики дозволяють контролювати якість пряжі що намотується. Розроблені програми можуть зберігатися на будь-якому цифровому носіїві і використовуватись для перепрограмування мікроконтролера при зміні типу пряжі, розмірів вихідного пакування та при інших потребах.

Висновки до третього розділу.

У третьому розділі розроблено кінематичну схему електромеханічного пристрою для намотування пряжі. Розроблено його структурну та електричну принципову схему. Підібрано елементну базу. Описано роботу розробленого пристрою.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведено аналіз патентної й науково-технічної літератури показав, що основний розвиток і модернізація механізмів розкладки йде по шляху поліпшення якості вихідного пакування шляхом удосконалення конструкцій механізмів розкладки й процесу намотування.

Наведений огляд існуючих механізмів розкладки показав, що вони мають ряд істотних недоліків, які утруднюють одержання заданої бездефектної структури пакувань.

Існує необхідність розробки нової простої й недорогої в обслуговуванні, малогабаритної конструкції механізму розкладки, із можливістю регулювання параметрів процесу намотування, що може бути використана в побутових пристроях для намотування пряжі.

При проектуванні пристрою розкладки нитки, значення циклу намотування ζ варто брати нецілим числом, що не має кратних множників із числом 360° і вибирати в інтервалі $5,5 \leq \zeta \leq 6,5$. У цьому випадку буде формуватися пакування із рівномірно застилюючою структурою.

Отримано залежності, що дозволяють визначати необхідні значення зсуву витків ниток, для одержання рівномірно застилюючої структури намотування. Ці результати необхідно враховувати при визначенні розмірів формованих пакувань при переході на інші асортименти ниток.

Розроблено нову конструкцію механізму розкладки, що може застосовуватися на машинах, призначених для намотування ниток і пряжі.

Розроблено електричну принципову схему керування електроприводами пристрою на базі мікроконтролера Atmega8A-AU.

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Гордеев В. А. Ткачество : Учебник для вузов / В. А. Гордеев, П. В. Волков и др. ; – 4-е изд., перераб. и доп.– М. : Лёгкая и пищевая пром-сть, 1984. – 488 с.
2. Букаев П. Т. Хлопкоткачество: Справочник/ П. Т.Букаев, Э. А.Оников и др. ; – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 576 с.
3. Николаев С. Д.Теория процессов, технология и оборудование подготовительных операций ткачества /С. Д.Николаев, П. В.Власов,Р. И.Сумарукова,С. С.Юхин ; – М.: Легпромбытиздат, 1993. – 255 с.
4. Борисов В.А.Лабораторный практикум по механической технологии волокнистых материалов / В.А.Борисов, Е.А.Воронина Е.А. и др. ; – М.: Легкая индустрия, 1965. – 567 с.
5. Алешин П.А. Лабораторный практикум по ткачеству /П.А. Алешин, В.Н. Полетаев ; – М.: Легкая индустрия, 1979. – 312 с.
6. Пат. 50503 А Україна, МПК В65Н 54/38. Пристрій для намотування ниткоподібного матеріалу / К.О. Гаврилов, Г.М. Гаврилова (Україна). – №2002010752; заявл. 30.01.02; опубл. 15.10.2002, Бюл. № 10. – 2 с. : іл.
7. Бородин А.И. Высокоскоростное перематывание основной пряжи с початка / – М. : Легкая индустрия,1965. – 193 с.
8. Жук О.С. Удосконалення технології малоінерційної розкладки нитки для формування пакувань:дис. ... канд. техн. наук :05.18.19 : – Херсон, 2008. – 196 с.
9. Пат. 4781332 США, МПК В65Н 54/42. Пристрій для намотування конічних бобін / Джіраско П., Колос З. (Чехословаччина). – №810977; заявл. 19.12.85; опубл. 01.10.1988,Бюл. № 17. – 4 с. : іл.
10. Пат. 4403744 США, МПК В65Н 54/02. Пристрій для намотування ниток / Різ У. Дж., Уолкер Дж. Д. – №297603; заявл. 31.08.81 ; опубл. 13.09.1983,Бюл. № 7. – 12 с. : іл.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк. 76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Коржева И.А. Лабораторный практикум: процесс подготовки пряжи к ткачеству / И.А. Коржева, И.Л. Верняева ; – М.: Легкая индустрия, 1982. – 127 с.
12. Гліненко Л.К. Основы моделирования технических систем: навчальний посібник / Л. К. Гліненко, О. Г. Сухоносів ; – Львів: Бескид Біт, 2003. – 176 с.
13. Лебедев В.С. Расчет и конструирование типовых машин и аппаратов бытового назначения/ В.С. Лебедев ; – М.: Легкая промышленность, 1982. – 328 с.
14. Грушко И.М. Основы научных исследований / И.М. Грушко, В.М. Сиденко; – Харьков: Вища школа, 1983. – 224 с.
15. Вилков П. В., Разработка и исследование механизма перемотки нити электрифицированным методом мотальным барабанчиком. Дис., к.т.н., Иваново, 2005.
16. Якубицкая И.А., Чугин В.В., Щербань В.Ю. Динамический анализ условий раскладки на торцевых участках канавки мотального барабанчика. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. -1997, №5, с. 33-37.
17. Регельман Х.З. Механизм раскладки нити в кружке центрифугальной прядильной машины, SU, а.с., №102660.
18. Регельман Х.З. Раскладчик нити, например, для центрифугально-прядильных машин, SU, а.с. №144259.
19. Рокотов Н.В., Регельман Х.З., Астреин Э.П, Лубани С.И. Устройство для раскладки нити на паковке, SU, а.с. № 650929.
20. Рудик Е.В. Методика проектирования механизма раскладки с кулачковым рассеивающим устройством. Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – №2С. – 315 с.
21. Рудовский П.Н., Филиппюк А.Н., Ямщиков А.В. Устройство раскладки нити, RU, а.с., № 2198837.

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Додатки

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78