

ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

На правах рукопису

КОМЕДЬ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДНОГО ПРИСТРОЮ АПАРАТА  
ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ТЕКСТИЛЬНОЇ СКЛЯНОЇ НИТКИ

Спеціальність 05.19.09

Машини та агрегати легкої промисловості

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття наукового  
ступеня кандидата технічних  
наук

Київ - 1998

67.05

2

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00757132 (P)

Дисертація є рукопис.

Робота виконана в АКЦІОНЕРНОМУ ТОВАРИСТВІ "ХІМІКАТИЛЬМАШ" м. Чернігів і ДЕРЖАВНІЙ АКАДЕМІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ.

Науковий керівник -

кандидат технічних наук, професор Бондар В.М.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор Череди́ченко П.І.
2. Доктор технічних наук, професор Кости́цький В.В.

Провідне підприємство - Орендне науково-виробниче підприємство "НДІ склопластиків і волокна", м. Буча, Київської області.

Захист відбудеться 25 грудня 1996 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої Ради Д. 01.17.01 при Державній академії легкої промисловості України.

Адреса: м. Київ, вул. П.-Данченко, 2.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державної академії легкої промисловості України, м.Київ, вул. П.-Данченко, 2.

Автореферат розісланий \_\_\_\_\_ 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

Тарасенко А.І.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В розвинутих країнах склопитки і композиційні матеріали на їх основі в теперішній час вважались найбільш прогресивними практично для всіх галузей промисловості. Це пов'язано з тим, що вони відносно дешеві, міцні, технологічні, стійкі до корозії. Крім того, запаси сировини для виробництва склопиток невичерпні.

Заводи для виробництва скляних ниток, які є в Україні і країнах Схід, в основному мають обладнання 30-40-річної давності, яке розраховано для намотування і переробки пакувань з масою нитки не більше 1,5-2 кг. Пакування такої маси одержувть за допомогою апаратів з пошарово-конічною хрестовою схемою намотки і нерегульованим приводом бобінотримача.

Створення нових технологій виробництва скляних ниток дозволяє стабільно одержувати пакування масою до шести і більше кілограмів, що обумовило необхідність створення намотувальних апаратів з пошарово-хрестовою схемою намотки і регулюванням частоти обертання бобінотримача в процесі намотування з метою підтримання сталості лінійної швидкості склопитки.

Високі швидкості витягування скловолокна обумовили застосування безінерційних розкладочних механізмів і особливого способу намотування, при якому формується пакування біконічної форми. Даних, які б дозволяли оптимізувати процес намотування, в літературі практично нема, а дослідження, які стосуються намотування інших хімічних волокон, для скляних волокон не підходять.

В роботі розглянуті питання намотування склопитки з використанням механізму пошарово-хрестової намотки і розробка

приводного пристрою намотувального апарата із збільшеною масою пакувань.

Метов роботи є розробка та дослідження приводного пристрою апарата для намотування текстильної скляної нитки із збільшеною масою пакувань, визначення оптимальних технологічних режимів намотування.

Задачі дослідження:

- аналіз існуючих приводних пристроїв механізмів для намотування текстильної скляної нитки з пошарово-конічною хрестовою і пошарово-хрестовою схемами намотки, а також характеру змін лінійної щільності нитки в процесі намотування;

- розробка аналітичної залежності частоти обертання бобінотримача від поточного діаметра пакування для пошарово-хрестової намотки, а також розробка методики визначення цієї залежності для підтримання сталості лінійної щільності нитки;

- розробка математичних моделей дискретних модулів управління намотувальним апаратом;

- створення приводного пристрою намотувального апарата, його випробування і впровадження у виробництво.

Наукова новизна роботи.

1. Розроблено метод оцінки сталості лінійної щільності текстильної скляної нитки при пошарово-хрестовій намотці з постійною довжиною ходу розкладача. Метод базується на розрахунку довжини нитки в елементарному шарі намотки, який утворюється за один прохід вузла розкладача. Аналітичним методом одержано рівняння для розрахунку довжини нитки в елементарному шарі.

2. Одержано теоретичні залежності, які дозволяють для пошарово-хрестової намотки визначати розподіл довжини нитки елементарного шару в напрямі осі пакування, а також характер змінення  $Y$  лінійної щільності на малих відрізках.

3. Для математичної моделі пошарово-хрестової намотки запропонований коефіцієнт форми біконічного пакування і визначена залежність його від параметрів процесу намотування. Запропонований також коефіцієнт часу намотування, який дозволяє визначати масу нитки на циліндричній частині пакування через його загальну масу.

#### Практична цінність.

Методика визначення залежності частоти обертання бобінотримача від часу намотування, що розроблена, передана АТ "Хімтекстильмаш" для використання при проведенні науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт при створенні бобінотримачів, а також Чернігівському технологічному інституту для використання у навчальному процесі.

Теоретичні та експериментальні дослідження, що проведені, дозволили розробити приводний пристрій намотувального апарата, який успішно витримав випробування на заводі скловолокна в м. Полоцьку і був рекомендований мішвидомчом комісією до серійного виробництва. Це дозволило відмовитись від закупівлі закордонних апаратів і заощадити більше десяти тисяч доларів на кошині.

Розроблено рекомендації для вибору значень лінійної щільності виробляємої склонишки на початку і в кінці намотування пакування з метою зменшення відхилень  $Y$  від заданої при законі управління частотою обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались:

- на Всесоюзній науково-технічній конференції "Створення прогресивного обладнання для виробництва хімічних волокон" (м. Чернігів, 1987 р.);

- на науково-методичних і наукових конференціях професорсько-викладацького складу, на засіданнях кафедри автоматизації технологічних процесів і приладобудування Державної академії легкої промисловості України у 1988, 1989, 1990 р.р.;

- на засіданні кафедри текстильного машинобудування Державної академії легкої промисловості України у 1994 р.;

- на засіданні НТР АТ "Хімтекстильмаш" у 1995 р.

Особистий вклад автора.

При створенні намотувального апарата для скловолокна та пред'явленні його мізвідомчій комісії автор приймав безпосередню участь у постановці задач, проведенні теоретичних і експериментальних досліджень, аналізі і оформленні результатів, самостійно узагальнюючи окремі етапи досліджень.

Публікації. Основний зміст дисертації викладено у 9 опублікованих працях, в тому числі 2 авторських свідоцтвах на винахід.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти глав, висновку, списку використаної літератури, додатку. Загальний об'єм роботи 177 сторінок машинописного тексту, в тому числі 32 рисунки на 32 сторінках, бібліографія із 72 найменувань.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність дисертаційної роботи, сформульована мета роботи, приведена анотація основних результатів.

У першій главі приведено аналіз технологічного процесу виробництва текстильного скловолокна, розглянуто особливості механізмів з пошарово-конічною хрестовою і пошарово-хрестовою схемами намотки, приведено літературний огляд з аналізом виконаних досліджень, сформульовано задачі досліджень.

Теоретичним основам намотування і дослідженню намоточних механізмів присвячена значна кількість наукових робіт. Основний вклад в цю галузь зробили фундаментальні роботи А. П. Минакова, А. П. Малишева, А. Ф. Прошкова, Є. Д. Єфремова, Г. К. Моїсєєва, В. О. Гордєєва, В. М. Аносова, В. А. Сухарьова, І. І. Матімева та інших.

Актуальні і мають великий інтерес дослідження, що виконані, В. А. Пироговим, В. А. Степановим, В. В. Васильєвим, М. Г. Парнесом, М. Д. Кайдашем та іншими.

Але залишилися питання, які потребують подальшого вивчення. До таких питань слід віднести і намотування текстильного скляного волокна з використанням механізму пошарово-хрестової намотки.

При вказаній схемі намотування нитка розкладається на пакуванні за рахунок обертання спіралі дротяного розкладача і за рахунок зворотно-поступального переміщення вузла розкладача в напрямі осі пакування. Умовно прийнято довжину розкладки нитки, яка утвориться за рахунок обертання спіралі дротяного розкладача, називати кроком  $P_r$  розкладки, а зворотно-поступальне переміщення вузла розкладача в напрямі осі пакування - ходом розкладача. Особливість пошарово-хрестової намотки склянитки в

тому, що при намотуванні з постійною довжиною  $l$  р ходу розкладача формується пакування біконічної форми.

Для підтримування сталості лінійної щільності виробляємої склонитки із збільшенням діаметра пакування потрібне відповідне зменшення частоти обертання  $n_{\xi}$  бобінотримача. На відомих намотувальних апаратах з цією метою використовується програмне управління частотою обертання  $n_{\xi}$  функції часу  $t$  намотування нитки. Зокрема, використовується закон управління у вигляді лінійної функції  $n_{\xi} = at + b$ . Безперечно, що він найбільш простий для реалізації, але його можливості по забезпеченню мінімальних відхилень лінійної щільності виробляємої склонитки від заданої не досліджені.

Для вирішення проблеми одержання склонитки з мінімально можливими відхиленнями лінійної щільності від заданої необхідно проведення досліджень, що містять вирішення наступних задач текстильної механіки:

- 1) визначення залежності між частотою обертання бобінотримача і діаметром пакування;
- 2) дослідження формування пакування, тобто визначення закону зміни поточного діаметра пакування як функції часу.

Вирішення приведених задач дозволяє визначити залежність між частотою обертання бобінотримача і часом намотування для підтримування сталості лінійної щільності виробляємої склонитки.

Відмічено, що, не зважаючи на багаторазове збільшення складності приводного пристрою і вартості обладнання, є доцільним впровадження у виробництво намотувальних апаратів з поварово-хрестовою схемою намотки і регульованим електроприводом бобінотримача, що дозволяє збільшувати масу виробляемих пакувань і підвищувати продуктивність праці операторів.

Таким чином, обгрунтовано необхідність проведення досліджень, які б урахували специфічні особливості формування біконічного пакування при пошарово-хрестовій намотці текстильної склонитки. В кінці глави сформульовані задачі дисертаційного дослідження.

У другій главі проведено теоретичне дослідження намотування склонитки з застосуванням механізму пошарово-хрестової намотки, розроблено математичну модель, яка дозволяє оцінити взаємозалежність параметрів процесу намотування склонитки, розроблено методику визначення залежності частоти обертання бобінотримача від діаметра пакування для підтримування сталості лінійної щільності склонитки. В роботі розглянуто випадок формування пакування при постійній довжині  $l_{x.p}$  ходу розкладача, який найчастіше трапляється на практиці.

Розглянуто особливості формування пакування при пошарово-хрестовій намотці текстильної склонитки. Перший елементарний шар намотується на циліндричну поверхність нитконосця, а кожен наступний - на все більш відмінну від неї, в міру збільшення діаметра, біконічну поверхність пакування. Тому для останніх можна говорити тільки про деякий середній діаметр  $D_{cp}$  намотування нитки. Запропоновано ввести коефіцієнт  $k_{\phi}$  форми пакування і визначати  $D_{cp}$  по формулі:

$$D_{cp} = k_{\phi} \cdot D_{ц} \quad (1)$$

де  $D_{ц}$  - діаметр циліндричної частини пакування.

Залежність між кутовим швидкістю  $\omega_{\phi}$  обертання бобінотримача і діаметром  $D_{ц}$  має наступний вигляд:

$$\omega_{\phi} = \frac{2 \cdot V_{n,cp} \cdot \cos \beta_{cp}}{k_{\phi} \cdot D_{ц}} \quad (2)$$

де  $V_{n,cp}$  - середня швидкість витягування нитки;

$\beta_{cp}$  - середнє значення кута підйому витків нитки.

Аналіз показав, що оскільки продуктивність склоплавильної посудини практично не залежить від швидкості витягування волокна, то при  $l_{x.p} = \text{const}$  для підтримання сталості лінійної щільності нитки достатньо забезпечити незмінну довжину нитки  $L_{cл.п}$  в кожному елементарному шарі намотки, тобто  $L_{cл.п} = \text{const}$ .

Аналітичним методом одержано рівняння для розрахунку  $L_{cл.п}$ , яке має наступний вигляд:

$$L_{cл.п} = \frac{\pi \cdot i}{H_p \cdot \cos \left( \arcs \operatorname{tg} \frac{2 \cdot H_p}{\pi \cdot D_{ц} \cdot i} \right)} \cdot \left[ 2 \cdot \frac{V_p \cdot i}{2 n_s} \cdot \frac{H_p \cdot n_s}{V_p \cdot i} \cdot \left( \frac{H_p \cdot n_s}{V_p \cdot i} + 1 \right) \times \right. \\ \left. \times \left( D_{\delta} + \frac{D_{ц} - D_{\delta}}{\frac{H_p \cdot n_s}{V_p \cdot i}} \cdot \frac{2 \cdot \frac{H_p \cdot n_s}{V_p \cdot i} + 1}{3} \right) + \frac{H_p \cdot n_s}{V_p \cdot i} \cdot (l_{x.p} - H_p) \cdot D_{ц} \right], \quad (3)$$

де  $i$  - відношення частот обертання бобінотримача і ниткорозкладача;  $V_p$  - швидкість ходу вузла розкладача;  $D_{\delta}$  - діаметр нитконосця.

Рівняння одержано при умові  $\beta_{ср} = \beta_{ц}$ , де  $\beta_{ц}$  - кут підйому витків нитки на циліндричній частині пакування. Ця умова допустима, тому що різниця між кутами підйому витків при намотуванні склонитки на циліндричній і конічній частині пакування є незначною.

В результаті моделювання на ЕОМ з пошуком умов для забезпечення  $L_{cл.п} = \text{const}$  було встановлено, що коефіцієнт  $k_p$  форми пакування залежить від діаметра  $D_{ц}$  і від відношення кроку розкладки до довжини ходу розкладача  $H_p / l_{x.p}$ .

Одержано графіки, які дозволяють визначати величини коефіцієнта  $k_{\varphi}$  в робочому діапазоні змінювання параметрів.

Поточне значення частоти обертання бобінотримача визначається за формулою:

$$n_{\sigma} = \frac{n_{\sigma,н} \cdot D_{\sigma}}{k_{\varphi} \cdot D_{\sigma}}, \quad (4)$$

де  $n_{\sigma,н}$  - частота обертання бобінотримача на початку циклу намотування пакування.

Приведено методику визначення залежності  $n_{\sigma} = n(D_{\sigma})$  для забезпечення сталості лінійної шільності нитки.

Аналітичним методом одержано рівняння, яке дозволяє розраховувати розподіл довжини нитки елементарного шару намотки в напрямі осі пакування:

$$L_{\text{сл.н}} = \frac{1}{\cos(\arcs \operatorname{tg} \frac{2 \cdot H_{\rho}}{\pi \cdot D_{\sigma} \cdot l})} \cdot \frac{H_{\rho} \cdot n_{\sigma}}{V_{\rho} \cdot l} \cdot \frac{l}{H_{\rho}} \cdot (l_{\text{х.р}} - H_{\rho}) \cdot \pi \cdot D_{\sigma} +$$

$$+ 2 \cdot \sum_{n_j=1}^{n_j=n} \frac{1}{\cos(\arcs \operatorname{tg} \frac{2 \cdot H_{\rho}}{\pi \cdot (D_{\sigma} + n_j \cdot \frac{D_{\sigma} - D_{\sigma}}{H_{\rho} \cdot n_{\sigma}})})} \cdot n_j \cdot \frac{l}{H_{\rho}} \cdot \frac{V_{\rho} \cdot l}{n_{\sigma}} \cdot \pi \cdot (D_{\sigma} + n_j \cdot \frac{D_{\sigma} - D_{\sigma}}{H_{\rho} \cdot n_{\sigma}}), \quad (5)$$

$$\text{де } n = \left[ \frac{H_{\rho} \cdot n_{\sigma}}{V_{\rho} \cdot l} \right].$$

За допомогою рівняння (5) можна оцінити характер змінювання лінійної шільності нитки елементарного шару намотки на малих відрізках в залежності від розміщення їх у напрямі осі пакування.

Для пакування біконічної форми запропоновано коефіцієнт  $k_6$  часу намотки, який дозволяє визначати масу нитки на циліндричній частині пакування через його повну масу. Визначена залежність коефіцієнта  $k_6$  від відношення  $\Pi r/lx.p$  кроку розкладача до довжини ходу розкладача.

Для проектування логічної схеми управління намотувальним апаратом прийнято модульний принцип, для реалізації якого запропоновано розділити схему на декілька основних вузлів: зворотно-поступального переміщення розкладача; повороту стола з бобінотримачами; управління режимом роботи перетворювачів частоти. Розроблені математичні моделі дискретних модулів управління основними вузлами намотувального апарата.

У третій главі перевірена адекватність розробленої математичної моделі об'єкту дослідження і розроблена методика визначення залежності  $n_0 = n(t)$  частоти обертання бобінотримача від часу намотування для забезпечення сталості лінійної цільності склонитки.

Для оцінки адекватності одержаної математичної моделі були використані експериментальні дані, що одержані при випробуванні намотувальних апаратів з пошарово-хрестовою схемою намотки склонитки фірми "Бісон" (Англія), які експлуатуються в м. Полоцьку. Близький збіг експериментальних і розрахункових результатів свідчить про достовірність розробленої математичної моделі і дає обґрунтування для використання її при визначенні залежності частоти обертання бобінотримача від діаметра пакування.

Вказані експериментальні дані були використані також для визначення залежності середньої об'ємної цільності тіла намотки від діаметра пакування. В зв'язку з тим, що середня об'ємна

цільність тіла намотки значно зростає із збільшенням діаметра пакування, аналітична залежність діаметра пакування від часу намотування може бути досить громіздкою. Тому зазначена залежність визначалась за експериментальними даними.

На основі теоретичної залежності  $n_g = n(D_c)$  і експериментальної  $D_c = D(t)$  запропонована методика визначення залежності  $n_g = n(t)$  для підтримання сталості лінійної цільності нитки.

Одержано графіки залежності для випадків вироблення скло-нитки лінійною цільністю 11, 22, 26, 34 и 36 текс.

Проведено апроксимацію одержаних графіків залежності  $n_g = n(t)$  методом найменших квадратів з допомогою лінійної функції виду  $n_g = at + b$  і з допомогою гіперболічної функції виду  $n_g = 1/(at + b)$ . Коефіцієнти кореляції у останньому випадку виявилися децю вищими. Отже, закон управління частотою обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу для підтримання сталості лінійної цільності скло-нитки при поварово-хрестовій намотці не є оптимальним.

У четвертій главі приведені результати моделювання на ЕОМ намотування текстильної скло-нитки з визначенням показників якості нитки.

При розрахунках приймался до уваги тільки вплив на показники якості скло-нитки, що обумовлений недостатньою відповідністю закону управління частотою обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу для одержання скло-нитки з мінімальними відхиленнями лінійної цільності від заданої. Вплив інших несприятливих факторів вважався відсутнім.

Розрахунки виконувались за умовою, що регулювання частоти обертання бобінотримача в функції часу намотування у відповідності з залежністю  $n_g = n(t)$ , яка визначена за розробленою мето-

диком, забезпечує мінімальні відхилення лінійної щільності скляної нитки від заданої. Для закону управління частотою обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу розглядалися два випадки: 1) пряма  $n_g = at + b$  є апроксимацією залежності  $n_g = n(t)$  методом найменших квадратів; 2) пряма  $n_g = at + b$  є апроксимацією залежності  $n_g = n(t)$  методом хорд і з'єднує дві крайні точки кривої.

Результати розрахунків показують, що у першому випадку зменшуються відхилення лінійної щільності нитки від заданої в порівнянні з відповідними показниками в другому випадку. Проте коефіцієнти варіації лінійної щільності нитки для обох випадків приблизно однакові.

У відповідності до проведених розрахунків для випадку використання закону управління у вигляді лінійної функції часу розроблено рекомендації по налагоджуванню технологічного процесу з метою зменшення відхилень лінійної щільності виробляємої нитки від заданої. При виробленні склониток 11, 22, 26, 34, 36 текс рекомендується установлювати лінійну щільність нитки вище заданої на початку намотування пакування відповідно на 0,5%, 1,0%, 2,0%, 0,7%, 0,6%, а в кінці намотування – на 0,5%, 0,8%, 1,1%, 0,7%, 0,3%.

Приведено результати розрахунків показників якості склонитки при законі управління частотою обертання бобінотримача, який відповідає кусочно-лінійній апроксимації залежності  $n_g = n(t)$  з допомогою двох ділянок. В цьому випадку розрахований коефіцієнт варіації лінійної щільності зменшився приблизно вдвічі в порівнянні з відповідними показниками при законі управління  $n_g = at + b$ .

У п'ятій главі приведено опис приводного пристрою намотувального апарата, а також результати випробування його в умовах виробництва.

Відмічено, що бобінотримачі апаратів для намотування скло-нитки відзначаються підвищеним моментом інерції. Пускові характеристики електроприводів бобінотримачів оцінювались нами за величиною коефіцієнта інерції, який показує у скільки разів приведений до валу двигуна сумарний динамічний момент інерції перевищує динамічний момент інерції ротора двигуна. Для приводу бобінотримача апарата марки ПАС-4 коефіцієнт інерції досяг 112, що внесло деяку складність до реалізації пуску електропривода.

Для розробленого раніше і серійно виготовляемого намотувального апарата марки ПАС-3 з бобінотримачами типу БС-01М, де застосовувався нерегульований електропривод, було рекомендовано збільшення потужності двигуна на одну ступінь по шкалі потужностей із умов пуску, що дозволило понизити коефіцієнт інерції приводу з 97 до 86. Експлуатація більш ніж 1000 шт. апаратів ПАС-3 підтвердила вірність такого рішення.

Регульований електропривод бобінотримача апарата марки ПАС-4, що виконаний по системі "перетворювач частоти - асинхронний двигун", дозволив здійснювати частотний пуск бобінотримача. Проте, в умовах обмеженої потужності перетворювача частоти виникла проблема зменшення часу пуску. Було встановлено експериментально, що час пуску можна зменшити на 10-20%, якщо інтенсивність підвищення вихідної частоти перетворювача в період пуску не підтримувати постійною, а підвищувати в міру збільшення часу розгону бобінотримача.

Розглянуто два варіанти реалізації приводного пристрою намотувального апарата у випадку оснащення його датчиком діаметра пакування. В першому з них датчиком діаметра був змінний резистор з лінійною характеристикою, а в другому - безконтактний сельсин.

У першому випадку для формування потрібної гіперболічної залежності частоти обертання бобінотримача від діаметра пакування використовувалась аналогічна залежність струму в ланцві від величини його опору. Сигнал, пропорційний струму, використовувався для управління електроприводом бобінотримача.

При використанні безконтактного сельсина за рахунок перемноження сигналів, пропорційних діаметру пакування і частоті його обертання, формувався сигнал, пропорційний лінійній швидкості нитки. Зазначений сигнал використовувався для введення негативного зворотного зв'язку в систему електроприводу бобінотримача з метою стабілізації лінійної швидкості нитки при збільшенні діаметра пакування.

Розроблено два варіанти програмного пристрою (ПП) для управління частотою обертання бобінотримача в функції часу намотування.

Перший варіант ПП побудований на принципі цифро-аналогового обчислювального перетворювача інформації. Послідовність імпульсів з керованого дільника, яким задається час циклу намотки, подається на лічильник. Паралельний двійковий код з виходу лічильника приходить на мікросхему пам'яті К573Р05, а з неї - на вхід цифро-аналогового перетворювача (ЦАП) і на операційні підсилювачі. Вид функціональної залежності визначається програмою, записаною в пам'яті. Відтворення функціональної залежності здійснюється методом кусочно-ступінчатої апроксимації.

Другий варіант ПП виконано на основі процесора і елементів пам'яті мікрокалькулятора "Електроніка МК-46", а також таймера, перетворювача кодів і ЦАП типу К572ПА2А. Необхідна для відтворення функціональна залежність може бути задана в аналітичному виді.

Випробування апарата марки НАС-4 проводились при використанні закону управління частотою обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу. На початку випробувань вироблялась скляна нитка марки БСВ-34 з лінійною щільністю 34 текс. Фізико-механічні показники якості відповідали вимогам регламенту на виробництво склонитки з використанням крохмального замаслювача № 47/86 від 25.12.86 р., що діє на Полоцькому заводі скловолокна. При цьому продукція, яка вироблялась з використанням апарата марки НАС-4, відповідала вищій категорії якості і відправлялась на переробку нарівні з серійною продукцією, що вироблялась з використанням намотувальних апаратів фірми "Bimon" (Англія).

На основі експериментальних і розрахункових даних, що одержані в главі четвертій, проведено орієнтовну оцінку негативного дольового впливу на величину фактичного коефіцієнта варіації лінійної щільності нитки між недостатньою відповідністю закону управління частотою обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу для одержання нитки з мінімальними відхиленнями лінійної щільності і рештов несприятливих факторів. Доля останніх складає біля 70%. Це дозволяє зробити висновок, що задачу зменшення коефіцієнта варіації лінійної щільності склонитки слід вирішувати за рахунок локалізації всіх несприятливих факторів, включаючи зовнішні умови роботи намотувального апарата (відхилення температури і рівня розплаву скла в склоплавильній посудині та ін.).

По результатах випробувань апарат марки НАС-4 був прийнятий міжвідомчою комісією і рекомендований до серійного виробництва. Це дозволило відмовитися від закупівлі закордонних апаратів і заощадити більше десяти тисяч доларів на кошик.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Розроблено метод оцінки сталості лінійної щільності текстильної скляної нитки для поварово-хрестової намотки з незмінною довжиною ходу розкладача. Метод базується на розрахунку довжини нитки в елементарному шарі намотки. Аналітичним методом одержано формулу для розрахунку зазначеної довжини.

2. Одержано теоретичні залежності, які дозволяють визначати розподіл довжини нитки елементарного шару намотки в напрямі осі пакування, а також характер змінювання лінійної щільності нитки на малих відрізках.

3. Для математичної моделі поварово-хрестової намотки запропоновано ввести коефіцієнт форми біконічного пакування і визначена залежність його від параметрів процесу намотки. Показано, що коефіцієнт форми залежить від діаметра пакування і від співвідношення кроку розкладки та довжини ходу вузла розкладача.

Запропоновано ввести також коефіцієнт часу намотки, який дозволяє визначати масу нитки на циліндричній частині пакування через його повну масу.

4. Розроблено методику визначення залежності частоти обертання бобінотримача від діаметра пакування для забезпечення сталості лінійної щільності склонитки.

5. Розроблено методику визначення залежності частоти обертання бобінотримача від часу намотування для забезпечення сталості лінійної щільності нитки. Зазначена методика передана АТ "Хімікстекстильман" з метою використання при проведенні науково-дослідних робіт і дослідно-конструкторських робіт для створення бобінотримачів, а також Чернігівському технологічному інституту для використання у навчальному процесі.

6. Проведено орієнтовну оцінку розподілу негативного дольового впливу на величину фактичного коефіцієнта варіації лінійної щільності склонитки між недостатньою відповідністю закону управління частотом обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу для одержання нитки з мінімальними відхиленнями лінійної щільності і рештою несприятливих факторів. Доля останніх складає біля 70 %.

7. Розроблено рекомендації для вибору значень лінійної щільності нитки на початку і в кінці намотування пакування при законі управління частотом обертання бобінотримача у вигляді лінійної функції часу з метою зменшення відхилень лінійної щільності нитки від заданої.

8. Розроблено математичні моделі дискретних модулів управління основними вузлами апарата для намотування склонитки за пошарово-хрестовою схемою.

9. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень розроблено приводний пристрій намотувального апарата, який успішно витримав випробування на заводі скловолокна в м. Полоцьку і був рекомендований міжвідомчою комісією до серійного виробництва. Це дозволило відмовитися від закупівчі закордонних намотувальних апаратів і заощадити більше десяти тисяч доларів на кожнім.

Основні положення дисертації опубліковано у наступних роботах:

1. Ковель Д. Н. К вопросу о математической модели процесса намотки стеклянного волокна. Чернигов, 1990. 16 с. - Рукопись представлена НПО "Химтекстильмаш". Деп.: в ЦНТИ "Поиск", 1990. № 035-4721.

2. Кошель В.Н., Теленгатор Е.Б., Нестерец Н.П., Бондарь В.М. Электропривод намотывающего аппарата для приемки стекловолокон. // Тез. докл. Всес. Научн.-техн. конф. "Создание прогрессивного оборудования для производства химических волокон" / Чернигов, 1987. с.29-30.
3. Нестерец Н.П., Кошель В.Н. Программный задатчик регулятора скорости намотки стеклонитей // Сб. Науч. тр./ВНИИЛтек-маш. -М.:1987. с. 155-162.
4. Кошель В.Н., Минак Я. А. К вопросу выбора мощности электродвигателя для бобинодержателя типа БС-01 // Сб. Науч. тр./ВНИИЛтекмаш. -М. 1984. С.100-106.
5. Фрадин А.Ш., Смагоринский А.Б., Кошель В.Н. и др. Устройство для регулирования скорости намотки нити. А.с.Н 553183 (СССР), опубл. в БИ № 13, 1977.
6. Колибо В.П., Фрадин А.Ш., Смагоринский А.Б., Кошель В.Н. Устройство для регулирования скорости намотки нити. А.с. № 602456 (СССР), опубл. в БИ № 30, 1978.
7. Смагоринский А.Б., Фрадин А.Ш., Кошель В.Н. Электропривод приемно-намоточных механизмов с регулированием скорости в функции диаметра паковки // Тез. докл. 2 Всес. научн.-техн. конф. по автоматизированному электроприводу в текст. и легк. пром-сти. М. 1975. с.40.
8. Смагоринский А.Б., Фрадин А.Ш., Кошель В.Н. Электропривод приемно-намоточного механизма. Информационный листок № 009-76, серия II-20. ЦНИИТЭлегнищемаш, 1976.
9. Нестерец Н.П., Борщ Н.Н., Кошель В.Н. Основные направления разработки оборудования для производства минеральных нитей. Доп. в ГНТБ Украины. 01.07.96, № 1543-Ук96.

## A N N O T A T I O N

Kochel V.N. "The development and analysis of the apparatus drive for winding of the textile glassfibre", the Manuscript, thesis for competition of the technical sciences candidate's degree on speciality 05.19.09 - machines and light industry sets, State Academy of light industry of Ukraine, Kiev, 1996. The Work is devoted to the development of the apparatus drive for layer-cross winding of glass fibres and improving of the technological winding operations in order to improve, the yarns quality index. An analytic method of estimation of the constancy of linear number of glass yarns when winding it with constant length of reciprocating movement of the handler's unit is proposed. The estimation technique of the dependence of the bobbin-carrier's rotational speed on the time of winding is developed for providing the constancy of glass yarns linear number. The effective drive of the winding apparatus is developed.

## А Н Н О Т А Ц И Я

Кошель В.Н. "Разработка и исследование приводного устройства аппарата для наматывания текстильной стеклянной нити", рукопись, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.09 - машины и агрегаты легкой промышленности, Гос. академия легк. пром-ти Украина, Киев, 1996. Диссертационная работа посвящена разработке приводного устройства аппарата для послойно-крестовой намотки текстильной стеклонити и совершенствованию технологических режимов наматывания с целью улучшения показателей качества нити. Предложен аналитический метод оценки постоянства линейной плотности стеклонити при наматывании ее с неизменной длиной возвратно-поступательного хода узла раскладчика. Разработана методика определения зависимости частоты вращения бобнодержателя от времени наматывания для обеспечения постоянства линейной плотности стеклонити. Разработано эффективное приводное устройство наматывающего аппарата.

Ключові слова: текстильна склонитка, пошарово-крестова схема намотки, математична модель, сталість лінійної щільності нитки, програмний електропривод.



Ag. 3. 3. 1. 35

1135985

**AB 36.132**