

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ**

**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАТРОНИКИ ТА КОМПЮТЕРНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА МАШИН

Пояснювальна записка

до бакалаврського дипломного проєкту

на тему **СИСТЕМА ПОДАЧІ НИТОК НА АВТОМАТІ
ШТУЧНИХ ТРИКОТАЖНИХ ВИРОБІВ**

Виконав: студент 4 курсу,
групи БПМск-19
спеціальність Прикладна
механіка

Романів Л.П.

Керівник Березін Л.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Ковальов С.О.

Київ-2021

АНОТАЦІЯ

Романів Л. П. Система подачі ниток на автоматі штучних трикотажних виробів. – Рукопис.

Дипломна бакалаврська робота за спеціальністю 131. Прикладна механіка. – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2021 рік.

В дипломній бакалаврській роботі на прикладі одноциліндрових шкарпеткових автоматів розглянуто питання подачі ниток в зону в'язання, обриви яких найбільше лімітують надійність автоматів в цілому.

Метою роботи є аналіз існуючих систем пасивної та активної подачі ниток на шкарпеткових автоматах, розробка методологічних положень структурного та параметричного синтезу пасивної подачі ниток та розгляд питань застосування активної системи примусової подачі ниток на основі подавача ниток з функцією їх накопичення.

Розглядалися наступні завдання: узагальнення інформації щодо проєктування систем пасивної подачі ниток та їх параметричних розрахунків; аналіз конструкцій накопичувачів ниток активної системи подачі, обґрунтований його вибір та розрахунки його найбільш важливих елементів.

Представлені практичні рекомендації дозволяють обґрунтовано приймати раціональні конструкторські рішення щодо систем подачі ниток на шкарпеткових автоматах.

Бакалаврська робота об'ємом в 41 сторінок складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку використаної літератури. Кількість рисунків в роботі – 6, таблиць – 1, бібліографія – 29 позицій.

Ключові слова: подача нитки, пасивна та активна системи, подавач нитки, розрахунок, надійність.

SUMMARY

Romaniv L.P. Thread supply system on the machine of artificial knitwear. - Manuscript.

Thesis undergraduate specialty 131. Applied Mechanics. - Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2021.

In the bachelor's thesis on the example of single-cylinder sock machines, the issue of feeding threads into the knitting zone is considered, the breaks of which most limit the reliability of the machines as a whole.

The aim of the work is to analyze the existing systems of passive and active feeding of threads on sock machines, development of methodological provisions of structural and parametric synthesis of passive feeding of threads and consideration of application of active system of forced feeding of threads on the basis of thread feeder with their accumulation function.

The following tasks were considered: generalization of information on the design of passive yarn supply systems and their parametric calculations; analysis of the designs of thread accumulators of the active feed system, substantiated its choice and calculations of its most important elements.

The presented practical recommendations allow to make reasonable design decisions concerning systems of giving of threads on sock automatic machines.

The 41-page undergraduate thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, and a list of references. Number of figures in the work - 6, tables - 1, bibliography - 29 items.

Keywords: thread feed, passive and active systems, thread feeder, calculation, reliability.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ЩОДО КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ ПОДАЧІ НИТОК НА ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТАХ.....	6
1.1. Конструкції систем подачі ниток на шкарпеткових автоматах.....	6
1.2. Огляд робіт стосовно працездатності систем подачі ниток на шкарпеткових автоматах	11
Висновки до розділу 1.....	12
РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРНИЙ ТА ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПАСИВНОЇ ПОДАЧІ НИТОК.....	13
2.1. Основні положення до синтезу системи пасивної подачі ниток.....	13
2.2. Геометричний розрахунок положень елементів пасивної системи подачі ниток за заданим натягом нитки в зоні в'язання	17
Висновки до розділу 2.....	19
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ПОДАВАЧА НИТОК З ІНДИВІДУАЛЬНИМ ПРИВОДОМ.....	21
3.1. Вимоги, що висуваються до подавачів ниток	21
3.2. Конструкція подавача ниток для шкарпеткового автомату та його розрахунки.....	22
3.3. Розрахунки до конструкції подавача ниток.....	23
Висновки до розділу 3.....	30
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33
ДОДАТКИ.....	35
Додаток 1. Розрахунок параметрів системи пасивної подачі ниток.....	36
Додаток 2.Розрахунок сил, які діють на вал подавача ниток.....	38
Додаток 3. Розрахунок ймовірності не руйнування валу подавача ниток.....	49

ВСТУП

Удосконалення шкарпеткових автоматів на сучасному етапі їх виробництва супроводжується значними підвищеннями технологічних швидкостей, що викликає збільшення динамічних навантажень в механізмах та, як наслідок, підвищення кількості функціональних та параметричних відмов. На сучасних шкарпеткових автоматах реалізується частота обертання голкового циліндру порядку 1800 обертів за хвилину, а швидкість споживання ниток – до 8 м/с. По відомостям іноземних виробників шкарпеток на автоматах з підвищеною швидкістю виникають певні проблеми, які пов'язані саме з переробкою пряжі і, передусім, з обривами ниток та погіршенням якості шкарпеткових виробів.

На шкарпеткових автоматах, які використовують на вітчизняному виробництві виявлено, що на долю системи подачі ниток припадає 65-70% відмов, після яких відбувається зрив виробу. Наприклад, через обриви пряжі технологічні відходи при в'язанні бавовняних шкарпеток перевищують 10-15%. Низька надійність системи подачі ниток призводить до зниження продуктивності шкарпеткових автоматів, погіршенню якості продукції, збільшенню витрат на сировину, експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування обладнання. В зв'язку з цим актуальною є необхідність удосконалення систем пасивної подачі ниток, які в більшості використовуються на підприємствах, та застосування нового підходу щодо подачі ниток на шкарпеткових автоматах, що проектуються.

Питання подачі ниток широко розглядалися в літературних джерелах: ставилися задачі по визначенню умов проходження ниток через окремі елементи пасивних систем, вивченню зміни натягу ниток в системі в'язання тощо. Однак, загальна методика проектування систем пасивної подачі ниток відсутня. Менше уваги приділялося розробкам активних систем подачі ниток стосовно шкарпеткових автоматів. В зв'язку з підвищенням швидкісних режимів, розширенням номенклатури волокон, підвищенням вимог за критеріями стабільності та граничного рівня натягу ниток на вході в систему в'язання, зміні асортименту виробів за кольоровою гаммою та переплетеннями застосування активних систем подачі ниток є не тільки доцільним, а й необхідним.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літера.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>						5	
<i>Перевірів</i>							
<i>Н. Контроль</i>							
<i>Затвердив</i>							

1. СТАН ПИТАННЯ ЩОДО КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ ПОДАЧІ НИТОК НА ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТАХ

1.1. Конструкції систем подачі ниток на шкарпеткових автоматах

За способом подачі ниток в зону в'язання на шкарпеткових автоматах розрізняють два способи: пасивний (негативний) та активний (позитивний)[1]. Пасивна подача ниток передбачає їх змотування з бобін шпулярників з подальшим рухом, який відбувається при захопленні нитки та споживання її для відтворення технологічного процесу утворення петель в'язальними голками та платинами. Активна подача ниток реалізує таке їх переміщення, яке відбувається з заданою швидкістю та примусовим натягом від спеціального механізму, який називають ниткоподавач.

Системи пасивної подачі ниток розрізняють з ручним та автоматичним регулюванням натягу ниток, а активні – з груповим та індивідуальним приводом ниткоподавача.

Конструкції систем з пасивною подачею ниток є відомими, оскільки на більшості автоматів вітчизняного виробництва використовують саме їх без особливо різноманітних конструктивних рішень. Встановлено, що з можливих відмов автоматів переважають ті, що викликані обривами ниток, на які припадає 65-70% від загальної кількості. Геометрична складова тракту пасивної подачі ниток значно впливає на обривність ниток в зоні в'язання в момент включення їх в процес петлетворення. Це зумовлено передусім підвищенням натягу ниток при спуску перших витків з конусної поверхні бобіни, що призводить до відмови, що спричиняє брак виробу і необхідності перезапуску автомату.

Окрім того, зменшення ниток на бобіни також негативно впливає на стабільність натягу ниток та потребує безперервного регулювання (не менше п'яти разів за час вироблення повної бобіни ниток. максимальна кількість відмов припадає на ділянку від контактної коробочки до в'язальної зони включно, причому обрив в кожному випадку є критичним для виготовлення шкарпетки.

Система подачі ниток на одноциліндрових шкарпеткових автоматах складається з множини елементів, які необхідні для подачі ниток в зону в'язання. При цьому відсутні основні положення їх проектування, що ускладнює конструкторські проекти при синтезі систем подачі ниток за вимогами забезпечення стабільності та заданого рівня натягу на вході в зону в'язання.

Враховуючи значний парк шкарпеткового обладнання, інтенсифікацію швидкісних параметрів шкарпеткових автоматів, яка значно впливає на їх експлуатаційну надійність та особливо на якість виготовлення шкарпеток, питання структурного синтезу та раціоналізації параметрів елементів пасивної системи на

					СПН 000.00.00.000 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	стаді проектування потребує нагального розв'язку.				<i>Літера.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>						6	
<i>Н. Контроль</i>							
<i>Затвердив</i>							

На сучасному етапі більше уваги приділяють розробкам та впровадженням пасивних систем, що пояснюється підвищенням виробничих швидкостей, розширенням номенклатури волокон, що застосовуються підвищення вимог за стабільністю граничного рівня натягу ниток на вході в систему в'язання. Якщо питання подачі ниток на круглов'язальних машинах з великим діаметром голкового циліндру в цілому розв'язана за рахунок застосування активних систем з груповим приводом, то на шкарпеткових автоматах через зміну періодичності споживання ниток з різноманітністю швидкостей можливе використання тільки подавачів з індивідуальним приводом. Також необхідно виділити особливості вимог до роботи наткоподавачів для шкарпеткових автоматів, зокрема, необхідність одношарового розкладання ниток на барабані ниткоподавача.

Пристрої для активної подачі ниток поділяються на наступні групи: за сталістю швидкості подачі, регулюванням натягу ниток, регулюванням натягу з нагромадженням нитки та комбіновані пристрої з можливістю регулювання швидкості на натягу одночасно.

Сталість швидкості подачі ниток забезпечується контролем та стабілізацією довжини нитки в петельних структурах щодо ниток, що відносно не розтягуються. Передусім це пристрої, які працюють за рахунок сил тертя при обгинанні ниткою циліндру з поверхнею з фрикційного матеріалу; защемленням нитки поміж двох циліндрів або поміж циліндром та провідною стрічкою.

Сталість швидкості в залежності від виду покриття змінює число витків нитки. Перевагою такого механізму є те, що при обриві нитки перед барабаном маємо її запас, що унеможливорює зрив виробу.

Стабілізатори з стрічки включають приводну стрічку, ряд роликів, колесо ведуче та пристрій натягу. Стрічка рухається від дії ведучого колеса, діаметр якого змінюється спеціальною рукояттю. Незначну зміну швидкості забезпечують натягом стрічки від натяжного пристрою. Подачу гумових ниток типу спандекс виконують механізми з реалізацією руху від самого пакування.

В стабілізаторах натягу ниток барабан, який призначено для накопичення ниток має певну періодичність обертання. Споживання нитки через змотування з бобіни відбувається активно, а при накопиченні необхідної кількості вмикається датчик зупинки двигуна приводу. Змотування нитки через стабілізатор з барабана пасивне. На виході нитки на барабан встановлюється тарілочка з пружинами, що дозволяє забезпечити на виході заданий рівень натягу. Сталість натягу при подачі ниток створюється від того, що нитки знімаються з барабанів однакових діаметрів. Конструкції перелічених механізмів випускає фірма IRO Меммінгер [2], які встановлюють переважно на круглов'язальних машинах.

Для в'язання трикотажу з текстурованих та високо еластичних ниток розроблені пристрої активної подачі з накопичувачами ниток на відповідному барабані шляхом утворення на ньому витків нитки з наявністю запасу нитки на барабані, що запобігає утворенню дефектів внаслідок зриву полотна в момент зупинки машини.

Конструкції, що реалізують активну подачу нитки за будовою робочого елемента для руху нитки, поділяють на ряд видів: шестерні-фурнісери; барабан з

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горизонтальним розміщенням; з конусом; з вертикальним конусом і кабестан; з плоско-пасовою передачею; з додатковим накопичувачем ниток.

Основна задача механізмів активної подачі ниток - забезпечення їх подачі з встановленою швидкістю для споживання в'язальними голками машини. Дана задача реалізується в механізмах установчим регулюванням, що змінює в широких границях швидкість подачі ниток та автоматичне регулювання для зміни витрати нитки при роботі машини.

Конструкція, яка має конічний рифлений барабан, має обертання з сталою частотою. Проміжок між барабанами встановлюють від виду нитки при умові зачеплення її зубами барабану. Нитку заправляють через вічко важеля і плечевого важеля. При недостатній подачі нитки двох плечий важіль переносить нитки на діаметр більшого розміру, що приводить до підвищення колової швидкості подачі нитки. До недоліку такої конструкції відносять запізнення на реагування зміни швидкості.

В регулюючих конструкціях для натягу барабан має обертання з сталою швидкістю, яка більше від швидкості споживання голкою нитки. Це призводить до того, що натяг нитки зменшується і не повністю нитка може пров'язуватися. Залишок нитки призводить до відходу її з барабану, що спричиняє розрив з барабаном. Це викликає на деякий час до зупинення подачі. Якщо споживання нитки поновлюється, то барабан продовжує обертання та накопичення нитки.

З найбільш відомих конструкцій подачі нитки зарубіжних фірм відносяться механізми корпорації Меммінгер ІРО. Для подачі спандекса ІРО пропанує пристрій ЕІап як «еластинний фурнісер для примусової подачі». Подавач нитки реалізує стабілізацію швидкості за рахунок примусового обертання барабану. Іноді забезпечується мікропроцесорним пристроєм для обслуговування 4-х спеціально сконструйованих пристроїв для задання швидкості подавання ниток.

Для ниток з еластику пропонують накопичувач МЕР-2-еластинний ролик, який подає нитки з 4-х катушок, які рухаються від барабанів. Кількість нитки забезпечує швидкість необхідну для в'язання, яку встановлюють для всіх катушок від регулюючого диску вручну.

При примусовій подачі нитки через фурнісери моделей МРF 10-К...МРF 30-К барабан обертається від коліс, рух яких задається від стрічок. За кількістю стрічок 1,2 і 3 фурнісери маркують. Нитки проходять через пристрій гальмування, намотують на катушку із швидкістю обертання, яка задається подачею нитки з подальшим входженням в пристрій стабілізації натягу нитки. Кільця від фурнісеру утримуються крючками, а обертання їх проти руху подачі ниток забезпечує їх гальмування. З метою самоочищення кільця вібрують, що перешкоджає набиватися пуху. Пристрої забезпечують підвищення ККД машини, зменшують знос через нитки гальмівних тарілочок, збільшують строк роботи та проміжки між чистками обладнання. Основне призначення таких подавачів ниток - при в'язанні текстурованих ниток.

Фурнісер SFT з функцією накопичування ниток використовують на всіх трикотажних машинах, наприклад, модифікація SFT-2, яка забезпечує швидкість нитки в межах 500...600 м/хв. на плоско-в'язальних машинах та шкарпеткових автоматах і більше 200 м/хв. при виробітку плюшу на в'язальних машинах, SFT-4 –

					СПН 000.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			8

за швидкістю в межах 340...400 м/хв. на плоских та круглих в'язальних машинах, SFT-6 - за швидкістю 230...280 м/хв. при виробітку жакардових переплетень. Фурнисери Novaknit випускаються з електричним зупинником та без нього. В конструкціях фурнисерів маємо пристрої для стягування нитки з бобіни. Пристрій стягує нитку ексцентриком, який називають «п'яною бочкою».

Електронний фурнисер EFS застосовують при подачі натуральних ниток - модифікація EFS-21 та хімічних волокон - EFS-22, для еластичних - модифікація EFS-31) та оплетених гумових ниток - модифікація EFS-32. В них спеціальним регулятором задається натяг нитки, що встановлюється спеціальним пристроєм. Нитка проходить ролик, компенсатор та важіль. Положення важелю впливає на частоту обертання ролика. Якщо необхідно збільшити швидкість, важіль опускають, при недостатньому натягу – важіль піднімається, що призводить до пониження швидкості. Натяг нитки послаблюється при виключенні нитки з роботи до 20%.

Конструкції механізмів для примусової подачі нитки з функцією накопичування розглянемо за результатами патентного пошуку.

Такий принцип застосовано для подачі нитки з циліндричного барабана для накоплення витків [3]. Даний ниткоподавач має недолік - не можливість одношарового прокладання нитки на барабан. Це впливає на можливу нестабільність натягу нитки в системі в'язання, передусім для залишкових витків на циліндрі. До подавачів ниток, які мають нерухомий барабан для накопичування відносять конструкцію з нерухомим конусом [4]. Її недолік - накопичування нитки на барабані виконується багато шарово, так як відбувається зміщення витків нитки по барабану через його конусну частину. Для усунення недоліку в попередньому пристрої використовують нахилене кільце, яке починає вібрувати через обертання валу і зсувати намотані нитки вздовж барабану [5]. До недоліку цього ниткоподавача відноситься низька його функціональна надійність. Для одношарової навивки нитки на поверхні зубів необхідно створити певний натяг нитки і підтримувати його заданим. Але вхідний натяг нитки перешкоджатиме утворенню запасу нитки як вільного нерівномірного навитого листа. Також, вхідний натяг нитки потребує строго контролю за певним сталим рівнем.

Конструкція з рухомим барабаном представлена в [6]. Відмінність її роботи полягає в тому, що нитка намотується та огинає під гострим кутом до осі поверхню стержня накопичувального барабану. Це впливає на переміщення намотаних на барабан витків нитки до низу. Недолік даної конструкції полягає в тому, що необхідно враховувати величину кроку розкладання нитки на поверхні барабану від зміни натягу нитки на вході.

Пристрої з регулюванням натягу нитки поділяються з регулюванням відхилення натягу або швидкості. Сучасним є спосіб зменшення ступеня і відхилення натягу нитки, коли нитка запроваджується навколо обертаючого циліндра. Якщо лінійна швидкість циліндра більше за повздовжню швидкість нитки, то маємо певні кути охоплення ниткою циліндру та враховуються фрикційні властивості нитки та поверхні циліндра. Таким чином забезпечується значна стабілізація та зменшення натягу нитки.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Регулювання за швидкістю нитки покращує не стільки точність заданої довжини петлі, а також призводить до оптимального та сталого вхідного натягу нитки незалежно від величини її натягу при сході з бобіни.

Враховували також динаміку змін в виробництві шкарпеткового обладнання, яка представлена на всесвітніх профільних виставках минулих років (ITMA-2019 або ITMA ASIA+CITMA-2018 [7]). Користувалась експрес-інформація з останньої виставки досягнень в текстильній промисловості ITMA-2019, напрацювань Європейського комітету виробників текстильних машин SEMATEX. До найсучаснішої розробки стосовно подавачів ниток належить пристрій компанії BTSR International S.P.A. з мікросистемою активної подачі пряжі Ultrafeeder 2. Пристрій забезпечує контроль сталого натягу і задану швидкість споживання із функцією позитивного накопичення пряжі на барабані (для створення запасу та запобігання обриву в зоні в'язання), включаючи систему anti-twist із вбудованим детектором вузлів. Для в'язання еластомерів розроблений податчик Rolling Med як оновлена версія пристрою Rolling Feeder.

Компанією BTSR також запропонована система терміналу Smart Matrix 64H з електронними датчиками IS4F HTS, яка дозволяє здійснювати програмування та контроль споживання пряжі в реальному часі з отриманням звітності даних для моніторингу виробництва. За словами розробників, використання системи здатне усунути щонайменше 80% відходів, які зазвичай трапляються на виробництві.

Таким чином, огляд та аналіз систем подачі ниток засвідчує про їх різноманітність конструктивного виконання та тенденції до створення їх з обертовим барабаном та груповим приводом. Класифікація ниткоподавачів з функцією накопичення нитки показано на рис.1.1.

					СПП 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

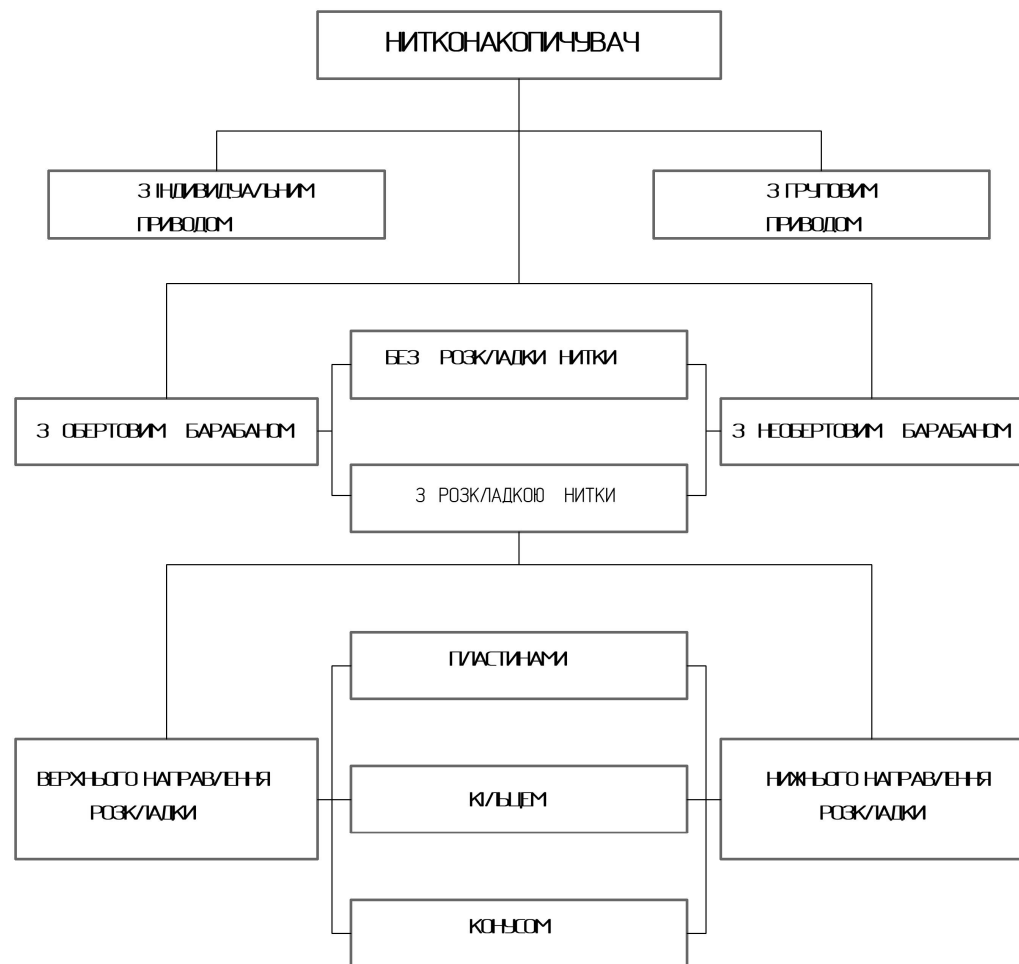


Рис.1.1. Класифікація ниткоподавачів з функцією накопичення нитки

1.2. Огляд робіт стосовно працездатності систем подачі ниток на шкарпеткових автоматах

Серед робіт стосовно систем подачі ниток на шкарпеткових автоматах виділяються [8, 9], де детально вивчені основні фактори, що впливають на стабілізацію довжини нитки в петлі та представлені теоретичні основи методів стабілізації контролю процесу в'язання та однорідності петельної структури виробу. Вивченню роботи шкарпеткових автоматів сприяє збільшення швидкісних параметрів петлетворення, яке супроводжується пониженням експлуатаційної надійності як систем подачі ниток, так і автоматів в цілому за рахунок зростання кількості обривів. Цікавою є робота [10] по аналізу обривів ниток на шкарпеткових автоматах за ділянками тракту ниток від бобіни до нитководу в в'язальній зоні. Розглянуто процес змотування ниток з нерухомого пакування для визначення середнього натягу нитки в залежності від радіусу балону, який утворюється ниткою. Виявлені закономірності зміни середнього натягу нитки в вершині балону в залежності від зміни діаметру бобіни.

Встановлено [11], що форма бобіни впливає на зміну величини натягу нитки в порівнянні з положенням бобін, а застосування механізмів подачі ниток з накопичувачем забезпечує отримання стабільних розмірів виробів. Оцінювали також вплив подачі ниток з накопиченням на основні характеристики виробу:

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

волосатість, якість рисунків та переплетень. Аналіз свідчить, що нитко накопичувач усуває вплив зміни діаметру бобін та щільності її намотування. З іншого боку, виявлено, що механізми з накопичувачами, що обертаються, приводять до появи зміни крутки ниток, що може спричинити додаткові обриви ниток.

В роботі [12] виконаний аналіз руху нитки в пристрої подачі ниток з циліндричними розкладачами, які зсувають витки вздовж твірної подаючого барабану. Регулюванням величиною нахилу розкладника досягають зміни кроку витків, що прокладаються.

Аналіз результатів експлуатаційних спостережень за роботою шкарпеткових автоматів [13] показав, що визначальною причиною виробів з різною довжиною є нерівномірність натягу нитки при змотуванні її з бобін, а застосування механізмів примусової подачі ниток значно знижує коливання натягу ниток і, як наслідок, дозволяє зменшити відхилення довжин петель до 4%.

Висновки до розділу 1

1. Виконано огляд систем подачі нитки, що переважно використовуються на сучасних підприємствах з виготовлення шкарпеткових виробів з переліком їх переваг та недоліків. Для переважної більшості автоматів з існуючою пасивною системою подачі ниток доцільно застосовувати структурний синтез при проектуванні для забезпечення достатнього рівня функціональної (впливає на кількість обривів ниток) та параметричної надійності (впливає на якість шкарпеток) при модернізації шкарпеткового обладнання.

2. Зазначено, що застосування систем активної подачі нитки на шкарпеткових автоматах є перспективним, а одним зі шляхів удосконалення механізмів системи примусової подачі нитки може бути регулювання швидкості подачі нитки у зону в'язання. Розширення технологічних можливостей, підвищення продуктивності машин та якості виробленого полотна передусім залежить від удосконалення барабанів для подачі нитки із функцією зміни діаметра для регулювання швидкості подачі нитки в залежності від вимог технологічного процесу.

3. Застосування системи з можливістю регулювання швидкості подачі нитки дозволяє налагодження системи при переході на різні режими її споживання, підвищені або зменшені швидкості в'язання з одночасним забезпечення необхідного натягу нитки та величини подачі.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. СТРУКТУРНИЙ ТА ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПАСИВНОЇ ПОДАЧІ НИТОК

2.1. Основні положення до синтезу системи пасивної подачі ниток

Домінуюча кількість відмов при підвищенні швидкісних параметрів машин, передусім від обривів ниток в зоні в'язання має значний вплив на надійність машин і є визначальною в порівнянні з іншими механізмами.

Надійність систем подачі ниток обмежує зростання продуктивності шкарпеткових автоматів, впливає на зниження якості шкарпеток, збільшенню витрат на сировину, експлуатаційні та ремонтні роботи тощо. Беручи до уваги, що на більшості шкарпеткових автоматах застосовують системи з пасивною подачею ниток, припускаємо доцільність ознайомлення з основними відомостями щодо структурного та параметричного синтезу проектування цих систем, виходячи з умов забезпечення сталості та заданого натягу ниток безпосередньо в зоні в'язання.

Розглядаємо роботи [14-16], де приведена інформація за визначенням умов переміщення ниткою ряду елементів пасивних систем, аналізу факторів, які впливають на стабілізацію натягу нитки за ділянками їх проходження, включаючи в'язальну систему та на базі систематизованого сформульовані основні положення проектування системи пасивної подачі ниток для підвищення рівня конструкторських розробок. Розглядаємо поділ за натягом ниток по ділянкам нитко тракту від бобіни до зони в'язання з голками та платинами в'язальних машин, виконаємо аналіз вплив на стабільність натягу елементів, що використовують при формуванні траєкторій проходження ниток, та розміщення по відношенню до автомату.

Задача розділу - розробка основних положень структурного та параметричного синтезу системи пасивної подачі ниток за критеріями стабільності їх натягу в в'язальній зоні, що базується на розрахунках натягу ниток по контуру системи.

Основна технологічна задача системи подачі ниток - знімання їх з бобіни, просування за елементами, що її спрямовують та подають, наприклад, нитководії, нитко напрямляч, нитко натягач, забезпечують стабільний натягу, контроль ниток за потовщенням або стоншенням та фіксування обривів ниток. До типової системи подачі ниток входять такі пристрої: бобіни на шпулярнику; нитко натягач для забезпечення стабільного рівня натягу нитки; контрольні засоби; напрямні для нитки елементи і нитко провідник, додаткові засоби зміни напрямку руху нитки.

Змотування нитки з бобін в залежності від їх розміщення по відношенню вічка виконані Мойсеєнко Ф.А. Границі розміщення вічка, при яких унеможлиблюється знімання нитки з бобіни, залежать від того, що ведена вітка нитки стає дотичною до поверхні бобіни, з якої змотується. Очевидно, що для шпулярників бажане таке

					СПН 000.00.00.000 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>					<i>Літера.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>						13	
<i>Н. Контроль</i>							
<i>Затвердив</i>							

розміщення першого вічка, щоб переміщення нитки відбувалося вздовж осі бобіни.

Це забезпечується передусім за рахунок зміни натягу нитки при відповідній зміні діаметру бобіни за час її виробітку. Також розміщення бобіни під кутом 40..45° усуває затримку нитки нижньою торцевою поверхнею бобіни з початку її змотування. Пристрій для натягування нитки забезпечує контроль присутності нитки та забезпечує та підтримує необхідний рівень натягу нитки на вході в зону в'язання. Переважно використовують [18] нитконатягачі тарілчасті з обертаючим диском для еластичних ниток, які мають малий коефіцієнт жорсткості на розтяг або нитконатягачі кулькові – для капронових ниток. Призначення натяжних пристроїв – утворення додаткового для технологічного процесу натягу. Так як вони впливають на забезпечення стабільності натягу ниток недостатньо, то доцільне використання спеціальних пристроїв для контролю натягу або накопичувачів ниток перед нитководом. До вимог забезпечення процесу в'язання до систем подачі ниток висувають також задача відповідності за габаритними розмірами, параметрами надійності та зручності зон обслуговування.

Очевидно, що працездатність системи подачі ниток - основний параметр, який впливає на є натяг нитки в зоні в'язання. Для розрахунку допустимого значення натягу потрібно мати значення кутів охоплення ниткою робочих органів. Для обчислення кутів охоплення та збільшення натягу нитки використовують схему для в'язання плюшевих переплетень з найбільшою довжиною петель і відповідно збільшений натяг.

Якщо розглядати в якості головної характеристики системи подачі ниток вхідний натяг нитки T_{ex} , то умова її працездатності можна записати в виді:

$$T_{ex} < [T_{ex}], \quad (2.1)$$

де $[T_{ex}]$ - допустимий натяг нитки на вході в зону в'язання.

Значення $[T_{ex}]$ визначають за формулою

$$[T_{ex}] = \frac{T_{руйн}}{\exp(\mu(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_i)) + \frac{EJ}{2\rho}(\exp \mu(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_i) - 1)} \xi, \quad (2.2)$$

де μ - коефіцієнт тертя нитки по голкам та платинам;

α_i, β_i - кути охоплення ниткою голок та платин відповідно;

E – модуль пружності матеріалу нитки;

J - осьовий момент інерції перерізу нитки;

ρ - радіус поверхні, яку огинає нитка;

ξ - запас міцності нитки при руйнуванні.

Відомо, що вхідний натяг нитки T_{ex} залежить від натягу T_0 при швидкості змотування з бобіни, яка дорівнює швидкості споживання, та підвищенням T_0 за трактом ходу нитки за рахунок огинання необхідних елементів структури системи подачі ниток. Тоді за умовою працездатності системи $T_{ex} < [T_{ex}]$, тип системи подачі ниток вибираємо за табл.2.1., за коефіцієнтом, який враховує рух нитки, який визначається за формулою

$$n = \frac{[T_{ex}]}{T_0}, \quad (2.3)$$

						СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
							14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де T_0 - натяг нитки на вершині бобіни при змотуванні, яке визначається за формулою з [31].

Структурна схема системи подачі ниток шкарпеткових автоматів визначається не тільки вимогами технологічного процесу, але також іншими. А саме: надійністю виконання технологічного процесу; допустимими габаритами системи подачі; зручністю обслуговування. Розробка структурної схеми системи подачі ниток включає вибір принципово необхідних виконавчих та передаточних пристроїв та обґрунтування їх розміщення, при яких забезпечується задані режими процесу подачі ниток [29].

Система подачі ниток повинна забезпечувати виконання наступних задач:

- знімання нитки з бобіни та подача її в зону в'язання;
- подача нитки, тобто надання заданого руху її за органами, які спрямовують або подають нитку (напрямовувачі ниток, натягувачі ниток, нитководи тощо);
- забезпечення оптимального сталого натягу нитки;
- контроль якості нитки для виявлення зовнішніх її дефектів таких як потовщення, стоншення, зайві тіла, а також обривів ниток або їх відсутність.

Для вирішення перелічених завдань використовують наступні пристрої подачі ниток: тримач бобін для їх розміщення на автоматі; натягувач нитки для регулювання натягу нитки; контрольні пристрої; елементи для направлення нитки; податчик ниток (в активних системах); нитковод.

Для шпулярників, які використовують на шкарпеткових автоматах, обов'язковим є наявність та розміщення точно за продовженням осі бобіни першого вічка. При виконанні цієї вимоги зменшується зміна рівня натягу нитки при зміні діаметра бобіни при її відпльовуванні. Окрім того, в залежності від пряжі, яку використовують, та форми бобіни, конструкція шпулярнику шкарпеткових автоматів повинна дозволити зміну положення бобін. Експериментально доведено, що при вертикальному розміщенні бобін капронової нитки в момент її включення в роботу виникає обрив через утримання першого витку нитки нижньою торцевою поверхнею бобіни. Нахилене розміщення бобіни під кутом $40-45^0$ повністю усуває утримання нитки торцевою поверхнею.

Натягу нитки при змотуванні з бобін замало, щоб забезпечувати роботу пристроїв, які контролюють її рух. Для цього в систему вводять натяжний пристрій [32]. Пристрої для натягу ниток також призначені для забезпечення необхідного рівня натягу на вході в зону в'язання та підтримки його протягом всього процесу подачі ниток. Застосування різних видів пряжі при в'язанні шкарпеткових виробів також впливає на стабільність вхідного натягу ниток. Багаточисельні дослідження конструкцій натягування ниток [19]. Зокрема для переробки ниток з малим коефіцієнтом жорсткості на розтяг пропонуються до застосування натягувачі з диском, що обертається, для капронових ниток – кулькові натягувачі. Відомо, що натягувачі ниток всіх типів повністю не виконують задачу забезпечення стабільності натягу. Тому застосування в існуючих пристроїв натягу ниток в сучасних системах їх подачі можливе тільки для створення додаткового, необхідного для процесу функціонування контрольних пристроїв системи натягу нитки, а стабільність рівня натягу

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинна забезпечуватися спеціальними пристроями за контролем натягу нитки або накопичувачами нитки.

Якщо представити систему подачі ниток шкарпеткового автомату у вигляді набору необхідних структурних елементів, то система пасивної подачі ниток (за позначеннями в табл.2.1 – К 1.1) має наступний набір елементів: бобіно тримач (шпулярнику) – пристрій для натягу ниток – контрольний пристрій – нитковод. В якості додаткових можуть використовуватися спрямовуючі елементи. В залежності від виду пряжі, що застосовується, можуть використовуватися пристрої для натягу різних конструкцій. Наприклад, використання кулькового натягувала зменшує на 30% максимальні значення натягу в порівнянні з тарільчастими, а рівень натягу підвищується, тобто величина відхилення натягу нитки може суттєво впливати на її обривність в порівнянні з рівнем натягу. Це підтверджується максимальною кількістю обривів ниток при виробітку ділянки гомілки шкарпетки, враховуючи, що розсіяння рівня натягу бавовняної нитки незначний та дорівнює 30 сН.

Таблиця 2.1
Системи подачі ниток

Умовне позначення системи	$n \Rightarrow$	2	5	10
	Тип системи ↓			
К 1.1	Пасивна	0	0	+
К 1.2	Активна з груповим приводом	+	+	-
К 1.3	Активна з індивідуальним приводом подавача ниток	+	+	-

Примітка: «0» – система подачі ниток функціонально не прийнятна; «-» - не рекомендована до застосування; «+» - рекомендована до застосування

З метою зменшення відхилень натягу ниток та забезпечення більш стабільного вхідного натягу в системах подачі ниток пропонувалися різноманітні компенсатори, які реагують на зміни натягу. Однак їх дія не усуває нерівномірність натягу нитки і не знижує рівень натягу. Тому на трикотажних машинах поступово переходять до систем активної подачі ниток. Система активної подачі ниток з груповим приводом може бути ефективною на панчішних автоматах при виготовленні гомілки виробу, де швидкість споживання ниток є сталою, а залишається лише вирівняти натяг нитки. Відмінністю структури даної системи в порівнянні з пасивною системою подачі ниток є пристрій подачі ниток, який звичайно розміщують перед нитководом (система К 1.2 табл.2.1). Однак дана система подачі ниток функціонально не прийнятна для шкарпеткових автоматів, на яких нитки споживаються періодично та з різною швидкістю в залежності від ділянок шкарпетки. В даному випадку найбільш ефективною є система активної подачі ниток з індивідуальним пристроєм з накопичувачем ниток (система К 1.3 табл.2.1). Структурна схема даної системи в

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівнянні з попередньою не відрізняється, але можливим доповненням в схемі є пристрій для накопичування ниток перед нитководом.

2.2. Геометричний розрахунок положень елементів пасивної системи подачі ниток за заданим натягом нитки в зоні в'язання

На рис. 2.1. представлена розрахункова схема, за якою визначали натяг нитки по контуру її подачі та встановлювали геометричні параметри елементів тракту нитки.

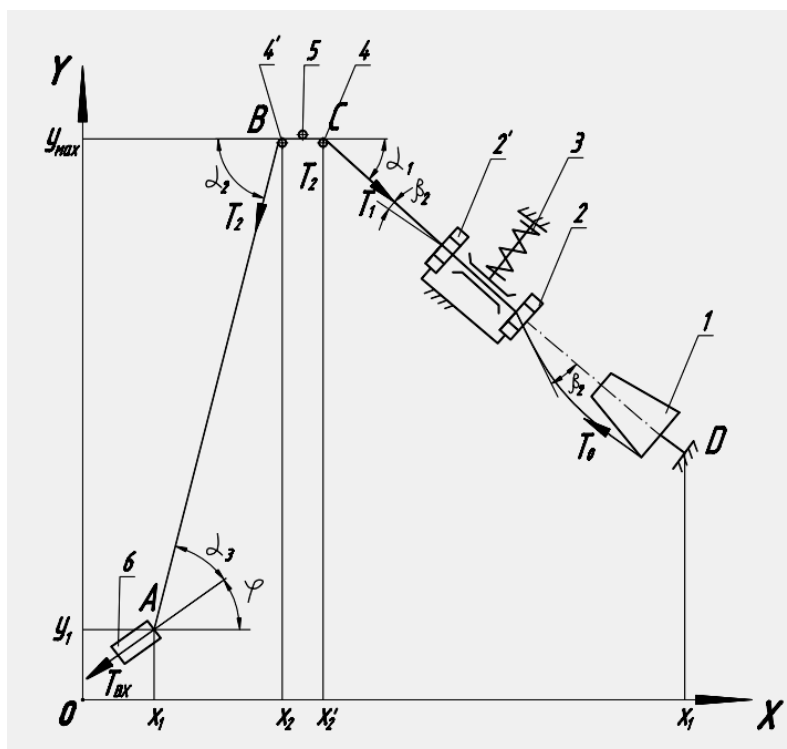


Рис.2.1. Розрахункова схема структурного та параметричного синтезу системи подачі ниток: 1 – бобіна; 2, 2' – напрямні вічки; 3 – засіб для натягу; 4, 4' – контрольні елементи; 5 – щуп контрольного пристрою; 6 – нитковод в зоні в'язання; T_o , T_1 , T_2 , T_{ex} – натяг нитки на різних ділянках

За умовою фіксація нитки контролюючим пристроєм при мінімальному збільшенні її натягу, можлива при забезпеченні кута поміж вхідною та вихідною лініями нитки не більше 90° . Також для унеможливлення помилкової роботи контролюючого пристрою при зміні форми балону бобіни або нахльостування нитки при змотуванні, необхідно створювати вхідний натяг нитки порядку 1...2 сН. З [11] маємо співвідношення поміж натягом нитки на вході контрольного пристрою T_1 та її вихідним натягом T_2 виду:

$$T_2 = T_1 \cdot e^{f(\alpha_1 + \alpha_2)} + \frac{EJ}{2\rho^2} (e^{f(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1),$$

звідки

$$T_1 = \frac{T_2 - \frac{EJ}{2\rho^2} (e^{f_1(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1)}{e^{f_1(\alpha_1 + \alpha_2)}}, \quad (2.1)$$

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

де α_1 та α_2 - кути, за якими нитка охоплює елементи контрольного пристрою;
 f_1 - коефіцієнт тертя між ниткою та елементами контрольного пристрою;
 ρ - радіус поверхні гачка голки, який охоплюється ниткою;
 $\frac{1}{\rho}$ - відповідна кривизна нитки на поверхні;
 EJ - жорсткість нитки згину;
 E - модуль пружності першого роду для матеріалу нитки;
 J - момент інерції поперечного перерізу.

Визначення моменту інерції J та модулю пружності E нитки теоретично є неможливим через несталість форми і розмірів її поперечного перерізу, тому значення цих величин визначають експериментально[19].

Маємо

$$T_1 = (T_o e^{f_2 \cdot \beta_1} + T_n) e^{f_2 \cdot \beta_2}, \quad (2.2)$$

де T_o - натяг нитки при сході з паковки;
 T_n - натяг нитки від тарілчастого нитконатягача;
 f_2 - коефіцієнт тертя нитки при русі по фарфоровим вічкам системи подачі нитки;
 β_1 та β_2 - вхідний та вихідний кути охоплення ниткою напрямних вічок .

Об'єднавши рівняння (2.1) і (2.2), отримаємо формулу для необхідного натягу нитки тарілчастим нитконатягачем, де враховуються зміни натягу нитки при вершині паковки T_o :

$$T_n = \frac{T_2 - \frac{EJ}{2\rho^2} (e^{f_1(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1)}{e^{f_1(\alpha_1 + \alpha_2) + f_2\beta_2}} - T_o e^{f_2\beta_1}. \quad (2.3)$$

Щоб отримати кут охоплення ниткою провідника нитки використовуємо формулу:

$$T_{ex} = T_2 e^{f_3 \cdot \alpha_3},$$

звідки

$$\alpha_3 \leq \frac{1}{f_3} \ln \frac{T_{ex}}{T_2}. \quad (2.4)$$

До найважливіших факторів, що впливає на натяг нитки в пасивної системі подачі належить сумарний кут α_Σ охоплення ниткою всіх складових елементів системи. Він має суттєвий вплив на вхідний натяг нитки T_{ex} в в'язальній системі. Задачею проектування переміщення нитки є мінімізація α_Σ при плоскому розміщенні його елементів в точках A , B , C і D в системі координат XOY . Визначаємо координати контрольного пристрою та місця розміщення бобіни в заданій системі координат нитко-провідника X_1 та Y_1 , що залежить від габаритних розмірів шкарпеткового обладнання.

Визначаємо координати точок $A(X_1, Y_1)$ та $B(X_2, Y_{max})$ за рівнянням прямої

$$\frac{Y_{max} - Y_1}{X_2 - X_1} = \text{tg}(\alpha_3 + \varphi),$$

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

годі

$$X_2 = \frac{Y_{max} - Y_1 + X_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_3 + \varphi)}{\operatorname{tg}(\alpha_3 + \varphi)}, \quad (2.5)$$

де Y_{max} - ордината верхньої точки в системі подачі нитки, яка залежить від здатності улавлювання контрольним пристроєм обриву нитки та швидкістю споживання ниток до в'язальної системи;

X_1 та Y_1 - координати точки при вході нитки в зону в'язання.

Аналогічно маємо координати розміщення бобін:

$$\frac{X_{max} - X_2'}{Y_{max} - Y_2} = \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_1),$$

годі

$$Y_2 = \frac{Y_{max} \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_1) - X_{max} + X_2'}{\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_1)}, \quad (2.6)$$

де $X_2' - X_2$ - відстань, яку вибирають з урахуванням конструкції контрольного пристрою;

X_{max} - абсциса положення бобіни на шпулярнику (задають за необхідністю місць для бобін та облегшення їх заміні).

Основні положення щодо прикладної задачі проектування системи пасивної подачі ниток на основі структурного та параметричного синтезу сприяють забезпеченню стабільності натягу ниток в в'язальній зоні шкарпеткових автоматів. Запропонований підхід полегшує на етапі проектування аналіз та корегування прийнятих конструктивних рішень, що звісно призводить до скорочення витрат і термінів їх впровадження.

. Очевидно, що задача проектування руху за елементами системи подачі нитки заключається в мінімізації α_Σ з використанням рівнянь (2.4) - (2.6) при плоскому розташуванні його елементів за відповідними координатами x_i та y_i . Отже, маючи відстані між напрямними елементами (x_i та y_i) можна виконати розрахунок за будь-яким кутом охоплення α_i і сумарним кут α_Σ в цілому.

Висновки до розділу 2

1. Більшість одиниць в'язального шкарпеткового обладнання побудовано з використанням систем пасивної подачі ниток. Тому розглядалися основні положення параметричного синтезу стосовно проектування цих систем з параметрами для забезпечення стабільності та заданого натягу ниток в зону петлетворення.

2. Виконано розв'язок задачі по забезпеченню системами пасивної подачі ниток їх заданого натягу в зоні в'язальної системи на основі параметричного синтезу за сумарним кутом охоплення спрямовуючих елементів стосовно в'язальних шкарпеткових автоматів.

3. Застосування представлених положень в практичній діяльності проектування систем пасивної подачі ниток зменшує затрати та тривалість

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впровадження конструкторських рішень при удосконаленні діючих та проектуванні перспективних пасивних систем подачі ниток.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. ПОДАВАЧ НИТОК З ІНДИВІДУАЛЬНИМ ПРИВОДОМ

3.1. Вимоги, що висуваються до подавачів ниток

Загально відомо, що подавачі ниток з накопиченням нитки одночасно виконують функції стабілізації її натягу, тобто здатні створювати будь-який за величиною натяг нитки, який задається за умовами відтворення процесу в'язання на вході в в'язальну систему.

В основі роботи подавача ниток з можливістю їх накопичення лежить формування проміжного резерву нитки на поверхні циліндра з сталими геометричними параметрами, який знаходиться поміж бобіною та в'язальною зоною, та впливає на сталість натягу на виході з подавача нитки.

Забезпечення стабілізації натягу нитки відбувається таким чином, що змотування її з подавача ниток підтримується стала форма балону, що унеможлиблює вплив зміни щільності намотування нитки на барабан, усувається вплив сил зчеплення витків нитки поміж собою. Тому для забезпечення стабілізації щільності намотування нитки на барабан та розміщення її в один шар необхідно застосовувати на подавані ниток елемент розкладання витків ниток. В свою чергу, застосування на шкарпеткових автоматах в залежності від виробляє мого асортименту ниток різних за товщиною, структурою, складом тощо вимагає зміни кроку розкладання нитки на барабані подавача.

Для унеможливлення зміни кручення нитки при намотуванні її на барабан, що може стати причиною порушення петельної структури або обривів ниток [21] виникає необхідність використання подавачів ниток з барабаном для їх накопичення без можливості обертання.

Тому маємо наступне:

- для забезпечення стабілізації натягу нитки після її подавача необхідно отримувати охоплення ниткою барабану в один шар з сталим кроком;
- при використанні подавача ниток при вимозі застосування їх різної товщини виникає необхідність зміни кроку розкладання нитки на барабані;
- встановлено, що гарантована точність прокладання нитки на пластини барабану подавача нитки забезпечується радіальним їх переміщенням відносно твірної барабану не меншим від 3 мм[22];
- для усунення зміни кручення нитки необхідно застосовувати подавач нитки з нерухомим барабаном для її накопичування;
- для забезпечення заданого рівня натягу нитки на виході з подавача ниток необхідно додатково використовувати індивідуальний натяжний пристрій;
- за вимогою забезпечення технологічного в'язального процесу подавач ниток повинен забезпечувати примусовий відбір ниток з бобіни зі швидкістю, що повинна перевищувати не менше від 1,2 рази швидкість споживання нитки в в'язальній системі;

					СПН 000.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк	Прізвище	Підпис	Дата			
Розробив					Літера.	Аркуш	Аркушів
Перевірів						21	
Н. Контроль							
Затвердив							

- вимоги до конструкції подавача ниток –простота при виготовленні та експлуатації, надійність роботи.

3.2. Конструкція подавача ниток для шкарпеткового автомату та його розрахунки

Об'єктом розгляду вибираємо конструкцію подавача ниток з можливістю їх накопичування на нерухомому барабані[23], принципова схема якого представлена на рис.3.1.

Даний подавач ниток складається з барабану для накопичення нитки 1 з передбаченими пазами 2, який вільно встановлений на валу 3 за допомогою нижнього фланцю 4 на підшипниках. В верхній частині барабан фіксується фланцем 5 з використанням кронштейну 6 та штифтів 7. Фланець 5 за допомогою втулки 8 з ексцентриком та підшипника 9 вільно розміщений на валу 3. Кронштейн 6 з штифтами 7 жорстко встановлений на корпусі електродвигуна 11. На валу 3 вільно розміщені стакани 12 за допомогою підшипників 13. Підшипники 13 щільно розміщені на втулках 14, що встановлені на вал 3 ексцентрично та з нахилом. Кут нахилу втулок 14 встановлюється за допомогою спеціальних регулювальних гвинтів (на рисунку не показано). В пазах стаканів 12 розміщені пластини 15. Вал з'єднаний з електродвигуном за допомогою муфти 16. В верхній частині валу розміщено кільце для пересування нитки 17. В нижній частині барабану на кронштейні 18 встановлено кільце 19 для натягування нитки. Вал ротору електродвигуна виконаний порожнистим для заправлення нитки.

Подавач нитки функціонує наступним чином. При обертанні валу 3 від електродвигуна обертальний рух отримують втулки 14 та 20 та кільце для пересування нитки 17. Пластини 15 розкладача нитки виконують зворотно-поступальний рух відносно твірної поверхні барабану I, X та зворотно-поступальний рух вздовж осі барабану Y. Нитка 21, яка проходить через отвір валу ротора та отвір кільця розкладання 17. укладається на висунуті з барабану та підняті в верхнє крайнє положення пластини 15 та опускається разом з ними при повороті валу 3, як зображено на рис.3.2, а) ділянка l_1 . На ділянці l_2 пластини, яка знаходиться в нижньому положенні, входять в пази барабану 1 та звільнюються від нитки 21, остання прокладається на поверхню барабану нижче відносно наступного витку. По мірі намотування ладанної кількості нитки, процес накопичення закінчується. Змотування нитки з барабану 2 відбувається за допомогою спрямовувача нитки 22.

3.3. Розрахунки до конструкції подавача ниток

Принцип зворотно - поступального руху пластин відносно твірної поверхні барабану, побудований на обертанні валу подавача нитки за рахунок ексцентрично встановлених на ньому, за допомогою втулок, підшипників кочення. Внутрішня обойма підшипників з втулками представлена на розрахунковій моделі масою m_1 як зображено нарис. 3.3), яка обертається навколо осі $O - O_1$. Зовнішню обойму підшипників кочення разом з розміщеними

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

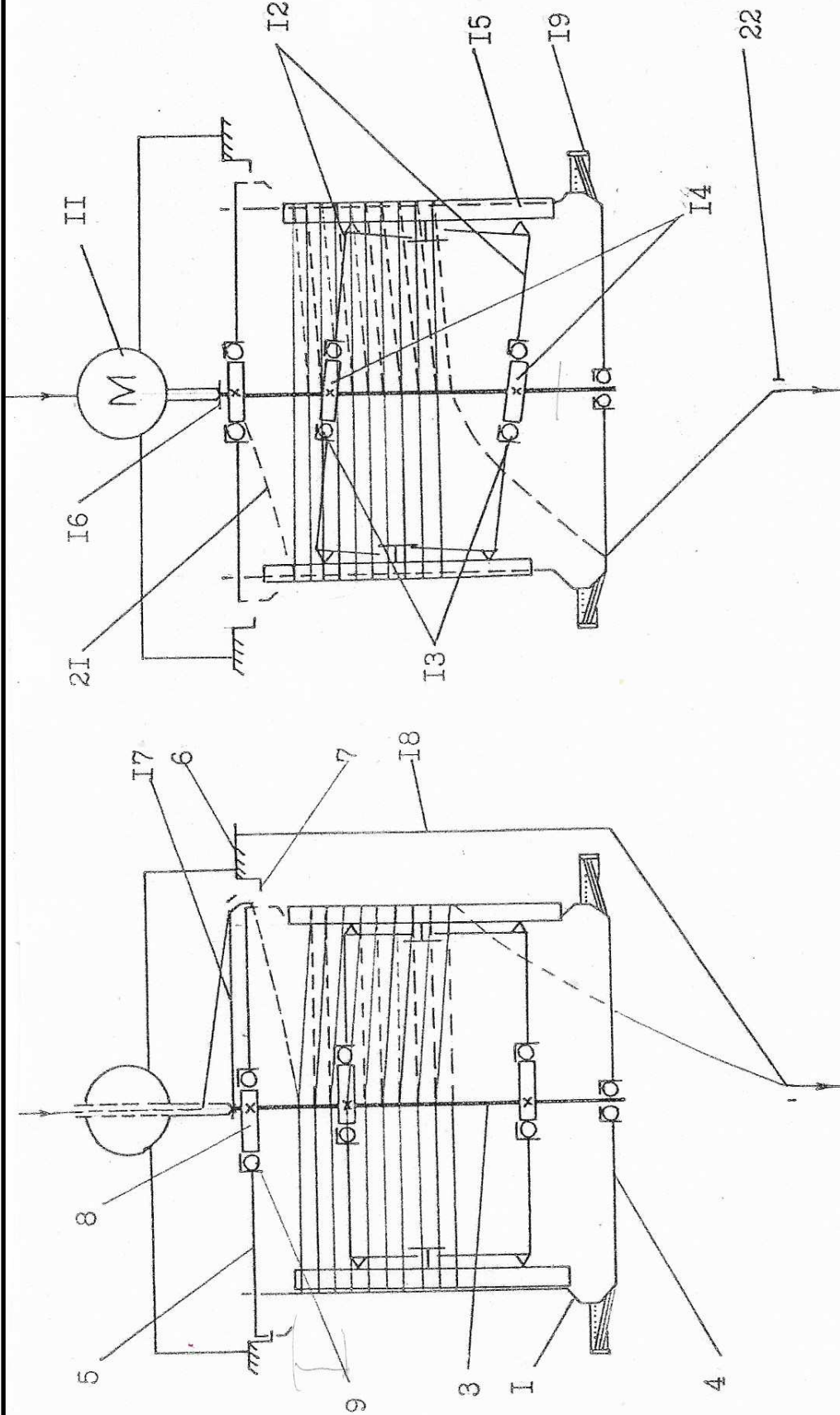


Рис.3.1. Принципова схема подавача нитки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СПН 000.00.00.000 ПЗ

Арк.

23

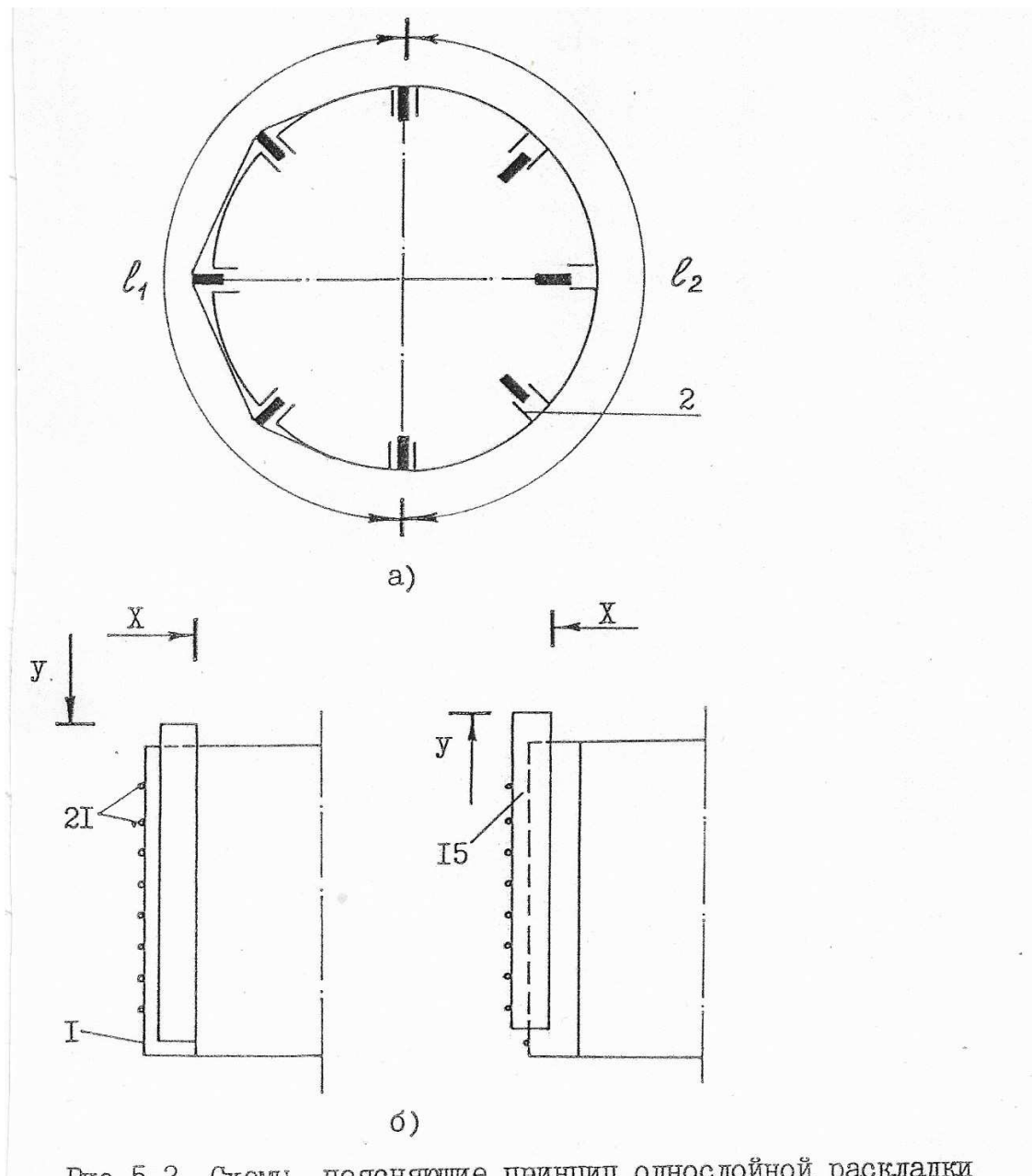


Рис. 3.2. Схеми пояснюють принцип одношарової розкладки

Рис.3.2. Додаткова інформація про принцип розкладування нитки на поверхні барабану для її накопичування: а) прокламування нитки на твірну поверхню барабану; б) розкладання витків в один шар

на них стаканами, позначаємо через масу m_2 , яка виконує плоско-паралельний рух відносно осі $O-O_1$. Рух зовнішньої обойми з стаканами масою m_2 викликаний обертанням внутрішньої обойми підшипників масою m_1 безпосередньо через тіла кочення, які приймаємо в розрахунковій схемі без масовим елементом 5.

При обертальному русі маси m_1 з ексцентриситетом r_2 навколо осі $O-O_1$ виникає доцентрова сила P_u , яка намагається деформувати вал 1. Нижня частина валу з'єднана з фланцем барабану 2 в точці O . Деформація валу в місці з'єднання

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

з фланцем барабану зміщує його разом з валом на величину деформації Δr_2 . Зовнішнє кільце 4 масою m_2 спрямовується в напрямку обертання валу. Обертання кільця 4 перешкоджають пластини 3, які під дією сили тертя кочення та за рахунок геометричного зміщення зовнішнього кільця в напрямку ексцентриситету r_2 почергово притиснені до стінки 5 пазу барабану. Для унеможливлення повороту барабану використовують упор 1.

Розглянемо силовий розрахунок на вал подавача ниток. Силу, яка діє на вал, приймаємо як силу інерції за умовою відсутності деформування валу та обчислюємо за формулою обчислення доцентрової сили:

$$P_6 = (m_1 + m_2)\omega^2 r, \quad (3.1)$$

де ω - кутова швидкість обертання центрів мас m_1 та m_2 , яку обчислюємо за частотою обертання n електродвигуна;

r - величина ексцентриситету центрів мас відносно осі обертання $O-O_1$ подавача нитки.

Розглядаємо випадок, коли має місце деформація валу

$$r' = r_2 + \Delta r, \quad (3.2)$$

де r_2 - геометричний ексцентриситет мас;

Δr - деформація валу подавача ниток, яка спричиняється дією доцентрової сили.

З урахуванням деформації валу Δr сила інерції складатиме

$$P_u = (m_1 + m_2)\omega^2 (r_2 + \Delta r), \quad (3.3)$$

що з урахуванням деформації валу $\Delta r = P_u / C$, спів паданні центрів мас m_1 і m_2 та обертанні їх в одному напрямку (для спрощення приймаємо $M = m_1 + m_2$) приводить до виду

$$P_u = M\omega^2 \left(r_2 + \frac{P_u}{C} \right) = M\omega^2 r_2 + P_u M\omega^2 / C, \quad (3.4)$$

де M - сумарна маса внутрішньої та зовнішньої обойми;

C - жорсткість валу подавача ниток.

Представимо рівняння (3.4) у вигляді

$$P_u - P_u M\omega^2 / C = M\omega^2 r_2. \quad (3.5)$$

Тоді остаточний вираз для обчислення сили інерції, яка діє на вал подавача нитки прийме вид

$$P_u = \frac{M\omega^2 r_2}{1 - M\omega^2 / C}. \quad (3.6)$$

Аналіз формули (3.6) дозволяє зробити висновок, що сила інерції, що діє на вал, залежить від маси M , квадрату кутової швидкості обертання валу ω^2 та його жорсткості C , значення ексцентриситету r_2 . Враховуючи, що параметри r_2 та ω задаються за умовою працездатності подавача ниток та забезпечення всіх необхідних для процесу подачі нитки умов, зменшення навантаження на вал

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

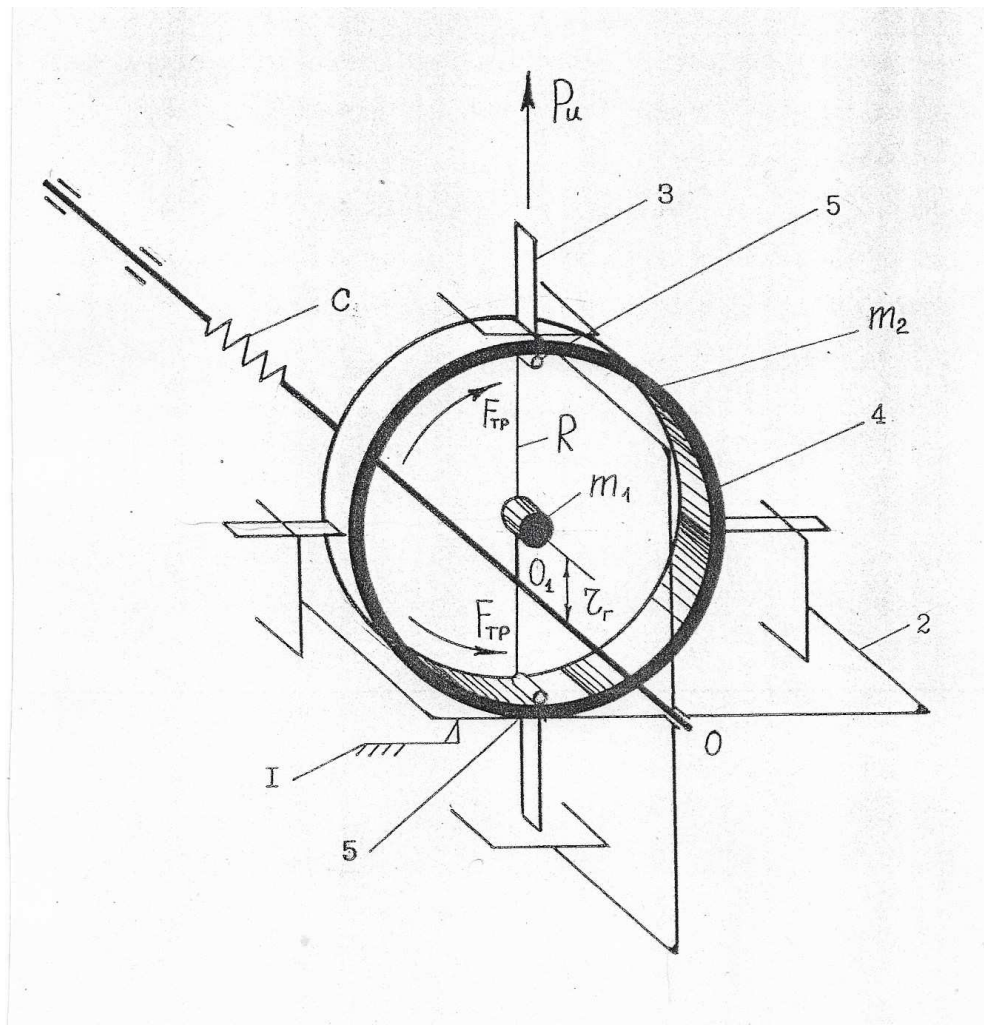


Рис. 3.3. Розрахункова модель подавача ниток: 1- упор барабану; 2 – барабан накопичення ниток; 3- рухомі пластини; 4 – зовнішнє кільце; 5 – елемент подавача, масою якого нехтуємо

може бути досягнуто шляхом зменшення маси M та збільшенням жорсткості валу C .

Виконаємо розрахунок крутного моменту на валу подавача нитки в момент його запуску. Використовуємо розрахункову схему, яка представлена на рис.3.4. Запишемо систему диференціальних рівнянь, яка характеризує рух елементів подавача нитки з індивідуальним приводом та накопиченням нитки на його барабані:

$$\begin{aligned} (J_p \ddot{\varphi}_p + (\varphi_p - \varphi_H) C_k) &= M; \\ J_H \ddot{\varphi}_H - (\varphi_p - \varphi_H) C_k &= -M_C, \end{aligned} \quad (3.7)$$

де J_p , J_H - приведені моменти інерції ротора двигуна та елементів подавача ниток, що обертаються;

C_k - жорсткість валу подавача ниток;

φ_p , φ_H - кутові координати маси ротору двигуна та маси елементів подавача ниток, що обертаються;

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

M , M_C - момент, який створюється двигуном в період запуску та момент опору обертання.

Вводимо позначення деформації виду $\varphi = \varphi_p - \varphi_H$. При сталому значенні моменту опору обертання $M_C = const$, отримаємо розв'язок системи рівнянь (3.7) в наступному вигляді [новак]:

$$\varphi = A \sin \sqrt{\frac{C_k(J_p + J_H)}{J_p J_H}} t + B \cos \sqrt{\frac{C_k(J_p + J_H)}{J_p J_H}} t + \frac{(M - M_C)J_H}{C_k(J_p + J_H)} + \frac{M_C}{C_k} \quad (3.8)$$

Сталі інтегрування визначаємо з наступних початкових умов:

при $t = 0$, куті повороту $\varphi = \frac{M_C}{C}$ та кутової швидкості $\dot{\varphi} = 0$

отримуємо

$$A = 0 \text{ та } B = \frac{(M - M_C)J_H}{C_k(J_p + J_H)}. \quad (3.9)$$

Рис.3.4. Розрахункова схема для обчислення крутного моменту на валу подавача нитки при запуску

Тоді рівняння (3.8) прийме вид

$$\varphi = \frac{(M - M_C)J_H}{C_k(J_p + J_H)} (1 - \cos \sqrt{\frac{C_k(J_p + J_H)}{J_p J_H}} t) + \frac{M_C}{C_k} \quad (3.10)$$

Крутний момент на валу подавача нитки становить

$$M_{крВ} = \varphi \cdot C_k = \frac{(M - M_C)J_H}{(J_p + J_H)} (1 - \cos \sqrt{\frac{C_k(J_p + J_H)}{J_p J_H}} t) + M_C \quad (3.11)$$

Максимальне значення крутного моменту на валу подавача ниток при пуску складає

$$M_{крП} = \frac{2(M - M_C)J_H}{(J_p + J_H)} + M_C. \quad (3.12)$$

Момент опору обертання валу подавача ниток при усталеному русі визначається за формулою:

$$M_C = M_{C_H} + M_C', \quad (3.13)$$

де $M_{C_H} = T_H d_{\delta} / 2$ - момент опору, який створюється натягом нитки при намотуванні її на барабан;

M_C' - момент опору обертання валу подавача нитки, який виникає через тертя кочення в кулькових підшипниках.

Значення M_C' визначають за формулою

$$M_C' = F_{TP} (R - r_2) = M \omega^2 r_2 f_C (R - r_2), \quad (3.14)$$

де F_{TP} - сила тертя кочення в кулькових підшипниках;

$R - r_2$ - плече сили тертя;

Після підстановки (3.13) та (3.14) в (3.12) маємо наступне:

$$M_{крП} = \frac{2(M - (F_{TP}(R - r_2) + M_{C_H}))J_H}{J_p + J_H} + (F_{TP}(R - r_2) + M_{C_H}). \quad (3.15)$$

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо питання зрівноваження рухомих ланок подавача ниток. Для цього складаємо рівність виду

$$M\omega^2 r_2 = M_1\omega^2 r_k \frac{l_2}{l_1}, \quad (3.16)$$

де M , M_1 - маса подавача ниток (раніше - $M = m_1 + m_2$) та корегуюча маса відповідно;

r_2 , r_k - ексцентриситети центрів мас подавача ниток та корегуючої маси відповідно;

l_1 , l_2 - відстані від підшипника валу двигуна подавача ниток до точки дії доцентрової та зрівноважувальної сил відповідно.

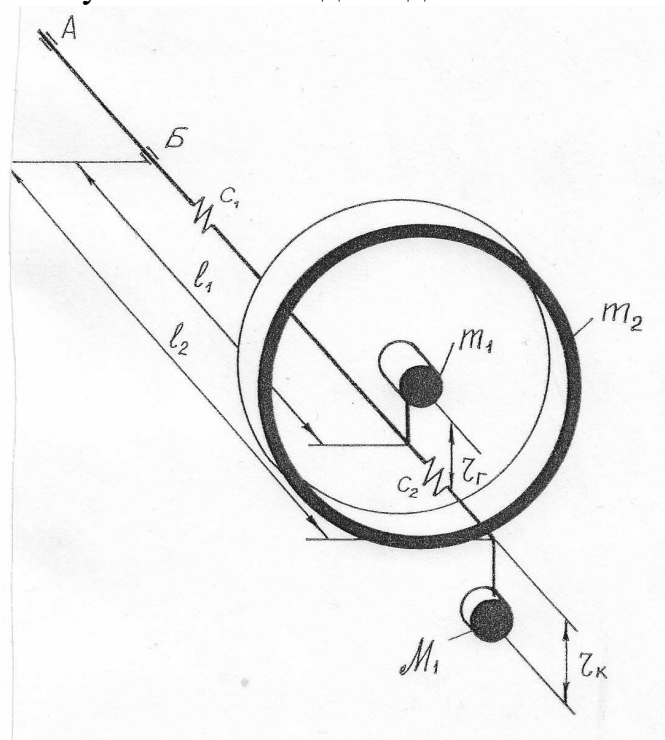


Рис. 3.4. Розрахункова модель подавача ниток для зрівноваження рухомих ланок

Тоді у відповідності до (3.16) величину корегуючої маси визначаємо за формулою:

$$M_1 = M \frac{r_2}{r_k} \frac{l_1}{l_2}. \quad (3.17)$$

Після підстановки вихідних даних до розрахунку конструкції подавача ниток визначено наступні параметри корегуючої маси:

$$M_1 = 0,034 \text{ кг}; \quad r_k = 0,024 \text{ м}; \quad l_2 = 0,140 \text{ м}.$$

Параметри подавача нитки становлять відповідно

$$M = 0,43 \text{ кг}; \quad r_2 = 0,003 \text{ м}; \quad l_1 = 0,09 \text{ м}.$$

										Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Висновки до розділу 3

1. Сформульовані вимоги до подавачів ниток на шкарпеткових автоматах в умовах сучасного виробництва. Обґрунтовано перспективність використання подавачів ниток з барабанами для їх накопичення.

2. Представлена конструкція подавача ниток з нерухомим накопичувачем ниток барабанного типу, який забезпечує стабілізацію натягу ниток та швидкість їх подачі в зону в'язання шкарпеткового автомату.

3. Виконаний розрахунок елементів представленої конструкції подавача ниток за навантаженнями, які діють на складові елементи подавача та за умовою зрівноваження рухомих ланок.

4. Представлено розрахунок ймовірності безвідмовної роботи валу подавача ниток за критерієм втомленісної міцності з розглядом сил, що діють в подавані, та характеристик міцності як випадкових величин, що розподілені за нормальним законом.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виконано огляд систем подачі ниток, що переважно використовуються на сучасних підприємствах з виготовлення шкарпеткових виробів з переліком їх переваг та недоліків. Встановлено, що для переважної більшості автоматів з існуючою пасивною системою подачі ниток доцільно застосовувати при проектуванні структурний синтез для забезпечення достатнього рівня функціональної (впливає на кількість обривів ниток) та параметричної надійності (впливає на якість шкарпеток), а також при модернізації шкарпеткового обладнання.
2. Застосування систем активної подачі нитки на шкарпеткових автоматах є перспективним, а одним зі шляхів удосконалення механізмів системи примусової подачі ниток може бути регулювання швидкості подачі нитки у зону в'язання. Розширення технологічних можливостей, підвищення продуктивності машин та якості виробленого полотна передусім залежить від удосконалення барабанів для подачі нитки із функцією зміни діаметра для регулювання швидкості подачі нитки в залежності від вимог технологічного процесу.
3. Використання систем подачі нитки з можливістю регулювання швидкості подачі зробить можливим налагодження системи при переході на різні типи переплетення, підвищені або зменшені швидкості в'язання з одночасним забезпеченням необхідного натягу нитки та величини подачі.
4. Розглядали основні положення параметричного синтезу стосовно проектування цих систем з параметрами для забезпечення стабільності та заданого натягу ниток в зону петлетворення. Виконано розв'язок задачі по забезпеченню системами пасивної подачі ниток їх заданого натягу в зоні в'язальної системи на основі параметричного синтезу за сумарним кутом охоплення спрямовуючих елементів стосовно в'язальних шкарпеткових автоматів. Застосування представлених положень в практичній діяльності проектування систем пасивної подачі ниток зменшує затрати та тривалість впровадження конструкторських рішень при удосконаленні діючих та проектуванні перспективних пасивних систем подачі ниток.
5. Сформульовані вимоги до подавачів ниток на шкарпеткових автоматах в умовах сучасного виробництва. Обґрунтовано перспективність використання подавачів ниток з барабанами для їх накопичення. Представлена конструкція подавача ниток з нерухомим накопичувачем ниток барабанного типу, який забезпечує стабілізацію натягу ниток та швидкість їх подачі в зону в'язання шкарпеткового автомату.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>					<i>Літера.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>						31	
<i>Н. Контроль</i>							
<i>Затвердив</i>							

6. Виконані розрахунки елементів представленої конструкції подавача ниток за навантаженнями, які діють на складові елементи подавача та за умовою зрівноваження рухомих ланок. Представлено розрахунок ймовірності безвідмовної роботи валу подавача ниток за критерієм втомленісної міцності з розглядом сил, що діють в подавані, та характеристик міцності як випадкових величин, що розподілені за нормальним законом.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мойсеєнко Ф.А. Проектування в'язальних машин: підручник для вищих навчальних закладів /Ф.А. Мойсеєнко. – Харків: Основа, 1994. -336 с.
2. Каталог фірми IRO Меммінгер, 2018. – 57 с.
3. Патент 55748. Пристрій для подачі нитки, ФРГ.
4. Патент 64799. Пристрій примусової подачі ниток, Швейцрія.
5. Патент P2312508.8. Накопичувач нитки з нерухомим барабаном, ФРГ.
6. Авторське свідоцтво СРСР, №821574. Нитеподатчик а накопителным барабаном нити.
7. Березін Л.М. Інноваційні тренди виробників панчішно-шкарпеткових автоматів на шляху до Industry 4.0 // Вісник Хмельницького національного університету, 2020, № 4, С.28-32.
8. Окс Б.С. Поперечные колебания нити, подаваемой в вязальную систему круглотрикоотажной машины // Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 1985. - №6, С.88-94
9. Волинец Ю.М., Сердюк В.П. Исследование нагрузок в механизме нитеводов катонных машин при заданном движении ведущего звена // Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 1978. - №6, С.105-110.
10. Амро М., Волощенко В.П. Исследование эксплуатационной надежности чулочных автоматов ОЗД, сообщения1,2 / Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 1980. - №1. – С.120-122; №2. – С.100-103.
11. Лазаренко В. М. Процессы петлеобразования: Монография / В. М. Лазаренко. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 136 с.
12. Пинхасович А.В., Якушев А.В. Исследование механизма нитеподачи с цилиндрическим раскладчиком // Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 1978. - №4, С.101-107.
13. Болотин Ф.М., Гарбарук В.Н. Применение инакопительной нитеподачи к круглочулочному автомату // Изв. Вузов. Технология легкой промышленности. – 1972. -№5, С.101-103.
14. Ефремов Е. Д. К вопросу натяжения нити, огибающей цилиндр и движущейся продольно / Е. Д. Ефремов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1961. - №1. – С.85-94.
15. Далидович А. С. Рабочие процессы трикотажных машин: ученик для студентов вузов / А. С. Далидович, А.Н. Костылева. – М.: Легкая индустрия, 1976. – 368 с.
16. Кудрявин Л. А. Основы технологии трикотажного производства: учеб. пособие для вузов / Л. А. Кудрявин, И. И. Шалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 496 с.
17. Каган В. М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин / В. М. Каган. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 119с.
18. Цитович И.Г. Теоретические основы стабилизации процесса вязания /И.Г. Цитович. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 135 с.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- 19.Ефремов Е. Д. К вопросу натяжения нити, огибающей цилиндр и движущейся продольно / Е. Д. Ефремов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1961. - №1. – С.85-94.
- 20.Березін Л. М. Визначення геометричних параметрів пасивної системи подачі ниток за умовою заданого їх натягу в зоні в'язання / Л. М. Березін, О. С. Марченко. // Технології та дизайн. - 2017. - № 3. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2017_3_12.
Козулина В.В., Лазаренко В.М. Влияние накопительной нитеподачи на параметры структуры полотна с плоскофанговых машин // Изв. Вузов. Технология легкой промышленности, 1981. - №2, С.97-100.
- 21.Новак С.Н., Березин Л.Н. Анализ надежности системы нитеподачи чулочно-носочных автоматов // Легка промисловість. – 1989ю - №4. - с.16 - 18.
- 22.Авторське свідчення № 1606549, СССР.
- 23.Решетов Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение. – 1964. – 723 с.
- 24.Когаев В.П. Прочность и износостойкость деталей машин справочник / В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов. – М.: Высшая школа. – 1991. - 319с.
- 25.Трощенко В.Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов: Справочник: в 2 т. / В.Т. Трощенко, Л.А. Сосновский . – К.: Наукова думка, 1987. – Т. 2. -808 с.
- 26.Коновалов Л.В. Нагруженность, усталость, надежность деталей металлургических машин – М.: Металлургия, 1981. – 280 с.
- 27.Каган В. М. Взаимодействие нити с рабочими органами текстильных машин / В. М. Каган. – М.: Легкая и пищевая пром.-сть, 1984. – 119с.
- 28.Далидович А. С. Рабочие процессы трикотажных машин: учебник для студентов вузов / А. С. Далидович, А.Н. Костылева. – М.: Легкая индустрия, 1976. – 368 с.
- 29.Кудрявин Л. А. Основы технологии трикотажного производства: учеб. пособие для вузов / Л. А. Кудрявин, И. И. Шалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 496 с.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток 1
Розрахунок параметрів системи пасивної подачі ниток

Основним параметром системи пасивної подачі ниток є сумарний кут охоплення ниткою елементів системи, який залежить від її розміщення структурних елементів.

Розрахунок параметрів зводиться до визначення:

- допустимого натягу нитки на вході в зону в'язання;
- натягу нитки, яка огинає елементи тракту проходження нитки
- геометричних параметрів системи.

Визначаємо допустимий натяг нитки на вході в зону в'язання

$$[T_{ex}] = \frac{T_p}{\exp(\mu(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_i)) + \frac{EJ}{2\rho}(\exp(\mu(\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_i)) - 1)} \xi = 9,5 \text{ сН}, \quad (\text{П1.1})$$

де $\mu=0,32$ [11] - коефіцієнт тертя капронової нитки еластик по сталі;

$\Sigma\alpha_i + \Sigma\beta_i=5\pi$ - сумарний кут охоплення ниткою робочих органів (голок та платин), який визначається за розрахунковою схемою;

$EJ=6,32 \times 10^{-3}$ сНхсм² [11] - жорсткість капронової нитки;

$\rho=5 \times 10^{-2}$ см – радіус поверхні голки та платини, який огинає нитка;

ξ - запас міцності нитки на розрив (приймаємо рівним 0,75).

Збільшення натягу нитки по спрямовуючим елементам ниткотракту складає

$$n = \frac{[T_{ex}]}{T_{o,max}} = 6,89, \quad (\text{П1.2})$$

де $T_{o,max}$ - натяг нитки при вершині балона, який утворюється при змотуванні нитки з нерухомої бобіни. При швидкості $V_n=8$ м/с нитки еластик (10х2) текст, натяг сягає $T_{o,max} = 1,45$ сН.

Далі обчислюємо допустимий натяг нитки на виході з контрольного пристрою

$$T_2 = T_1 \exp(\mu(\alpha_1 + \alpha_2)) + \frac{EJ}{2\rho^2} \exp(\mu(\alpha_1 + \alpha_2)) - 1 = 4,99 \text{ сН}, \quad (\text{П1.3})$$

де $T_1=2$ сН - натяг вітки нитки, що набігає;

$\mu=0,32$ – коефіцієнт тертя нитки по вилочці контрольного пристрою;

$\alpha_1 + \alpha_2$ - сумарний кут охоплення ниткою вилочки контрольного пристрою, який за умовою його роботи дорівнює π ;

$\rho=0,1$ – радіус огинання поверхні вилочки контрольного пристрою.

Визначаємо необхідне збільшення натягу нитки тарільчастим натягувачем нитки

$$P_H = \frac{[T_2] - T_{o,max} \exp(\mu(\alpha_1 + \alpha_2)) + \frac{EJ}{2\rho^2} \exp(\mu(\alpha_1 + \alpha_2)) - 1 + \mu_2(\gamma_1 + \gamma_2)}{\exp(\mu_2\gamma_2)} = 2,21, \text{ сН} \quad (\text{П1.4})$$

де $\mu_2=0,18$ – коефіцієнт тертя нитки еластик по спрямовуючому елементу;

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\gamma_1 + \gamma_2 \approx \frac{\pi}{20}$ - сумарний кут охоплення ниткою направляючих натяжного пристрою.

Визначаємо натяг нитки на виході T_2' з контрольного пристрою з урахуванням збільшення його тарільчастим натягувачем

$$T_2' = P_H + T_{o,max} \exp(\mu(\alpha_1 + \alpha_2)) + \frac{EJ}{2\rho^2} \exp(\mu(\alpha_1 + \alpha_2) - 1) = 5.42 \text{ сН.} \quad (\text{П1.5})$$

Визначаємо допустимий кут охоплення нитководу

$$\alpha_1 = \frac{1}{\mu_1} \ln \frac{[T_{ex}]}{T_2} = 1.56 \text{ рад.} \quad (\text{П1.6})$$

Розрахунок геометричних параметрів системи пасивної подачі ниток зводиться до визначення координат розміщення структурних елементів системи за формулами:

$$X_2 = \frac{X_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + Y_{max} - Y_1}{\operatorname{tg} \alpha_1} = 110,9 \text{ мм;}$$

$$Y_2 = \frac{Y_{max} \operatorname{tg} \alpha_2 - X_{max} - X_2'}{\operatorname{tg} \alpha_2} = 493,7 \text{ мм,}$$

де X_1, Y_1 - координати точки розміщення нитководу, які дорівнюють $X_1=100$ мм, $Y_1=120$ мм за умови, що ось ординат Y співпадає з віссю голкового циліндру, а ось X проходить через площину верхнього столу автомату;

$Y_{max}=750$ мм – ордината точки розміщення контрольного пристрою;

$X_{max}=500$ мм – абсциса точки розміщення бобіни.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Додаток 2
Розрахунок сил, які діють на вал подавача ниток

У відповідності до рівняння (3.6) визначаємо навантаження, яке діє на вал подавача ниток

$$P_B = \frac{M\omega^2 r_2}{1 - M\omega^2 / C} = 145 \text{ Н}, \quad (\text{П2.1})$$

де $C = \frac{3EJ}{l_1^3} = 14,49 \times 10^4 \text{ Н/м}$ – жорсткість валу на ділянці від опори до точки

прикладання сили P ;

$M = 0,43 \text{ кг}$ – сумарна маса внутрішнього та зовнішнього кілець подавача ниток;

$\omega = 300 \text{ рад/с}$ – кутова швидкість обертання валу подавача ниток;

$r_2 = 0,003 \text{ м}$ – ексцентриситет для центру мас внутрішнього та зовнішнього кілець;

$E = 2 \times 10^{11} \text{ Н/м}^2 = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$ – модуль пружності першого роду матеріалу валу подавача ниток;

$J = \frac{\pi d^4}{64}$ – момент інерції площ поперечного перерізу валу;

$d = 8 \text{ мм}$ – діаметр валу.

Визначаємо крутний момент на валу подавача ниток при його пуску за формулою (3.15)

$$M_{крп} = \frac{2(M_{пуск} - (F_{TP}(R - r_2) + M_{CH}))J_H}{J_P + J_H} + (F_{TP}(R - r_2) + M_{CH}) = 0,011 \text{ Нм}, \quad (\text{П2.2})$$

де $M_{пуск}$ – пусковий момент на валу двигуна:

$$M_{пуск} = \frac{M_{поч} + M_{max}}{2} = \frac{0,039 + 0,06}{2} = 0,05 \text{ Нм};$$

$F_{TP} = P_u f = 1,45 \text{ Н}$ – сила тертя кочення;

$f = 0,01$ [24] – коефіцієнт тертя в кулькових підшипниках;

$R - r_2 = 0,017 \text{ м}$ – радіус дії сили тертя кочення;

M_C – момент сили опору при намотуванні нитки на барабан подавача ниток:

$$M_C = T \cdot \frac{d}{2} = 0,2 \cdot 65 \cdot 10^{-3} / 2 = 0,006 \text{ Нм};$$

$T = 20 \text{ сН}$ – вхідний натяг нитки на барабані;

$d = 65 \text{ мм}$ – діаметр барабану;

$$J_P = \frac{mr^2}{2} = 6,9 \times 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ – момент інерції ротора двигуна};$$

$m = 0,41 \text{ кг}$ – маса ротора двигуна;

$r = 0,026 \text{ м}$ – радіус ротора двигуна;

$J_H = J_{m_1} + J_{m_2} = 2,15 \times 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – момент інерції елементів, які входять до

складу подавача ниток;

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$J_{m_1} = \frac{m_1 r^2}{4} = \frac{0,17 \cdot 0,015^2}{4} = 8,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ – момент інерції елемента подавача}$$

ниток з масою m_1 ;

$$J_{m_2} = \frac{m_1 (r_2^2 - r_1^2)}{4} = \frac{0,26 (0,6^2 - 0,4^2) 10^{-3}}{4} = 13 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ – момент інерції}$$

елемента подавача ниток з масою m_2 .

Визначаємо приведені напруження, яке діє на вал подавача ниток з урахуванням крутних та згинальних моментів

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_{зг}^2 + 0,7\tau_{кр}^2} = \sqrt{\left(\frac{M_{зг}}{0,1d^3}\right)^2 + 0,7\left(\frac{M_{кр}}{0,2d^3}\right)^2} = 121 \text{ МПа}, \quad (\text{П2.3})$$

де $M_{зг} = P_B \cdot l = 5,8 \text{ Нм}$ – згинаючий момент, який діє на вал подавача ниток;

$l = 0,04 \text{ м}$ – відстань від точки кріплення валу (за підшипником) до точки дії доцентрової сили (центр мас).

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток 3

Розрахунок ймовірності не руйнування валу подавача ниток

Розрахунок виконуємо за критерієм втомленісної міцності.

Визначаємо границю втомленості валу подавача ниток при пульсуючому симетричному циклі навантаження [25]:

$$\bar{\sigma}_{-1B} = \frac{1,4\bar{\sigma}_{-1}}{n \cdot K_{\sigma}} = 219,6 \text{ МПа}, \quad (\text{ПЗ.1})$$

де $\bar{\sigma}_{-1} = 280$ МПа [26] – середнє значення границі втомленості матеріалу (сталь 45);
 $K_{\sigma} = 1,2$ [26] – коефіцієнт концентрації напружень в небезпечному перерізі валу;
 $n = -1,49$ – загальний коефіцієнт, який враховує вплив значущих факторів на міцність валу.

Визначаємо за формулою Веллера обмежену границю втомленості валу подавача ниток при заданому числі циклів навантаження

$$\bar{\sigma}_{RN} = \bar{\sigma}_{-1B} \left(\frac{N_o}{N_{u\Sigma}} \right)^m = 84 \text{ МПа}, \quad (\text{ПЗ.2})$$

де $N_{u\Sigma} = 10^6$ циклів – число циклів навантаження валу подавача ниток за строк служби;

$N_o = 9 \cdot 10^5$ циклів – число циклів зміни напружень, які відповідають точці перегину кривої втомленості матеріалу;

$m = 10$ [27] – показник, який враховує нахил правої ветки кривої втомленості при $N_{u\Sigma} > N_o$.

Обчислюємо квантіль нормального розподілу для визначення ймовірності безвідмовної роботи (не руйнування) валу:

$$u_p = \left| \frac{\sigma_p - \bar{\sigma}_{RN}}{S_R} \right| = 2,1, \quad (\text{ПЗ.3})$$

де $\sigma_p = 121$ МПа – напруження в небезпечному перерізі валу;

S_R – середньо квадратичне відхилення границі втомленості валу:

$$S_R = \sigma_{-1B} \cdot \nu_{-1B} = 17,5 \text{ МПа}, \quad (\text{ПЗ.4})$$

де ν_{-1B} – коефіцієнт варіації границі втомленості валу:

$$\nu_{-1B} = \sqrt{\nu_{\sigma_{max}}^2 + \nu_{-1}^2 + \nu_{\alpha}^2} = 0,08, \quad (\text{ПЗ.5})$$

$\nu_{\sigma_{max}}$ – коефіцієнт, який характеризує розсіяння амплітуд напружень (значення $\nu_{\sigma_{max}}$ вибирають з меж 0,04...0,06);

$\nu_{-1} \approx \nu_B = 0,07$ – коефіцієнт варіації границі втомленості матеріалу, який дорівнює коефіцієнту варіації границі міцності (значення знаходиться в межах 0,07...0,1);

ν_{α} – коефіцієнт варіації теоретичного коефіцієнту концентрації напружень через розсіяння геометричних характеристик валу:

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наближено $v_\alpha = (0,3...0,45)v_\rho$,

де v_ρ - коефіцієнт варіації геометричних характеристик валу.

За табл.2.1 [24] у відповідності до квантілю нормального розподілу $u_p = 2,1$ маємо, що ймовірність безвідмовної роботи валу подавача ниток складає $P(t) = 0,99$.

					СПН 000.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		