

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних  
технологій

Кафедра механічної інженерії

*Дипломна  
магістерська робота*

на тему Структурний синтез механізмів подачі нитки петельника швейних  
машин ланцюгового стібка класу 400

Виконав: студент групи МгМ-21  
спеціальності 133 Галузеве  
машинобудування, освітня програма  
Обладнання легкої промисловості та  
побутового обслуговування

Пиниця С.В.

Керівник Дворжак В.М.

Рецензент Манойленко О.П.

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних  
технологій

Кафедра механічної інженерії

***Пояснювальна записка  
до дипломної магістерської роботи***

на тему Структурний синтез механізмів подачі нитки петельника швейних  
машин ланцюгового стібка класу 400

Виконав: студент групи МГМ-21  
спеціальності 133 Галузеве  
машинобудування, освітня програма  
Обладнання легкої промисловості та  
побутового обслуговування

Пиниця С.В.

Керівник Дворжак В.М.

Рецензент Манойленко О.П.

Київ 2022

## АНОТАЦІЯ

Пиниця Сергій Васильович. Структурний синтез механізмів подачі нитки петельника швейних машин ланцюгового стібка класу 400. – Рукопис. Магістерського дипломного проєкту на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування освітньої програми «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування», Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2022.

В магістерській роботі проведений аналітичний огляд механізмів подачі петельникової нитки швейних машин ланцюгового стібка. Розроблена класифікація з урахуванням відомих механізмів та літературних джерел та доповнена розробками кафедри механічної інженерії.

Уточнено процес утворення багатониткових ланцюгових стібків з урахуванням роботи механізму подачі нитки петельнику, отримано функції дійсної та необхідної подачі нитки петельнику для швейних машин багатониткового плоского ланцюгового стібка. Уточнено методикку проєктування механізмів подачі нитки кулачкового типу та спроектовано новий механізм подачі нитки.

Експериментально визначено необхідну та дійсну подачу нитки петельника швейних машин кл 876 та 164 ф. Rimoldi. Експериментально отримано профіль кулачка машин кл 876 та 164 ф. Rimoldi, за отриманими параметрами була розроблена 3Д модель механізму подачі нитки петельника кулачкового типу, побудовані функції подачі дійсної та необхідної подачі нитки. Отримано аналітичні залежності функцій необхідної та дійсної подачі нитки петельнику, за якими отримано теоретичні значення законів подачі нитки. Виконаний синтез раціонального механізму подачі нитки голкам. Розроблені кресленники загального нового механізму подачі нитки петельнику. Розроблено кресленик складальний та кресленники деталей механізму.

*Ключові слова:* механізм подачі нитки петельнику, полоскошовна швейна машина ланцюгового стібка, синтез механізмів подачі нитки петельника, кулачкові механізми подачі нитки петельника.

## ANNOTATION

Serhiy Vasyliovych Pynytsia. Structural synthesis of thread feed mechanisms of the looper of class 400 chain stitch sewing machines. - Manuscript. Master's diploma project for obtaining a master's degree in the specialty 133 Industrial mechanical engineering of the educational program "Equipment of light industry and household service", Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2022. In the master's thesis, an analytical review of the loop thread feeding mechanisms of chain stitch sewing machines was carried out. The classification was developed taking into account the known mechanisms and literary sources and supplemented by the developments of the department of mechanical engineering. The process of formation of multi-threaded chain stitches has been specified, taking into account the operation of the mechanism for feeding the thread to the looper, the functions of the actual and necessary feed of thread to the looper for sewing machines of multi-threaded flat chain stitch have been obtained. The method of designing cam-type thread feeding mechanisms has been clarified and a new thread feeding mechanism has been designed. The necessary and effective thread feed of the looper of sewing machines kl 876 and 164 f was determined experimentally. Rimoldi. The profile of the cam of the cl 876 and 164 f machines was experimentally determined. Rimoldi, based on the obtained parameters, a 3D model of the thread feed mechanism of the cam-type looper was developed, the feed functions of the actual and required feed of the thread were built. Analytical dependences of the functions of the required and actual thread supply to the looper were obtained, according to which the theoretical values of the laws of thread supply were obtained. The synthesis of a rational mechanism for feeding the thread to the needles has been completed. Drafts of the general new thread feeding mechanism to the looper were developed. An assembly drawing and drawings of mechanism details have been developed.

***Key words:*** *looper thread feed mechanism, chain stitch strip sewing machine, looper thread feed mechanism synthesis, looper thread feed cam mechanisms.*

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій  
Кафедра механічної інженерії  
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування  
Освітня програма Обладнання легкої промисловості та побутового  
обслуговування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
механічної інженерії  
Олександр МАНОЙЛЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Пиниця Сергій Васильович

1. Тема дипломної магістерської роботи (проєкту) Структурний синтез механізмів подачі нитки петельника швейних машин ланцюгового стібка класу 400. Науковий керівник роботи (проєкту) Дворжак Володимир Миколайович, кандидат технічних наук, доцент затверджені наказом КНУТД від «28» вересня 2022 року № 180 уч.
2. Строк подання студентом дипломної роботи (проєкту) 10.11.2022 року
3. Вихідні дані до проєкту: вихідні дані до проєкту Автореферат кандидатської дисертації Удосконалення механізмів подачі нитки швейних машин класу 400, Манойленко О.П., Технічна документація ш.м. 876 кл., ПМЗ, шм. 164 кл. ф. Rimoldi.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) зміст ПЗ згідно рубрикації методичних вказівок для виконання магістерської роботи, виконати аналітичний огляд процесу утворення стібка калас а 400 з виявлення особливостей роботи мех.. подачі нитки петельника, та механізмів для його реалізації, виконати уточнений опис процесу утворення стібка з урахування розробити механізму подачі нитки, виконати дослідження подачі нитки на швейних машинах.
5. Перелік графічного матеріалу: Лист 1. Аналітичний огляд механізмів подачі нитки петельників, Лист 2. Дослідження кулачкового механізму, Листи 3,4. Результати та експериментальна установка.

Листи 5, 6. Характерні періоди утворення стібка, Лист 7 Складальне креслення, Лист 8 Креслення деталей виробу5. Дата видачі завдання 28.09.2022 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістрської роботи (проєкту)	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	5.10.2022	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	15.10.2022	
3	РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ НЕОБХІДНОЇ ТА ДІЙСНОЇ ПОДАЧІ ГОЛКОВОЇ НИТКИ ПРИ УТВОРЕННІ СТІБКІВ КЛАСУ 400	20.10.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ ГОЛКОВОЇ НИТКИ	25.10.2021	
	РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ НИТКИ НОВОЇ		
5	Висновки	30.10.2021	
6	Оформлення дипломної роботи (проєкту) (чистовий варіант)	05.11.2022	
7	Здача дипломної роботи (проєкту) на кафедрі для рецензування (за 14 днів до захисту)	10.11.2022	
8	Перевірка дипломної роботи (проєкту) на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	10.11.2021	
9	Подання дипломної роботи (проєкту) на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	11.11.2022	

Студент \_\_\_\_\_ Сергій ПИНИЦЯ  
( підпис )

Науковий керівник роботи \_\_\_\_\_ Володимир ДВОРЖАК  
( підпис )

Директор НМЦУПФ \_\_\_\_\_ Олена ГРИГОРЕВСЬКА  
( підпис )

## ***ЗМІСТ***

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	
1.1. Аналіз процесу утворення сточувальних ланцюгових стібків .....	12
1.2. Особливості процесу утворення стібків класу 400.....	13
1.3. Аналітичний огляд існуючих механізмів подачі нижньої нитки.....	23
1.4. Висновки та постановка задачі дослідження .....	27
РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ НЕОБХІДНОЇ ТА ДІЙСНОЇ ПОДАЧІ ГОЛКОВОЇ НИТКИ ПРИ УТВОРЕННІ СТІБКІВ КЛАСУ 400	
2.1 Уточнений опис процесу утворення стібка .....	29
2.2 Аналітичне визначення функцій положення механізмів швейних машин.....	32
2.3 Аналітичне визначення функції необхідної подачі ідеальної нитки.....	40
2.4 Аналітичне визначення функції необхідної подачі нитки .....	44
2.5 Аналіз отриманих залежностей та висновки .....	53
РОЗДІЛ 3 Методика проведення експерименту.....	55
3.2 Умови проведення експерименту.....	57
3.3 Опис експериментальної установки.....	59
3.4 Алгоритм проведення експерименту та його результати.....	60
3.5 Обробка результатів експерименту.....	62
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ НИТКИ НОВОЇ	
4.1 Проектування нового механізму подачі нижньої нитки .....	68
4.2 Розробка класифікації механізмів подачі голкової нитки.....	72
ВИСНОВКИ .....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	77
ДОДАТКИ .....	80

## Вступ

На сьогоднішньому ринку праці обладнання швейного виробництва широко застосовується в різних галузях легкої промисловості: швейної, трикотажної, взуттєвої, шкіргалентерсйної та інших.

Понад 70% обладнання по номенклатурів в вищевказаних галузях відноситься до швейних машин ланцюгового стібка [1] в більшості застосовуються швейні машини для з'єднувальних операцій та обробки країв матеріалів. Збільшення продуктивності є актуальною задачею модернізації обладнання та є поштовхом в конкурентоспроможності виробництва різних форм власності. Серед шляхів модернізації обладнання є забезпечення повної функціональності механізмів швейних машин двохниткового та багато ниткового ланцюгового стібка.

Машини ланцюгового стібка, не дивлячись на їх широке застосування, вивчені ще недостатньо і мають низку не розкритих питань підвищення продуктивності обладнання і поліпшення якості виробів.

Серед основних механізмів найбільш відповідальними механізмами є механізми подачі нитки (голкової та петельникової), оскільки проектується ці механізми після проектування решти інших механізмів. Хронологічна послідовність проектування швейного обладнання починається з механізму зубчастої рейки, умовам якої повинен відповідати механізм голки, який проектується другим, наступним механізмом проектується механізм петельників, після цього приступають до проектування механізму подачі нитки і на завершення механізму подачі нитки петельника. Якщо перші чотири механізми швейних машин ланцюгового стібка досліджені практично повністю то останній потребує додаткового дослідження та розробки раціональних конструкцій.

Механізм подачі нитки є одним з основних механізмів даних машин, його робота забезпечує правильну взаємодію нитки з іншими робочими органами в процесі утворення ланцюгових стібків. Саме тому механізми подачі нитки



проектують після розробки решти механізмів. Задача проектування даних механізмів полягає в забезпеченні ними подачі, або вибору необхідної довжини нитки в відповідний момент у відповідності до цілісності процесу утворення стібка.

Роботи пов'язані з проектуванням механізмів подачі голкової нитки більш детально розкриті в роботі [2], в цей же час дослідження, рекомендації з проектуванні та класифікація механізмів подачі нитки петельника взагалі відсутні.

Швейна машини які оснащені одним петельником можуть виконувати стібок як типу 402 двохнитковий ланцюговий утворений з однією голкою , або типу 406 з двома голками та петельником. Серед таких машин є швейні машини 876 КЛ. ПМЗ, ф. Rimoldi 164 кл, які призначені для підшивання зрізів білизняних виробів з легкого еластичного трикотажного полотна. Такий тип машин з аналогійними параметрами механізмів застосовується і на сьогоднішній день в ряді інших машин різних зарубіжних фірм.

### **Постановка задачі**

Основною задачею магістерської роботи є пошук існуючих механізмів подачі нитки петельника з наступною розробкою класифікації цих механізмів. Шляхом детального опису процесу утворення двохниткового ланцюгового стібка визначити основні закономірності необхідного закону подачі нитки, тобто функцію необхідної подачі нитки, провести експеримент з визначенням дійсної подачі нитки механізмами швейних машин 876 кл, та 164 кл. ф. Rimoldi, також в рамках експерименту визначити експериментально функцію необхідної подачі для зіставлення з графіком функцій отриманих аналітичним шляхом. На базі отриманих результатів розробити раціональні конструкції механізмів, виконати їх синтез та надати рекомендації для проектування нового обладнання та модернізації існуючого.

Мета дослідження – вдосконалити механізм подачі петельникової нитки (на далі МППН) для забезпечення відповідності дійсної подачі нитки до необхідної подачі.

Задачею дослідження є:

- провести функціональний аналіз існуючих МППН, на основі їх типів розробити їх класифікацію, доповнити класифікацію новими моделями механізмів;
- провести об'єктивний аналіз функціональності механізму виходячи з аналізу процесу утворення стібка;
- визначити експериментально дійсну та необхідну функції подачі нитки петельника швейних машин кл. 876 класу ПМЗ та 164 кл. ф. Rimoldi, та виконати порівняльний аналіз їх порівняти;
- отримати закон дійсної та необхідної функції подачі нитки петельника аналітичним шляхом;
- розробити нову конструкцію механізму подачі нитки петельника нижньої нитки для швейних машин ШМ 876 класу ПМЗ та 164 кл. ф. Rimoldi.

Об'єктом дослідження – є технологічний процес утворення стібка тиму 402 та 406.

Предмет дослідження – отримання алгоритмів та рекомендацій для вдосконалення механізму подачі петельникової нитки швейних машин двониткового та багато ниткового ланцюгового стібка.

*Методи досліджень.* Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях теорії механізмів і машин, теоретичної механіки, математичному моделюванні, аналізу оптимізації, математичних методів аналітичної геометрії.

*Наукова новизна* Наукова новизна та цілісність отриманих результатів полягає в розробці теоретичної бази, на основі якої розроблено механізм ниткоподавача з регульованими параметрами за рахунок введення нових зв'язків при збереженні закономірностей процесу утворення стібка. Запропоновано нову модель механізму.

*Практичне значення* Практичне значення полягає перш за все в розробці нового механізму ниткоподачі з регульованими параметрами для використання в швейній машині 876 класу та подібних швейних машин.

*Апробація роботи* Основні положення висновки та результати досліджень були повідомлені науковій конференції КНУТД.

*Публікації.* Результати випускної магістерської роботи подані до опублікування у збірці доповідей на науковій конференції КНУТД.

## 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Аналіз процесу утворення сточувальних ланцюгових стібків

#### 1.1.1 Класифікація та характеристика сточувальних ланцюгових стібків

Сточувальні ланцюгові стібки застосовують для з'єднання деталей виробів як з трикотажного полотна так і тканини, а також для пришивання мережива, тасьми тощо. Стібки цього класу в залежності від розміщення в матеріалі згідно [1, 2] відносять до стібків відкритого типу «...стежки, посредством которых происходит соединение деталей изделия без обметывания краев [3]».

До сточувальних ланцюгових стібків відносяться двониткові, багатониткові і плоских ланцюгових стібків без розкладки верхньої (покривної) нитки [1, 4-6].

Згідно ДСТУ ISO 12807-79 [7] та класифікації, наведеної в [1, 2, 4, 5, 8-13] до цих стібків відносять п'ять типів стібків класу 400:

401- ланцюговий плоский однолінійний стібок;

402, 403, 406, 407 - ланцюгові плоскі багатолінійні стібки;

Однолінійний плоский (площинний) стібок типу 401 утворюється внаслідок переплетення верхньої та нижньої нитки при відповідній взаємодії однієї голки та одного петельника.

Дворядні трьохниткові плоскі (площинні) стібки типу 402 і 406 відрізняються один від одного формою розкладки нитки петельника, яка обумовлена траєкторією руху петельника і процесом взаємодії його з іншими робочими органами. Те ж саме можна сказати і про трьохрядні чотирьохниткові плоскі (площинні) стібки типів 403 і 407 [2, 4, 14-16].

Серед вищеописаних типів найбільш широкого застосування на підприємствах легкої промисловості знайшли стібки типів 401, 406, 407 [4, 10], оскільки дані типи стібків застосовується не тільки для з'єднання деталей, але і для оздоблювання виробів.

## 1.2. Особливості процесу утворення стібків класу 400

Стібки класу 400 утворюються внаслідок переплетення, або накладання одна на одну петель двох або більше груп ниток, наприклад, петлі однієї групи (голкової нитки) проводять крізь матеріал і переплітають з петлями другої групи ниток (нитки петельника) [3-5, 11, 13, 15-18].

Процес утворення стібків класу 400 є наслідком функціональної взаємодії робочих органів з нитками та матеріалом.

До робочих органів ШМ ланцюгового стібка відносять:

голки – (в залежності від типу стібка використовують від 1 до 3 голок) [1-5];

петельник [1-5];

зубчастої рейки або двох рейок(основної та диференційної), роликів, валиків, які використовуються як допоміжні робочі органи і працюють в парі з зубчастою рейкою [1-5, 15-21];

ниткоподавачі верхньої та нижньої нитки - можуть бути виконані у вигляді повзуна-ниткоподавача, кулачка, ексцентрика, важелів, пари фрикційних дисків, поєднаних з нерухомими або періодично рухомими нитконапрямниками, притискних пристроїв в вигляді соленоїдів, та в вигляді комбінацій вище перерахованих видів ниткоподавачів [1-5, 29];

притискні пристрої – лапка, ролик [2-4, 27];

розширювачі – застосовуються в випадку, коли петельник має рух тільки поперек строчки [2, 3, 8].

Процес утворення всіх типів стібків класу 400, базується на основі процесу ДЛС типу 401 [1, 4, 5, 8].

Стібок даного типу може утворюватися трьома способами, голкою з петельником, який виконує складний рух [1, 2, 8, 10], голкою з петельником, який виконує тільки рух поперек строчки [2, 4, 8, 11, 13] та голкою, з петельником, що рухається вздовж строчки та розширювачем, що рухається поперек строчки [2, 4, 8, 10,]. В усіх випадках в процесі беруть також участь рушій матеріалу, ниткоподавачі та притискний пристрій.

Спосіб утворення стібка за допомогою голки та петельника, який виконує складний рух, найбільш розповсюджений. Цей спосіб широко використовується при утворенні всіх типів стібків класу 400 [1-5, 11].

Процес утворення стібка типу 401 докладно розглянутий в роботах [1-5, 8, 11, 13-19], причому в деяких літературних джерелах [1-5, 13-17] початок опису процесу петлеутворення починається з крайнього верхнього положення (КВП) голки, а в інших [18, 33-35] з крайнього нижнього положення (КНП) голки. Кількість характерних періодів, на які автори поділяють цей процес, також різна, або нечітко виявлена.

В більшості літературних джерел [2, 4, 8, 11, 13,] процес утворення стібка типу 401 поділяють на 8 характерних періодів:

Період 0-1. – Голка 1 рухається з КВП до КНП (рис. 1, *a*), проколює матеріал 2 і проводить крізь нього петлю своєї нитки, петельник 3 рухається вздовж строчки в напрямку, протилежному руху матеріалу і при досягненні крайнього віддаленого положення змінює свій рух за напрямком, і – поперек строчки (по відношенню до оператора) з крайнього лівого положення (КЛП) в крайнє праве положення (КПП). За час знаходження голки поза матеріалом, зубчаста рейка виконує робочий хід (матеріал переміщується приблизно на половину довжини стібка). Відомості про роботу робочих органів ниткоподавачів в цей період в більшості літературних джерел відсутні. В той же час в роботах [14, 19, 37] вказано, що за період проходження голкою з КВП до КНП відбувається подача нитки голці робочими органами механізму подачі голкової нитки (МПГН), причому закон необхідної подачі нитки за цей період змінюється двічі (в періоди її проходження поза матеріалом та в матеріалі). В роботах [11, 13] зазначено, що до моменту входу вушка голки в матеріал та подальшого її руху, подача необхідної величини вільної ненацягнутої нитки повинна здійснюватися ниткоподавачем.

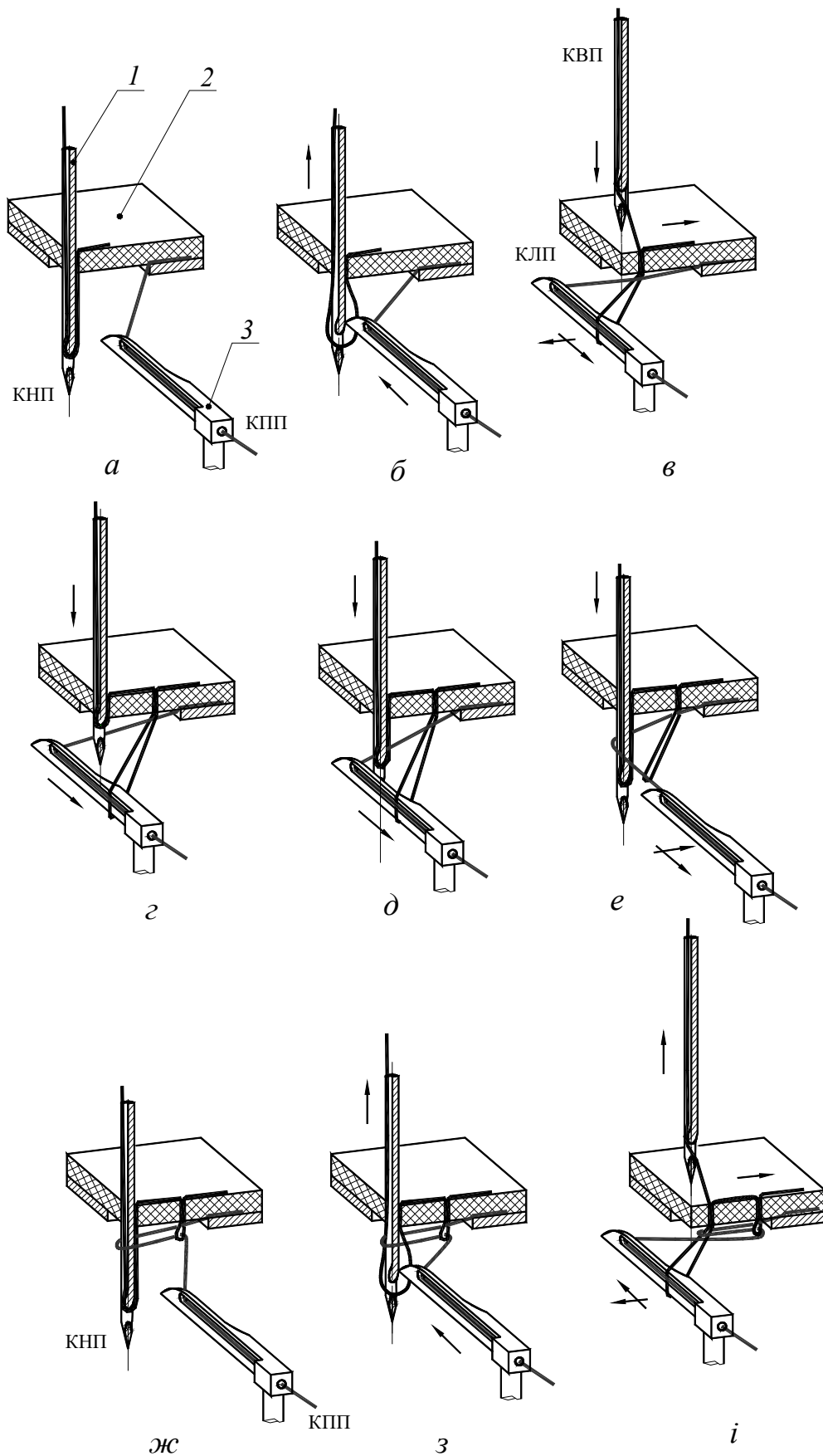


Рис. 1. Процес утворення стібка типу 401:

1 – голка; 2 – матеріал; 3 – петельник.

Період 1-2. – Голка *I* піднімається з КНП на величину 2-2,5 мм (5-8 мм [38]) утворює так звану «петлю–напуск» (рис. 1, б). Петельник *3*, рухаючись з КПП поперек строчки, та вздовж строчки в зворотному напрямку від напрямку її утворення захоплює «петлю–напуск», розширює її, вводить в неї петлю своєї нитки і продовжує свій рух. Зубчаста рейка в цей період виконує холостий хід. Відомості про роботу органів ниткоподачі в цей момент в літературних джерелах [1-5, 11, 13, 14-18] відсутні. Але, як зазначено в [14, 39], робота ниткоподавача в цей період повинна сприяти утворенню стійкої «петлі–напуску» з достатнім необхідним зазором для захоплення її носиком петельника, що досягається шляхом підтягування нитки на величину, яка дорівнює ходу голці.

Період 2-3. – Голка *I*, продовжуючи підніматись, виходить з матеріалу і доходить до КВП (рис. 1, в). За час знаходження голки над матеріалом, зубчаста рейка починає переміщення матеріалу *2*. Петельник переміщується в КЛП та змінює свій напрямок руху вздовж матеріалу на протилежний, в точці крайнього ближнього положення і відхиляє петлю голкової нитки від лінії руху голки. Ниткоподавач переміщується в верхнє положення, і змотує нитку з бобіни в кількості, необхідній для утворення наступного стібка [1, 15, 16, 18, 22, 31, 32, 36], нитка голки натягується і її петля щільно обтискає тіло петельника [2, 13].

Період 3-4. – Голка *I*, рухаючись до КНП (Рис. 1, в), проколює матеріал *2* і починає проводити крізь нього петлю своєї нитки (Рис. 1, г). Петельник рухається вздовж строчки в напрямку, протилежному напрямку просування матеріалу, і поперек строчки з КЛП і утворює в місті проколу з петлі своєї нитки та гілок петлі голкової нитки, так званий «нитковий трикутник» (Рис. 1, г). До моменту проколу матеріалу зубчаста рейка закінчує переміщення матеріалу на задану величину стібка, після чого починає виконувати холостий хід. В проаналізованих роботах [1, 4,8,11, 13-19, 22, 31-34, 36] відомості про роботу органів ниткоподачі в цей момент відсутні.

Момент 4-5. – Голка *I* продовжує свій рух і своїм вістряем заходить в площину «ниткового трикутника» (рис. 1, д) тобто відбувається «закол» («закол» - термін запозичений з роботи [40]) нею петлі нитки петельника. [1-5, 8, 11, 13-17].



В відомих літературних джерелах відомості про роботу органів ниткоподачі в цей момент відсутні. Зубчаста рейка продовжує холостий хід.

Період 5-6 – Голка *1* продовжує опускатися до свого КНП (рис. 1, *е*), проводить крізь петлю нитки петельника петлю своєї нитки. Петельник *3* при русі вправо за напрямком до свого КПП, скидає петлю голкової нитки, та змінює напрямок руху вздовж строчки за напрямком переміщення матеріалу в точці крайнього віддаленого положення. Скинена з петельника петля голкової нитки скорочується голкою (рис. 1, *ж*) [1-4, 17, 32-34, 36], за рахунок того, що ниткоподавач (верхньої нитки) звільнює нитку меншої довжини, ніж необхідно. При скороченні голкою попередньої петлі своєї нитки, відбувається підтягування до нижньої поверхні матеріалу вздовж строчки петлі нижньої нитки, яка надіта на стержень голки [2, 4, 6, 11, 13,]. Таким чином відбувається попереднє зтягування стібка [2, 4, 6, 11]. Зубчаста рейка виконує холостий хід.

В роботах [3, 17] вказано, що в цей період відбувається остаточне зтягнення стібка.

Період 6-7 – опис періоду 6-7 (рис. 1, *з*) співпадає з описаним вище періодом 1-2.

Період 7-8 – При подальшому русі голка *1* виходить з петлі нижньої нитки та матеріалу, (рис. 1, *і*) зубчаста рейка починає переміщення матеріалу на довжину стібка, петельник переміщується вздовж строчки в напрямі, протилежному руху матеріалу, і – поперек строчки – з КПП до КЛП, ниткоподавач нижньої нитки починає підтягувати петлю нижньої нитки до нижньої поверхні матеріалу. Сумісною дією петельника, рушія матеріалу та ниткоподавача нижньої нитки виконується остаточне зтягнення попереднього стібка внаслідок того, що переміщення матеріалу і переміщення петельника уздовж лінії строчки відбуваються в протилежних напрямках [1, 2, 4,]. Ниткоподавач МПГН змотує з бобіни нитку на наступний стібок [1].

Крім того, зтягування голкової нитки відбувається і за рахунок форми тіла петельника при його русі вліво по відношенню до лінії руху голки, оскільки на нього надіта петля голкової нитки [4, 15]. Значний вплив на час та величину

кінцевої зтяжки стібка відіграє геометрія пальця голкової пластини (в багатоголкових ШМ) [4, 11, 13, 39-41].

Надалі процес повторюється.

При описі більшості основних характерних періодів (1-2, 3-5, 6-7) процесу утворення стібка типу 401, автори літературних джерел [1, 3-5, 8, 11, 13-19] не враховують роботу ниткоподавачів, а в публікаціях [5, 17, 30, 34] про роботу ниткоподавачів не згадується взагалі. В той же час, в роботах [15, 16, 41] вказується, що, оскільки, в більшості швейних машин ланцюгового стібка ниткоподавач верхньої нитки має однаковий закон руху з голкою, то подача нитки ниткоподавачем, або її вибір відбувається протягом всього процесу утворення стібка. Однак, при цьому не розглянуто особливості роботи ниткоподавача в кожному моменті процесу утворення стібка, хоча створення необхідних умов утворення стібка неможливе без функціональної участі ниткоподавача. Так при розгляді інтервалу утворення «петлі–напуску», автори робіт [1, 3, 4, 8, 11, 13-20] вважають, що вплив ниткоподавача на процес в цей період відсутній, а сам процес протікає лише за рахунок голки. Однак, враховуючи те, що в більшості машин ниткоподавач має однаковий закон руху з голкою, при підйомі голки на певну величину, (необхідної для утворення «петлі–напуску») ниткоподавач рухається разом з нею таким чином вибирає частину нитки з «петлі–напуску», яка в цей час формується.

При розгляді процесу утворення «ниткового трикутника» автори вищерозглянутих джерел також не згадують про роботу ниткоподавача, хоча відмічають, що голкова нитка в цей період повинна бути в натягнутому стані. В цей же час, при розгляді процесу утворення стібка типу 406 автори роботи [4] вказують, що натягнутий стан нитки досягається за рахунок вибору нитки ниткоподавачем. За думкою автора роботи [37] для забезпечення правильної форми «ниткового трикутника» подача нитки петельнику повинна відповідати найменшій довжині стібка, а в випадку утворення стібка іншої довжини недостача нитки компенсується з бобіни. Більшість авторів вважають, що такі умови досягаються за рахунок роботи петельника, рушія матеріалу та голки.

Але формування «ниткового трикутника» лише за рахунок петельника, та рушія матеріалу, неможливе внаслідок незначного їх ходу вздовж строчки, а натягнутий стан нитки, необхідний для правильної орієнтації «ниткового трикутника», не може бути забезпечений лише голкою, внаслідок того, що кількість нитки, яка проводиться голкою, залежить від кількості, яка подана ниткоподавачем. Отже процес утворення «ниткового трикутника» в цілому залежить від роботи ниткоподавачів обох механізмів як голки та петельника. Таким чином розміри «ниткового трикутника» залежать від сумісних ходів петельника та рушія матеріалу, відстані від поверхонь петельника до нижньої поверхні матеріалу, а відповідне положення петлі голкової нитки на петельнику досягається за рахунок роботи ниткоподавача, який створює дефіцит верхньої нитки в цей період, тим самим утворюючи натягнутий стан петлі голкової нитки, та фізичних властивостей нитки [43-49]. Однак в літературі ці важливі моменти роботи механізму ниткоподачів не розглянуті.

Процес утворення багаторядних плоских ланцюгових стібків типу 402, 403, 406, 407 має багато спільного з процесом утворення двониткового ланцюгового стібка типу 401 [2, 4, 5]. Характерна відмінність процесу утворення стібків типів 401 та є те, що «закол» відбувається в один нитковий трикутник, а при утворенні стібків типів 402, 406 «закол» відбувається в два ниткові трикутники, та в три ниткові трикутники при утворенні стібків типів 403 та 407 [1-3, 14].

Окрім розгляду загального процесу утворення стібка в деяких інших літературних джерелах розглянуті особливості деяких окремих моментів процесу утворення стібка.

Як вказано в літературних джерелах [2, 4, 5, 11], процес утворення «петлі–напуску» (період 2 та 7) відбувається за рахунок підйому голки на певну величину та пружних властивостей нитки, а подача нитки ниткоподавачем в період її утворення відсутня. Як зазначено в [4, 38, 53, 54] при утворенні стібків типів 402, 403, 406, 407 в багатоголкових швейних машинах в цей період відбувається стабілізація «петель–напуску» за рахунок часткового вибирання нитки додатковими робочими органами (ниткоподавачами, допоміжними гальмівниками

нитки, пружинними компенсаторами тощо) механізму подачі нитки, а для покращення умов захоплення «петлі–напуску» носиком петельника, голки встановлюються на різній висоті [1-4, 35, 55]. При цьому різниця положення голок по висоті залежить від відстані між голками та відношення середніх швидкостей петельника та голки в інтервалі їх взаємодії [1-3, 35, 55]. Є також вказівки [2, 15, 16, 38, 50, 51], що при захопленні петельником петель, останній повинен проходити на однаковій відстані (перевищення носика петельника 1-2,2 мм.) над верхньою кромкою вушка кожної голки.

З огляду на це для покращення умов утворення та захоплення «петель–напуску» на практиці застосовуються різні методи, які пов'язані з роботою органів ниткоподавачів, або взаємним розташуванням робочих органів (голок, та петельників). Таким чином відповідність величин дійсної та необхідної подачі нитки в деяких характерних періодах процесу утворення стібка досягається за рахунок роботи ниткоподавача. Однак автори цих джерел не акцентують увагу на його роботі при описі процесу утворення стібка. Рекомендацій з регулювання МПГН в цих літературних джерелах також не виявлено.

Необхідна величина підйому голки для утворення «петлі-напуску» в різних літературних джерелах [2, 4, 5] становить різну величину. Так в [4, 11, 13, 22, 31] вказано, що вона складає 2-2,5 мм, в роботах [2, 5,3] 2,5-3 мм та 3-3,5 мм – в [51]. Автори літературних джерел [4, 5, 22] не враховують натяг нитки при попередній зтяжці стібка.

Як зазначено в [38] для утворення «петлі–напуску» необхідний підйом голки повинен бути значно більшим від величини 3-3,5 мм. За думкою автора це пов'язано з особливістю процесу утворення стібків класу 400, зокрема роботи голки, яка в процесі руху в матеріалі виконує додаткову функцію - попереднє зтягування раніш утвореного стібка. Завдяки цьому при КНП голки нитка виявляється розтягнутою і для її релаксації потрібен додатковий підйом на 2-4 мм. Крім того в машинах ланцюгового стібка «петля–напуск», звичайно утворюється з обох боків голки. В цілому для утворення «петлі–напуску» придатної для захвату петельником підйом голки з КНП, як вказано в даній роботі, повинен сягати 5÷8

мм. Але, як показали дослідження [11, 13] процесу формування «петлі-напуску» при утворенні двохниткового ланцюгового стібка, ця величина підйому справедлива лише для першої голки при утворенні багатониткових ланцюгових стібків (типів 406 та 407). Процес формування «петель-напуску» для інших голок триває значно довше, при цьому до моменту захоплення вони мають більший розмір, що збільшує небезпеку закручування петлі. Для усунення такого явища рекомендується при встановленні голки повернути її на деякий кут в напрямку, протилежному напрямку закручування петлі нитки [56].

Слід відмітити думку автора роботи [38] про те, що процес утворення «петлі-напуску» щільно пов'язаний з натягом нитки в початковий момент її утворення, який з'являється внаслідок попередньої зтяжки стібка та невідповідності поданої ниткоподавачем довжини нитки голці. В цьому випадку дійсна подача нитки менше необхідної, що призводить до додаткового натягу нитки при наближенні голки до КНП та можливості її змотування з катушки в цей період, що носить негативний характер. Збільшення ж величини підйому голки на величину, необхідну для усунення релаксації нитки, призводить до збільшення її робочого ходу, що означає погіршення динаміки механізму голки в цілому.

При утворенні «ниткового трикутника» (період 4), як зазначено в [2, 4, 13, 40, 52, 57] попередня петля голкової нитки, яка надіта на петельник, повинна зайняти відповідне положення до моменту «заколу» та знаходитись в натягнутому стані праворуч від лінії руху голки, що досягається, як правило, сумісною дією голки, зубчастої рейки та петельника. Як зазначено в [4], площа «ниткового трикутника» залежить від довжини стібка і відстані по висоті від його вершини до його основи. Для збільшення площі «ниткового трикутника» в голковій пластині виконана виїмка.

В роботах [4, 39, 40, 50] вказано на вплив профілю нижньої частини петельника і відстані між голками на правильне розміщення петель голкових ниток на петельнику в момент «заколу». При розгляді даної операції в роботі [14] відмічено, що в процесі «заколу», голки, потрапляючи своїми вістрями в середину скошу поверхні петельника, повинні ковзати по ній, злегка згинаючись, а в роботі

[4] сказано, що для покращення умов «заколу» на петельнику за вушком виконують спеціальну виїмку.

В літературних джерелах [1-4, 8, 11] по-різному визначаються періоди остаточної зтяжки стібка та робочі органи, що її виконують. Так в [3] зазначено, що зтягування стібка відбувається в період знаходження голки в матеріалі і виконується лише голкою. В більшості літературних джерел [1, 2, 4, 5, 8, 11] вказується, що процес кінцевої зтяжки стібка відбувається в два прийоми – під час проходження голки в матеріалі (період 4-6) та при русі голки з КНП до КВП, сумісними діями петельника, зубчастої рейки, голкової пластини та ниткоподавача (період 7-8). Як зазначено в [14-16, 19, 41] процес зтягування стібка може відбуватись тільки за рахунок ниткоподавача, при цьому натяг верхньої нитки збільшується в 3,5 рази.

В роботах [2, 11, 13] вказується, що зтяжка стібка відбувається в два прийоми: попередньо і остаточно. При цьому натяг верхньої (голкової) нитки  $T_r$  по відношенню до натягу нижньої (петельникової) нитки  $T_n$ , при попередньому та остаточному зтягуванні стібка, на думку авторів, відповідно становить  $T_r=4,8T_n$  та  $T_r=9,6T_n$  (при коефіцієнтах тертя нитки об матеріал та петельник відповідно  $\mu_m=0,3$ ,  $\mu_n=0,15$ ). В роботах [41, 59] відмічається, що збільшення натягу верхньої нитки при остаточній зтяжці стібка обумовлене тим, що верхня нитка знаходиться на петельнику, причому натяг нитки може зменшуватися за рахунок руху петельника вздовж строчки, що також створює сприятливі умови для остаточної зтяжки стібка. Автор роботи [58], полягає, що величина зусилля зтяжки стібка повинна визначатись з умови однакової міцності строчки та матеріалу; те, що вона залежить від швидкісних режимів машини; та також, що ослаблення верхньої нитки в період остаточної зтяжки стібка в ШМ ланцюгового стібка менше ніж в ШМ човникового стібка.

### 1.3. Аналітичний огляд існуючих механізмів подачі нижньої нитки

В основу класифікації МППН машин ланцюгового стібка, що приведена нижче, покладена існуюча класифікація механізмів подачі голкової нитки.

МППН пропонується поділити на дві групи:

1) За типом робочого органу:

- кулачкові

- важільні

2) В свою чергу кожен групу можна поділити на підгрупи в залежності від типу механізму, що забезпечує закон руху робочого органу.

3) Кожну підгрупу також можна поділити, якщо є допоміжний пристрій що впливає на контур подачі нитки петельника, або виділити такі механізми в окрему групу комбінованих МППН.

На першому листі графічної частини розглянуто декілька типових механізмів кулачкової та важільної групи:

1. Механізм подачі нижньої нитки швейної машини 876 класу (рис. 2,а). Що складається з закріпленого на головному валу кулачка (з необхідним профілем подачі). Пластини з отвором що закріплена з можливістю регулювання на корпусі машини. Та нитконапрямників, що закріплені на пластині, та на корпусі машини. До складу механізму також входить механізм регулювання натягу нитки. Зміна контуру подачі досягається шляхом відносного регулювання пластини з отвором для кулачка, відносно самого кулачка, гвинтом на, що кріпить пластину до корпусу машини.

2. Механізм подачі нижньої нитки з подвійним кулачком. Відрізняється тим, що для зміни контуру подачі петельникової нитки застосовується два кулачка,закріплених на головному валові, з необхідними профілями та закріпленим між ними стержнем, що відіграє роль нитконапрямника.

Механізм відомий з машини 163-10-01 кл. фірми «Рімольді» (рис. 2,б).

3. Механізм подачі нижньої нитки з кулачком та додатковим нитко-затискачем коромислового типу (рис. 2, в). Механізм складається з закріпленого на головному валові кулачка з подвійним профілем. Нитконапрямляча, що закріплений на корпусі машини відросток з вічком, через яке проходить нитка, якого знаходяться між профілями двох кулачків.

До складу механізму входить нитко затискач, що складається з двох пластин між якими проходить нитка, так механізм коромислового типу задача якого полягає в тому щоб, в необхідний момент часу коли цього потребує необхідна подача нитки, коромисло механізму виконує коливний закон руху при цьому притискаючи дві пластини одна до одної. Це призводить до того що нитка між пластинами залишається в нерухомому положенні.

Механізм відомий з двухігольчатої трьохниткової плоско шовної машини що описана в Л. И. Флерова и В. А. Шефер «Швейные машины трикотажного производства» Гизлегпром 1954

4. Механізм подачі нижньої нитки з кулачком та додатковим нитко-затискачем кулачкового типу (рис. 2, г). Різниця цього механізму від механізму 3 полягає в тому, що пластини затискаються не коромислом, яке виконує коливні рухи, а іншим кулачком що має постійний обертовий рух в одному напрямку. Зміна профілю іншого кулачка притискає або відпускає пластини.

Механізм відомий з двухігольчатої трьохниткової плоско шовної машини що описана в Л. И. Флерова и В. А. Шефер «Швейные машины трикотажного производства» Гизлегпром 1954

5. Механізм подачі нижньої нитки пазовий з коливним кулачком (застосовується в машині Textima Altin) (рис. 2, д). До складу механізму входить пазовий кулачок що знаходиться на кінці важеля (коромисла), яке в свою чергу закріплено до коромисла одного з механізмів машини яке виконує коливний рух.



До складу механізму також входять дві групи нитконапрямників, положення яких можна регулювати їх поворотом відносно корпусу на якому вони закріплені, та пристрій що забезпечує натяг нитки.

6. Механізм подачі нижньої нитки кулачкового коромислового типу з додатковим кінематичним ланцюгом. Механізм відомий з патенту США United States Patent (патент було знайдено за допомогою Інтернет ресурса [googlepatent](http://googlepatent.com), що можна знайти за електронною адресою: [www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)) Patent Number 5,237,942. Ниткоподавач виконаний у вигляді важеля на кінці якого мається вічко через яке проходить нитка, отримує рух від окремого механізму коромислово-повзунного типу, що в свою чергу отримує рух від кулачка.

7. Механізм ниткоподавача лівого петельника шв. Мащини 797 кл. важільного типу з вільним контролем нитки.

Механізм складається з нитконапрямників, що закріплені до корпусу машини між якими проходить нитка, важеля який отримує коливний закон руху від кривошипно коромислового механізму. Важіль змінює контур нитки що знаходиться між нитконапрямниками. Зміна цього контуру і є необхідна подача нитки. (В.В. Исаев Н.А. Дремалин Г.С. Навасардян «Новые швейные машины» Москва 1973).

8. Механізм ниткоподавача лівого петельника шв. Мащини 51 кл. важільного типу з жорстким контролем нитки.

До складу механізму входить важіль що закріплений на осі коромисла яке задає коливний рух петельнику. Отже важіль, що отримав коливний рух, змінює контур нитки, яка йде від нитконапрямляча закріпленого на корпусі, тим самим забезпечує необхідну подачу нитки.

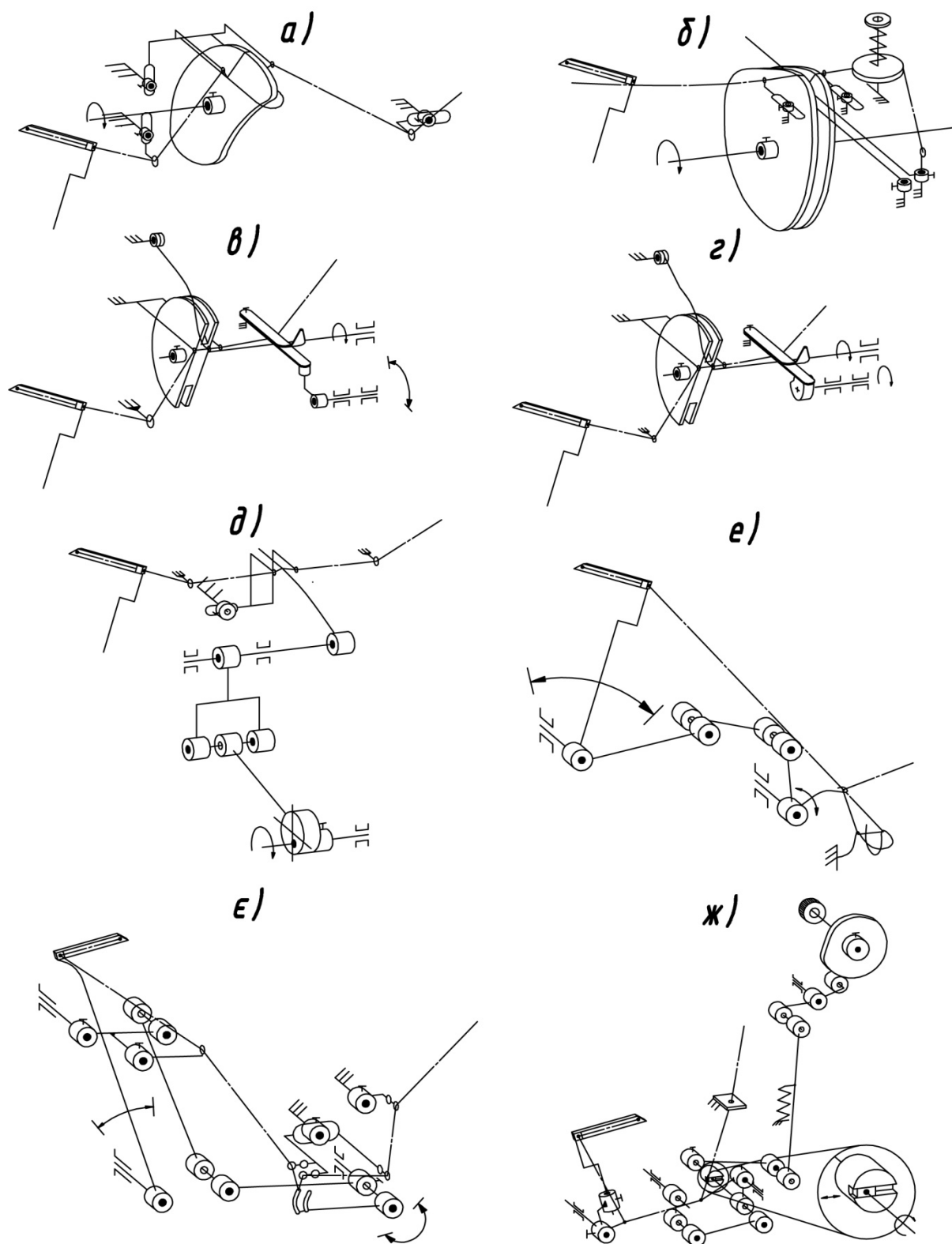


Рис.2. Кінематичні схеми механізмів подачі нижньої нитки ШМ ланцюгового стібка.

## 1.4 Висновки та постановка задачі дослідження

Виходячи з результатів аналітичного огляду можна зробити висновки, що практично в усіх літературних джерелах, процес утворення стібка проаналізовано без врахування роботи ниткоподавача в таких моментах: рух голки з КВП до моменту входу верхньої кромки вушка в матеріал, утворення «петлі-напуску» та «ниткового трикутника», момент «заколу».

А відсутність законів поведінки швейної нитки в процесі утворення стібка, ускладнює уявлення якісного протікання самого процесу та необхідних законів руху виконавчих органів [60]. Відсутні аналітичні залежності для отримання функції необхідної подачі нитки, що унеможлиблює застосування сучасних методів проектування МППН.

Незважаючи на значну різноманітність структур МППН, в літературі немає відомостей, щодо їх класифікації та аналізу їх функціональних властивостей.

Відсутня цілісна методика проектування МППН, запропоновані методи містять розбіжності в виборі вихідних даних для синтезу механізмів. Можливість практичного застосування цих методів тільки до механізмів кулачкового та повзунного типу звужує область їх застосування.

Задачею нинішньої роботи є розробка методів аналізу, вибору і розрахунку МППН з врахуванням властивостей нитки та закономірностей взаємодії робочих органів швейної машини ланцюгового стібка для виконання стібків класу 400 та розробки на цій основі нових раціональних структур механізмів.

В межах даної основної задачі в нинішній роботі планується вирішити наступні питання:

1. Проаналізувати процес утворення стібків класу 400 з врахуванням роботи ниткоподавача.
2. Вивести аналітичні залежності, які описують функцію необхідної подачі верхньої нитки з врахуванням її властивостей, як вихідних даних для аналізу існуючих та проектування нових МППН, та перевірити їх експериментально.
3. На основі аналізу структур існуючих МППН розробити їх класифікацію.

4. Провести функціональний аналіз існуючих МППН шляхом визначення функції дійсної подачі нитки даних механізмів та порівняння їх з функціями необхідної подачі нитки. Виявити раціональну структуру механізму та значення його параметрів. Надати рекомендації зо регулювання цих механізмів.

5. Розробити нові раціональні структури механізмів на основі базової швейної машини для утворення стібків класу 400.

6. Дослідити та порівняти кращий розроблений МПГН з механізмом базової конструкції за функціональними показниками.

## РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЙ НЕОБХІДНОЇ ТА ДІЙСНОЇ ПОДАЧІ НИТКИ ПЕТЕЛЬНИКА ПРИ УТВОРЕННІ СТІБКІВ КЛАСУ 400

### 2.1 Уточнений опис процесу утворення стібка

Період 0-1. - Голка 1 рухається з КВП до КНП (рис. 1.1, а), проколює матеріал 2 і проводить крізь нього петлю своєї нитки, петельник 3 рухається вздовж строчки в напрямку, протилежному руху матеріалу, і поперек строчки (по відношенню до оператора) з крайнього лівого положення (КЛП) в крайнє праве положення (КПП). За час знаходження голки поза матеріалом, рушій матеріалу завершує робочий хід (матеріал переміщується на задану величину стібка), а ниткоподавач (до моменту входу верхньої кромки вушка в матеріал) подає певну довжину нитки голці, яка пов'язана з величинами переміщень голки та матеріалу. При подальшому русі голки (до КНП) довжина поданої ниткоподавачем нитки повинна бути не меншою подвоєного її ходу в матеріалі.

Період 1-2. - Голка 1 піднімається з КНП на певну величину і утворює так звану «петлю-напуск» (рис. 1.1, б). Петельник, рухаючись з КПП поперек строчки, захоплює «петлю-напуск». розширює її, вводить в неї петлю своєї нитки і починає рух вздовж строчки в зворотному напрямку від напрямку її утворення. Рушій матеріалу в цей період виконує холостий хід. Робота ниткоподавача в цей період відсутня, що сприяє швидкому утворенню стійкої «петлі-напуску». достатньої для захоплення її носиком петельника. В випадку утворення декількох «петель-напуску» (в багатоголкових ШМ) для сповільнення утворення дальших «петель-напуску» ниткоподавач повинен підтягнути їхні гілки, які утворюються з протилежного боку голки від місця їх охоплення петельником та безпосередньо з'єднаних з ниткоподавачем. Внаслідок цього процес утворення дальших «петель-напуску» уповільнюється, оскільки цілком залежить від формування іншої її гілки голкою та величини нитки, яка вибирається за даний

період ниткоподавачем. Тоді «петлі-напуску» до моменту її захопленням петельником мають стійку форму та достатню величину.

Період 2-3. - Голка 1, продовжуючи підніматись, виходить з матеріалу і доходить до КВП (рис. 1.1. б, в). За час знаходження голки над матеріалом, рушій матеріалу починає переміщення матеріалу 2. Петельник переміщується в КЛП і відхиляє петлю голкової нитки від лінії руху голки. Ниткоподавач вибирає нитку голки і при КВП змотує нитку з бобіни в кількості, необхідній для утворення наступного стібка, внаслідок чого нитка голки натягується і її петля щільно обтискає тіло петельника.

Період 3-4. - Голка 1, рухаючись до КНП (рис. 1.1, в), проколює матеріал 2 і проводить крізь нього петлю своєї нитки (рис. 1.1, г). Петельник рухається вздовж строчки в напрямку, протилежному напрямку її утворення, і поперек строчки з КЛП і утворює в місці проколу з пеглі голкової нитки та гілок петлі своєї нитки, так званий «нитковий трикутник» (рис. 1.1. г). До моменту проколу матеріалу рушій матеріалу закінчує переміщення матеріалу на задану величину стібка після чого починає виконувати холостий хід. а робота ниткоподавача в цей період аналогічна періоду 0-1. Внаслідок того, що периметр «ниткового трикутника» збільшується (за рахунок сумісних рухів петельника та матеріалу), а подача нитки ниткоподавачем виконується лише для голки, петля нитки, яка розміщена на петельнику, знаходиться в натягнутому стані, що сприяє відводу її петельником праворуч від лінії руху голки. В цей же час нижня нитка знаходиться в натягнутому стані внаслідок дії на неї ниткоподавача нижньої нитки. Таким чином сторони «ниткового трикутника» натягнуті, а сам нитковий трикутник має відповідний розмір для «заколу» голкою (голками).

Період 4-5. - Голка 1 продовжує свій рух і своїм вістряем заходить в площину «ниткового трикутника» (рис. 1.1, д) (тобто відбувається «закол» нею петлі нитки петельника). Рушій матеріалу продовжує холостий хід. За даний період ниткоподавач подає нитку голці певної довжини, яка дорівнює подвоєному її

ходу, при цьому петля нитки, що знаходиться на тілі петельника, продовжує знаходитись в натягнутому стані.

Період 5-6 – Голка 1 продовжує опускатися до свого КНП (рис. 1.1, *e*), проводить крізь петлю нитки петельника петлю своєї нитки. Петельник 3 при русі вправо за напрямком до своїх» КПП скидає петлю голкової нитки та починає переміщення вздовж строчки за напрямком переміщення матеріалу.

Для усунення можливості повюрного захоплення петельником скиненої петлі, остання скорочується голкою, за рахунок того, що ниткоподавач верхньої нитки подає кількість нитки необхідну для збільшення тільки однієї гілки петлі, тому решта довжина нитки, яка необхідна голці, отримуються зі скиненої петлі (рис. 1.1, *ж*). Нижня нитка звільнюється відповідно нижнім ниткоподавачем.

При скороченні голкою попередньої петлі своєї нитки, починається підтягування до нижньої поверхні матеріалу петлі нижньої нитки, яка надіта на стержень голки. Таким чином відбувається попередні- зтягування стібка. Рушій матеріалу виконує холостий хід.

Період 6-7 – зображений на рис. 1.1, *з*, його опис співпадає з описом періоду 1-2.

Період 7-8 - При подальшому русі голка 1 виходить з петлі нижньої нитки та матеріалу (рис. 1.1.*i*) рушій матеріалу починає переміщення матеріалу на довжину стібка, петельник переміщується вздовж строчки в напрямі, протилежному руху матеріалу, і - поперек строчки з КПП до КЛП, ниткоподавач нижньої нитки закінчує підтягувати петлю нижньої нитки до нижньої поверхні матеріалу. Сумісною дією петельника, рушія матеріалу та ниткоподавача нижньої нитки виконується остаточне зтягнення попереднього стібка внаслідок того, що переміщення матеріалу і переміщення петельника уздовж лінії строчки відбуваються в протилежних напрямках. Ниткоподавач змотує з бобіни нитку на наступний стібок.

Надалі процес повторюється.

## 2.2. Аналітичне визначення функцій положення механізмів швейних машин

Значення постійних технологічних, геометричних параметрів та лінійних параметрів механізмів  $l_{ik}$  (де  $l_{ik}$  – довжина ланки  $ik$ , мм), координати нитконапрямників та ниткоподавачів в початковому положенні ( $\varphi=0^\circ$ ) для кожної конкретної ШМ, які визначені з паспортних даних ш.м., літературних джерел [4, 10] та шляхом замірів, наведені у табл. 1.

Визначимо значення змінних параметрів МПВН кожної машини (функції положення голки  $S_i(\varphi)$ , закони руху ниткоподавачів  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$ ). В базовій ШМ 876 кл. ПМЗ та 164 кл. ф. «Rimoldi» ДЛС для виконання стібків типу 406 та 401 застосований шестиланковий плоский механізм голки (рис. 3 а, б).

Тоді: функція положення  $S_1(\varphi)$  шестиланкового механізму голки згідно [56]:

$$S_1(\varphi) = S'(\varphi) - S'(\varphi_0) \quad (1)$$

де

$$\varphi_0 = 0^\circ, \quad S'(\varphi) = l_{CD} \cos \nu(\varphi) - l_{O_2C} \sin \chi(\varphi),$$

$$\sin \chi(\varphi) = \frac{-A_1 A_2 - A_1 \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - A_3^2}}{A_1^2 + A_2^2},$$

$$A_1 = 2l_{O_1A} \cdot l_{O_2B} \cos \varphi'; \quad A_2 = 2l_{O_2B} (l_{O_1A} \sin \varphi' - l_{O_1O_2});$$

$$A_3 = l_{AB}^2 - l_{O_1A}^2 - l_{O_2B}^2 - l_{O_1O_2}^2 + 2l_{O_1A} \cdot l_{O_1O_2} \sin \varphi';$$

$$l_{O_1O_2} = \sqrt{h^2 + a_1^2}; \quad \varphi' = \varphi + \eta; \quad \eta = \arctan g \frac{a_1}{h}; \quad \cos \nu(\varphi) = \sqrt{1 - \frac{l_{O_2C} \cos \chi(\varphi) - a_2}{l_{CD}}}.$$

Функція положення  $S_2(\varphi)$  чотирьохланкового центрального кривошипно-повзунного механізму голки [56, 101]:

$$S_2(\varphi) = - \left( l_{AB} + l_{O_1A} \cos(\varphi) + \frac{l_{O_1A}^2}{2l_{AB}} \sin^2(\varphi) \right).$$

При розрахунку враховуємо тільки вертикальну складову переміщення ниткоподавача  $\Pi_3$  (рис. 3, а), що здійснює рух по шатунній кривій, яку визначимо з залежності:



$$y(\varphi)_{ПЗ} = S_1(\varphi) - l_{DE} \cos(\nu(\varphi)) + l_{EF} \sin(\nu(\varphi)). \quad (2)$$

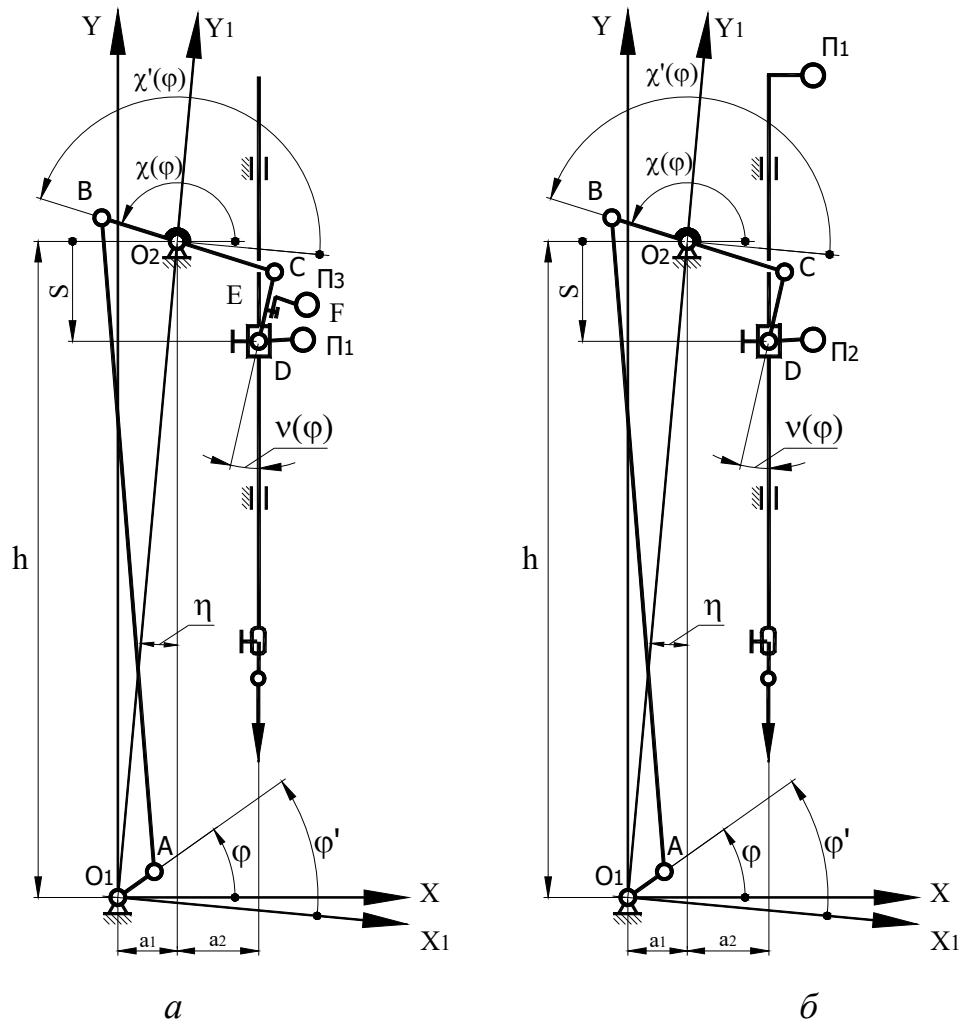


Рис. 3. Розрахункова схема механізму подачі нитки та голки:  
*a* – ШМ 876 кл. ПМЗ та ШМ; *б* – 164 кл. ф. «Rimoldi».

В усіх ШМ, що досліджуються, петельник виконує складний рух – вздовж  $Z(\varphi)$  та поперек строчки  $L(\varphi)$ . При цьому кінематичний ланцюг, який задає рух петельнику вздовж строчки  $Z(\varphi)$  в ШМ 876 кл. ПМЗ – кривошипно-повзунний дезаксіальний (рис. 4, *a*), в ШМ 164 кл. ф. «Rimoldi» – кривошипно-коромисловий (рис. 5),

Для ШМ 876 кл. ПМЗ, відповідно рис. 3.5, *a*, функція  $Z_1(\varphi)$  з [101]:

$$Z_1(\varphi) = Z'(\varphi) - Z'_0,$$

Таблиця 1

## Значення постійних параметрів механізмів

Найменування постійних параметрів	Позначення параметра та одиниці виміру	Значення параметра			
		876 кл. ПМЗ	164 кл. ф. «Rimoldi»	W562-05BB кл. ф. «Pegasus»	CF 2300M-164M кл. ф. «Uamoto»
1	2	3	4	5	6
Величина стібка (максимальна)	$t_{\max}$ , мм	2,8	4	3,5	3
Товщина матеріалу (максимальна)	$m_{\max}$ , мм	2,5	3	3	3
Відстань між верхніми поверхнями голкової пластини та петельника	$k$ , мм	4	5	3,5	3
Параметри петельника	$a$ , мм	1	1	0,75	0,75
	$b$ , мм	2,5	5	2	1,5
Взаємне розташування голки та матеріалу (при $m_{\max}$ .)	$S_0$ , мм	(8,5) 11,5	11	9,5	11
Тривалість транспортування матеріалу за циклограмою	$\varphi_{\text{тр.}}$ , град	100	122	120	115
Початок транспортування матеріалу за циклограмою	$\varphi_{\text{п.тр.}}$ , град	312	295	300	295
Значення параметрів механізму голки					
$l_{O1A}$	мм	12	12,5	15,5	15,5
$l_{AB}$		175	180	50	50
$l_{O2B}$		21,3	28	—	—
$l_{O2C}$		27,5	29	—	—
$l_{CD}$		19	21	—	—
$a_1$		16	15,5	—	—
$a_2$		22	24	—	—
$h$		175	180	—	—
Значення параметрів механізму петельника					
$l_{O1A}$	мм	6,5	3,5	4,0	5,2
$l_{AB}$		33	36	30	28
$l_{O2B}$		26	25	24	26
$l_{O2C}$		—	52	—	—
$l_{CD}$		—	162	—	—
$l_{OD}$		—	30	—	—
$l_{OE}$		59	54	65	70
$l_{OIN}$		1,3	0,75	1,5	1,8

Продовж. табл. 1

1	2	3	4	5	6	
$l_{NK}$		40	22	45	38,5	
$l_{KO3}$		—	17	9	14	
$l_{O3O}$		—	14	15	10	
$l_{O2O}$		—	153,5	—	—	
$e$		27	36	30	28	
$q$		—	0	—	—	
$f$		25	25	24	26	
$e_1$		14	8	45	40	
$h$		—	24	10	9,5	
$\theta = \angle KO_3O$		град	—	180	66	57
$\varphi_0$	160		67	156	147	
Значення параметрів механізму ниткоподавача $П_4$						
$l_{O1A}$	мм	—	—	3,6	4,5	
$l_{AB}$		—	—	31,5	31	
$l_{O2B}$		—	—	25	25	
$l_{O2C}$		—	—	65	54	
$\gamma$	град	—	—	8,5	-160	
Координати опор	$q$	мм	—	—	—	-2
	$e$		—	—	31,5	36
	$f$		—	—	—	21
	$x_{O2}$		—	—	118	110
	$y_{O2}$		—	—	120	98
Координати нитконапрямників та ниткоподавачів						
$П_1$	$x$	мм	0	0	0	0
	$y$		0	0	0	0
$П_2$	$x$		—	24	—	—
	$y$		—	90	—	—
$П_3$	$x$		4	—	—	—
	$y$		0	—	—	—
$П_4$	$x$		—	—	54	59
	$y$		—	—	110	78
$H_0$	$x$		232 (238)	186	225	223
	$y$		13(47)	76	40	55
$H_1$	$x$		75	97	108	98
	$y$		15	80	36	51
$H_2$	$x$		3	0	0	0
	$y$		97	143	178,5	236
$H_3$	$x$		—	5	4	-4,5
	$y$		—	27	32	72
$H'_3$	$x$		—	-5	-4	11
	$y$		—	27	32	25
$H'_0$	$x$		—	158	—	—
	$y$		—	100	—	—

Примітка. Значення в дужках відносяться до дальшої голки.

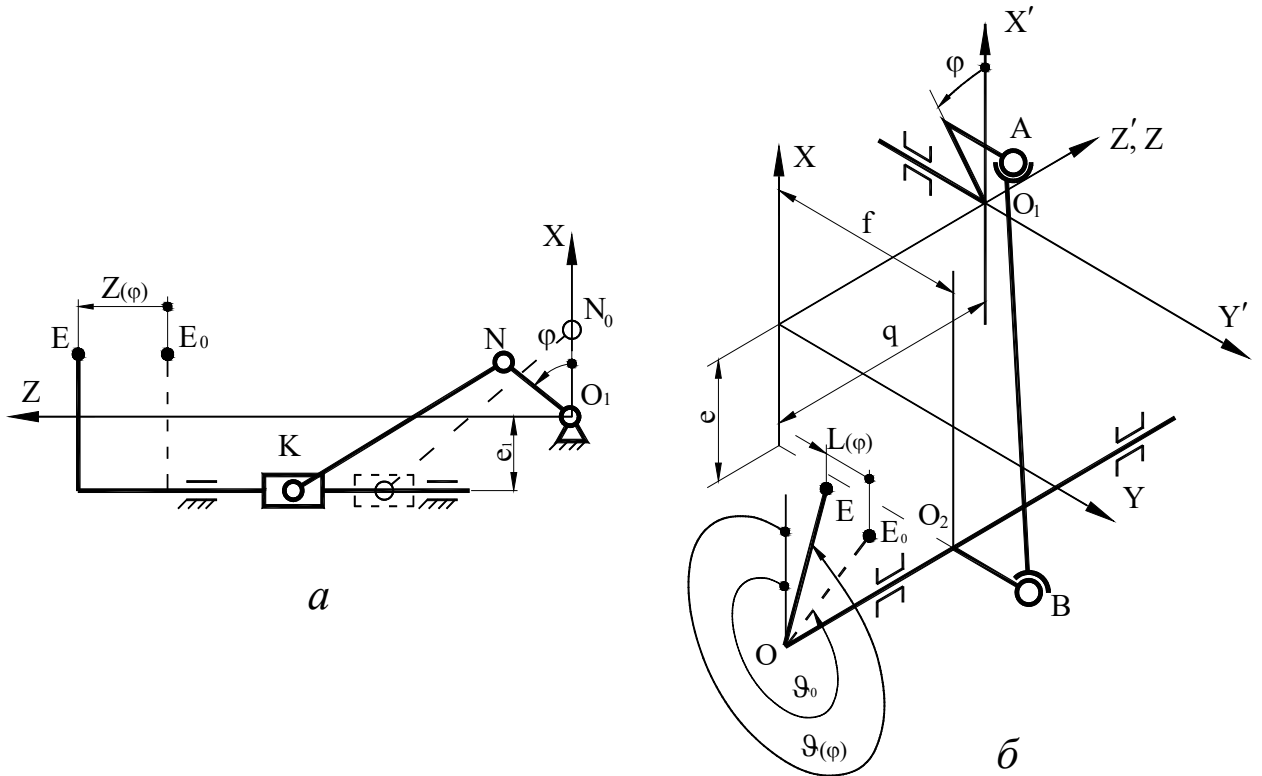


Рис. 4. Розрахункові схеми механізму петельника ШМ 876 кл. ПМЗ:  
а – вздовж строчки  $Z(\varphi)$ ; б – поперек строчки  $L(\varphi)$

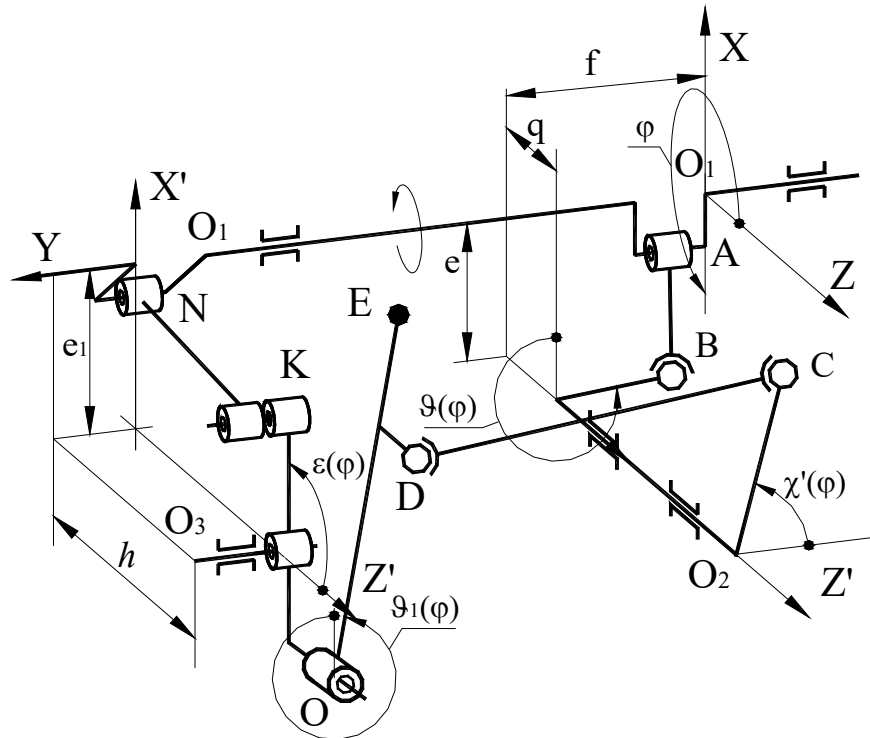


Рис. 5. Розрахункова схема механізму петельника ШМ 164 кл. ф. «Rimoldi»

де  $Z'(\varphi) = l_{O_1N} \cos(\varphi - \varphi_0) - l_{NK} \cos(\varpi(\varphi))$ ,  $\varpi(\varphi) = \arcsin \left[ \frac{l_{O_1N} \sin(\varphi - \varphi_0) + e_1}{l_{NK}} \right]$ ,

$Z'_0$  – значення функції  $Z'(\varphi)$  при значенні аргументу  $\varphi=0^\circ$ , мм;

$\varphi_0$  – фазовий кут між кривошипними кінематичними ланцюгами, які виконують рухи вздовж та поперек строчки (згідно [38]  $\varphi_0 = 160^\circ$ ), град.

ля ШМ 164 кл. ф. «Rimoldi», в якій застосований кінематичний ланцюг кривошипно-коромислового типу (рис. 5), функцію переміщення носика петельника вздовж строчки визначимо з [101]:

$$Z_2(\varphi) = (l_{OE} - l_{O_3O}) \cdot \varepsilon(\varphi),$$

де  $\varepsilon(\varphi) = \varepsilon'(\varphi) - \varepsilon'_0$ , (3)

$$\varepsilon'(\varphi) = \arccos [C_3 \cdot \cos(c(\varphi))] - c(\varphi), \quad c(\varphi) = \arctg \left[ \frac{C_2}{C_1} \right],$$

$$C_3 = \frac{-l_{NK}^2 + C_1^2 + C_2^2 + l_{O_3K}^2}{2C_1 \cdot l_{O_3K}}, \quad C_2 = l_{O_1N} \sin(\varphi - \varphi_0),$$

$$C_1 = l_{O_3O_1} - l_{O_1N} \cos(\varphi - \varphi_0), \quad l_{O_3O_1} = \sqrt{e_1^2 + h^2}$$

$\varepsilon'_0$  – значення функції  $\varepsilon'(\varphi)$  при значенні аргументу  $\varphi=0^\circ$ , град.

Кінематичні ланцюги, які рухають петельник поперек строчки в ШМ 876 кл. ПМЗ, однакові за структурою (рис. 4 б), функція положення  $L(\varphi)$  яких:

$$L(\varphi) = l_{OE} (\vartheta(\varphi) - \vartheta_0).$$

Значення кута  $\vartheta(\varphi)$  визначимо за залежністю (3.4), для частинного випадку просторового чотириланковика [38, 56].

Функцію положення носика петельника  $L(\varphi)$  при його русі поперек строчки ШМ 164 кл. ф. «Rimoldi», можна записати, розбивши кінематичний ланцюг  $O_1ABO_2CDO$  (рис. 6) на два: плоский шарнірний чотириланковик  $O_2CDO$  і

просторовий чотириланковик  $O_1ABO_2$  з однією циліндричною та однією сферичною кінематичними парами.

Тоді функція положення точки  $E$  носика петельника:

$$L(\varphi) = l_{OE} (\vartheta_1(\varphi) - \vartheta_0),$$

де  $\vartheta_1(\varphi)$  – визначимо з залежності [101];

$\vartheta_0$  – значення функції  $\vartheta_1(\varphi)$  при значенні аргументу  $\varphi=0^\circ$ ,

$$\vartheta_1(\varphi) = \arccos(D_3 \cos(d(\varphi)) - d(\varphi)),$$

де 
$$D_3 = \frac{-l_{CD}^2 + D_1^2 + D_2^2 + l_{OD}^2}{2D_1 \cdot l_{OD}^2}, \quad d(\varphi) = \arctg\left(\frac{D_2}{D_1}\right),$$

$$D_1 = l_{OO_2} - l_{O_2C} \cdot \cos(\chi'(\varphi)), \quad D_2 = l_{O_2C} \cdot \sin(\chi'(\varphi)),$$

$$\chi'(\varphi) = (\vartheta_0 - (\vartheta(\varphi) + 270^\circ)) = \left( \arccos\left(\frac{l_{O_1A}}{l_{AB}}\right) - \vartheta(\varphi) - 270^\circ \right),$$

де  $\vartheta(\varphi)$  – визначається за залежністю.

Механізм горизонтального переміщення рейки в усіх ШМ є комбінованим багатоланковим плоским механізмом, що має складну функцію положення. Але, враховуючи значну довжину шатуна рейки та відносно малий хід рейки над голковою пластиною ( $T_{\max} = 2,8\text{мм}$  в ШМ 876 кл. ПМЗ), з достатньою для практики точністю можна вважати закон руху рейки гармонійним, тобто:

$$T(\varphi) = 0.5T'(\sin \varphi),$$

Тоді, з урахуванням того, що вісь  $X$  при визначенні кута  $\varphi$  направлена так, як на показано на рис. 4, б, величина ходу рейки горизонтального переміщення згідно [51]:

$$T(\varphi) = 0.5T'(\sin \varphi - \sin \varphi_{n.mp}),$$

де 
$$T' = t_{\max} / \sin 0.5\varphi_{mp},$$

$\varphi_{n.mp}$  – початок транспортування матеріалу, град;

$t_{\max}$  – максимальна довжина стібка, мм.

Необхідно відмітити, що після і до переміщення матеріалу на довжину стібка значення функції  $T(\varphi)=\text{const}$ .

Для визначення функції  $\gamma(\varphi)$  вважаємо, виходячи з прийнятих допущень стосовно форми петельника та його траєкторії (пункт 2.2.1), що процес відводу петлі нитки петельником є ковзанням нитки по напрямній постійного радіуса кривизни.

Згідно [43, 48] значення цієї функції буде залежати від стану поверхні, властивостей нитки та динамічних показників її руху, таких як натяг нитки, нормальна реакція поверхні, тощо. При умові, що петля нитки нерухома відносно петельника, а самій нитці приписані ідеальні властивості, функцію  $\gamma(\varphi)$  визначимо з розрахункової схеми.

Розглянемо прямокутний трикутник  $ABC$  де кут  $\angle ACB = 0.5\pi$ , сторона

$$AC=k+b+a, \text{ а } BC=L(\varphi).$$

Тоді: 
$$\gamma(\varphi) = \arctg(L(\varphi)/(k+b+a)).$$

Як очевидно, значення функції  $\gamma(\varphi)$  в період  $\gamma(\varphi) < |\gamma_{\max}|$  прямопропорційні значенням функції  $L(\varphi)$ , а при досягненні значення  $\gamma(\varphi)=\gamma_{\max}$  (згідно [48]  $\gamma_{\max}=0,4\div 0,8$  радіан) значення функції  $\gamma(\varphi)=\text{const}$ . Необхідно також відмітити, що при переміщенні петельника петля верхньої нитки в інтервалі  $0\div\gamma_{\max}$  рухається разом з петельником без ковзання, причому в період від її захоплення до КЛП петельника значення кута  $\gamma=-\gamma(\varphi)$

## 2.3. Аналітичне визначення функції необхідної подачі ідеальної нитки

### 2.3.1. Метод розрахунку, прийняті допущення та вихідні дані

Під ідеальною ниткою згідно [43-48] розуміємо таку, яка є нерозтяжною, незмінальною, та гнучкою, при цьому сили тертя підпорядковані закону Амонтона (Кулонівські сили не враховуються), товщина нитки не враховується [43-48]. Значення дійсної  $P(\varphi)$  та необхідної  $P'(\varphi)$  функції подачі ідеальної нитки дорівнює зміні довжин складових контурів загального контуру ABC (рис. 6)

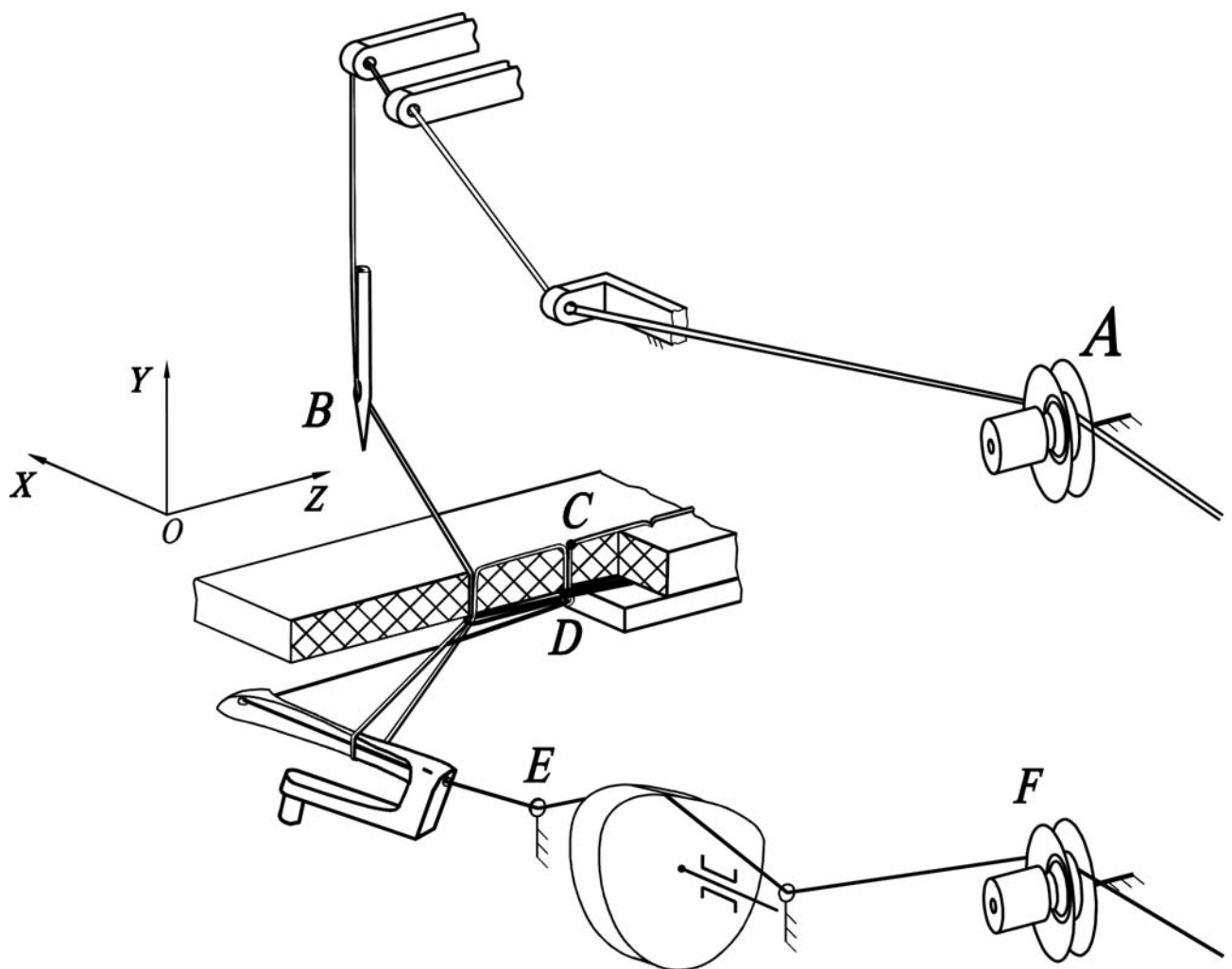


Рис. 6. Загальні контури подачі верхньої та нижньої нитки



відносно їх початкової довжини. Для того, щоб описати закони дійсної  $P(\varphi)$  та необхідної  $P'(\varphi)$  подачі ідеальної нитки необхідно розділити загальний контур нитки, що має свій початок в регуляторі натягу нитки (точка А) та закінчується в попередньому стібку (точка С) на контур, за рахунок якого здійснюється подача нитки (надалі «контур подачі») та «контур витрат», який характеризує кількість нитки, що необхідна в процесі утворення стібка. За точку розподілу контурів приймаємо точку (т. В рис. 6), яка співпадає з верхньою кромкою вушка голки при її КВП. При цьому точка В відносно двох контурів нерухома, тому контури незалежні один від одного, що дозволяє отримати аналітичні залежності функцій дійсної  $P(\varphi)$  та необхідної подачі  $P'(\varphi)$  ідеальної нитки без впливу однієї на іншу.

Функцію дійсної  $P(\varphi)$  та необхідної подачі  $P'(\varphi)$  ідеальної нитки в загальному вигляді можна представити, як зміну довжини відповідного контуру («контур подачі» та «контур витрат»):

$$P(\varphi) = \xi_0 - \xi(\varphi), \quad (5)$$

$$P'(\varphi) = \zeta_0 - \zeta(\varphi), \quad (6)$$

де  $\xi_0, \zeta_0$  - відповідно довжина «контур подачі» та «контур витрат» в початковий відлік часу ( $\varphi=0$ );

$\xi(\varphi), \zeta(\varphi)$  - відповідно довжина «контур подачі» та «контур витрат» при деякому поточному значенні  $\varphi$  в інтервалі процесу утворення  $i-i+1$ .

Враховуючи, що «контур витрат» при певному значенні  $\varphi$  має певну кількість елементів у вигляді відрізків прямих та кривих, а «контур подачі» для більшості МПГН складається тільки з відрізків прямих окрім МПГН з обертовим кулачком (див. розділ 1.2.1.), довжини контурів, як функцію від аргументу  $\varphi$  знаходимо з наступної залежності:

$$\xi(\varphi) = \sum_{i=1}^{i=n} l_i(\varphi) \quad (7)$$

$$\zeta(\varphi) = \sum_{i=1}^{i=m} l_i(\varphi) \quad (8)$$

де  $l_i(\varphi)$  - довжина  $i$ -го елементарної ділянки (відрізків прямих та кривих) відповідного контуру при деякому значенні  $\varphi$ ;

$n$  – число елементарних ділянок «контур подачі»;

$m$  – число елементарних ділянок «контур витрат».

Очевидно, що кількість і миттєва довжина елементарних ділянок обох контурів залежить від багатьох факторів. Так функція дійсної подачі ідеальної нитки  $P(\varphi)$  буде залежить від кількості нитконапрямників та ниткоподавачів, їх геометричного розташування та законів руху ниткоподавачів. В більшості випадків кількість елементарних ділянок «контур подачі» в процесі утворення стібка є постійною величиною (при умові, що нитка даного контуру весь час контактує з нитконапрямниками та ниткоподавачами) і функція дійсної подачі в цьому випадку буде безперервною. Але в деяких випадках, коли кількість нитконапрямників, які контактують з ниткою в процесі утворення стібка в деяких інтервалах процесу утворення стібка змінюється, то й кількість елементарних ділянок є змінною величиною, тоді функція дійсної подачі нитки буде кусково-безперервною. При цьому вважатимемо, що нитка відносно вічок нерухома та рухається разом з ниткоподавачами, а з врахуванням того, що товщина ниткоподавачів (нитконапрямників) незначна, порівняно з довжиною контуру, який розглядається то вічка ниткоподавачів (нитконапрямників) можна прийняти за точки з координатами  $x$ ,  $y$ , та  $z$  (рис. 6).

В свою чергу функція необхідної подачі нитки  $P'(\varphi)$  залежить від характеру зміни «контур витрат» ВС, який в порівнянні з «контуром подачі» АВ є більш складним. Оскільки цей контур змінюється не тільки за величиною відрізків, а й за їх кількістю, і його величини в різні періоди залежать від різної кількості параметрів, як змінних, так і постійних, то дана функція  $P'(\varphi)$  є кусковою-безперервною. Довжину «контур витрат»  $\zeta(\varphi)$ , як функцію в загальному вигляді в деякому інтервалі  $\varphi_i < \varphi < \varphi_{i+1}$  процесу утворення стібка визначаємо з наступної залежності:

$$\zeta(\varphi) = F(f_1(\varphi), \dots, f_n(\varphi), a_1, \dots, a_n),$$

де  $f_{1..n}(\varphi)$  – змінні параметри;

$a_{1..n}$  – постійні параметри.

До змінних параметрів належать функції положення голки  $S(\varphi)$ , петельника-вздовж  $Z(\varphi)$  та поперек  $L(\varphi)$  строчки, рушія матеріалу  $T(\varphi)$  та проекція кута нахилу петлі верхньої нитки до лінії нижньої поверхні петельника  $\gamma(\varphi)$  на площину петельника. Величина впливу кожного зі змінних параметрів на функцію  $P'=P'(\varphi)$  в процесі утворення стібка різна в кожному з його характерних моментів. Враховуючи складну форму петельника та відносно великий радіус його траєкторії поперек строчки і виходячи з існуючих його типових форм, приймаємо наступні допущення щодо його форми та закону руху: вважаємо, що нижня поверхня петельника має форму напівциліндра, бокові його сторони прямолінійні, а сам петельник рухається по прямій лінії. Тоді процес відводу петлі нитки петельником можна розглядати як ковзання нитки по напрямній постійного радіуса кривизни.

Оскільки довжина петлі нитки, що облягає тіло петельника в десятки разів менша від загальної довжини «контура витрат», то відносна похибка результату при прийнятому допущенні не перевищує 4-го порядку.

До постійних параметрів будемо відносити ті параметри, які протягом процесу утворення стібка при вищеназваних припущеннях залишаються незмінними. До постійних параметрів належать: товщина матеріалу –  $m$ , розміри петельника  $a$  та  $b$ , довжина стібка –  $t$ , взаємне розташування голки та матеріалу –  $S_0$ ,  $L_0$  – положення петельника відносно голки при крайньому положенні. Необхідно відмітити, що параметр  $S_0$  (взаємне розташування голки та матеріалу при КВП голки) залежить від товщини матеріалу  $m$ , при цьому товщину матеріалу приймаємо в стисненому стані під дією зусиль притискної лапки, а сам матеріал розглядаємо, як тверде тіло (змінюючи «контуру витрат» внаслідок деформації матеріалу нехтуємо). Довжина стібка  $t$  є постійним технологічним параметром. Відстань від верхньої поверхні петельника до голкової пластини –  $k$ , враховуючи раніше прийняті допущення стосовно форми петельника та його траєкторії, також будемо вважати постійним параметром.

## 2.4. Аналітичне визначення функції необхідної подачі нитки

Функцію необхідної подачі нитки визначаємо як зміну «контуру витрат» від аргументу  $\varphi$  кута повороту головного валу. Оскільки «контур витрат» має складну просторову форму, то для визначення довжини його ділянок «контур витрат» розглядаємо як складову зміни декількох простіших контурів. Відповідно до кількості характерних періодів процесу утворення стібка, що розглянуті в 2.1. можна виділити наступні інтервали, в яких «контур витрат» має постійну кількість елементарних ділянок.

Потрібно врахувати невелику зміну функції, а саме збільшення витрат подачі нитки в період коли починається та закінчується переміщення матеріалу (від  $134^\circ$  до  $234^\circ$  повороту головного валу).

Різкі зміни функції витрат будуть починатися з моменту заколу, поступовим збільшенням значення функції, та різким обривом в момент скидання. ( $270^\circ$ - $305^\circ$  повороту головного валу).

Таблиця 2.:

### Моменти процесу утворення двониткового ланцюгового стібка

Позн.	Моменти процесу утворення стібка	Значення кута повороту головного валу згідно циклограми
$\varphi_0$	Крайнє нижнє положення голки та крайнє правє положення петельника	$0^\circ$ ( $360^\circ$ )
$\varphi_1$	Вічко петельника заходить в петлю напуск голки	$30^\circ$
$\varphi_2$	Петельник знаходиться в КЛП, голка при цьому знаходиться в КВП	$180^\circ$
$\varphi_2$ - $\varphi_3$	Закінчення переміщення матеріалу	$234^\circ$

$\varphi_3$	Дотикання нитки петельника до голки	$270^\circ$
$\varphi_4$	Момент скидання нитки з метельника, до початку утяжки нитки петельника	$300^\circ$
$\varphi_5$	Утягування нитки петельника в петлю	$330^\circ$

Характерні моменти періодів наведені розрахунковими схемами рис. 7.

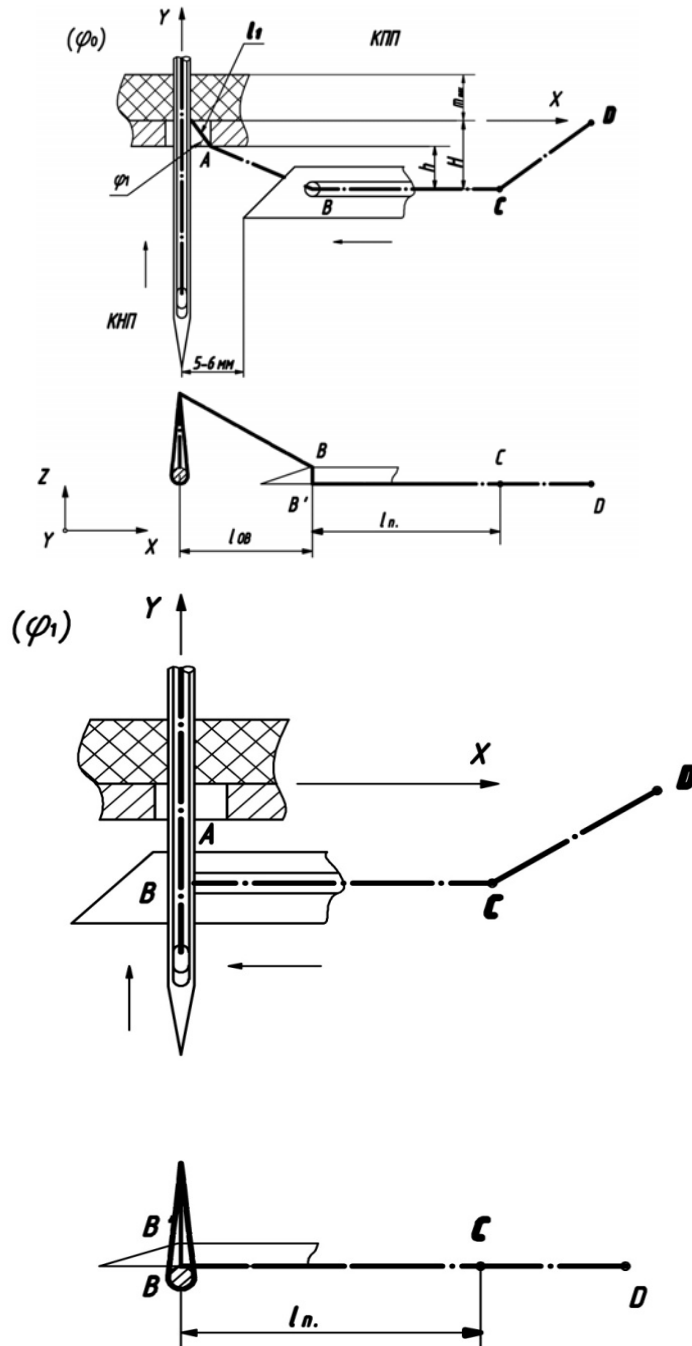


Рис. 7. Розрахункові схеми для визначення довжини відрізків «контуру витрат» необхідної подачі нитки (початок 7)

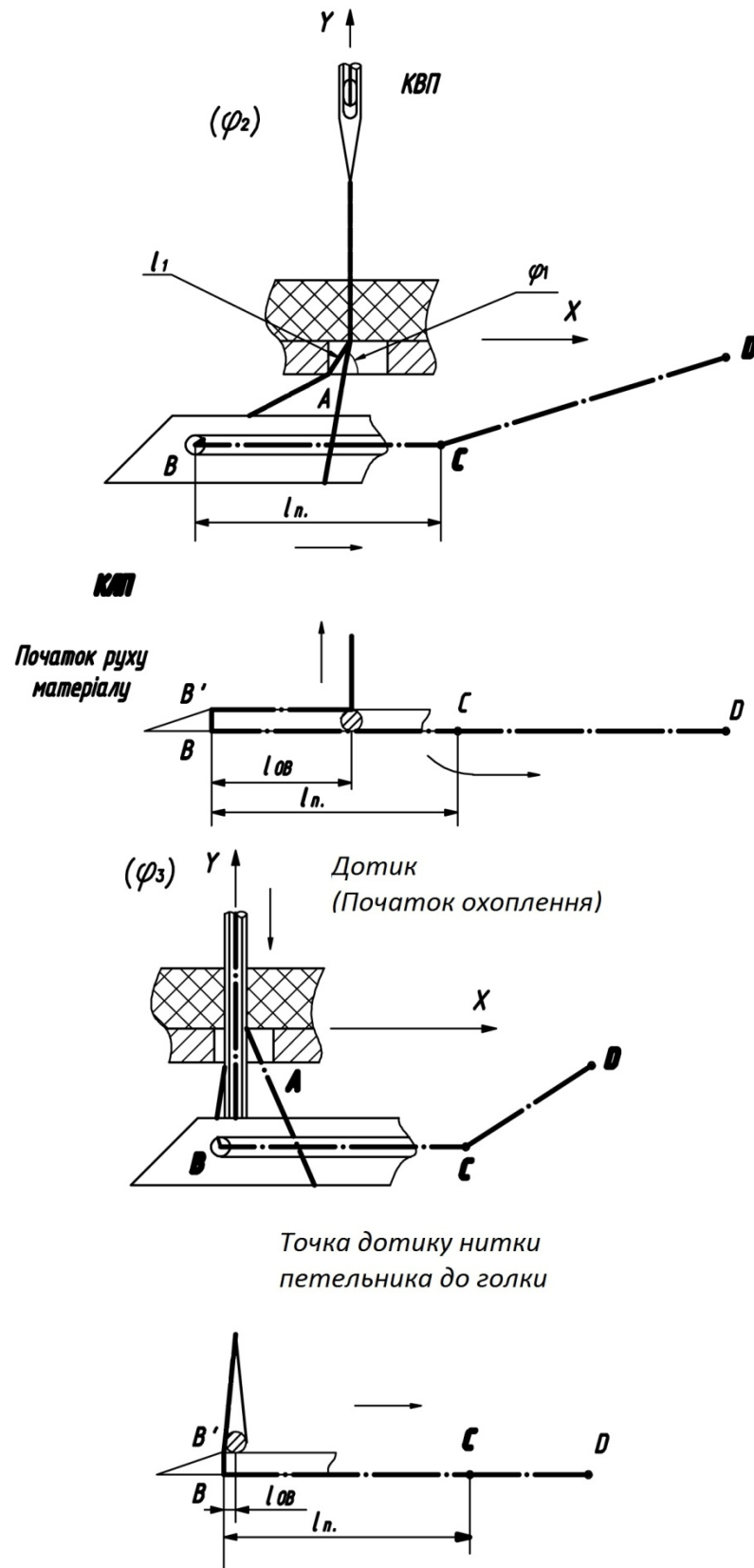


Рис. 7. Розрахункові схеми для визначення довжини відрізків «контуру витрат» необхідної подачі нитки (продовження)

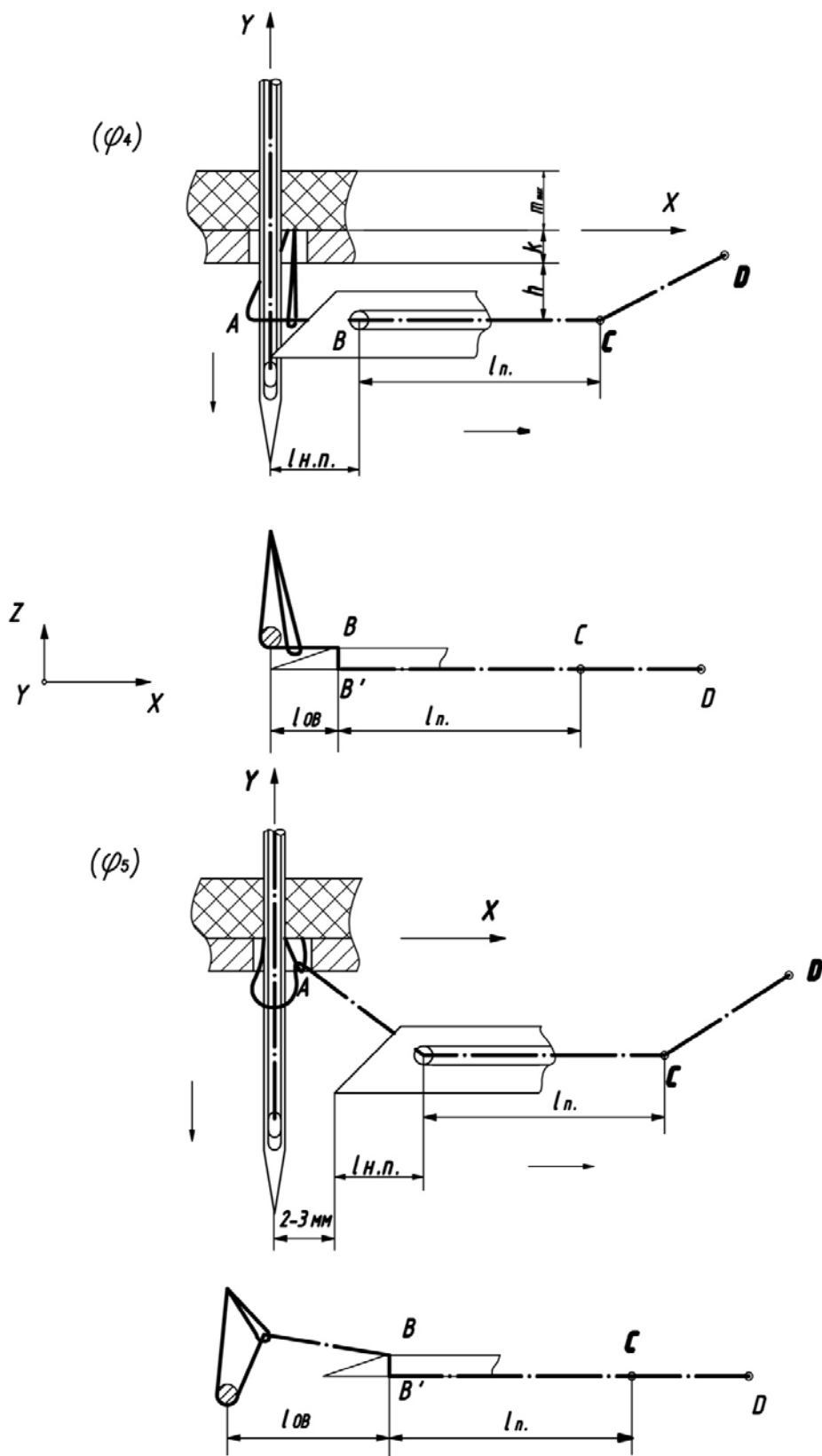


Рис. 7. Розрахункові схеми для визначення довжини відрізків «контуру витрат»  
необхідної подачі нитки (продовження)

Таблиця 3.:

Параметри, що використовуються при визначенні характерних моментів

Постійні параметри		
Назва	Позначення параметра та одиниці виміру	Величина
Відстань від центра вушка петельника до нижньої поверхні голкової пластини	h, мм	3
Відстань від центра вушка петельника до верхньої поверхні голкової пластини	H, мм	5,5
Товщина матеріалу (максимальна)	m <sub>max</sub> , мм	2,5
Довжина петельника	Lп., мм	29
Довжина носика петельника	Lн.п., мм	5
Товщина голкової пластини	k, мм	2,5
Довжина стібка		2,8
Змінні параметри		
Відстань від центра осей координат до точки В петельника		Lов, мм
Довжина ділянки нитки від центра осей координат до точки А		L <sub>1</sub> , мм

Парметр  $k$  з урахуванням координати точки  $O_1$  – центра коливання петельника по відношенню до верхньої поверхні голкової пластини (рис. 8) визначається виразом:

$$k = MD = O_1D - O_1M, \quad (9)$$

з трикутників  $\Delta O_1AM$ , та  $\Delta O_1BM$ :

$$O_1M^2 = a^2 - AM^2, \quad O_1M^2 = b^2 - MB^2$$

$$AB = l_n = AM + MB$$



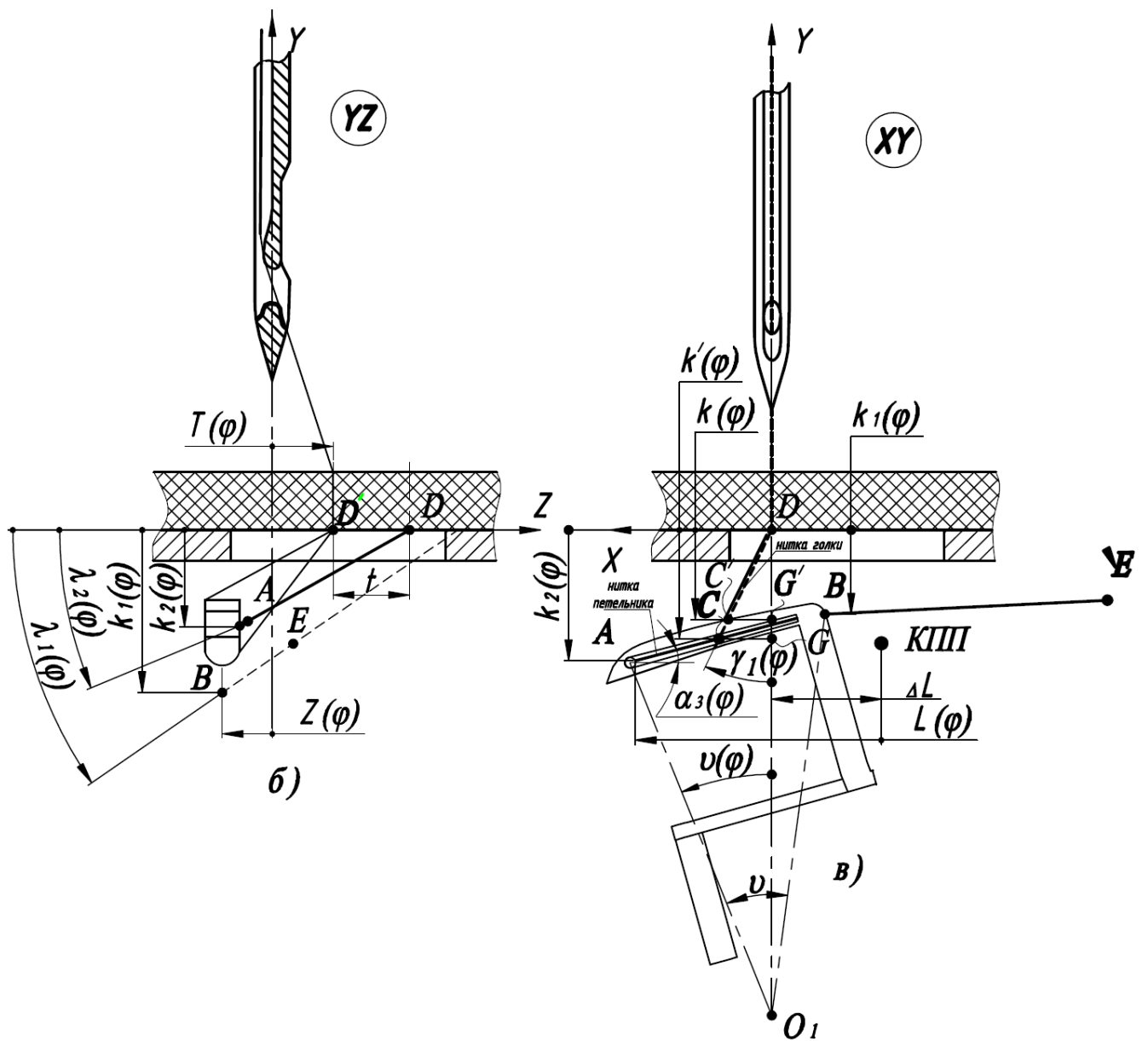


Рис. 8. Розрахункова схема визначення положення петлі нитки на петельнику

тоді:

$$\begin{cases} O_1M^2 = a^2 - (l_n - MB)^2 \\ O_1M^2 = b^2 - MB^2 \end{cases}$$

$$MB = \frac{b^2 - a^2 + l_n^2}{2l_n}, \quad (10)$$

з урахуванням (2.46) вираз (2.45) приймає вид

$$k = O_1D - \sqrt{b^2 - \left(\frac{b^2 - a^2 + l_n^2}{2l_n}\right)^2}, \quad (11)$$

2. Параметри  $k_1(\varphi)$  та  $k_2(\varphi)$  визначимо з (рис. 8, б):

$$k_1(\varphi) = k + O_1A \cdot (1 - \cos(\mathcal{G} - \mathcal{G}(\varphi))), \quad k_2(\varphi) = k + O_1B \cdot (1 - \cos(\mathcal{G}(\varphi))),$$

де:  $\mathcal{G}(\varphi)$  – коливний закон руху петельника (визначається в залежності від структури та кінематичних параметрів механізму петельника шм), рад;

$\mathcal{G}$  – геометричний параметр, який визначає полярне положення точок А та В, рад,

$O_1A, O_1B$  – відповідно радіуси, які визначають положення А та В, мм.

З трикутника  $\Delta ABO_1$  кут  $\mathcal{G}$ :

$$\mathcal{G} = \arccos\left(\frac{O_1A^2 + O_1B^2 - l_p^2}{2 \cdot O_1A \cdot O_1B}\right),$$

кут нахилу петельника до горизонталі

$$\alpha_3(\varphi) = \arcsin \frac{k_2(\varphi) - k_1(\varphi)}{l_n},$$

3. Параметри:  $\lambda_1(\varphi), \lambda_2(\varphi)$  визначимо з рис 8, б:

$$\lambda_1(\varphi) = \arctg \frac{T(\varphi) + t + Z(\varphi)}{k_1(\varphi)}, \quad \lambda_2(\varphi) = \arctg \frac{T(\varphi) + t + Z(\varphi) - a}{k_2(\varphi)};$$

4. Параметр  $\gamma_1(\varphi)$  для визначення параметра  $\gamma_1(\varphi)$  вважаємо, виходячи з прийнятих допущень стосовно форми петельника та його траєкторії, що процес

відводу петлі нитки петельником є ковзанням нитки по напрямній постійного радіуса кривизни.

Згідно [45, 50] значення цієї функції буде залежати від стану поверхні, властивостей нитки та динамічних показників її руху, таких як натяг нитки, нормальна реакція поверхні, тощо. При умові, що петля нитки нерухома відносно петельника, а самій нитці приписані ідеальні властивості, функцію  $\gamma_1(\varphi)$  визначимо з розрахункової схеми (рис. 2.2).

Розглянемо прямокутний трикутник  $ABC$  де кут  $\angle ACB = 0.5\pi$ , сторона  $AC = k+b+a$ , а  $BC = L(\varphi)$ .

Тоді: 
$$\gamma_1(\varphi) = \operatorname{arctg}(L(\varphi)/k + b + a).$$

Як очевидно, значення функції  $\gamma_1(\varphi)$  в період  $\gamma_1(\varphi) < |\gamma_{\max}|$  прямопропорційні значенням функції  $L(\varphi)$ , а при досягненні значення  $\gamma_1(\varphi) = \gamma_{\max}$  (згідно [48]  $\gamma_{\max} = 0,4 \div 0,8$  радіан) значення функції  $\gamma_1(\varphi) = \text{const}$ . Необхідно також відмітити, що при переміщенні петельника петля верхньої нитки в інтервалі  $0 \div \gamma_{\max}$  рухається разом з петельником без ковзання, причому в період від її захоплення до КЛП петельника значення кута  $\gamma = -\gamma_1(\varphi)$ .

*Розрахунковий логічний модуль в програмі MathCAD:*

$$\gamma''(\phi) := \gamma_1(\phi_{56}) - \gamma_1(\phi)\gamma'(\phi) := \gamma_{\max} - \gamma_1(\phi)$$

$$\gamma(\phi) := \left\{ \begin{array}{l} \gamma'(\phi) \quad \text{if } \gamma_{\max} \geq \gamma'(\phi) \geq -\gamma_{\max} \\ -\gamma_{\max} \quad \text{if } -\gamma_{\max} \geq \gamma'(\phi) \\ 0 \quad \text{if } \phi_{23} \leq \phi \leq \phi_{56} \\ \text{if } \phi_{56} \leq \phi \leq \phi_0 \\ \left\{ \begin{array}{l} \gamma''(\phi) \quad \text{if } \gamma_{\max} \geq \gamma''(\phi) \\ \gamma_{\max} \quad \text{if } \gamma_{\max} \leq \gamma''(\phi) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

5. Параметр  $\gamma_2(\varphi)$ , аналогічно значенню  $\gamma_1(\varphi)$  змінюється в інтервалі  $0 \div \gamma_{\max}$ . Вважаємо, що при скороченні петлі голкової нитки відбувається підтягнення петлі нитки петельника до матеріалу, яка одночасно знаходиться на

стержні голки, при цьому пеля нитки петельника відхилена від свого гідизичного положення в момент  $\varphi_3$  на величину  $\lambda_2(\varphi) = \lambda_{\max}$ , а при подальшому русі голки ця величина зменшується до  $\gamma_2(\varphi) = 0 \text{ рад}$ , а при значній  $\gamma_2(\varphi) = 0 \text{ рад}$  голка ковзає по петлі петельникової нитки

*Розрахунковий модуль*

6. Параметр  $k(\varphi)$  знаходиться, як перетин прямих  $C'D$  та  $A'B'$  в т.  $C'$  (рис. 2.8).

Враховуючи, що  $O_1A' = O_1A + \Delta$ ,  $O_1B = O_1B + \Delta$  (величина  $\Delta = 1 \div 2 \text{ мм}$ )

Рівняння прямої  $c$  та прямої проведеної вздовж відрізка  $ab$  з урахуванням перетину її з віссю абсцис:

$$y_c = -x_c \cdot \text{ctg}(\gamma_1(\varphi));$$

$$y_{ab} = (k_2(\varphi) - \Delta \cos(\alpha_3(\varphi)) + x_{ab}) \cdot \text{tg}(\alpha_3(\varphi)) + (O_1B + \Delta) \cdot \cos(\vartheta - \vartheta(\varphi));$$

з рівностей рівнянь, як перетин прямих з урахуванням  $y_{T.C'} = k(\varphi)$

отримаємо:

$$x_{T.C} = - \frac{(k_2(\varphi) - \Delta \cos(\alpha_3(\varphi))) \cdot \text{tg}(\alpha_3(\varphi)) + (O_1B + \Delta) \cdot \cos(\vartheta - \vartheta(\varphi))}{\text{tg}(\alpha_3(\varphi)) + \text{ctg}(\gamma_1(\varphi))}$$

$$k(\varphi) = \frac{(k_2(\varphi) - \Delta \cos(\alpha_3(\varphi))) \cdot \text{tg}(\alpha_3(\varphi)) + (O_1B + \Delta) \cdot \cos(\vartheta - \vartheta(\varphi))}{\text{tg}(\alpha_3(\varphi)) + \text{ctg}(\gamma_1(\varphi))} \cdot \text{ctg}(\gamma_1(\varphi))$$

7. Параметр  $k'(\varphi)$  визначається в залежності від умов – охоплення нижньої поверхні тіла петельника ГН-ю та параметром  $\gamma_1(\varphi)$  – положення площини, в якій лежить ця петля ГН.

За умови повного охоплення значення кута  $\varepsilon(\varphi) = 0,5\pi$ .

Параметр  $k'(\varphi)$  знаходиться, як перетин в т.  $C'$  прямих  $a$  та  $b$  (проекція  $YZ$  рис. 8 а), які лежать в площинах, що знаходяться під кутами  $\varepsilon(\varphi)$  та  $\lambda_2(\varphi)$ .

Рівняння прямих:

$$z_a = y_a \cdot \text{tg}(1,5\pi + \varepsilon(\varphi)) + T(\varphi);$$

$$z_b = y_b \cdot \text{tg}(1,5\pi + \lambda_2(\varphi)) + T(\varphi) + t$$

де:

$$\varepsilon(\varphi) = 0,5\pi - \beta(\varphi)$$

$\beta(\varphi)$  – кут визначається виразом;

з урахуванням  $y_{T,C} = k'(\varphi)$  отримаємо:

$$k'(\varphi) = -\frac{t}{\operatorname{tg}(\beta(\varphi)) + \operatorname{ctg}(\lambda_2(\varphi))},$$

Координати т. С в ортогональних проекціях:

$$x_{T,C}(\varphi) = k'(\varphi) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_1(\varphi)),$$

$$y_{T,C}(\varphi) = k'(\varphi),$$

$$z_{T,C}(\varphi) = k'(\varphi) \cdot \operatorname{ctg}(\lambda_2(\varphi)) + T(\varphi) + t$$

## 2.5. Аналітичне визначення функції дійсної подачі нитки кулачковими механізмами

Для побудови графіку теоретичної подачі нитки було проведено спостереження, що контур нитки, який подає утворюється кулачком, змінює своє положення в просторі вздовж площини кулачка. Контур нитки «загибався» кулачком вздовж його руху. Необхідність врахувати цей фактор, який дуже суттєво впливає на діаграму подачі нитки, призвела до висновку що треба враховувати велику кількість інших параметрів, а саме: натяг нитки, властивості нитки, коефіцієнт тертя в системі нитка кулачок, положення пластини яка регулює положення нитконапрямників відносно кулачка. Безліч цих параметрів дає велику систему рівнянь розв'язок яких в даній роботі не є можливим через їх великий обсяг. Тому було прийнято що контур нитки відносно кулачка не змінює свого положення взагалі.

Викладані міркування та приведені залежності справедливі і для нитки петельника. Однак, враховуючи те, що основним МПНП є кулачковий, то визначення функцій  $P(\varphi)$  в цьому випадку дещо спрощується.

Розглядаючи схему зміни «контура подачі» в кулачковому МПНП (рис. 9), можна записати значення його миттєвої довжини:

$$\xi(\varphi) = 2\sqrt{(x_{O_2} - x_A(\varphi))^2 + (y_{O_2} - y_A(\varphi))^2 + (z_{O_2} - z_A(\varphi))^2},$$

де  $x_{O_2}, y_{O_2}, z_{O_2}$  – постійні координати одного з симетрично-розташованих відносно ниткоподавача нитконапрямників;

$x_A(\varphi), y_A(\varphi), z_A(\varphi)$  – змінні координати кінця радіус-вектора  $\rho(\varphi+\gamma)$  профілю кулачка.

$\gamma$ - кут відхилення петлі ідеальної нитки від геодезичного положення при її русі по криволінійному циліндру.

Згідно з дослідження значеннями значення  $\gamma=0,4\div 0,8$  рад в залежності від швидкості ковзання петлі.

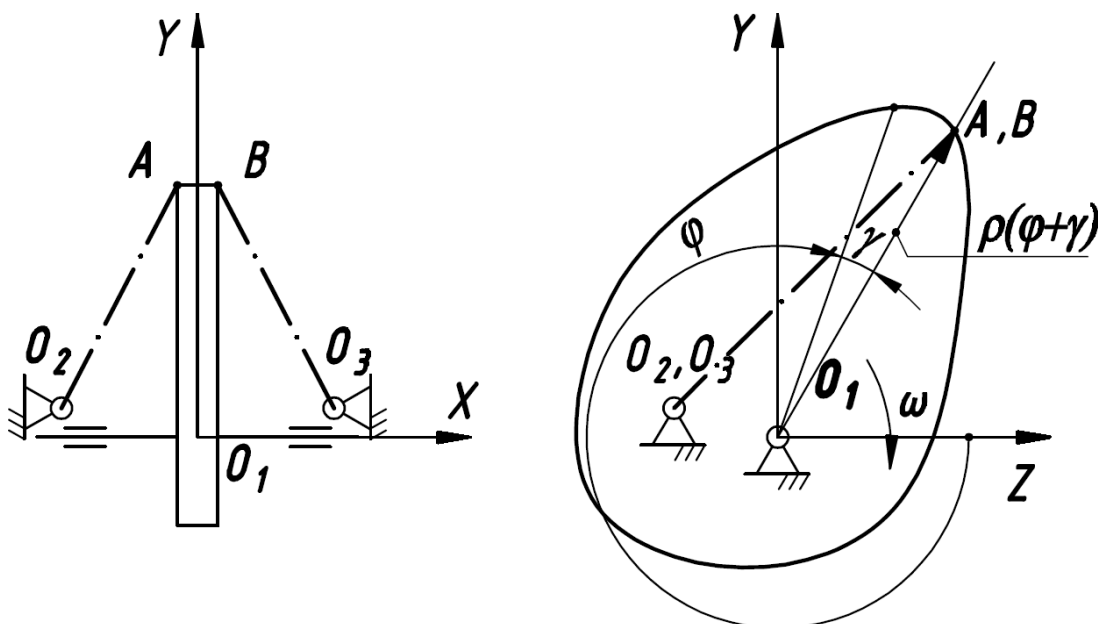


Рис. 9. Схема зміни контура подачі нитки петельника в кулачковому МПНП

## РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1. Методика проведення експерименту

Для перевірки отриманих значень функцій дійсної та необхідної подачі нитки визначимо ці значення експериментальним шляхом на прикладі базової ШМ 876кл. ПМЗ. Оскільки були отримані значення даних функцій для ідеальної нитки, то в ході експерименту було виключено вплив її фізичних властивостей на результат експерименту за допомогою наступного підходу.

1. В процесі експерименту та тарування пристрою застосовувалася одна і та ж нитка. При цьому зусилля, яке прикладалось на нитку (вага тягарця), було однаковим при експерименті і при таруванні.
2. Застосовувалась голка ф. “Gross-becer” № 90, нитка бавовняна-паперова №40 правого кручення в три складання ДСТУ ISO 6309-87
3. Оскільки при виведенні аналітичних значень функції необхідної подачі нитки фізичні властивості матеріалу не враховувались, то в ході експерименту (незважаючи на те, що дана ШМ призначена для сточування трикотажного полотна) застосована тканина підвищеної густини (арт. 34241 “Markilux”) з товщиною її шарів в стисненому притискною лапкою стані – 2,5 мм, що відповідає прийнятому значенні при розрахунку.
4. В ході експерименту значення постійних параметрів встановлювались згідно з таблиці 1:

Таблиця 1.:

## Значення постійних параметрів

Найменування постійних параметрів	Позначення параметру та одиниці виміру	Значення параметра 876 кл. ПМЗ
Величина стібка (максимальна)	$t_{\max}$ , мм	2,8
Товщина матеріалу (максимальна)	$m_{\max}$ , мм	2,5
Відстань між верхніми поверхнями голкової пластини та петельника	$k$ , мм	4
Параметр петельника	$a$ , мм	1
Параметр петельника	$b$ , мм	2,5
Взаємне розташування голки та матеріалу (при $m_{\max}$ )	$S_0$ , мм	(8,5) 11,5
Тривалість транспортування матеріалу за циклограмою	$\varphi_{\text{тр}}$ , град	100
Початок транспортування матеріалу (якщо 0 град це КВП голки)	$\varphi_{\text{п.тр.}}$ , град	310



### 3.2. Опис експериментальної установки

Для проведення експерименту була використана розроблена установка, що містить предмет дослідження (головку ШМ 876 кл. ПМЗ) та засоби вимірювання. Для виміру кута повороту головного валу  $\varphi$  на головному валу ШМ 876 кл. (Креслення 2 лист ) - 4, закріплений градуйований диск – 23, поруч з яким на корпусі головки закріплена стрілка, при цьому диск встановлений таким чином, щоб при КВП голки стрілка співпадала зі значенням  $\varphi=0$ .

Для отримання значень кількості поданої ниткоподавачем нитки, або необхідної для процесу утворення стібка кількості нитки при певному положенні  $\varphi$  головного вала, використовувався розроблений вимірювальний пристрій (відомий з Дисертації на здобуття ступеня кандидата технічних наук Манойленко О. П.) 5 (Креслення 2 лист), який встановлений нерухомо на платформі корпусу машини 4. Пристрій 5 в свою чергу містить корпус 15 (Креслення 2 лист) на якому закріплений змінний опір (СПЗ-4аМ 9008А М10М) – 11. На валу змінного опору закріплений блочок 8 (Креслення 2 лист) з діаметром  $D=25.7$  мм (дані розміри є отримані внаслідок виготовлення деталі при розрахунковому діаметрі 26мм.) На твірній поверхні блочка 8 намотана декілька разів нитка М (що усуває можливість її проковзування відносно поверхні блочка), кінці якої проведені через фарфорові нитконапрямники А та В, які закріплені з можливістю регулювання на корпусі 15. На одному з кінців нитки закріплений тягарець 6 з шкалою «ноніус» вагою 27 грам. Тягарець, в свою чергу, з'єднаний з напрямною, яка виконана у вигляді міліметрової шкали, що закріплена на корпусі 15. Другий кінець нитки, в залежності від напрямку експеримента, міг бути включений як до «контуру подачі» так і до «контуру витрат»

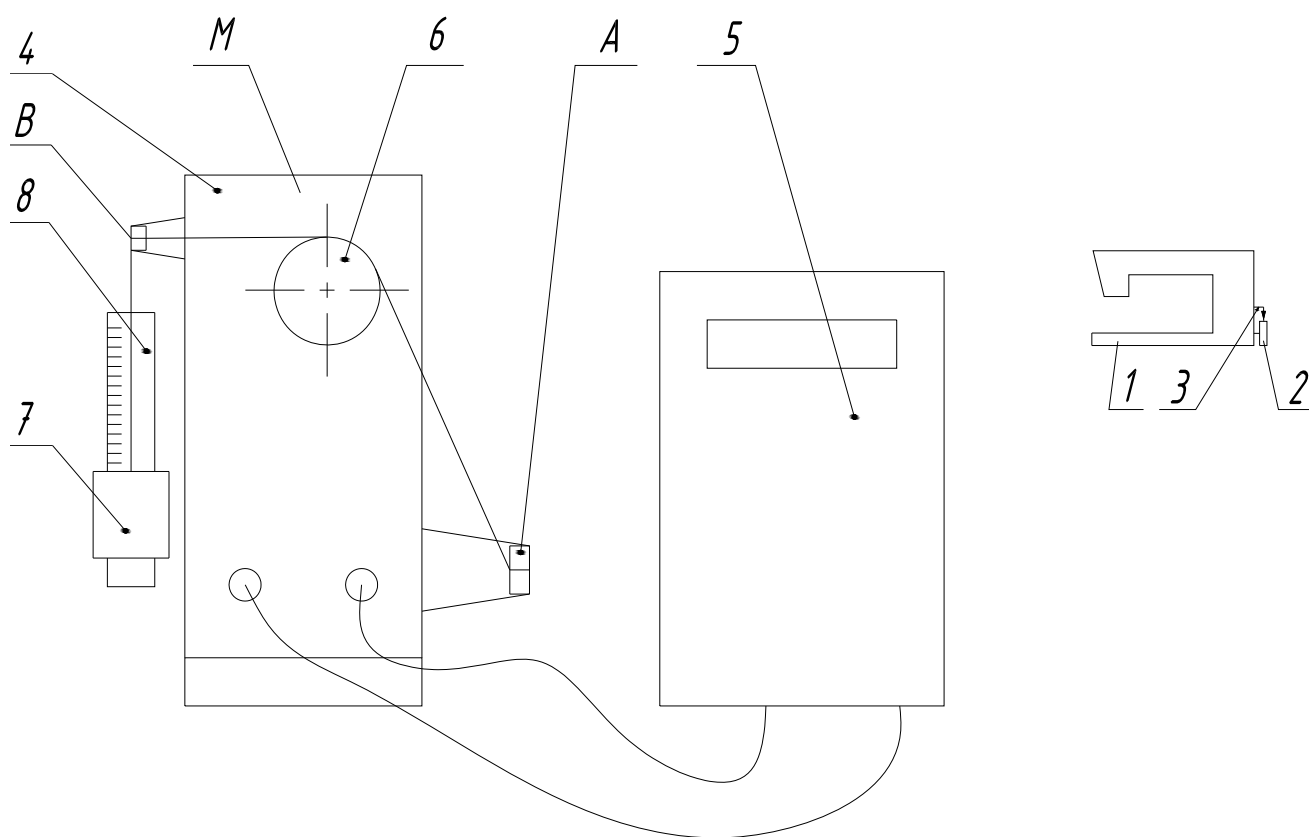


Рис. 10. Будова експериментальної установки

### 3.3 Алгоритм проведення експерименту та його результати

Отримання експериментальних значень функції необхідної подачі нитки, відбувалась за наступним алгоритмом:

1. Установлювали градуйований диск кута положення головного валу на головний вал машини так, щоб при нижньому верхньому положенні голки стрілка на корпусі співпадала з відміткою нуля.

2. Встановлювали пристрій виміру нитки на робочу платформу машини та встановлювали нитконапрямок А таким чином, щоб він знаходився в одній вертикальній площині з нитконапрямом М.

3. Приєднували клеми пристрою 4 до омметра 5 та встановлювали діапазон регулювання 200 кОм.

4. Для отримання значень функції дійсної подачі нитки виконували наступні операції:

4.1. Нитку заправляли відповідно до контуру заправки нитки машини, один з кінців нитки закріплювали на регуляторі натягу нитки, а інший кінець заводили відповідно до заправки нижньою ниткою машини, проводячи крізь нитконапрямники між кулачком та нитконапрямом А пристрою 5 (креслення 2 лист) та намотували на блочок 8 проти годинникової стрілки.

4.2. Встановлювали головний вал в початкове положення КНП голки відповідно  $0^\circ$ .

4.3. Обертали головний вал з інтервалом  $10^\circ$ , записували показання омметра 22 (креслення 2 лист) та відповідні значення кута повороту головного валу швейної машини. Спостереження виконували 10 разів, отримані значення записували в аналітичну таблицю (*Таблиця А.1*, додаток 1).

При отриманні значень дійсної потреби нитки виконували наступні операції:

1. Заправляли машину нижньою та верхньою нитками згідно зі схеми заправки швейної машини.
2. Встановлювали довжину стібка на машині на максимальну 2,8 мм.

3. Підкладали певну товщину матеріалу під лапку машини 2,5 мм, та утворювали декілька стібків в ручну.
4. Нитку відокремлювали від бобіни (котушки), після чого нитку звільняли від регулятора натягу нитки та нитконапрямників, ниткоподавачів.
5. Заправляли вільний кінець нитки в нитконапрямник А пристрою головний вал встановлювали нульове положення після чого нитку намотували за годинниковою стрілкою на блочок 8 потім кінець нитки проводили крізь нитконапрямник, та закріплювали тягарець 6.
6. Головний вал встановлювали в КНП голки, відмічали показання омметра 22 та приймали їх за початкові. Після чого головний вал обертали по ходу машини з інтервалом  $10^\circ$  та з зупинтою в визначених циклограмою роботи швейної машини моментах (момент скидання петлі голкової нитки з петельника «захоплення» петлі напуску) нитку підтягували вручну, а в період утворення «петлі напуску» притримували тягарець 6 для забезпечення процесу її утворення. Спостереження повторювали десять разів, результати вимірювань записували у таблицю (Таблиця А.2, додаток А).

### 3.4 Обробка результатів експерименту

Обробка результатів експериментальних значень функцій дійсної і необхідної подачі нитки методом непрямих вимірів проводиться згідно алгоритму, що викладений нижче. При цьому враховуємо наступні припущення:

- Найбільша інструментальна похибка омметра та міліметрової шкали з ноніусом відповідно становлять  $\Delta_{a\Omega} = \pm -0.04\text{кОм}$  та  $\Delta_{ay} = \pm -0.05\text{мм}$ , а шкали відповідно до рекомендацій достовірна вірогідність –  $\alpha = 95\%$ .
- Отримання значень функцій дійсної та необхідної подачі ідеальної нитки здійснюють вдва етапи. На першому етапі оброблюють результати прямих вимірів.

1. Визначають середнє значення вимірів  $x_c$ :

$$x_c = \frac{\sum_{n=1}^N x_i}{N}$$

Де  $x_c$  – значення, показань омметра в певній точці (при значенні кута положення головного вала), Ом;

$N$  – кількість серій спостережень в певній точці.

2. Визначають середньоквадратичне відхилення:

$$S_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (x_i - x_{ic})^2}{N - 1}}$$

3. Визначаємо середньоквадратичне відхилення середнього значення

$$S_{x_{ci}} = \frac{S_{x_i}}{\sqrt{N}}$$

4. Обираємо коефіцієнт довіри (коефіцієнт Стюдента  $t_a$  при  $\alpha = 95\%$ ) для заданої надійності та числа дослідів.

5. Визначаємо випадкову похибку:

$$\Delta_t = t_a \cdot S_{x_{ci}}$$

6. Повна похибка визначається виразом:

$$\Delta_{x_i} = \sqrt{\Delta_{a\Omega}^2 + \Delta_{a\gamma}^2 + \Delta_t^2}$$

7. Визначаємо відносну похибку:

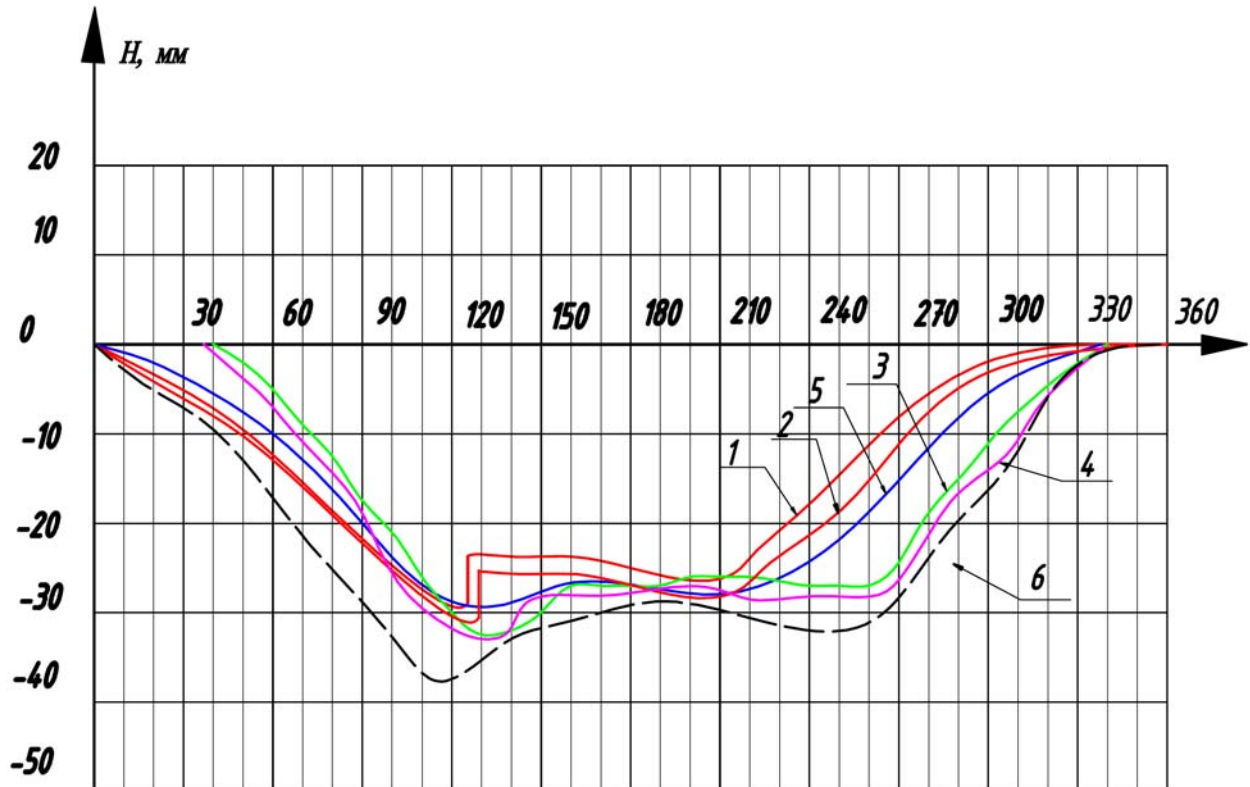
$$\delta_{x_i} = \frac{\Delta_t}{x_{ic}}$$

8. Після округлення результатів обробки даних експерименту в кожній точці записуємо значення в наступній формі:

$$x_i = (x_{ic} \pm \Delta_{x_i})$$

Отримані значення результату розрахунку вписуємо в таблицю А.1(додаток А).

За отриманими значеннями побудовано криві законів подачі нитки рис. 11.



*Діаграма експериментальних значень дійсної та необхідної подачі нитки*

*1, 2 - Графіки необхідної подачі нитки відповідно шм 876 кл. та 164 кл. отримані аналітично,  
3,4 - Графік необхідної подачі нитки отриманий експериментально відповідно для шм 876 кл. та 164  
5,6 - Графік подачі дійсної нитки отриманий експериментально відповідно для шм 876 кл. та 164*

Рис. 11. Діаграми подачі нитки швейних машин 876 кл. та 164 кл.

Отримані результати експериментальних значень в порівнянні з отриманих аналітичними дуже близькі за значенням, що підтверджує коректність результатів та прийнятих допущень та математичної моделі законів подачі нитки.

### **3.5. Методика отримання геометричних параметрів кулачка та визначення його параметрів**

Оскільки в літературних джерелах повністю відсутня геометрія кулачкових механізмів, що не дозволяє отримання математичної чи геометричної моделі механізму, то задачею є експериментальне отримання геометричних

параметрів кулачка та побудови моделі механізму для подільного його комп'ютерного моделювання.

В експериментальну установку входить об'єкт дослідження – кулачок механізмів подачі нитки швейних машин 876 кл ПМЗ та 164 кл. ф. Rimoldi, індикатор часового типу з ціною поділки 0,01 мм, штатив (рис. 12) для його закріплення, градуйована шкала повороту головного валу машини.

Процедура проведення вимірів.

1. Нульовому положенню відповідає КВП голки ;
2. В ході експерименту у випадку коли значення вимірювальних параметрів перевищувало діапазон виміру (понад 12 мм) індикатора годинникового типу, поточне значення записувались потім індикатор встановлювався на нуль в іншому положенні, показання, які знімались в подальшому додавались до поточного.
3. Експеримент повторювався 10 разів для забезпечення точності обрахунків, результати занесені в додаток А.
4. Також вимірювалась координата мінімального та максимального радіуса кулачка по відношенню до вісі головного вала.

Застосування такого підходу виміру геометрії поверхні кулачка значно скоротило час на отримання результатів, а також не потребує суттєвого розбирання обладнання та може бути застосований при отриманні геометрії практично всіх кулачкових механізмів.



а)



б)

Рис. 12. Установка для зняття геометрії кулачка механізму подачі петельникової нитки швейних машин: а) 876 кл ПМЗ. б) 164 кл. ф. Rimoldi,



### 3.6 Профілювання кулачка та розробка геометричної моделі

Профілювання кулачка виконувалось в системі автоматизованого проектування SolidWorks, де на кожний промінь якому відповідає градуювання головного вала відкладався радіус вектор довжиною, яка була визначена шляхом обміру кулачка результат профілювання кулачка представлений на рис. 13-14., Для зняття теоретичного закону кулачка побудовані моделі кулачкових механізмів, які представлені на рис. 15-16. За допомогою програми SolidWorks Motion отримано теоретичні значення закону кулачка (рис. 17).

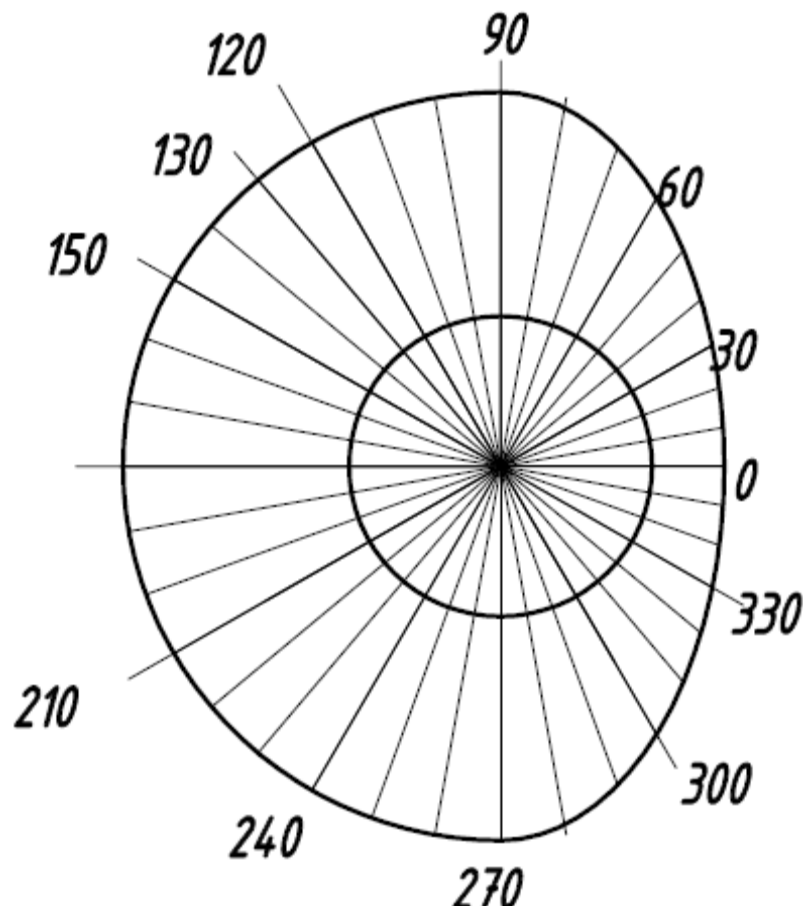


Рис. 13. Профіль кулачка швейної машин 876 кл. ПМЗ

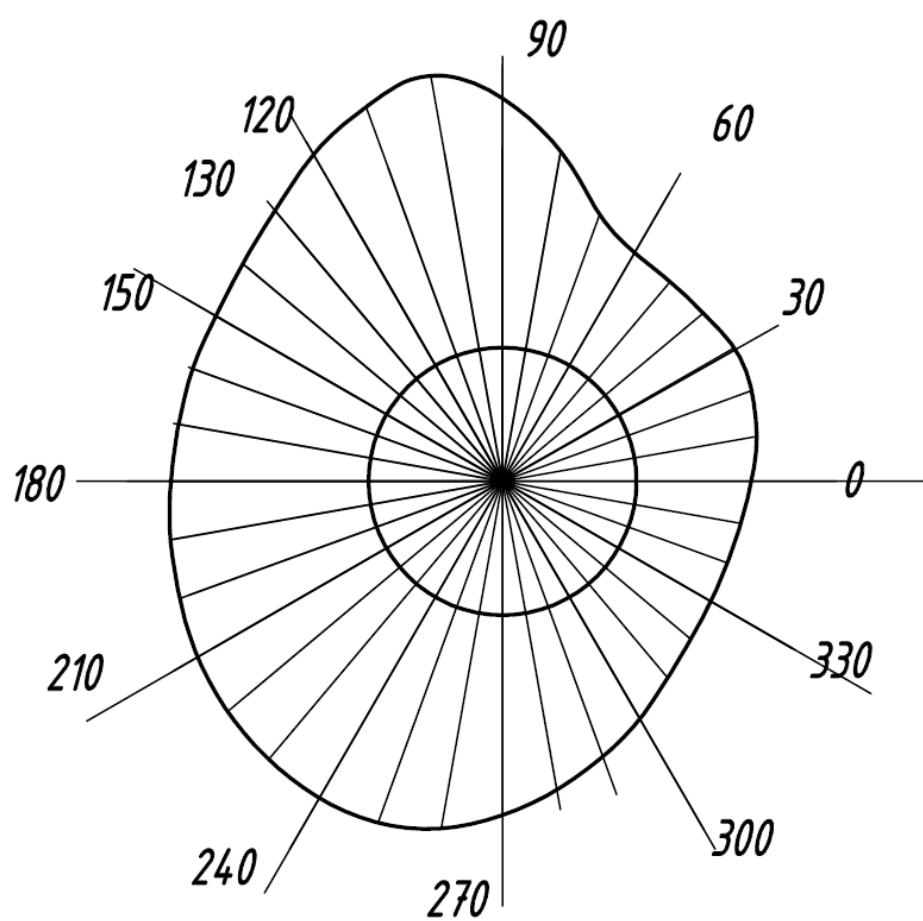


Рис. 14. Профіль кулачка швейної машин 164 кл ф. Rimoldi

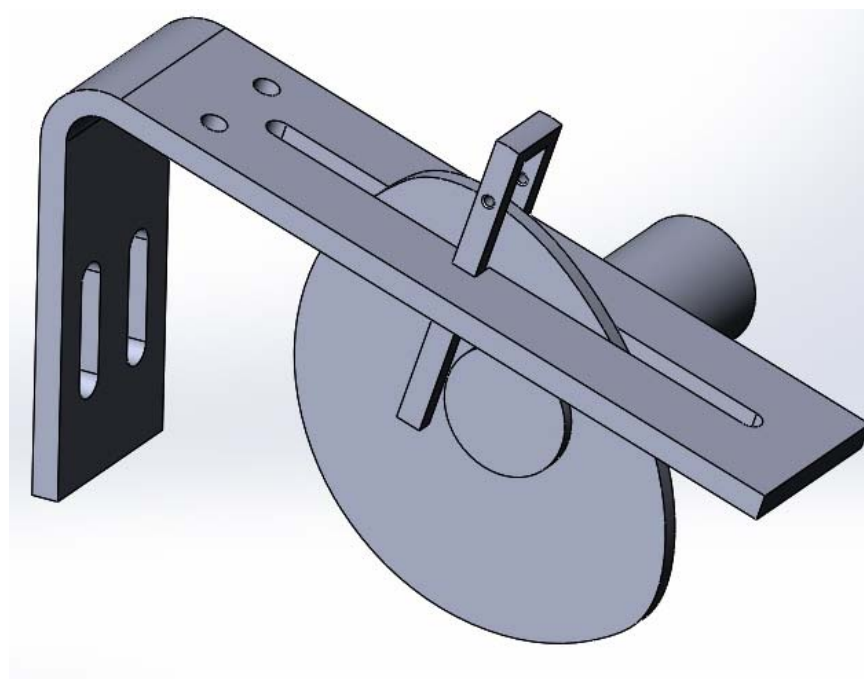


Рис. 15. Модель кулачка для зняття теоретичного закону переміщення кулачка шм 876 кл.

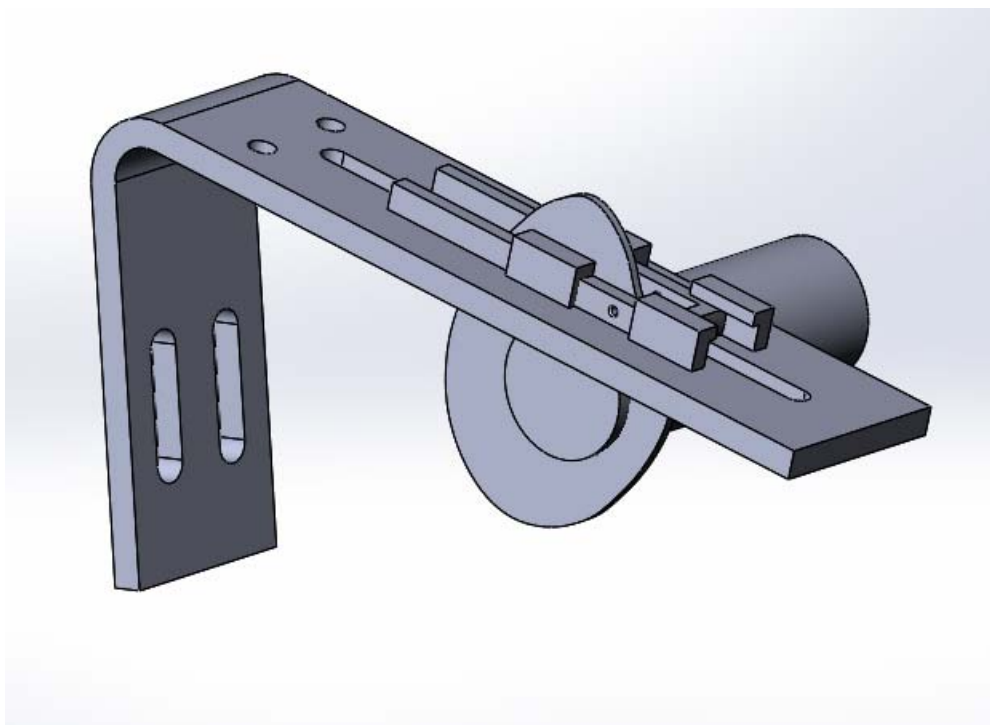
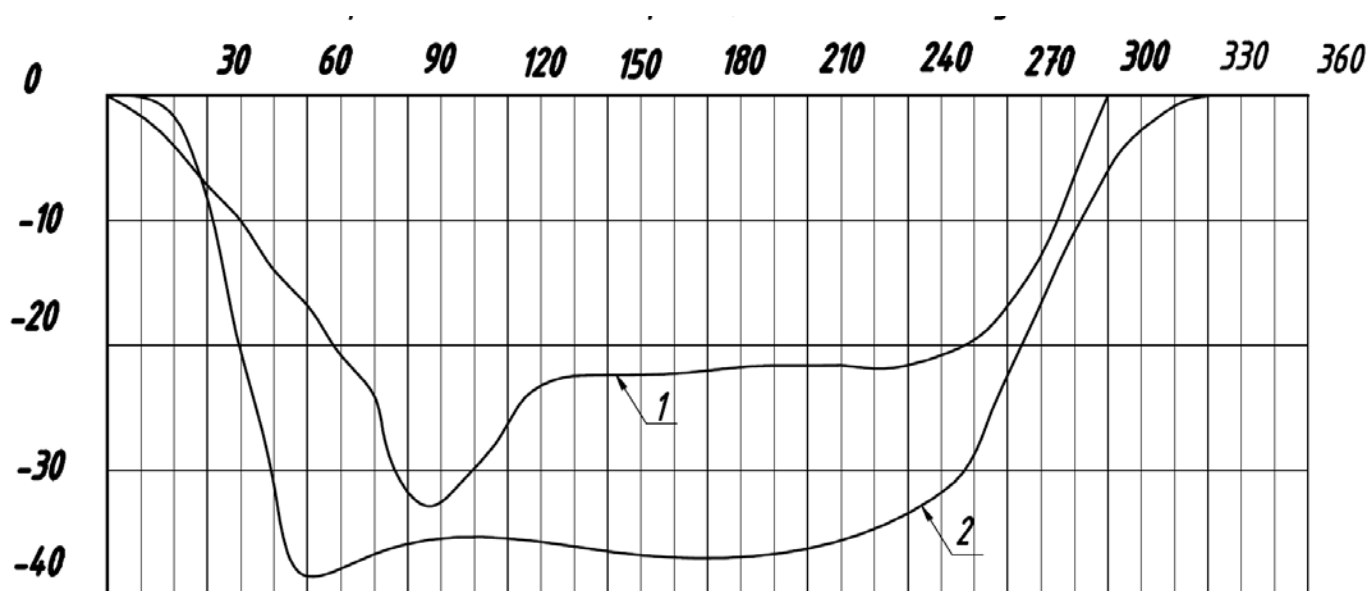


Рис. 16. Модель кулачка для зняття теоретичного закону переміщення кулачка шм 164 кл.



1 - Швейної машини 876 кл. ПМЗ

2 - Швейна машина 164 кл. ф. Rimoldi

Рис. 17. Графіки теоретичного закону руху кулачка

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА МЕХАНІЗМІВ ПОДАЧІ ПЕТЕЛЬНИКОВОЇ НИТКИ

### 4.1. Розробка нових конструкцій механізму подачі петельникової нитки

В основі розробки актуальної конструкції механізму покладено задачу створення функціональних механізмів, які забезпечують необхідну функціональність не залежно від властивостей технологічних параметрів та властивостей матеріалів. Так механізмах відомих конструкцій є недолік, який пов'язаний з нестабільністю положення контуру нитки на поверхні робочого органу такого як фасонний кулачок, це перш за все пов'язано з нестабільністю натягу нитки, зусилля якого пов'язане з процесом утворення стібка. По друге положення нитки на поверхні обумовлене силами тертя, які залежать, як від зусилля натягу нитки, а також від коефіцієнта тертя нитки та поверхні кулачка. І на останнє значні поверхні кулачка призводять до втрати фізико механічних властивостей нитки. Тому актуальною задачею є розробка механізму кулачка, який був відсутній від вищевказаних недоліків.

Для вирішення поставлених завдань пропонується наступні конструкції механізмів.

**Варіант. 1.** Механізм подачі нитки петельника з кулачком та штовхачем, з безпосереднім контактом нитки (рис. 19) містить кулачок, який забезпечує закон подачі нитки та штовхач, який знаходиться в замиканні з ниткою. Така конструкція механізму забезпечує положення нитки в одній точці не залежить від зусилля натягу нитки, а також сил тертя, які виникають між кулачком та ниткою. В цей же час недоліком, цього механізму є те, що на нитку додатково діє зусилля з сторони штовхача та те, що нитка контактує з його профілем.

**Варіант. 2.** Механізм подачі нитки петельника з кулачком та штовхачем, з безпосереднім контактом нитки (рис. 20) містить кулачок, який забезпечує закон подачі нитки та штовхач, який знаходиться в замиканні з ниткою через проміжний ролик. Така конструкція механізму забезпечує положення нитки в одній точці, як і в першому варіанті не залежить від зусилля натягу нитки, а

також сил тертя, які виникають між кулачком та ниткою. Порівняно з варіантом 1 не має контакту з кулачком, що зменшує її перетирання. В цей же

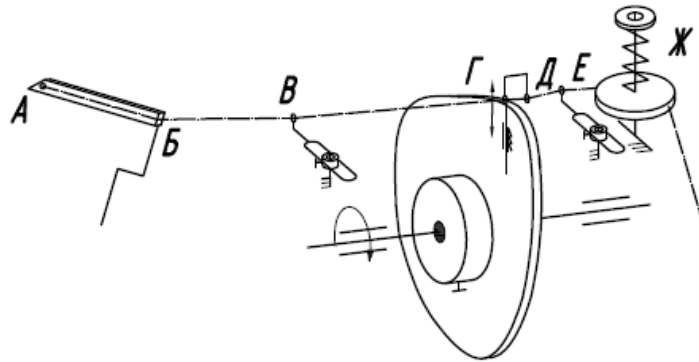


Рис. 19. Механізм подачі нитки петельника з кулачком та вертикальним поступальним штовхачем з безпосереднім контактом нитки з кулачком

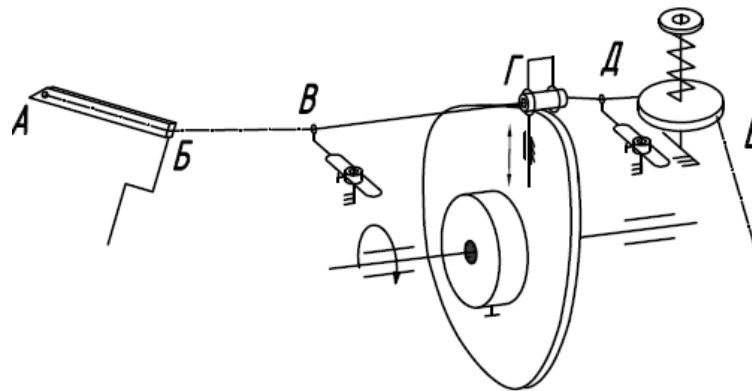


Рис. 20. Механізм подачі нитки петельника з кулачком та з вертикальним поступальним штовхачем та з роликом

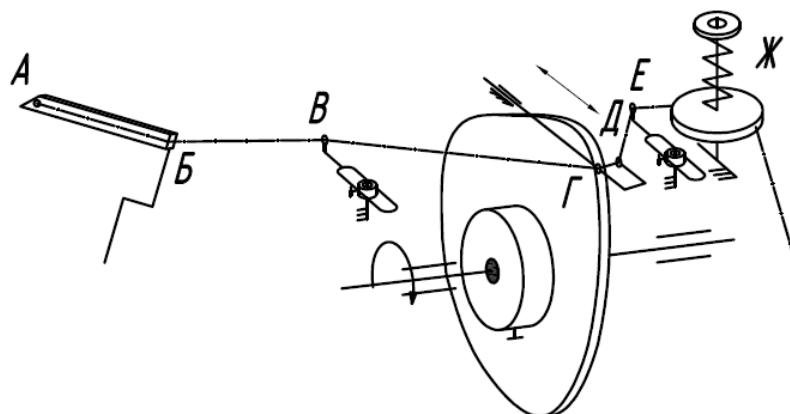


Рис. 21. Механізм подачі нитки петельника з кулачком та горизонтальним поступальним штовхачем з безпосереднім контактом нитки з кулачком час

недоліком, цього механізму є те, що на нитку додатково діє зусилля з сторони штовхача.

**Варіант. 3.** Механізм подачі нитки петельника з кулачком та штовхачем, з безпосереднім контактом нитки (рис. 21) при цьому штовхач розташований горизонтально, містить кулачок, який забезпечує закон подачі нитки та штовхач, який знаходиться в замиканні з ниткою та горизонтально розташований. Така конструкція механізму забезпечує положення нитки в одній точці не залежить від зусилля натягу нитки, а також сил тертя, які виникають між кулачком та ниткою. Горизонтальне розташування штовхача частково зменшує навантаження на нитку з боку штовхача. В цей же час недоліком, цього механізму є те, що на нитка має безпосередній контакт з кулачком.

**Варіант. 4.** Механізм подачі нитки петельника з кулачком та штовхачем, з безпосереднім контактом нитки (рис. 22) при цьому штовхач розташований горизонтально, містить кулачок, який забезпечує закон подачі нитки та штовхач, який знаходиться в замиканні з ниткою та горизонтально розташований. Така конструкція механізму забезпечує положення нитки в одній точці не залежить від зусилля натягу нитки, а також сил тертя, які виникають між кулачком та ниткою. Горизонтальне розташування штовхача частково зменшує навантаження на нитку з боку штовхача. В цей же час недоліком, цього механізму є те, що на нитка має безпосередній контакт з кулачком.

**Варіант. 5.** Механізм подачі нитки петельника з кулачком та коливним штовхачем, з силовим замиканням (рис. 23), містить кулачок, який забезпечує закон подачі нитки та штовхач у вигляді коромисла, який знаходиться в силовому замиканні під дією пружини. Така конструкція механізму забезпечує положення нитки в одній точці не залежить від зусилля натягу нитки, а також сил тертя, які виникають між кулачком та ниткою. Однак наявність пружини та

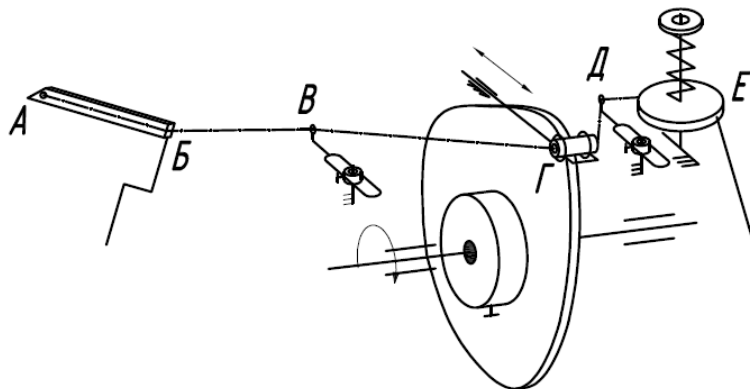


Рис. 22. Механізм подачі нитки петельника з кулачком та горизонтальним поступальним штовхачем та роликком

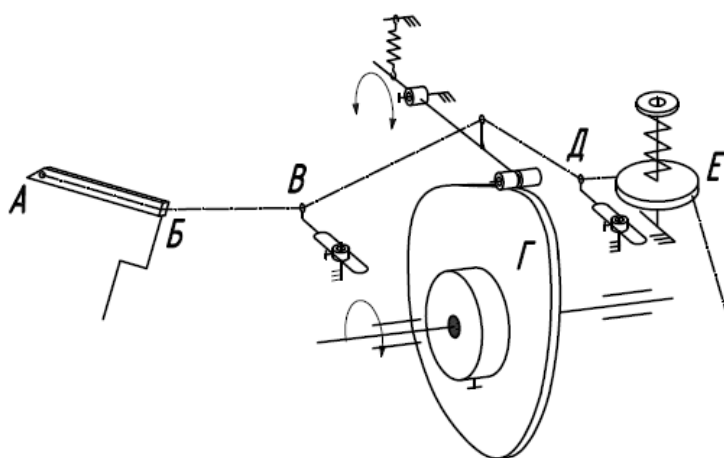


Рис. 23. Механізм подачі нитки петельника з кулачком та коливним штовхачем з силовим замиканням

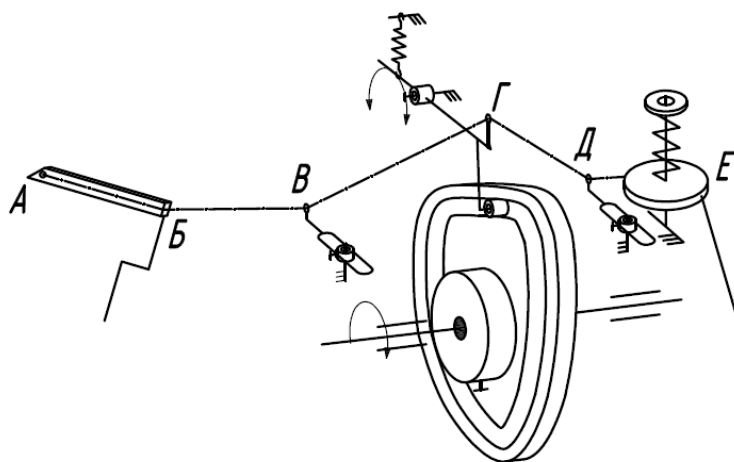


Рис. 24. Механізм подачі нитки петельника з кулачком та коливним штовхачем з кінематичним замиканням

кінематичної пари вищого класу унеможливилює застосування на високих швидкостях.

**Варіант. 6.** Механізм подачі нитки петельника з кулачком та коливним штовхачем, з кінематичним замиканням (рис. 24), містить кулачок, який забезпечує закон подачі нитки та штовхач у вигляді коромисла, який знаходиться в кінематичному замиканні у вигляді паза кулачка та ролика. Така конструкція механізму забезпечує положення нитки в одній точці не залежить від зусилля натягу нитки, а також сил тертя, які виникають між кулачком та ниткою. Однак наявність кінематичного замикання паза кулачка з роликом дозволяє застосовувати на швидкостях, які не перевищують 2000 об/хв., окрім цього в обмеженнях профілю кулачка є допустимий кут тиску та мінімальний радіус кулачка.

З огляду запропонованих конструкцій механізму є варіанти, які можна застосовувати при вибагливих матеріалах ниток, де не потребується велика швидкість. Тому подальшою задачею є розробка та аналіз запропонованих варіантів механізмів.

#### 4.2. Розробка класифікації механізмів подачі голкової нитки

За отриманим аналізом кулачкових механізмів в розділі 1 можна розробити класифікацію механізмів кулачків, яка дозволяє наглянути уявити, які механізми застосовуються для подачі петельникової нитки.



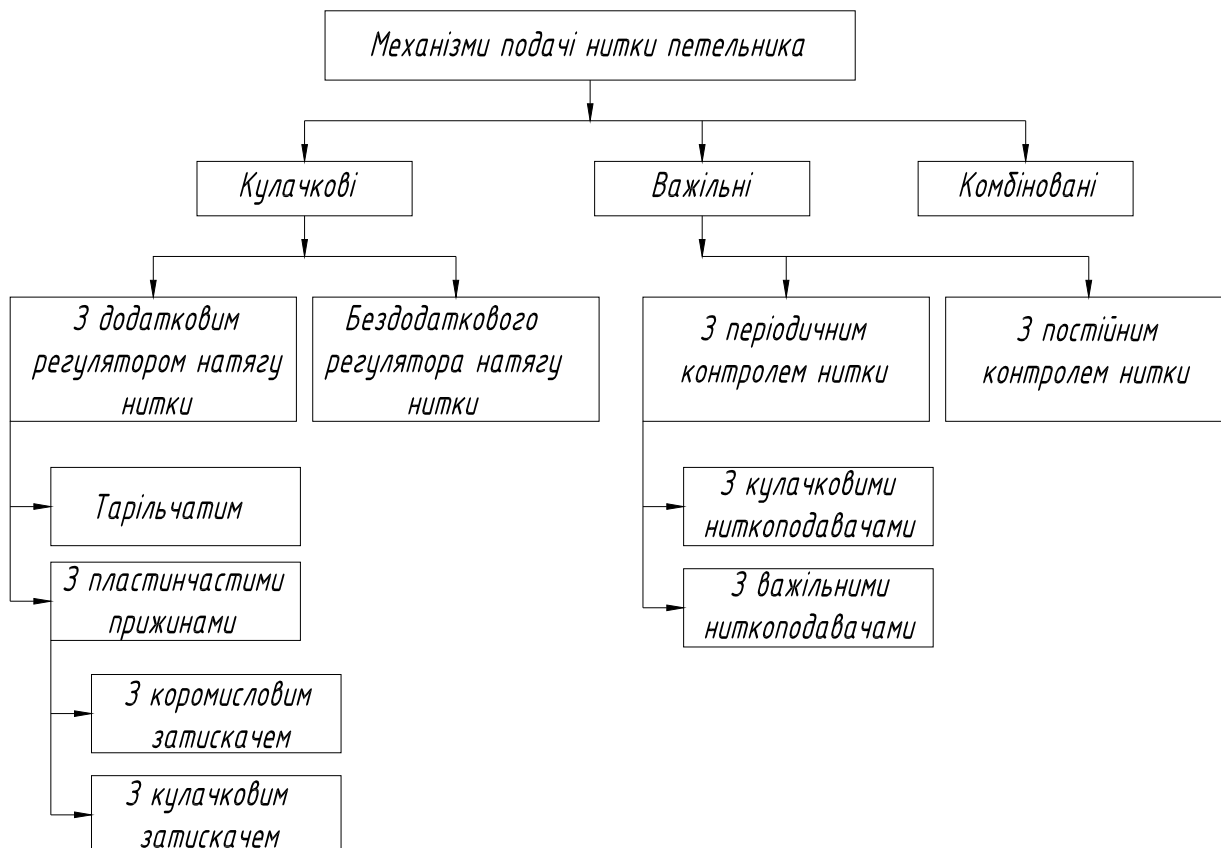


Рис. 18. Класифікація механізмів подачі петельникової нитки

### 4.3. Проектування нового механізму подачі нижньої нитки

Для проектування нового механізму подачі нижньої нитки було вирішено спроектувати новий кулачок. Для цього було зняті координати з нитконапрямників, за центр координат було взято центр обертання кулачка на головному валі.

При розрахунках враховуємо, що при обертанні кулачка нитка відхиляється на кут  $\psi$  - кут відхилення нитки від геодезичного положення при ковзванні її по циліндру.

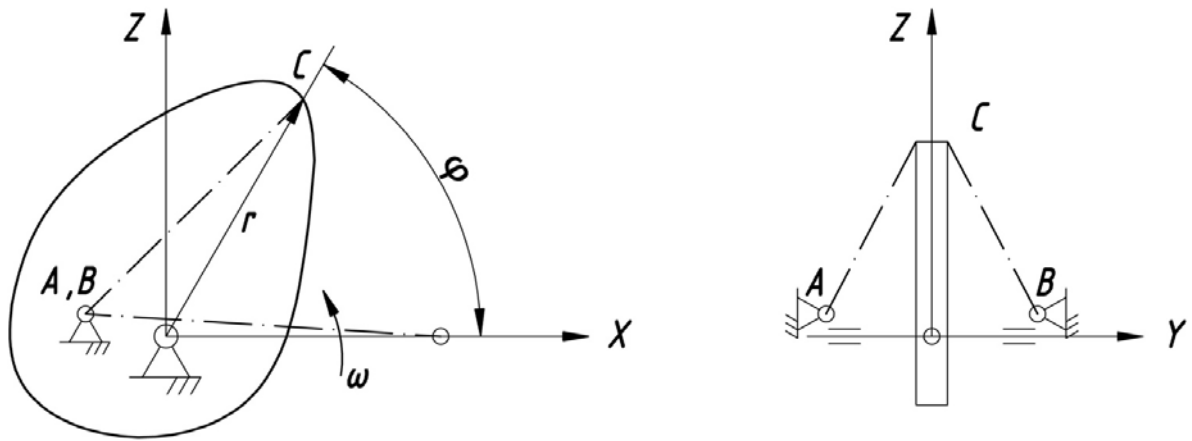


Рис. 25. Визначення радіус-вектора кулачка  $r$  за заданною величиною приросту контура нитки  $\Delta L$

Запишемо формули для розрахунку нового профіля:

$$\Delta L = 2l_{i+1} - 2l_i, \text{ де } i \text{ і } \Delta L - \text{ задані}$$

$$l_{i+1} = \sqrt{(x_A - x_C)^2 + (z_A - z_C)^2 + y_A^2}, \quad x_A, y_A, z_A - \text{const і задані}$$

$$1) \quad r \cdot \sin(\varphi + \psi) = z_C$$

$$r \cdot \cos(\varphi + \psi) = x_C,$$

$\varphi$  – задається,  $\psi$  - кут відхилення нитки від геодезичного положення при ковзанні її по циліндру

Для початкового періоду  $l_i = R_{min}$  кулачка.  $R_{min}$  - задано.

Таблиця 4.

Результати розрахунку нового профілю кулачка:

$\varphi^\psi$	$r, \text{ мм}$
0	11,5
30	14
60	18,5
90	29,3
120	31,8
130	29,6
150	30
180	30,4
210	30,7
240	27,1
270	24,6
300	14,7

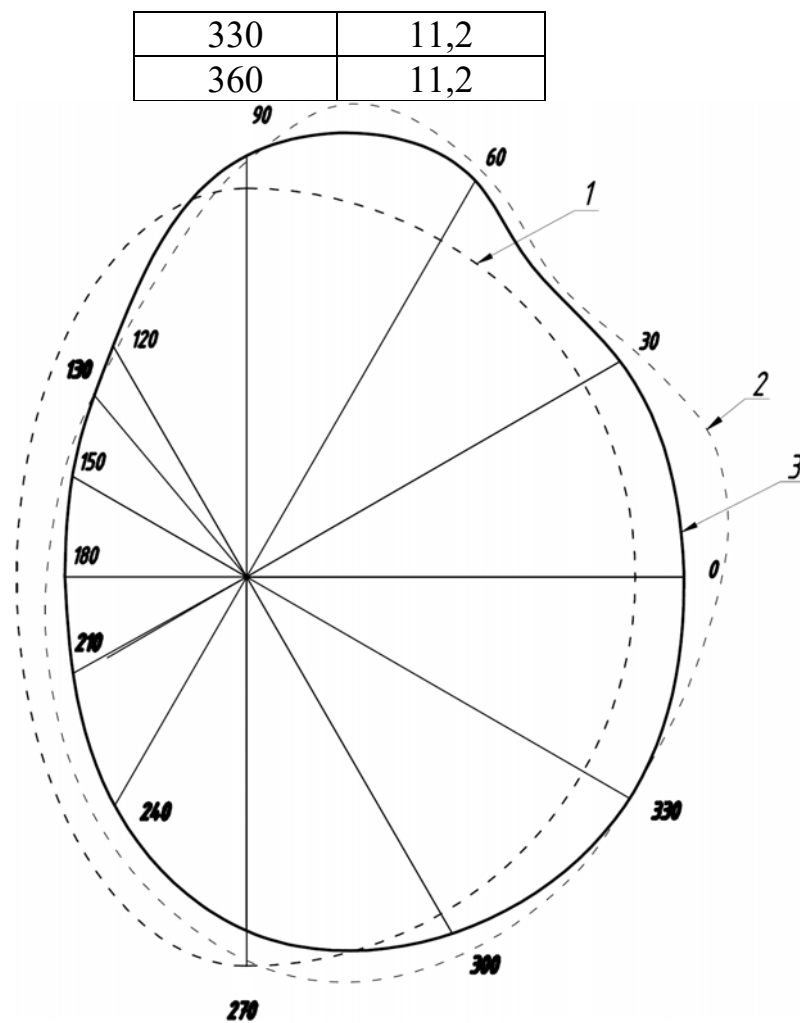
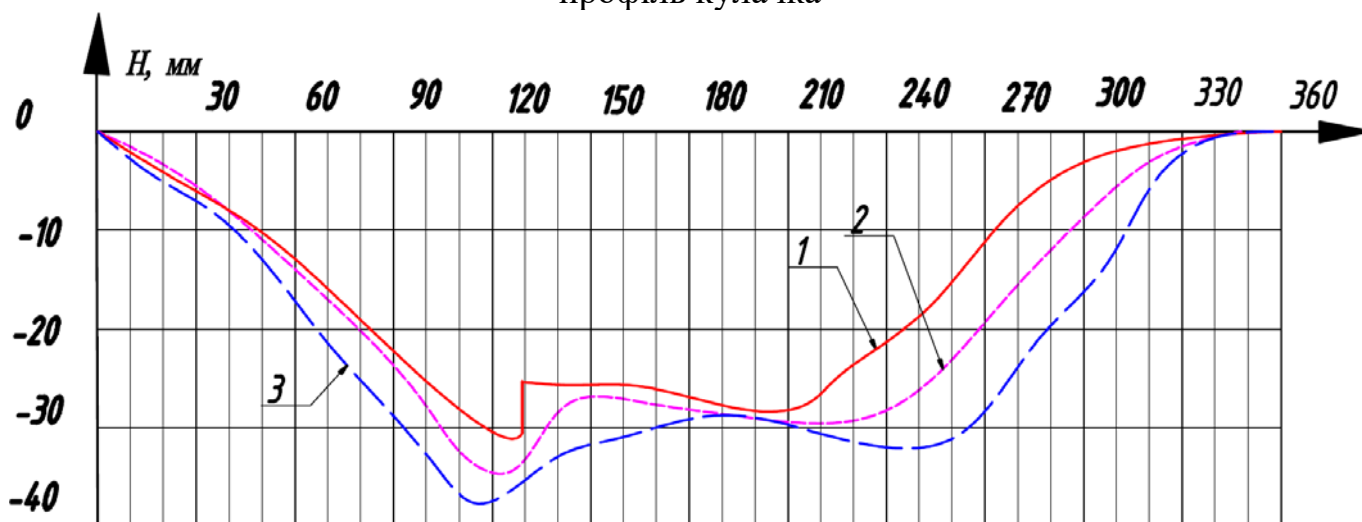


Рис. 26. Профілі кулачків:  
1 – швейної машини 876 класу ПМЗ, 2 – 164 кл. ф. Rimoldi, 3 – новий профіль кулачка



Діаграма експериментальних значень дійсної та необхідної подачі нитки нового кулачка

- 1 - Графіки необхідної подачі нитки шм 164 кл отриманий аналітично
- 2 - Графік дійсної подачі нитки шм 164 кл отриманий аналітично
- 3- Графік експериментальних значень дійсної подачі нитки шм 164 кл ф. Rimoldi

Рис. 27. Діаграми подачі нитки швейної машини 164 кл. ф. Rimoldi

## ВИСНОВКИ

В результаті аналітичного огляду літературних джерел, було встановлено, що наведений опис процесу утворення сточувальних стібків класу 400 не містить відомостей про роботу механізму подачі нитки петельника при характеристиці більшості його періодів, що не дає повного уявлення про взаємодію робочих органів швейної машини в даному процесі.

Також в літературних джерелах практично відсутня рекомендація що до методики проектування

механізмів подачі нитки петельників, та їх класифікація.

В результаті роботи було :

1. визначено характерні моменти процесу утворення плоского ланцюгового стібка з врахуванням роботи всіх механізмів.
2. розроблена класифікація та виконаний аналітичний огляд МППН
3. отримані аналітичні залежності функцій дійсної та необхідної подачі ідеальної нитки;
4. отримані експериментально закони подачі нитки та співставлень значень з функціями отриманих аналітично, що показали доцільність прийнятих припущень та правильність математичної моделі;
5. отримані профілі кулачків шм 876 класу ПМЗ та 164 кл. ф. Rimoldi та побудовані теоретичні закони подачі нитки шляхом моделювання механізмів;
6. розроблено ряд механізмів нової структури на базі кулачкових механізмів;
7. розроблено новий раціональний кулачковий механізм, який забезпечує необхідний закон подачі нитки в більшій відповідності порівняно до базового;
8. ля проведення дослідження базових механізмів подачі нижньої нитки швейних машин типу було виявлено, що подача нитки здійснюється не

раціонально, оскільки дійсна подача нитки не відповідає необхідній.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Проектування швейних машин. – К.: Видавничо-поліграфічний дім «Формат», 2007. – 320 с.
2. Щербань В.Ю., Хомяк О.Н., Щербань Ю.Ю. Механіа нитки. – К.: КНУТД, 2002.-196 с.:
- 3.
4. Горобець В.А., Манойленко О.П. Дослідження механізмів подачі верхньої нитки швейних машин двониткового та багатониткового ланцюгового стібка // Вісник КНУТД. – 2005. – №1 (21). – С. 5-11.
5. Горобець В.А., Манойленко О.П. Аналіз процесу необхідної подачі верхньої нитки при утворенні стібків класу 400 // Вісник ХНУП «Технічні науки» том 2. – 6.2005. – С. 36-41.
6. Горобець В.А., Манойленко О.П. Діаграми подачі верхньої нитки при утворенні стібків класу 400 з урахуванням її деформації. Повідомлення 1 // Вісник КНУТД. – 2007. – №2 (34). – С. 21-24.
7. Горобець В.А., Манойленко О.П. Діаграми подачі верхньої нитки при утворенні стібків класу 400 з урахуванням її деформації. Повідомлення 2 // Вісник КНУТД. – 2007. – №3 (35). – С. 16-22.
8. Манойленко О. П. Дослідження механізмів подачі нитки швейних машин ланцюгового стібка класу 500 / О. П. Манойленко, Д. М. Поляков, В. Ю. Лисенко // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24 листопада 2022 року. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 64-65.
9. Манойленко О. П. Дослідження механізмів подачі нитки швейних машин ланцюгового стібка класу 500 / О. П. Манойленко, Д. М. Поляков, В. Ю. Лисенко // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24 листопада 2022 року. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 64-65.

10. Маноїленко О. П. Визначення конструктивних параметрів швейної машини для виконання стібків 101 та 301 кл. / О. П. Маноїленко, М. М. Рубанка, В. В. Домашенко // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24 листопада 2022 року. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 77-78.
11. Manoilenko O. Topological analysis and synthesis of machine chain stitches / O. Manoilenko // *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*. – 2020. – Vol. 27, № 4, December. – P. 58-69.
12. Горобець В. А. Розробка швейної машини 2-х ниткового ланцюгового стібка з реверсом / В. А. Горобець, О. П. Маноїленко // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей II-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (15 червня 2018 р., м. Київ) / відп. за вип. М. А. Зенкін. - Київ : КНУТД, 2018. - С. 60-61.
13. Маноїленко О. П. Дослідження механізмів подачі нитки швейних машин ланцюгового стібка класу 500 / О. П. Маноїленко, Д. М. Поляков, В. Ю. Лисенко // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24 листопада 2022 року. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 64-65.
14. Пищиков В.О. Проектування швейних машин /В.О. Пищиков, Б.В. Орловський. – К.: Видавничо-поліграфічний дім Формат, 2007. – 320 с.
15. Маноїленко О. П. Розрахунок параметрів механізмів для утворення плоского двониткового ланцюгового стібка / О. П. Маноїленко, І. В. Савченко, В. В. Колісник // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24 листопада 2022 року. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 62-63.
16. Дворжак В.М. Схемотехнічне моделювання кінематичних схем просторових чотириланкових кривошипно-коромислових механізмів технологічних машин / В.М. Дворжак // Вісник КНУТД. – 2016. – № 2 (96). – С. 16–26.
17. Горобець В. А. Аналіз взаємодії робочих органів швейної машини потайного ланцюгового стібка [Текст] / В. А. Горобець, О. П. Маноїленко, В. М.

Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. - 2011. - № 3 (59). - С. 9-15.

18. Горобець В. А. Дослідження механізмів голки красобметувальних швейних машин [Текст] / В. А. Горобець, О. П. Манойленко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. - 2012. - № 4 (66). - С. 68-73.

19. Горобець В.А. Розробка та дослідження механізмів голки красобметувальних швейних машин. Повідомлення 1 / В.А. Горобець, О.П. Манойленко // Вісник КНУТД. — Київ : КНУТД, 2012. — №3. — С. 81-85.

20. Горобець В. А. До питання підвищення довговічності сферичних кінематичних пар важільних механізмів [Текст] / В. А. Горобець, О. П. Манойленко // Технології та дизайн. - 2012. - № 1 (2).

21. Орловський Б.В. Комп'ютерне моделювання та синтез типового механізму технологічних машин / Б.В. орловський, В.М. Дворжак // Вісник КНУТД. – 2014. – № 5 (57). – С. 103–108.

22. Горобець В. А. Розробка та дослідження комбінованих транспортувальних механізмів швейних машин. Повідомлення 1 [Текст] / В. А. Горобець, О. П. Манойленко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. - 2010. - № 1 (51). - С. 7-10.

Гудим А. Г. Порівняльний аналіз методів досліджень механізмів ниткопритягачів швейних машин човникового стібка / А. Г. Гудим, О. П. Манойленко, В. М. Дворжак // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 24 листопада 2022 року. – Київ : КНУТД, 2022. – С. 41-43.

23. Paul Kurowski. Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2021, SDC Publications, 2021. 600 p.

24. Kuang-Hua Chang. Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion 2021, SDC Publications, 2021. 200 p.

25. Kuang-Hua Chang. Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion 2020, SDC Publications, 2020. 200 p.



26. Орловський Б. В. Правила виконання кінематичних схем. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики / Б. В. Орловський, В. А. Пищиков, Н. С. Абрінова. – К.: КНУТД, 2007. – 32 с. – (Стандарт кафедри машин легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну).
27. ДСТУ ГОСТ 2.001 : 2006. Загальні положення.
28. ДСТУ ГОСТ 2.102-68. Види та комплектність конструкторських документів.
29. ДСТУ ГОСТ 2.103-2013. Стадії розробки.
30. ДСТУ ГОСТ 2.104 : 2006. Основні написи.
31. ДСТУ ГОСТ 2.109-73. Загальні вимоги до креслеників.
32. ДСТУ ГОСТ 2.118-2013. Технічне завдання.
33. ДСТУ ГОСТ 2.201-68. Позначення виробів та конструкторських документів.
34. ДСТУ ГОСТ 2.307-80. Правила нанесення розмірів та граничних відхилень.
35. ДСТУ ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання.
36. ДСТУ ГОСТ 2.702 – 75. ЕСКД. Правила виконання електричних схем.
37. ДСТУ ГОСТ 2.703-2011. ЕСКД. Правила виконання кінематичних схем.
38. ДСТУ ISO 128 – 1 : 2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1.
39. ДСТУ ISO 128 – 20 : 2005. Загальні принципи оформлення. Частина 20.
40. ДСТУ ISO 128 – 22 : 2005. Загальні принципи оформлення. Частина 22.
41. ДСТУ ISO 128 – 40 : 2005. Загальні принципи оформлення. Частина 40.
42. ДСТУ ISO 6433 : 2006. Позиції.
43. ДСТУ ISO 7573 : 2006. Специфікація.