

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій

Кафедра прикладної механіки та машин

Дипломна магістерська робота

на тему Розроблення та дослідження функціонально-досконалих механізмів
ниткопритягача швейних машин

Виконав: студент групи МгМ-20

спеціальності 133 Галузеве

машинобудування

освітньої програми Обладнання

легкої промисловості та

побутового обслуговування

Андрій ГУДИМ

Керівник к.т.н., доц. Володимир

ДВОРЖАК

Рецензент к.т.н., доц. Наталія

ЧУПРИНКА

Київ – 2021 рік

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій

Кафедра прикладної механіки та машин

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної механіки та машин

 Олександр МАНОЙЛЕНКО

« 05 » листопада 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гудиму Андрію Геннадійовичу

1. Тема роботи Розроблення та дослідження функціонально-досконалих механізмів ниткопритягача швейних машин

Науковий керівник роботи канд. техн. наук, доцент Дворжак Володимир Миколайович
затверджено наказом закладу вищої освіти від 04.10.2021 року № 286

2. Строк подання студентом роботи 13.12.2021 року

3. Вихідні дані до проекту патент України на корисну модель механізму, список наукових публікацій за темою роботи, структурна схема функціонально-досконалого механізму ниткопритягача швейної машини, креслення загального виду базової швейної машини 1022 класу

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) 1) аналіз механізмів базової швейної машини; 2) дослідження законів необхідної та дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача базової конструкції; 3) метричний (геометричний) синтез нового механізму ниткопритягача; 4) кінематичний аналіз нового механізму ниткопритягача; 5) силовий аналіз нового механізму ниткопритягача; 6) комп'ютерне моделювання та конструювання нового механізму ниткопритягача.

5. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ	Володимир ДВОРЖАК		
Розділ 1	Володимир ДВОРЖАК		
Розділ 2	Володимир ДВОРЖАК		
Розділ 3	Володимир ДВОРЖАК		
Розділ 4	Володимир ДВОРЖАК		
Розділ 5	Володимир ДВОРЖАК		
Висновки	Володимир ДВОРЖАК		

6. Дата видачі завдання: 04.10.2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної магістерської роботи	Термін виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	09.10.2021	
2	Розділ 1. Опис базової машини	16.10.2021	
3	Розділ 2. Дослідження механізму ниткопритягача базової конструкції	30.10.2021	
4	Розділ 3. Дослідження механізму ниткопритягача нової конструкції	06.11.2021	
5	Розділ 4. Конструювання механізму ниткопритягача нової конструкції	13.11.2021	
6	Розділ 5. Силовий аналіз кривошипно-коромислового механізму	27.11.2021	
7	Висновки	01.12.2021	
8	Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)	04.12.2021	
9	Задача дипломної магістерської роботи на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту)	07.12.2021	
10	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	11.12.2021	24%-8% до 1 м. Рецензіал
11	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	14.12.2021	

Студент

Андрій ГУДИМ

Керівник проекту

Володимир ДВОРЖАК

Директор НМЦУПФ

Олена ГРИГОРЕВСЬКА

Анотація

Гудим А. Г. Розроблення та дослідження функціонально-досконалих механізмів ниткопритягача швейних машин. – Рукопис. Магістерський дипломний проект для здобуття ступеня магістра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування освітньої програми «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування», Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2021.

Робота присвячена аналізу та розробці функціонально-досконалого механізму ниткопритягача швейної машини. Поставлені задачі аналізу механізму полягали в дослідженні призначення та галузі використання швейної машини 1022 класу; дослідженні конструкції механізмів швейної машини 1022 класу; кінематичному дослідженні механізму ниткопритягача швейної машини 1022 класу та визначенні закону дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача базової конструкції. Поставлені задачі розробки функціонально-досконалого механізму ниткопритягача швейної машини полягали у геометричному синтезі механізму ниткопритягача швейної машини нової конструкції, кінематичному дослідженні механізму ниткопритягача нової конструкції та силовому аналізу кривошипно-коромислового механізму.

Ключові слова: швейна машина, механізм ниткопритягача, кінематичний аналіз механізму, конструювання механізму, силовий аналіз механізму.

ANNOTATION

Hudym A. H. Development and research of functionally-perfect mechanisms of thread attractor of sewing machines. - Manuscript. Master's thesis project for a master's degree in 133 Industrial Engineering educational program "Equipment for light industry and consumer services", Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2021.

The work is devoted to the analysis and development of the functionally-perfect mechanism of the thread attractor of the sewing machine. The tasks of the analysis of the mechanism were to study the purpose and field of use of the sewing machine class 1022; research of a design of mechanisms of the sewing machine of 1022 class; kinematic study of the mechanism of the thread puller of the sewing machine 1022 class and determination of the law of the actual supply of the upper thread by the mechanism of the thread puller of the basic design. The tasks of development of the functionally perfect mechanism of the thread attractor of the sewing machine consisted in geometric synthesis of the mechanism of the thread attractor of the sewing machine of new design, kinematic research of the mechanism of the thread attractor of new design and power analysis of the crank mechanism.

Key words: sewing machine, thread puller mechanism, kinematic analysis of the mechanism, design of the mechanism, power analysis of the mechanism.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. Опис базової машини	8
1.1. Загальна інформація	8
1.2. Принцип роботи швейної машини 1022 класу	8
1.3. Робочі органи швейної машини 1022 класу	11
1.3.1. Швейна машинна голка	13
1.3.2. Човниковий пристрій	16
1.3.3. Ниткопритягач	18
1.3.4. Притискна лапка та зубчаста рейка	19
1.4. Механізм ниткопритягача машини 1022 класу	20
РОЗДІЛ 2. Дослідження механізму ниткопритягача базової конструкції	23
2.1. Кінематичний аналіз механізму ниткопритягача базової конструкції	23
2.1.1. Вхідні дані	23
2.1.2. Розрахунок функцій положення механізму	24
2.1.3. Розрахунок функцій швидкостей механізму	26
2.1.4. Розрахунок функцій прискорень механізму	28
2.2. Результати розрахунків	30
2.3. Визначення закону дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача базової конструкції	36
РОЗДІЛ 3. Дослідження механізму ниткопритягача нової конструкції	39
3.1. Метричний (геометричний) синтез	39
3.2. Кінематичний аналіз механізму ниткопритягача нової конструкції	39
3.2.1. Вхідні дані	40
3.2.2. Розрахунок функцій положення механізму	41
3.2.3. Розрахунок функцій швидкостей механізму	43
3.2.4. Розрахунок функцій прискорень механізму	46

МДР.1022.00.00.ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розроблення та дослідження функціонально-досконалих механізмів швейних машин Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гудим А.Г.					5	98
Перевірів		Дворжак В.М.				КНУТД, каф. ПММ, гр. МгМ-20, 2021 рік		
Т. контр.								
Н. контр.								
Затв.								

3.3. Результати розрахунків	49
3.4. Визначення закону дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача нової конструкції	56
РОЗДІЛ 4. Конструювання механізму ниткопритягача нової конструкції.....	60
4.1. Опис процесу конструювання механізму в SolidWorks	60
4.2. Визначення маса-інерційних параметрів в SolidWorks	77
РОЗДІЛ 5. Силовий аналіз кривошипно-коромислового механізму.....	83
ВИСНОВКИ	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	93

					МДР.1022.00.00.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розроблення та дослідження функціонально-досконалих механізмів швейних машин Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
Розробив	Гудим А.Г.						6	98
Перевірів	Дворжак В.М.					КНУТД, каф. ПММ, гр. МгМ-20, 2021 рік		
Т. контр.								
Н. контр.								
Затв.								

ВСТУП

У сучасних умовах ринкової економіки виробникам швейних виробів для успішного ведення бізнесу життєво необхідно постійно підвищувати ефективність виробництва, знижуючи при цьому витрати. Одним з факторів підвищення ефективності є підвищення продуктивності праці, що в першу чергу залежить від якості обладнання, що використовується на швейному підприємстві.

Модернізація і підвищення надійності швейного обладнання повинні забезпечувати зниження собівартості та збільшенню якості швейних виробів. Машинобудівні фірми повинні забезпечувати випуск машин, автоматів та автоматичних ліній, впровадження яких у виробництво значно підвищувало б продуктивність праці, покращувало якість та знижувало вартість виконуваних технологічних процесів.

Задоволення потреб населення в різноманітному модному одязі потребує мобільних методів його виготовлення з урахуванням зміни моди, що в значному ступені залежить від швейного обладнання. У швейній промисловості нині використовуються різноманітні швейні машини універсального і спеціального призначення. Тим не менш, зберігається потреба у розробленні нових, більш досконалих швейних машин, а також модернізація існуючих. Істотну роль відіграє фактор часу, який витрачається на проектування, розробку конструкторської і технологічної документації, виготовлення, доведення і впровадження машин. Застосування на усіх вказаних стадіях комп'ютерної техніки дозволяє розширити можливості конструкторських бюро та машинобудівних підприємств, скоротити час на розробку та впровадження нової техніки, здешевити виробництво, зробити швейні машини, що випускаються конкурентоспроможними.

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

РОЗДІЛ 1. Опис базової машини

1.1. Загальна інформація

Швейна машина 1022 класу призначена для пошиття виробів з тканин білизняної, костюмної та пальтової групи з натуральних та штучних волокон двонитковим човниковим стібком.

Промислова швейна машина 1022 класу використовується у багатьох мані-ательє з пошиття та ремонту одягу та дрібних швейних цехах.

Технічні характеристики швейної машини 1022 класу:

- Частота обертання головного валу, об/хв - до 4000.
- Довжина стібка, мм - до 4,5.
- Висота підйому лапки над рівнем голкової пластини, мм - 8.
- Максимальна товщина сточуваних матеріалів в стислому стані під лапкою, мм, не більше 5.
- Голки: № 90 - 130 ГОСТ 7322-76.
- Нитки: бавовняні в шість складань, текс 11, 5, 9 ГОСТ 6309-73.
- Габаритні розміри платформи, мм: довжина - 476, ширина – 178.
- Габаритні розміри головки, мм: довжина - 520, ширина - 210, висота 360.
- Габаритні розміри столу, мм: довжина - 1060, ширина - 650, висота - 800.
- Виліт рукава, мм - 260
- Електродвигун: потужність, кВт - не більше 0,37.
- Частота обертання вала, об/хв - 2900.
- Маса головки, кг - не більше 27.
- Маса столу, кг - не більше 68.

1.2. Принцип роботи швейної машини 1022 класу

Швейна машина 1022 класу комплектується промисловим столом, на якому встановлені механізми включення приводу і управління лапкою: кнопковий перемикач; електропривід; педаль включення фрикціону; колінний важіль підйому притискної лапки. На столі також знаходяться: стійка для катушок; піддон з

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

маслозбірником; ящик для інструменту і приладдя. На рис. 1.1 відображено загальну будову швейної машини 1022 класу:

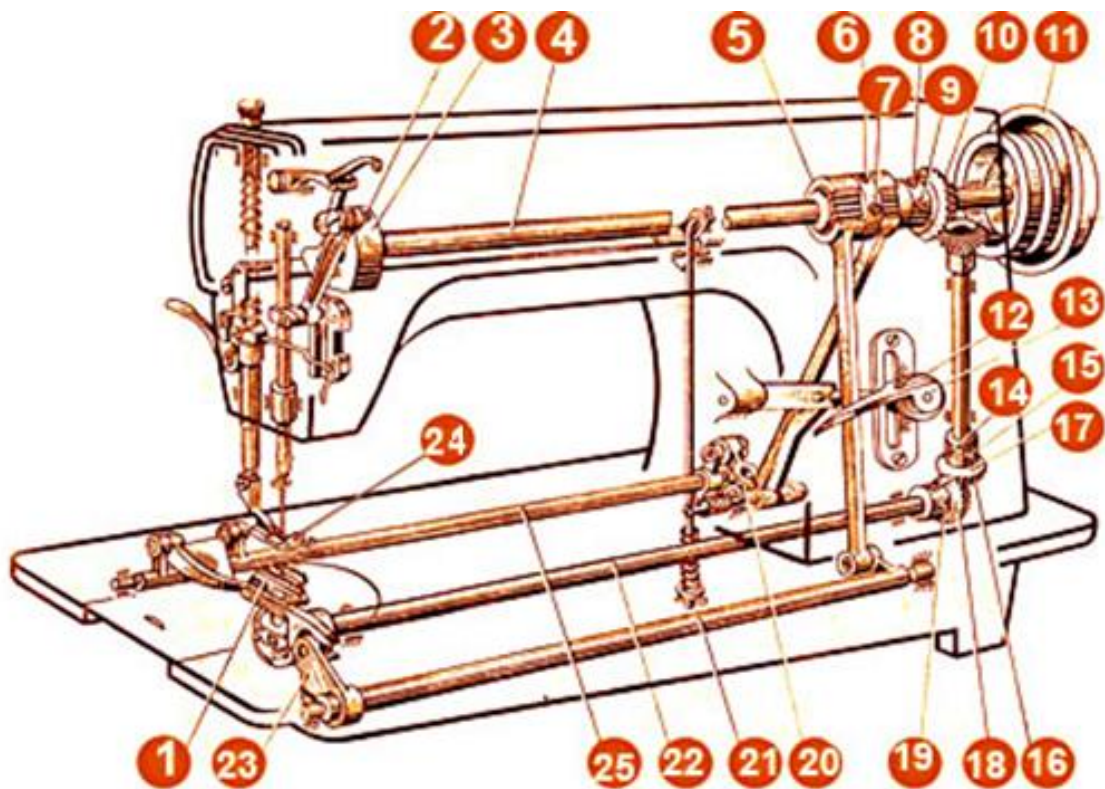


Рис.1.1. Загальна будова швейної машини 1022 класу

Зубчата рейка 1 може подавати матеріал в прямому і зворотному напрямках. Зміна подачі на зворотний хід проводиться важелем 13 (реверс).

Головний вал 4 змонтований в рукаві на підшипниках ковзання. На його передньому кінці встановлений кривошип 3, з механізмом ниткопритягача та голководія. На задньому краю валу знаходиться маховик 11, ексцентрик з шатунами 5 і шестерня, передає рух вертикальному валу, який за допомогою конічної зубчастої пари 16 і 18 передає обертання човнику.

Ексцентрик, що обертається на головному валу 4 за допомогою шатунів, з'єднаних з валами 21 і 25, передає рух механізму зубчатої рейки.

Притиск матеріалу до голкової пластини виконується притискною лапкою 24. Підйом притискної лапки може здійснюватися вручну або колінним важелем.

На рис. 1.2. зображено кінематичнку схему головки швейної машини 1022 кл.

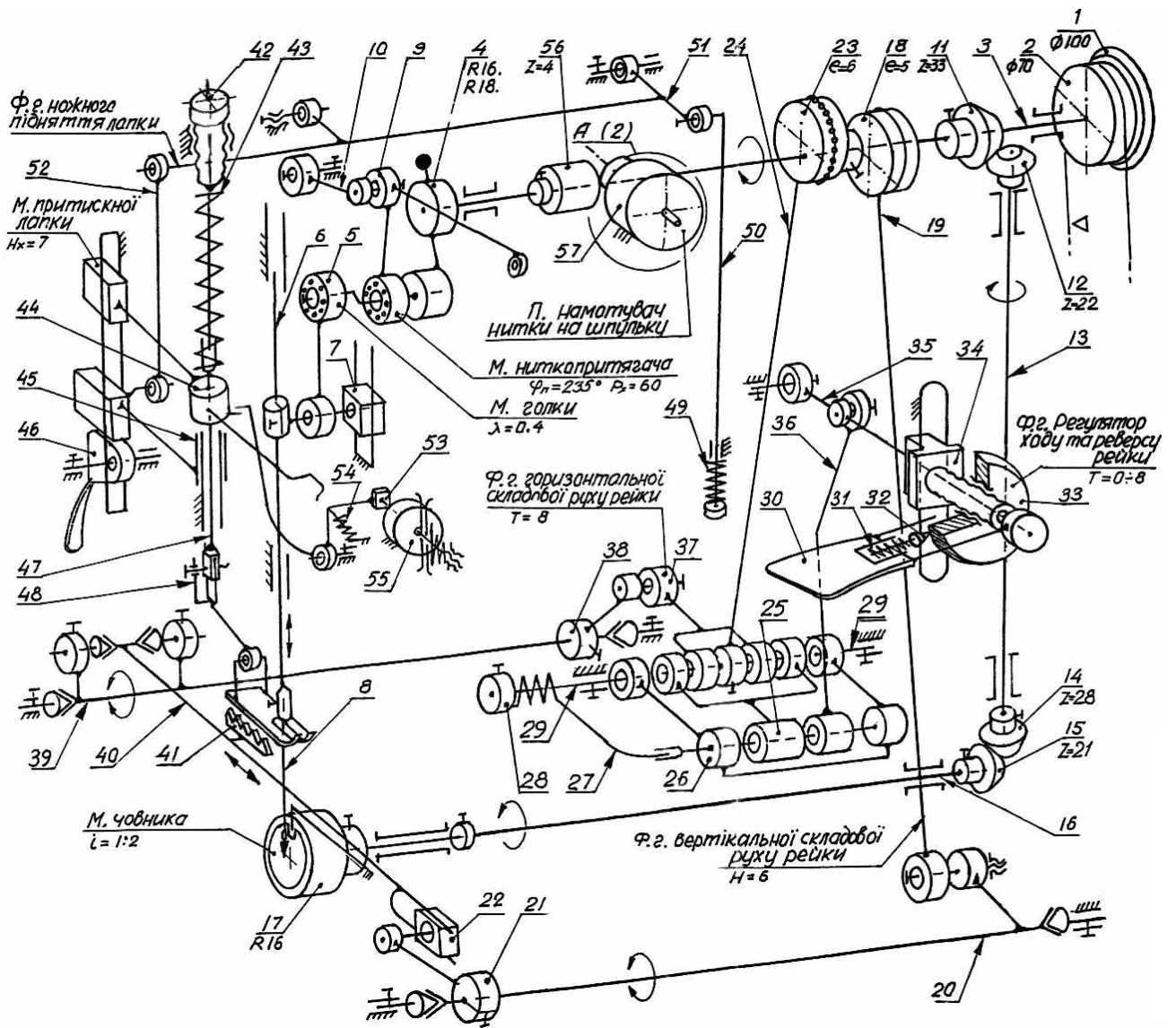


Рис. 1.2. Кінематична схема в прямокутній диметрії головки швейної машини

1022 кл.:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 – маховик; | 30 – рукоятка; |
| 2 – шків; | 31 – пружина; |
| 3 – вал; | 32 – фіксатор; |
| 4 – кривошип двоплечий; | 33 – гайка регулювальна; |
| 5 – шатун; | 34 – втулка гвинтова; |
| 6 – голковід; | 35 – коромисло; |
| 7 – повзун; | 36 – шатун; |
| 8 – голка; | 37 – шатун; |
| 9 – шатун з ниткопритягачем; | 38 – коромисло; |

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

10

10 – коромисло;	39 – коромисло;
11 – колесо зубчасте;	40 – шатун;
12 – колесо зубчасте;	41 – рейка зубчата;
13 – вал;	42 – гвинт з напрямною;
14 – колесо зубчасте;	43 – пружина;
15 – колесо зубчасте;	44 – кронштейн;
16 – вал;	45 – муфта;
17 – човник;	46 – важіль кулачковий;
18 – ексцентрик;	47 – стержень лапки;
19 – шатун;	48 – лапка шарнірна;
20 – коромисло;	49 – пружина;
21 – коромисло;	50 – стержень;
22 – повзун;	51 – коромисло двоплече;
23 – ексцентрик;	52 – шатун;
24 – шатун;	53 – важіль;
25 – коромисло;	54 – пружина;
26 – рамка;	55 – регулятор натягу нитки;
27 – пружина;	56 – черв'як;
28 – кільце регулювальне;	57 – пристрій для намотування нитки
29 – піввісь;	

1.3. Робочі органи швейної машини 1022 класу

Основними робочими органами швейної машини (ОРО) називаються деталі (органи), які безпосередньо утворюють стібок та строчку, тобто виконують основну роботу машини. У машині човникового стібка її основними робочими органами є: голка; човник; ниткопритягач стрижневий або кулачковий; лапка шарнірна; зубчата рейка.

Функції ОРО в процесі утворення стібка:

- Голка а) проколює тканину;
- б) проводить верхню нитку до човника;

- в) утворює петлю (напуск) з верхньої нитки.
- Човник
- а) захоплює петлю верхньої нитки;
 б) переплітає її з верхньою ниткою;
 в) кріпить шпулетримач.
- Ниткопритягач
- а) подає нитки голці та човнику;
 б) скочує петлю верхньої нитки;
 в) затягує стібок.
- Лапка
- Притискує тканину до голкової пластини та рейки.
- Зубчаста рейка
- переміщує тканину на довжину стібка.

На рис. 1.3. зображено циклограму роботи швейної машини 1022 класу.

					<i>МДР.1022.00.00.ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

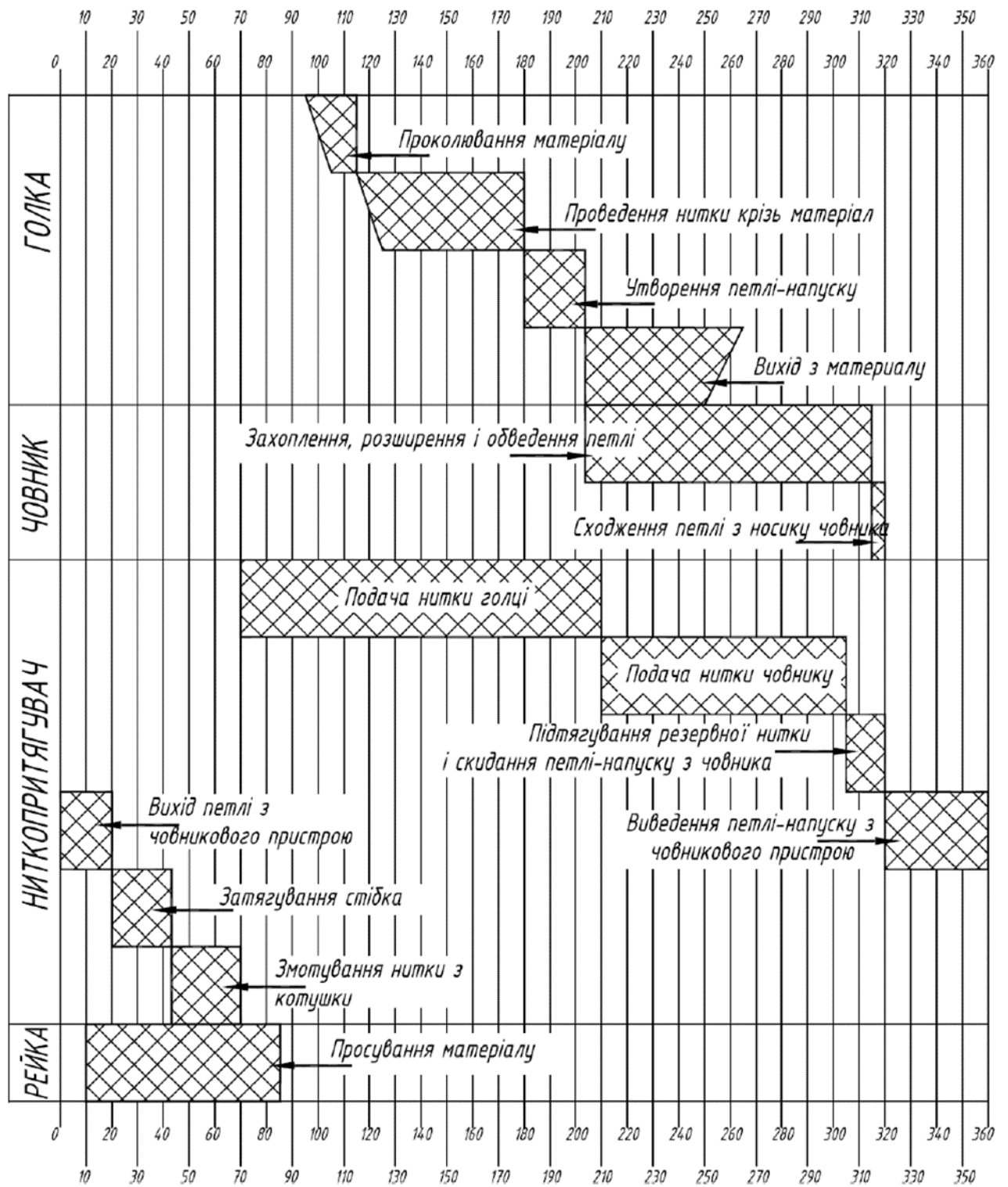


Рис. 1.3. Циклограма роботи швейної машини човникового стібка 1022 кл

1.3.1. Швейна машинна голка

Голкою проколюють тканину, проводять верхню нитку до човника; утворюють з цієї нитки петлю необхідних розмірів.

Машинна голка (рис. 1.4.) має більш складну конструкцію, що відповідає

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

спеціальним умовам її роботи.

Залежно від будови та призначення машинні голки можуть бути різної довжини, товщини, різної форми, з двома довгими канавками та інше.

Голка є основним робочим інструментом швейної машини, що безпосередньо бере участь у процесі утворення стібка. Вона служить для проколювання матеріалу, проведення крізь нього нитки й утворення петлі- напуску, яку захоплює носик човника або петельника.

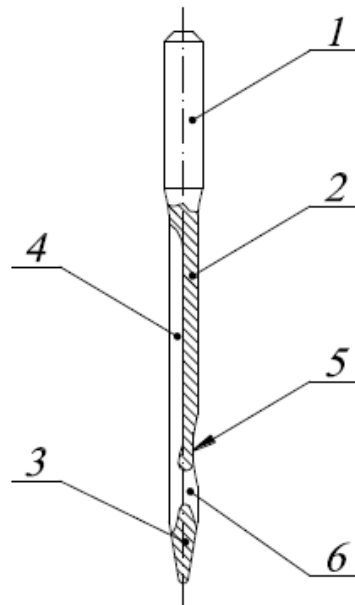


Рис. 1.4. Будова машинної голки

Вона складається з колби 1, стержня 2 і вістря 3. У верхній частині колби виконується торець. В її нижній частині виконується перехідний конус зі стержнем голки. На стержні профрезеровані довгий жолобок 4 і виїмка 5, а також є вушко 6, в яке заправляється нитка. Голки виготовляють зі сталевого вуглецевого відпаленого дроту, а після виготовлення голку піддають гартуванню.

Вістря 3, так само як і в ручній голці, служить для проколу матеріалів, що зшивають. У вушко 6 заправляється верхня нитка, що потім проводиться голкою крізь матеріали, що зшиваються.

Стержень 2 є робочою частиною голки. Колба 1 є неробочою, у більшості випадків потовщеною частиною голки, якою вона закріплюється в голководі. У

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

довгому жолобку 4 розміщується нитка. Щоб нитка не втрачала своєї міцності, вона повинна бути надійно захищена від перетирання. Для цієї мети їй служить поздовжній жолобок на стержні голки.

У довгий жолобок 4 голки нитка надходить із катушки. Переміщення нитки через вушко голки по довгому жолобку відбувається з великою швидкістю, яка при подальшому обводі петлі навколо шпульного ковпачка ще більше зростає. Нитку від перетирання охороняє тільки довгий жолобок достатньої глибини. Зазвичай глибина та ширина довгого жолобка дорівнює половині діаметра стержня голки. Іноді на стержні голки нижче виїмки виконується канавка, ширина якої дорівнює половині діаметра стержня голки, а глибина – чверть його діаметра.

Для швейних машин, що зшивають тканини й трикотаж, застосовуються голки зі звичайним круглим заточенням вістря. Такі голки, розсовуючи нитки, менше ушкоджують матеріал.

Голки із заточенням вістря найрізноманітнішої форми застосовуються для зшивання шкіри. Голки зі звичайним круглим заточенням придатні тільки для дуже м'якої шкіри. Шкіра при проколі чинить занадто великий опір, у результаті чого голка сильно нагрівається. Щоб зменшити цей опір, вістря голки надається така форма (наприклад, лопаточкою), що дозволяє розрізати матеріал.

Голки швейних машин виготовляють згідно з ГОСТ 22249-82.

За формою голки бувають прямі й вигнуті. Прямі голки застосовуються в машинах, що зшивають матеріали човниковим і ланцюговим стібками, в краєобметувальних швейних машинах, напівавтоматах та в інших швейних машинах. Вигнуті голки застосовуються в швейних машинах потайного стібка та у деяких краєобметувальних швейних машинах.

Згідно з ГОСТ 22249-82 всі машинні голки діляться на 9 типів:

- тип 1 – прямі з вушком;
- тип 2 – прямі без вушка;
- тип 3 – прямі без вушка з коліном;
- тип 4 – прямі з гачком;
- тип 5 – прямі з гачком і коліном;

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

- тип 6 – радіусні з вушком;
- тип 7 – радіусні без вушка;
- тип 8 – радіусні з гачком;
- тип 9 – двостержневі.

1.3.2. Човниковий пристрій

Човниковий пристрій (рис. 1.5.) складається із човника 12, шпулетримача 24, шпульки 25 і шпульного ковпачка 26. Човник 12 для захвата петлі голки має носик 17. Центральний отвір у човнику 12 закрито заглушкою 16 для забезпечення можливості автоматичного змащення. В середині човника 12 виконується паз 11, у нього пояском 19 вставляється шпулетримач 24. Щоб паз 11 був закритий, до човника трьома притискними гвинтами 14 прикріплюється бокове півкільце 15. Чотирма притискними гвинтами 9 до човника прикріплюється верхня пластина 10, що призначена для відведення короткої та довгої гілок нитки від човника (назовні) для уникання затримки нитки (петлі). Човник 12 на човниковому валу кріпиться двома упорними гвинтами 13. На палець 5 шпулетримача надівається шпульний ковпачок 26 зі шпулькою 25, причому виріз 4 шпульного ковпачка повинен бути спрямований вгору. У процесі роботи машини шпулетримач 24 повинен бути відносно нерухомий, для чого в його паз 6 вставляється палець 20 установчої пластини 22, прикріпленої знизу до платформи машини притискним гвинтом 21. До циліндричної поверхні шпульного ковпачка 26 притискними гвинтами 1, 2 прикріплюється пластинчаста пружина 3 – регулятор натягу нижньої нитки. У торцевий паз шпульного ковпачка 26 вставляється замочок, що складається з важеля 29 і пластини 33, з'єднаних один з одним віссю 27. У канал 36 вставляється пружина 34, що впирається у виступ 32 важеля 29 і намагається перемістити замочок вправо. Рух замочка вправо обмежується пальцем 28, що впирається у праву стінку вікна 37. Рух замочка вліво при відкритій пластині 33 обмежується упором головки гвинта 30 у ліву стінку вікна 35. Гвинт 30 загвинчується із внутрішньої сторони шпульного ковпачка 26; при його відсутності замочок різко виштовхується пружиною 34, через що він може загубитися. Шпулька 25 усередині

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

шпульного ковпачка 26 при відкритій пластині 33 утримується пальцем 31; при замиканні замочка на пальці 5 шпулетримача палець 31 замочка входить у вікно 23 шпулетримача 24. Поворот шпульного ковпачка 26 усередині шпулетримача 24 усувається виступами 8.

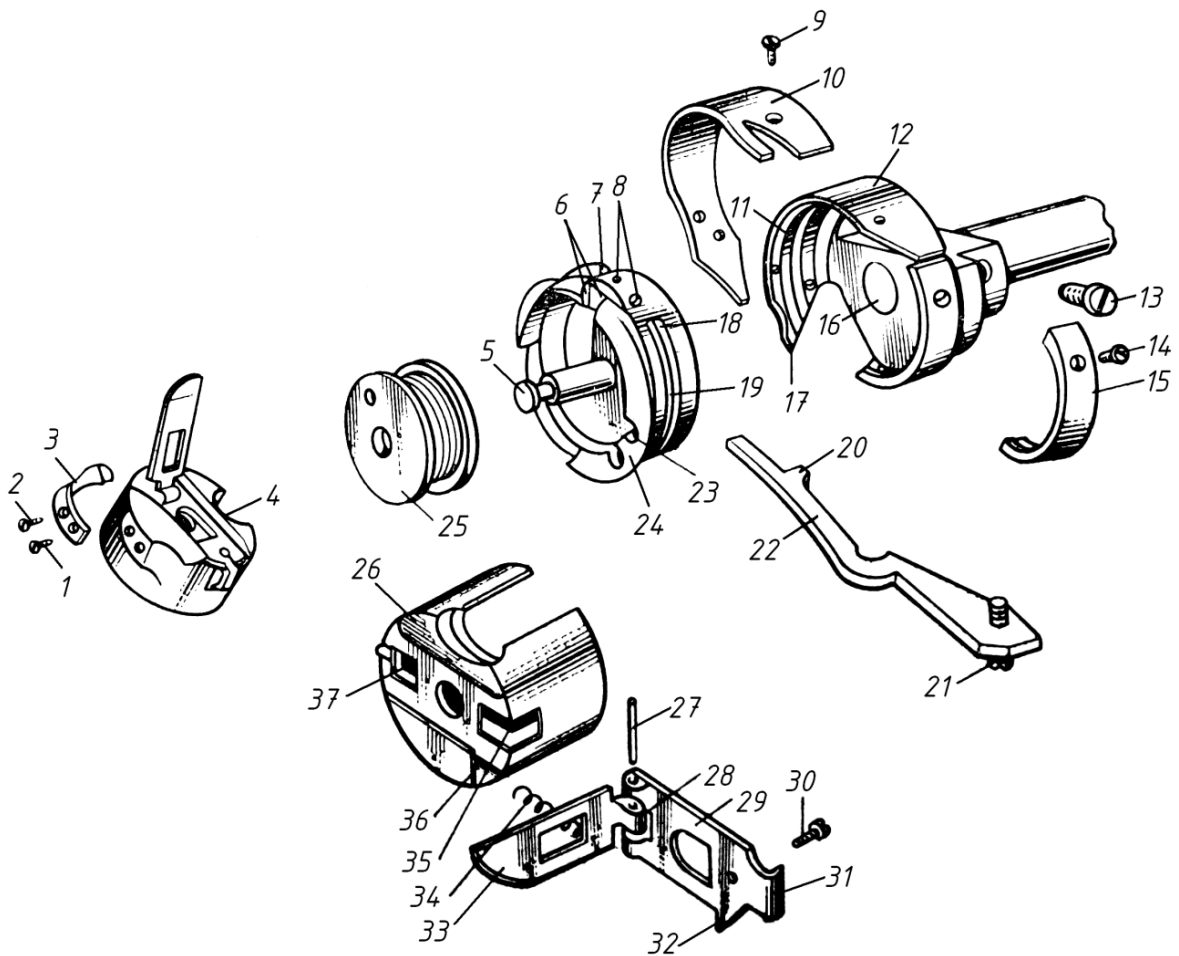


Рис. 1.5. Човниковий пристрій

- | | |
|--|---|
| 1 – гвинт кріплення пластинчастої пружини; | 20 – палець установчої пластини; |
| 2 – гвинт кріплення пластинчастої пружини; | 21 – гвинт кріплення установчої пластини; |
| 3 – пластинчаста пружина; | 22 – установча пластина; |
| 4 – виріз шпульного ковпачка; | 23 – вікно шпулетримача; |
| 5 – палець шпулетримача; | 24 – шпулетримач; |
| 6 – паз шпулетримача; | 25 – шпулька; |
| 7 – напрямний зуб пояса шпулетримача; | 26 – шпульний ковпачок; |
| 8 – виступи шпулетримача; | 27 – вісь; |
| 9 – гвинти кріплення верхньої пластини; | |

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

10 – верхня пластина;	28 – палець пластини замочка;
11 – паз човника;	29 – важіль замочка;
12 – човник;	30 – гвинт;
13 – гвинти кріплення човника;	31 – палець важеля замочка;
14 – гвинти кріплення бокового півкільця;	32 – виступ важеля замочка;
15 – бокове півкільце;	33 – пластина замочка;
16 – заглушка;	34 – пружина стискання;
17 – носик човника;	35 – вікно шпульного ковпачка;
18 – скидальний зуб пояса шпулетримача;	36 – канал пружини стискання;
19 – поясок шпулетримача;	37 – вікно шпульного ковпачка

1.3.3. Ниткопритягач

Ниткопритягач (нитковід) своєчасно подає нитку потрібної довжини голці та човнику. Ниткопритягач також призначений для виводу петлі цієї ж нитки з човникового комплекту та затягування стібка. Робота ниткопритягача, закон руху його вушка мають повністю відповідати роботі петлетвірних деталей машини.

Залежно від конструктивних варіантів петлетвірних деталей та з урахуванням специфіки їхньої взаємодії швейні машини оснащуються відповідними ниткопритягачами.

Робочим елементом ниткопритягача є його вушко, яке здійснює рух по дузі кола або по замкнутій кривій.

Крім ниткопритягача шарнірно-стрижневого, який має вушко для заправлення нитки, у швидкісних машинах застосовуються ниткопритягачі (нитководи) ротаційного типу без вушка, що виконують рівномірний обертальний рух.

У сучасному швейному машинобудуванні найбільшого поширення набули такі три типи конструкцій ниткопритягачів:

- кулачкові;
- кулісні;
- кривошипно-коромислові.

1.3.4. Притискна лапка та зубчаста рейка

Вузол притискної лапки (рис. 1.6-а) можна віднести до механізму переміщення матеріалів у швейних машинах. Такі вузли виконують дві основні функції:

- 1) запобігають зміщенню тканини під час проколу та виходу голки з тканини, що є дуже важливим для правильного процесу петлеутворення;
- 2) забезпечують притиснення тканини до зубців рейки, що необхідно для процесу транспортування.

Особливістю більшості пристроїв утримання тканини, зокрема лапки, є її статичне положення під час роботи машини.

Лапка 6 кріпиться на стрижні 8 до упору, жорстко, за допомогою гвинта 7. Підшва 5 повинна бути розташована паралельно зубчастій рейці 4, проріз 2 має знаходитися точно над голковим отвором 3. Лапка повинна бути чистою, а її підшва — добре відполірованою. Обов'язково повинен бути запобіжник 1.

Зубчаста рейка (рис. 1.6-б) в машині човникового стібка кріпиться за допомогою двох гвинтів 10 на важелі—вилочці 11. Зубці рейки 9 повинні рівномірно виходити в прорізі 7 голкової пластини 8. Зубчаста рейка повинна бути завжди чистою. Висота зубців рейки має бути підібрана відповідно до товщини тканини. Зубці не повинні бути тупими, але й не дуже гострими, щоб не пошкодити тканину. Щоб прикріпити зубчасту рейку, необхідно спочатку вимкнути машину. Ланку 2 підняти вгору за допомогою важеля 4. Повернути махове колесо, Підняти голковод 5 угору. Лапку 2 знімають. Переміщують пластину 12 вліво, викручують гвинти 10 і знімають голкову пластину 8. За допомогою викрутки 1 викручують гвинти 10, знімають пошкоджену зубчасту рейку та ставлять якісну. Якісну рейку 9 закріплюють за допомогою гвинтів 10 на важелі-вилочці 11. Закріплюють голкову пластину, попередньо впевнившись, що зубці рейки вільно виходять у прорізі 7 голкової пластини 8. Лапку закріплюють жорстко. Засувну пластину 12 переміщують вправо, до голкової пластини 8. Після заміни рейки необхідно виконати зразок строчки на клаптику тканини.

При пошитті виробів з ворсових тканин, при зшиванні деталей швейних виробів з ватину, зубчасту рейку необхідно чистити наприкінці кожного робочого

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

дня, оскільки ворс її швидко засмічує.

Чищення рейки здійснюють за допомогою м'якої щітки легкими рухами.

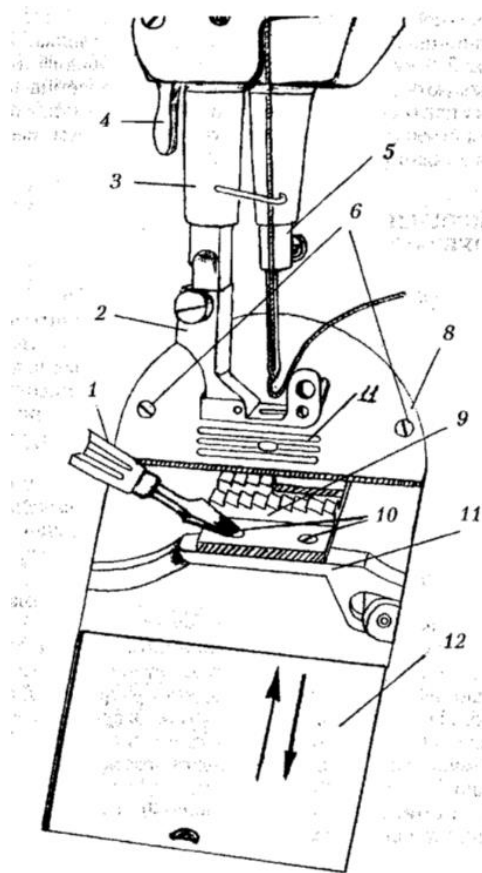
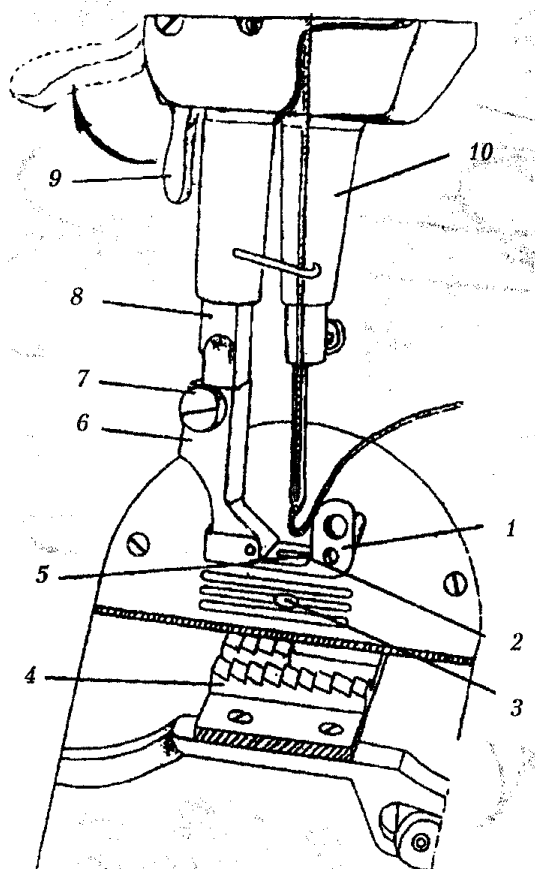


Рис. 1.6. Кріплення: а) притискної лапки; б) зубчастої рейки

1.4. Механізм ниткопритягача машини 1022 класу

Будова

У машини 1022 кл. застосовується шарнірно-стрижневий механізм ниткопритягача. На рис. 1.7-а зображено загальний вигляд механізму ниткопритягача в машині 1022 кл. На рис. 1.7-б зображено його конструктивну схему окремо. На рис.1.7-в винесені окремі деталі механізму ниткопритягача. На внутрішнє плече пальця кривошипа одягається стрижень ниткопритягача 2. В його нижню головку 5 установлюють голковий підшипник 6 для зменшення тертя. У верхню головку 8 ниткопритягача 2 вставляють палець 7 коромисла 1. Верхня головка 10 коромисла 1 одягнена на шарнірний палець 9. Шарнірний палець 9 в рукаві машини закріплюється установчим гвинтом 4. Вушко 3 ниткопритягача 2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

20

виводиться в розріз машини, куди заправляється нитка.

Принцип роботи

Будова механізму ниткопритягача реалізує принцип його роботи. Для розглядання принципу роботи механізму ниткопритягача умовно ділимо коло А, за яким рухається внутрішнє плече пальця кривошипа 3 (рис.1.8.), на 12 частин. Повертаючи махове колесо, розглянемо рух вушка 5 стрижня 1. Якщо поставити вушко 5 у верхнє крайнє положення, що відповідає на рисунку поділці «1», то воно до поділки «5» повільно опускається вниз завдяки повороту коромисла 2 між поділками «5» і «9». Вушко 5 продовжує опускатися при повороті стрижня 1 на відносно нерухомому коромислі 2. Між поділками «9» та «1» вушко 5 швидко піднімається угору, оскільки відбувається поєднання двох поворотних рухів стрижня 1 і коромисла 2. Отже, вушко 5 повільно опускається вниз, подаючи нитку голці та човнику за 2/3 обертів головного вала, а за решту 1/3 обертів головного вала вушко 5, швидко рухаючись угору, затягує стібок і стягує нитку з бобіни.

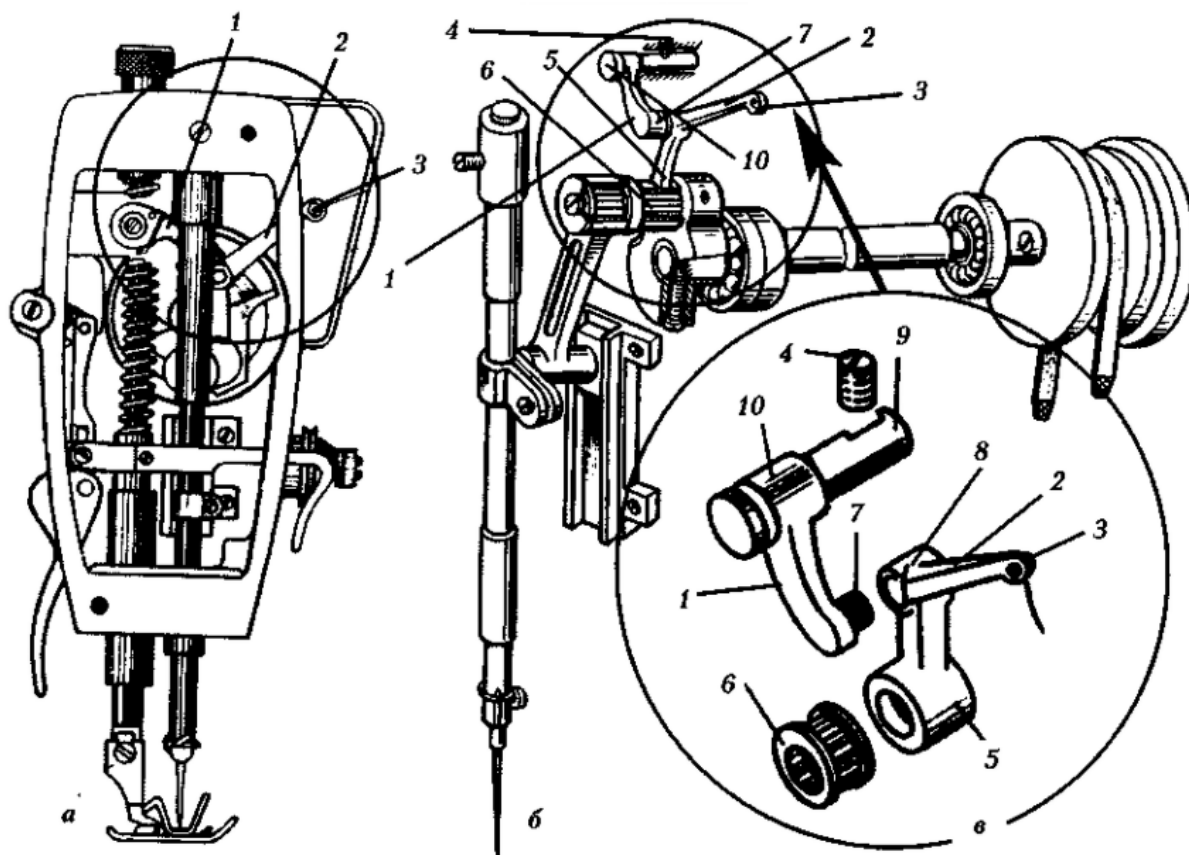


Рис. 1.7. Загальний вигляд механізму ниткопритягача машини 1022 кл.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

21

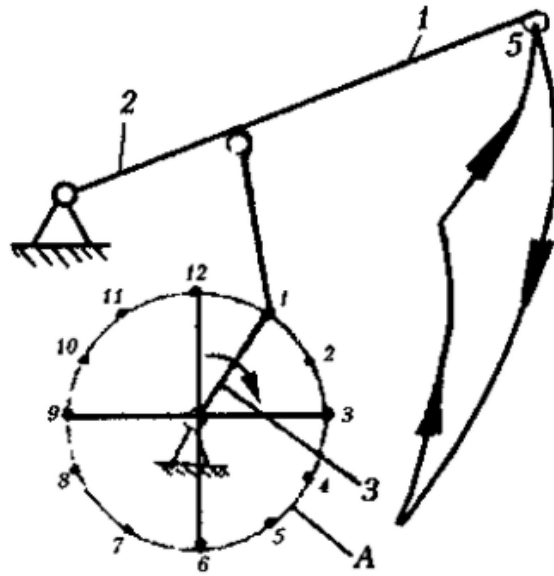


Рис. 1.8. Кінематична схема механізму ниткопритягача машини 1022 класу

Висновок. Визначено призначення та технічна характеристика швейної машини 1022 класу, досліджено будову та циклограму робочих органів швейної машини 1022 класу.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

22

РОЗДІЛ 2. Дослідження механізму ниткопритягача базової конструкції

2.1. Кінематичний аналіз механізму ниткопритягача базової конструкції

Кінематичний аналіз механізму ниткопритягача виконується для визначення функцій положень, функцій лінійних швидкостей та прискорень характерних точок, функцій кутових швидкостей та прискорень ланок механізму ниткопритягача.

Інструментом для аналізу механізму ниткопритягача базової конструкції слугує векторний метод аналізу на основі векторної алгебри.

2.1.1. Вхідні дані

Абсциса кінематичної пари 1:	$X_1 = 0$ мм
Ордината кінематичної пари 1:	$Y_1 = 0$ мм
Апліката кінематичної пари 1:	$Z_1 = 0$ мм
Абсциса кінематичної пари 4:	$X_4 = -14.61$ мм
Ордината кінематичної пари 4:	$Y_4 = 30.69$ мм
Апліката кінематичної пари 4:	$Z_4 = 0$ мм
Довжина кривошипа 1-2:	$L_{1-2} = 17.2$ мм
Довжина шатуна 2-3:	$L_{2-3} = 27$ мм
Довжина коромисла 3-4:	$L_{4-3} = 28$ мм
Довжина відростка шатуна 3-5:	$L_{3-5} = 38$ мм
Варіант складання діади (двоповідкової групи) 2-3-4:	$W_{2-3-4} = -1$
Кут, що визначає положення відростка 3-5:	$U_{2-3-5} = 120^0$
Швидкість обертання кривошипа 1-2:	$n = 4000$ об/хв
Початкове положення кривошипа 1-2:	$\varphi_0 = 0^0$
Кутова швидкість кривошипа 1-2:	$\omega_1 = 418.9$ с ⁻¹
Кутове прискорення кривошипа 1-2:	$\varepsilon_1 = 0$ с ⁻²
Напрямок обертання кривошипа 1-2:	$Rot_1 = -1$
Кількість положень механізму:	$N_{POL} = 12$
Початкове положення кривошипа механізму ниткопритягача	$\varphi_{N0} = 55^0$

2.1.2. Розрахунок функцій положення механізму

Визначення максимального (кінцевого) значення кута повороту ведучого кривошипа:

$$\varphi_{max} := \varphi_0 + Rot_1 \cdot 360$$

Визначення кроку зміни узагальненої координати для положень механізму:

$$\Delta\varphi := \frac{\varphi_{max} - \varphi_0}{N_{POL}}$$

Визначення поточного кута повороту кривошипа:

$$\varphi_1 := \varphi_0, \varphi_0 + \Delta\varphi \cdot \varphi_{max}$$

Визначення поточного кута повороту кривошипа механізму ниткопритягача:

$$\varphi_{N1}(\varphi_1) := \varphi_1 + \varphi_{N0}$$

Визначення максимального значення кута повороту кривошипа механізму ниткопритягача:

$$\varphi_{Nmax} := \varphi_{N0} + Rot_1 \cdot 360$$

Складаємо вектори-стовпчики координат стояків P_1, P_4

$$P_1 := \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix}; \quad P_4 := \begin{pmatrix} X_4 \\ Y_4 \\ Z_4 \end{pmatrix}.$$

Визначимо «функцію повороту вектору» $\rho(r, \alpha, NewLong)$, для чого необхідно вихідний вектор r , що лежить у площині XY , повернути на кут α навколо осі Z зі зміною його довжини:

$$\rho_Z(r, \alpha, NewLong) := \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \cos(90^\circ + \alpha) & 0 \\ \cos(90^\circ - \alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} r_X \\ r_Y \\ r_Z \end{pmatrix} \cdot \frac{NewLong}{|r|}$$

де r – вихідний вектор, що повертають;

α – кут повороту вихідного вектору;

$NewLong$ – нова довжина вектору.

Одиничні орти осей координат позначимо як:

$$e_X := \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad e_Y := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad e_Z := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Визначимо вектор функції положення кривошипа 1-2:

$$P_{1,2}(\varphi_1) := \rho_Z(e_X, \varphi_{N1}(\varphi_1), L_{1,2}).$$

Функцію положення кінематичної пари «кривошип 1-2» та «шатун 2-3» визначаємо як вектор-точку P_2 , тобто як суму вектору-точки P_1 та вектору ланки кривошипа P_{1-2} :

$$P_2(\varphi_1) := P_1 + P_{1-2}(\varphi_1)$$

Функцію положення вектору змінної довжини P_{4-2} визначаємо як різницю векторів-точок P_2 та P_4 :

$$P_{4-2}(\varphi_1) := P_2(\varphi_1) - P_4$$

Для подальших розрахунків потрібно ввести ще одну «функцію користувача». Вираз для обчислення кута трикутника (довжина кожної зі сторін якого повинна бути менше суми двох інших) за теоремою косинусів має вигляд:

$$T_{cos}(L_1, L_2, l_3) := \arccos\left(\frac{L_1^2 + L_2^2 - L_3^2}{2 \cdot L_1 \cdot L_2}\right)$$

де L_1 і L_2 – сторони трикутника, що прилеглі до шуканого кута;

L_3 – сторона трикутника, протилежна до шуканого кута.

Тоді кут U_{2-4-3} між векторами-ланками P_{4-2} та P_{4-3} :

$$U_{2-4-3}(\varphi_1) := T_{cos}(|P_{4-2}(\varphi_1)|, L_{4-3}, L_{2-3})$$

Визначаємо вектор функції положення коромисла 4-3:

$$P_{4-3}(\varphi_1) := \rho_Z(P_{4-2}(\varphi_1), -W_{2-3-4} \cdot U_{2-4-3}(\varphi_1), L_{4-3}).$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки P_3 :

$$P_3(\varphi_1) := P_4 + P_{4-3}(\varphi_1)$$

Визначаємо функцію положення вектор-ланки P_{2-3} :

$$P_{2-3}(\varphi_1) := P_3(\varphi_1) - P_2(\varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції положення вектор-ланки P_{3-5} :

$$P_{3-5}(\varphi_1) := \rho_Z(-P_{2-3}(\varphi_1), U_{2-3-5}, L_{3-5}).$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки P_5 :

$$P_5(\varphi_1) := P_3(\varphi_1) + P_{3-5}(\varphi_1)$$

Визначаємо функцію кута φ_{2-3} повороту шатуна 2-3 (використовуючи вбудовану в *MathCAD* функцію *atan2*, яка визначає найменший з кутів між вектором та віссю абсцис:

$$\varphi_{2-3}(\varphi_1) := \text{atan2}(P_{2-3}(\varphi_1)_X, P_{2-3}(\varphi_1)_Y) \cdot \text{deg}^{-1}$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Визначаємо функцію кута φ_{4_3} повороту коромисла 4-3:

$$\varphi_{4_3}(\varphi_1) := \text{atan2}(P_{4_3}(\varphi_1)_X, P_{4_3}(\varphi_1)_Y) \cdot \text{deg}^{-1}$$

Визначаємо функцію кута φ_{3_5} повороту відростка шатуна 3-5:

$$\varphi_{3_5}(\varphi_1) := \text{atan2}(P_{3_5}(\varphi_1)_X, P_{3_5}(\varphi_1)_Y) \cdot \text{deg}^{-1}$$

Для встановлення працездатності механізму необхідно визначити кут тиску в кінематичній парі P_3 .

Визначаємо максимальний кут тиску в кінематичній парі P_3 :

$$\theta_{3_{\max_1}} := \arcsin \left[\frac{L_{2_3}^2 + L_{4_3}^2 - (|P_4 - P_1| - L_{1_2})^2}{2 \cdot L_{2_3} \cdot L_{4_3}} \right]$$

$$\theta_{3_{\max_2}} := \arcsin \left[\frac{L_{2_3}^2 + L_{4_3}^2 - (|P_4 - P_1| + L_{1_2})^2}{2 \cdot L_{2_3} \cdot L_{4_3}} \right]$$

$$\theta_{3_{\max}} := \text{if}(|\theta_{3_{\max_1}}| \geq |\theta_{3_{\max_2}}|, \theta_{3_{\max_1}}, \theta_{3_{\max_2}})$$

Визначаємо функцію кута φ_{1_4} повороту ланки 1-4:

$$\varphi_{1_4} := \text{atan2}[(P_4 - P_1)_X, (P_4 - P_1)_Y] \cdot \text{deg}^{-1}$$

Визначаємо кут тиску в кінематичній парі P_3 :

$$\theta_3(\varphi_1) := \arcsin \left[\frac{L_{2_3}^2 + L_{4_3}^2 - [L_{1_2}^2 + (|P_4 - P_1|)^2 - 2 \cdot L_{1_2} \cdot |P_4 - P_1| \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_{1_4})]}{2 \cdot L_{2_3} \cdot L_{4_3}} \right]$$

2.1.3. Розрахунок функцій швидкостей механізму

Визначення векторів функцій аналогів лінійних швидкостей точок

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 3 відносно точки 2:

$$V_{a_{2_3}}(\varphi_1) := r'(P_{2_3}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 3 відносно точки 4:

$$V_{a_{4_3}}(\varphi_1) := r'(P_{4_3}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 5 відносно точки 3:

$$V_{a_{3_5}}(\varphi_1) := r'(P_{3_5}, \varphi_1)$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Визначення векторів функцій аналогів кутових швидкостей векторів-ланок

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P_{2-3} :

$$\omega_{a_{2-3}}(\varphi_1) := \omega_a(P_{2-3}(\varphi_1), V_{a_{2-3}}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P_{4-3} :

$$\omega_{a_{4-3}}(\varphi_1) := \omega_a(P_{4-3}(\varphi_1), V_{a_{4-3}}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P_{3-5} :

$$\omega_{a_{3-5}}(\varphi_1) := \omega_a(P_{3-5}(\varphi_1), V_{a_{3-5}}(\varphi_1))$$

Визначення векторів функцій дійсних кутових швидкостей векторів-ланок

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P_{2-3} :

$$\omega_{2-3}(\varphi_1) := \omega_{a_{2-3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P_{4-3} :

$$\omega_{4-3}(\varphi_1) := \omega_{a_{4-3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P_{3-5} :

$$\omega_{3-5}(\varphi_1) := \omega_{a_{3-5}}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначення векторів функцій дійсних лінійних швидкостей точок

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 3 відносно точки 2:

$$V_{2-3}(\varphi_1) := V_{a_{2-3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 3 відносно точки 4:

$$V_{4-3}(\varphi_1) := V_{a_{4-3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 5 відносно точки 3:

$$V_{3-5}(\varphi_1) := V_{a_{3-5}}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

Визначення векторів функцій лінійних швидкостей характерних точок

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 2:

$$V_2(\varphi_1) := r'(P_2, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 3:

$$V_3(\varphi_1) := r'(P_3, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 5:

$$V_5(\varphi_1) := r'(P_5, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

2.1.4. Розрахунок функцій прискорень механізму

Визначення векторів функцій аналогів тангенціальних прискорень точок

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 3 відносно точки 2:

$$A_{a_{2_3}}(\varphi_1) := r''(P_{2_3}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 3 відносно точки 4:

$$A_{a_{4_3}}(\varphi_1) := r''(P_{4_3}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 5 відносно точки 3:

$$A_{a_{3_5}}(\varphi_1) := r''(P_{3_5}, \varphi_1)$$

Визначення векторів функцій аналогів кутових прискорень векторів-ланок

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P_{2_3} :

$$\varepsilon_{a_{2_3}}(\varphi_1) := \varepsilon_a(P_{2_3}(\varphi_1), A_{a_{2_3}}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P_{4_3} :

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

$$\varepsilon_{a_{4_3}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{4_3}(\varphi_1), A_{a_{4_3}}(\varphi_1) \right)$$

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P₃.

5:

$$\varepsilon_{a_{3_5}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{3_5}(\varphi_1), A_{a_{3_5}}(\varphi_1) \right)$$

Визначення векторів функцій дійсних кутових прискорень векторів-ланок

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора ланки P₂.

3:

$$\varepsilon_{2_3}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{2_3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{2_3}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора ланки P₄.

3:

$$\varepsilon_{4_3}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{4_3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{4_3}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора ланки P₃.

5:

$$\varepsilon_{3_5}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{3_5}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{3_5}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначення векторів функцій дійсних кутових прискорень точок

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 3 відносно точки 2:

$$A_{2_3}(\varphi_1) := A_{a_{2_3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{a_{2_3}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 3 відносно точки 4:

$$A_{4_3}(\varphi_1) := A_{a_{4_3}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{a_{4_3}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 5 відносно точки 3:

$$A_{3_5}(\varphi_1) := A_{a_{3_5}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{a_{3_5}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначення векторів функцій лінійних прискорень характерних точок

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 2:

$$A_2(\varphi_1) := r''(P_2, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_2, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 3:

$$A_3(\varphi_1) := r''(P_3, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_3, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 5:

$$A_5(\varphi_1) := r''(P_5, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_5, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

2.2. Результати розрахунків

Кут кривошипа	Функції положення, мм					
	P2X	P2Y	P3X	P3Y	P5X	P5Y
0	9,87	14,09	11,40	41,05	45,34	58,14
-30	15,59	7,27	13,17	34,16	44,25	56,03
-60	17,13	-1,50	12,84	25,16	42,30	49,15
-90	14,09	-9,87	9,69	16,77	39,06	40,88
-120	7,27	-15,59	5,65	11,36	37,36	32,30
-150	-1,50	-17,13	3,56	9,39	39,45	21,88
-180	-9,87	-14,09	3,52	9,36	41,52	9,53
-210	-15,59	-7,27	4,76	10,47	40,71	-1,85
-240	-17,13	1,50	7,22	13,15	38,56	-8,323
-270	-14,09	9,87	11,10	19,59	40,68	-4,26
-300	-7,27	15,59	13,29	33,09	49,09	20,36
-330	1,50	17,13	10,78	42,49	48,22	49,01
-360	9,87	14,09	11,40	41,05	45,34	58,14

Кут кривошипа	Функції швидкостей, м/сек					
	P2X	P2Y	P3X	P3Y	P5X	P5Y
0	-5,90	4,13	-1,54	3,88	1,22	-1,60
-30	-3,04	6,53	-0,84	6,73	0,95	4,18
-60	0,63	7,18	1,47	7,31	2,24	6,38
-90	4,13	5,90	3,30	5,76	2,55	6,68
-120	6,53	3,04	2,68	2,81	-0,30	7,34
-150	7,18	-0,63	0,71	0,61	-2,34	9,36
-180	5,90	-4,13	-0,54	-0,46	-0,585	9,98
-210	3,04	-6,53	-1,44	-1,38	1,67	7,71
-240	-0,63	-7,18	-2,55	-3,17	0,99	1,99
-270	-4,13	-5,90	-3,38	-7,84	-5,22	-10,12
-300	-6,53	-3,04	1,03	-11,92	-4,47	-27,37
-330	-7,18	0,63	1,12	-2,41	3,26	-14,66
-360	-5,90	4,13	-1,55	3,88	1,22	-1,60

Кут кривошипа	Функції прискорень, м/сек ²					
	P2X	P2Y	P3X	P3Y	P5X	P5Y
0	-1.731,00	-2.472,12	647,53	-3.314,07	1.295,11	-6.805,63
-30	-2.735,15	-1.275,42	-1.486,36	-1.345,46	-692,95	-2.916,83
-60	-3.006,42	263,03	-1.946,09	406,37	-1.025,22	-785,15
-90	-2.472,12	1.731,00	-669,44	2.002,35	929,85	-3,90
-120	-1.275,42	2.735,15	1.496,33	2.351,02	2.979,62	-1.297,64
-150	263,03	3.006,42	1.323,47	1.17,81	-168,85	-1.415,14
-180	1.731,00	2.472,12	769,23	677,09	-2.095,45	586,17
-210	2.735,15	1.275,42	753,83	919,88	-1.074,79	3.084,63
-240	3.006,42	-263,03	1.014,39	2.205,53	2.621,40	6.370,65
-270	2.472,12	-1.731,00	-477,90	5.463,40	6.215,06	1.4121,76
-300	1.275,42	-2.735,15	-4.844,41	-3.309,22	-9.851,66	3.745,97
-330	-263,03	-3.006,42	3.126,06	-7.326,81	245,07	-1.4497,88
-360	-1.731,00	-2.472,12	647,53	-3.314,07	1.295,11	-6.805,63

Кут кривошипа	Кут тиску φ	Кути повороту, град.			Кутіві швидкості, сек-1		Кутіві прискорення, сек-2		
		φ_{2_3}	φ_{4_3}	φ_{3_5}	w_{2_3} w_{3_5}	w_{4_3}	E_{2_3} E_{3_5}	E_{4_3}	
0	-16,95	86,73	21,71	26,73	-161,59	149,29	-89728,16	-118520,45	
-30	-36,59	95,13	7,12	35,13	-81,97	242,14	-45834,12	-41101,25	
-60	-46,89	99,16	-11,40	39,16	-31,75	266,46	-39615,85	492,22	
-90	-41,10	99,39	-29,80	39,39	31,18	237,26	-67511,29	50170,32	
-120	-23,43	93,44	-43,65	33,44	142,68	138,89	-101619,50	97641,79	
-150	-1,17	79,20	-49,54	19,20	243,84	33,34	-51327,73	63074,39	
-180	21,92	60,27	-49,63	0,27	274,58	-25,13	-2039,43	36593,61	
-210	42,68	41,08	-46,22	-18,92	252,92	-71,36	38297,70	42168,74	
-240	54,27	25,58	-38,77	-34,42	164,55	-145,20	114320,47	84098,43	
-270	47,66	21,12	-23,35	-38,88	-76,94	-304,96	287929,27	172380,20	
-300	28,65	40,42	4,93	-19,58	-431,68	-427,23	130775,00	-102890,65	
-330	5,86	69,89	24,92	9,89	-327,26	-94,92	-172888,72	-284351,19	
-360	-16,95	86,73	21,71	26,73	-161,59	149,29	-89728,16	-118520,45	

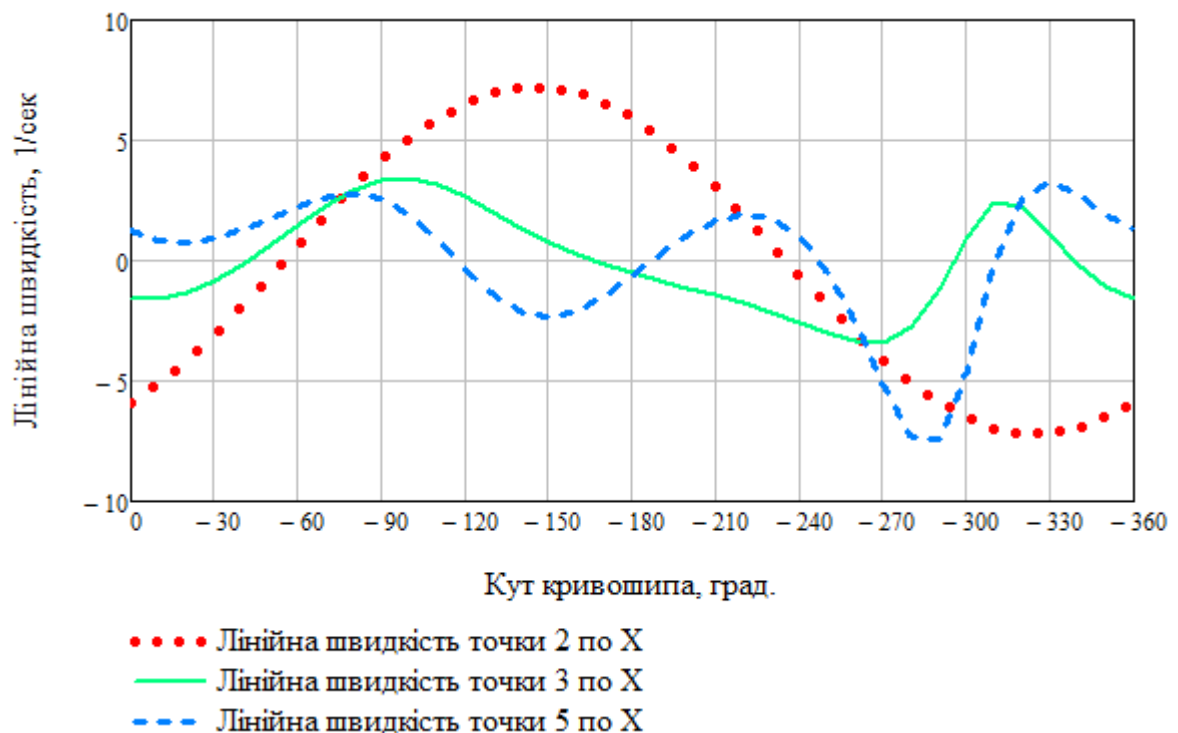


Рис. 2.1. Графік лінійних швидкостей точок по осі X

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

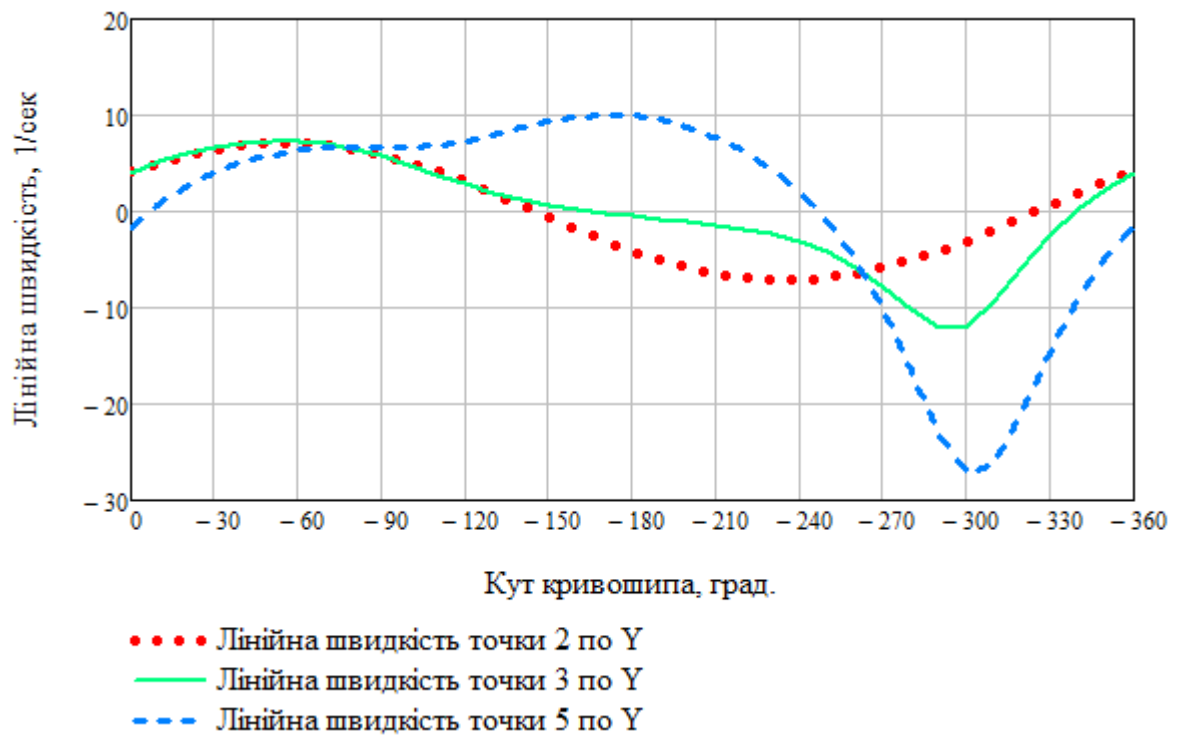


Рис.2.2. Графік лінійних швидкостей точок по осі Y

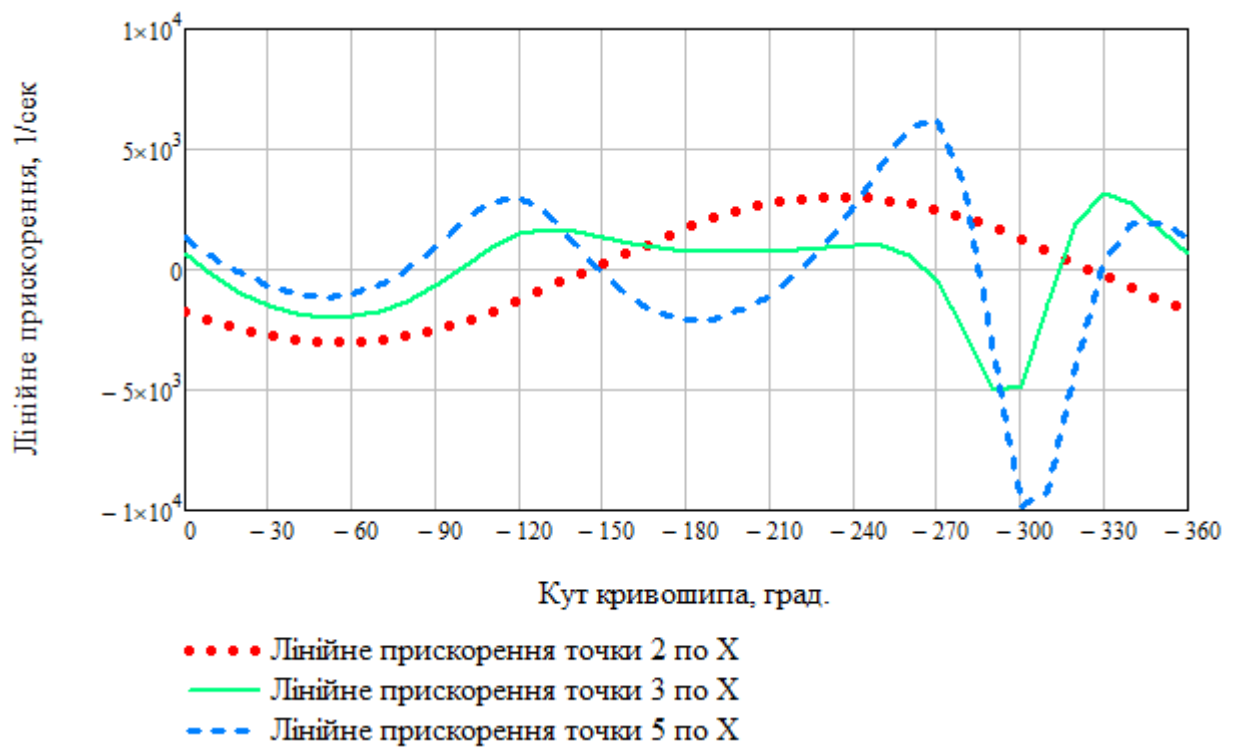


Рис.2.3. Графік лінійних прискорень точок по осі X

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

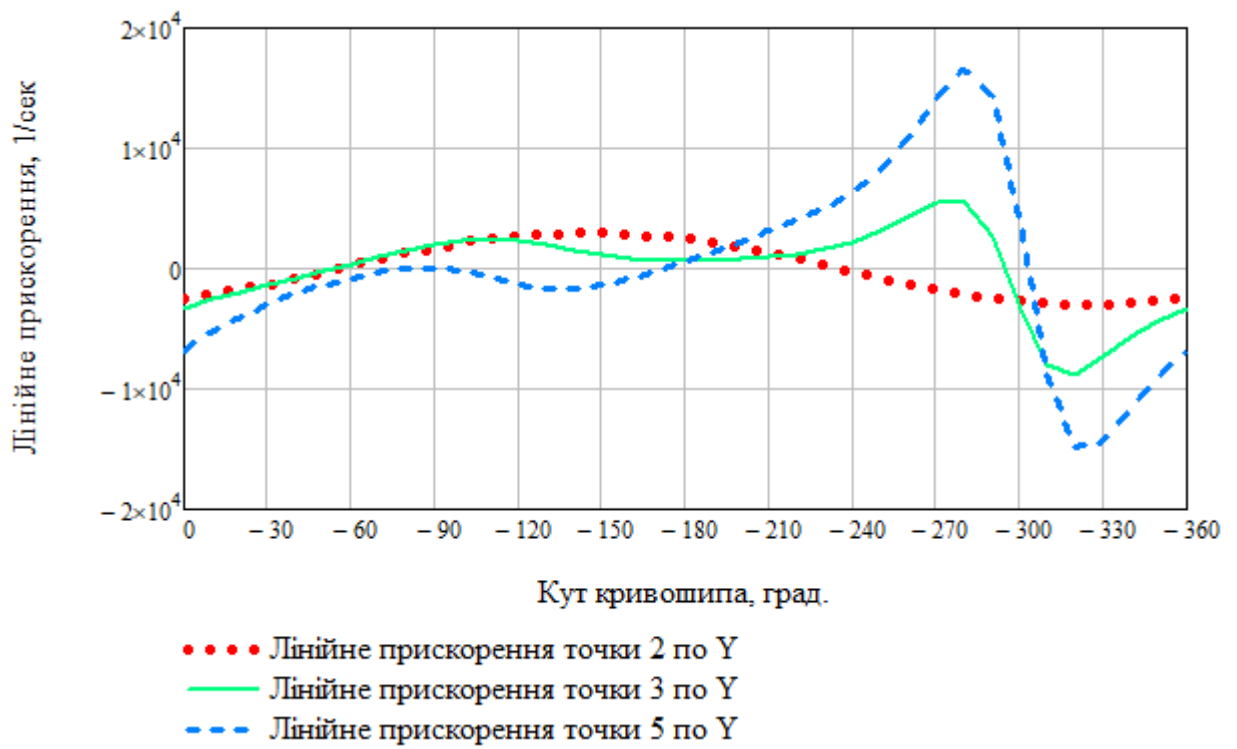


Рис. 2.4. Графік лінійних прискорень точок по осі Y

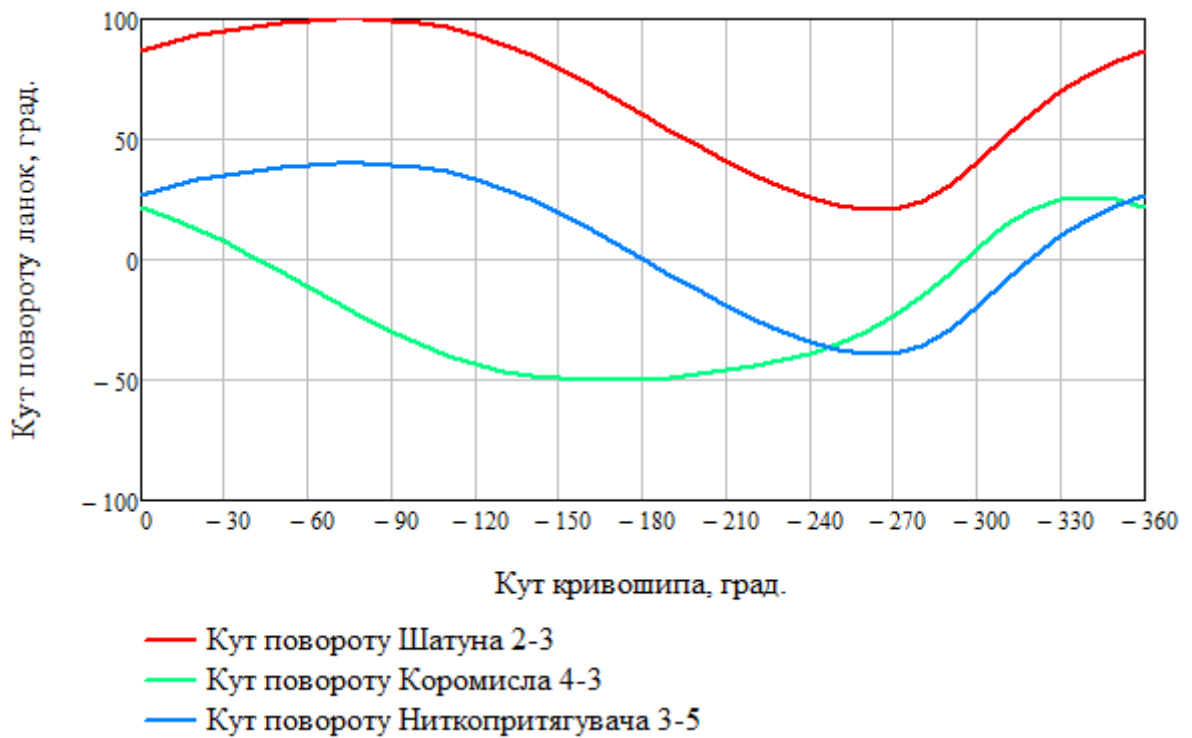


Рис. 2.5. Графік функцій кутів повороту ланок

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

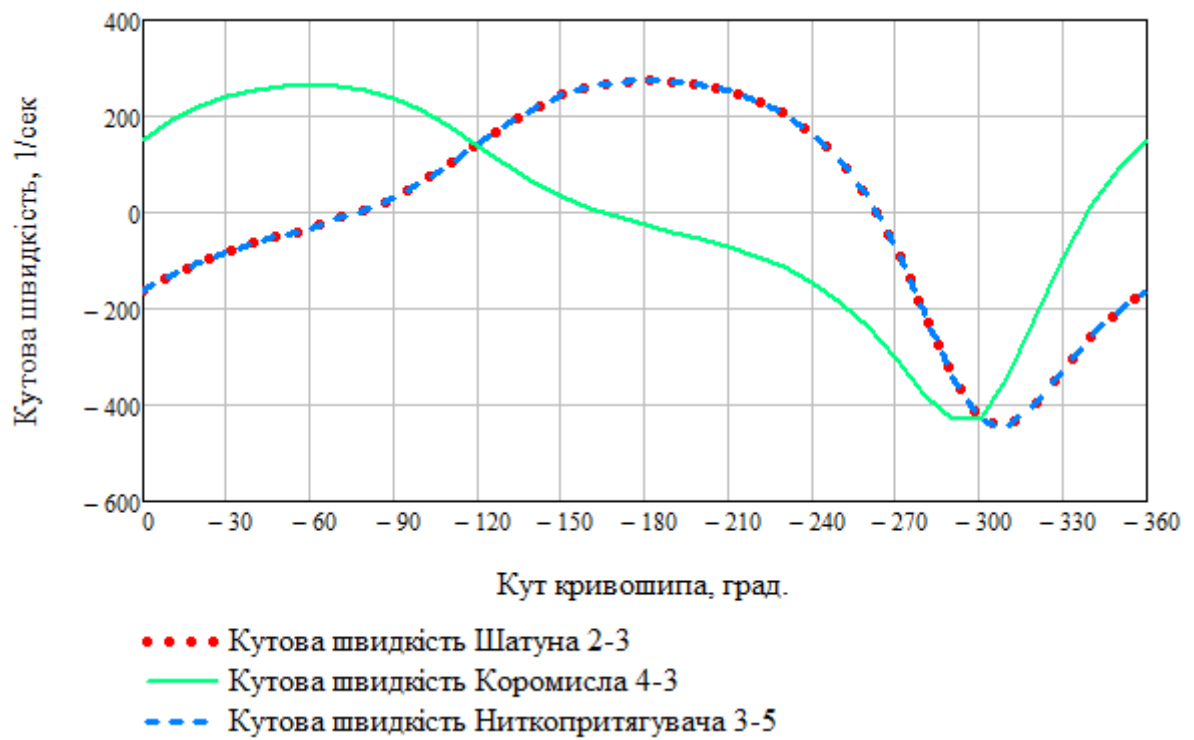


Рис.2.6. Графік функцій кутових швидкостей ланок

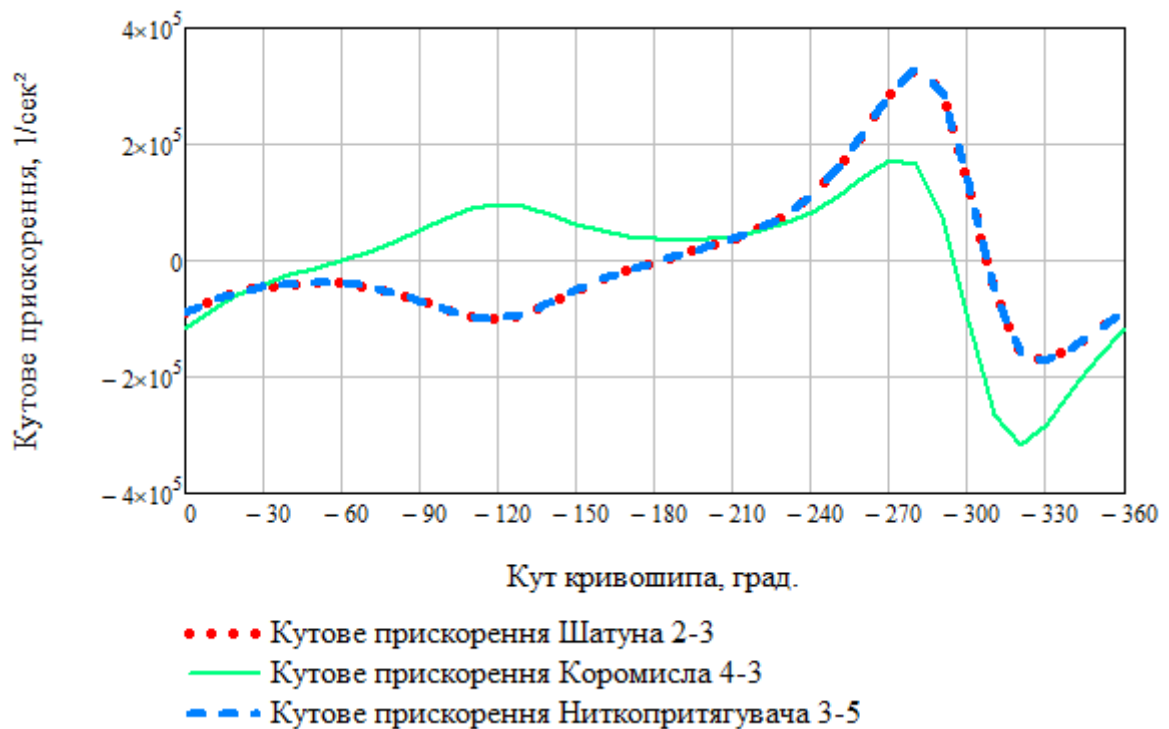


Рис.2.7. Графік функцій кутових прискорень ланок

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.3. Визначення закону дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача базової конструкції

Складаємо вектори-стовпчики координат стояків нитконаправлячів N_1 та N_2 :

$$P_{N1} := \begin{pmatrix} 38 \\ -19.35 \\ -7.75 \end{pmatrix} \text{ мм}; \quad P_{N2} := \begin{pmatrix} 36.5 \\ -27.15 \\ 17.8 \end{pmatrix} \text{ мм}$$

Вектор P_{N1-5} , який визначає ділянку нитки від нитконаправлявача N_1 до вічка ниткопритягача P_5 визначається як різниця між N_1 та P_5 :

$$P_{N1-5}(\varphi_1) := P_5(\varphi_1) - P_{N1}$$

Вектор P_{5-N2} , який визначає ділянку нитки від нитконаправлявача N_2 до вічка ниткопритягача P_5 визначається як різниця між P_5 та N_2 :

$$P_{5-N2}(\varphi_1) := P_{N2} - P_5(\varphi_1)$$

Миттєве (поточне) значення довжини контуру нитки $P_{\text{Нитки}}$, що подається ниткопритягачем, залежно від кута повороту кривошипа визначається як сума модулів векторів P_{N1-5} та P_{5-N2} :

$$P_{\text{Нитки}}(\varphi_1) := |P_{N1-5}(\varphi_1)| + |P_{5-N2}(\varphi_1)|$$

Довжина контуру нитки $\Delta L_{\text{Нитки}}$, яка вимірюється відносно початкового положення механізму, визначається як різниця між поточним значенням довжини контуру нитки $P_{\text{Нитки}}(\varphi_1)$ та довжини контуру нитки в початковому положенні механізму $P_{\text{Нитки}}(\varphi_0)$:

$$\Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_1) := P_{\text{Нитки}}(\varphi_1) - P_{\text{Нитки}}(\varphi_0)$$

Введення значення подовження нитки при натязі:

$$\Delta P_{\text{Нитки}} := 6 \text{ мм}$$

$$\varphi_{Pmin} := \varphi_{Pmax} := 180$$

$$\varphi_{0_Pmin} := \text{Maximize}(\Delta L_{\text{Нитки}}, \varphi_{Pmin})$$

$$\varphi_{0_Pmin} = -5.752$$

$$\varphi_{0_Pmax} := \text{Minimize}(\Delta L_{\text{Нитки}}, \varphi_{Pmax})$$

$$\varphi_{0_Pmax} = 113.106$$

Визначення дійсної довжини нитки:

$$L_{\text{Нитки_дійсна_V0}}(\varphi_1) := \Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_1) - \Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) + \Delta P_{\text{Нитки}}$$

Мінімальне за модулем значення довжини контуру нитки:

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$\Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) - \Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) + \Delta P_{\text{Нитки}} = 6 \text{ мм}$$

Максимальне за модулем значення довжини контуру нитки:

$$\Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmax}) - \Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) + \Delta P_{\text{Нитки}} = -121.13 \text{ мм}$$

Визначення максимальної (загальної) подачі нитки:

$$P_{\text{max_V0}} := (\Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) - \Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) + \Delta P_{\text{Нитки}})$$

$$- (\Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmax}) - \Delta L_{\text{Нитки}}(\varphi_{0_Pmin}) + \Delta P_{\text{Нитки}})$$

$$P_{\text{max_V0}} = 127.13 \text{ мм}$$

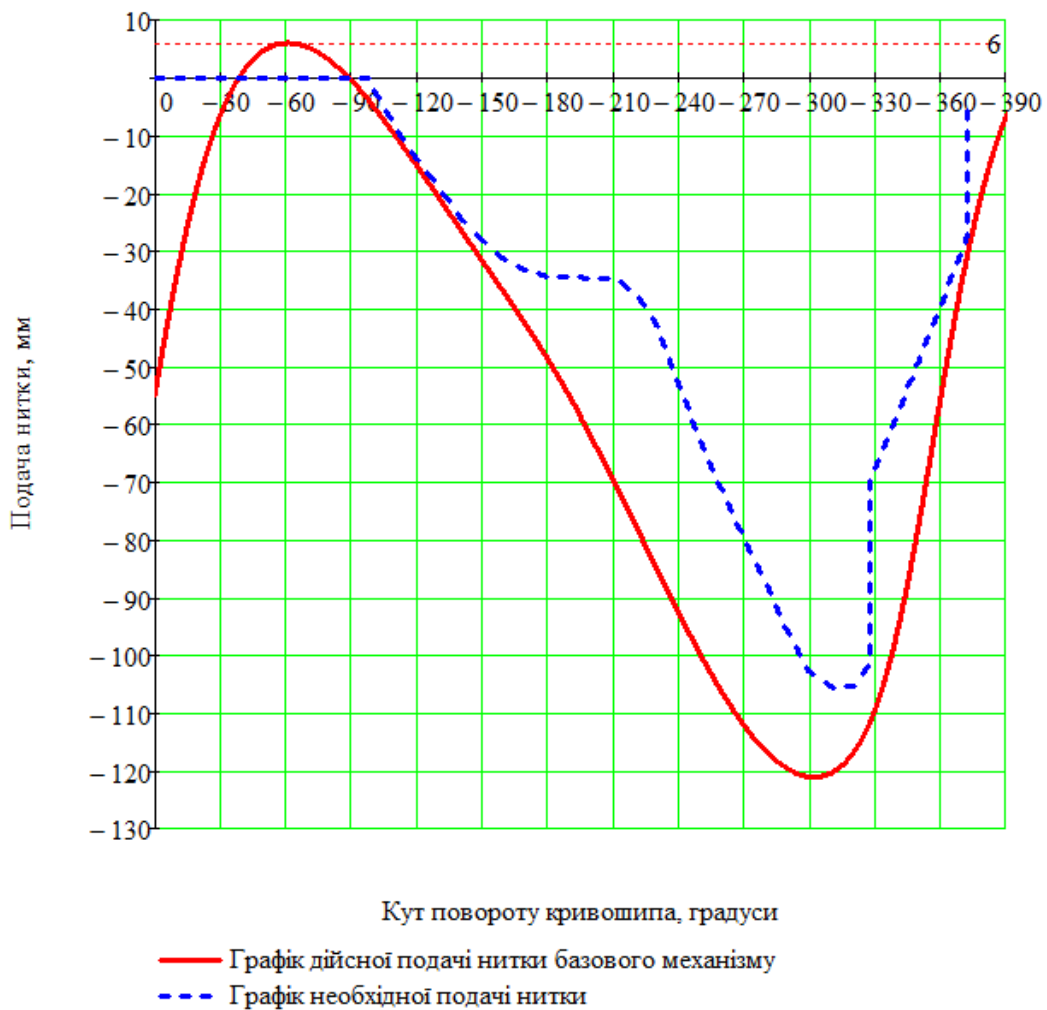


Рис. 2.8. Діаграма подачі нитки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

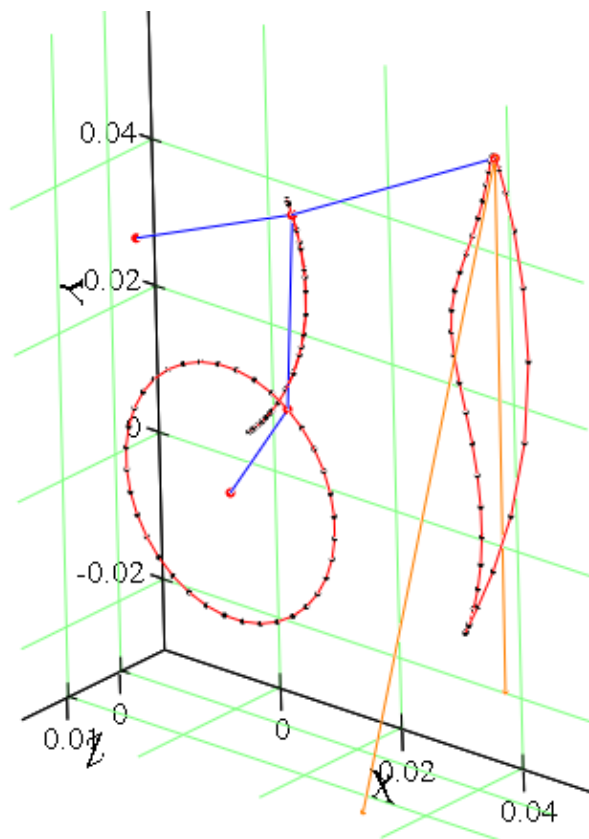


Рис. 2.9. 3D модель ланок ниткопритягача базової конструкції з контуром нитки

Висновок. Було виконано кінематичний аналіз механізму ниткопритягача базової конструкції, в результаті якого було отримано значення функцій положень, функції лінійних швидкостей та прискорень характерних точок механізму, а також кути повороту і функції кутових швидкостей та прискорень ланок механізму. Було визначено закон дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача базової конструкції.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 3. Дослідження механізму ниткопритягача нової конструкції

3.1. Метричний (геометричний) синтез

Під час розроблення структури механізму використовують методи статистичних випробувань (метод Монте-Карло), направлено та комбінованого пошуку. Методи випадкового пошуку прості, та дають можливість «опрацювати» весь діапазон можливих значень необхідних параметрів, проте для цього необхідно виконання великої кількості розрахунків. Спеціальний метод вивчення поведінки певної статистики при проведенні багаторазових повторних вибірок, істотно використовує обчислювальні можливості сучасних комп'ютерів. Під час проведення аналізів за методом Монте-Карло комп'ютер використовує генерує псевдовипадкові числа для імітації даних з дослідної генеральної вибірки. Моделювання структурним рівнянням будує вибірки з генеральної вибірки у відповідності з вказівками користувача, після чого виконує наступні дії: імітує випадкову вибірку з генеральної вибірки, проводить аналіз вибірки, зберігає результати. Після великої кількості повторень, збережені результати добре імітують реальний розподіл вибіркової статистики. За допомогою методу Монте-Карло можна отримати інформацію про вибіркового розподіл у випадках, коли звичайна теорія вибіркового розподілення виявляється недієвою.

3.2. Кінематичний аналіз механізму ниткопритягача нової конструкції

Кінематичний аналіз механізму виконується для визначення функцій положень, функцій лінійних швидкостей та прискорень характерних точок, функцій кутових швидкостей та прискорень ланок механізму ниткопритягача.

Інструментом для аналізу механізму ниткопритягача нової конструкції слугує векторний метод аналізу на основі векторної алгебри.

					<i>МДР.1022.00.00.ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

3.2.1. Вхідні дані

Абсциса кінематичної пари 1:	$X_{1-Vn1} = 0$ мм
Ордината кінематичної пари 1:	$Y_{1-Vn1} = 0$ мм
Апліката кінематичної пари 1:	$Z_{1-Vn1} = 0$ мм
Абсциса кінематичної пари 4:	$X_{4-Vn1} = -14.61$ мм
Ордината кінематичної пари 4:	$Y_{4-Vn1} = 30.69$ мм
Апліката кінематичної пари 4:	$Z_{4-Vn1} = 0$ мм
Довжина кривошипа 1-2:	$L_{1-2-Vn1} = 17.2$ мм
Довжина шатуна 2-3:	$L_{2-3-Vn1} = 27$ мм
Довжина коромисла 3-4:	$L_{4-3-Vn1} = 28$ мм
Довжина відростка шатуна 3-5:	$L_{3-5-Vn1} = 43$ мм
Варіант складання діади 2-3-4:	$W_{2-3-4-Vn1} = -1$
Кут, що визначає положення відростка 3-5:	$U_{2-3-5-Vn1} = 120^0$
Довжина відростка коромисла 3-3':	$L_{3-3'-Vn1} = 5$ мм
Довжина кідростка коромисла 3-3'':	$L_{3-3''-Vn1} = 5$ мм
Довжина відростка коромисла 3'-6:	$L_{3'-6-Vn1} = 34$ мм
Довжина відростка коромисла 3''-7:	$L_{3''-7-Vn1} = 37$ мм
Кут, що визначає положення відростка 3'-6:	$U_{4-3-6-Vn1} = 185^0$
Кут, що визначає положення відростка 3''-7:	$U_{4-3-7-Vn1} = 151.5^0$
Швидкість обертання кривошипа 1-2:	$n = 4000$ об/хв
Початкове положення кривошипа 1-2:	$\varphi_0 = 0^0$
Кутова швидкість кривошипа 1-2:	$\omega_1 = 418.9$ с ⁻¹
Кутове прискорення кривошипа 1-2:	$\varepsilon_1 = 0$ с ⁻²
Напрямок обертання кривошипа 1-2:	$Rot_1 = -1$
Кількість положень механізму:	$N_{POL} = 12$
Початкове положення кривошипа механізму ниткопритягача	$\varphi_{N0-Vn1} = 62^0$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

40

3.2.2. Розрахунок функцій положення механізму

Визначення максимального (кінцевого) значення кута повороту ведучого кривошипа:

$$\varphi_{\max} := \varphi_0 + Rot_1 \cdot 360$$

Визначення кроку зміни узагальненої координати для положень механізму:

$$\Delta\varphi := \frac{\varphi_{\max} - \varphi_0}{N_{POL}}$$

Визначення поточного кута повороту кривошипа:

$$\varphi_1 := \varphi_0, \varphi_0 + \Delta\varphi \cdot \varphi_{\max}$$

Визначення поточного кута повороту кривошипа механізму ниткопритягача:

$$\varphi_{N1_Vn1}(\varphi_1) := \varphi_1 + \varphi_{N0_Vn1}$$

Визначення максимального значення кута повороту кривошипа механізму ниткопритягача:

$$\varphi_{Nmax_Vn1} := \varphi_{N0_Vn1} + Rot_1 \cdot 360$$

Складаємо вектори-стовпчики координат стояків P_{1_Vn1} , P_{4_Vn1} :

$$P_{1_Vn1} := \begin{pmatrix} X_{1_Vn1} \\ Y_{1_Vn1} \\ Z_{1_Vn1} \end{pmatrix}; \quad P_{4_Vn1} := \begin{pmatrix} X_{4_Vn1} \\ Y_{4_Vn1} \\ Z_{4_Vn1} \end{pmatrix}.$$

Визначимо вектор функції положення кривошипа 1-2:

$$P_{1_2_Vn1}(\varphi_1) := \rho_Z(e_X, \varphi_{N1_Vn1}(\varphi_1), L_{1_2_Vn1}).$$

Функцію положення кінематичної пари «кривошип 1-2» та «шатун 2-3» визначаємо як вектор-точку P_{2_Vn1} , тобто як суму вектору-точки P_{1_Vn1} та вектору ланки кривошипа P_{1-2_Vn1} :

$$P_{2_Vn1}(\varphi_1) := P_{1_Vn1} + P_{1-2_Vn1}(\varphi_1)$$

Функцію положення вектору змінної довжини P_{4-2_Vn1} визначаємо як різницю векторів-точок P_{2_Vn1} та P_{4_Vn1} :

$$P_{4-2_Vn1}(\varphi_1) := P_{2_Vn1}(\varphi_1) - P_{4_Vn1}$$

Визначаємо кут $U_{2_4_3_Vn1}$ між векторами-ланками P_{4-2_Vn1} та P_{4-3_Vn1} :

$$U_{2_4_3_Vn1}(\varphi_1) := T_{\cos}(|P_{4-2_Vn1}(\varphi_1)|, L_{4_3_Vn1}, L_{2_3_Vn1})$$

Визначаємо вектор функції положення коромисла 4-3:

$$P_{4_3_Vn1}(\varphi_1) := \rho_Z(P_{4-2_Vn1}(\varphi_1), -W_{2_3_4_Vn1} \cdot U_{2_4_3_Vn1}(\varphi_1), L_{4_3_Vn1}).$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Визначаємо функцію положення вектор-точки P_{3-Vn1} :

$$P_{3_Vn1}(\varphi_1) := P_{4_Vn1} + P_{4_3_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо функцію положення вектор-ланки $P_{2-3-Vn1}$:

$$P_{2_3_Vn1}(\varphi_1) := P_{3_Vn1}(\varphi_1) - P_{2_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції положення вектор-ланки $P_{3-5-Vn1}$:

$$P_{3_5_Vn1}(\varphi_1) := \rho_Z(-P_{2_3_Vn1}(\varphi_1), U_{2_3_5_Vn1}, L_{3_5_Vn1}).$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки P_{5-Vn1} :

$$P_{5_Vn1}(\varphi_1) := P_{3_Vn1}(\varphi_1) + P_{3_5_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції положення вектор-ланки $P_{3-3'-Vn1}$:

$$P_{3_3'_Vn1}(\varphi_1) := -e_Z \cdot L_{3_3'_Vn1}$$

Визначаємо вектор функції положення вектор-ланки $P_{3-3''-Vn1}$:

$$P_{3_3''_Vn1}(\varphi_1) := -e_Z \cdot L_{3_3''_Vn1}$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки $P_{3'-Vn1}$:

$$P_{3'_Vn1}(\varphi_1) := P_{3_Vn1}(\varphi_1) + P_{3_3'_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки $P_{3''-Vn1}$:

$$P_{3''_Vn1}(\varphi_1) := P_{3_Vn1}(\varphi_1) + P_{3_3''_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції положення вектор-ланки $P_{3'-6-Vn1}$:

$$P_{3'_6_Vn1}(\varphi_1) := \rho_Z(-P_{4_3_Vn1}(\varphi_1), U_{4_3_6_Vn1}, L_{3'_6_Vn1}).$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки P_{6-Vn1} :

$$P_{6_Vn1}(\varphi_1) := P_{3'_Vn1}(\varphi_1) + P_{3'_6_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції положення вектор-ланки $P_{3''-7-Vn1}$:

$$P_{3''_7_Vn1}(\varphi_1) := \rho_Z(-P_{4_3_Vn1}(\varphi_1), U_{4_3_7_Vn1}, L_{3''_7_Vn1}).$$

Визначаємо функцію положення вектор-точки P_{7-Vn1} :

$$P_{7_Vn1}(\varphi_1) := P_{3''_Vn1}(\varphi_1) + P_{3''_7_Vn1}(\varphi_1)$$

Визначаємо функцію кута $\varphi_{2-3-Vn1}$ повороту шатуна 2-3:

$$\varphi_{2_3_Vn1}(\varphi_1) := \text{atan2}(P_{2_3_Vn1}(\varphi_1)_X, P_{2_3_Vn1}(\varphi_1)_Y) \cdot \text{deg}^{-1}$$

Визначаємо функцію кута $\varphi_{4-3-Vn1}$ повороту коромисла 4-3:

$$\varphi_{4_3_Vn1}(\varphi_1) := \text{atan2}(P_{4_3_Vn1}(\varphi_1)_X, P_{4_3_Vn1}(\varphi_1)_Y) \cdot \text{deg}^{-1}$$

Визначаємо функцію кута $\varphi_{3-5-Vn1}$ повороту відростка шатуна 3-5:

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$\varphi_{3_5_Vn1}(\varphi_1) := atan2(P_{3_5_Vn1}(\varphi_1)_X, P_{3_5_Vn1}(\varphi_1)_Y) \cdot deg^{-1}$$

Визначаємо функцію кута $\varphi_{3',6_Vn1}$ повороту відростка шатуна 3'-6:

$$\varphi_{3',6_Vn1}(\varphi_1) := atan2(P_{3',6_Vn1}(\varphi_1)_X, P_{3',6_Vn1}(\varphi_1)_Y) \cdot deg^{-1}$$

Визначаємо функцію кута $\varphi_{3'',7_Vn1}$ повороту відростка шатуна 3''-7:

$$\varphi_{3'',7_Vn1}(\varphi_1) := atan2(P_{3'',7_Vn1}(\varphi_1)_X, P_{3'',7_Vn1}(\varphi_1)_Y) \cdot deg^{-1}$$

Визначаємо максимальний кут тиску в кінематичній парі P_{3-Vn1}:

$$\theta_{3_max_1_Vn1} := arcsin \left[\frac{L_{2_3_Vn1}^2 + L_{4_3_Vn1}^2 - (|P_{4_Vn1} - P_{1_Vn1}| - L_{1_2_Vn1})^2}{2 \cdot L_{2_3_Vn1} \cdot L_{4_3_Vn1}} \right]$$

$$\theta_{3_max_2_Vn1} := arcsin \left[\frac{L_{2_3_Vn1}^2 + L_{4_3_Vn1}^2 - (|P_{4_Vn1} - P_{1_Vn1}| + L_{1_2_Vn1})^2}{2 \cdot L_{2_3_Vn1} \cdot L_{4_3_Vn1}} \right]$$

$$\theta_{3_max_Vn1} := if(|\theta_{3_max_1_Vn1}| \geq |\theta_{3_max_2_Vn1}|, \theta_{3_max_1_Vn1}, \theta_{3_max_2_Vn1})$$

Визначаємо функцію кута $\varphi_{1_4_Vn1}$ повороту ланки 1-4:

$$\varphi_{1_4_Vn1} := atan2 \left[(P_{4_Vn1} - P_{1_Vn1})_X, (P_{4_Vn1} - P_{1_Vn1})_Y \right] \cdot deg^{-1}$$

Визначаємо кут тиску в кінематичній парі P_{3-Vn1}:

$$\theta_{3_Vn1}(\varphi_1) := arcsin \left[\frac{L_{2_3_Vn1}^2 + L_{4_3_Vn1}^2 - [L_{1_2_Vn1}^2 + (|P_{4_Vn1} - P_{1_Vn1}|)^2 - 2 \cdot L_{1_2_Vn1} \cdot |P_{4_Vn1} - P_{1_Vn1}| \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_{1_4_Vn1})]}{2 \cdot L_{2_3_Vn1} \cdot L_{4_3_Vn1}} \right]$$

3.2.3. Розрахунок функцій швидкостей механізму

Визначення векторів функцій аналогів лінійних швидкостей точок

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 3 відносно точки 2:

$$V_{a_2_3_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{2_3_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 3 відносно точки 4:

$$V_{a_4_3_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{4_3_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 5 відносно точки 3:

$$V_{a_{3_5}Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{3_5}Vn1, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 6 відносно точки 3':

$$V_{a_{3'_6}Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{3'_6}Vn1, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога лінійної швидкості точки 7 відносно точки 3'':

$$V_{a_{3''_7}Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{3''_7}Vn1, \varphi_1)$$

Визначення векторів функцій аналогів кутових швидкостей векторів-ланок

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P₂₋₃:

$$\omega_{a_{2_3}Vn1}(\varphi_1) := \omega_a(P_{2_3}Vn1(\varphi_1), V_{a_{2_3}Vn1}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P₄₋₃:

$$\omega_{a_{4_3}Vn1}(\varphi_1) := \omega_a(P_{4_3}Vn1(\varphi_1), V_{a_{4_3}Vn1}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P₃₋₅:

$$\omega_{a_{3_5}Vn1}(\varphi_1) := \omega_a(P_{3_5}Vn1(\varphi_1), V_{a_{3_5}Vn1}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P_{3'-6}:

$$\omega_{a_{3'_6}Vn1}(\varphi_1) := \omega_a(P_{3'_6}Vn1(\varphi_1), V_{a_{3'_6}Vn1}(\varphi_1))$$

Визначаємо вектор функції аналога кутової швидкості вектора-ланки P_{3''-7}:

$$\omega_{a_{3''_7}Vn1}(\varphi_1) := \omega_a(P_{3''_7}Vn1(\varphi_1), V_{a_{3''_7}Vn1}(\varphi_1))$$

Визначення векторів функцій дійсних кутових швидкостей векторів-ланок

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P₂₋₃:

$$\omega_{2_3}Vn1(\varphi_1) := \omega_{a_{2_3}Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P₄₋₃:

$$\omega_{4_3}Vn1(\varphi_1) := \omega_{a_{4_3}Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P₃₋₅:

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$\omega_{3_5_Vn1}(\varphi_1) := \omega_{a_3_5_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P_{3'-6}:

$$\omega_{3'_6_Vn1}(\varphi_1) := \omega_{a_3'_6_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної кутової швидкості вектора ланки P_{3''-7}:

$$\omega_{3''_7_Vn1}(\varphi_1) := \omega_{a_3''_7_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначення векторів функцій дійсних лінійних швидкостей точок

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 3 відносно точки 2:

$$V_{2_3_Vn1}(\varphi_1) := V_{a_2_3_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 3 відносно точки 4:

$$V_{4_3_Vn1}(\varphi_1) := V_{a_4_3_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 5 відносно точки 3:

$$V_{3_5_Vn1}(\varphi_1) := V_{a_3_5_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 6 відносно точки 3':

$$V_{3'_6_Vn1}(\varphi_1) := V_{a_3'_6_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції дійсної лінійної швидкості точки 7 відносно точки 3'':

$$V_{3''_7_Vn1}(\varphi_1) := V_{a_3''_7_Vn1}(\varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначення векторів функцій лінійних швидкостей характерних точок

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 2:

$$V_{2_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{2_Vn1}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 3:

$$V_{3_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{3_Vn1}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 5:

$$V_{5_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{5_Vn1}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 6:

$$V_{6_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{6_Vn1}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

Визначаємо вектор функції лінійної швидкості точки 7:

$$V_{7_Vn1}(\varphi_1) := r'(P_{7_Vn1}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

3.2.4. Розрахунок функцій прискорень механізму

Визначення векторів функцій аналогів тангенціальних прискорень точок

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 3 відносно точки 2:

$$A_{a_2_3_Vn1}(\varphi_1) := r''(P_{2_3_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 3 відносно точки 4:

$$A_{a_4_3_Vn1}(\varphi_1) := r''(P_{4_3_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 5 відносно точки 3:

$$A_{a_3_5_Vn1}(\varphi_1) := r''(P_{3_5_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 6 відносно точки 3':

$$A_{a_3'_6_Vn1}(\varphi_1) := r''(P_{3'_6_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначаємо вектор функції аналога тангенціального прискорення точки 7 відносно точки 3'':

$$A_{a_3''_7_Vn1}(\varphi_1) := r''(P_{3''_7_Vn1}, \varphi_1)$$

Визначення векторів функцій аналогів кутових прискорень векторів-ланок

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P₂₋₃:

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$\varepsilon_{a_{2_3_Vn1}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{2_3_Vn1}(\varphi_1), A_{a_{2_3_Vn1}}(\varphi_1) \right)$$

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P₄.

3:

$$\varepsilon_{a_{4_3_Vn1}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{4_3_Vn1}(\varphi_1), A_{a_{4_3_Vn1}}(\varphi_1) \right)$$

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P₃.

5:

$$\varepsilon_{a_{3_5_Vn1}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{3_5_Vn1}(\varphi_1), A_{a_{3_5_Vn1}}(\varphi_1) \right)$$

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P₃'.

6:

$$\varepsilon_{a_{3'_{6_Vn1}}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{3'_{6_Vn1}}(\varphi_1), A_{a_{3'_{6_Vn1}}}(\varphi_1) \right)$$

Визначаємо вектор функції аналога кутового прискорення вектора-ланки P₃'.

7:

$$\varepsilon_{a_{3''_{7_Vn1}}}(\varphi_1) := \varepsilon_a \left(P_{3''_{7_Vn1}}(\varphi_1), A_{a_{3''_{7_Vn1}}}(\varphi_1) \right)$$

Визначення векторів функцій дійсних кутових прискорень векторів-ланок

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора лнки P₂.

3:

$$\varepsilon_{2_3_Vn1}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{2_3_Vn1}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{2_3_Vn1}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора лнки P₄.

3:

$$\varepsilon_{4_3_Vn1}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{4_3_Vn1}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{4_3_Vn1}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора лнки P₃.

5:

$$\varepsilon_{3_5_Vn1}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{3_5_Vn1}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{3_5_Vn1}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора лнки P₃'.

6:

$$\varepsilon_{3'_{6_Vn1}}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{3'_{6_Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{3'_{6_Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення вектора лнки $P_{3''}$.

7:

$$\varepsilon_{3''_7_{Vn1}}(\varphi_1) := \varepsilon_{a_{3''_7_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + \omega_{a_{3''_7_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначення векторів функцій дійсних кутових прискорень точок

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 3 відносно точки 2:

$$A_{2_3_{Vn1}}(\varphi_1) := A_{a_{2_3_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{\omega_{2_3_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 3 відносно точки 4:

$$A_{4_3_{Vn1}}(\varphi_1) := A_{a_{4_3_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{\omega_{4_3_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 5 відносно точки 3:

$$A_{3_5_{Vn1}}(\varphi_1) := A_{a_{3_5_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{\omega_{3_5_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 6 відносно точки 3':

$$A_{3'_6_{Vn1}}(\varphi_1) := A_{a_{3'_6_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{\omega_{3'_6_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції дійсного кутового прискорення точки 7 відносно точки 3'':

$$A_{3''_7_{Vn1}}(\varphi_1) := A_{a_{3''_7_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \omega_1^2 + A_{\omega_{3''_7_{Vn1}}}(\varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначення векторів функцій лінійних прискорень характерних точок

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 2:

$$A_{2_{Vn1}}(\varphi_1) := r''(P_{2_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{2_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 3:

$$A_{3_{Vn1}}(\varphi_1) := r''(P_{3_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{3_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 5:

$$A_{5_{Vn1}}(\varphi_1) := r''(P_{5_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{5_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 6:

$$A_{6_{Vn1}}(\varphi_1) := r''(P_{6_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{6_{Vn1}}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Визначаємо вектор функції лінійного прискорення точки 7:

$$A_{7_Vn1}(\varphi_1) := r''(P_{7_Vn1}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{7_Vn1}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

3.3. Результати розрахунків

Кут повороту	Функції положення, мм									
	P2X	P2Y	P3X	P3Y	P5X	P5Y	P6X	P6Y	P7X	P7Y
0	8.07	15.19	10.99	42.03	50.34	59.38	40.76	58.45	47.87	39.05
-30	14.59	9.11	12.87	36.06	48.67	59.88	45.54	45.46	48.17	24.97
-60	17.19	0.6	13.18	27.3	46.82	54.09	47.16	26.14	43.32	5.84
-90	15.19	-8.07	10.61	18.54	43.67	46.03	42.41	6.5	32.24	-11.48
-120	9.11	-14.59	6.49	12.29	41.47	37.3	33.97	-7.74	19.39	-22.39
-150	0.6	-17.19	3.83	9.62	43.37	26.51	28.36	-13.92	11.95	-26.48
-180	-8.07	-15.19	3.4	9.25	46.25	12.88	27.46	-14.77	10.8	-27
-210	-14.59	-9.11	4.37	10.11	45.98	-0.74	29.52	-12.78	13.44	-25.76
-240	-17.19	-0.6	6.52	12.32	43.22	-10.1	34.02	-7.67	19.47	-22.34
-270	-15.19	8.07	10.1	17.53	43.28	-9.82	41.39	4.22	30.51	-13.34
-300	-9.11	14.59	13.37	29.54	51.89	10.44	47.33	31.11	45.13	10.56
-330	-0.6	17.19	11.24	41.46	54.13	44.45	41.36	57.22	48.04	37.66
-360	8.07	15.19	10.99	42.03	50.34	59.38	40.76	58.45	47.87	39.05

Кут повороту	Функції швидкостей, м/сек									
	V2X	V2Y	V3X	V3Y	V5X	V5Y	V6X	V6Y	V7X	V7Y
0	-6.36	3.38	-1.25	2.83	2.05	-4.66	-3.07	6.11	-0.92	6.9
-30	-3.82	6.11	-1.23	6.28	1.07	2.83	-3.37	13.74	1.31	14.34
-60	-0.25	7.2	0.9	7.37	2.05	5.92	1.21	16.39	6.59	15.37
-90	3.38	6.36	3.04	6.3	2.68	6.73	6.04	14.25	10.54	11.71
-120	6.11	3.82	3.07	3.52	0.24	7.48	6.41	8.11	8.86	5.67
-150	7.2	0.25	1.12	0.98	-2.71	9.95	2.38	2.29	3.05	1.42
-180	6.36	-3.38	-0.3	-0.25	-1.29	11.43	-0.64	-0.59	-0.81	-0.36
-210	3.82	-6.11	-1.23	-1.13	1.62	9.79	-2.59	-2.63	-3.37	-1.67
-240	0.25	-7.2	-2.26	-2.6	2.1	4.53	-4.71	-5.98	-6.52	-4.19
-270	-3.38	-6.36	-3.38	-6.36	-3.38	-6.35	-6.81	-14.4	-11.32	-11.6
-300	-6.11	-3.82	-0.5	-12.25	-7.66	-26.69	0.18	-27.11	-8.81	-26.15
-330	-7.2	-0.25	1.97	-4.72	3.1	-20.93	4.85	-10.23	1.27	-11.45
-360	-6.36	3.38	-1.25	2.83	2.05	-4.66	-3.07	6.11	-0.92	6.9

Кут повороту	Функції прискорень, м/сек ²									
	A2X	A2Y	A3X	A3Y	A5X	A5Y	A6X	A6Y	A7X	A7Y
0	-1416,82	-2664,65	1376,93	-3952,20	1825,77	-8830,68	3460,83	-8587,31	483,97	-9410,06
-30	-2559,33	-1599,25	-1143,79	-1759,38	-237,46	-3839,24	-2341,19	-4008,68	-3581,41	-3081,34
-60	-3016,07	-105,32	-1985,01	-1,33	-1020,55	-1340,58	-4386,06	-213,01	-4291,03	1248,74
-90	-2664,65	1416,82	-1132,74	1675,44	443,80	-231,48	-2680,29	3582,27	-1391,77	4335,34
-120	-1599,25	2559,33	1127,06	2478,51	3186,53	-1346,04	2228,11	5595,95	3998,68	4646,14
-150	-105,32	3016,07	1507,20	1424,41	595,99	-2067,04	3179,65	3306,99	4155,63	2128,24
-180	1416,82	2664,65	844,09	716,45	-2298,99	-44,96	1789,32	1672,45	2276,06	1016,24
-210	2559,33	1599,25	720,22	799,93	-1846,70	2699,98	1506,79	1843,79	2060,98	1274,75
-240	3016,07	105,32	960,81	1749,16	1591,45	5892,81	1937,95	3966,75	3179,50	3174,64
-270	2664,65	-1416,82	389,19	4670,37	6972,86	12655,96	365,71	10361,15	3785,97	9848,65
-300	1599,25	-2559,33	-5328,82	1003,26	-5932,00	13395,50	-11881,08	1652,90	-10884,56	5528,32
-330	105,32	-3016,07	2519,82	-8481,73	-3095,92	-16164,16	6465,59	-18475,11	98,07	-19920,35
-360	-1416,82	-2664,65	1376,93	-3952,20	1825,77	-8830,68	3460,83	-8587,31	483,97	-9410,06

Кут кривошипа	Кут тиску q	Кути повороту, град.				
		φ_{2_3}	φ_{4_3}	φ_{3_5}	φ_{3_6}	φ_{3_7}
0	-16,95	83,80	23,89	23,80	28,89	-4,61
-30	-36,59	93,64	11,06	33,64	16,06	-17,44
-60	-46,89	98,53	-6,95	38,53	-1,95	-35,45
-90	-41,10	99,75	-25,73	39,75	-20,73	-54,23
-120	-23,43	95,57	-41,09	35,57	-36,09	-69,59
-150	-1,17	83,14	-48,82	23,14	-43,82	-77,32
-180	21,92	64,84	-49,96	4,84	-44,96	-78,46
-210	42,68	45,39	-47,31	-14,61	-42,31	-75,81
-240	54,27	28,58	-41,01	-31,42	-36,01	-69,51
-270	47,66	20,50	-28,04	-39,50	-23,04	-56,54
-300	28,65	33,63	-2,35	-26,37	2,65	-30,85
-330	5,86	64,00	22,61	4,00	27,61	-5,89
-360	-16,95	880	23,89	23,80	28,89	-4,61

Кут кривошипа	Кутові швидкості, сек ⁻¹				
	w_{2_3}	w_{3_5}	w_{4_3}	w_{3_6}	w_{3_7}
0	-190,34		110,43	110,43	110,43
-30	-96,18		228,35	228,35	228,35
-60	-43,08		265,27	265,27	265,27
-90	12,99		249,84	249,84	249,84
-120	113,08		166,87	166,87	166,87
-150	226,69		53,31	53,31	53,31
-180	272,63		-14,07	-14,07	-14,07
-210	262,51		-59,67	-59,67	-59,67
-240	194,20		-122,86	-122,86	-122,86
-270	0,23		-257,16	-257,16	-257,16
-300	-374,93		-437,75	-437,75	-437,75
-330	-377,80		-182,75	-182,75	-182,75
-360	-190,34		110,43	110,43	110,43

Кут кривошипа	Кутові прискорення, сек ⁻²				
	E2_3	E3_5	E4_3	E3`_6	E3``_7
0	-108017,97	-148972,61	-148972,61	-148972,61	-148972,61
-30	-51944,40	-53834,08	-53834,08	-53834,08	-53834,08
-60	-38336,19	-8626,38	-8626,38	-8626,38	-8626,38
-90	-57540,03	36343,22	36343,22	36343,22	36343,22
-120	-100205,92	93167,90	93167,90	93167,90	93167,90
-150	-66340,22	74009,33	74009,33	74009,33	74009,33
-180	-11470,93	39540,65	39540,65	39540,65	39540,65
-210	27705,50	38276,93	38276,93	38276,93	38276,93
-240	89882,00	69657,46	69657,46	69657,46	69657,46
-270	240688,50	153757,76	153757,76	153757,76	153757,76
-300	251973,75	27982,98	27982,98	27982,98	27982,98
-330	-169125,68	-314234,50	-314234,50	-314234,50	-314234,50
-360	-108017,97	-148972,61	-148972,61	-148972,61	-148972,61

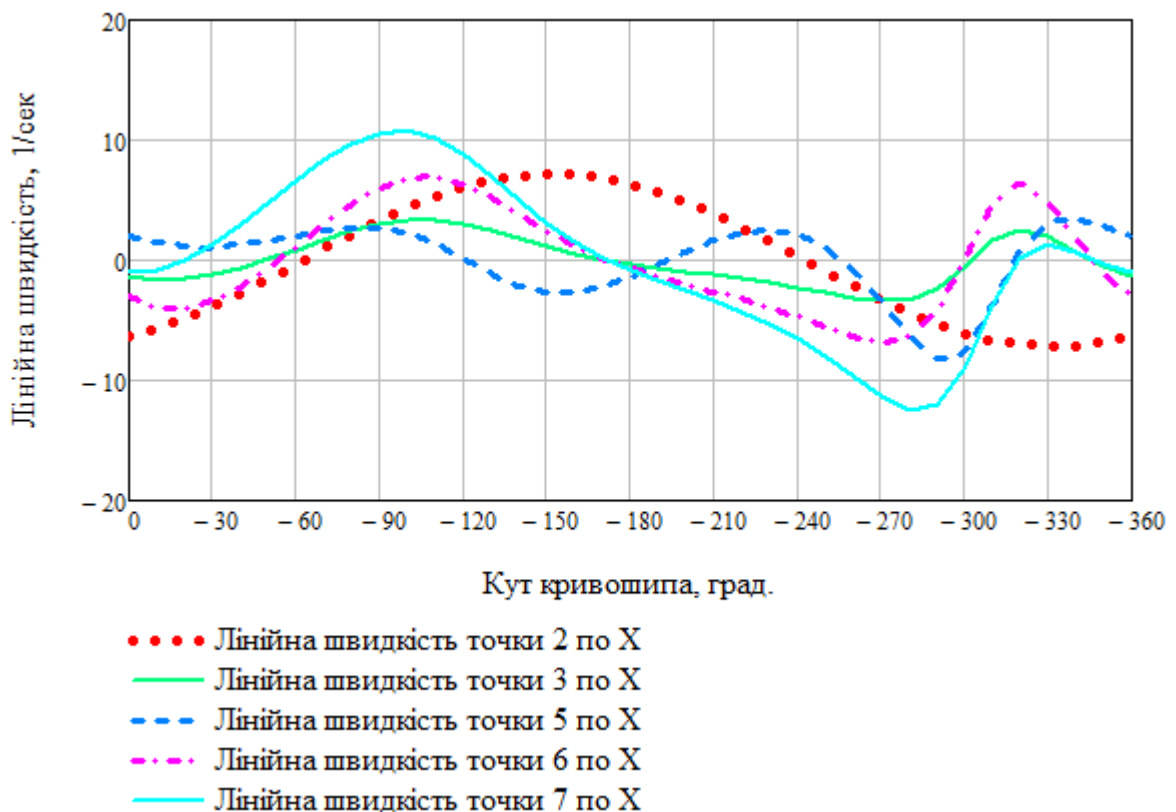


Рис. 3.1. Графік лінійних швидкостей точок по осі X

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

52

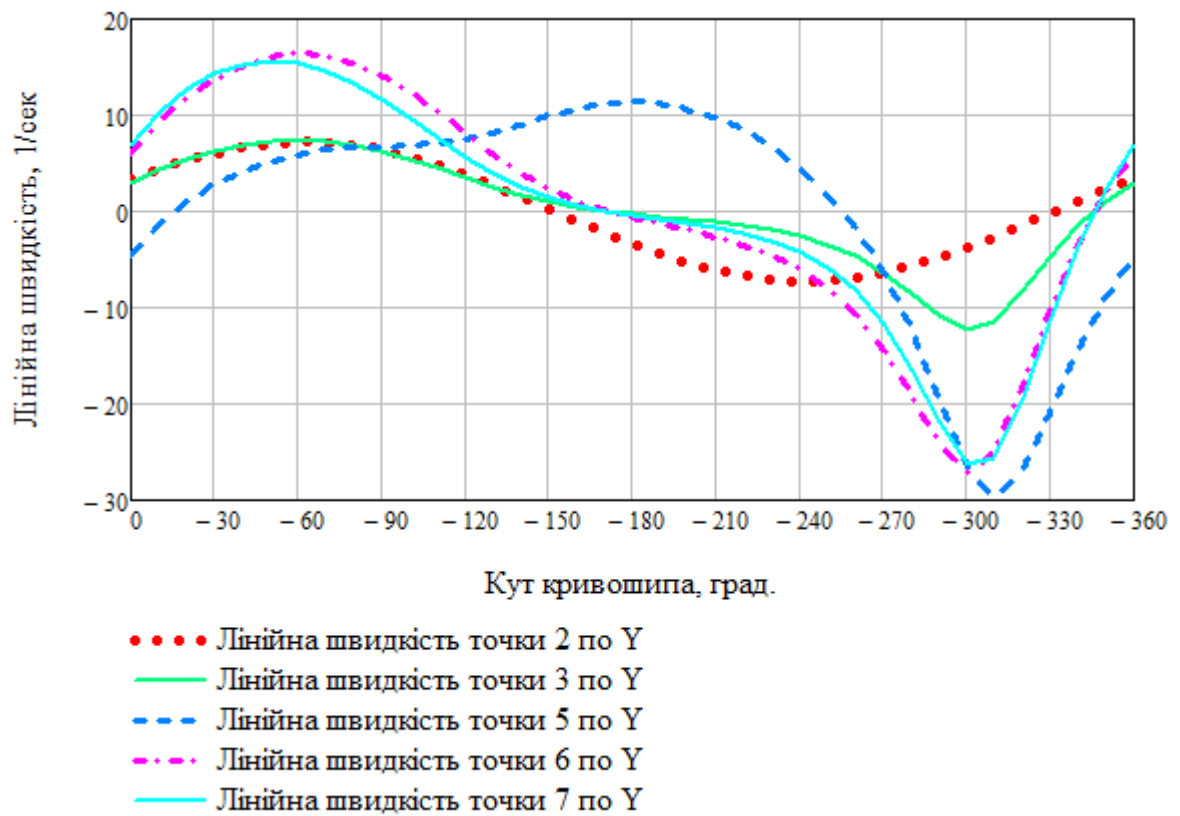
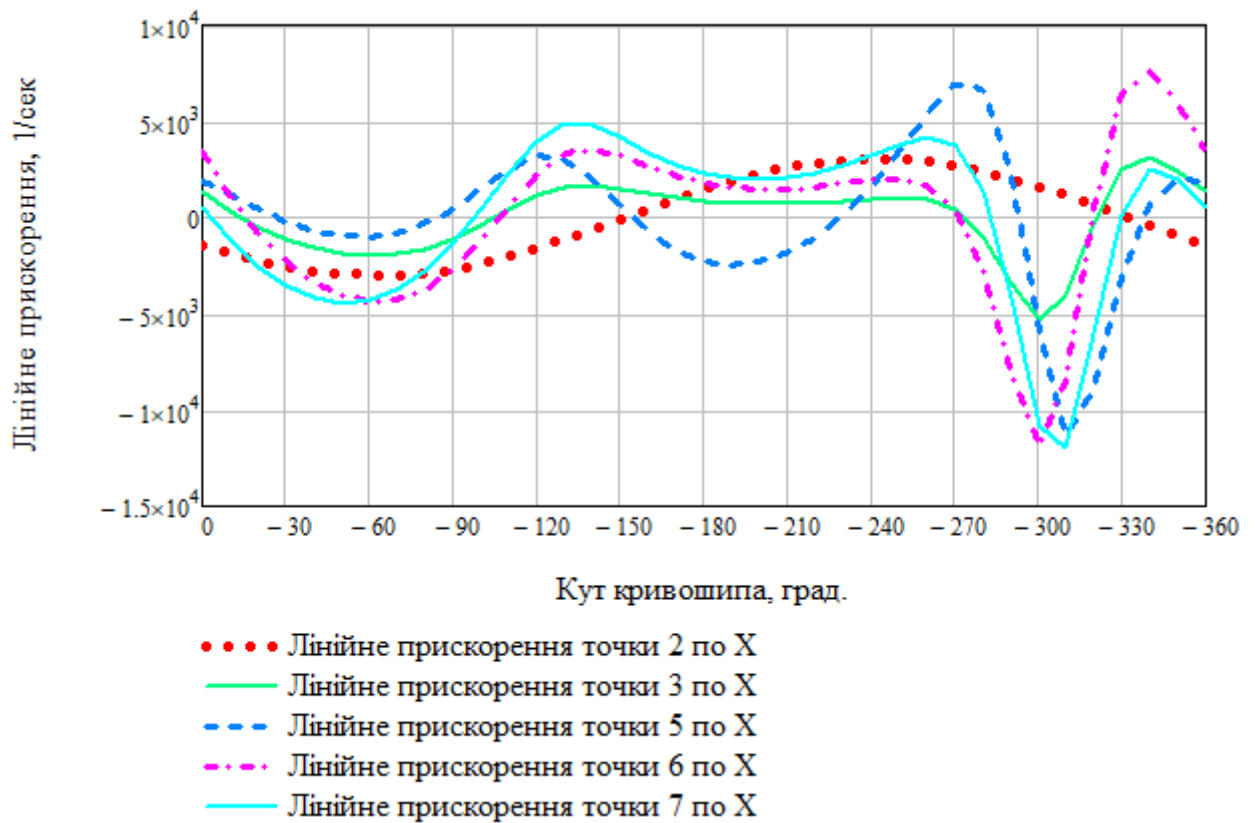
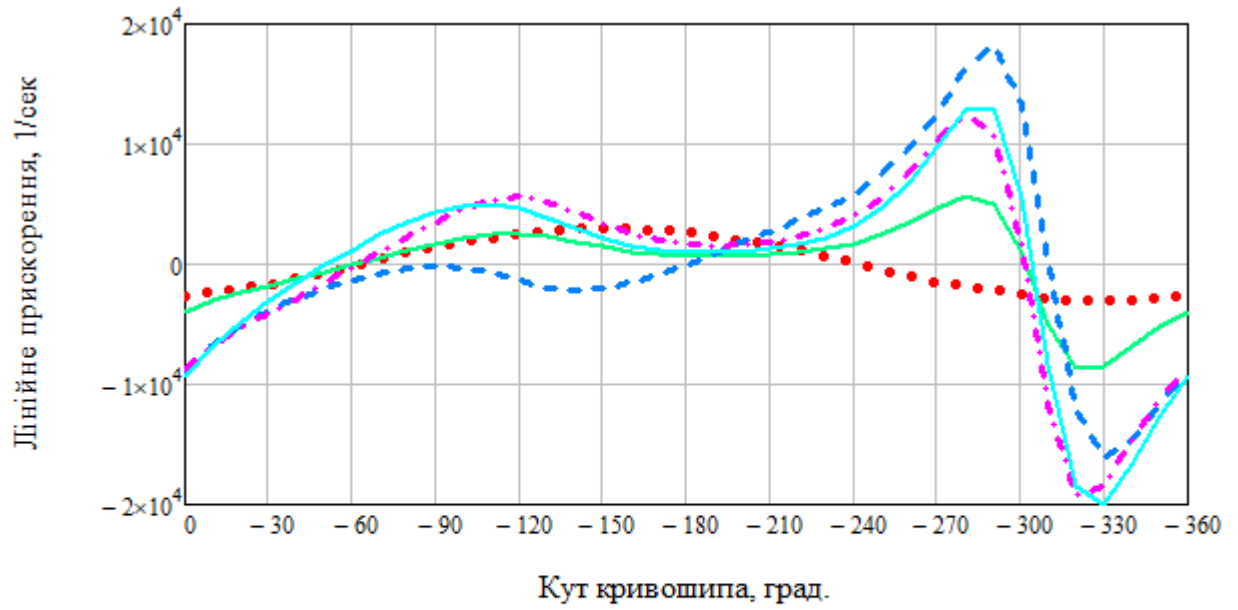


Рис.3.2. Графік лінійних швидкостей точок по осі Y



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис.3.3. Графік лінійних прискорень точок по осі X



- Лінійне прискорення точки 2 по Y
- Лінійне прискорення точки 3 по Y
- - - Лінійне прискорення точки 5 по Y
- Лінійне прискорення точки 6 по Y
- Лінійне прискорення точки 6 по Y

Рис. 3.4. Графік лінійних прискорень точок по осі Y

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

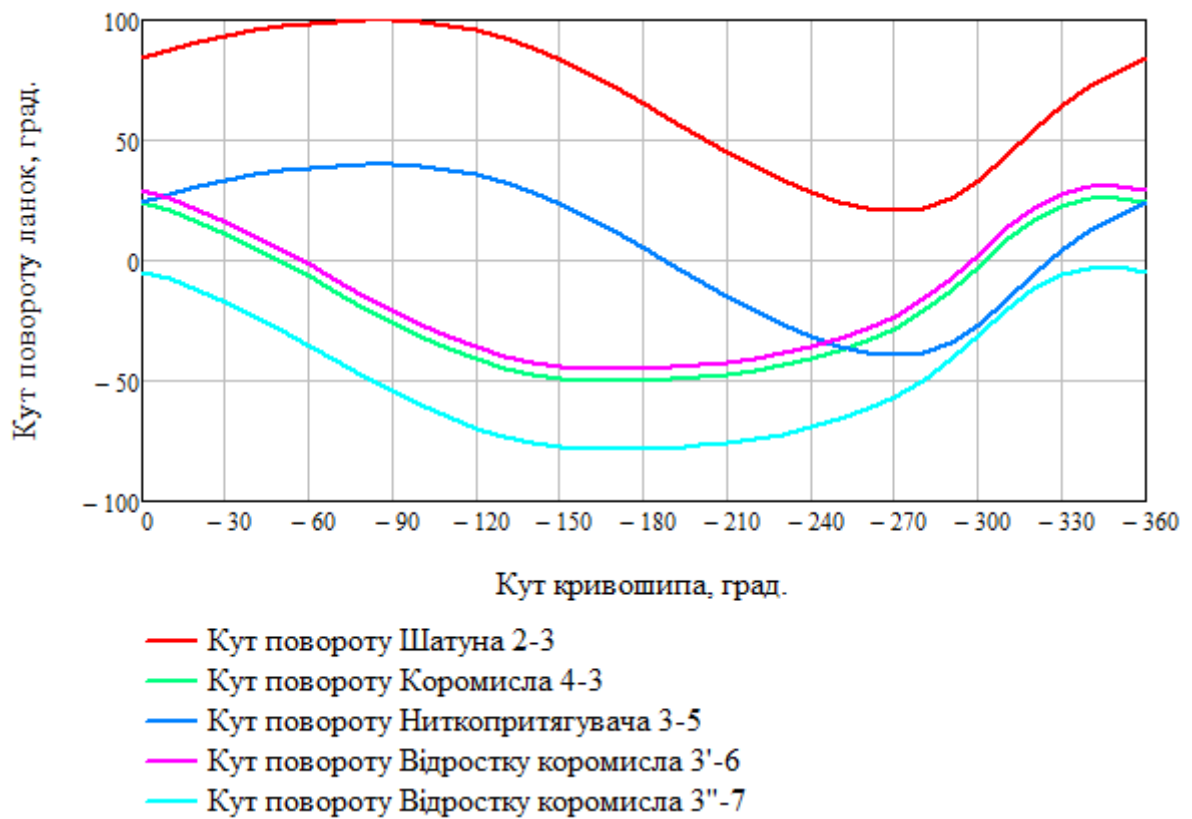
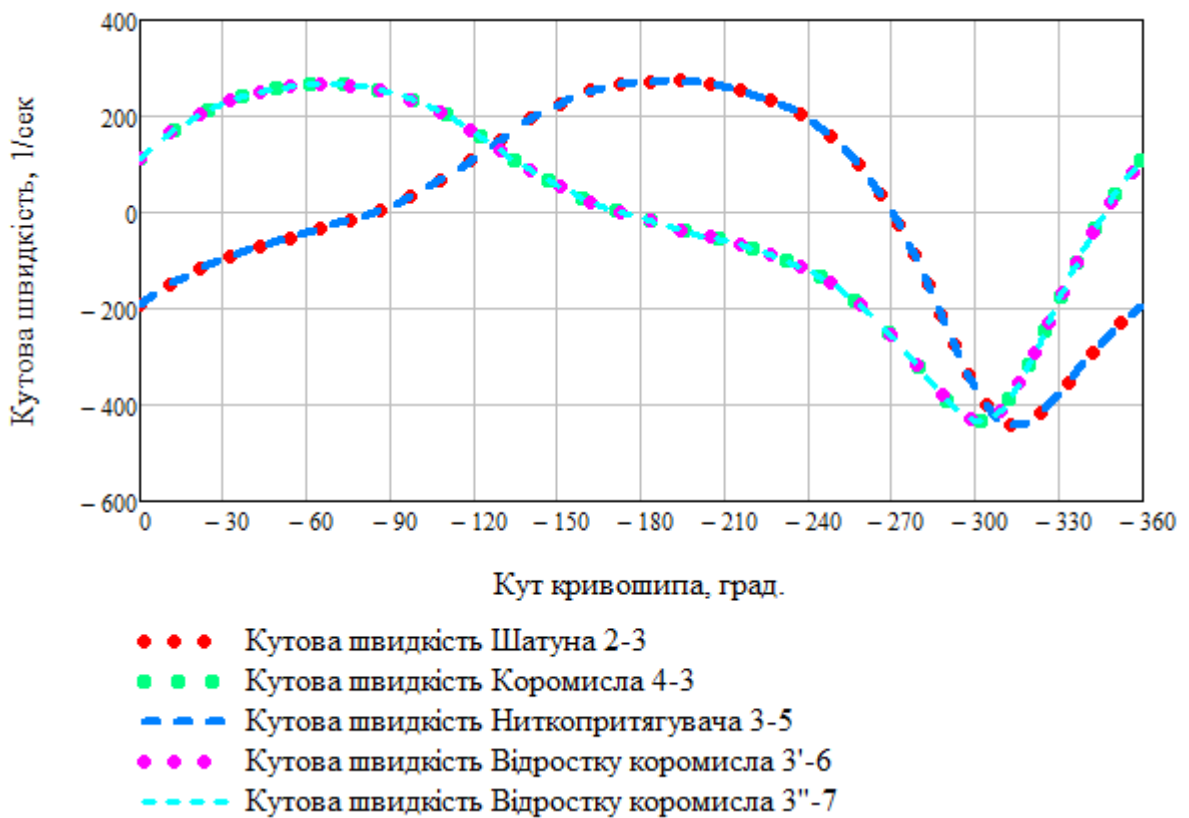


Рис. 3.5. Графік функцій кутів повороту ланок



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис.3.6. Графік функцій куткових швидкостей ланок

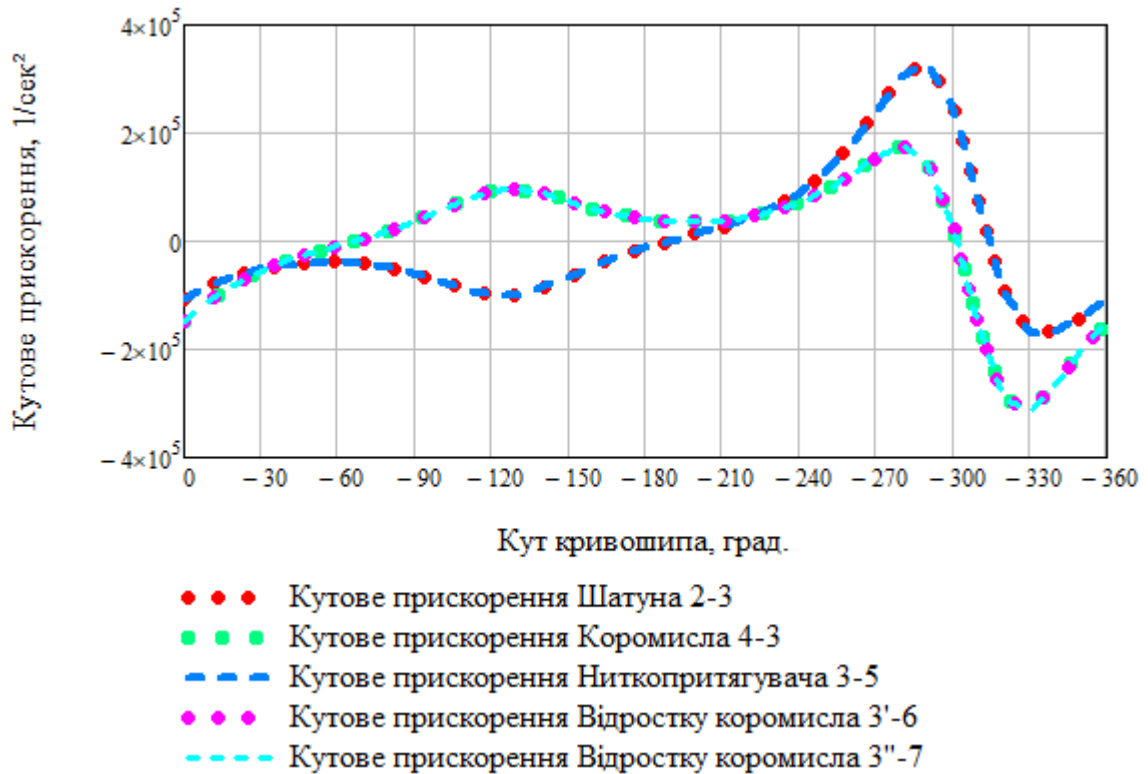


Рис.3.7. Графік функцій куткових прискорень ланок

3.4. Визначення закону дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача нової конструкції

Складаємо вектори-стовпчики координат стояків нитконаправлячів N_{1_Vn1} та N_{2_Vn1} :

$$P_{N1_Vn1} := \begin{pmatrix} 38 \\ -31 \\ -6 \end{pmatrix} \text{ мм}; \quad P_{N2_Vn1} := \begin{pmatrix} 36.5 \\ -33 \\ 6 \end{pmatrix} \text{ мм}$$

Вектор $P_{N1_6_Vn1}$, який визначає ділянку нитки від нитконаправлявача N_{1_Vn1} до вічка ниткопритягача P_{6_Vn1} визначається як різниця між N_{1_Vn1} та P_{6_Vn1} :

$$P_{N1_6_Vn1}(\varphi_1) := P_{6_Vn1}(\varphi_1) - P_{N1_Vn1}$$

Вектор $P_{6_5_Vn1}$, який визначає ділянку нитки від вічка ниткопритягача P_{6_Vn1} до вічка ниткопритягача P_{5_Vn1} визначається як різниця між P_{5_Vn1} та P_{6_Vn1} :

$$P_{6_5_Vn1}(\varphi_1) := P_{5_Vn1}(\varphi_1) - P_{6_Vn1}(\varphi_1)$$

Вектор $P_{5_7_Vn1}$, який визначає ділянку нитки від вічка ниткопритягача P_{5_Vn1}

до вічка ниткопритягача P_{7-Vn1} визначається як різниця між P_{7-Vn1} та P_{5-Vn1} :

$$P_{5_7_Vn1}(\varphi_1) := P_{7_Vn1}(\varphi_1) - P_{5_Vn1}(\varphi_1)$$

Вектор $P_{7-N2-Vn1}$, який визначає ділянку нитки від нитконаправлювача N_{2-Vn1} до вічка ниткопритягача P_{7-Vn1} визначається як різниця між P_{7-Vn1} та N_{2-Vn1} :

$$P_{7_N2_Vn1}(\varphi_1) := P_{N2_Vn1} - P_{7_Vn1}(\varphi_1)$$

Миттєве (поточне) значення довжини контуру нитки $P_{\text{Нитки-Vn1}}$, що подається ниткопритягачем, залежно від кута повороту кривошипа визначається як сума модулів векторів P_{N1-6} , $P_{6-5-Vn1}$, $P_{5-7-Vn1}$ та P_{7-N2} :

$$P_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_1) := |P_{N1_6_Vn1}(\varphi_1)| + |P_{6_5_Vn1}(\varphi_1)| + |P_{5_7_Vn1}(\varphi_1)| + |P_{7_N2_Vn1}(\varphi_1)|$$

Довжина контуру нитки $\Delta L_{\text{Нитки}}$, яка вимірюється відносно початкового положення механізму, визначається як різниця між поточним значенням довжини контуру нитки $P_{\text{Нитки-Vn1}}(\varphi_1)$ та довжини контуру нитки в початковому положенні механізму $P_{\text{Нитки-Vn1}}(\varphi_0)$:

$$\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_1) := P_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_1) - P_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_0)$$

Введення значення подовження нитки при натязі:

$$\Delta P_{\text{Нитки_Vn1}} := 6 \text{ мм}$$

$$\varphi_{Pmin_Vn1} := 0$$

$$\varphi_{Pmax_Vn1} := 180$$

$$\varphi_{0_Pmin_Vn1} := \text{Maximize}(\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}, \varphi_{Pmin_Vn1})$$

$$\varphi_{0_Pmin_Vn1} = 11.573$$

$$\varphi_{0_Pmax_Vn1} := \text{Minimize}(\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}, \varphi_{Pmax_Vn1})$$

$$\varphi_{0_Pmax_Vn1} = 106.916$$

Визначення дійсної довжини нитки:

$$L_{\text{Нитки_дійсна_Vn1}}(\varphi_1) := \Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_1) - \Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) + \Delta P_{\text{Нитки_Vn1}}$$

Мінімальне за модулем значення довжини контуру нитки:

$$\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) - \Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) + \Delta P_{\text{Нитки_Vn1}} = 6 \text{ мм}$$

Максимальне за модулем значення довжини контуру нитки:

$$\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmax_Vn1}) - \Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) + \Delta P_{\text{Нитки_Vn1}} = -111.96 \text{ мм}$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Визначення максимальної (загальної) подачі нитки:

$$P_{\max_Vn1} := (\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) - \Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) + \Delta P_{\text{Нитки_Vn1}}) - (\Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmax_Vn1}) - \Delta L_{\text{Нитки_Vn1}}(\varphi_{0_Pmin_Vn1}) + \Delta P_{\text{Нитки_Vn1}})$$

$$P_{\max_Vn1} = 117.96 \text{ мм}$$

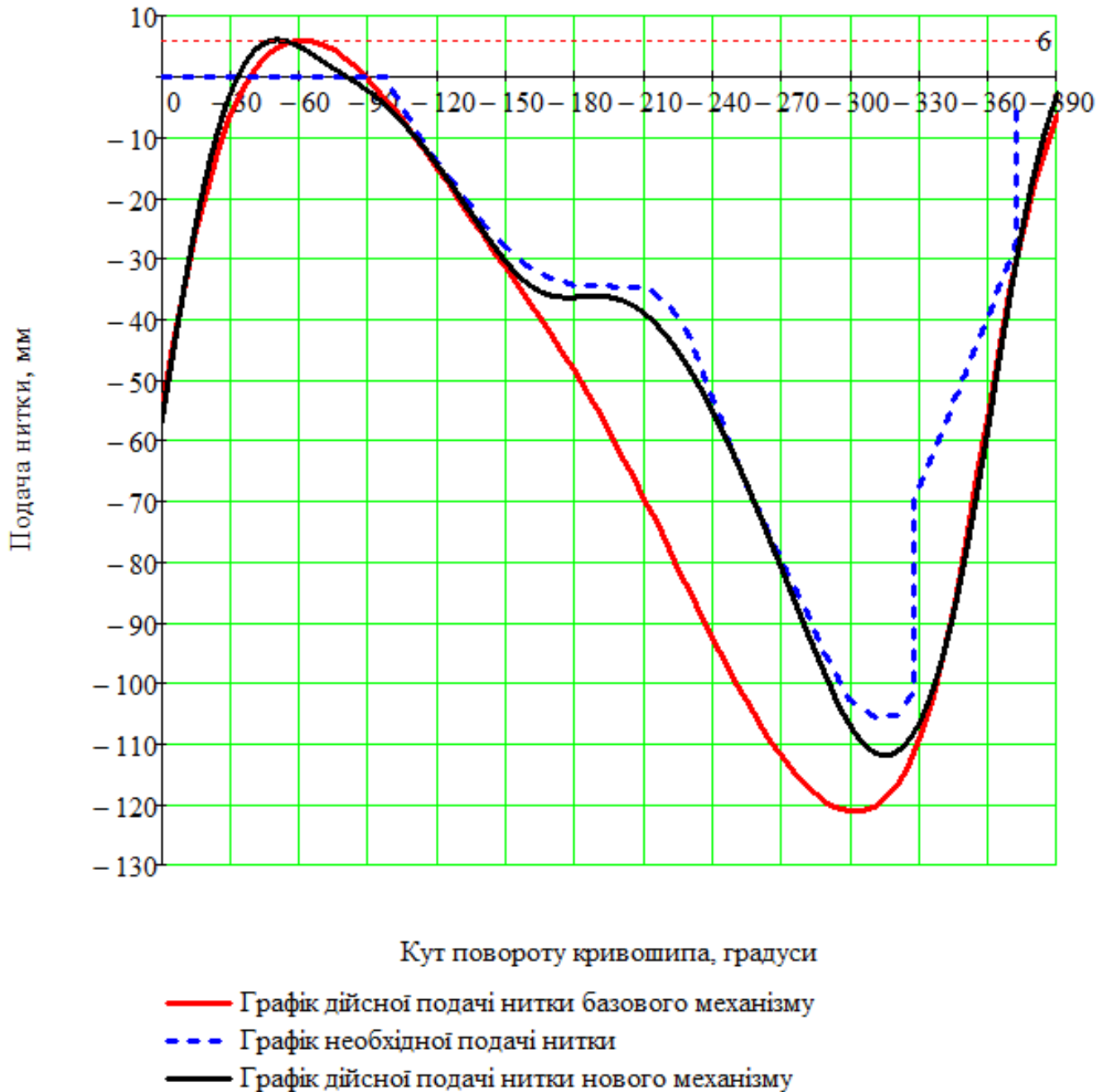


Рис. 3.8. Діаграма подачі нитки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

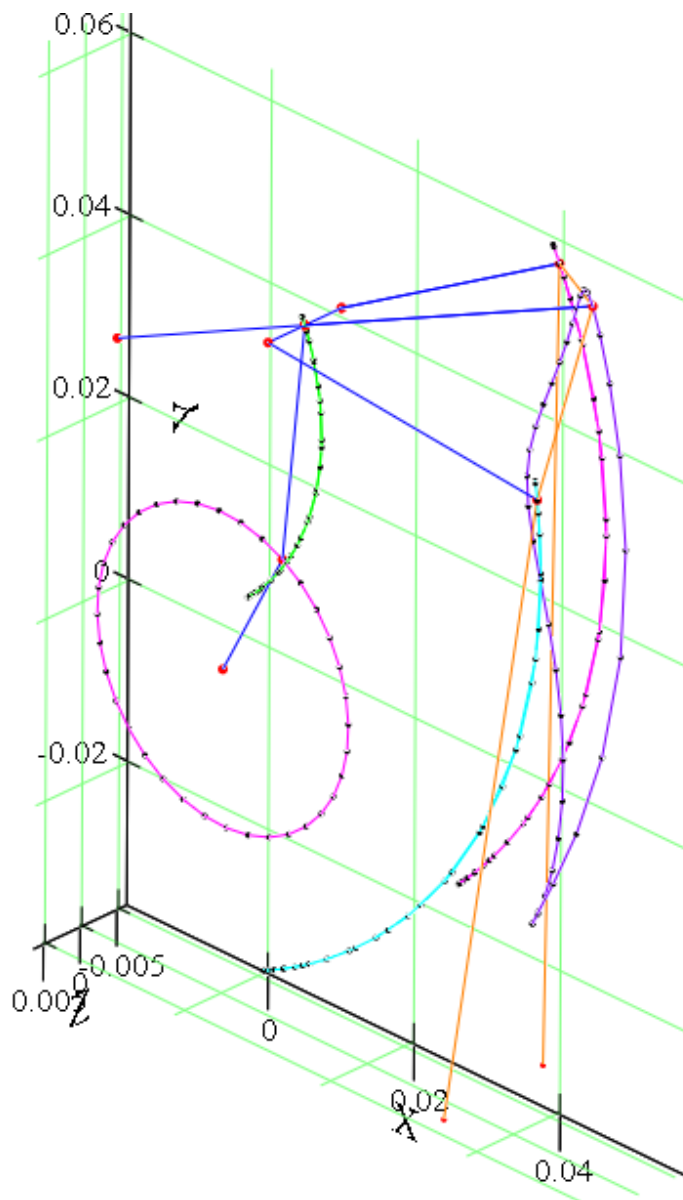


Рис. 3.9. 3D модель ланок ниткопритягача нової конструкції з контуром нитки

Висновок. Здійснений метричний синтез функціонально-досконалого механізму ниткопритягача методом Монте-Карло з використанням програми Mathcad, у результаті якого отримані геометричні параметри ланок механізму та координати опорних стояків та нитконапрямлячів верхньої нитки. Було виконано кінематичний аналіз механізму ниткопритягача нової конструкції, в результаті якого було отримано значення функцій положень, функцій лінійних швидкостей та прискорень характерних точок механізму, а також кути повороту і функції кутових швидкостей та прискорень ланок механізму. Було визначено закон дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача нової конструкції.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 4. Конструювання механізму ниткопритягача нової конструкції

4.1. Опис процесу конструювання механізму в SolidWorks

1. Створив деталь Головний вал:

На панелі інструментів Ескіз застосував кнопку Ескіз, та вибравши Передню площину створив новий ескіз. За допомогою команд Коло на панелі інструментів вкладки Ескіз створив коло та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідний діаметр. Перейшов на вкладку Елементи, та за допомогою Витягнутої бобишки/основи на панелі інструментів витягнув циліндр з кола на необхідну довжину. Створив фаску, використовуючи команду Фаска на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідну грань та вказавши необхідні значення довжини та кута фаски. Створив нову площину паралельну вісі циліндра за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань верхню площину та бічну стінку циліндра. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою Прямокутник по кутах на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зробив лиску для подальшої фіксації кривошипа на головному валу гвинтом.

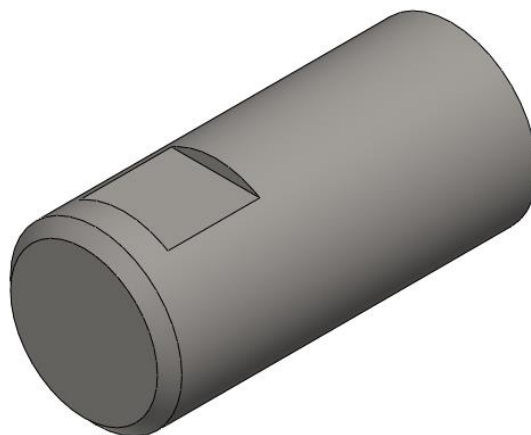


Рис. 4.1.1. Головний вал (стояк P_1)

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

2. Створив деталь Кривошип:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз та обравши Передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія, Коло на панелі інструментів Ескіз створив ескіз деталі кривошипа потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнутої бобишки/основи витягнув елементи на необхідну довжину. Створив фаску, використовуючи команду Фаска на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідну грань та вказавши необхідні значення довжини та кута фаски. Створив скруглення використовуючи команду Скруглення на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідні елементи та вказавши необхідні параметри скруглення. Створив нову площину паралельну верхній площині за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань верхню площину та бічну стінку кривошипа. На новій площині створив два ескіза кола за допомогою Коло на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри кола. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зорбив перехідний отвір для подальшої фіксації кривошипа на головному валу гвинтом. На передній площині створив новий ескіз за допомогою команди Ескіз, та обравши за початкову точку центр кола-отвору для фіксації пальця (кінематичної пари 2) та за допомогою команди Осьова лінія та Автоматичне нанесення розмірів створив вісі для майбутніх отворів для фіксації пальця в кривошипі гвинтами. Створив нову площину перпендикулярну до вновствореної вісі, та дотичну до бічної стінки кривошипа за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань новостворену вісь для отвору для фіксації пальця в кривошипі гвинтом та бічну стінку кривошипа. На новій площині створив ескіз кола за допомогою Коло на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри кола. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зробив отвір для подальшої фіксації пальця в кривошипі гвинтом.

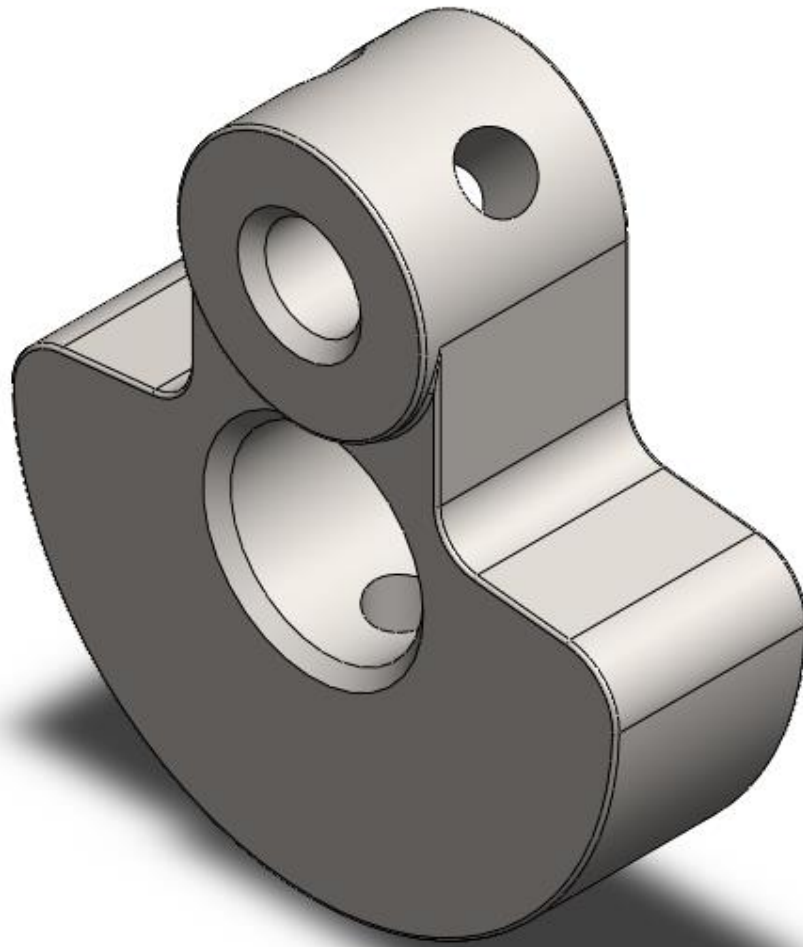


Рис. 4.1.2. Кривошип (ланка 1-2)

3. Створив деталь Гвинт Головний вал-Кривошип:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія створив ескіз деталі гвинта потрібної форми та використовуючи автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Повернутої бобишки/основи витягнув елементи обертанням навколо осі. Створив нову площину на «шляпці» гвинта за допомогою команди Площина групи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилок «шляпку» гвинта. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою прямокутник з центру на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зробив отвір викрутки.

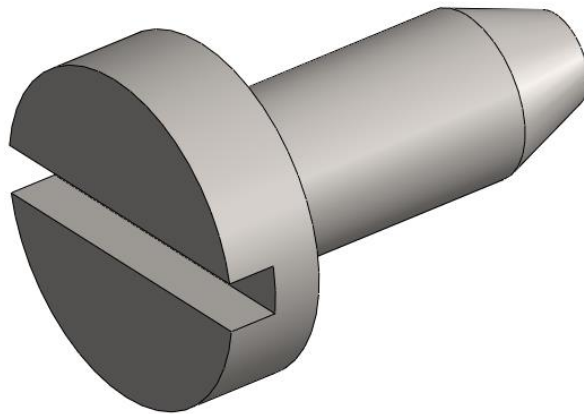


Рис. 4.1.3. Гвинт Головний вал-Кривошип

4. Створив деталь Колінчастий палець:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команди Коло створив ескіз потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнутої бобишки/основи витягнув елемент на необхідну довжину. На одній з основ отриманого циліндру створив новий ескіз за допомогою команди Пряма прорізь, та задав необхідні розміри елементу за допомогою Автоматичне нанесення розмірів. За допомогою Витягнута бобишка/основа витягнув елемент на необхідну довжину. На протилежній стороні «коліна» від існуючого циліндру створив новий ескіз з колом, яке, використовуючи Витягнута бобишка/основа витягнув на необхідну довжину. Перейшов на вкладку Елементи, та за допомогою Витягнутої бобишки/основи на панелі інструментів витягнув циліндр з кола на необхідну

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

довжину. Створив фаски, використовуючи команду Фаска на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідну грань та вказавши необхідні значення довжини та кута фаски. Створив скруглення використовуючи команду Скруглення на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідні елементи та вказавши необхідні параметри скруглення. Створив нову площину на бічній стороні першого «циліндру» за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань бічну стінку кривошипа та верхню площину, вказавши необхідний кут зміщення. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою Прямокутник по кутах на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зорбив лиску для подальшої фіксації колінчастого пальця у кривошипі.

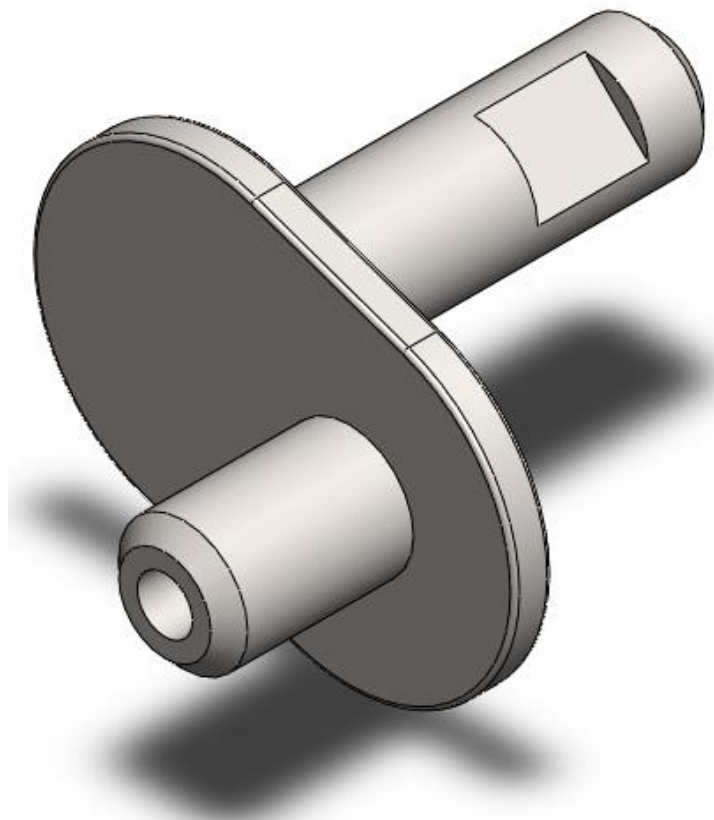


Рис. 4.1.4. Колінчастий палець

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

5. Створив деталь Гвинт Палець-Кривошип:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія створив ескіз деталі гвинта потрібної форми та використовуючи автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Повернутої бобишки/основи витягнув елементи обертанням навколо осі. Створив нову площину на «шляпці» гвинта за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань «шляпку» гвинта. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою прямокутник з центру на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зробив отвір для викрутки.

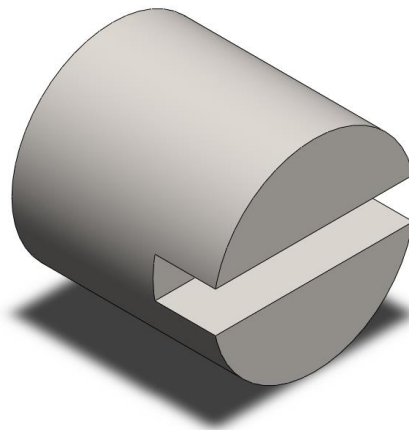


Рис. 4.1.5. Гвинт Палець-Кривошип

6. Створив деталь Шатун:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія, Коло та Скруглення створив ескіз деталі шатуна потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнутої бобишки/основи витягнув

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

елементи на необхідну довжину та у необхідних напрямках. Створив скруглення використовуючи команду Скруглення на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідні елементи та вказавши необхідні параметри скруглення.



Рис. 4.1.6. Шатун (ланка 2-3)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

7. Створив деталь Підшипник:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія та Осьова лінія створив ескіз деталі підшипника потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Повернута бобишка/основа витягнув елементи обертанням навколо осі. На бічній частині створив ескіз кола та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри елемента. За допомогою круговий масив ескізу створив масив з кіл, вказавши необхідну кількість «голок» у підшипнику.

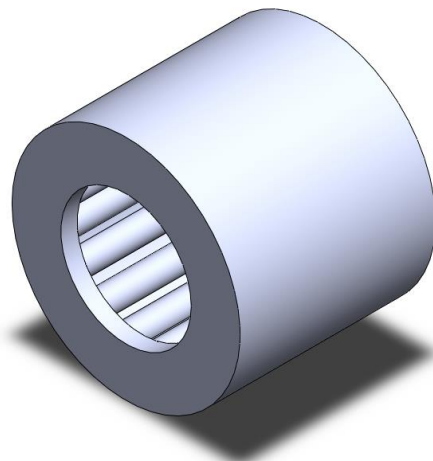


Рис. 4.1.7. Підшипник

8. Створив деталь Вісь коромисла:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія та Осьова лінія створив ескіз деталі осі потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Повернута бобишка/основа витягнув елементи обертанням навколо осі. Створив нову площину паралельну верхній площині за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань верхню площину та бічну стінку кривошипа.

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою Прямокутник за кутами на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника.

Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зорбив лиску для подальшої фіксації осі у корпусі машини.

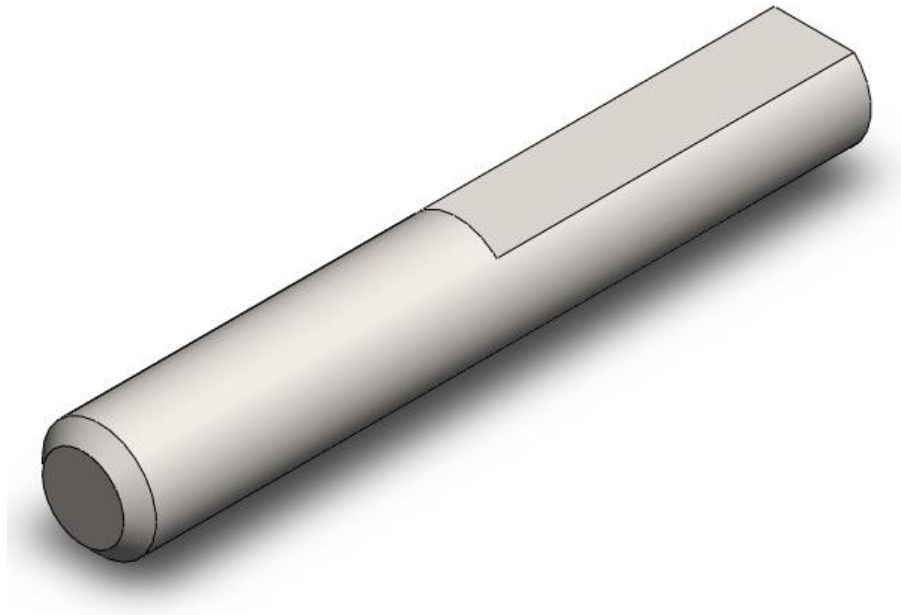


Рис. 4.1.8. Вісь коромисла (стояк P_4)

9. Створив деталь Коромисло:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія, Коло, Скруглення та Дуга через 3 точки створив ескіз деталі шатуна потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнутої бобишки/основи витягнув елементи на необхідну довжину та у необхідних напрямках. Створив нову площину паралельну до верхньої площини, та створив на ній ескіз прямокутника. За допомогою автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу вирізав зайву частину між відростками коромисла. Створив скруглення використовуючи команду Скруглення на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідні елементи та вказавши необхідні параметри скруглення.

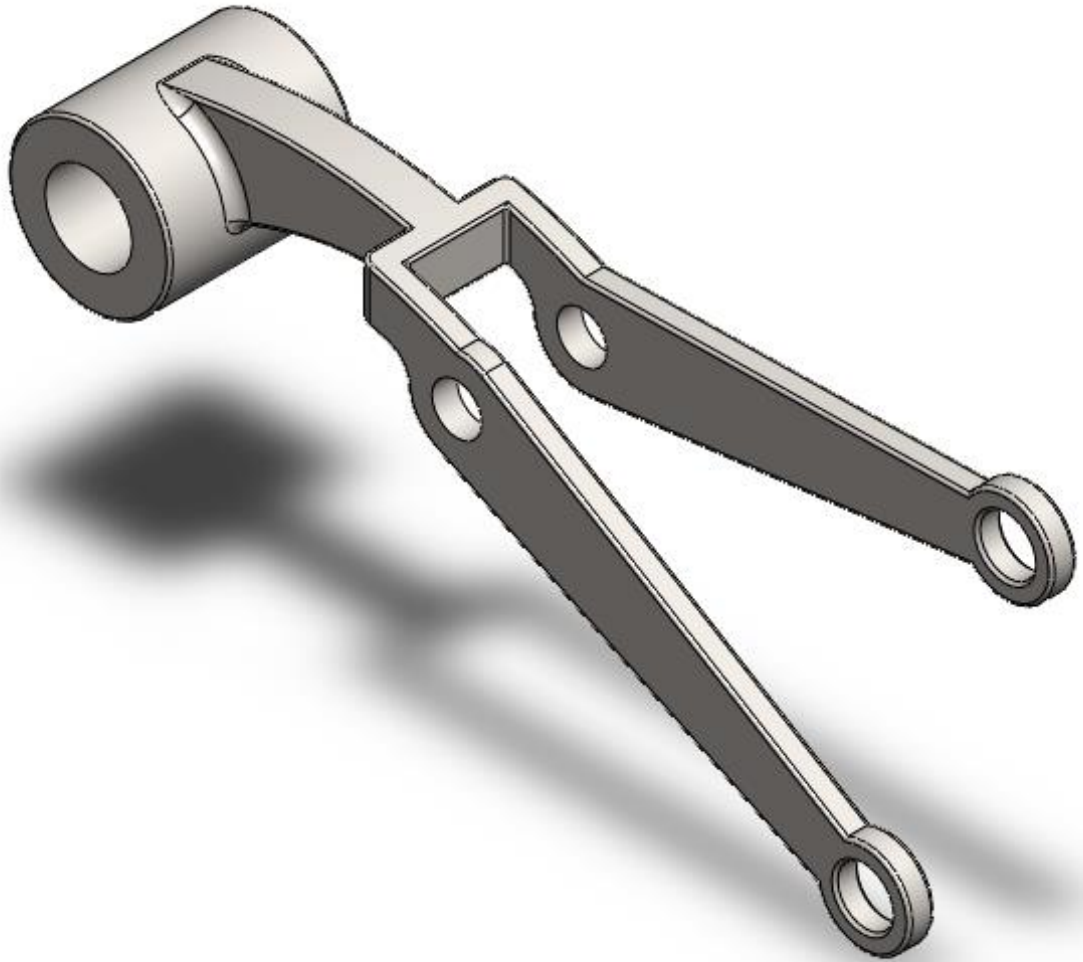


Рис. 4.1.9. Коромисло (ланка 4-3)

10. Створив деталь Палець Коромисло-Шатун:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Коло створив ескіз деталі потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнута бобишка/основа витягнув елемент на необхідну довжину. Створив нову

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

площину паралельну верхній площині за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань верхню площину та бічну стінку циліндра. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою прямокутник з центру на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зробив лиску для подальшої фіксації пальця у шатуні.

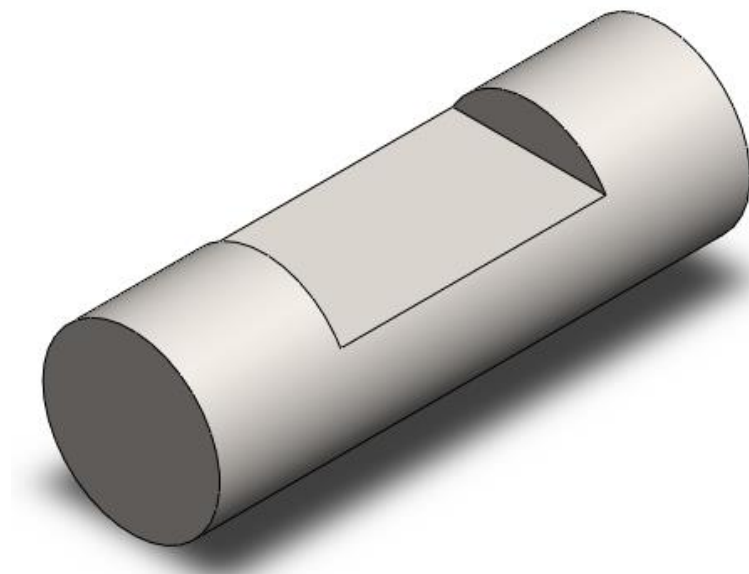


Рис. 4.1.10. Палець Коромисло-Шатун

11. Створив деталь Гвинт Палець-Шатун:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія створив ескіз деталі гвинта потрібної форми та використовуючи автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Повернутої бобишки/основи витягнув елементи обертанням навколо осі. Створив нову площину на «шляпці» гвинта за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

в якості посилок «шляпку» гвинта. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою прямокутник з центру на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зробив отвір для викрутки.

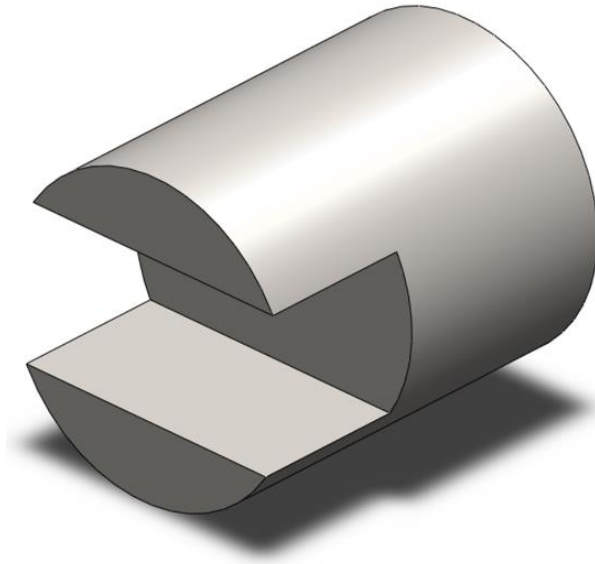


Рис. 4.1.11. Гвинт Палець-Шатун

12. Створив деталь Втулка:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія та дотична дуга створив ескіз деталі втулки потрібної форми та використовуючи автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Повернута бобишка/основа витягнув елементи обертанням навколо осі.

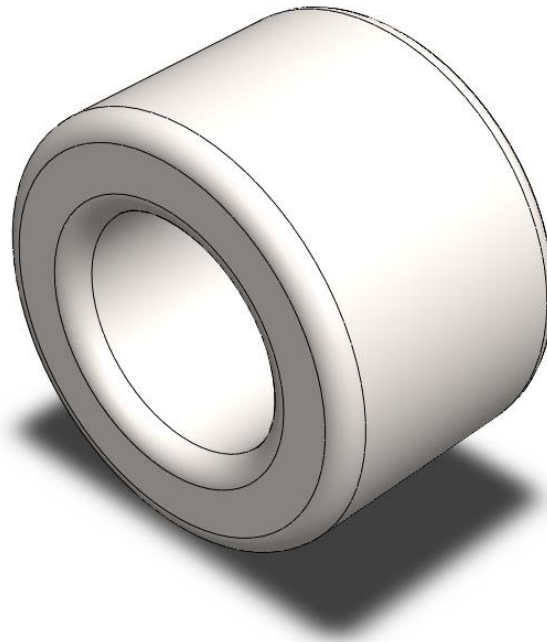


Рис. 4.1.12. Втулка

13. Створив деталь Нитконаправляч:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія та Коло створив ескіз деталі нитконаправляча потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри. Перейшов у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнута бобишка/основа витягнув елементи на необхідну довжину. Створив нову площину паралельну верхній площині за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань верхню площину та одну з граней нитконаправляча. На новій площині створив два ескіза кола за допомогою Коло на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри кола. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнута бобишка/основа витягнув елементи на необхідну довжину. Створив скруглення використовуючи команду Скруглення на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши необхідні елементи та вказавши необхідні параметри скруглення.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

72

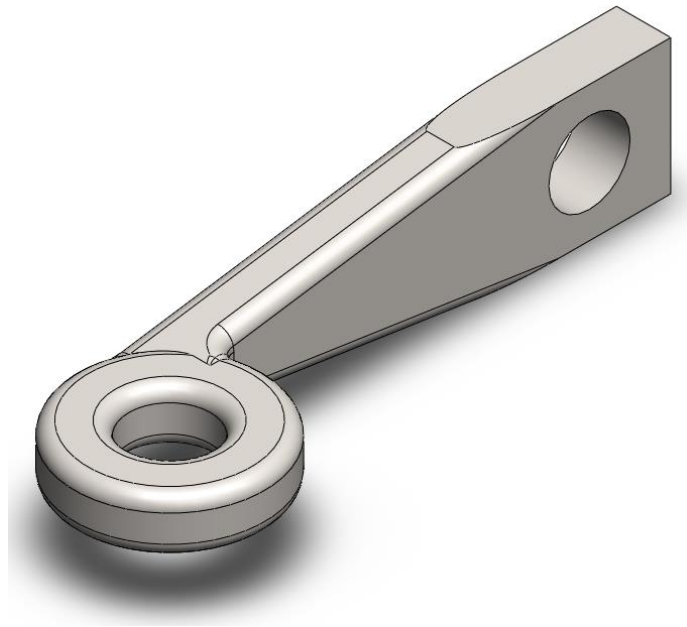


Рис. 4.1.13. Нитконаправляч

14. Створив деталь Корпус:

Створив новий ескіз на передній площині використовуючи команду Ескіз та обравши передню площину. За допомогою команд Лінія, Осьова лінія, Коло, Сплайн та прямокутник за кутами створив ескіз корпусу потрібної форми та використовуючи Автоматичне нанесення розмірів задав необхідні розміри елементів. Перейшовши у вкладку Елементи, та за допомогою Витягнута бобишка/основа витягнув елементи на необхідну довжину та у необхідних напрямках. Створив нову площину паралельну правій площині за допомогою команди Площина групи елементів Довідкова геометрія на панелі інструментів вкладки Елементи, обравши в якості посилань праву площину та бічну стінку корпусу. На новій площині створив ескіз прямокутника за допомогою Прямокутник за кутами на панелі інструментів вкладки Ескіз та за допомогою Автоматичне нанесення розмірів вказав необхідні розміри прямокутника. Перейшов на вкладку Елементи та за допомогою Витягнутий виріз на панелі інструментів, вказавши глибину вирізу зорбив виріз для ниткопритягача.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

73

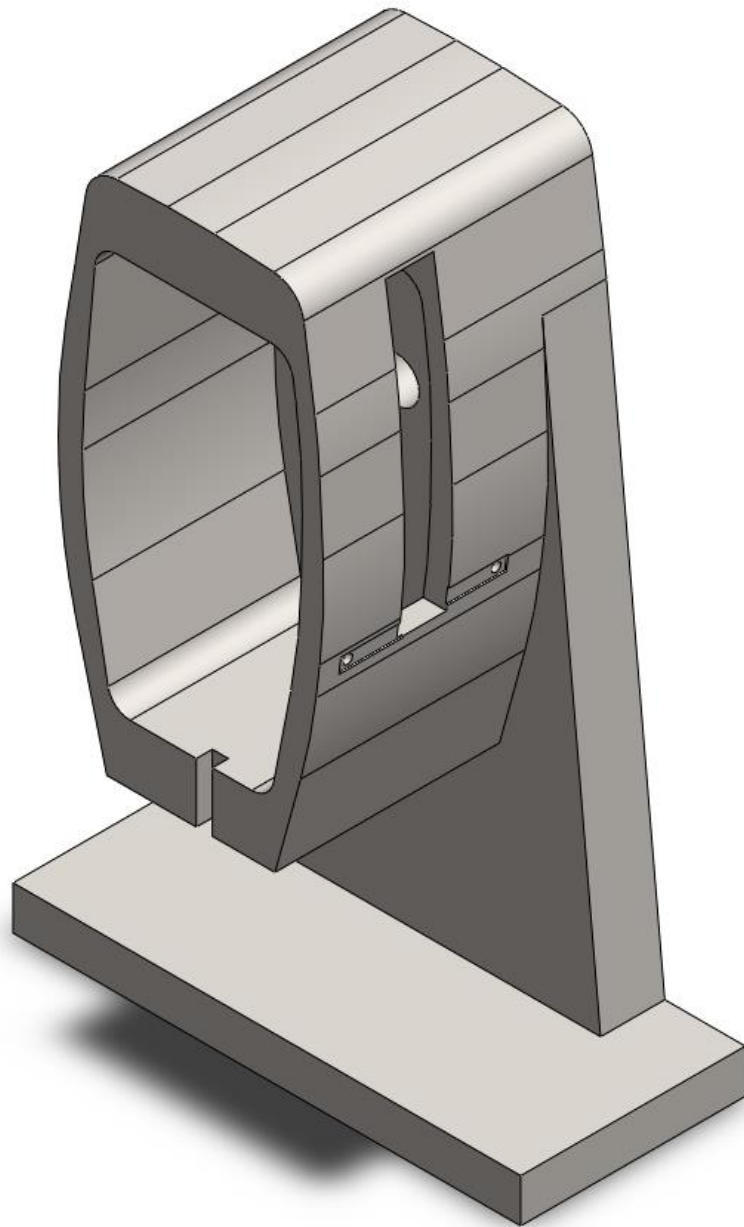


Рис. 4.1.14. Корпус

15. З'єднав усі деталі в один механізм:

За допомогою створити збірку з деталі/збірки на панелі інструментів Стандартна, створив нову збірку. За допомогою Вставити компоненти на панелі інструментів Збірка додав усі створені деталі, починаючи з корпусу, щоб самі він був зафіксований у просторі. За допомогою Умови спряження на панелі інструментів Збірка зібрав деталі всередині корпусу, з'єднавши їх у місцях контакту.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

74

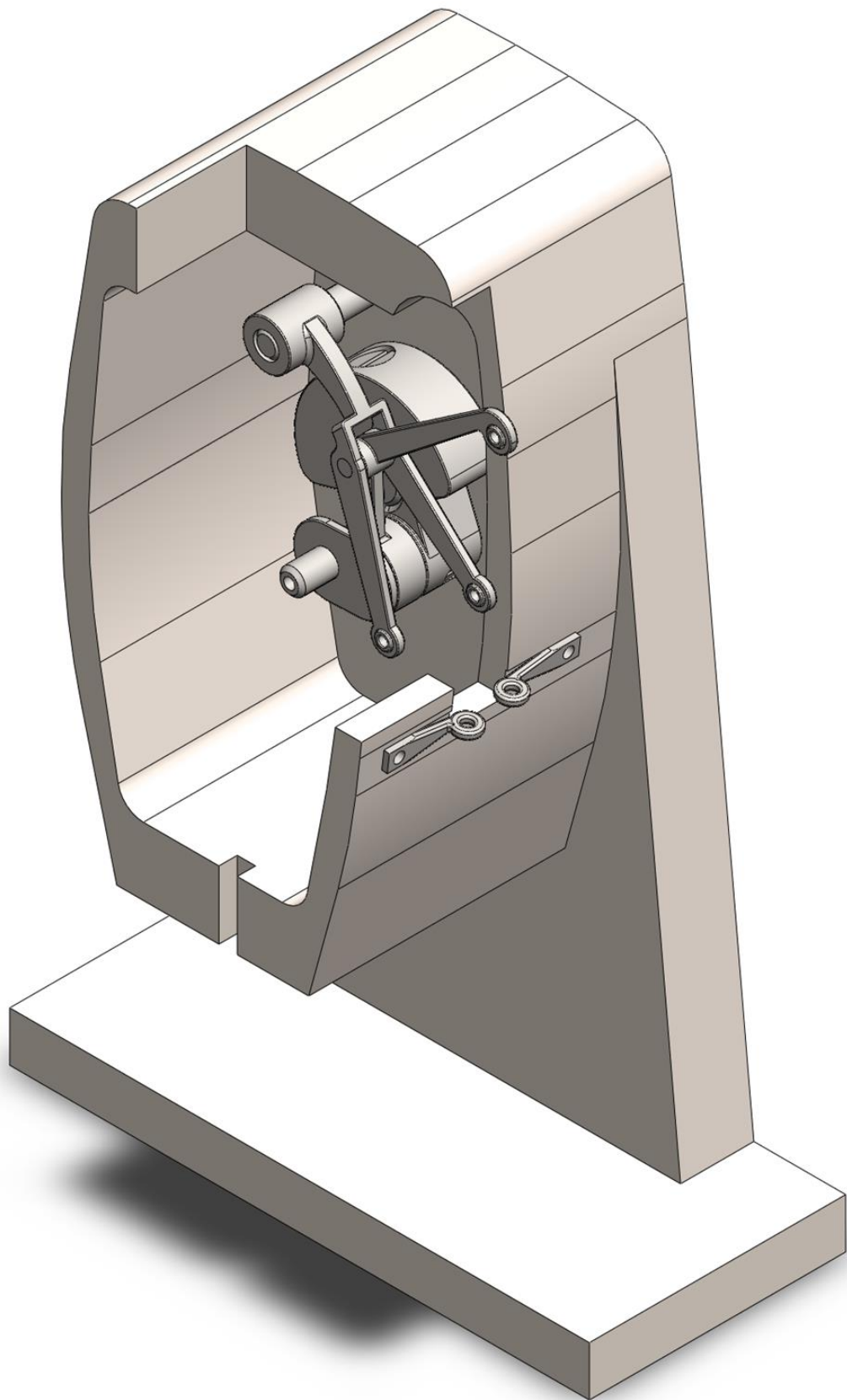


Рис. 4.1.15. Збірка механізму ниткопритягача нової конструкції швейної машини
1022 класу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

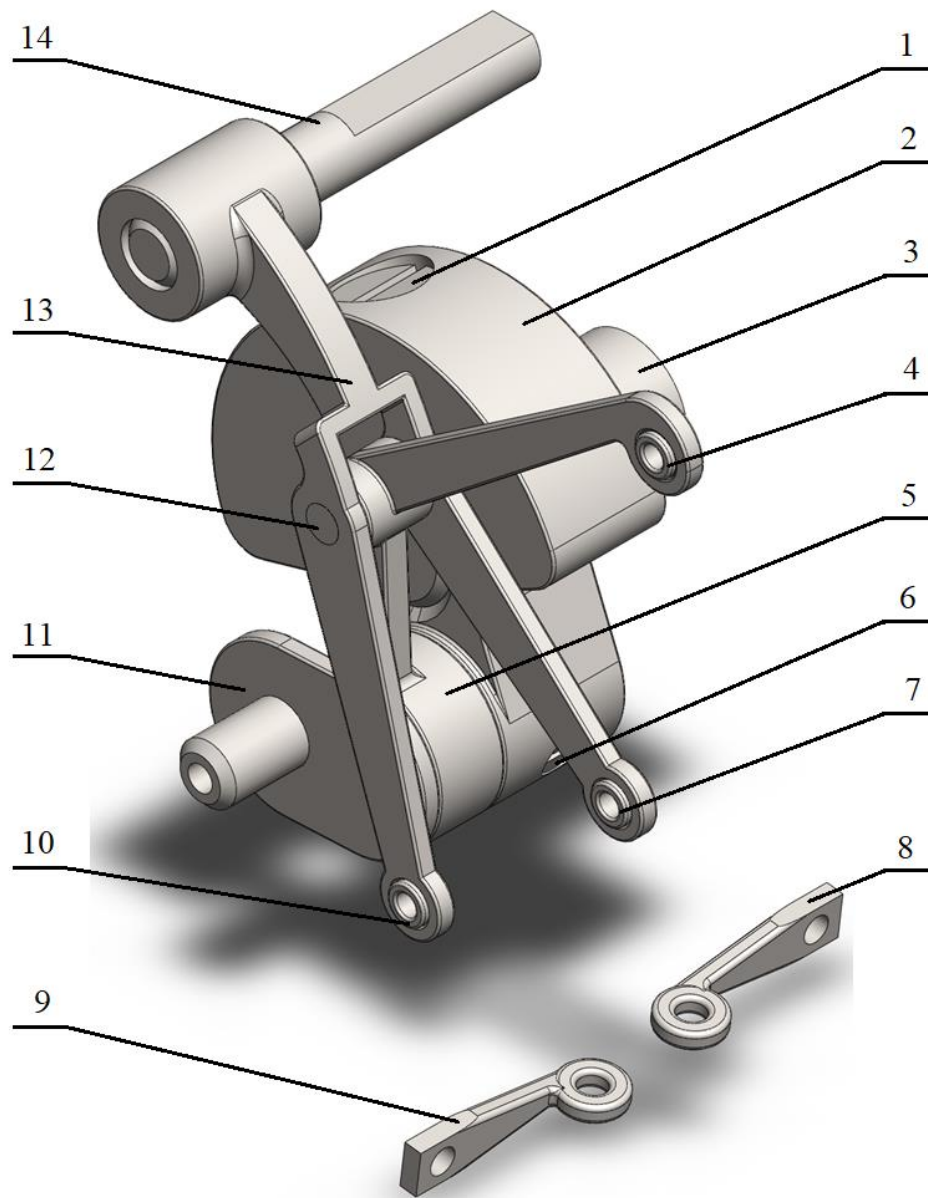


Рис. 4.1.16. Механізму ниткопритягача нової конструкції швейної машини 1022 класу

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1 – Гвинт; | 8 – Нитконапрямляч; |
| 2 – Кривошип; | 9 – Нитконапрямляч; |
| 3 – Головний вал; | 10 – Втулка-вічко відростка коромисла; |
| 4 – Втулка-вічко ниткопритягача; | 11 – Колінчастий палець; |
| 5 – Шатун; | 12 – Палець; |
| 6 – Гвинт; | 13 – Коромисло; |
| 7 – Втулка-вічко відростка коромисла; | 14 – Вісь. |

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

76

4.2. Визначення маса-інерційних параметрів в SolidWorks

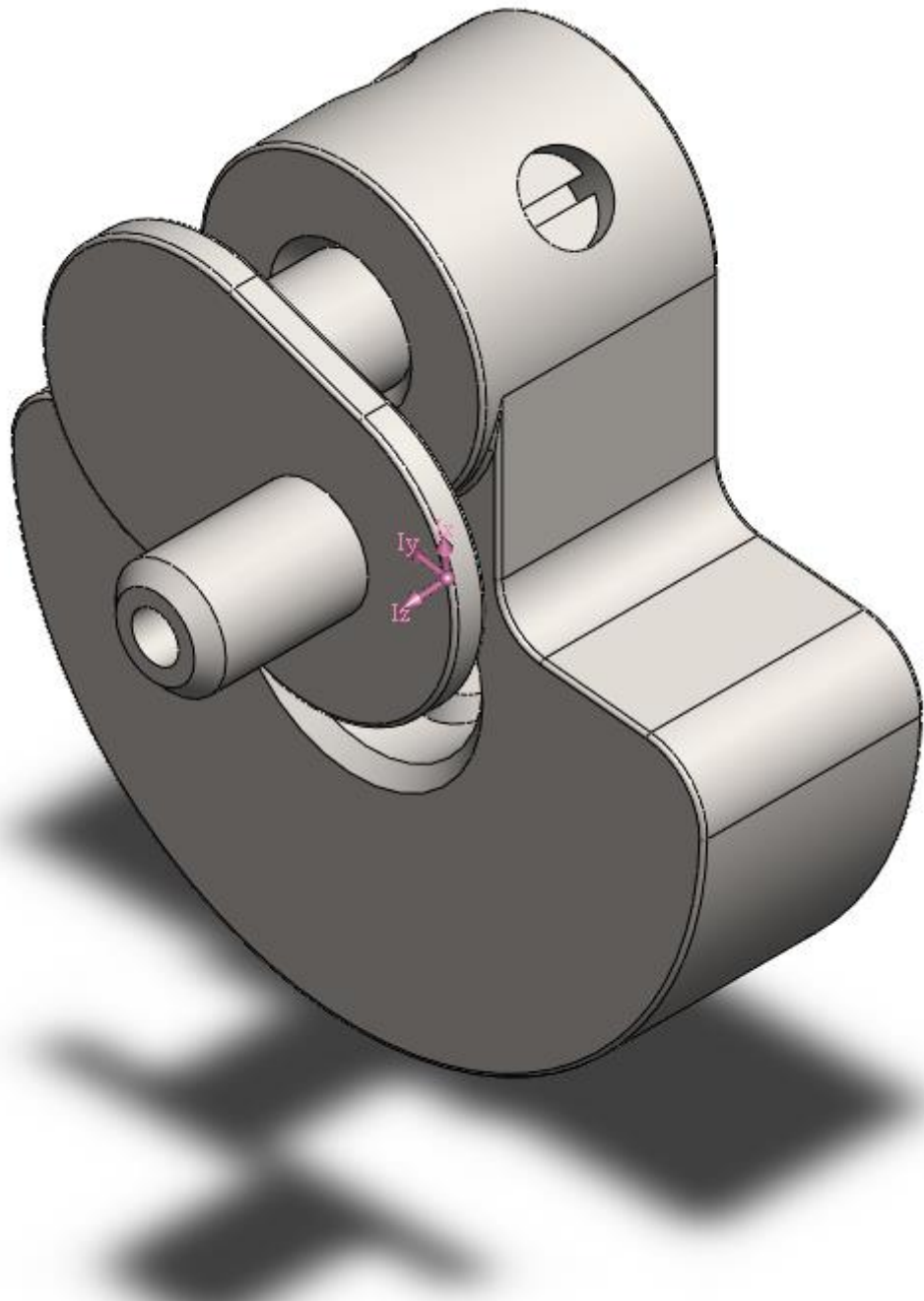


Рис. 4.2.1. Загальний вид кривошипа (ланка 1-2)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

77

Массовые характеристики: Ланка 1_2
 Конфигурация: Default
 Система координат: -- по умолчанию --

Масса = 135.63 граммов
 Объем = 17388.88 кубические миллиметры
 Площадь поверхности = 7979.08 квадратных миллиметры

Центр тяжести: (миллиметры)
 X = 0.35
 Y = 0.38
 Z = 1.57

Основные оси инерции и основные моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 центр тяжести
 Ix = (0.09, 0.98, 0.19) Px = 18693.38
 Iy = (-0.99, 0.10, -0.06) Py = 27658.19
 Iz = (-0.08, -0.18, 0.98) Pz = 36955.18

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 Определяются в центре тяжести и выравниваются относительно системы координат вывода.
 Lxx = 27646.76 Lxy = 642.75 Lxz = 868.70
 Lyx = 642.75 Lyy = 19365.88 Lyz = 3249.98
 Lzx = 868.70 Lzy = 3249.98 Lzz = 36294.11

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 Вычисляется с помощью системы координат вывода.
 Ixx = 28000.41 Ixy = 660.63 Ixz = 943.23
 Iyx = 660.63 Iyy = 19716.89 Iyz = 3330.21
 Izx = 943.23 Izy = 3330.21 Izz = 36329.98

Рис. 4.2.2. Маса-інерційні параметри кривошипа (ланка 1-2)

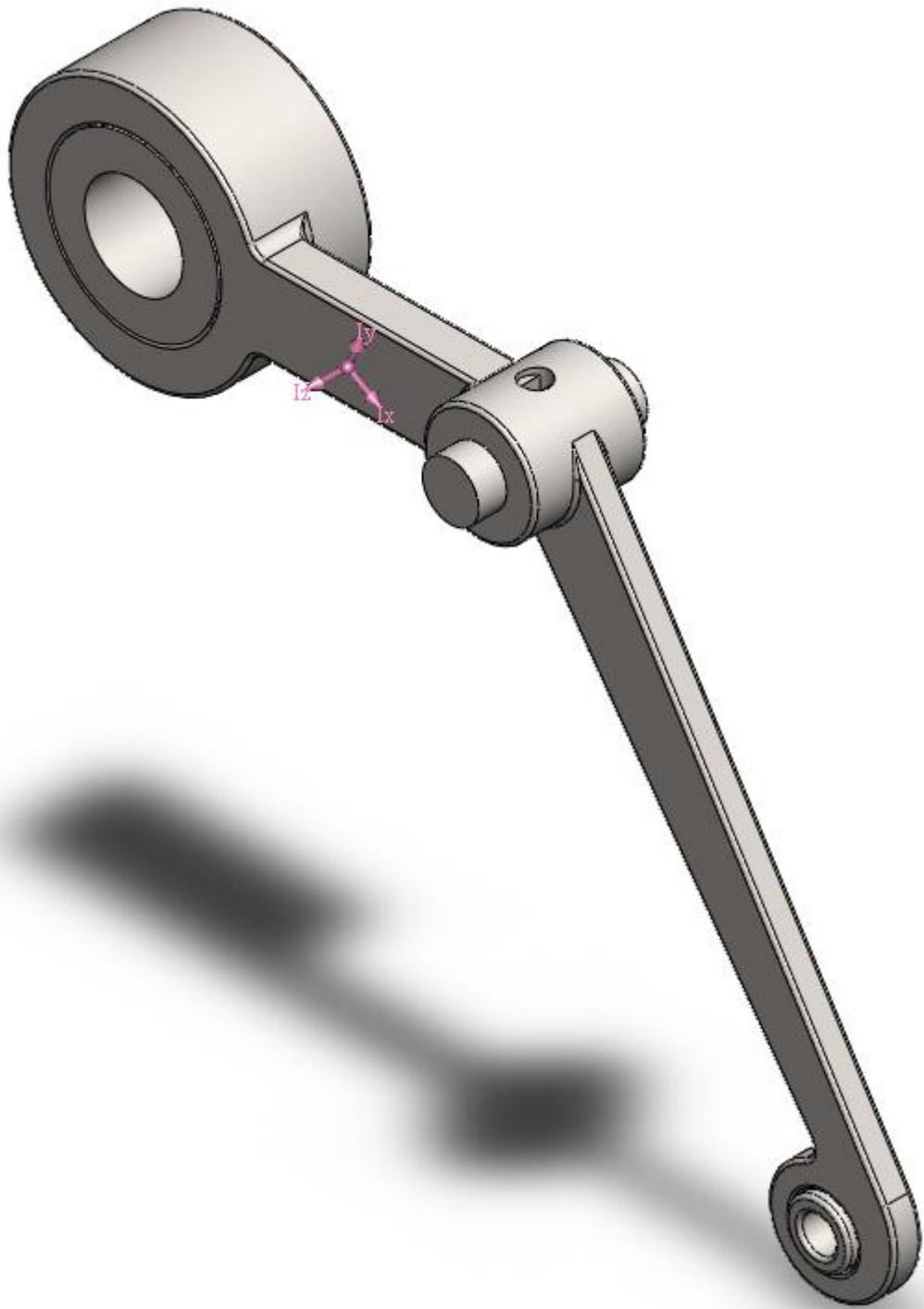


Рис. 4.2.3. Загальний вид шатуна (ланка 2-3)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

79

Массовые характеристики: Ланка 2_3
 Конфигурация: Default
 Система координат: -- по умолчанию --

Масса = 22.51 граммов
 Объем = 2885.38 кубические миллиметры
 Площадь поверхности = 3145.08 квадратных миллиметры

Центр тяжести: (миллиметры)
 X = 12.20
 Y = -3.46
 Z = 1.00

Основные оси инерции и основные моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 центр тяжести
 Ix = (0.90, -0.43, 0.06) Px = 1139.13
 Iy = (0.42, 0.90, 0.08) Py = 7789.80
 Iz = (-0.08, -0.05, 1.00) Pz = 8717.82

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 Определяются в центре тяжести и выравниваются относительно системы координат вывода.
 Lxx = 2383.71 Lxy = -2570.61 Lxz = 410.82
 Lyx = -2570.61 Lyy = 6574.16 Lyz = -116.43
 Lzx = 410.82 Lzy = -116.43 Lzz = 8688.88

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 Вычисляется с помощью системы координат вывода.
 Ixx = 2675.19 Ixy = -3519.53 Ixz = 686.25
 Iyx = -3519.53 Iyy = 9946.37 Iyz = -194.46
 Izx = 686.25 Izy = -194.46 Izz = 12307.27

Рис. 4.2.4. Маса інерційні параметри шатуна (ланка 2-3)

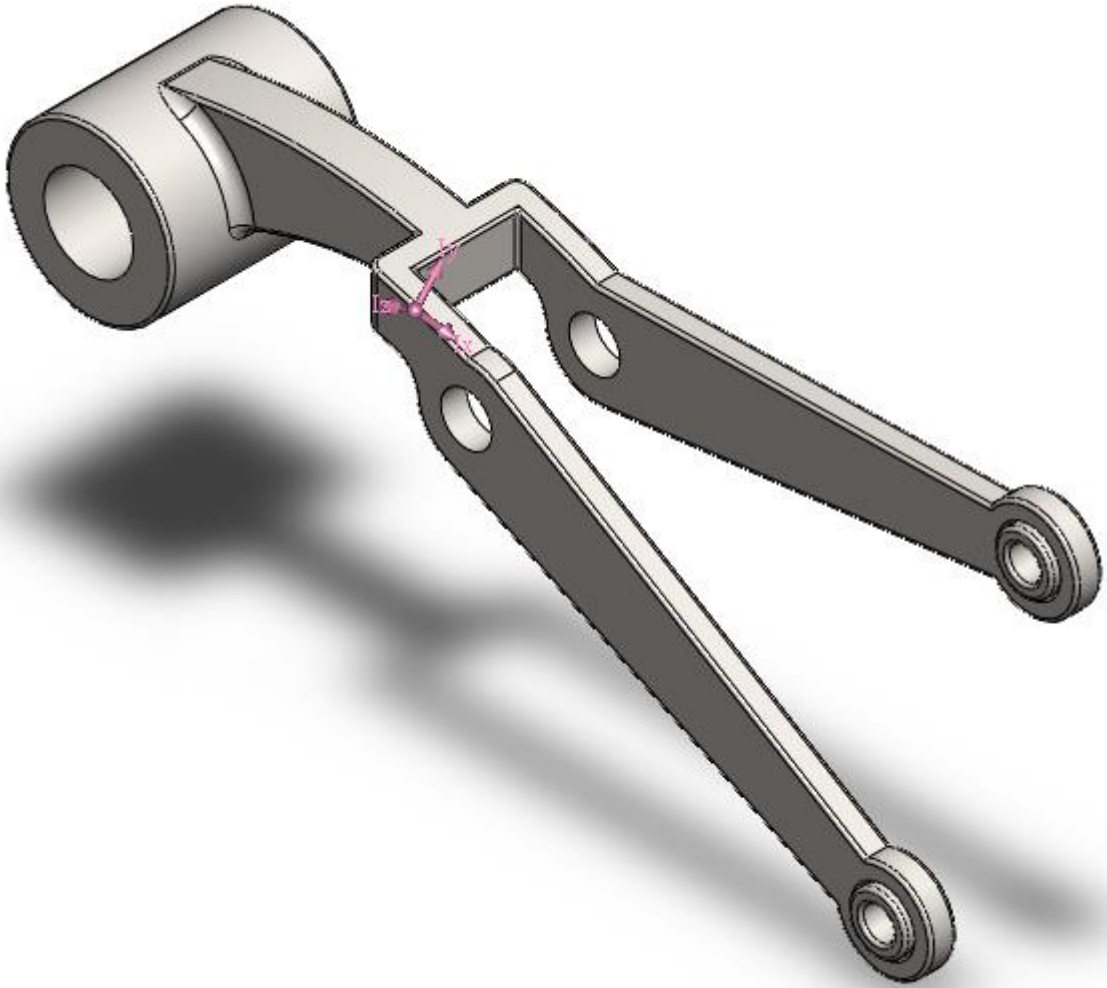


Рис. 4.2.5. Загальний вид коромисла (ланка 4-3)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

81

Массовые характеристики: Ланка 4_3
 Конфигурация: Default
 Система координат: -- по умолчанию --

Масса = 23.28 граммов
 Объем = 2984.21 кубические миллиметры
 Площадь поверхности = 3176.40 квадратных миллиметры

Центр тяжести: (миллиметры)
 X = 18.07
 Y = -0.57
 Z = 0.06

Основные оси инерции и основные моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 центр тяжести
 Ix = (0.99, -0.11, 0.00) Px = 1047.50
 Iy = (0.10, 0.83, -0.55) Py = 11008.42
 Iz = (0.06, 0.55, 0.84) Pz = 11442.85

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 Определяются в центре тяжести и выравниваются относительно системы координат вывода.
 Lxx = 1173.47 Lxy = -1119.62 Lxz = 22.61
 Lyx = -1119.62 Lyy = 11014.00 Lyz = -203.32
 Lzx = 22.61 Lzy = -203.32 Lzz = 11311.30

Моменты инерции: (граммов * квадратные миллиметры)
 Вычисляется с помощью системы координат вывода.
 Ixx = 1181.07 Ixy = -1358.44 Ixz = 48.94
 Iyx = -1358.44 Iyy = 18614.78 Iyz = -204.15
 Izx = 48.94 Izy = -204.15 Izz = 18919.49

Рис. 4.2.6. Маса-інерційні параметри коромисла (ланка 4-3)

Висновок. Виконано конструювання механізму ниткопритягача в програмі SolidWorks. Визначені маса-інерційні параметри рухомих ланок механізму ниткопритягача. Результати використані для силового аналізу кривошипно-коромислового механізму.

РОЗДІЛ 5. Силовий аналіз кривошипно-коромислового механізму

Визначення сил, що діють на ланки механізмів має велике практичне значення для розрахунків на міцність, жорсткість, вібростійкість, зносостійкість, довговічність, для визначення втрат енергії на тертя, енергетичного балансу машини тощо. Завданням цього дослідження є створення математичних моделей векторів сил (реакцій) взаємодії ланок у місцях їх стикання для визначення миттєвих та граничних значень навантажень в кінематичних парах кривошипно-коромислового механізму ниткопритягача швейної машини; створення програмного коду на основі отриманих математичних моделей в програмі Mathcad.

Вхідні дані

Відстань від P_1 до центра мас кривошипа P_{S1} , мм	$l_{1_{S1}} = 0.52$
Кут між векторами P_{1_2} та $P_{1_{S1}}$	$U_{2_1_{S1}} = -14.65$
Маса кривошипа, кг	$m_1 = 0.13564$
Момент інерції кривошипа, кг·м ²	$J_{S1} = 0.00003695518$
Початковий кут установлення кривошипа, градуси	$\varphi_1 = 62$
Відстань від P_2 до центра мас шатуна P_{S2} , мм	$l_{2_{S2}} = 12.68$
Кут між векторами P_{2_3} та $P_{2_{S2}}$	$U_{3_2_{S2}} = -99.63$
Маса шатуна, кг	$m_2 = 0.02251$
Момент інерції шатуна, кг·м ²	$J_{S2} = 0.0000087179$
Відстань від P_4 до центра мас коромисла P_{S3} , мм	$l_{4_{S3}} = 18.08$
Кут між векторами P_{4_3} та $P_{2_{S3}}$	$U_{3_4_{S3}} = -25.69$
Маса коромисла, кг	$m_3 = 0.02328$
Момент інерції коромисла, кг·м ²	$J_{S3} = 0.00001144288$
Кут між віссю абсцис та вектором P_{1_4} , градуси	$\varphi_{1_4} = 115.46$

Визначення векторів-ланок та векторів-точок центрів мас ланок:

$$P_{2_{S2}}(\varphi_1) := \rho_z(P_{2_3}(\varphi_1), U_{3_2_{S2}}, L_{2_{S2}})$$

$$P_{S2}(\varphi_1) := P_2(\varphi_1) + P_{2_{S2}}(\varphi_1)$$

$$P_{4_{S3}}(\varphi_1) := \rho_z(P_{4_3}(\varphi_1), U_{3_4_{S3}}, L_{4_{S3}})$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

$$P_{S3}(\varphi_1) := P_4 + P_{4_{S3}}(\varphi_1)$$

$$P_{1_{S1}}(\varphi_1) := \rho_Z(P_{1_2}(\varphi_1), U_{2_1_{S1}}, L_{1_{S1}})$$

$$P_{S1}(\varphi_1) := P_1 + P_{1_{S1}}(\varphi_1)$$

Визначення лінійних швидкостей та прискорень центрів мас ланок:

$$V_{S2}(\varphi_1) := r'(P_{S2}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

$$A_{S2}(\varphi_1) := r''(P_{S2}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{S2}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

$$V_{S3}(\varphi_1) := r'(P_{S3}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

$$A_{S3}(\varphi_1) := r''(P_{S3}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{S3}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

$$V_{S1}(\varphi_1) := r'(P_{S1}, \varphi_1) \cdot \omega_1$$

$$A_{S1}(\varphi_1) := r''(P_{S1}, \varphi_1) \cdot \omega_1^2 + r'(P_{S1}, \varphi_1) \cdot \varepsilon_1$$

Визначення сил тяжіння, що діють на ланки:

$$G_2 := -e_Y \cdot m_2 \cdot g$$

$$G_3 := -e_Y \cdot m_3 \cdot g$$

$$G_1 := -e_Y \cdot m_1 \cdot g$$

де g – прискорення вільного падіння, 9.807 м/с².

Визначення сил інерції та моментів від сил інерції ланок:

$$F_{i2}(\varphi_1) := -m_2 \cdot A_{S2}(\varphi_1)$$

$$M_{i2}(\varphi_1) := -\varepsilon_{2_3}(\varphi_1) \cdot I_{S2}$$

$$F_{i3}(\varphi_1) := -m_3 \cdot A_{S3}(\varphi_1)$$

$$M_{i3}(\varphi_1) := -\varepsilon_{4_3}(\varphi_1) \cdot I_{S3}$$

$$F_{i1}(\varphi_1) := -m_1 \cdot A_{S1}(\varphi_1)$$

Визначення тангенціальних реакцій в точці 2 та точці 4:

$$R_{\tau 2}(\varphi_1) := R_{\tau} \left[P_3(\varphi_1), P_2(\varphi_1), \begin{pmatrix} P_{S2}(\varphi_1) \\ P_{S2}(\varphi_1) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} G_2 \\ F_{i3}(\varphi_1) \end{pmatrix}, M_{i2}(\varphi_1) \right]$$

$$R_{\tau 4}(\varphi_1) := R_{\tau} \left[P_3(\varphi_1), P_4(\varphi_1), \begin{pmatrix} P_{S3}(\varphi_1) \\ P_{S3}(\varphi_1) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} G_3 \\ F_{i3}(\varphi_1) \end{pmatrix}, M_{i3}(\varphi_1) \right]$$

Визначення нормальних реакцій в точці 2 та точці 4:

$$R_{rez}(\varphi_1) := -(R_{\tau 2}(\varphi_1) + R_{\tau 4}(\varphi_1) + G_2 + G_3 + F_{i3}(\varphi_1) + F_{i3}(\varphi_1))$$

$$R_{n2}(\varphi_1) := R_n(P_3(\varphi_1), P_2(\varphi_1), P_4, R_{rez}(\varphi_1), P_2(\varphi_1)) \cdot \frac{H}{M}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$R_{n4}(\varphi_1) := R_n(P_3(\varphi_1), P_2(\varphi_1), P_4, R_{rez}(\varphi_1), P_4) \cdot \frac{H}{M}$$

Визначення результуючих реакцій в точці 2 та точці 4:

$$R_2(\varphi_1) := R_{\tau 2}(\varphi_1) + R_{n2}(\varphi_1)$$

$$R_4(\varphi_1) := R_{\tau 4}(\varphi_1) + R_{n4}(\varphi_1)$$

Визначення реакції в кінематичній парі 3

Якщо розглядати рівновагу шатуна 2-3:

$$R_{3'}(\varphi_1) := -(R_2(\varphi_1) + G_2 + F_{i2}(\varphi_1))$$

Якщо розглядати рівновагу коромисла 3-4:

$$R_3(\varphi_1) := -(R_4(\varphi_1) + G_3 + F_{i3}(\varphi_1))$$

Визначення реакцій в кінематичній парі 1:

$$R_1(\varphi_1) := -(G_1 + F_{i1}(\varphi_1) - R_2(\varphi_1))$$

Результати силового розрахунку

Кут кривошипа	Функції положень центрів мас ланок, мм			
	P _{S2} X	P _{S2} Y	P _{S3} X	P _{S3} Y
0	18.77	12.58	3.19	27.54
-30	16.25	4.01	1.25	22.00
-60	10.98	-2.44	-1.53	18.20
-90	5.11	-5.60	-3.20	16.67
-120	-0.07	-5.52	-3.40	16.50
-150	-3.73	-2.59	-2.71	17.08
-180	-4.79	2.60	-1.22	18.54
-210	-2.26	9.64	1.27	22.04
-240	3.34	19.16	3.46	30.04
-270	8.16	26.90	2.20	37.35
-300	13.17	26.72	2.21	37.32
-330	17.47	21.01	3.29	33.25
-360	18.77	12.58	3.19	27.54

Кут кривошипа	Функції швидкостей центрів мас ланок, м/сек			
	V_{S2X}	V_{S2Y}	V_{S3X}	V_{S3Y}
0	-0.50	-7.14	-0.84	-4.73
-30	-3.38	-6.26	-2.14	-3.91
-60	-4.73	-3.89	-1.99	-2.08
-90	-4.51	-1.19	-0.66	-0.54
-120	-3.67	1.27	0.25	0.19
-150	-2.04	3.34	0.86	0.75
-180	0.49	4.89	1.56	1.72
-210	3.58	6.50	2.34	4.29
-240	4.56	8.32	0.29	7.93
-270	3.68	2.97	-1.04	2.64
-300	4.09	-2.77	0.81	-2.06
-330	2.46	-6.00	0.60	-4.16
-360	-0.50	-7.14	-0.84	-4.73

Кут кривошипа	Функції прискорень центрів мас ланок, м/сек ²			
	A_{S2X}	A_{S2Y}	A_{S3X}	A_{S3Y}
0	-2535.63	-80.40	-1277.60	114.94
-30	-1855.17	1423.10	-615.70	1165.27
-60	-282.51	2188.77	856.99	1559.38
-90	443.90	2076.10	967.42	839.24
-120	952.40	1837.90	543.11	435.88
-150	1674.54	1443.61	486.65	520.60
-180	2335.85	1104.70	669.91	1184.92
-210	2343.19	1705.86	224.48	3171.27
-240	-1295.68	-631.35	-3481.04	-7.50
-270	601.53	-5713.20	1638.67	-5342.85
-300	-448.14	-3472.07	673.89	-2447.87
-330	-2014.78	-1742.82	-840.87	-1033.08
-360	-2535.63	-80.40	-1277.60	114.94

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МДР.1022.00.00.ПЗ

Аркуш

86

Кут кривошипа	Результуючі реакції в кінематичних парах, Н			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
0	51.03	42.61	16.40	45.84
-30	92.41	79.43	32.98	11.77
-60	186.45	174.02	124.61	99.89
-90	136.97	125.96	79.01	65.02
-120	84.79	74.28	27.56	13.05
-150	88.31	78.36	30.44	18.72
-180	141.32	133.37	78.64	69.38
-210	315.11	312.28	258.17	265.86
-240	86.57	86.08	113.17	194.15
-270	543.74	532.94	431.94	372.18
-300	220.24	214.21	137.49	98.48
-330	87.43	84.01	33.94	25.04
-360	51.03	42.61	16.40	45.84

Визначаємо максимальне значення реакцій в n -й кінематичній парі:

$$R_{1max}(\varphi_1) := |R_1(\varphi_1)| \quad \varphi_{1R2} := -270^\circ$$

$$R_{2max}(\varphi_1) := |R_2(\varphi_1)| \quad \varphi_{1R3} := -270^\circ$$

$$R_{3max}(\varphi_1) := |R_3(\varphi_1)| \quad \varphi_{1R4} := -270^\circ$$

$$R_{4max}(\varphi_1) := |R_4(\varphi_1)| \quad \varphi_{1R1} := -270^\circ$$

$$\varphi_{1R1max} := \text{Maximize}(R_{1max}, \varphi_{1R1})$$

$$\varphi_{1R2max} := \text{Maximize}(R_{2max}, \varphi_{1R2})$$

$$\varphi_{1R3max} := \text{Maximize}(R_{3max}, \varphi_{1R3})$$

$$\varphi_{1R4max} := \text{Maximize}(R_{4max}, \varphi_{1R4})$$

де *Maximize* – функція в для визначення екстремуму функції;

R_{nmax} – модуль вектору реакції в n -й кінематичній парі;

φ_{1Rn} – аргумент функції *Maximize*, який визначає початкове значення кута кривошипа 1, в околиці якого здійснюється пошук R_{nmax} .

Визначені миттєві та максимальні значення реакцій та в чотирьох кінематичних парах:

$$R_{1max}(\varphi_{1R1max}) = 575.96 \cdot \text{Н} \quad \varphi_{1R1max} = -263.73^\circ$$

$$R_{2max}(\varphi_{1R2max}) = 564.73 \cdot \text{Н} \quad \varphi_{1R2max} = -263.75^\circ$$

$$R_{3max}(\varphi_{1R3max}) = 462.14 \cdot \text{Н} \quad \varphi_{1R3max} = -263.70^\circ$$

$$R_{4max}(\varphi_{1R4max}) = 390.73 \cdot \text{Н} \quad \varphi_{1R4max} = -264.94^\circ$$

Для конструювання кінематичних пар необхідно попередньо визначити мінімально допустимі діаметри цапф рухомих з'єднань ланок механізму. Цапфа представлена у вигляді консольної балки (пальця) круглого перерізу.

$$\sigma := 160 \cdot 10^6 \text{Па}$$

де σ – допустиме напруження на згин.

Прийmemo довжини цапф L_n для n -ої кінематичної пари.

$$L_2 := 4 \text{ мм}; \quad L_3 := 2 \text{ мм}; \quad L_4 := 7.5 \text{ мм}; \quad L_1 := 7 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімально допустимі діаметри цапф кінематичних пар з умовою міцності на згин:

$$d_{1min} := \sqrt[3]{\frac{32 \cdot R_{1max}(\varphi_{1R1max}) \cdot L_1}{\pi \cdot \sigma}}$$

$$d_{2min} := \sqrt[3]{\frac{32 \cdot R_{2max}(\varphi_{1R2max}) \cdot L_2}{\pi \cdot \sigma}}$$

$$d_{3min} := \sqrt[3]{\frac{32 \cdot R_{3max}(\varphi_{1R3max}) \cdot L_3}{\pi \cdot \sigma}}$$

$$d_{4min} := \sqrt[3]{\frac{32 \cdot R_{4max}(\varphi_{1R4max}) \cdot L_4}{\pi \cdot \sigma}}$$

Визначені мінімально допустимі діаметри цапф кінематичних пар:

$$d_{2min} = 5.24 \text{ мм}$$

$$d_{3min} = 3.89 \text{ мм}$$

$$d_{4min} = 5.71 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = 6.36 \text{ мм}$$

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

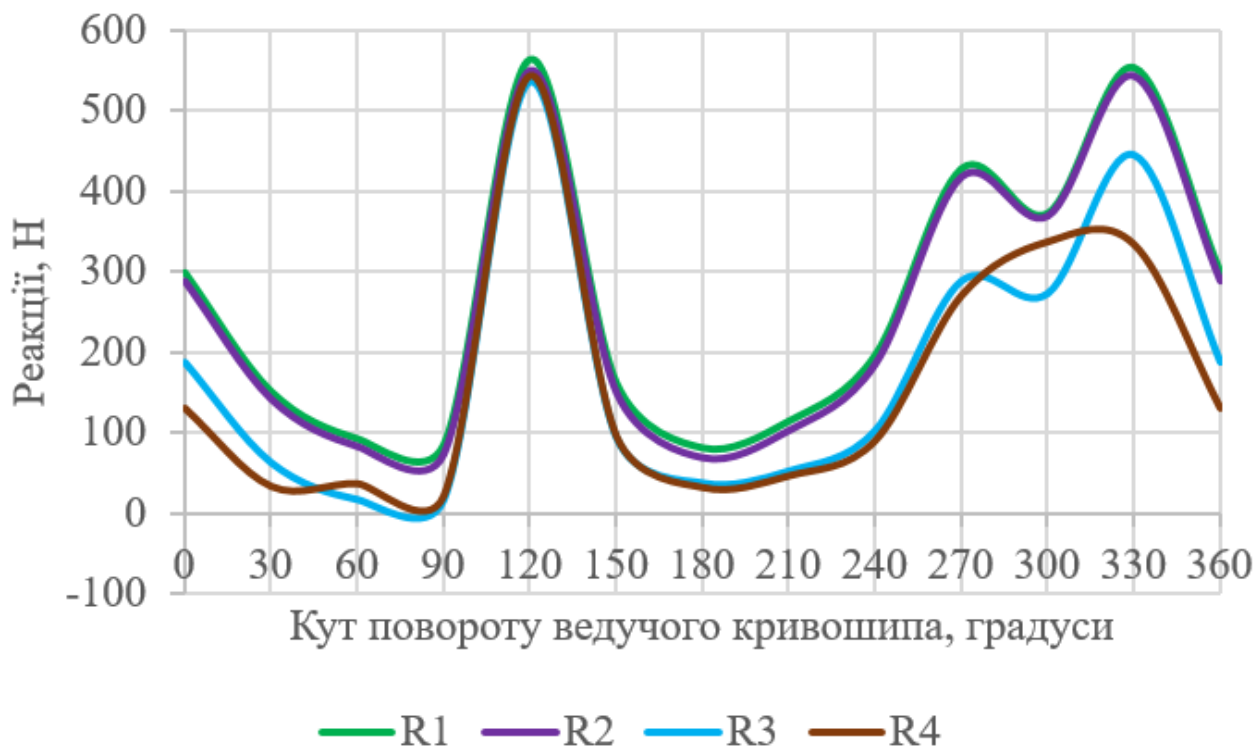


Рис. 5.1. Результуючі реакції в кінематичних парах



Рис. 5.2. Приведений момент

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

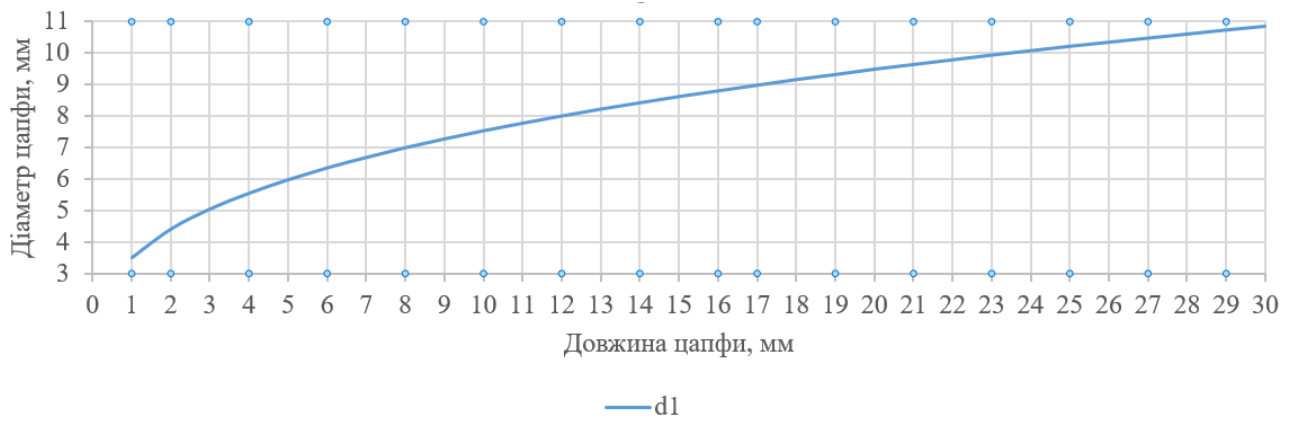


Рис. 5.3. Діаграма зміни діаметру цапфи в кінематичній парі 1

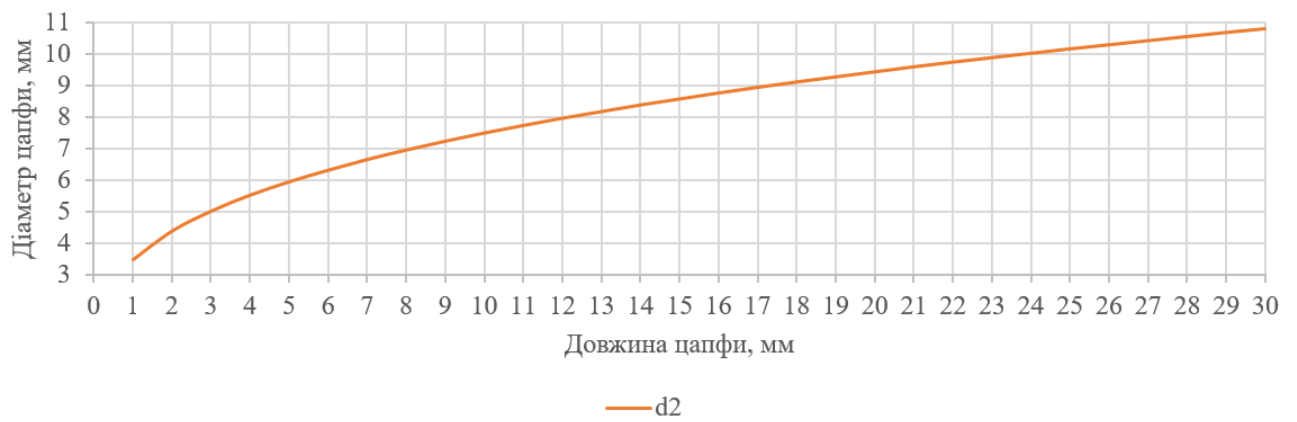


Рис. 5.4. Діаграма зміни діаметру цапфи в кінематичній парі 2

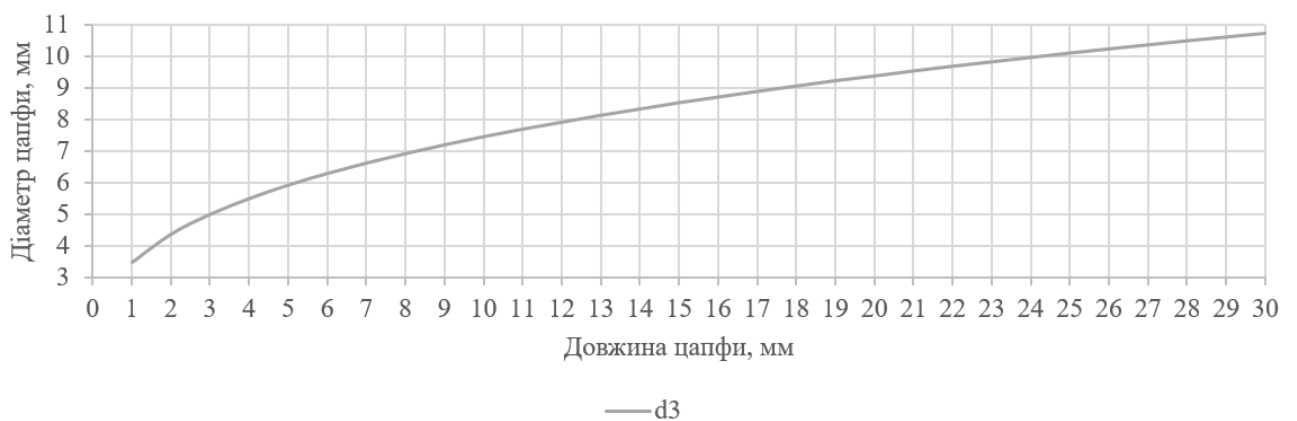


Рис. 5.5. Діаграма зміни діаметру цапфи в кінематичній парі 3

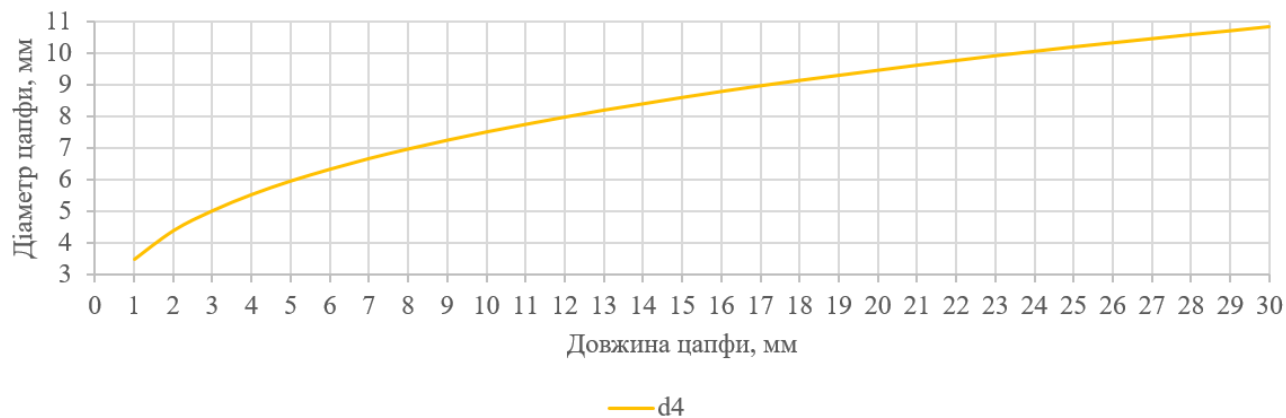


Рис. 5.6. Діаграма зміни діаметру цапфи в кінематичній парі 4

Висновок. Використовуючи результати розрахунків кінематичного аналізу та конструювання механізму у SolidWorks було визначено максимальні значення реакцій в кінематичних парах, а також мінімально можливі діаметри цапф у кінематичних парах за умовою міцності на згин.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

Розділ 1. Визначено призначення та технічна характеристика швейної машини 1022 класу, досліджено будову та циклограму робочих органів швейної машини 1022 класу.

Розділ 2. Було виконано кінематичний аналіз механізму ниткопритягача базової конструкції, в результаті якого було отримано значення функцій положень, функції лінійних швидкостей та прискорень характерних точок механізму, а також кути повороту і функції кутових швидкостей та прискорень ланок механізму. Було визначено закон дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача базової конструкції.

Розділ 3. Здійснений метричний синтез функціонально-досконалого механізму ниткопритягача методом Монте-Карло з використанням програми Mathcad, у результаті якого отримані геометричні параметри ланок механізму та координати опорних стояків та нитконапрямлячів верхньої нитки. Було виконано кінематичний аналіз механізму ниткопритягача нової конструкції, в результаті якого було отримано значення функцій положень, функцій лінійних швидкостей та прискорень характерних точок механізму, а також кути повороту і функції кутових швидкостей та прискорень ланок механізму. Було визначено закон дійсної подачі верхньої нитки механізмом ниткопритягача нової конструкції.

Розділ 4. Виконано конструювання механізму ниткопритягача в програмі SolidWorks. Визначені маса-інерційні параметри рухомих ланок механізму ниткопритягача. Результати використані для силового аналізу кривошипно-коромислового механізму.

Розділ 5. Використовуючи результати розрахунків кінематичного аналізу та конструювання механізму у SolidWorks було визначено максимальні значення реакцій в кінематичних парах, а також мінімально можливі діаметри цапф у кінематичних парах за умовою міцності на згин.

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		92

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : [учеб. для вузов] / И. И. Артоболевский – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.
2. Безрядін В. М., Дворжак В. М. Дослідження двокривошипного чотириланкового механізму ниткопритягувача швейної машини / В. М. Безрядін, В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2017. – № 6. – С. 26-34. (10 сторінок).
3. Горобець В. А. Синтез просторового рычажного направляючого механізму / В. А. Горобець, А. П. Манойленко, В. Н. Дворжак // Вестник витебского государственного технологического университета. – 2019. – № 1 (36). – С. 13-23. (11 сторінок).
4. Горобець В. А. Дослідження впливу значень параметрів напрямного механізму голки на його технологічність / В. А. Горобець, О. П. Манойленко, В. М. Дворжак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 3. – С. 56-62.
5. Горобець В. А. Розробка і синтез нового механізму транспорту швейної машини / В. А. Горобець, В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2018. – № 5 (126). – С. 33-39. (7 сторінок).
6. Горобець В. А., Манойленко О. П., Дворжак В. М. Аналіз взаємодії робочих органів швейної машини потайного ланцюгового стібка. Повідомлення 1. // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Т.2 – 2010. – № 5. – С. 29-33.
7. Горобець В. А., Манойленко О. П., Дворжак В. М. Аналіз взаємодії робочих органів швейної машини потайного ланцюгового стібка. Повідомлення 2. // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2011. – № 3. – С. 9-16.
8. Дворжак В. М. Аналітичне дослідження динаміки типових двокривошипних механізмів технологічних машин легкої промисловості / В. М. Дворжак //

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		93

Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2017. – № 5. – С. 54-64.

9. Дворжак В. М. Аналітичне дослідження динаміки типових кулісних механізмів технологічних машин легкої промисловості / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2018. – № 3 (122). – С. 9-18.
10. Дворжак В. М. Візуалізація схемотехнічного моделювання механізмів технологічних машин [Електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Д. Л. Литвяк, І. С. Мелащенко, В. В. Мочоник // Технології та дизайн. – 2018. – № 4 (29). – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_9
11. Дворжак В.М. Дослідження шарнірно-важільного механізму ниткопритягача швейної машини [Електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Д. Д. Писаренко, С. О. Шевель, Р. В. Карпенко, В. І. Дикусар, М. О. Петрівський // Технології та дизайн. – 2021. – № 1 (38). – Режим доступу: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/17363/1/td_2021_N1_09.pdf (10 сторінок).
12. Дворжак В. М. Математичне моделювання механізмів швейних машин зі структурними групами третього класу третього порядку з двома поступальними парами / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2016. – № 5. – С. 99-108.
13. Дворжак В. М. Силовий аналіз механізму коливального руху вушкових голок основ'язальної машини / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2019. – № 3 (134). – С. 26-35.
14. Дворжак В. М. Схемотехнічне моделювання кінематичних схем просторових чотириланкових кривошипно-коромислових механізмів технологічних машин / В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2016. – № 2. – С. 18-26.
15. Дворжак В. М. Схемотехнічне моделювання механізмів основ'язальних машин зі структурними групами III класу. Повідомлення 2. [електронний ресурс] / В. М. Дворжак, Б. В. Орловський, Б. М. Петрів, М. Г. Залюбовський //

					<i>МДР.1022.00.00.ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		94

Технології та дизайн. – 2013. – № 2. – Режим доступу до журн.:
http://archive.nbuu.gov.ua/e-journals/td/2013_2/index.html. (7 сторінок)

16. Дворжак В. М., Герасимчук Д. М. Модернізація головки швейної машини 1022М(Г) класу на основі вдосконаленого механізму зубчастої рейки // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XIV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 23-24 квітня 2015 р. – К.: КНУТД, 2015. – Т. 2. – С. 121.
17. Дворжак В. М., Губар Є. М. Удосконалення головки швейної машини 1022(Г) класу на основі механізму ниткопритягувача з двома відростками коромисла // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XIV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 23-24 квітня 2015 р. – К.: КНУТД, 2015. – Т. 2. – С. 117.
18. Дворжак В. М., Дегтяр В. Г. Швейна машина 97-А(Д) класу з оберненим кулісним механізмом ниткопритягувача // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XI Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 19-20 квітня 2012 р. – К.: КНУТД, 2012. – Т. 2. – С. 143.
19. Дворжак В. М., Євтушок С. В. Вдосконалення механізму відводчика нитки швейної машини-напівавтомата // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XI Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 19-20 квітня 2012 р. – К.: КНУТД, 2012. – Т. 2. – С. 146-147.
20. Дворжак В. М., Орловський Б. В. Схемотехнічне проектування машин – нова дисципліна кафедри машин легкої промисловості КНУТД // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Т. 4. – 2010. – № 5. – С. 144-146.
21. Дворжак В. М., Чудінович Ю. Ю. Удосконалення головки швейного напівавтомата 95(ч) класу на основі важільного механізму відводчика // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XIV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 23-24 квітня 2015 р. – К.: КНУТД, 2015. – Т. 2. – С. 118.
22. Дворжак В. М., Чудінович Ю. Ю. Схемотехнічне проектування типового кривошипно-коромислового механізму технологічних машин // Наукові

					<i>МДР.1022.00.00.ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		95

розробки молоді на сучасному етапі: XIV Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 23-24 квітня 2015 р. – К.: КНУТД, 2015. – Т. 2. – С. 119.

23. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин : Підручник. – К. : Наукова думка, 2002. – 660 с. ISBN 966-00-0740-X.
24. Котов А. В. Математическое моделирование [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.androsv.na.by/matm.html>. Загол. з титул. екрану.
25. Левитский Н. И. Теория механизмов и машин / Н. И. Левитский – М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 576 с.
26. Макаров Е. Г. MathCAD: Учебный курс. / Е. Г. Макаров – СПб. : Питер, 2009. – 384 с. – ISBN 978-5-388-00201-3.
27. Мацюк И. Н. Решение векторных уравнений кинематики механизмов с помощью программы MathCAD. [електронний ресурс] / И. Н. Мацюк, К. А. Зиборов, Э. М. Шляхов // Теория механизмов и машин. – 2008. – № 1. Том 6. – С. 64-70. – Режим доступу до журн.: <http://tmm.spbstu.ru/journal.html>.
28. Орловський Б. В. Комп'ютерне моделювання та синтез типового механізму технологічних машин / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2014. – № 5. – С. 103-108.
29. Орловський Б. В. Метричний синтез оберненого кулісного механізму ниткопритягувача швейної машини. Повідомлення 1 [електронний ресурс] / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, Є. С. Радченко // Технології та дизайн. – 2011. – № 1. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2011_1/2011-1.html
30. Орловський Б. В. Метричний синтез оберненого кулісного механізму ниткопритягувача швейної машини. Повідомлення 2 [електронний ресурс] / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, Є. С. Радченко // Технології та дизайн. – 2012. – № 1. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_1/2012-1.html
31. Орловський Б. В. Правила виконання кінематичних схем. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики / Б. В. Орловський, В. А. Пищиков,

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

- Н. С. Абрінова. – К. : КНУТД, 2007. – 32 с. – (Стандарт кафедри машин легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну).
32. Орловський Б. В., Дворжак В. М. Визначення реакцій в кінематичних парах механізмів основов'язальних машин методом векторного перетворення координат // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2009. – № 3. – С. 34-44.
33. Орловський Б. В., Дворжак В. М. Кінематичне дослідження багатоланкових шарнірно-важільних механізмів основов'язальних машин аналітичним методом // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Т. 1. – 2008. – № 4.– С. 34-39.
34. Орловський Б. В., Дворжак В. М., Абрінова Н. С. Залежність якості проектування основов'язальних і швейних машин від вибору метода синтезу багатоланкових важільних механізмів // Вісник Технологічного університету Поділля. Ч. 1 «Технічні науки». – 2003. – № 1. – С. 164-169.
35. Орловський Б. В., Кошель Г. В., Дворжак В. М. Дослідження кінематичних параметрів просторових механізмів зигзаг машин і напівавтоматів // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2009. – № 5. – С. 9-16.
36. Орловський Б. В., Марченко Л. П., Дворжак В. М. Обґрунтування удосконалення обладнання для заключної волого-теплової обробки швейних виробів із застосуванням вібрації та попереднім їхнім навантаженням // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XI Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів. Київ, 19-20 квітня 2012 р. – К.: КНУТД, 2012. – Т. 2. – С. 140.
37. Основи розрахунку та конструювання типових машин : завдання та методичні вказівки для виконання курсової роботи студентів напряму підготовки – 6.050502 «Інженерна механіка», галузі знань – 0505 «Машинобудування та матеріалобробка» / упор.: Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, Г. В. Кошель. – К. : КНУТД, 2010. – 59 с.
38. Пищиков В. О. Проектування швейних машин: [навчальний посібник для вищих навчальних закладів за спеціальністю «Обладнання легкої

					МДР.1022.00.00.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

промисловості та побутового обслуговування»] / В. О. Пищиков, Б. В. Орловський – К. : Видавничо-поліграфічний дім «Формат», 2007. – 320 с. – ISBN 966-96475-5-X.

39. Сторожев В. В. Машины и аппараты легкой промышленности: [учебник для студентов высш. учеб. заведений] / В. В. Сторожев – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с. – ISBN 978-5-7695-5965-5.

					<i>МДР.1022.00.00.ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		98