

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Федак Назарій Андрійович
Прізвище, ім'я, по батькові студента(ки)

На здобуття другого (магістерського) ступеня вищої освіти

Удосконалення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням
Назва теми

Галузь знань 13 Механічна інженерія
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Освітня програма Галузеве машинобудування

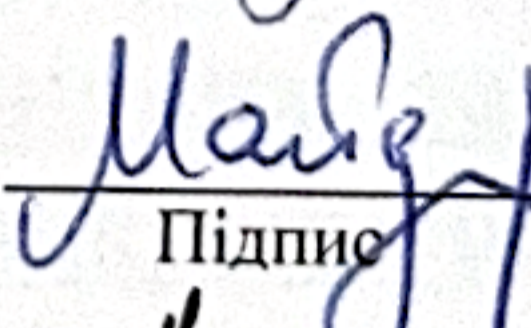
Шифр МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент(ка) 2 курсу група МБм-23-1
Шифр


Підпис

Назарій ФЕДАК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук, доцент
Науковий ступінь, вчене звання


Підпис

Павло МАЙДАН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер ст. викладач
Посада


Підпис

Сергій ПУНДИК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри МАЕЕС
Назва


Підпис

Віталій НЕЙМАК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

17.12.2024
Дата

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 13 Механічна інженерія

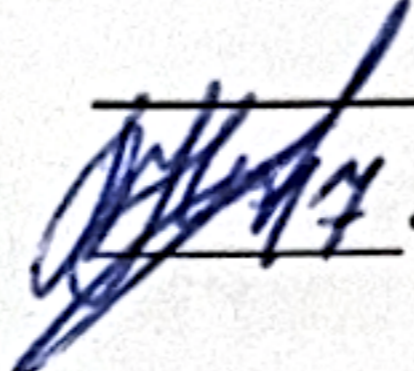
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

Неймак В.С.

 12 .20 24 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Федак Назарій Андрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Удосконалення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням

Керівник роботи Майдан Павло Сергійович, канд. техн. наук, доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 26 08 2024 р. № 60

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру _____

3. Вихідні дані до роботи механічні та технологічні характеристики обладнання

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням. 2

Розроблення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням. 3 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

1. Механізми утворення зигзагу у напівавтоматах (ДО, А1). 2. Механізми

просування матеріалу у напівавтоматах (ДО, А1). 3. Гудзиковий напівавтомат з

мікропроцесорним керуванням (КЗ, А1). 4-5. Гудзиковий напівавтомат з

мікропроцесорним керуванням (СК, 2А1). 6. Механізм для утримання гудзика

(СК, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

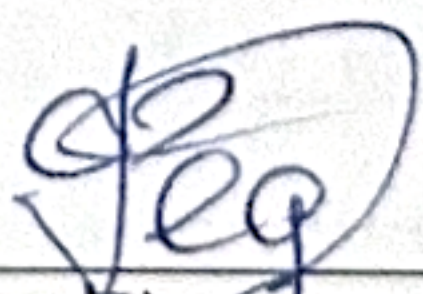
7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

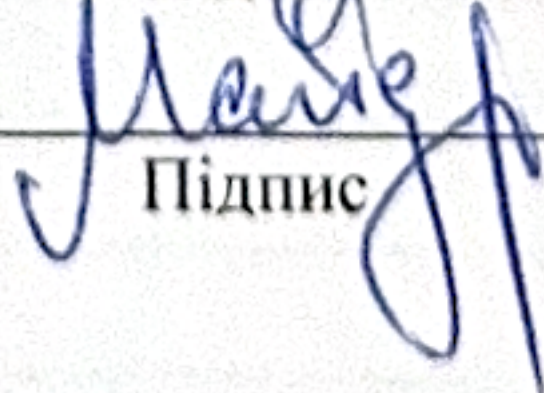
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням.		
2 Розроблення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням.		
3 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням.		
4. Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи		
5. Оформлення графічного матеріалу		

Студент(ка)

Керівник роботи



Підпис



Підпис

Назарій ФЕДАК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Павло МАЙДАН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Галузь знань 13 Механічна інженерія
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Освітня програма Галузеве машинобудування

АНОТАЦІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Федак Назарій Андрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

Тема роботи Удосконалення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням

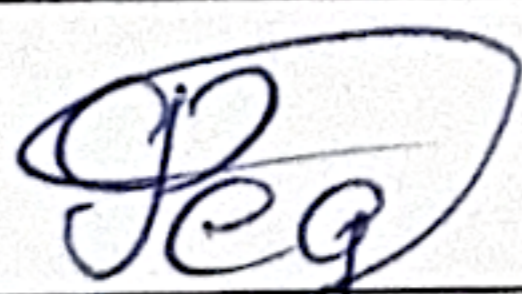
1. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання рецензента _____

2. Обсяг магістерської роботи: креслень 6 арк, сторінок записки 82

3. Характеристика розділів пояснювальної записки:

У першому розділі кваліфікаційної роботи були розглянуті конструкції вітчизняних та зарубіжних гудзикових напівавтоматів, механізми просування матеріалу і механізми відхилення голки швейних напівавтоматів. В другому розділі кваліфікаційної роботи було розроблено кінематичну схему напівавтомата для пришивання гудзиків, до механізму транспортера матеріалу внесено зміни, розроблено конструкцію механізму відхилення голки, що отримує рух від крокового електродвигуна, а також розроблено спеціальний притискний пристрій і механізм підйому гудзикотримача. В третьому розділі кваліфікаційної роботи було виконано розрахунок крокового електроприводу для механізму зигзагу, крокового приводу механізму зигзагу та крокового приводу механізму просування тримача гудзиків аналітичним та комп'ютерним методами.

Підпис студента



" 17 " 12 20 24 р.

Р І Ш Е Н Н Я Е К ЗА М Е Н А Ц І Й Н О Ї К О М І С І Ї:

Протокол 4 від 26 12 20 24 р.

Оцінка роботи ЕК

добре

Рекомендації ЕК _____

Особливі відмітки _____

Технічний секретар _____

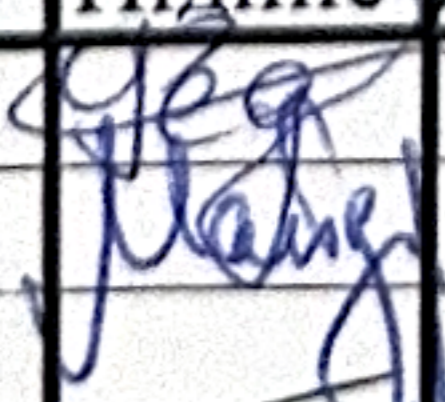
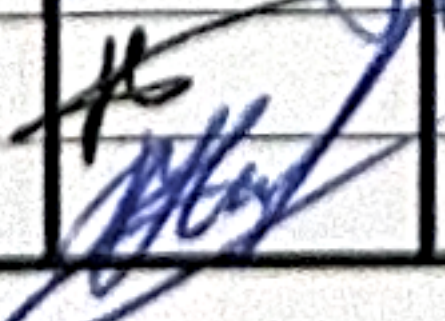

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

" 26 " 12 20 24 р.

Зміст

	с.
Вступ	5
1 Огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням	7
1.1 Огляд гудзикових напівавтоматів	7
1.2 Огляд механізмів зигзагу швейних напівавтоматів	24
1.3 Огляд механізмів просування матеріалу	30
Висновки до розділу	41
2 Розроблення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням	42
2.1 Проєктування конструкції механізму зигзагу	42
2.2 Проєктування механізму просування тримача гудзиків	46
Висновки до розділу	50
3 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням	51
3.1 Розрахунок крокового електроприводу для механізму зигзагу	51
3.2 Розрахунок крокового приводу механізму зигзагу	61
3.3 Розрахунок крокового приводу механізму просування тримача гудзиків	65
Висновки до розділу	80
Висновки	81
Перелік джерел посилань	82
Додатки	

МРМА 24.00.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Федак Н.А.		
Перевір.		Майдан П.С.		
Н.контр.		Пундик С.І.		
Затвер.		Неймак В.С.		
			Удосконалення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням	Літера
				Аркуш
				Аркушів
				м
				4
				82
ХНУ гр. МБм-23-1				

Вступ

Тенденції розвитку галузі легкої промисловості свідчать про те, що сучасному підприємству необхідно випускати достатньо широкий асортимент продукції, який відповідав би світовим стандартам якості та користувався найбільшим попитом у споживачів. Без виконання даних умов неможлива ефективна економічна організація виробництва і робота підприємства загалом.

Під час виготовлення одягу існує ціла низка операцій, які потребують пришивання гудзиків. Для даних цілей завжди використовують машини напівавтоматичної дії. Головна особливість використання таких напівавтоматів - суттєве підвищення продуктивності праці, якщо виконувати порівняння із неавтоматизованими способами виконання технологічних операцій. На відміну від використання універсальних машин істотно змінюється роль оператора, який обслуговує машину. Роль оператора зводиться до встановлення виробу, тобто напівфабрикату і вмикання напівавтомата, після чого технологічна операція виконується абсолютно автоматично. Під час завершення технологічної операції та автоматичної зупинки машини оператор виконує знімання напівфабрикату або, навіть, готового виробу. Якість обробки виробу на машині напівавтоматичної дії не залежить від ступеня кваліфікації оператора, значно знижується трудомісткість технологічної операції якщо порівнювати з виконанням на універсальній швейній машині. Крім цього, істотно підвищується якість обробки і зростає швидкість виконання даних технологічної операції.

Значну частку часу в обслуговуванні даних машин напівавтоматів займає переналагодження з одного виду гудзика на інший. Такий процес є достатньо трудомістким за часом. Таким чином, метою кваліфікаційної роботи є розробка конструкції механізму просування матеріалу з мікропроцесорним керуванням, що значною мірою спростить процес переналагодження машини. А також розробка конструкції механізму відхилення голки з мікропроцесорним керуванням для узгодженої роботи напівавтомата під час пришивання фурнітури.

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Саме тому поставлено завдання розглянути найперспективніші конструкції вітчизняних і зарубіжних механізмів просування матеріалу та механізмів відхилення голки в напіваавтоматах для пришивання фурнітури і запропонувати власний варіант конструкції механізму просування матеріалу і механізму відхилення голки з приводом від крокових електродвигунів.

Проектована конструкція напіваавтомату призначена для пришивання різних видів фурнітури. Доцільність розроблення даної конструкції напіваавтомата полягає в тому, що модернізація вітчизняної універсальної швейної машини дасть змогу значно знизити витрати, якщо провести порівняння із придбанням зарубіжних аналогів, а отже, знизити собівартість готових виробів, що дасть можливість готовим виробам гідно конкурувати на ринку.

Результати кваліфікаційної роботи магістра були представлені та високо оцінені на науковій студентській конференції кафедри машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем у 2024 році. На основі виконаної роботи було підготовлено тези у Збірник наукових праць «Технічна творчість» №9, 2024р. (див. додаток А).

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

1 Огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням

1.1 Огляд гудзикових напівавтоматів

Загальні відомості про напівавтомати для пришивання фурнітури.

Напівавтомати для пришивання фурнітури використовують для пришивання формених, сферичних та плоских гудзиків, а також для пришивання металевих, дротяних гачків та петель. Найбільш відомими є напівавтомати однопіткового човникового стібка класів 27, 727 та 827, а також ланцюгового стібка класів 95, 295, 495, 595, 1095, 1295, 1495, 1595, 1695.

Приклад зовнішнього вигляду гудзикового напівавтомату S-A11/1377DT Type Special наведено на рис. 1.1., а його технічні характеристики – у табл. 1.1 [1].



Рисунок 1.1 – Гудзиковий напівавтомат S-A11/1377DT

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

Закріплення гудзика та матеріалу відбувається за допомогою спеціального гудзикотримача. Більшість таких напіваавтоматів базуються на використанні двох принципів роботи виконавчих інструментів.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики гудзикового напіваавтомата S-A11/1377DT [1]

Характеристика	Значення
Тип стібка	Ланцюговий
Кількість голок	1 штука
Кількість ниток	1 штука
Матеріали	Легкі та середні
Позиціонування голки	+
Уловлювач нитки	+
Підсвічування робочої зони	LED
Обрізка нитки	+
Висота підйому лапки	14 мм
Тип підйому лапки	Ножний привід або автоматичний
Діаметр гудзика	10-28 мм
Відстань між отворами гудзика	2,0-6,5 мм
Кількість отворів у гудзику	2 або 4
Робоча напруга	220 В
Потужність мотора	550 Вт
Кількість стібків	8, 16 або 32
Тип пришивання гудзиків	X-подібний або П-подібний
Тип гудзиків	На ніжці або пласкі
Швидкість	До 1500 об/хв
Змащувальний механізм	Крапельний
Мотор	Вбудований
Керування	Електромеханічне

поперечних та поздовжніх переміщень. Ці механізми мають привід від двох кулачків, що встановлені на копірному диску. Такий принцип роботи, що розглядається, характерний для напівавтоматів класів 95, 295, 495, 595 [3-7].

Другий принцип, зображений на рис. 1.3, полягає у пришиванні однієї пари отворів, що виконується за рахунок відхилення голки 2, яка розміщена у голководієві. Відхилення відбувається у поперечному напрямку, при цьому транспортувальна пластина залишається нерухомою, що і є основною відмінністю з першим принципом роботи напівавтомату.

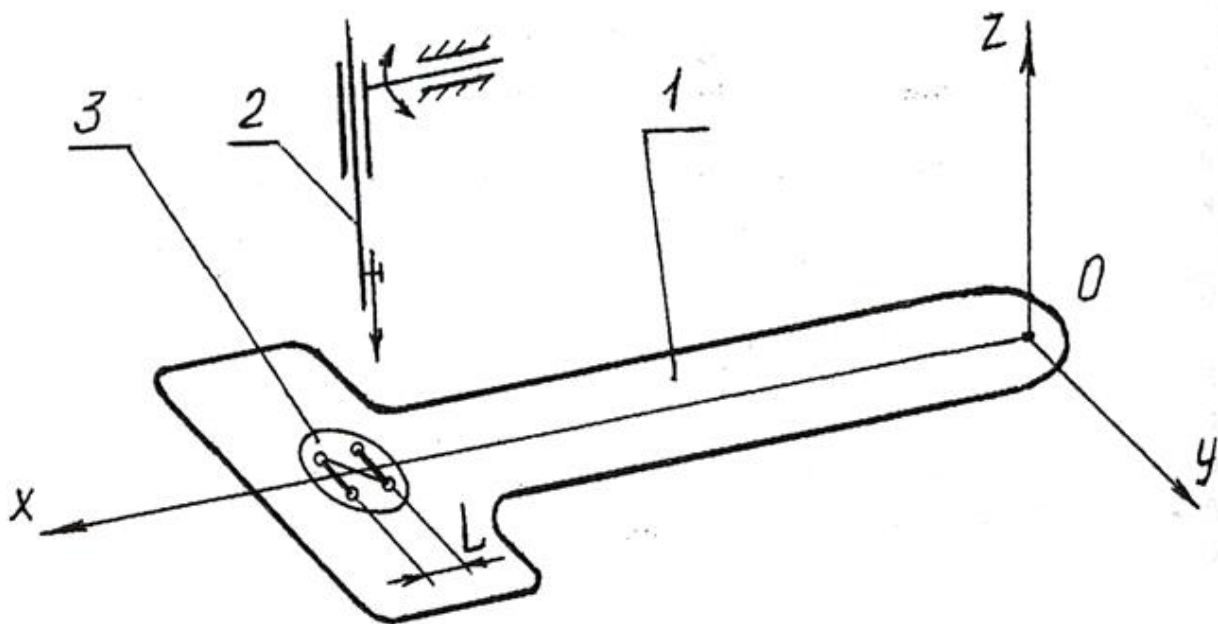


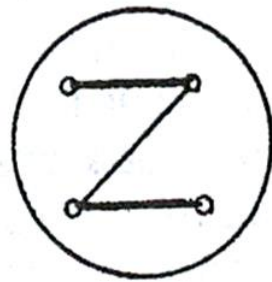
Рисунок 1.3 - Другий принцип функціонування виконавчих інструментів у напівавтоматах

Перехід між парами отворів від першого до другого виконується шляхом переміщення пластини L в поздовжньому напрямку. Друга пара отворів пришивається таким же чином, як і перша, тобто за умови нерухомої транспортувальної пластини.

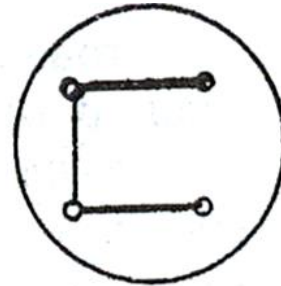
В таких гудзикових напівавтоматах розташовується копірний диск із двома кулачками. Ці кулачки призначені для керування роботою механізму поздовжніх

переміщень транспортної пластини та механізму відхилення голки. Такий принцип характерний для напівавтоматів класів 27, 727, 827, 1495, 1095, 1295, , 1595, 1695 [3-7].

Пришивання гудзика, у якого є чотири отвори, може відбуватись за умови різного укладання стібків. До таких видів укладань стібків відносяться Z-подібна пришивка (рис. 1.4, а), П-подібна прошивка (рис. 1.4, б), Х-подібні (рис. 1.4, в) та прошивка без перехідного стібка (рис. 1.4, г).



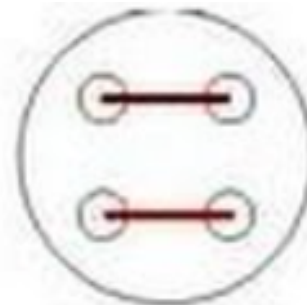
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1.4 – Види пришивання гудзиків:

а - Z-подібна; б – П-подібна; в – Х-подібна; г - без перехідного стібка

Пришивання плоских гудзиків до виробу може відбуватись різними способами, до яких відносяться:

- на ніжці впотай (рис. 1.5, а);
- на ніжці з підгудзиком (рис. 1.5, б);
- на ніжці (рис. 1.5, в);
- впритул до тканини впотай (рис. 1.5, г);
- впритул з підгудзиком (рис. 1.5, д);

– впритул до тканини (рис. 1.5, е).

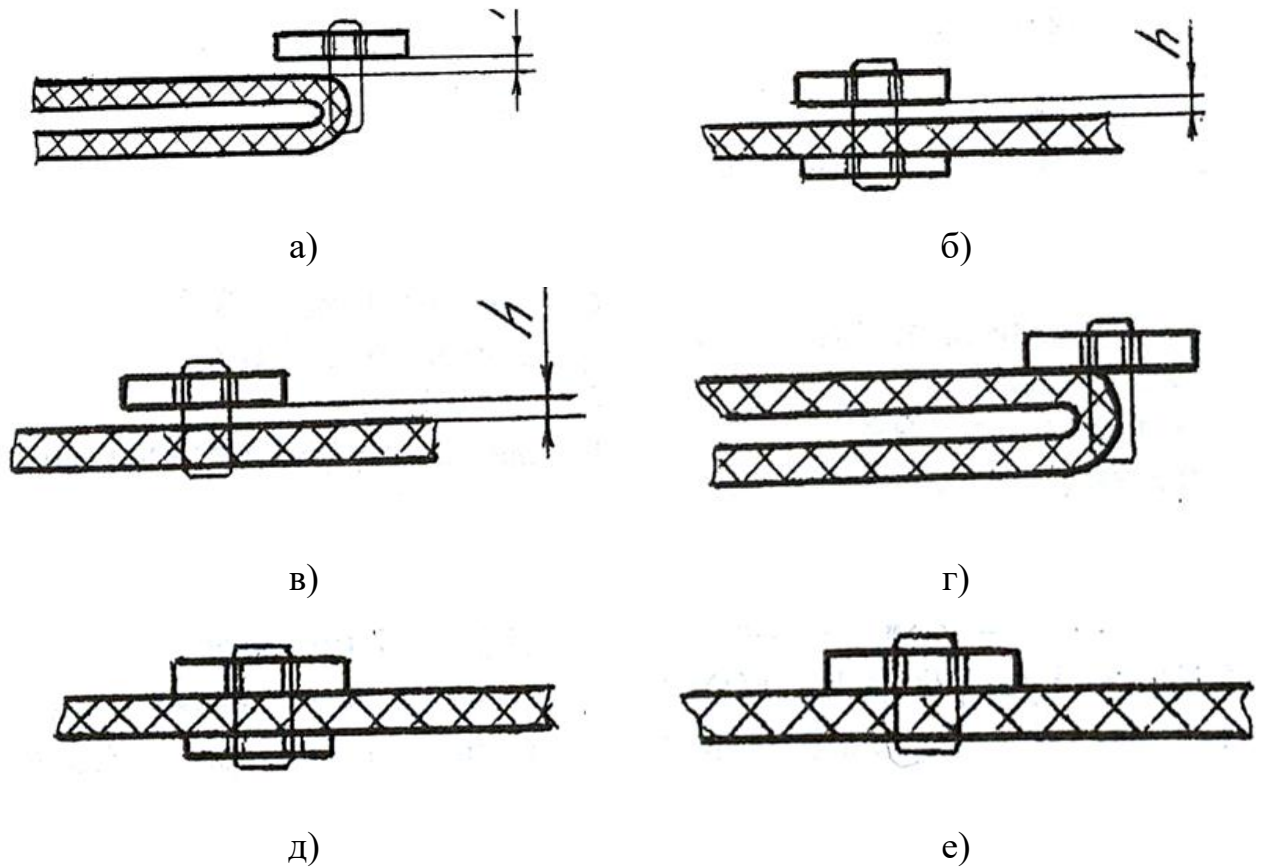


Рисунок 1.5 – Способи пришивання плоских гудзиків:

- а - на ніжці впотай; б - на ніжці з підгудзиком; в - на ніжці;
г - впритул до тканини впотай; д - впритул з підгудзиком;
е - впритул до тканини

Основними механізмами гудзикових напівавтоматів є:

- обрізки ниток;
- автозупинки;
- поперечних переміщень пластини, якщо напівавтомат базується на першому принципі;
- поздовжніх переміщень пластини;
- відхилення голки, якщо напівавтомат базується на другому принципі;
- ниткоподавача (ниткопритягувача);
- човника;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
12

– вертикальних переміщень голки.

У гудзикових напіваавтоматів наявне регулювання, завдяки якому можна пришивати гудзики, в яких різна відстань між їх отворами. Це відбувається завдяки регулюванню у гудзикотримачі під різний діаметр гудзиків.

В загальному спостерігається декілька сучасних тенденцій у сфері вдосконалення гудзикових напіваавтоматів. Першій такій тенденції характерне поєднання двох операцій в одному напіваавтоматі, а саме пришивання гудзиків на ніжці із подальшою обвивкою ніжки з метою її зміцнення.

Обвивка ніжки гудзика виконується різними шляхами, наприклад, обкручуванням ніжки спеціальною ниткою (рис. 1.6, а) або накладування зигзагоподібного рядка на стійку (рис. 1.6, б) [3-7].

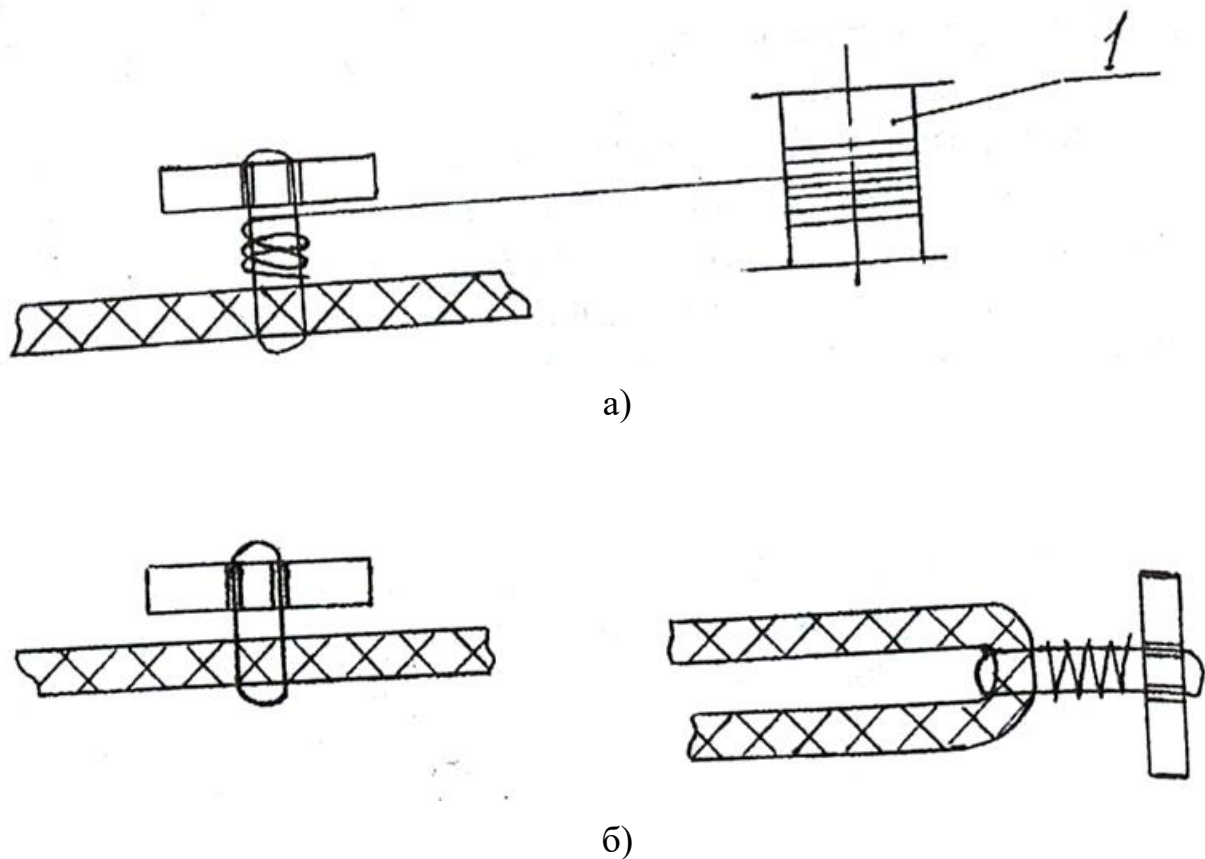


Рисунок 1.6 – Види обвивки ніжки гудзика:

а – обкрутка ніжки спеціальною ниткою; б – обвивка шляхом накладання зигзагоподібного рядка на ніжку

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
13

Напівавтомати класів 3306-9/04 та CS-600M-36H виконують повний цикл процесу пришивання гудзика за 42 стібки. Гудзик із кількістю отворів чотири штуки пришивається за загальну кількість проколів голки, яка становить 18. Після цього процесу прилад зупиняється та виконує подальшу обрізку нитки. В подальшому відбувається розгортання гудзика із матеріалом на кут 90 градусів за допомогою спеціального пристрою. Гудзиковий напівавтомат вмикається автоматично, без допомоги оператора, та накладає зигзагоподібні рядки на ніжку з метою закріплення.

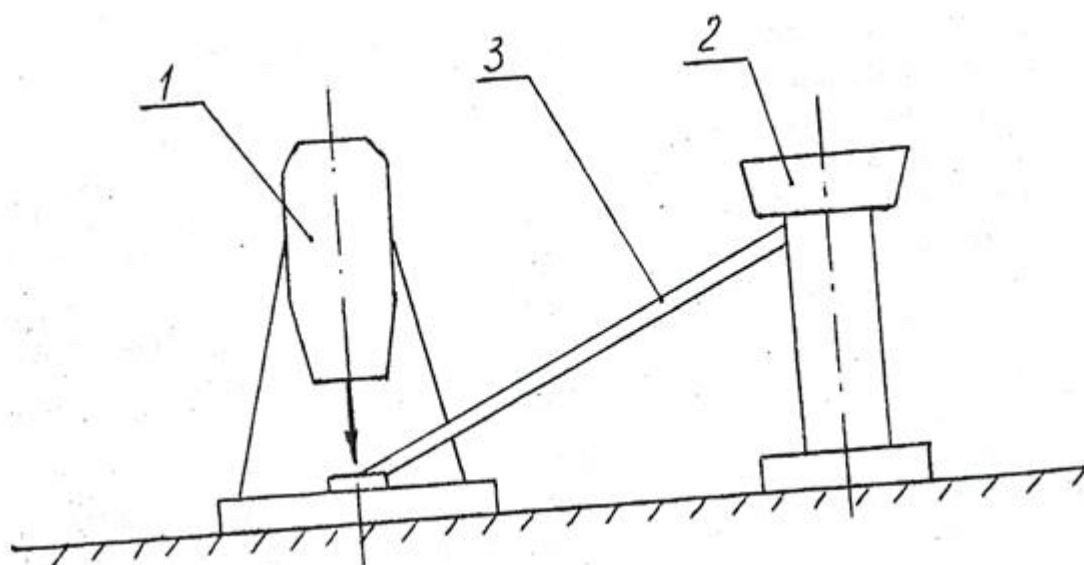
Для класу напівавтоматів 1695 характерне виконання 10 стібків на першій стадії роботи, після чого відбувається автоматичне вмикання механізму обкручування із одночасним пришиванням гудзика за допомогою спеціальної нитки. Ця нитка подається зі шпулі. Закінчення циклу пришивання гудзика відбувається після зупинки напівавтомата. При такому способі відбувається одночасне обкручування та пришивання, завдяки чому значно зростає продуктивність приладу. Слід відзначити певний ряд технічних складнощів, оскільки необхідно виконувати обрізання нитки, що обкручує із одночасним закріпленням нитки, що обвиває.

Другій тенденції характерна автоматизація процесів подачі та орієнтації гудзика (рис. 1.7). В процесі роботи приладу спеціальний пристрій у напівавтоматі 1 виконує відбір гудзиків у бункері 2, при цьому одночасно відбувається їх орієнтація догори лицьовою стороною. Після цього відбувається подача гудзиків у шляхопровід 3. Останній складається із гнучких витків дроту. Спеціальний орієнтувальний пристрій розташовується у зоні гудзикотримача, який призначений для розгортання гудзика необхідним чином, а саме так, щоб на лінію голки потрапив один із отворів на гудзику. Кожен гудзик подається в гудзикотримач спеціальним штовхачем автоматично після пришивання попереднього гудзика [3-7].

Третя тенденція полягає у застосуванні багатопозиційних способів обробки виробу. Найбільш характерною операцією в такому випадку є пришивання до

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

гудзиків до полочки сорочни. Наприклад, відбувається пришивання першого гудзика, за яким слідує зупинка автомату та обрізка нитки. Далі полочка виконує переміщення на відстань між гудзиками, за яким слідує автоматичне ввімкнення напівавтомату із подальшим пришиванням другого гудзика. Максимальна відстань пришивання гудзиків змінюється в залежності від моделі напівавтомату, але в основному становить близько 600 мм, при чому максимальна кількість гудзиків може становить 9-10 штук. Основною відмінністю такого напівавтомату є власне процес переміщення полочки.



1 – напівавтомат; 2 – бункер; 3 - шляхопровід

Рисунок 1.7 – Автоматизація процесів подачі та орієнтації гудзиків

Гудзикові напівавтомати (ГН) типу CS 600 (рис. 1.8) використовуються у широкому спектрі галузей трикотажної та швейної промисловості коли необхідно виконати пришивання звичайних пласких гудзиків, у яких є чотири або два отвори, при чому пришивання необхідно зробити впритул до тканини, а також створити нитяну ніжку. Також такі напівавтомати використовують для пришивання пряжок, гачків, петель та гудзиків із вушком за допомогою ланцюжкового стібка. Крім того застосування таких ГН спостерігається для пришивання інших видів гудзиків різної величини та форми.

Технічні характеристики ГН типу CS 600 наведені у табл. 1.2.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики гудзикового напіваавтомату типу CS 600

Характеристика	Значення
Розмір ящика (Д х Ш х В)	550 х 250 х 550 мм
Вага головки машини	Брутто 45 кг Нетто 29 кг
Максимальна товщина тканини	6 мм
Розмір переміщення та ширина проколу	6 мм
Товщина гудзиків, що пришиваються	2,5 – 5,5 мм
Діаметр гудзиків, що пришиваються	8-36 мм (в залежності від моделі)
Характер стібка	Однонитковий ланцюжковий
Робоча кількість обертів	1200 об/хв
Максимальна кількість обертів	1500 об/хв

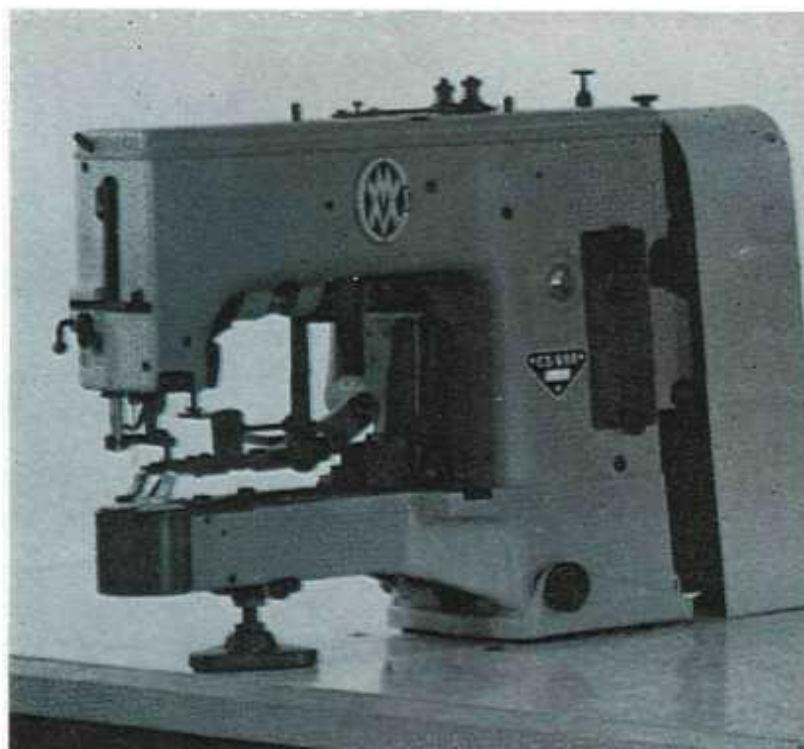


Рисунок 1.8 - Гудзиковий напіваавтомат типу CS 600

Цей тип ГН представляє собою основну ключову машину для групи гудзикових машин. Конструкція корпусу таких ГН розроблена із врахуванням необхідності забезпечити вільний доступ до місць регулювань. Сприятливі технічні параметри зробили такі ГН необхідним обладнанням для різних видів швейних підприємств незалежно від його розміру.

В ГН цього типу забезпечується взаємозамінність деталей машини, а також окремих його пристроїв та апаратів. Наприклад, апарат захисту гудзика можна замінити на апарат затиску гачка.

В ГН відбувається обрізання ниток після закінчення операції пришивання гудзика. Змащування такої машини цього типу та підтипів здійснюється гнотами у важкодоступних місцях. Таким ГН характерна простота обслуговування та догляду, оскільки процес знімання покриття та кришки достатньо прості.

У цього типу є ряд підтипів, до яких відносяться:

- підтип Е – з електромагнітним підйомом лапки;
- підтип М – з механічним підйомом лапки;
- підтип S – з автоматичним захисним екраном;
- підтип 2 – призначений для пришивання гудзиків прихованим стібком;
- підтип 4 – призначений для пришивання гудзиків з ніжкою та підгудзиком.

ГН CS 600 E відрізняється наявністю електромагнітного механізму, який виконує розкриття та автоматичний підйом гудзикотримача. В педаль вбудована кнопка, що натискається, завдяки якій виконується двухтактний запуск. При натисканні на цю кнопку відбувається опускання гудзикотримача у робоче положення, а подальше натискання призводить до виконання операції пришивання гудзика [8-14].

У випадку підтипу М із механічним підйомом лапки (CS 600 M) гудзикотримач повертається в робоче положення на першому етапі, а після натискання на педаль на другому етапі відбувається початок роботи

напівавтомату. По закінченню пришивання гудзика, гудзикотримач автоматично розкривається та підіймається.

Підтип S (рис. 1.9) має в своїй конструкції захисний екран для захисту очей швачки, який працює автоматично. Цей екран опускається на зустріч голці, в результаті чого забезпечується більший захист працівників [2] при роботі з ГН CS 600 S.

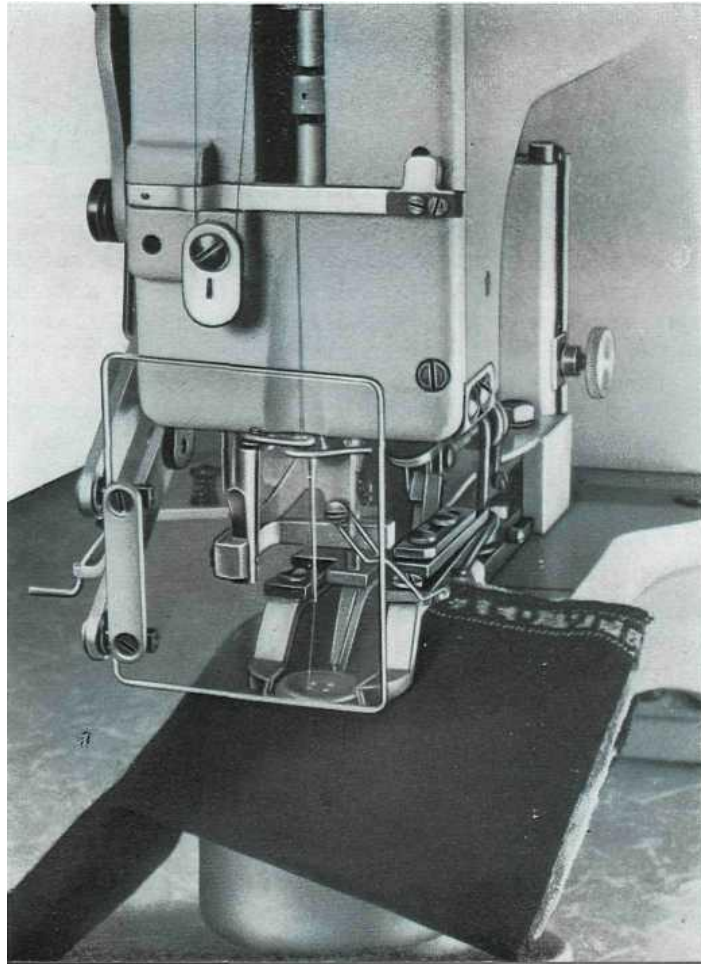


Рисунок 1.9 – Гудзиковий напівавтомат із захисним екраном для очей (підтип S)

Підтип 2 (рис. 1.10) призначений для пришивання гудзиків прихованим стібком. В конструкції цього ГН наявний засіб для утворення ніжки. Використовується в основному для пришивання гудзиків із двома отворами, в яких необхідно утворити ніжку, або ж впритул до тканини таким чином, щоб стібки залишались невидимими з лицьової сторони тканини. Прилад для

створення ніжки та прихованого стібка можуть бути повернені вправо і вліво.
Типи стібків, які можна зробити на такому ГН наведені на рис. 1.11.

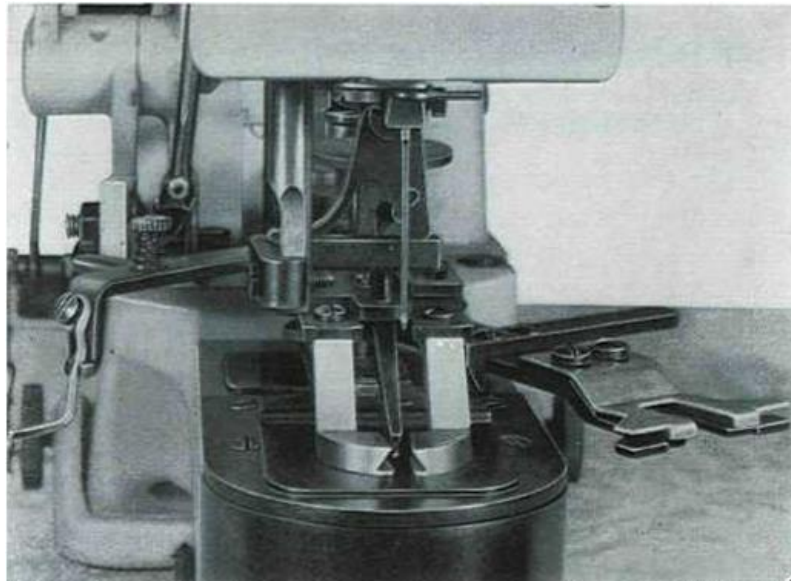


Рисунок 1.10 - Гудзиковий напівавтомат гудзиків прихованим стібком із приладом для створення ніжки

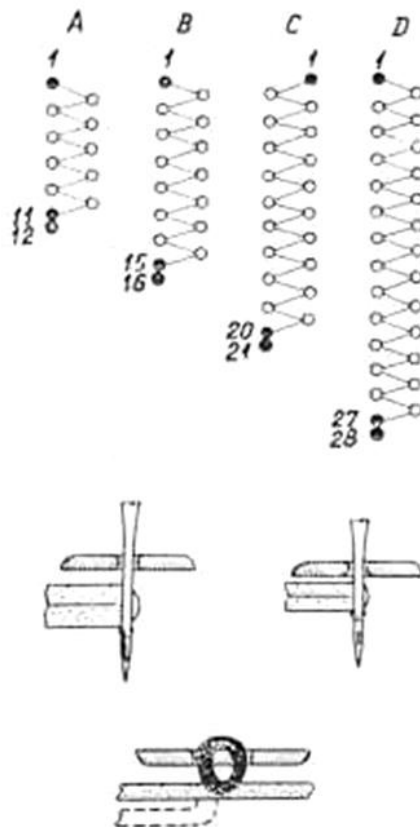


Рисунок 1.11 – Типи стібків на машині CS 600-2

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

MPMA 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
19

Підтип 4 (рис. 1.12) призначений для пришивання гудзиків із підгудзиком та ніжною. Варіації пришивання зображені на рис. 1.13. Завдяки можливості обертання апарату можна досягти різних способів та прийомів в процесі пришивання гудзиків. Таки ГН використовують для пришивання гудзиків до верхнього одягу, білизни, трикотажних виробів та виробів зі шкіри. Технічні характеристики такого ГН наведені у табл. 1.3.

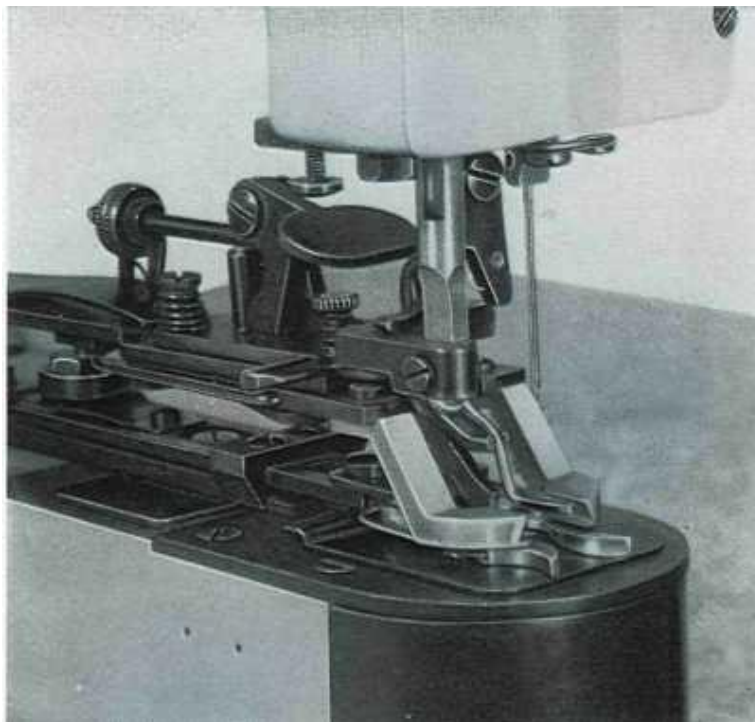


Рисунок 1.12 – Гудзиковий напіваавтомат типу CS600-4

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики ГН типу CS600-4 [3-7]

Характеристика	Значення
Довжина ніжки без підгудзика	3-6 мм
Довжина ніжки з підгудзиком	3-4 мм
Товщина підгудзика	≤ 3 мм
Діаметр гудзика, що пришивається	10-16 мм

Наявний також варіант CS 600-4а, який призначений для пришивання підгудзиків із діаметром 14-15 та 11-12 мм. В таких моделях ГН використовується

У цього типу ГН також наявні підтипи, наприклад, підтип А. В цьому ГН пришивання гудзиків виконується 13 стібками. Пришивання гудзиків в машинах такого підтипу виконується у випадку двох отворів, відстань між якими становить не більше 7 мм [8-14].

Таким ГН можна виконувати пришивання гудзиків із чотирма отворами, але більш доцільним для такої операції буде використання машини підтипу В, яка виконує операцію 22 стібками. Обидва підтипи ГН використовуються для пришивання гудзиків із чотирма та двома отворами. Способи пришивання таких гудзиків наведені на рис. 1.14.

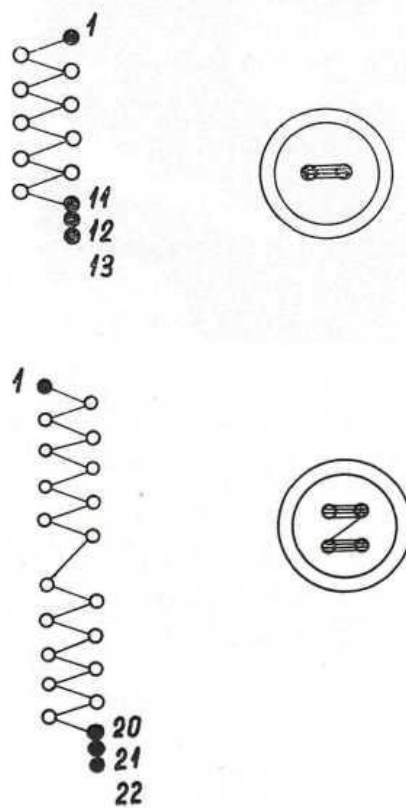


Рисунок 1.14 – Способи пришивання гудзиків на гудзиковому напівавтоматі CS 681

Також наявні моделі ГН човникового стібка, в яких наявний підйом гудзикотримача та електромагнітний привід, які виготовляються з метою підвищення продуктивності виконання пришивання гудзиків та полегшення

тягою 16 та ланкою 10, в результаті чого змінюється кут голки. Після такої операції пружина 18 викликає виведення важелю 23 у початкове положення, що призводить до зменшення кроку голки [3-7].

Перехід голки між кромками виконується відповідним вузлом, який повертає рамку 22, але вже у напрямку проти годинникової стрілки. Це відбувається завдяки тому, що на розподільному валу 31 кріпиться диск із напівдиском 28 за допомогою двох гвинтів. Важіль 15 кріпиться за допомогою гвинта 27 знизу до корпусу рукава машини. Пружина 14 відповідає за повернення в напрямку проти годинникової стрілки. Внаслідок цього відбувається щільне притискання ролика 26 до поверхні напівдиска 28. Між кулачком 13 та відростком важеля 15 наявний зазор, який визначає відстань між крайками петлі.

Для прикладу на рис. 1.16 також наведено механізм зигзагу напівавтомату «Орша» класу 525. У цієї машини кулачки 11 і 10 відповідають за отримання правої і лівої крайок петлі відповідно. Ці кулачки впливають на храповик 15 через важелі 12-14, а в момент виготовлення закріпок відбувається з'єднання кулачків 17 і шестерень 16.

Обметування кромки, а саме його ширина, залежить від положення повзуна 1. В процесі його підйому ширина обметування зменшується. Зміна положення повзуна відбувається за допомогою гвинта 2. При переході на процес обметування другої кромки необхідно, щоб вилка 4 отримала додатковий поворот. Ширина петлі регулюється шляхом зміни відстані між осями 5 та 6.

На рис. 1.17 наведений механізм петельного напівавтомату класу 556 «Дюркопп», на рис. 1.18 – МЗ класу 3114 фірми «Pfaff», на рис. 1.19 – МЗ у напівавтоматі LBH-761 [3-7].

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

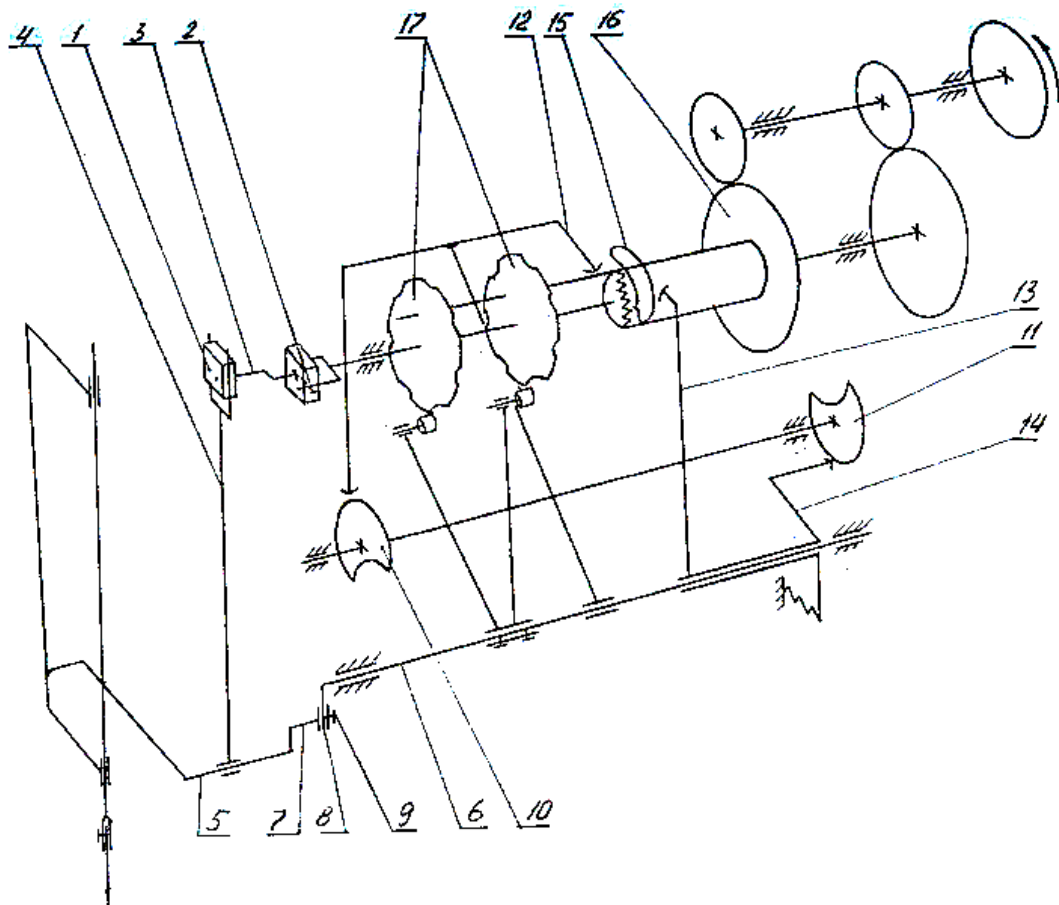


Рисунок 1.16 - Механізм зигзагу у напівавтоматі 525 «Орша»

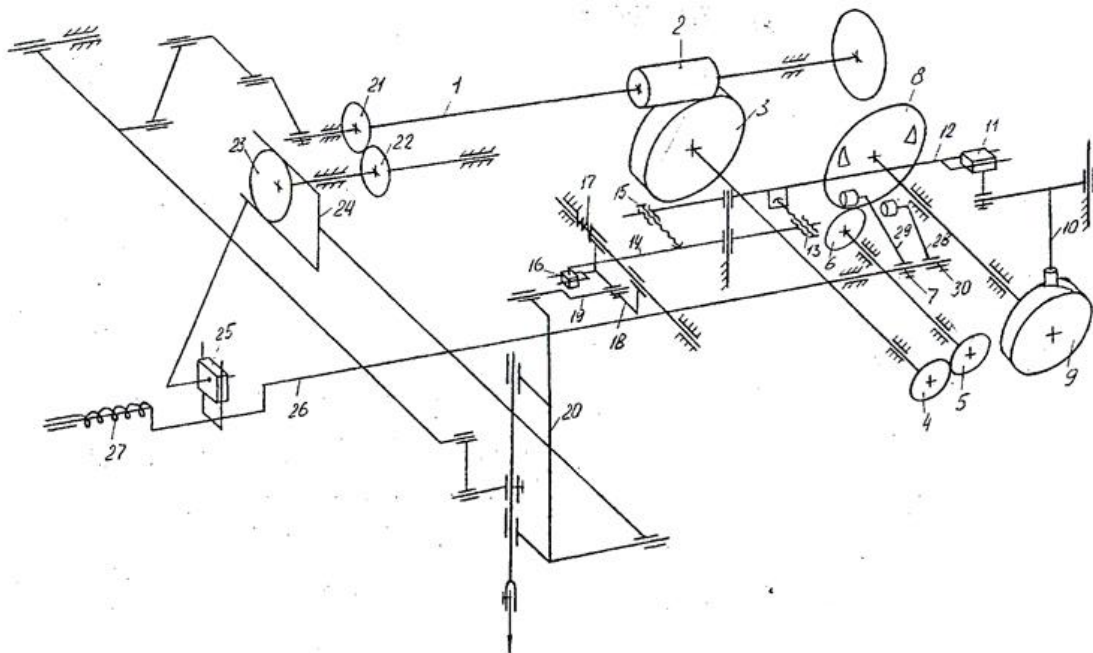


Рисунок 1.17 – Механізм зигзагу у напівавтоматі класу 556 «Дюркопп»

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

28

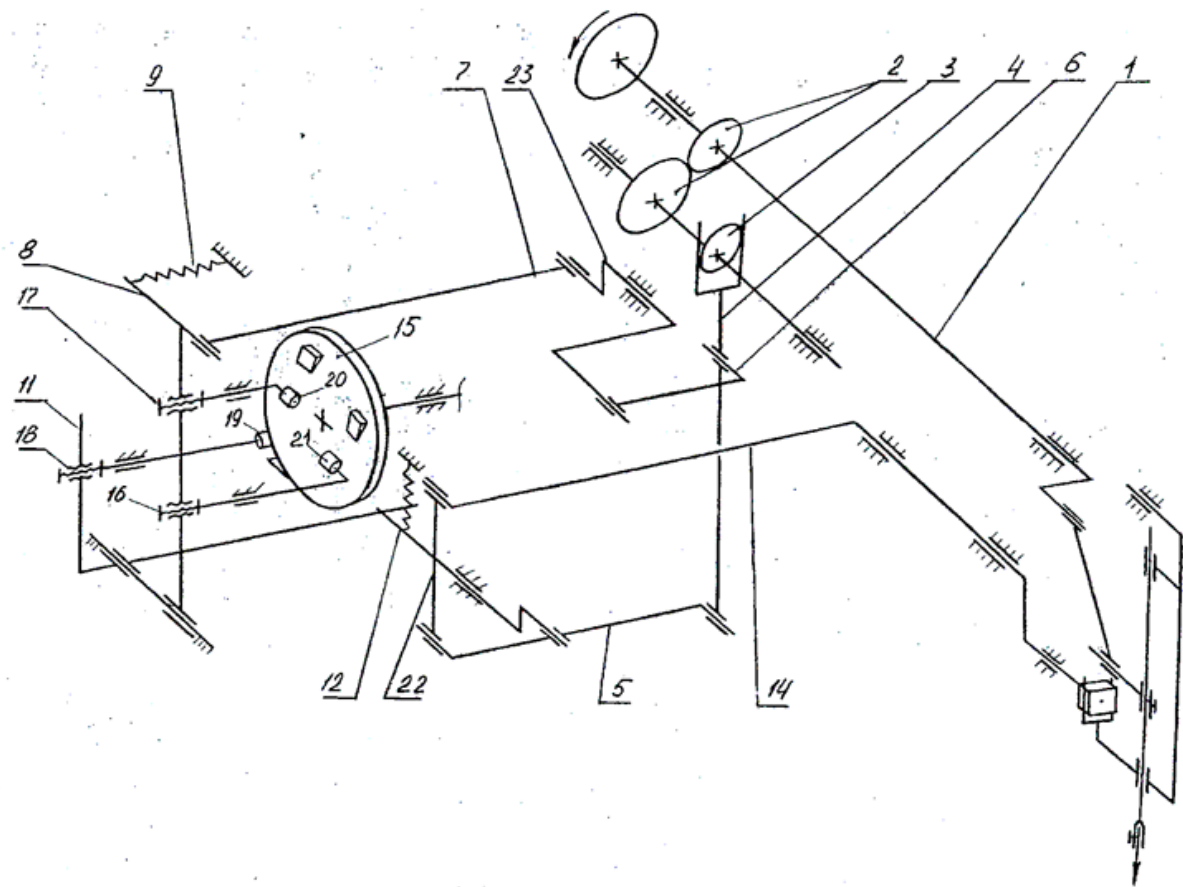


Рисунок 1.18 – Механізм зигзагу у напівавтоматі класу 3114 фірми «Pfaff»

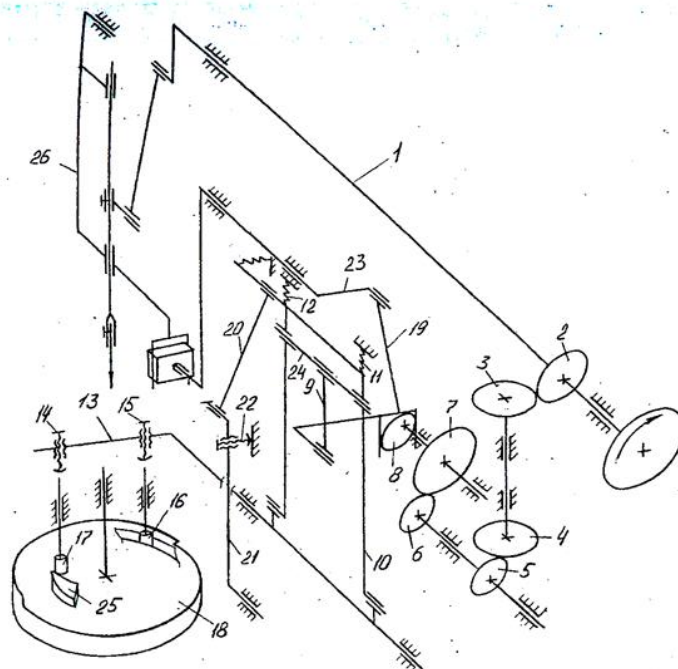


Рисунок 1.19 – Механізм зигзагу у напівавтоматі LBH-761

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

MPMA 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
29

1.3 Огляд механізмів просування матеріалу

Для виконання строчок складної конфігурації в машинах напівавтоматичної дії необхідно звернути увагу на конструкцію механізмів двигуна руху тканини.

Координатний пристрій.

Надає руху напівфабрикату в двох взаємо - перпендикулярних площинах. Для виконання цієї задачі найкращим може бути привід із мікропроцесорним керуванням.

Кінематичні схеми МЗ напівавтоматів наведено на рисунках 1.20 – 1.22.

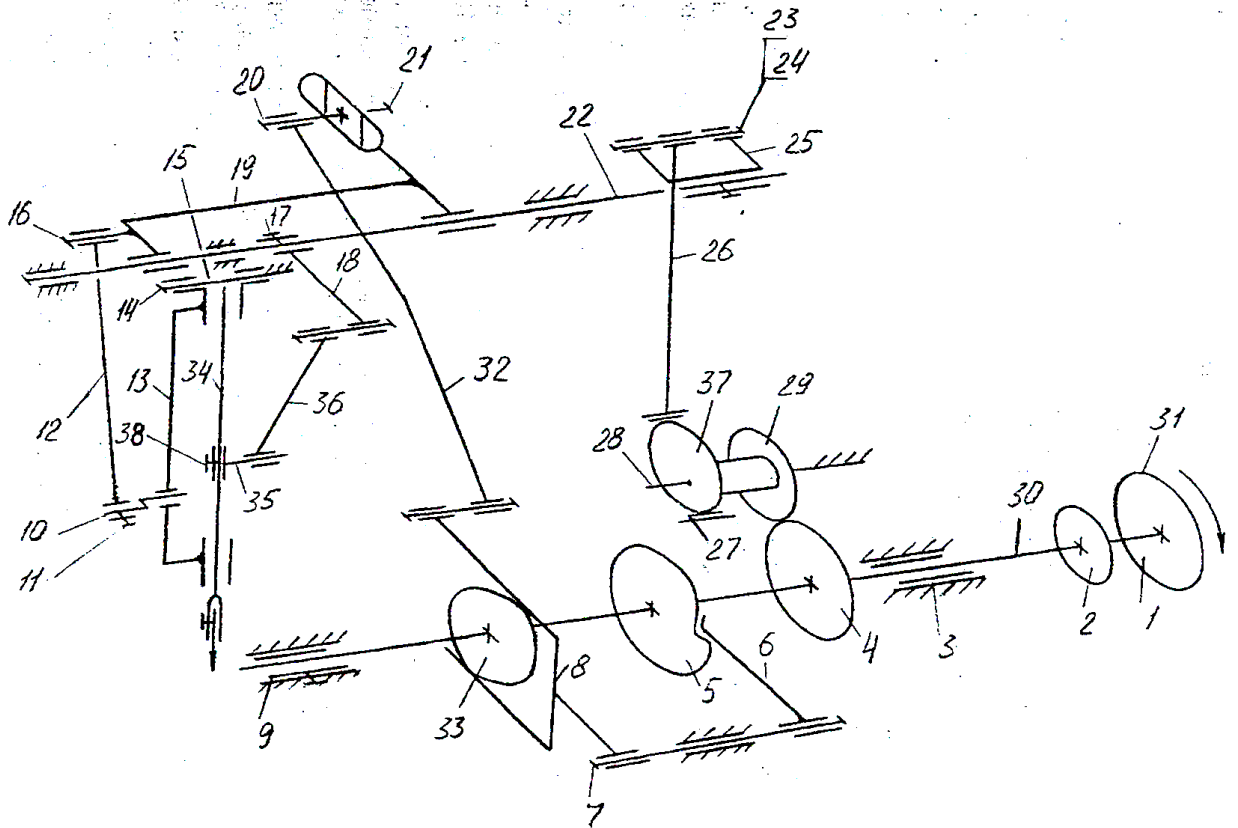


Рисунок 1.20 – Кінематична схема механізму зигзагу напівавтомату «Мінерва»

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

MPMA 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
30

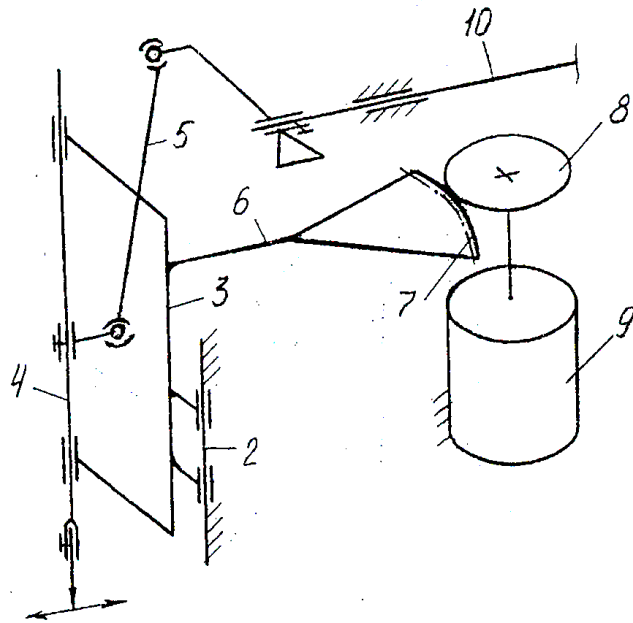


Рисунок 1.21 – Кінематична схема механізму зигзагу з приводом від крокового двигуна, патент №159907, Польща

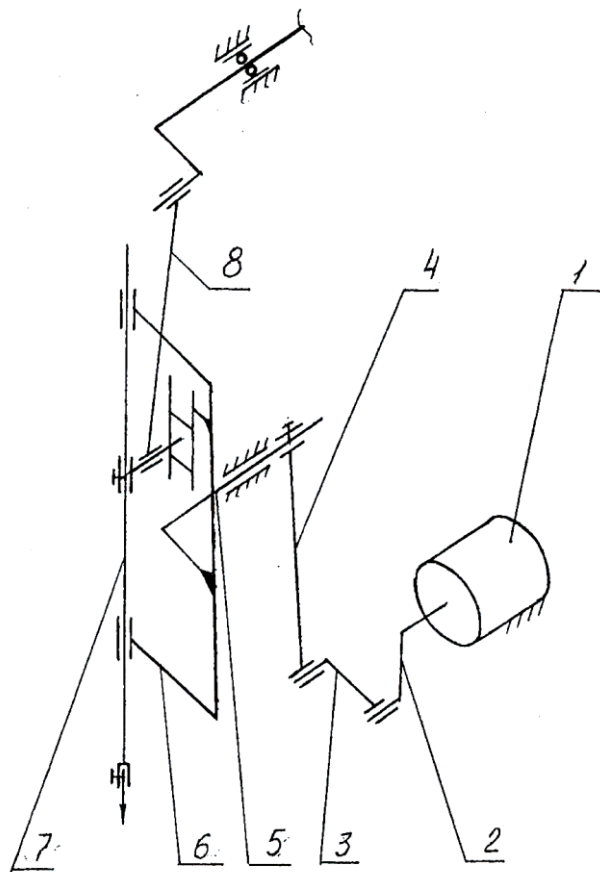


Рисунок 1.22 – Кінематична схема механізму зигзагу напівавтомата для виготовлення петель із мікропроцесорним керуванням

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
31

Механізми подачі матеріалу в швейних напіваавтоматах за конструкцією можна поділити на два типи:

- кулачково-важільні (напіваавтомати з коротким швом класу KL-980, LK-1850 фірми «Juki», 469 фірми «Zinger» (США), 220, 820 ВАТ «Орша» (Білорусь), напіваавтомати для виготовлення петель класу 811, 01179-Р2 фірми «Мінерва», 25-А ПМЗ, 525 ВАТ «Орша») [7-11].

- з приводом від крокового електродвигуна, що мають гнучкі елементи (пасові - напіваавтомат для виготовлення коротких швів класу AMS-212А фірми «Джукі», зубчасто-пасовими - напіваавтомат для виготовлення петель - патент N4501207 (Японія), напіваавтомат тросовими - вишивальний).

Недоліком механізму подачі матеріалу, що мають кулачковий привод є складність виготовлення, переналагодження, мала варіативність кількості уколів у рядку, а також великі габарити та невисока швидкість роботи.

Сучасною тенденцією в модернізації механізмів подачі матеріалу є розроблення механізмів подачі матеріалу з приводом від крокового електродвигуна. Такі механізми використовують в якості носія програми плати або гнучкий магнітний диск. До переваг цих механізмів можна віднести такі характеристики: покращення якості строчки, багатофункціональність та підвищені технологічні можливості, зростання продуктивності, і, як наслідок, пониження кваліфікації оператора.

Існує дві схеми притискання матеріалу:

- лапка для притискання замикається на повзуні (координатний стіл) та рухається разом з ним (напіваавтомат для виготовлення петель 1025 класу ВАТ «Орша», напіваавтомат для виготовлення петель патент №4501207 (Японія));

- лапка для притискання замикається на платформу швейної головки.

За першою схемою тримач матеріалу з механізмом для притискання встановлено на координатному столі, рухаючись разом із ним. Це суттєво збільшує інерційні параметри механізму, що має негативний вплив на швидкісні характеристики, довговічність та надійність.

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

повертаючи важіль 13. Важіль 13 через повзун та стійки 15, 18 рухає двигун матеріалу 10 у поздовжньому напрямку.

Механізм поперечного руху матеріалу складається із таких деталей: ролик 2, з'єднаний із важелем 3 та встановлений на осі 12.

Важіль 3 має радіусний паз, де закріплено повзун 4 з пальцем, що має форму кульової опори, за допомогою гвинта 5. На двоплечому важелі 7 знаходиться друга частина кульової опори. З одним плечем важеля 7 з'єднано шарніром палець та повзун. З другим плечем важеля 7 з'єднано ролик 8, що рухається за криволінійною траєкторією відносно осі обертання важеля 19. В корпусі виконано паз 9, який слугує напрямною для ролика 8.

При обертанні копінного диска 1 ролик, рухаючись за траєкторією паза, повертає важіль 3 відносно осі 12. Важіль переміщує шатун 6, а той, в свою чергу, повертає важіль 7 відносно осі його установки 19. Ролик 8 надає двигуну тканини поперечне переміщення.

Величина подачі матеріалу в поперечному та поздовжньому напрямках регулюється зміною значення довжини плеча важелів 3 і 13, що, відповідно, змінює положення повзунів 4 і 15 в пазах.

Механізм подачі матеріалу за програмою напівавтомата для закріплення 220-М класу ВАТ «Орша».

На рисунку 1.24 наведено схему механізму подачі матеріалу за програмою для закріплення напівавтомата 220-М класу ВАТ «Орша» [7-11].

Рух затискного апарату механізму подачі матеріалу надається за допомогою копінного диска, який обертається від головного вала через черв'ячну передачу.

Для поздовжнього переміщення матеріалу в один із пазів копінного диску 1 вставлено ролик 2, закріплений на важелі 3. Плече важеля шарнірно закріплено на осі 4. На плечі важеля 3 закріплена вилка 5. Вилка 5 охоплює повзун 6, який закріплено за допомогою гвинта 7 до вилки. В повзун 6 вставлено вісь 25. З віссю 6 шарнірно з'єднано планку двигуна тканини 24.

закріплена гвинтом 17 на осі 18. На осі 18 встановлено важіль 19 та закріплено гвинтом 20. В прорізь важеля 19 вставлено кулісний камінь 21, який, в свою чергу, з'єднаний з віссю 22. Вісь 22 встановлена в втулки стійок 23. Стійки встановлені в планку двигуна тканини 24. При обертанні копійного диска ролик 10 рухається за траєкторією копійного пазу, що призводить до повороту важеля 11 відносно осі 12. В залежності від значення кута повороту важеля 11 і положення ланки 13 в пазу важеля рухається шатун 15, який, в свою чергу, повертає вісь 18 через ланку 16, на якій закріплено важіль 19. Важіль 19 за допомогою осі 22 та каменя 21 рухає планку двигуна тканини 24 в поперечному напрямку.

Положення повзуна 13 в пазу важеля 11 регулює величину поперечного переміщення. В разі встановлення повзуна 13 ближче до осі 12 величина переміщення зменшується.

Механізм подачі матеріалу напівавтомата для виготовлення петель 811 класу фірми «Мінерва».

На рисунку 1.25 наведено подачі матеріалу напівавтомата для виготовлення петель 811 класу фірми «Мінерва».

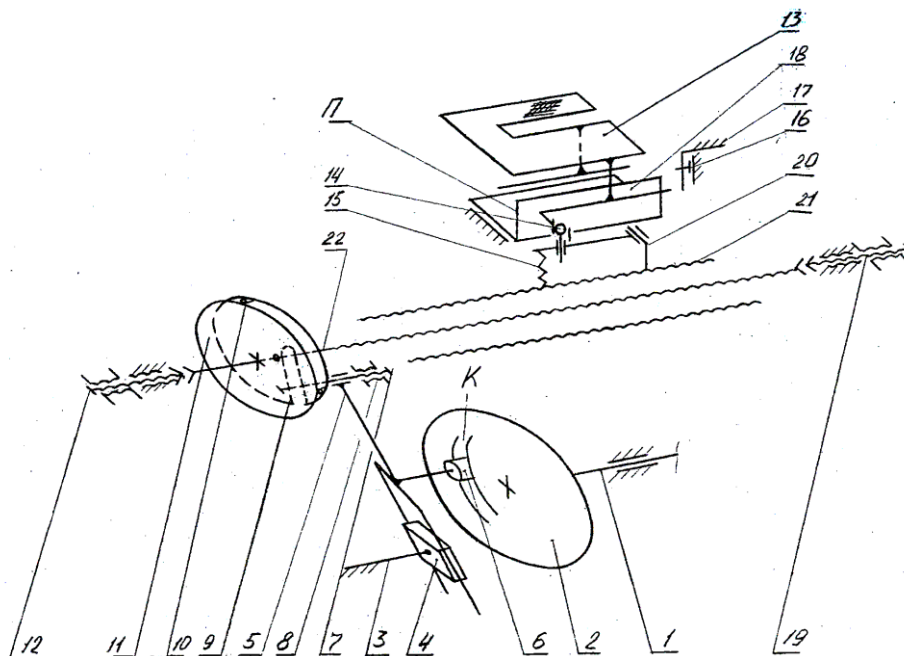


Рисунок 1.25 – Механізм подачі матеріалу за програмою для закріплення напівавтомата 220-М класу

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
36

Тканина рухається у двох напрямках - повздовж та поперек платформи. Такий рух забезпечує рухома каретки просування. Каретка просування 13 має повздовжній паз П, який передбачено для з'єднання з Т-подібним виступом повзуна 18. Виступ повзуна 18 слугує напрямним каретки 13 під час руху її повздовж платформи. Поруч з повздовжнім пазом П внизу каретки 13 є наявний приплив, що має циліндричний отвір. В отвір припливу встановлено палець 14 із кульовою цапфою. Палець 14 виготовленою суцільним із напрямним повідцем. Повідець вставлено в паз маточної гайки 21 та з'єднаний з нею віссю 20. В паз маточної гайки уставлено пружину 15, яка виконує роль буфера під час зміни напрямку руху каретки просування. Маточна гайка 21 поєднана з кареткою просування 13 через кульовий палець 14, що дає можливість каретці, окрім повздовжніх переміщень отримувати і поперечні переміщення.

В отвір маткової гайки встановлено ходовий гвинт 22, який має праву чотирьохзахідну різьбу. Гвинт 22 розташовано в двох гвинтах 12 і 19. На кінці гвинта двома стопорними гвинтами та сегментною шпонкою з'єднано ведену обойму 11 роликової муфти. Обойма роликової муфти разом із ходовим гвинтом отримує дискретне обертання від головного вала через систему ланок.

Маточна гайка 21 із кареткою просування рухається вздовж платформи машини при обметуванні кромки петлі. В разі отримання ходовим гвинтом 22 дискретного обертання за годинниковою стрілкою, каретка просування рухається на працюючого. Це процес обметування правої кромки. При процесі обметуванні лівої кромки - від працюючого. Ходовий гвинт 22 отримує обертальний рух в зворотному напрямку. Зміна напрямку обертання ходового гвинта 22 відбувається перемиканням муфти. При рухові каретки від працюючого, вона виступом впирається в упор 17, який закріплено двома гвинтами в пазу знизу платформи.

Ведучою ланкою механізму повздовжніх переміщень каретки є диск 2. Диск 2 встановлено на головному валу 1 двома гвинтами. На поверхні диска 2 виготовлено фасонний паз К, в якому уставлено ролик 6 з надітим на нього палець

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

шатуна-вилки 5. Ріжки вилки охоплюють манжету 4, яка встановлена на вісь опорної пробки 3. Пробка 3 застопорена в припливі платформи гвинтом.

Другий кінець важеля-вилки 5 з'єднаний із пазом 9 ведучого диска 10 роликовою муфтою шарнірно гвинтом 7 і гайкою 8. Цей диск вільно посаджений на циліндричну частину ходового гвинта 22. Під час роботи напівавтомата диск 2 профілем паза К через ролик 6 надає шатуну-вилці 5 переміщення вправо-вліво, а диск 10 роликової муфти отримує зворотно-поворотні рухи за половину оберту головного вала. За цей час відбувається одне переміщення тканини на довжину стібка.

Механізм поздовжніх переміщень тканини має можливість регулювання частоти стібків переміщенням шарнірного гвинта 7 по кулісному пазу 9. При переміщенні шарнірного гвинта 7 до осі роликової муфти довжина стібка збільшиться, а під час зворотного переміщення гвинта 7 - зменшиться.

Механізм повздовжнього переміщення напівавтомата для виконання коротких швів LK-1850 фірми «Juki»

На рисунку 1.26 показано кінематичну схему механізму повздовжнього переміщення напівавтомата для виконання коротких швів LK-1850 фірми «Juki».

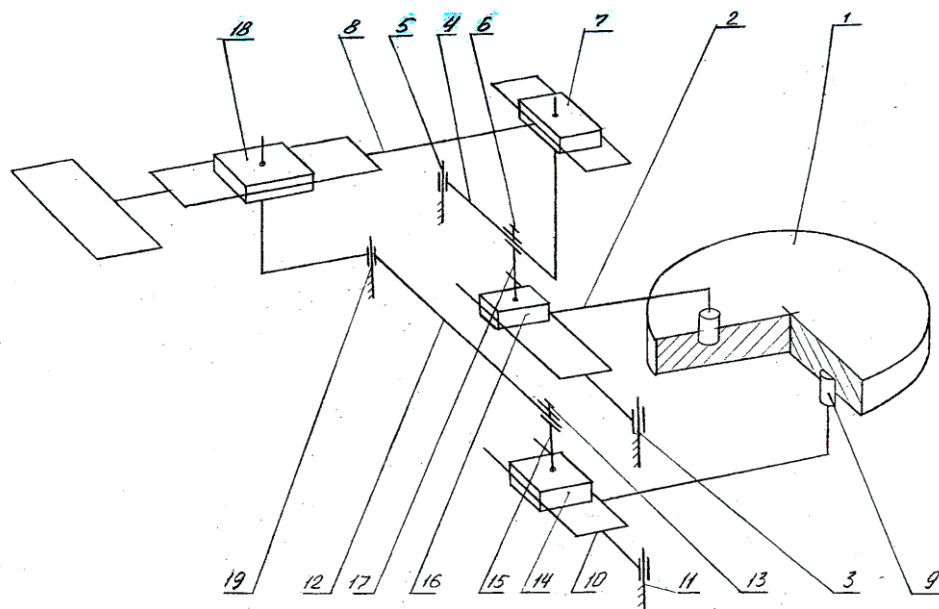


Рисунок 1.26 – Кінематична схема механізму повздовжнього переміщення напівавтомата для виконання коротких швів LK-1850 фірми «Juki»

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

38

Механізм поздовжнього переміщення напівавтомата для виконання коротких швів складається із ролика, з'єднаного з кулісою 2, що повертається на осі 3. Кулісний камінь 16 встановлено в кулісу, стійка 17 якого закріплена гвинтом 6 на ланці 4. На цій ланці також встановлено кулісний камінь 7. Кулісою є двигун матеріалу 8. Ланка 4 має може обертатися навколо осі 5. При обертанні копіра 1 ролик, з'єднаний із кулісою 2, рухається за профілем копірного диска, що призводить до повороту куліси 2 навколо осі 3. Куліса 2 рухає камінь 16, який встановлений в неї, який, в свою чергу, обертає ланку 4 навколо осі 5. Переміщення ланки 4 разом із кулісним каменем 7 призводить до повздовжнього руху двигуна матеріалу 8. Механізм поперечного переміщення має в своєму складі ролик 9, який встановлено в паз копірного диска та закріплено на кулісі 10, яка може обертатися навколо осі 11. В кулісі 10 знаходиться камінь 14, стійка 15 якого з'єднана з ланкою 12 гвинтом 13. Друге плече цієї ланки з'єднане шарнірно з каменем 18. Кулісою є двигун матеріалу 8. Ланка 12 може обертатись навколо осі 19. При обертанні копіра 1 рух від ролика 9 надається кулісі 10, яка. В свою чергу, повертається навколо осі 11. Поворот куліси дає можливість каменю 14 та стійці 15 рухати ланку 12, яка повертається навколо осі 19. Такий процес переміщує кулісний камінь 18 та рухає в поперечному напрямку двигун матеріалу 8.

Механізм переміщення за програмою напівавтомата для виготовлення коротких швів класу 469I фірми «Зінгер»

На рисунку 1.27 наведено кінематичну схему механізму переміщення за програмою напівавтомата для виготовлення коротких швів класу 469I фірми «Зінгер».

Механізм поздовжнього переміщення складається із двоплечевого важеля 3, одне плече якого з'єднано з роликом 2, встановленим в паз копірного диска 1, друге плече важеля 3, яке обертається навколо осі 4, виготовлено у вигляді куліси. З важелем 3 з'єднана ланка 8 через кулісний камінь 5 та стійку 6 за допомогою гвинта 7. Кулісний камінь 10 встановлено на кінці ланки 8. Кулісою є двигун матеріалу 11. Механізм працює наступним чином. При обертанні копірного диска

										Арк.
										39
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	МРМА 24.00.00.000 ПЗ					

Висновки до розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи були розглянуті конструкції вітчизняних та зарубіжних гудзикових напівавтоматів, механізми просування матеріалу і механізми відхилення голки швейних напівавтоматів.

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2 Розроблення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням

2.1 Проєктування конструкції механізму зигзагу

Просторову кінематичну схему механізму зигзагу гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням представлено на рисунку 2.1.

Зворотно - обертальний рух здійснює ротор крокового електродвигуна 1 за заданою програмою. Рамці голководія 6 передається зворотно-обертальний рух через коромисло 2, шатун 3, коромисло 4 та вісь 5 (рис. 2.1). Коливальний рух відбувається за рахунок голководія 7 і шатуну 8 (рис. 2.1) [8-14].

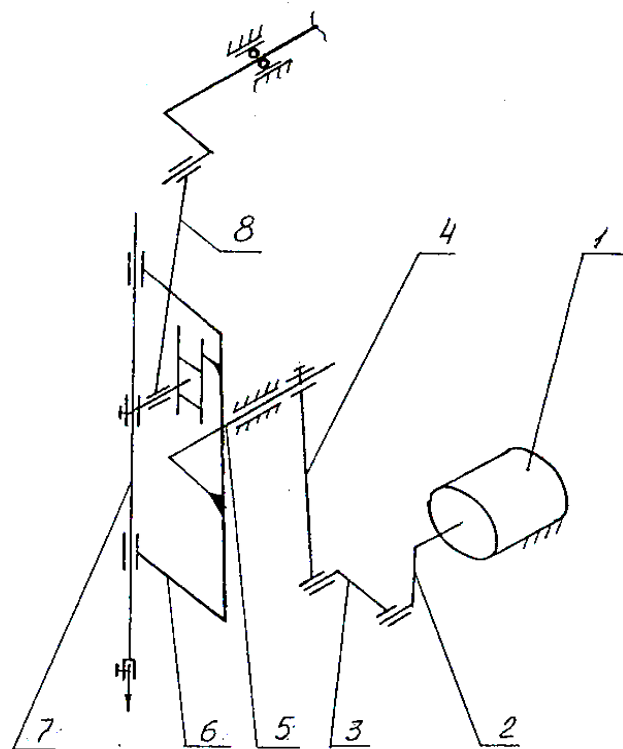


Рисунок 2.1 - Просторова кінематична схема механізму зигзагу гудзикового напівавтомата

На рисунку 2.2 наведено плоску схему механізму зигзагу.

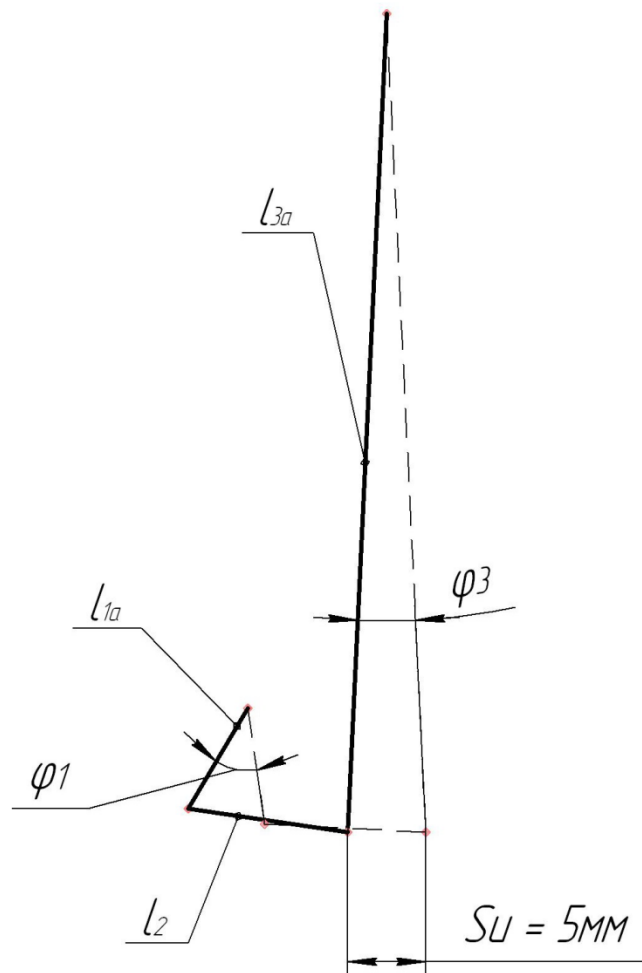


Рисунок 2.3 - Граничні положення механізму відхилення голки

Поворот ланки 2 (див. рис. 2.2) достатньо малий, що дозволяє знехтувати його величиною при подальших розрахунках. Тому будемо вважати переміщення цієї ланки лінійним.

Спрощену схему положення механізму відхилення голки представимо на рисунку 2.4.

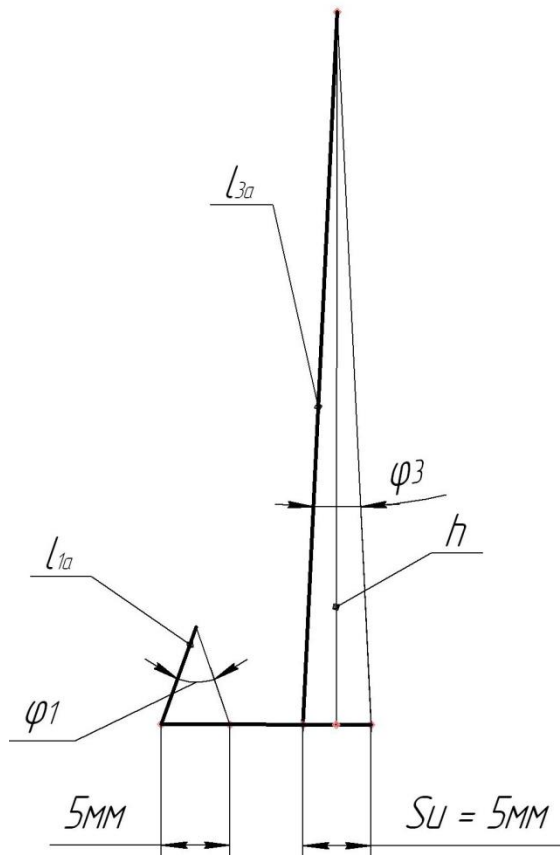


Рисунок 2.4 – Спрощена схема положення механізму відхилення голки

Кути повороту ланок $1a$ та $3a$ отримуємо із двох трикутників (рис. 2.4):

$$\frac{\psi_1}{\psi_3} = \frac{l_3}{l_1} \quad (2.1)$$

Отже:

$$\frac{l_3}{l_1} = \frac{56}{8} = 7.$$

Кут ψ_3 визначаємо з трикутника, який має сторони $3a$. Якщо провести висоту h , то отримаємо прямокутний трикутник, що має катет $2,5$ мм та гіпотенузу 56 мм.

$$\sin(\psi_3/2) = 2,5/56 = 0,0446.$$

Знаючи синус кута, визначаємо кут $\psi_3/2 = 2^{\circ}30'$. Тоді отримаємо значення кута $\psi_3 = 5^{\circ}$.

Отже,

$$\psi_1 = \frac{\psi_3 \cdot l_3}{l_1} = \frac{5 \cdot 56}{8} = 35^{\circ}.$$

Як видно із рисунку 2.3, значення кутів тотожні кутам повороту ланок, що були знайдено графічно.

2.2 Проектування механізму просування тримача гудзиків

Проектування механізму просування тримача гудзиків проводилось на базі машини 31 класу. Базовим механізмом був аналогічний механізм напівавтомата 827 класу [8-14].

На рисунку 2.5 представлено кінематичну схему механізму просування тримача гудзиків.

На валу кріпиться важіль 6 гвинтом 7. Також на валу встановлено черв'ячне зачеплення 5. Черв'як із цього черв'ячного зачеплення встановлено на валу крокового електричного двигуна 4. Вісь 8 з'єднує пластину 2 та важіль 6.

На поверхні платформи напівавтомата встановлено пластину, яка фіксується клинами 3 та з'єднана із платформою гвинтами. Клини в даній конструкції мають функцію напрямних елементів.

Веденою ланкою механізму конструкції є пластина 2, до якої гвинтами прикручена транспортувальна пластина 1. В транспортувальній пластині є вікно

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Кут повороту ланки розрахуємо аналогічно розрахунку при проектуванні механізму зигзагу, тобто графічним та аналітичним методами.

Визначення кута графічним методом проведемо за допомогою програми Solid Works [15-19]. Для цього будемо два граничні положення ланки б, враховуючи, що її довжина становить 127 мм. При вимірюванні кута ланки б здобули значення $1^{\circ}21'$ (рис. 2.6).

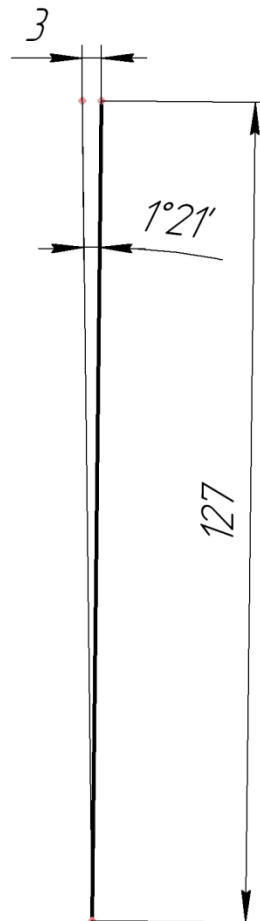


Рисунок 2.6 - Розрахункова схема при визначенні кута повороту ланки графічним методом

Аналітичний метод розрахунку механізму зигзагу проводимо із схеми, що наведена на рис. 2.7.

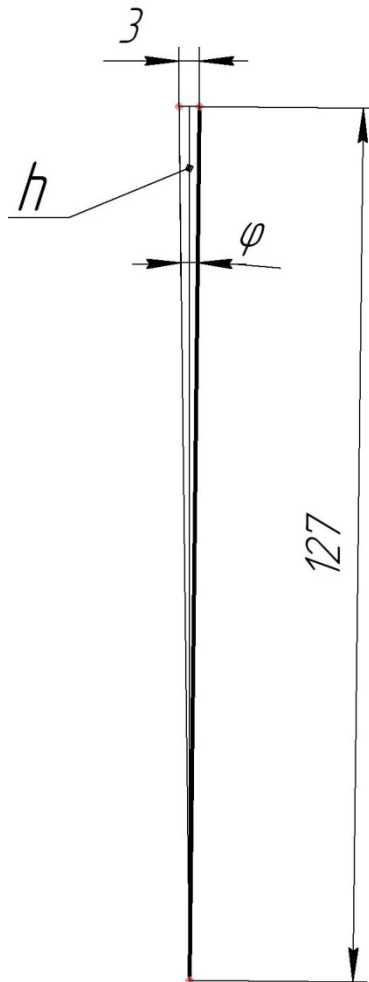


Рисунок 2.7 - Розрахункова схема при визначенні кута повороту ланки
аналітичним методом

Рівносторонній трикутник має довжину сторін відповідно 127 мм та 3 мм.
Після проведення медіани h маємо прямокутний трикутник (катет 1,5 мм,
гіпотенуза 127 мм) [20-26].

Тоді знайдемо синус кута

$$\sin \varphi/2 = 1,5/127 = 0,0118,$$

а кут буде рівним

$$\varphi/2 = 0^{\circ}40'.$$

Отже, тоді $\psi_3 = 1^{\circ}20'$.

Висновок: як в графічному, так і в аналітичному методах визначили величину кута і вона рівна $\psi_3 = 1^{\circ}20'$.

Висновки до розділу

В другому розділі виконували розроблення конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням. Провели проєктування конструкції механізму зигзагу та проєктування механізму просування тримача гудзиків. Визначили необхідний кут відхилення і як в графічному, так і в аналітичному методах величина кута рівна $\psi_3 = 1^{\circ}20'$.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції гудзикового напівавтомата з мікропроцесорним керуванням

3.1 Розрахунок крокового електроприводу для механізму зигзагу

Для здійснення розрахунку крокового електроприводу спочатку слід розрахувати маси та моменти інерції ланок механізму зигзага.

Поставлену задачу вирішували за допомогою комп'ютерної програми SolidWorks [15-19]. Для цього було змодельовано необхідні деталі механізму зигзага. Систему координат (для якої виконується розрахунок моменту інерції), вказано для тих ланок, які здійснюють обертовий рух. Моменти інерції ланок, які здійснюють складний рух, визначаємо відносно центру мас.

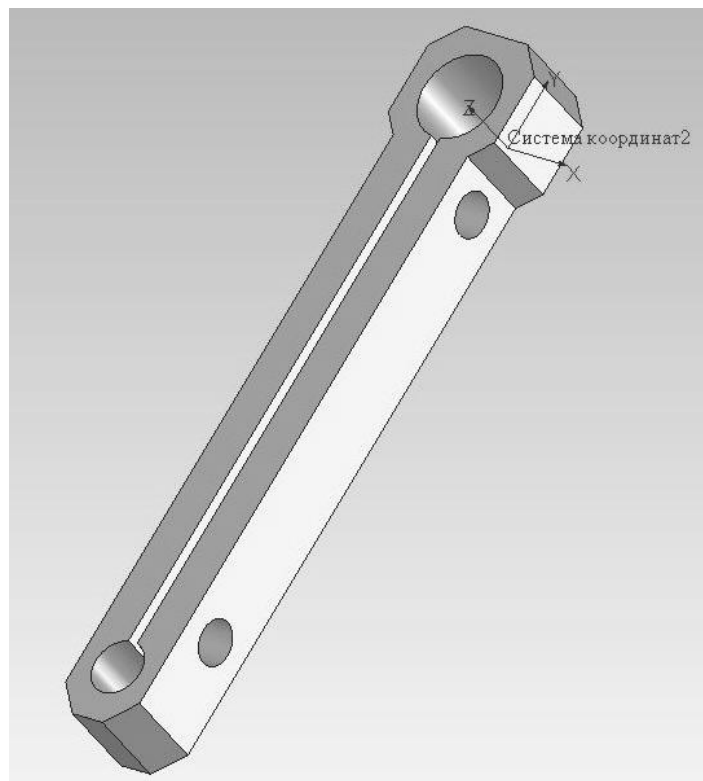


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд ланки коромисла

Ланка коромисла:

- густина матеріалу $\rho = 0,0027 \text{ гр} / \text{мм}^3$;

- маса деталі $m = 9,52 \text{ гр}$;

- об'єм деталі $V = 325,82 \text{ мм}^3$;

- площа поверхні деталі $S = 3315,90 \text{ мм}^2$.

Центр мас ланки коромисла, мм (рис. 3.1):

$$X = 0,00;$$

$$Y = -26,81;$$

$$Z = 4,00.$$

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм²:

$$L_{xx} = 3311,41; \quad L_{xy} = 0,00; \quad L_{xz} = 0,00; \quad (3.1)$$

$$L_{xy} = 0,00; \quad L_{yy} = 129,82; \quad L_{yz} = 0,00; \quad (3.2)$$

$$L_{zx} = 0,00; \quad L_{zy} = 0,00; \quad L_{zz} = 3335,37. \quad (3.3)$$

Моменти інерції, гр.*мм² (розрахунок проводимо відносно обраної системи координат):

$$I_{xx} = 10304,56; \quad I_{xy} = 0,00; \quad I_{xz} = 0,00; \quad (3.4)$$

$$I_{xy} = 0,00; \quad I_{yy} = 282,14; \quad I_{yz} = 1020,74; \quad (3.5)$$

$$I_{zx} = 0,00; \quad I_{zy} = 1020,77; \quad I_{zz} = 10176,20. \quad (3.6)$$

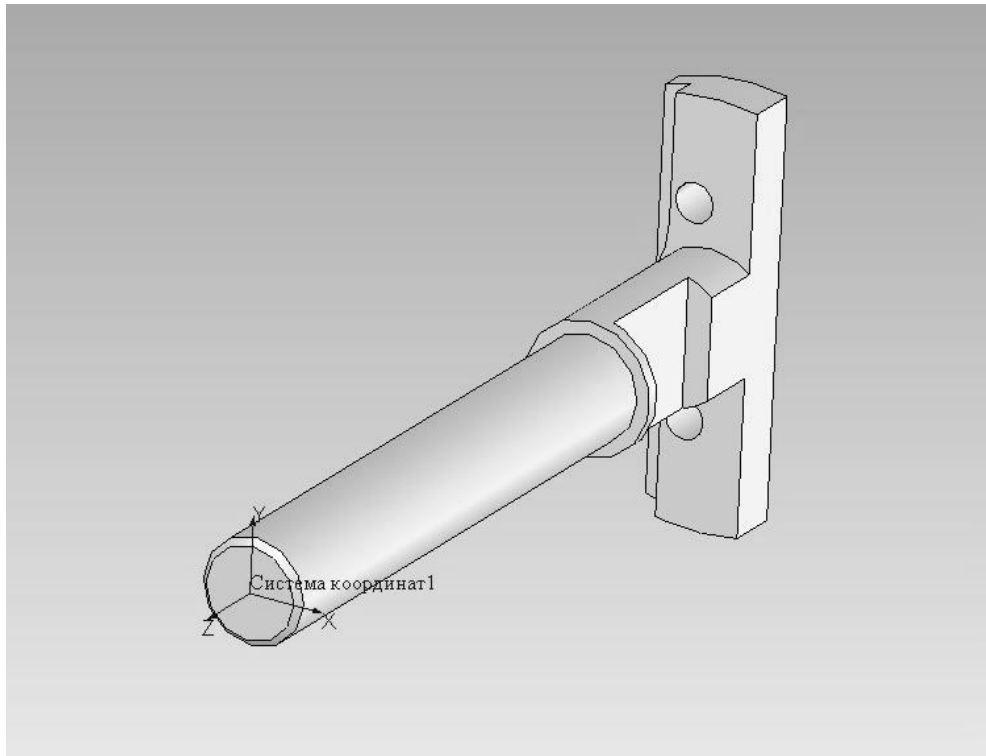


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд ланки вісь

Ланка: вісь (рис. 3.2):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі - $m = 32,09 \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 4114,50 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 2534,60 \text{ мм}^2$.

Центр мас ланки вісь, мм (рис. 3.2):

$$X = -0,37;$$

$$Y = 0,00;$$

$$Z = -38,59.$$

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм²:

$$L_{xx} = 14279,37 ; \quad L_{xy} = 0,00 ; \quad L_{xz} = 217,52 ; \quad (3.7)$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

MPMA 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

53

$$L_{xy} = 0,00; L_{yy} = 1371483; L_{yz} = -0,01; \quad (3.8)$$

$$L_{zx} = 217,52; L_{zy} = -0,01; L_{zz} = 855,17. \quad (3.9)$$

Моменти інерції, гр.*мм² (розрахунок проводимо відносно вибраної системи координат):

$$I_{xx} = 62068,20; I_{xy} = 0,00; I_{xz} = 678,42; \quad (3.10)$$

$$I_{xy} = 0,00; I_{yy} = 61508,11; I_{yz} = -0,02; \quad (3.11)$$

$$I_{zx} = 678,42; I_{zy} = -0,02; I_{zz} = 859,62. \quad (3.12)$$

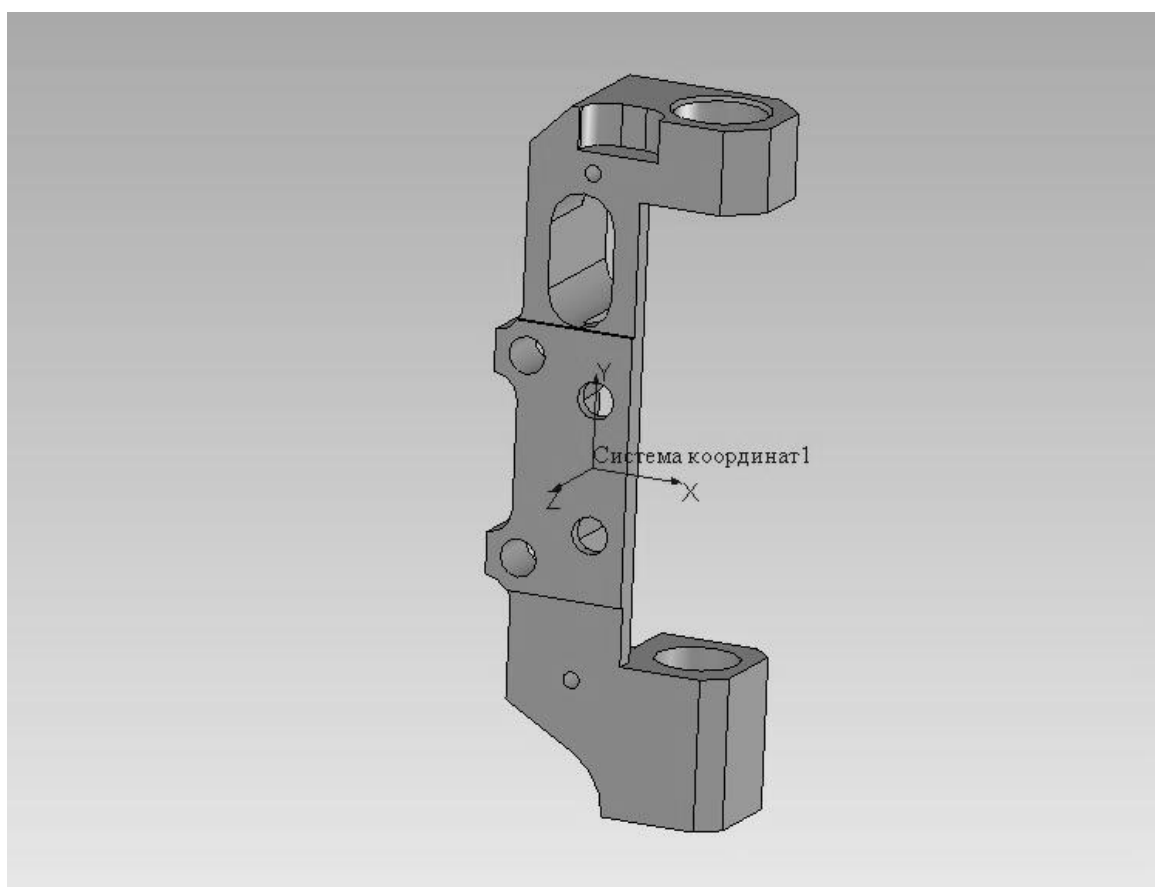


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд ланки рамка

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
54

Ланка рамка (рис. 3.3):

- густина матеріалу $\rho = 0,0027 \text{ гр} / \text{мм}^3$;

- маса металі $m = 28,59 \text{ гр}$;

- об'єм деталі $V = 10587,08 \text{ мм}^3$;

- площа поверхні деталі $S = 7824,08 \text{ мм}^2$.

Центр мас ланки рамка, мм:

$$X = 0,17;$$

$$Y = -1,75;$$

$$Z = -7,07.$$

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм²:

$$L_{xx} = 22630,24; L_{xy} = -985,61; L_{xz} = -80,64; \quad (3.13)$$

$$L_{xy} = -985,61; L_{yy} = 2492,42; L_{yz} = 0,16; \quad (3.14)$$

$$L_{zx} = -80,64; L_{zy} = 0,16; L_{zz} = 23772,59. \quad (3.15)$$

Моменти інерції, гр.*мм² (розрахунок проводимо відносно вибраної системи координат):

$$I_{xx} = 24147,89; I_{xy} = -993,91; I_{xz} = -114,23; \quad (3.16)$$

$$I_{xy} = -993,91; I_{yy} = 3923,48; I_{yz} = 353,68; \quad (3.17)$$

$$I_{zx} = -114,23; I_{zy} = 353,68; I_{zz} = 23860,76.$$

(3.18)

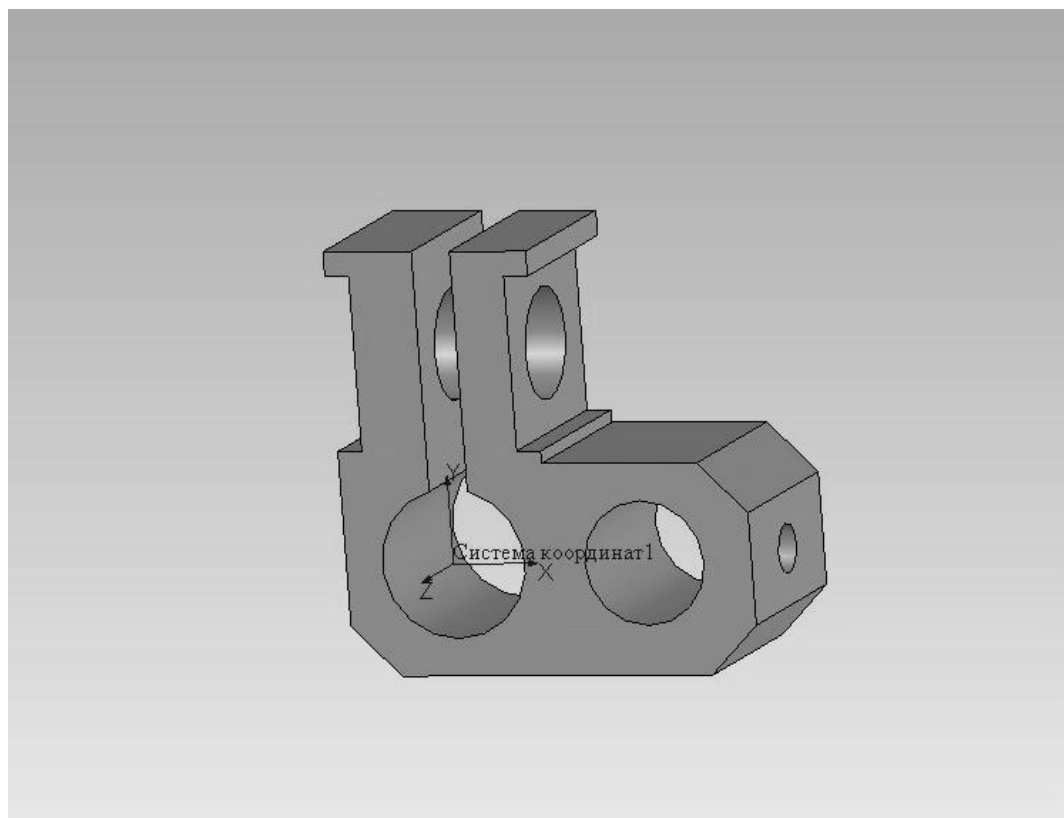


Рисунок 3.4 – загальний вигляд ланки кривошип

Ланка кривошип (рис. 3.4):

- густина матеріалу $\rho = 0,0027 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі $m = 2,66 \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 984,25 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 1232,08 \text{ мм}^2$.

Центр мас ланки кривошип, мм:

$$X = 2,93;$$

$$Y = 2,12;$$

$$Z = -4,00.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

56

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм²:

$$L_{xx} = 77,43; L_{xy} = -22,02; L_{xz} = 0,00; \quad (3.19)$$

$$L_{xy} = -22,02; L_{yy} = 77,28; L_{yz} = 0,00; \quad (3.20)$$

$$L_{zx} = 0,00; L_{zy} = 0,00; L_{zz} = 124,47. \quad (3.21)$$

Моменти інерції, гр.*мм² (розрахунок проводимо відносно активної системи координат):

$$I_{xx} = 131,90; I_{xy} = -5,50; I_{xz} = -31,16; \quad (3.22)$$

$$I_{xy} = -5,50; I_{yy} = 142,64; I_{yz} = -22,54; \quad (3.23)$$

$$I_{zx} = -31,16; I_{zy} = -22,54; I_{zz} = 159,26. \quad (3.24)$$

Ланка шатун (рис. 3.5):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;

- маса деталі $m = 8,96 \text{ гр}$;

- об'єм деталі $V = 1149,23 \text{ мм}^3$;

- площа поверхні деталі $S = 1377,41 \text{ мм}^2$.

Центр мас ланки шатун, мм:

$$X = 7,55;$$

$$Y = 6,81;$$

$$Z = -7,00.$$

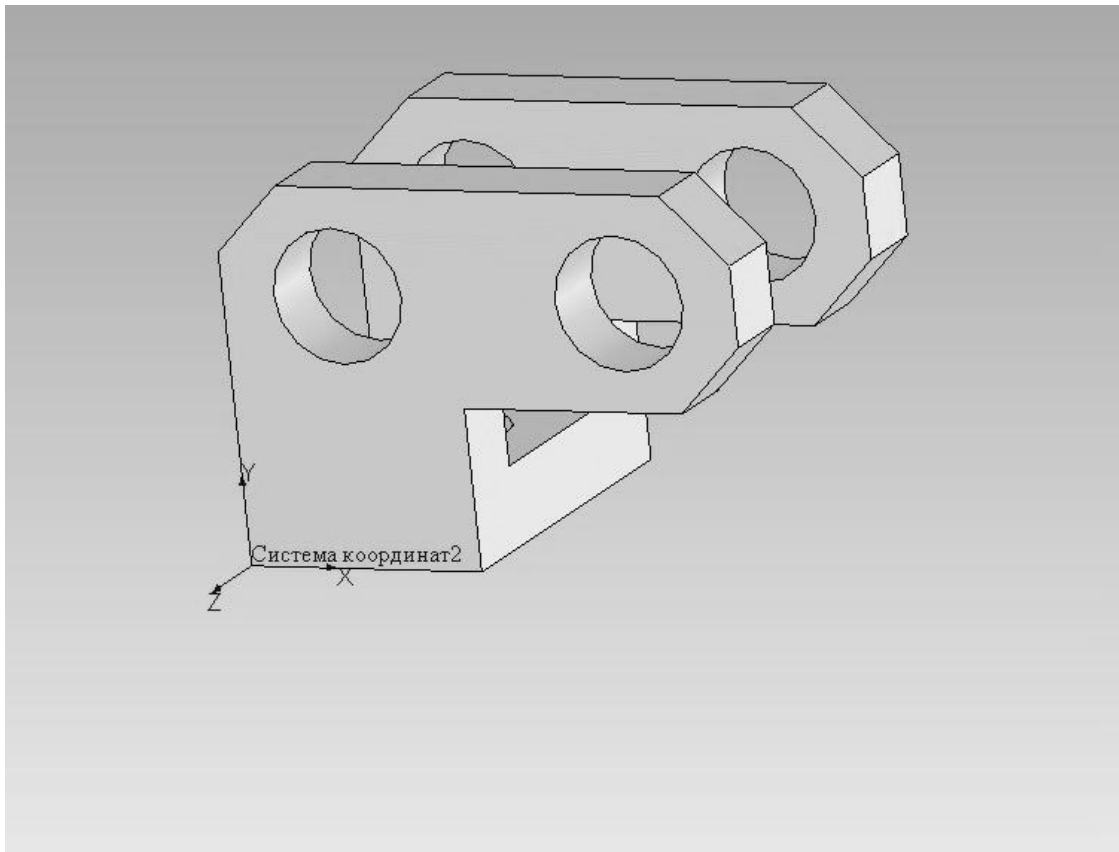


Рисунок 3.5 – Загальний вигляд ланка шатун

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм²:

$$L_{xx} = 410,49; \quad L_{xy} = 8875; \quad L_{xz} = 0,00; \quad (3.25)$$

$$L_{yy} = 88,75; \quad L_{yy} = 489,61; \quad L_{yz} = 0,00; \quad (3.26)$$

$$L_{zx} = 0,00; \quad L_{zy} = 0,00; \quad L_{zz} = 403,77. \quad (3.27)$$

Моменти інерції, гр.*мм² (розрахунок проводимо відносно активної системи координат):

$$I_{xx} = 126579; \quad I_{xy} = 549,71; \quad I_{xz} = -473,62; \quad (3.28)$$

$$I_{xy} = 579,71 \quad I_{yy} = 1439,54; \quad I_{yz} = -427,49; \quad (3.29)$$

$$I_{zx} = -473,62; \quad I_{zy} = -427,49; \quad I_{zz} = 1330,54. \quad (3.30)$$

Попередній розрахунок механізму зигзагу (мас і моментів інерції ланок) здійснено з використанням пакету програм SolidWorks [15-19]. В подальшій роботі розрахунок мас та моментів інерції ланок механізму зигзагу ми виконували аналітично. Такий підхід дає можливість спів ставити розбіжності у результатах. Для визначення розбіжності у результатах візьмемо ланку коромисло (рис. 3.6) [20-26].

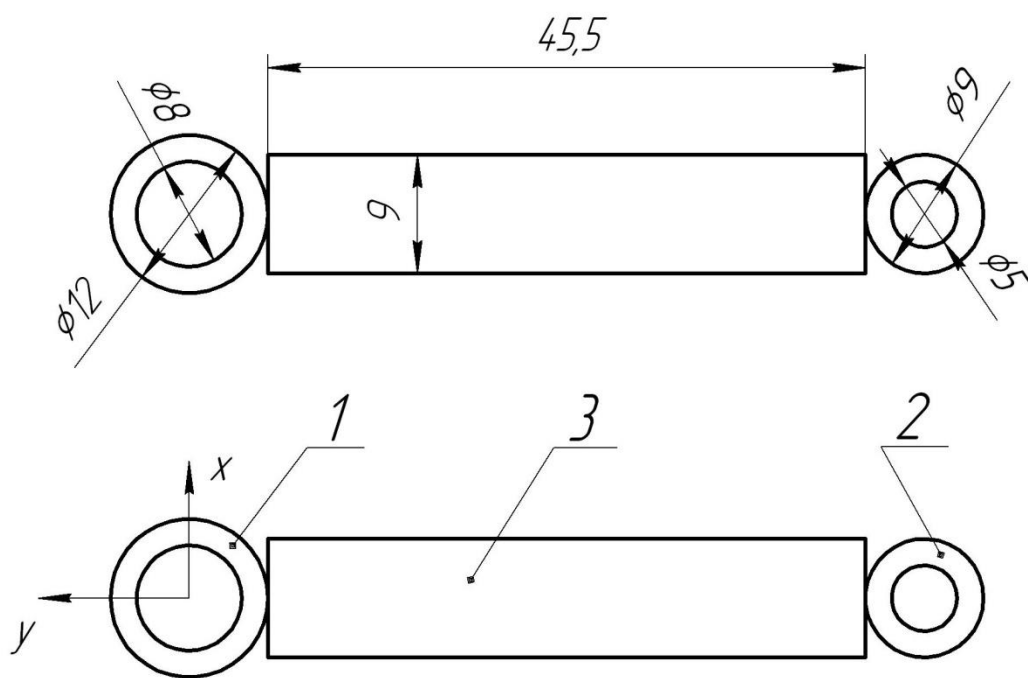


Рисунок 3.6 – Загальний вигляд ланки коромисло

Ланка коромисло (рис. 3.6):

- густина матеріалу $\rho = 0,0027 \text{ гр} / \text{мм}^3$;

- маса деталі m , гр:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$m = m_1 + m_2 + m_3; \quad (3.31)$$

$$m_1 = \frac{\pi(R^2 - r^2)}{l \cdot \rho} = \frac{3,14 \cdot (6^2 - 4^2)}{8 \cdot 0,0027} = 1,356; \quad (3.32)$$

$$m_3 = \frac{\pi(R^2 - r^2)}{l \cdot \rho} = \frac{3,14 \cdot (4,5^2 - 2,5^2)}{8 \cdot 0,0027} = 0,949;$$

$$m_2 = a \cdot b \cdot l \cdot \rho; \quad (3.33)$$

$$m_2 = a \cdot b \cdot l \cdot \rho = 9 \cdot 45,5 \cdot 8 \cdot 0,0027 = 8,845$$

Отже, маса ланки коромисла становить:

$$m = 1,356 + 0,949 + 8,845 = 11,15 \text{ гр.}$$

Визначимо моменти інерції окремих частин ланки, гр.*мм² [20-26]:

$$I_1 = \frac{R^2 + r^2}{2} \cdot m = \frac{6^2 + 4^2}{2} \cdot 1,356 = 35,25; \quad (3.34)$$

$$I_3 = \frac{R^2 + r^2}{2} \cdot m = \frac{4,5^2 + 2,5^2}{2} \cdot 0,949 = 12,57; \quad (3.35)$$

$$I_2 = \frac{a^2 + b^2}{12} \cdot m = \frac{9^2 + 8^2}{12} \cdot 8,845 = 106,88. \quad (3.36)$$

Моменти інерції відносно початку обраної системи координат, гр.*мм²:

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3 + m_1(X_{s1}^2 + Y_{s1}^2) + m_2(X_{s2}^2 + Y_{s2}^2) + m_3(X_{s3}^2 + Y_{s3}^2); \quad (3.37)$$

$$I_0 = 35,25 + 12,57 + 106,88 + 1,356(0 + 0) + 0,949(0 + 54^2) + 8,845(0 + 28,75^2) = 10229,93.$$

Висновок: невідповідність двох методів розрахунку мас і моментів інерції ланки коромисла складає:

- розрахунок маси деталей – 14,62%;
- розрахунок моментів інерції – 0,53%.

Таку розбіжність можна пояснити похибкою розрахунку маси коромисла вручну, яка виникла із-за складної конфігурації геометричної форми коромисла при розбиванні деталі на прості геометричні форми.

3.2 Розрахунок крокового приводу механізму зигзагу

В попередньому розділі, на рисунку 2.2, наведено кінематичну схему механізму зигзагу, ротор 1а крокового електродвигуна здійснює за заданою програмою зворотно-обертальний рух. Цей рух передається рамці 3в за допомогою коромисла 1б, шатуна 2, коромисла 3а та осі 3б.

Запишемо рівняння руху ротора крокового електродвигуна (КЕД):

$$M_p - M_{cnp} = I_{np} \cdot \frac{d\bar{\omega}}{dt}, \quad (3.38)$$

де I_{np} - приведений до вала ротора моменту інерції ланок приводу; M_{cnp} - момент сил спротиву, приведений до валу ротора; M_p - рушійний момент, яку прикладено до ротора; $\bar{\omega}$ - кутова швидкість.

Оскільки значення моменту сил опору, приведених до валу ротора мають малі значення, ними нехтуємо: $M_{ср} = 0$. В такому випадку формула (3.38) набуває вигляду [20-26]:

$$M_p = I_{np} \cdot \frac{d\bar{\omega}}{dt} \quad (3.39)$$

Момент інерції ланок приводу, приведений до головного валу ротора, визначимо із рівняння:

$$I_{np} = I_1 + \frac{m_2}{u_{i-2}^2} + \frac{I_3}{u_{i-3}^2} + \frac{I_4}{u_{i-4}^2} + \frac{I_5}{u_{i-5}^2}, \quad (3.40)$$

де $I_1 = I_{1a} + I_{1б}$;

$I_3 = I_{3a} + I_{3б} + I_{3в}$,

де $I_{1a}, I_{1б}, I_{3a}, I_{3б}, I_4, I_5$ - моменти інерції відносно відповідних осей обертання.

Значення моментів інерції відносно відповідних осей обертання наведено в таблиці 3.1 [20-26].

Таблиця 3.1 - Значення моментів інерції

Моменти інерції	I_{1a}	$I_{1б}$	I_{3a}	$I_{3б}$	$I_{3в}$	I_4	I_5
$кг \cdot м^2$	$2,007 \cdot 10^{-7}$	$1,5926 \cdot 10^{-7}$	$1,01762 \cdot 10^{-5}$	$8,5962 \cdot 10^{-7}$	$2,6133 \cdot 10^{-5}$	$8,5962 \cdot 10^{-7}$	$4,9646 \cdot 10^{-5}$

Розрахункові формули для визначення передаточних чисел [20-26]:

$$u_{1-1} = \frac{\omega_1}{V_2} = \frac{\omega_1}{\omega_1 \cdot l_{1б}} = \frac{1}{l_{1б}} = \frac{1}{8} = 0,125; \quad (3.41)$$

$$u_{1-3} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{\omega_1}{V_2/l_{3a}} = \frac{\omega_1 \cdot l_{3a}}{V_2} = \frac{l_{3a}}{l_{1b}} = \frac{56}{8} = 7; \quad (3.42)$$

$$u_{1-5} = u_{1-3} \cdot u_{1-5} = 0,125 \cdot 7 = 0,875; \quad (3.43)$$

$$u_{1-5} = 1,046.$$

Значення I_{np} - приведенного до валу ротора моменту інерції ланок приводу знаходимо, знаючи масу ланки 2 ($m = 0,00896$) [20-26]:

$$I_{np} = 2,2759 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Використовуємо кроковий електродвигун ДК 200-3 для приводу механізму зигзагу. Механічні характеристики цього електродвигуна покажемо у вигляді графічних залежностей (рис. 3.7).

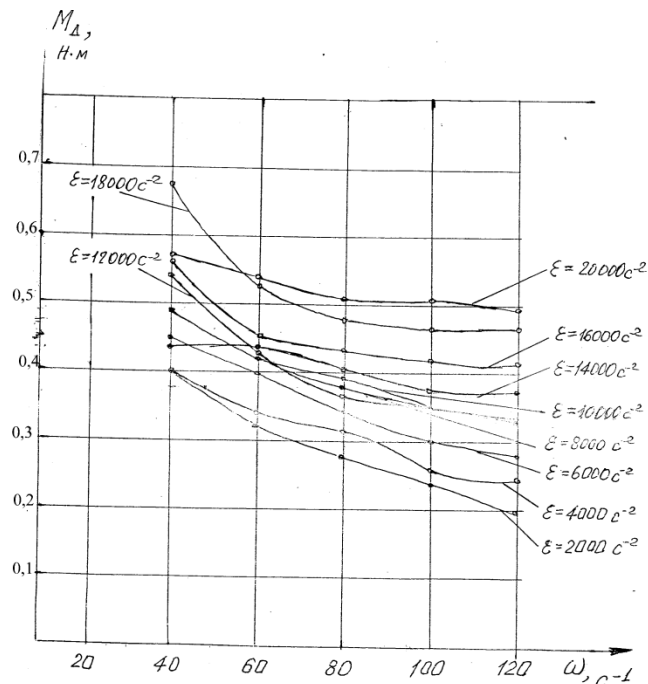


Рисунок 3.7 – Механічні характеристики електродвигуна ДК 200-3

Розрахунок оптимальних характеристик електродвигуна крокового:

$$T = 60/n; t_{mp} = 0,46T; \psi_u = S_u/H; \omega_{3max} = 2 \cdot \psi_u / t_{mp}; \varepsilon_{3max} = 2 \cdot \omega_{3max} / t_{mp};$$

$$\omega_{max} = u_{i-3} \cdot \omega_{3max}; \varepsilon_{max} = u_{i-3} \cdot \varepsilon_{3max}; M_{\partial max} = I_{np} \cdot \varepsilon_{max}.$$

Із врахуванням числа обертів ($n = 3500 \text{ об/хв}$), отримуємо наступні значення:

$$T = 0,017 \text{ с}; \quad t_{mp} = 0,08 \text{ с}; \quad \psi_u = 0,043 \text{ рад}; \quad \omega_{3max} = 11,027 \text{ рад/с};$$

$$\varepsilon_{3max} = 2796,72 \text{ рад/с}^2; \quad \omega_{max} = 77,19 \text{ рад/с}; \quad \varepsilon_{max} = 19577,04 \text{ рад/с}^2;$$

$$M_{\partial max} = 0,446 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \omega_{max} = 77,19 \text{ рад/с}.$$

Для розрахункових значень $\omega_{max} = 77,19 \text{ рад/с}$ та $\varepsilon_{max} = 19577,04 \text{ рад/с}^2$ знаходимо для $M_{\partial max}$ значення за графіком механічних характеристик (рис. 3.7) для порівняння з отриманим розрахунковим значенням ($M_{\partial max} = 0,446 \text{ Н} \cdot \text{м}$). Графічне значення становить $M_{\partial max} = 0,53 \text{ Н} \cdot \text{м}$, що трошки більше за розрахункове. Отже, для вибору оптимальних характеристик крокового електродвигуна є сенс зміни швидкісних характеристик n .

Розрахунок оптимальних характеристик електродвигуна крокового при числі обертів - ($n = 3000 \text{ об/хв}$): $T = 0,02 \text{ с}$, $t_{mp} = 0,092 \text{ с}$, $\psi_u = 0,043 \text{ рад}$,

$$\omega_{3max} = 9,348 \text{ рад/с}, \quad \varepsilon_{3max} = 2032,17 \text{ рад/с}^2, \quad \omega_{max} = 65,44 \text{ рад/с},$$

$$\varepsilon_{max} = 14225,19 \text{ рад/с}^2, \quad M_{\partial max} = 0,324 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок оптимальних характеристик електродвигуна крокового при числі обертів - ($n = 3700 \text{ об/хв}$): $T = 0,016 \text{ с}$, $t_{mp} = 0,0075 \text{ с}$, $\psi_u = 0,043 \text{ рад}$,

$$\omega_{3max} = 11,529 \text{ рад/с}, \quad \varepsilon_{3max} = 3091,1 \text{ рад/с}^2, \quad \omega_{max} = 80,7 \text{ рад/с},$$

$$\varepsilon_{max} = 21637,73 \text{ рад/с}^2, \quad M_{\partial max} = 0,492 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Графічне значення $M_{\partial max} = 0,53 \text{ Н} \cdot \text{м}$ відповідає швидкісним характеристикам крокового двигуна з кількістю обертів $n = 3700 \text{ об/хв}$.

										Арк.
										64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	МРМА 24.00.00.000 ПЗ					

3.3 Розрахунок крокового приводу механізму просування тримача гудзиків

На першому етапі проведемо мас та моментів інерції ланок механізму просування тримача гудзиків із використанням пакету програми SolidWorks [15-19], за допомогою якої зроблено моделі деталей механізму просування тримача гудзиків. Розрахунок моментів інерції відносно системи координат проводився для ланок, які здійснюють обертовий рух. Розрахунок моментів інерції відносно центру мас проводився для ланок, які здійснюють складний рух.

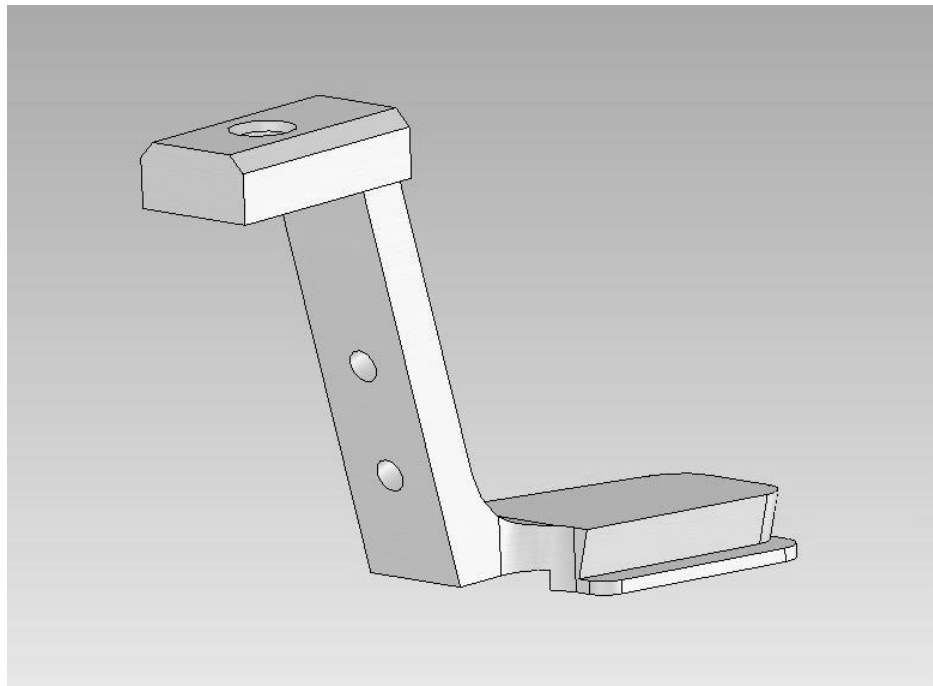


Рисунок 3.8 – Загальний вигляд ланки лапка ліва

Ланка лапка ліва (рис. 3.8):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ г/мм}^3$;
- маса деталі $m = 11,17, \text{ г}$;
- об'єм деталі $V = 1432,21 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 1451,88 \text{ мм}^2$.

Моменти інерції відносно центру мас, $\text{гр.} \cdot \text{мм}^2$ [15-19]:

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

$$L_{xx} = 1493,13 ; \quad L_{xy} = -194,66 ; \quad L_{xz} = 1063,80 ;$$

$$L_{xy} = -194,66 ; \quad L_{yy} = 2453,20 ; \quad L_{yz} = -159,33 ;$$

$$L_{zx} = 1063,80 ; \quad L_{zy} = -159,33 ; \quad L_{zz} = 1189,74 .$$

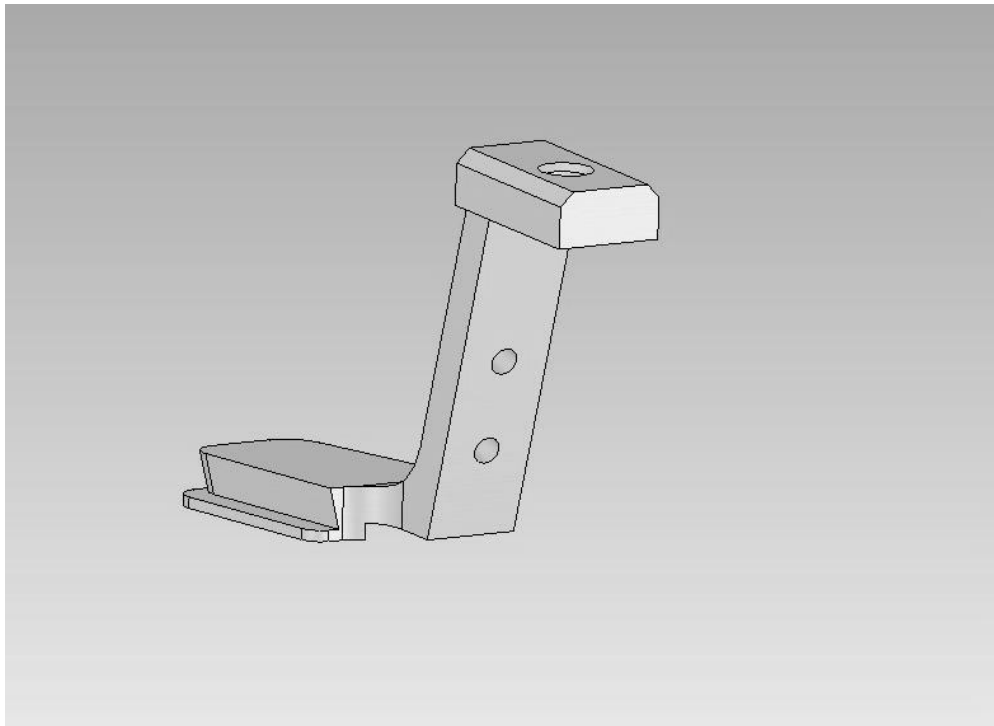


Рисунок 3.9 – Загальний вигляд ланки лапка права

Ланка лапка права (рис. 3.9):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ г/мм}^3$;

- маса деталі $m = 11,17 \text{ г}$;

- об'єм деталі $V = 1432,21 \text{ мм}^3$;

- площа поверхні деталі $S = 1451,88 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, $\text{гр} \cdot \text{мм}^2$ [15-19]:

$$L_{xx} = 1493,13 ; \quad L_{xy} = 194,66 ; \quad L_{xz} = 1063,80 ;$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

66

$$L_{xy} = 194,66; \quad L_{yy} = 2453,20; \quad L_{yz} = 159,33;$$

$$L_{zx} = 1063,80; \quad L_{zy} = 159,33; \quad L_{zz} = 1189,74.$$

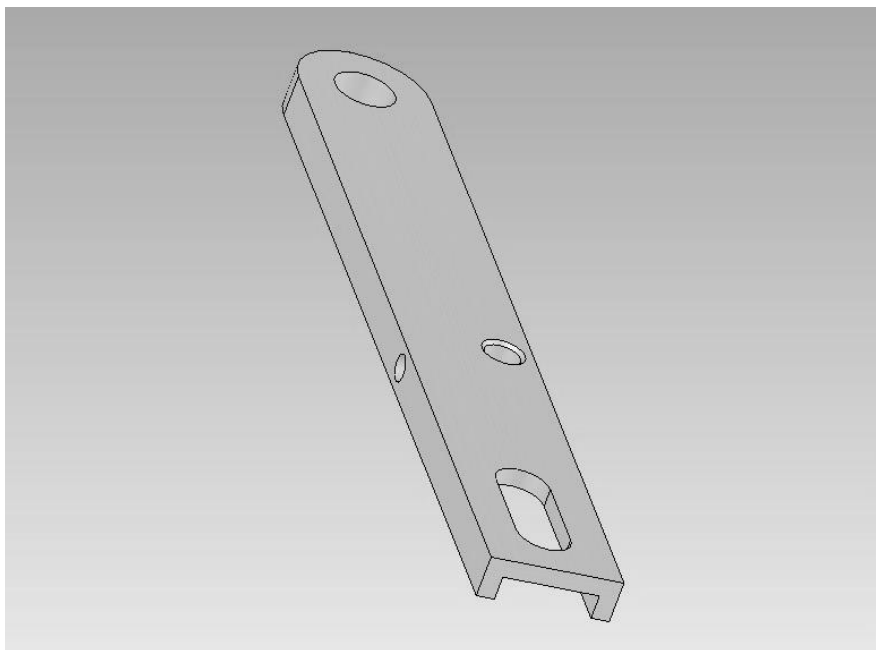


Рисунок 3.10 – Загальний вигляд ланки тримач лапки правий

Ланка тримач лапки правий (рис. 3.10):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі $m = 18,53, \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 2375,57 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 2363,16 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, $\text{гр} \cdot \text{мм}^2$ [15-19]:

$$L_{xx} = 225,27; \quad L_{xy} = -1,34; \quad L_{xz} = -44,83;$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

67

$$L_{xy} = -1,34; L_{yy} = 7448,93; L_{yz} = -0,20;$$

$$L_{zx} = -44,83; L_{zy} = -0,20; L_{zz} = 7636,05.$$

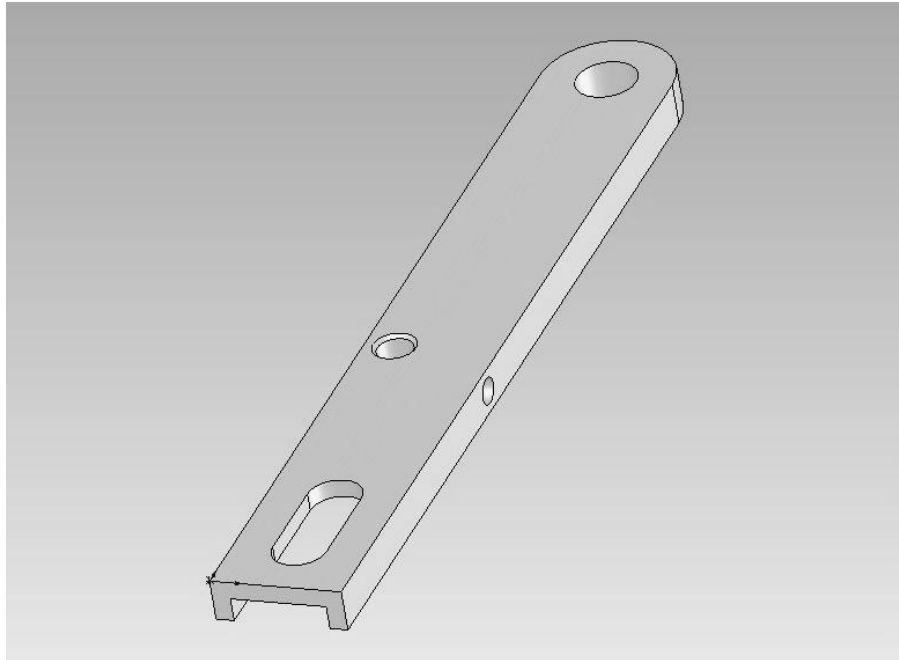


Рисунок 3.11 – Загальний вигляд ланки тримач лапки лівий

Ланка тримач лапки лівий (рис. 3.11):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ г/мм}^3$;
- маса деталі $m = 18,53 \text{ г}$;
- об'єм деталі $V = 2375,57 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 2363,16 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, $\text{гр.} \cdot \text{мм}^2$ [15-19]:

$$L_{xx} = 225,27; \quad L_{xy} = -1,34; \quad L_{xz} = 44,83;$$

$$L_{xy} = -1,34; \quad L_{yy} = 7448,93; \quad L_{yz} = 0,20;$$

$$L_{zx} = 44,83; \quad L_{zy} = 0,20; \quad L_{zz} = 7636,05.$$

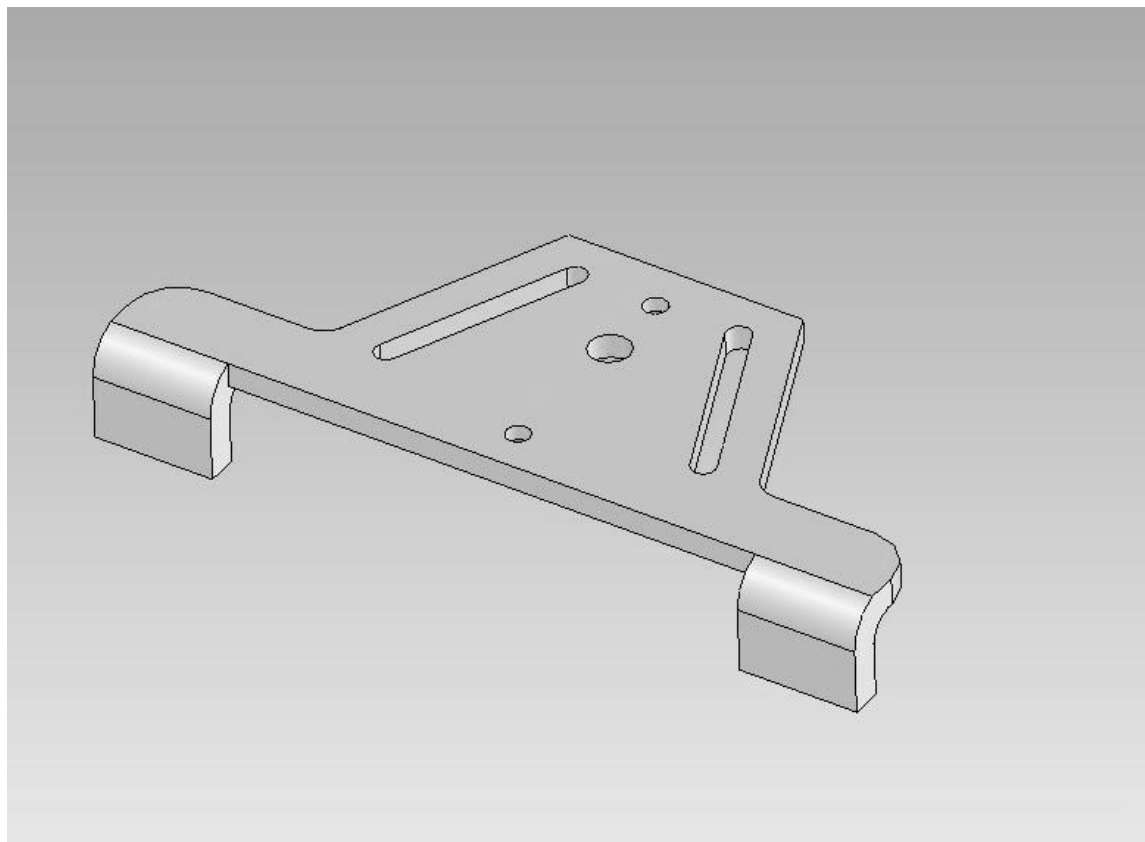


Рисунок 3.12 – Загальний вигляд ланки - напрямна

Ланка напрямна (рис. 3.12):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі $m = 16,97, \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 2175,74 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 2675,76 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, $\text{гр} \cdot \text{мм}^2$ [15-19]:

$$L_{xx} = 5382,40; \quad L_{xy} = 0,00; \quad L_{xz} = 101,79;$$

$$L_{xy} = 0,00; \quad L_{yy} = 1070,14; \quad L_{yz} = 0,00;$$

$$L_{zx} = 101,79; \quad L_{zy} = 0,00; \quad L_{zz} = 6340,19.$$

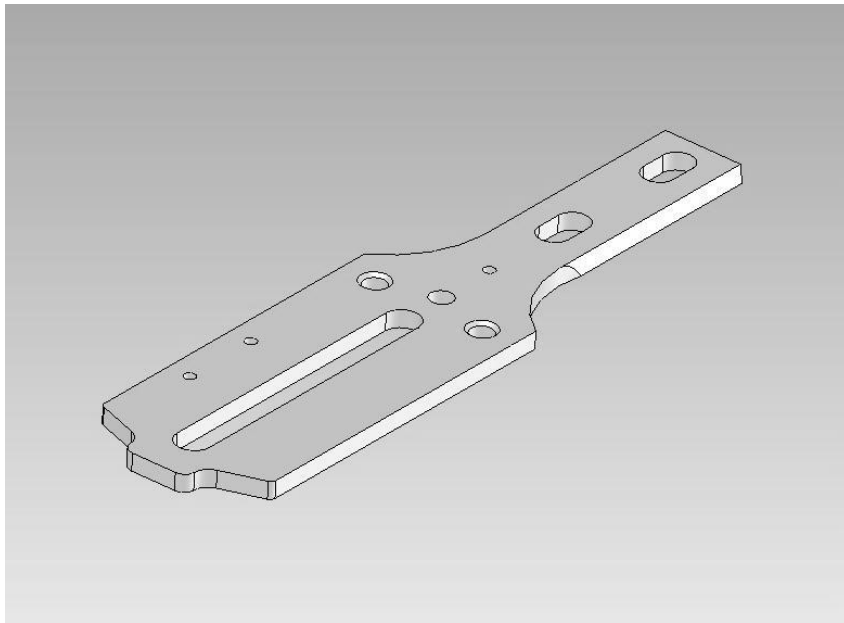


Рисунок 3.13 – Загальний вигляд ланки - пластина

Ланка - пластина (рис. 3.13):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;

- маса деталі $m = 58,91, \text{ гр}$;

- об'єм деталі $V = 7551,99 \text{ мм}^3$;

- площа поверхні деталі $S = 6587,69 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм² [15-19]:

$$L_{xx} = 4424,50; \quad L_{xy} = 43,20; \quad L_{xz} = -12,03;$$

$$L_{xy} = 43,20; \quad L_{yy} = 63675,34; \quad L_{yz} = -0,01;$$

$$L_{zx} = -12,03; \quad L_{zy} = -0,01; \quad L_{zz} = 68011,58.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

MPMA 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

70

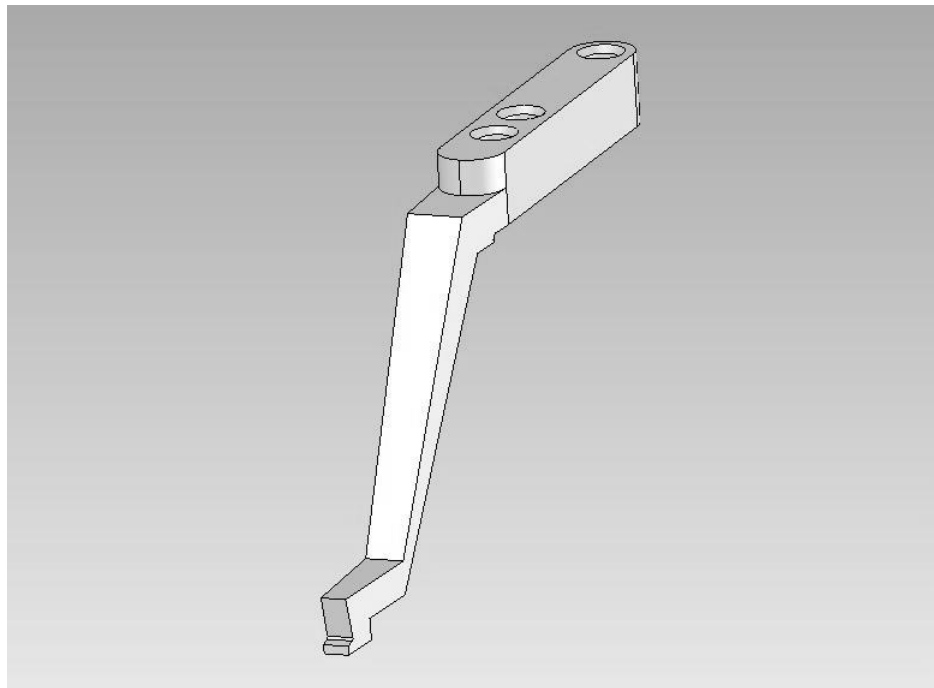


Рисунок 3.14 – Загальний вигляд ланки - упор

Ланка - упор (рис. 3.14):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ г/мм}^3$;
- маса деталі $m = 14,06 \text{ г}$;
- об'єм деталі $V = 1802,67 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 1736,24 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, $\text{г} \cdot \text{мм}^2$ [15-19]:

$$L_{xx} = 1117,51; \quad L_{xy} = 0,00; \quad L_{xz} = 1671,59;$$

$$L_{xy} = 0,00; \quad L_{yy} = 5148,29; \quad L_{yz} = 0,00;$$

$$L_{zx} = 1671,59; \quad L_{zy} = 0,00; \quad L_{zz} = 4105,75.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
71

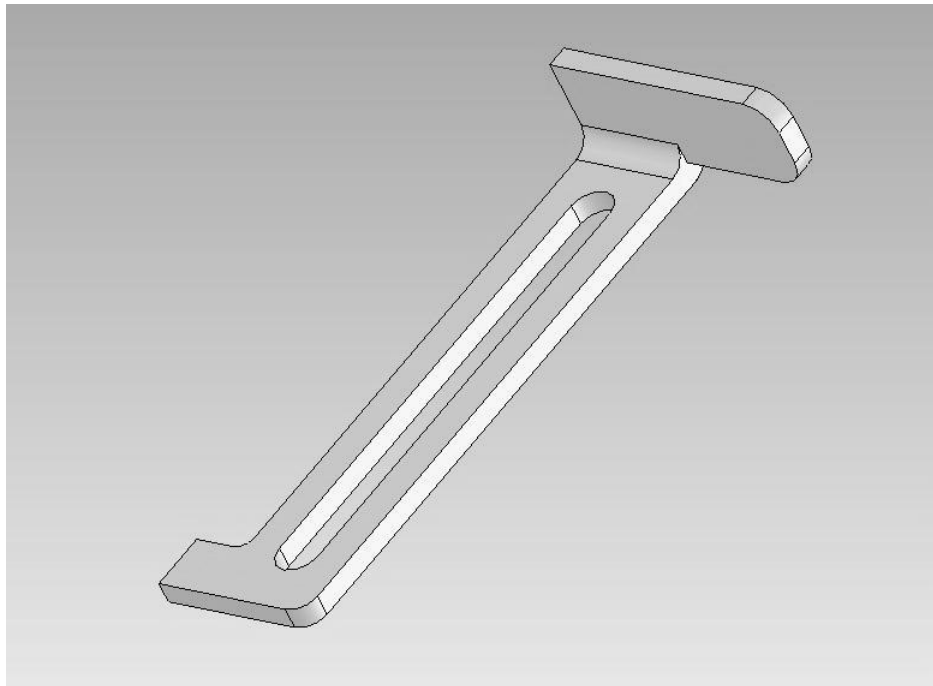


Рисунок 3.15 – Загальний вигляд ланки - упор 2

Ланка - упор 2 (рис. 3.15):

- густина матеріалу $\rho = 0,0078 \text{ г/мм}^3$;
- маса деталі $m = 4,22, \text{ г}$;
- об'єм деталі $V = 540,62 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 1025,32 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм² [15-19]:

$$L_{xx} = 949,99; \quad L_{xy} = 122,87; \quad L_{xz} = 19,30;$$

$$L_{xy} = 122,87; \quad L_{yy} = 107,20; \quad L_{yz} = 77,84;$$

$$L_{zx} = 19,30; \quad L_{zy} = 77,84; \quad L_{zz} = 1017,61.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.
72

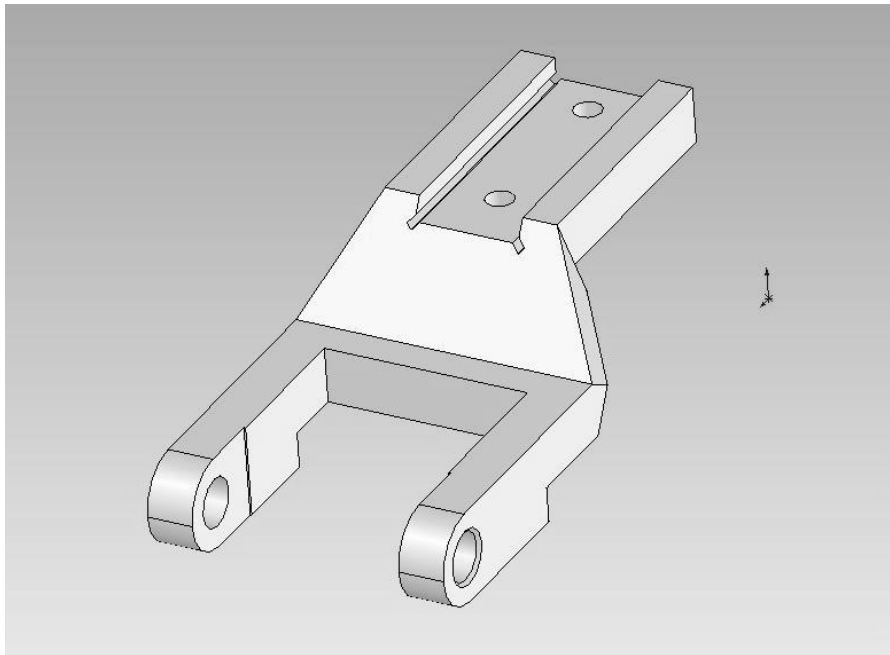


Рисунок 3.16 – Загальний вигляд ланки рамка

Ланка рамка (рис. 3.16):

- густина матеріалу $\rho = 0,01 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі $m = 119,83, \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 15362,58 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 8350,11 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм² [15-19]:

$$L_{xx} = 29330,69; \quad L_{xy} = -19523,81; \quad L_{xz} = 18,35;$$

$$L_{xy} = -19523,81; \quad L_{yy} = 82255,60; \quad L_{yz} = -4,27;$$

$$L_{zx} = 18,35; \quad L_{zy} = -4,27; \quad L_{zz} = 70028,47.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

73

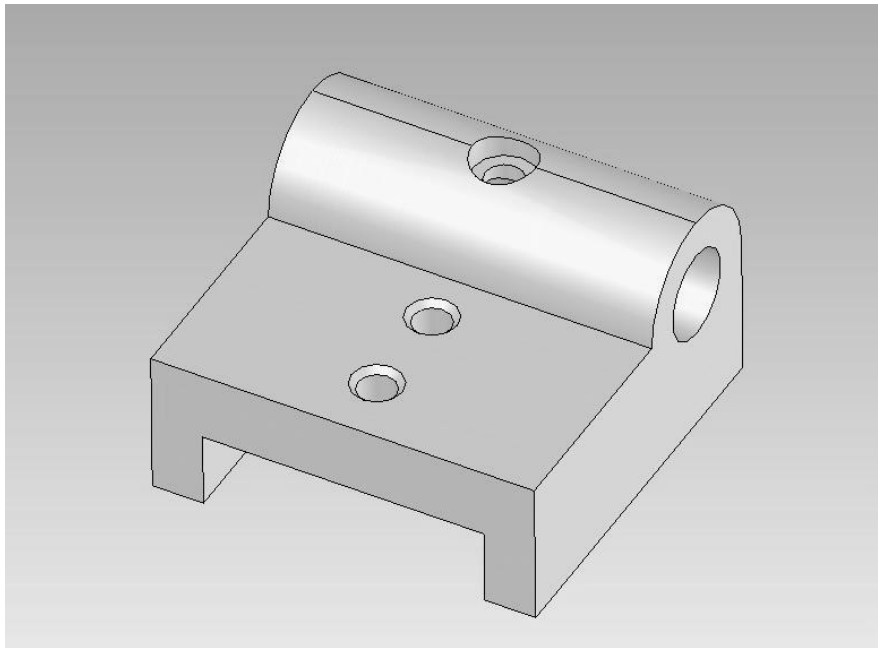


Рисунок 3.17 – Загальний вигляд ланки кронштейн

Ланка кронштейн (рис. 3.17):

- густина матеріалу $\rho = 0,078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;

- маса деталі $m = 55,39, \text{ гр}$;

- об'єм деталі $V = 7101,59 \text{ мм}^3$;

- площа поверхні деталі $S = 4308,47 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм² [15-19]:

$$L_{xx} = 5129,40; \quad L_{xy} = 0,00; \quad L_{xz} = 0,00;$$

$$L_{xy} = 0,00; \quad L_{yy} = 6196,69; \quad L_{yz} = 500,29;$$

$$L_{zx} = 0,00; \quad L_{zy} = 500,29; \quad L_{zz} = 9527,51.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

74

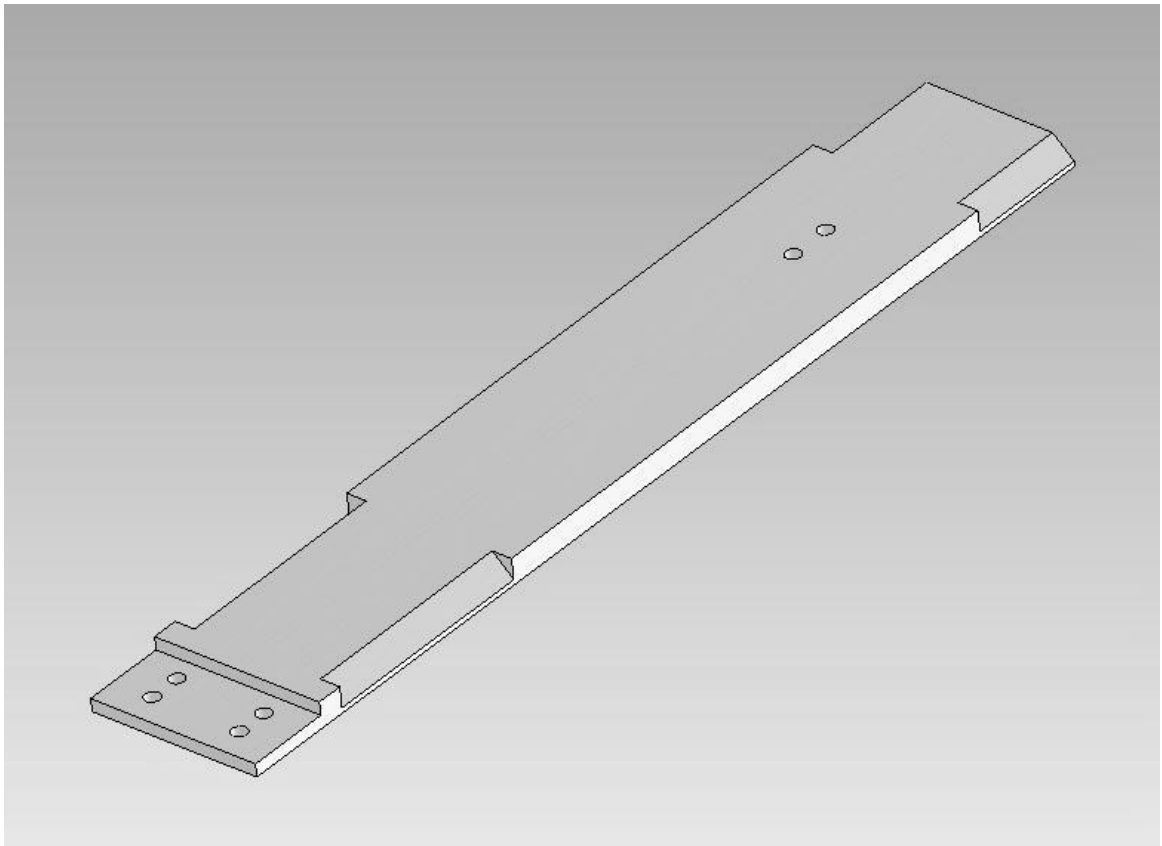


Рисунок 3.18 – Загальний вигляд ланки пластина

Ланка пластина (рис. 3.18):

- густина матеріалу $\rho = 0,078 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі $m = 245,38, \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 31458,63 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 15691,06 \text{ мм}^2$.

Визначимо моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм² [15-19]:

$$L_{xx} = 22990,03; \quad L_{xy} = 0,00; \quad L_{xz} = 1309,12;$$

$$L_{xy} = 0,00; \quad L_{yy} = 742680,01; \quad L_{yz} = 0,00;$$

$$L_{zx} = 1309,12; \quad L_{zy} = 0,00; \quad L_{zz} = 764654,30.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

75

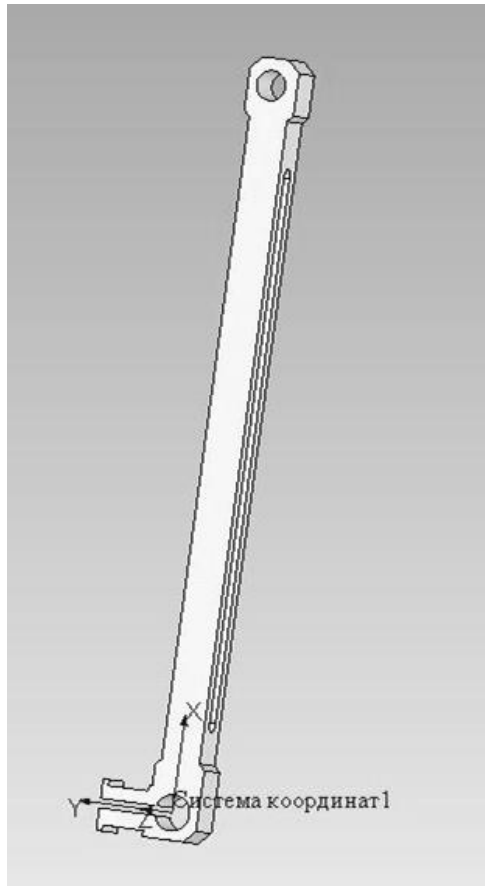


Рисунок 3.19 – Загальний вигляд ланки коромисла

Ланка коромисла (рис. 3.19):

- густина матеріалу $\rho = 0,027 \text{ гр} / \text{мм}^3$;
- маса деталі $m = 13,74 \text{ гр}$;
- об'єм деталі $V = 5087,27 \text{ мм}^3$;
- площа поверхні деталі $S = 5190,46 \text{ мм}^2$.

Моменти інерції відносно центру мас, гр.*мм² [15-19]:

$$L_{xx} = 212,11; \quad L_{xy} = 372,98; \quad L_{xz} = 0,00;$$

$$L_{xy} = 372,98; \quad L_{yy} = 23210,79; \quad L_{yz} = 0,00;$$

$$L_{zx} = 0,00; \quad L_{zy} = 0,00; \quad L_{zz} = 23229,88.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

76

Знайдемо моменти інерції, гр.*мм² (розрахунок проводимо відносно активної системи координат):

$$I_{xx} = 2507,02; \quad I_{xy} = 10714,80; \quad I_{xz} = 3365,57;$$

$$I_{xy} = 10714,80; \quad I_{yy} = 74970,85; \quad I_{yz} = 675,32;$$

$$I_{zx} = 3365,57; \quad I_{zy} = 675,32; \quad I_{zz} = 76845,30.$$

Виконаємо розрахунок крокового привода механізму просування тримача гудзиків аналітичним методом [20-26].

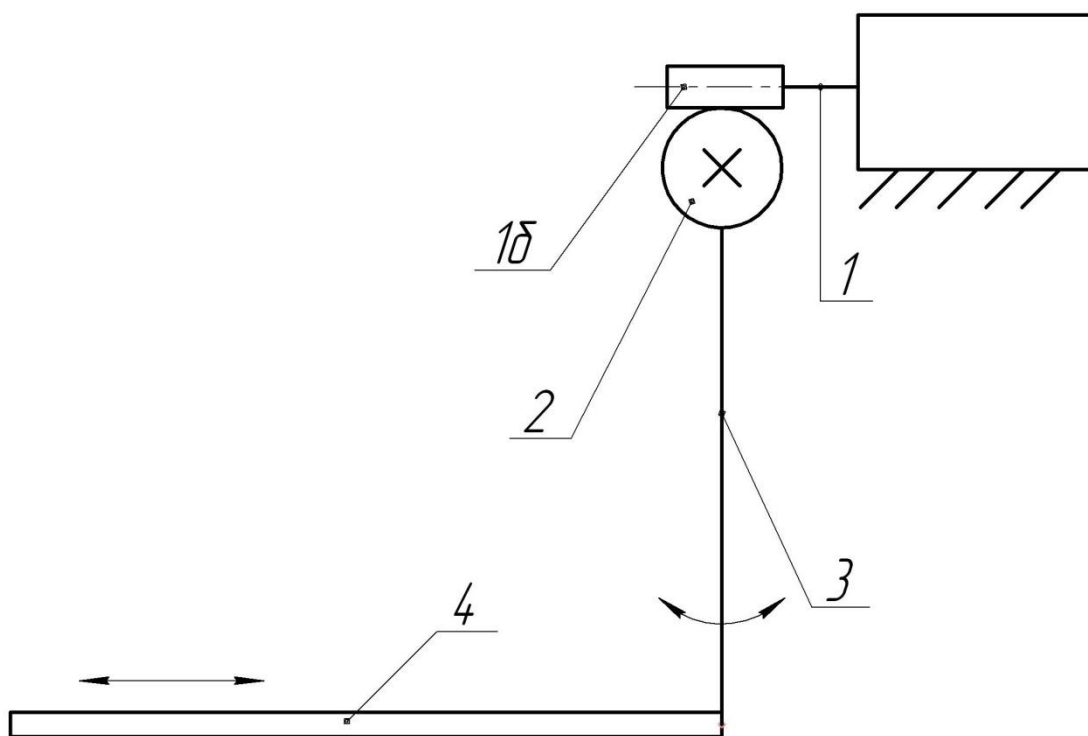


Рисунок 3.20 –Схема механізму просування тримача гудзиків

На рисунку 3.20 наведено плоску схему механізму просування тримача гудзиків, на якій видно, що ротор 1а КЕД здійснює за заданою програмою зворотно-обертальний рух. Цей рух через черв'як 1б, черв'ячне колесо 2 та

коромисло 3 передається пластині 4 та тримачу гудзиків, який закріплено на цій пластині.

Рух ротора крокового електродвигуна знайдемо із формули:

$$M_p - M_{cnp} = I_{np} \cdot \frac{d\bar{\omega}}{dt} \quad (3.44)$$

де I_{np} - приведений до валу ротора момент інерції ланок приводу; M_{cnp} - момент сил спротиву, приведений до головного валу ротора; M_p - рушійний момент, яку прикладено до ротора; ω - кутова швидкість.

Значеннями моменту сил опору нехтуємо: $M_{cnp} = 0$. Тоді рівняння 3.44 набуває вигляду:

$$M_p = I_{np} \cdot \frac{d\bar{\omega}}{dt} \quad (3.45)$$

Момент інерції ланок приводу визначимо із наближеного рівняння:

$$I_{np} = I_1 + \frac{m_4}{u_{i-2}^2} + \frac{I_3}{u_{i-3}^2} + \frac{I_2}{u_{i-2}^2}, \quad (3.46)$$

де $I_1 = I_{1a} + I_{1б}$; $I_3 = I_{3a} + I_{3б} + I_{3в}$,

де I_{1a} , $I_{1б}$, I_2 , I_3 - моменти інерції відносно відповідних осей обертання.

Значення цих моментів інерції відносно відповідних осей обертання наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Значення моментів інерції

Моменти інерції	I_{1a}	$I_{1б}$	I_2	I_3
$кг \cdot м^2$	$2,007 \cdot 10^{-7}$	$3,217 \cdot 10^{-7}$	$2,2487 \cdot 10^{-7}$	$7,68453 \cdot 10^{-5}$

Розрахункові формули для визначення передаточних чисел:

$\Delta\alpha$ - кут повороту ланки 3 при транспортуванні $\Delta\alpha = 1,3^0$ чи $(1,3 * 3,14) / 180 = 0,227 \text{ рад}$;

ΔS - похибка переміщення;

$u_{\text{необ}}$ - необхідне передаточне число механізму;

$$u_{\text{необ}} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta S} = \frac{0,0227}{0,0005} \approx 45 \text{ рад/м};$$

$$\omega_2 = \omega_4;$$

$$u_{1-4} = u_{\text{необ}},$$

$$u_{1-4} = \frac{\omega_1}{V_4} = \frac{\omega_1}{\omega_3 \cdot l_3} = \frac{u_{1-2} \cdot \omega_1}{\omega_1 \cdot l_3} = \frac{u_{1-2}}{l_3}; \quad (3.47)$$

$$u_{1-2} = u_{1-4} \cdot l_3; \quad (3.48)$$

$$u_{1-2} = 45 \text{ рад/м} \cdot 0,127 \text{ м} \approx 6.$$

Знаючи масу m_4 ланки 2 за наведеними формулами знаходимо значення приведенного до валу ротора моменту інерції I_{np} . Маса ланки m_4 - це сума мас ланок відростка для кріплення та маси пластини з врахуванням сил тертя ковзання: $m_4 \approx 0,059 \text{ кг}$.

$$I_{np} = (2,007 + 3,217) \cdot 10^{-7} + \frac{2,2487 \cdot 10^{-7}}{6^2} + \frac{7,68453 \cdot 10^{-5}}{6^2} + \frac{0,64148}{45^2} = 3,1799 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Використовуємо кроковий електродвигун ДК 200-3. Механічні характеристики обраного електродвигуна наведені на рисунку 3.7.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок оптимальних характеристик електродвигуна крокового:

$$T = 60/n, \quad t_{mp} = 0,46T, \quad \psi_u = S_u/H, \quad \omega_{4max} = 2 \cdot \psi_u / t_{mp}, \quad \varepsilon_{4max} = 2 \cdot \omega_{4max} / t_{mp},$$
$$\omega_{max} = u_{1-4} \cdot \omega_{4max}, \quad \varepsilon_{max} = u_{1-4} \cdot \varepsilon_{4max}, \quad M_{\partial max} = I_{np} \cdot \varepsilon_{max}.$$

Із врахуванням числа обертів ($n = 3400 \text{ об} / \text{хв}$), отримуємо [30]:

$$T = 0,018 \text{ с}, \quad t_{mp} = 0,08 \text{ с}, \quad \psi_u = 0,0394 \text{ рад}, \quad \omega_{4max} = 9,707 \text{ рад} / \text{с},$$
$$\varepsilon_{4max} = 2391,64 \text{ рад} / \text{с}^2, \quad \omega_{max} = 58,24 \text{ рад} / \text{с}, \quad \varepsilon_{max} = 14349,84 \text{ рад} / \text{с}^2,$$
$$M_{\partial max} = 0,456 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для розрахункових значень $\omega_{max} = 77,19 \text{ рад} / \text{с}$ та $\varepsilon_{max} = 19577,04 \text{ рад} / \text{с}^2$ знаходимо для $M_{\partial max}$ значення за графіком механічних характеристик (рис. 3.7) для порівняння з отриманим розрахунковим значенням ($M_{\partial max} = 0,456 \text{ Н} \cdot \text{м}$). Графічне значення становить $M_{\partial max} = 0,45 \text{ Н} \cdot \text{м}$, що практично співпадає із розрахунковим.

Висновок: оптимальна швидкісна характеристика для електродвигуна крокового механізму просування тримача гудзиків становить $n = 3400 \text{ об} / \text{хв}$.

Висновки до розділу

Виконано розрахунок крокового електроприводу для механізму зигзагу, крокового приводу механізму зигзагу та крокового приводу механізму просування тримача гудзиків аналітичним та комп'ютерним методами. Невідповідність двох методів розрахунку мас і моментів інерції ланки коромисла складає:

- розрахунок маси деталей – 14,62%;
- розрахунок моментів інерції – 0,53%.

Висновки

У першому розділі кваліфікаційної роботи були розглянуті конструкції вітчизняних та зарубіжних гудзикових напівавтоматів, механізми просування матеріалу і механізми відхилення голки швейних напівавтоматів.

В другому розділі кваліфікаційної роботи було розроблено кінематичну схему напівавтомата для пришивання гудзиків, до механізму транспортера матеріалу внесено зміни, розроблено конструкцію механізму відхилення голки, що отримує рух від крокового електродвигуна, а також розроблено спеціальний притискний пристрій і механізм підйому гудзикотримача.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи було виконано розрахунок крокового електроприводу для механізму зигзагу, крокового приводу механізму зигзагу та крокового приводу механізму просування тримача гудзиків аналітичним та комп'ютерним методами. Невідповідність двох методів розрахунку мас і моментів інерції ланки коромисла складає:

- розрахунок маси деталей – 14,62%;
- розрахунок моментів інерції – 0,53%.

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		81

18. Лістовщик Л.К. Основи геометричного моделювання в програмі SolidWorks. / Л.К. Лістовщик. – Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2023. – 71 с.
19. Зінько Р.В. Системи 3D-моделювання: навчальний посібник / Р.В. Зінько, В.Г. Топільницький. – Львів: Галицька Видавнича Спілка, 2017. – 150 с.
20. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.
21. Міняйло А.В. Деталі машин: підручник / А.В. Міняйло, Л.М. Тищенко, Д.І. Мазоренко. – К.: Агроосвіта, 2013. – 448 с.
22. Мархель І.І. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель. – Київ : Алерта, 2005. – 368 с.
23. Заблонський К.І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – К. : Вища школа., 2003. – 518 с.
24. Стрілець О. Р. Теорія механізмів і машин. Конспект лекцій : навчально-методичний посібник. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2023. – 229 с.
25. Кіницький Я.Т. Практикум із теорії механізмів і машин /. Я. Т. Кіницький. – Львів : Афіша, 2002. – 450 с.
26. Кінденко, М. І. Теорія механізмів і машин: навчальний посібник. для студентів технічних спеціальностей всіх форм навчання / М. І. Кінденко. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 82 с.
27. Електронний навчальний посібник з предмета «Технологія виготовлення одягу» для професії 7433 Кравець за темою «Технологія виготовлення спідниці». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mehovschic.ptu.org.ua/html/page36.html>
28. Рябчиков М.Л. Обладнання для виготовлення виробів: метод. вказ. До лабораторних робіт за темою «Швейні машини ланцюгового стібка» для студ. денної та заочної форми навч. напрямів «Професійна освіта. Технологія виробів легкої промисловості», спеціалізація «Технологія текстильної та легкої

промисловості», «Технологія легкої промисловості» / Укр. інж.-пед. акад., кафедра технологій і дизайну // М.Л. Рябчиков, О.М. Бірюкова. – Харків: УПА, 2016. – 43 с.

29. НПАОП 18.2-1.04-13 Правила охорони праці для працівників швейного виробництва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50511

30. Тарельник В.Б. Галузеве машинобудування: підручник / В.Б. Тарельник, Є.В. Коноплянченко, В.М. Зубко – Олді+, 2023. – 468 с.

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		86

Додаток А

					<i>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		87