

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка конструкції пристрою для розкрою матеріалу

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Шифр, назва  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Шифр, назва  
Освітня програма «Електропобутова техніка»

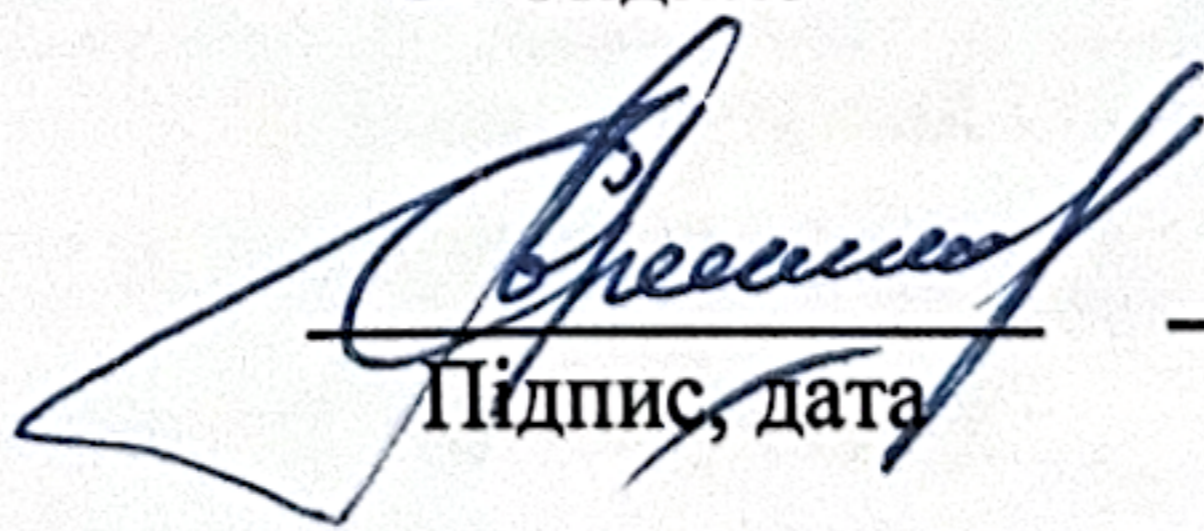
Шифр МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу  
група МБм-23-1

  
Підпис

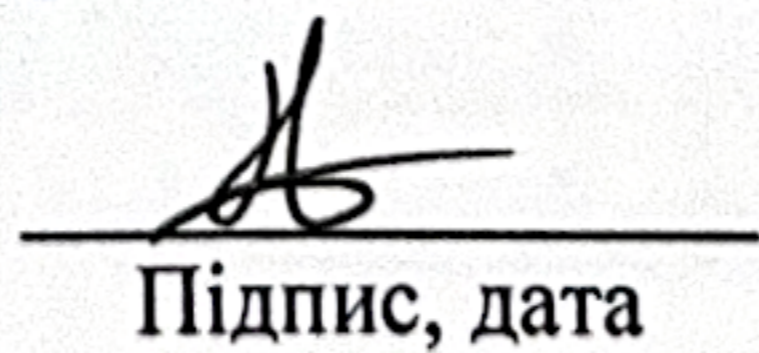
Р. А. Наволовський  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

С. Л. Горяченко  
Ініціали, прізвище

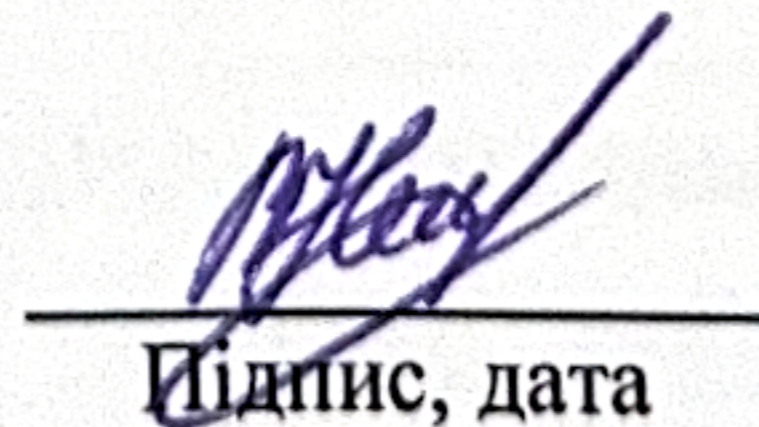
Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С. І. Лукшак  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

В. С. Неймак  
Ініціали, прізвище

17 12 2024 р.

Хмельницький 2024



### 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

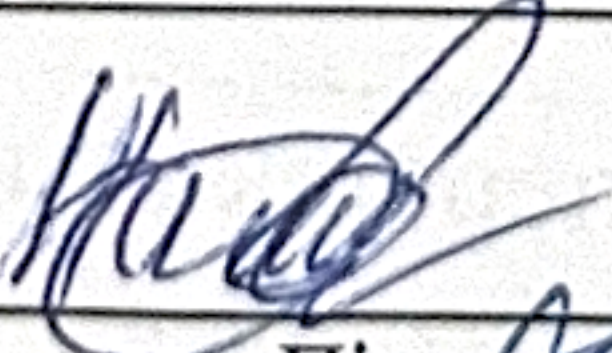
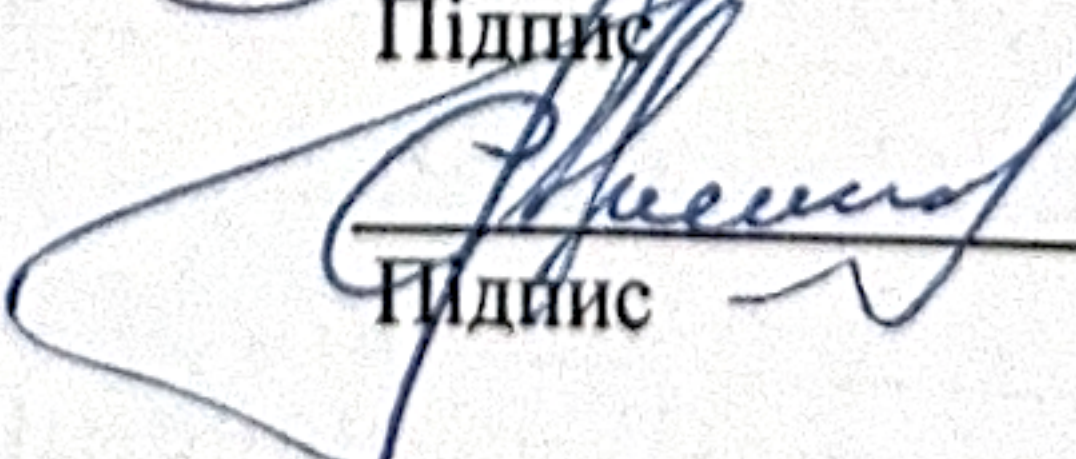
7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Вступ та аналіз існуючого обладнання для розробки	до 30.10.2024	
2. Розробка функціонального ... креслення	до 10.11.2024	
3. Розрахунок елементів креслення для розробки	до 20.11.2024	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 12.12.2024	

Студент

Керівник роботи

  
 Підпис \_\_\_\_\_ Ініціали, прізвище \_\_\_\_\_  
  
 Підпис \_\_\_\_\_ Ініціали, прізвище Горашенко С.А.

# АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

1. Прізвище, ім'я та по батькові Наволодський Роман Анатолійович

2. Тема магістерської роботи Розробка конструкції пристрою  
для розкрою матеріалу

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента \_\_\_\_\_

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 7 арк., сторінок записки 81

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки: Вступ

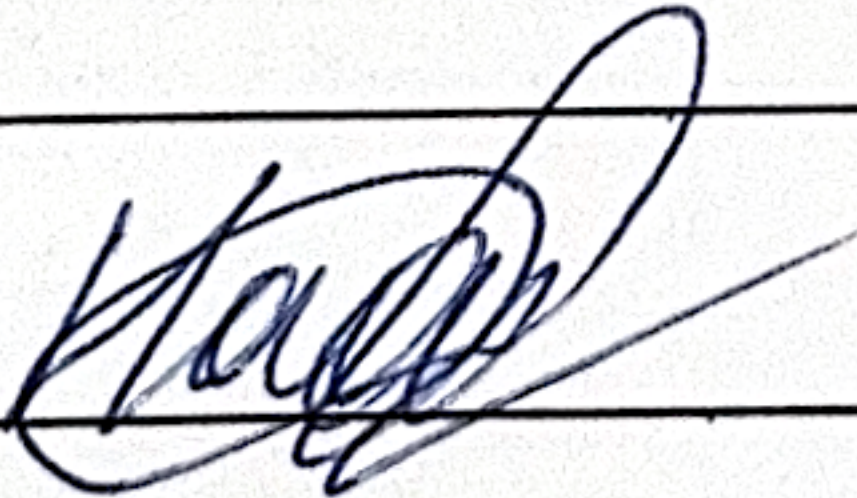
1 Огляд існуючих пристроїв для розкрою матеріалу

2 Розробка розкрійного пристрою

3 Розрахунок елементів пристрою для розкрою

висновки

Використання даних пошпаль

Підпис студента 

" 17 " 12 20 24 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 5 від " 27 " 12 20 24 р.

Оцінка проекту ЕК добре /с

Рекомендації ЕК \_\_\_\_\_

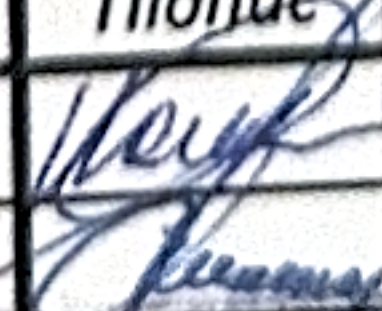
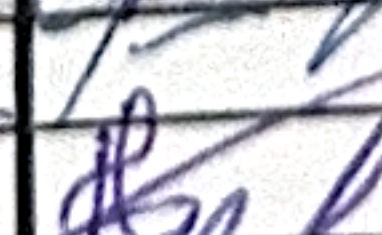
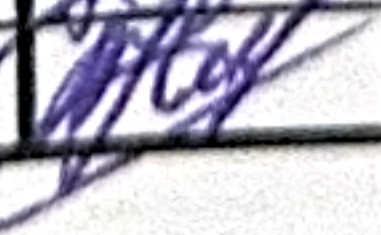
Особливі відмітки \_\_\_\_\_

Технічний секретар \_\_\_\_\_

" 27 " 12 20 24 р.

## ЗМІСТ

Вступ	4
1. Огляд існуючих пристроїв для розкрою матеріалу	10
1.1 Розкрійне обладнання GLOBAL	11
1.2 Розкрійні машини	11
1.3 HF-100 й HF 125 дискові розкрійні машини	13
1.4 Вертикальні розкрійні машини	14
1.5 YF 935 осноровочна розкрійна машина YF 935	15
1.6 Висновки до розділу	16
2. Розробка розкрійного пристрою	20
2.1. Операція розкрою	20
2.2 Математична модель процесу розрізання настилу	26
2.3 Проектування пристрою	28
2.4 Висновки до розділу	38
3. Розрахунки елементів пристрою для розкрою	39
3.1 Кінематичні розрахунки	39
3.2. Розрахунки вузлів пристрою для розкрою	54
3.3 Розрахунок електродвигуна	59
3.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталей	66
3.3 Висновки до розділу	68
Висновки	69
Перелік джерел посилань	70
Додатки	72

<b>МРМА 24.00.00.000 ПЗ</b>									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції пристрою для розкрою матеріалу	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Навололовський						3	
Перевір.		Горященко							
Т.Контр.									
Н. Контр.									
Затверд.		Неймак В.С.						гр. МБм-23-1	

## ВСТУП

Завдання розкрійного цеху полягає в ритмічному й безперервному постачанні швейних цехів криємо швейних виробів в асортименті й кількості, запропонованій добовим завданням на серії.

Розкрійне виробництво на швейному підприємстві зосереджено в розкрійному цеху.

Розкрійні цехи можуть бути індивідуальними для кожного окремого підприємства й централізованими, спеціалізованими на підготовці й розкрою матеріалу для декількох швейних підприємств. Централізована форма організації розкрійного цеху створює більші можливості для маневрування робочою силою, раціонального використання встаткування й подальшої механізації виробничих процесів, впровадження високопродуктивного встаткування й більше зроблених форм організації праці.

Розкрійний цех має внутріфабричні виробничі зв'язки з підготовчим цехом, складом фурнітури, відділом головного механіка (ОГМ), експериментальним і швейним цехами.

З підготовчого цеху одержують матеріали для розкрою (карти розкрою); зі складу фурнітури - необхідну фурнітуру для кожного виду виробів; з ОГМ - оргтехоснащення й запасні частини до встаткування; з експериментального цеху - лекала, технічну документацію, норми витрати матеріалів, копії розкладок лекал. Розкрійний цех відправляє у швейні цехи скомплектований крій.

Виробничий процес розкрійного виробництва розчленований на окремі операції, виконувані одним або групою робітників на одному або декількох робочих місцях.

Операції, виконувані в розкрійному цеху: настилення полотен, перевірка якості настилу, обводка контурів деталей у випадку застосування замальовки за допомогою мела, таврування настилу, документальне оформлення настилу, розрізування настилу на частини й вирізання великих деталей, транспортування

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частин настилу до стаціонарної стрічкової машини, вирізання деталей на стаціонарній стрічковій машині контроль якості криючи, комплектування криючи, нумерація криючи, комплектування основних деталей з деталями підкладки, упакування скомплектованих деталей, зберігання криючи, друкування преїскурантних ярликів і начіпних талонів.

Зміст операції настилання тканин полягає в тім, що на розкрійний стіл укладають полотна певної, заздалегідь заданої довжини.

Настили виконують відповідно до карт розрахунку шматків тканини за графіком, складеному на підставі виробничої програми підприємства. Послідовність виготовлення настилів повинна відповідати порядку розташування їх у карті розрахунку.

Настилання полотен може бути «особою вниз» й «віч-на-віч». Перший спосіб настилання може практично застосовуватися для всіх матеріалів. Число полотен, що настилають, може бути парне або непарне.

Настилання «віч-на-віч» передбачає укладення в настил парних полотен лицьовою стороною усередину. У цьому випадку парні деталі, наприклад дві частини спинки, дві полицки, можуть бути вирізані із двох полотен, у результаті чого їхня конфігурація й розміри мають більшу точність. Число полотен при такому способі настилання повинне бути завжди парним.

У розкрійному цеху матеріал, поданий по одній карті розрахунку, розміщують у розкрійному столі.

Настилання тканини може бути з рулону при відрізання полотна наприкінці настилу або окремими, заздалегідь відрізними полотнами певної довжини. В останньому випадку настиланню передують попереднє розрізування шматків тканини на полотна відповідно до даного розрахунку шматків і комплектування полотен по довжинах.

Настилання може здійснюватися за допомогою настилочних машин або вручну на столах, обладнаних розмоточними пристроями, лінійками для

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

притиску заднього кінця настилу, відрізання полотна й притиску переднього кінця настилу.

Керівництвом для виконання настилання тканин є Інструкція з раціонального розрахунку шматків матеріалу для розкрою.

Перед настиланням на настилочних столах розмічають довжини рамки розкладки лекал і секцій, які зазначені в карті розрахунку. При настиланні з рулонів початок настилу збігається з лінією прорізу для ножа відрізної лінійки.

Полотна тканини настилають «віч-на-віч» або «особою вниз» з мінімальним натягом відповідно до вказівок, поміщеними в карті розрахунку, вирівнюють поверхню тканини, щоб вона не мала перекосів і складок.

Краю полотен вирівнюють по одній із крайок і передньому кінцю настилу таким чином, щоб відхилення крайок і зрізів не перевищували  $\pm 0,5$ , див [15].

Тканини ворсові з тематичним або спрямованим малюнком настилають, дотримуючи однакове для всіх полотен напрямок ворсу або малюнка! Кожне парне полотно повертають на  $180^\circ$  при настиланні «віч-на-віч».

При настиланні тканин «віч-на-віч» з малюнком у смужку або клітку стежать за тим, щоб смужки або клітки на кожному полотні настилу стовпа дали один з одним. Для виконання цієї умови в деяких випадках роблять невелике зрушення кінців полотен або зсув крайок. Припуски для настилання таких тканин у порівнянні із гладкокрашеними тканинами більше.

Для скорочення міжлекальних випадів при розкрою матеріалів, що мають різні відтінки в частковому напрямку при повороті полотна на  $180^\circ$  або спрямований малюнок, а також трикотажних полотен, на яких деталі в розкладці укладаються тільки в одному напрямку, застосовують наступні способи складання розкладки лекал деталей і настилання. Деякі деталі в розкладці можна укладати в різні (протилежних) напрямках, але в цьому випадку при розрахунку кожного шматка передбачають настилання парного числа полотен у настилі. Половину полотен, призначених в один настил з одного шматка, укладають в одному напрямку, а іншу половину із протилежному. Після розкрою настилу

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталі в пачках перекомплектують, тобто деталі із другої половини пачки перекладають до деталей першої половини, і навпаки.

При цьому способі настилення полотна з одного шматка відокремлюють від полотен з наступного шматка папером, кольоровою смужкою з випадів і т.п. На перекомплектування деталей виписується спеціальний талон лекальнику або іншим робітником.

Якщо для настилення використовуються матеріали різних квітів або артикулів, то спочатку настиляють матеріал одного кольорів або артикула, потім інших. Закінчують настил полотном тих кольорів або артикула, що було використано для виготовлення замальовки розкладки лекал для даного настилу.

При настиланні стежать за тим, щоб текстильні дефекти не потрапили на відповідальні й видимі в готовому виробі деталі. При наявності на полотні текстильного дефекту незалежно від того, чи було виділено чи ні це полотно для індивідуального розкрою, розкрою по замальовці, світлокопії, перевіряють можливість розкрою його в загальному настилі. Якщо виявляється, що дефект попадає на деталь виробу, то визначають, чи можна це полотно використати в настилі при невеликому зсуві або повороті його на 180°.

При неможливості використання в настилі полотна з дефектом його використовують для індивідуального розкрою по змінній розкладці лекал. Якщо полотна настиляли «віч-на-віч», то з настилу знімають два полотна незалежно від того, є чи на другому полотні чи дефекти ні.

Щоб швидко визначити, куди попадає дефект (на деталь виробу або у випаді), замальовку розкладки лекал розташовують над настилочним столом (при настиланні вузьких тканин) або накладають на настелене полотно з дефектами. Якщо при настиланні попадається полотно з текстильним дефектом «умовний виріз» або з місцевим звуженням ширини і якщо ці дефекти неможливо помістити на ділянки міжлекальних випадів, то полотно з дефектом знімають разом з парним до нього полотном і використовують для індивідуального розкрою.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При індивідуальному розкрою знаходять такий варіант розташування лекал деталей, при якому дефект попадає в міжлекальні випадки або на невидимі в готовому виробі деталі. При наявності дефекту «умовний розріз» або звуження по ширині полотна перегинають по середині звуженої частини або по умовному розрізі, кінці полотен укладають в стик і виконують розкладку лекал.

Перед настиленням останнього полотна, а у випадку настилення «віч-на-віч» двох останніх полотен перевіряють відповідність їхньої довжини довжині настилу. У випадку невідповідності одне або два полотна знімають і перевіряють можливість використання в іншому, більше довгому або короткому настилі.

При настиленні тканин вручну дві робітниці розмотують тканину з рулону, що перебуває біля однієї з торцевих сторін (передньої) настильного стола, потім, рухаючись по обох сторони стола, укладають тканину на столі до мітки обмеження довжини розкладки лекал і закріплюють кінець тканини на столі притискною лінійкою. Повертаючись до рулону тканини, одна з робітниць вирівнює крайку полотна тканини по крайці попереднього полотна, а інша розрівнює поверхню тканини, щоб полотно не мало зморшок і складок. На передньому торці стола тканину відрізають і затискають кінцевою лінійкою.

Настилення тканини може виконуватися послідовним або паралельним способом.

При послідовному способі відповідно до карти розрахунку виконують перший настил, потім другої й т.д. Цей спосіб супроводжується перекладкою рулонів, тому що для виконання одного настилу використовуються тканини з різних рулонів.

При паралельному способі одночасно виготовляють настили, які передбачені картою розрахунку. Для цієї мети використовують трохи настильних столів: на одному столі виконують частину першого настилу, що залишилася тканину в рулоні переносять до другого стола й виконують частину другого настилу й т.д. (поки не будуть виготовлені всі настили).

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для переміщення шматків (рулонів) тканини від одного пастильного стола до іншого застосовують челочно-адресний пристрій КШП-П6 й адресоватися-ТШП-84.

Довжина настільних столів залежить від довжини виготовлених настільних, а ширина - від ширини тканин. Ширина кришки стола повинна бути на 100-150 мм більше ширини тканин, що настиляють на стіл стаціонарної стрічкової машини.

Кришка стола з тонкого текстолітового аркуша, бакелітової фанери або фанерних плит, покритих плівкою розчину епоксидної смоли, кріпиться до дерев'яної рами. По краях кришки по всій довжині стола закріплені дві вимірвальні лінійки. Над столом прокладений кабель-шлейф для живлення ручних електричних розкрійних машин.

На передньому кінці стола закріплений пристрій для відрізання тканини по ширині. Під кришкою стола в цій же зоні перебувають ящики для зберігання документації, особистих речей робітників, запасів крейди й дрібного інструмента. В іншій зоні змонтований стелаж для зберігання лекал і трафаретів.

Для полегшення умов роботи, пов'язаної з розмотуванням рулонів тканини, використовують роликові конвеєри, кронштейни різної конструкції, невеликі пересувні елеватори, на які поміщають рулони тканини на осях.

Для виконання мілко серійного виробництва взуття є потреба у виготовленні деталей взуття у малих серіях. Для їх виготовлення переважно використовується ручна праця. Складні за контуром деталі вирізаються вручну, що значно ускладнює і здорожує виробництво.

Завданням даного є розробка розкрійного пристрою для виготовлення деталей верху взуття у малій кількості.

Постановка проблеми полягає у виготовленні компактного розкрійного пристрою, призначеного для виконання операцій розкрою матеріалу для малих партій, або розкрій матеріалів складної форми.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛУ

Готове підлогове покриття розкроюється на мобільних розкрійних машинах з вертикальними або дисковими ножами. Машини з вертикальними ножами розкроюють вовняні та бавовняні тканини, а також синтепон висотою до 160 мм. Машини з дисковими ножами розкроюють льон, платтяну бавовну, натуральний і штучний шовк та інші матеріали висотою до 30 мм. Операції з розкрою включають:

- Обрізання боків підлогових покриттів в межах розкладної рами для збереження натягу, що використовується при пакуванні.
- Звільнення кінців деяких матеріалів, які зв'язані з натягом.
- Вибір маршруту підлогового покриття на макеті для полегшення перенесення окремих частин до стрічкового різального верстата і розрізання деталей на ньому;
- Закріплення підлогового покриття за допомогою затискачів для запобігання зсуву або розчавлювання нижнього шару.

Остаточний розкрій великих деталей з простими контурами, таких як подоли та спинки штанів, за допомогою контрольних надсічок. Деталі низу транспортуються до стрічкового розкрійного верстата різними способами, головна умова - щоб шари тканини не зміщувалися. Деталі вирізаються на стрічковому розкрійному верстаті. Вони більш продуктивні і забезпечують вищу якість розкрою, ніж мобільні машини. Однак, оскільки стрічкові розкрійні машини є стаціонарними, розкрій підлогових покриттів за допомогою тільки стрічкового розкрійного верстата без використання мобільного розкрійного верстата неможливий. Під час розкрою за допомогою мобільного верстата на підлогове покриття викладається роздрукований на плоттері макет розкрою. Щоб запобігти зсуву тканини і підвищити точність розкрою, шари підлогового покриття затискають на місці.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення точного розкрою деталей і безпечної роботи стрічкового верстата над пакетом деталей розміщується опорний шаблон. Шаблони притискаються до матеріалу підлогового покриття і обрізаються разом. Глибина прорізу стрічковою машиною становить максимум 5 мм для тканин і 3 мм для трикотажних матеріалів. Якщо викрійка вирізається без перекриття, стрічка ножа повинна проходити через центр крейдяної лінії контуру викрійки. Відходи, що утворюються при викроюванні (відрізанні) пачок деталей, направляються в збірник конвеєром або системою вакуумного відсмоктування.

### 1.1 Розкрійне обладнання GLOBAL

Дискові ножі: модель HF-60с має дисковий ніж, товщина настилу 25 мм.

Розкрійна машина з дисковим ножом (Модель MB 90) має діаметр леза 85мм. Модель OR 500 має дисковий ніж, товщина настилу 20 мм (на акумуляторної батареї).

Шабельні ножі ODEON оснащений вертикальним шабельним ножом, довжина леза 8 мм товщина настилу 150 мм. Модель HF-60s має шабельний ніж для товщини настилу 60 мм.

Розкрійна машина зі стрічковим ножом С 30 працює з товщиною настилу 250 мм. Розмір стола 1930x1220 мм. Обладнана повітряною подушкою.

Miniroller LCS55 – це настільний ніж з автоматичною подачею. Оснащений лічильником шарів. Ширина обрізки 150 див. Припустимий розкрій по косій лінії від 90° до 35°.

Аналіз розкрійного обладнання GLOBAL показав, що хоча товщина настилу може бути різною для операції розкрою використовують одні і ті ж ножі.

### 1.2 Розкрійні машини

Дискова відрізна машина HF60 показана на рис. 1.1. Вона призначений для

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

всіх типів матеріалів (від легких до твердих). Його можна використовувати як для точного розкрою підлогових покриттів, де шари матеріалу, що розрізається, не перевищують двох-трьох шарів. Його також можна використовувати для розрізання високих підлогових покриттів на частини (так звані «дереюски»). Малий діаметр ножа гарантує, що похибка кругового різання окремих шарів є найменшою з усіх відомих конструкцій. Всі мобільні розкрійні машини, оснащені дисковими ножами, можуть бути додатково обладнані пристроєм для підвішування електричного кабелю, щоб захистити його від перерізання.

Характеристики Моделі HF 60:

діаметр ножа - 60 мм ;

макс. висота розкрою - 54 мм ;

напруга/частота струму - 220V/50 Hz ;

потужність двигуна - 120W ;

вага машини - 1,8 кг.

Дана машина призначена лише для визначеної кількості настилу.



Рисунок 1.1 - HF60 дискова розкрійна машина

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

### 1.3 HF-100 й HF 125 дискові розкрійні машини

Розкрійні машини HF-100 й HF 125 (Рис.2.2) випускаються у двох варіантах: високошвидкісні (для натуральних тканин) і низкошвидкісних (для важких матеріалів і тканин з високим змістом синтетичних волокон).

Модель HF 100

діаметр ножа 96 мм

максимальна висота розкрою 85 м

напруга/частота струму 220V/50 Hz

потужність двигуна 380 W

вага машини 3.5 кг

Таки машини доцільно використовувати у малих підприємствах з невеликими партіями виробу.



Рисунок 1.2 - Дискова розкрійна машина HF 125

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 1.4 Вертикальні розкрійні машини

Вертикальні розкрійні машини призначені для роботи з будь-якими матеріалами (від легких до твердих). Вони є високопродуктивними пристроями, що забезпечують високу точність розкрою (максимальна висота розкрою 60-195 мм). Вони мають ряд оригінальних рішень, завдяки яким мають коштовні експлуатаційні якості, що відрізняють її від інших розкрійних машин того ж типу, а саме: мінімальною вібрацією, майже безшумною роботою й невеликою масою. (Рис.2.3.)

Ножі призначені для роботи з будь-якими матеріалами (від легких до твердих). Вони є високопродуктивними пристроями, що забезпечують високу точність розкрою (максимальна висота розкрою 60-195 мм).



Рисунок 1.3 - Вертикальні розкрійні машини

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Модель HF-60S має максимальну висоту розкрою 60 мм. Напруга/частота струму - 220V/50 Hz. Потужність двигуна - 120 W. Вага машини 3.2 кг.

Максимальна висота розкрою даних машин - 120, 140, 170 й 195 мм відповідно. Всі машини можна замовити на 220V або 380 V

Вертикальні розкрійні машини мають ряд оригінальних рішень, завдяки яким мають коштовні експлуатаційні якості, що відрізняють її від інших розкрійних машин того ж типу, а саме: мінімальною вібрацією, майже безшумною роботою й невеликою масою

### 1.5 YF 935 основочна розкрійна машина YF 935

Основочна розкрійна машина YF 935 призначена для виконання точного крою на окремих деталях (операція основочки). Вона використовується при роботі з легкими й середніми матеріалами. Крім того, завдяки невеликим розмірам вона дає можливість різати матеріал безпосередньо на манекені.



Рисунок 1.4 - YF 935 основочна розкрійна машина YF 935

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

Характеристики моделі УН 935: діаметр ножа складає 50 мм; максимальна висота розкрою 10 мм, напруга/частота струму 220V/50 Hz . Потужність двигуна 380W, вага машини 1 кг.

Зручна у використанні машина, але товщина настилу є дуже мала.

## 1.6 Висновки до розділу

Ручні дискові ножі мають кругле лезо, яке обертається під час різання.

Переваги: Зручні для швидкого розкрою багатошарових матеріалів. Підходять для криволінійних і довгих рівних зрізів. Недоліки: Не завжди зручно різати дрібні деталі. Популярні моделі: Rexel Rotary Cutter, Fiskars 60 mm.

Різаки з прямим лезом – це класичні ножі з лезами, що можуть бути змінені. Переваги: Легкі у використанні, підходять для розкрою по шаблонах. Недоліки: Менш ефективні для товстих шарів матеріалу. Популярні моделі: Olfa Craft Knife, NT Cutter.

Роликові ножі схожі на дискові ножі, але менші за розміром. Переваги: Ідеальні для кривих і деталей з високою точністю. Можуть використовуватися з килимками для різання. Недоліки: Не підходять для товстих шарів. Популярні моделі: Fiskars Rotary Cutter, OLFA Deluxe 45 mm.

Теплові ножі використовують нагріте лезо для розкрою синтетичних тканин. Переваги: Розплавляють краї тканини, запобігаючи їх розсипанню. Недоліки: Менш ефективні для бавовни. Популярні моделі: HSGM Hot Knife, WBT Electric Cutter.

Загальний аналіз показує, що переважно робітник вручну переміщає машину, тримаючись за рукоятки. Підводка струму до машини здійснюється гнучким кабелем, так само як і для машин із прямим ножом. Вмикач машини змонтований на нижній рукоятці. Ці інструменти мають довге пряме лезо, що забезпечує точне і контрольоване різання по шаблону. Вони популярні завдяки простоті використання та доступності. Перелік різного обладнання зведено до таблиці 1.1.

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для зменшення прилипання спеченого матеріалу до ножа передбачене змащення ножа маслом, що надходить через краплинну маслянку. Однак це не є обов'язковим при малих партіях розкрию.

Переваги: Підходять для роботи з різними матеріалами, включаючи бавовну, синтетику, шкіру тощо. Забезпечують чіткий та акуратний зріз. Зазвичай дешевші за дискові або роликові ножі. Інтуїтивно зрозумілий механізм роботи.

Недоліки: Не завжди підходять для різання багатшарових матеріалів. Їх складніше використовувати для вигинів та фігурного різання.



Рисунок 1.5 – Види розкрою матеріалу [10]

Види розкрию матеріалу показано на рис.1.5. Технічна характеристика обладнання для розкрию матеріалів зведена у таблицю 1.1 (джерело [2])

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика обладнання для розкрою матеріалів

Вид обладнання, марка, клас, фірма-виробник	Призначення	Максимальна висота настилу, мм	Габарити ШхД, м	Додаткові відомості
1	2	3	4	5
Розкрійна машина з дисковим ножом HF 60 «Hoffman»	Розсікання настилу на частини, точний розкрій настилу у 2-3 шари	54	-	Від легких до важких видів матеріалів; діаметр ножа 60 мм; вага -1,8 кг
Розкрійна машина з дисковим ножом HF100/ HF125 «Hoffman»	Точний розкрій деталей. Високошвидкісні машини для натуральних матеріалів, низькошвидкісні для важких та з високим вмістом синтетичних волокон	85 / 98	-	Діаметр ножа 96/125 мм; вага 3,5 кг
Розкрійна машина з дисковим ножом YF 935 «Hoffman»	Уточнення деталей крою для середніх та легких матеріалів, підрізання безпосередньо на манекені	10	-	Вага машини 1,0 кг; діаметр ножа 50 мм
Розкрійна машина з дисковим ножом ЕЗДМ-5	Розкрій настилу з легких матеріалів та трикотажу	40 мм	-	Швидкість обертання дискового ножа 1650 об./хв.
Електроніж розкрійний прямий FY103-12	Точний розкрій деталей	250	-	Вбудований заточувальний пристрій, автоматичнезмазування
Електрична машина з вертикальним ножом С <sub>8</sub> - 529 /530	Розрізання настилів	130 / 130-160		Потужність електродвигуна 0,25 і 0,35 кВт, частота обертання головного валу - 2800 об./хв.

1	2	3	4	5
Розкрійна машина стрічкового типу HF 200T/750, HF200T/1100 «Hoffman»	Точний розкрій деталей	200–300	1,5×1,5 1,8×1,5	Двохпозиційний регулятор швидкості: 8 та 16 м/с; стіл з повітряною подушкою; вакуумна система для видалення обрізів
Розкрійна машина стрічкового типу OB-700A «Oshima»	Точний розкрій деталей	180	1,2×1,5	Регулятор швидкості: 570–1140 м/хв.; повітряна подушка для зменшення тертя; охолодження ножа автоматичним змазуванням; заточувальний пристрій
Розкрійна стрічкова машина РЛ-1250	Розкрій деталей швейних виробів з тканин всіх видів і трикотажу	300		Потужність стрічкового ножа 1,5 кВт
Автоматизований розкрійний комплекс Vector Fashion FX	Точний розкрій деталей	25 під вакуумом	2,6х2,8х2	Охолодження ножа струменем стисненого повітря
АРК GTxL «Gerber»	Точний розкрій деталей	25 під вакуумом	2,74 х 4,19	Конвеєрна розкрійна поверхня; регульована швидкість ножа для уникнення оплавлення крою при розкрої синтетики; автоматичне заточування ножа; вакуумна система; середня продуктивність 10,2 м/хв.

Таким чином визначено основні напрямки подальшої розробки.

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРМА 24.00.00.000 ПЗ					

## 2 РОЗРОБКА РОЗКРИЙНОГО ПРИСТРОЮ

### 2.1. Операція розкрою

Враховуючи проведений огляд, розглянемо операцію розкрою для подальшого проектування пристрою.

При малих партіях висота розкрою може бути мала, відповідно цьому немає потреби робити пристрій з довгими робочими органами.

Форми деталей можуть містити різної форми краї та отвори, які передбачені дизайном майбутнього взуття.

Розкрій виробів з натуральної шкіри в корені відрізняється від розкрою виробів з інших, так званих рулонних, матеріалів. Головна причина цього - індивідуальність кожного шматка.

Розходження шматків по площі, формі, розташуванню пороків, співвідношенню різних топографічних ділянок шкіри й т.п. унеможливають розкрій настилу з декількох шарів шкіри по заздалегідь підготовленій розкладці.

#### 2.1.1. Способи розкрою

Умовно розділимо на ручний і механізований. При ручному розкрою деталі криючи вирізують вручну за допомогою ножа й різців різної форми.

При механізованому розкрою деталі вирубуються за допомогою різаків на спеціальних пресах або ж вирізують за допомогою лазерного променя або струменя води високого тиску на автоматизованих розкрійних комплексах.

Підготовчі операції при розкрою. До підготовчих операцій при розкрою можна віднести :

- пресування шкір на гладильних пресах для надання їм рівного виду;
- визначення й позначення пороків шкіри;

Це все слугує подальшому розумінню процесів розкрою матеріалів.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.1.2. Особливості ручного розкрою матеріалів на деталі верху взуття

У виробництві взуття на замовлення неможливо використовувати механічні методи розкрою, оскільки це не безперервний виробничий процес, і застосовуються ручні методи розкрою. Технічний процес розкрою матеріалів включає в себе наступні етапи: прийом матеріалу, складання операції розкрою, вибір партії продукції для розкрою, розкрій матеріалу на деталі верху і підкладки, контроль якості розкромлених деталей, маркування, демонтаж і розкрій деталей, комплектація розкромлених деталей і приймання матеріалу. Фахівці шкіряного складу перевіряють кількість, площу, сорт і тип упаковок відповідно до інвойсу. Тканини, штучні та синтетичні шкіри приймаються, якщо вони відповідають стандартам і мають маркування (назва постачальника, назва матеріалу, номер стандарту, артикул, ширина, довжина, сорт і дата виготовлення). Якщо є розбіжності між даними в накладній і фактичними даними, необхідно підготувати документацію із зазначенням усіх розбіжностей [11].

Розсортовані по виду, призначенню, сортності й іншим основним ознакам матеріали розподіляються по стелажах для наступного формування виробничих партій.

Зберігати шкіри на дерев'яних стелажах на відстані не менше 0,2 м від підлоги, не менше 0,5 м від стелі і не менше 0,7 м від приладів кондиціонування та опалення, при температурі нижче 5°C і 25°C, w = 50-80%. Спільне зберігання з хімічними речовинами заборонено. Кольорову та білу шкіру слід зберігати окремо від чорної та промасленої шкіри. Тканини та синтетичні шкіри слід зберігати в чистому, сухому приміщенні при температурі не нижче 15°C, відносній вологості 60-70% і на відстані не менше 1,5 м від опалювальних приладів. При складанні схем розкрою для виробництва індивідуального взуття з існуючого замовлення збирається комплект взуття, де є відповідна комбінація деталей для розкрою і де взуття може бути розкромлене зі шкіри того ж типу і кольору. Всі завдання повинні складатися з приблизно однакової кількості пар взуття, не більше трьох розмірів, і повинні бути розроблені протягом шостої

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

години роботи розкрійника. Завдання ґрунтуються на чинних стандартах використання шкіряних матеріалів, штучних шкір та текстилю для верху та підкладки взуття, а також на площі нетто фактичних деталей [11? 12].

### 2.1.3. Підбор виробничих партій шкір на розкрій

Виробничі партії шкіри відбираються на основі однорідності: однаковий колір, тип, сорт, призначення та географічна група. Для деяких моделей можлива комбінація кольорів і сортів. Для кожного типу шкіри виробничі партії відбираються за групами площі (наприклад, 20-40 або 40-60 дм<sup>2</sup> для шевро, 60-80 або 80-120 дм<sup>2</sup> для хромового дублення, 80-120 або 120-160 дм<sup>2</sup> для повнозернистої та ялицевої напівшкіри). При відборі виробничих партій за сортами, для взуття з роз'ємними деталями слід використовувати шкіри нижчих сортів, а для взуття з цілісними деталями - вищих сортів. Виробнича партія підбирається з урахуванням конструкції заготовки для розкрою [11].

Шкіру з великою площею і невеликою кількістю вад вибирають для розкрою всієї частини черевика; шкіру з вузьким переднім краєм і великими плямами вибирають для розкрою верху, носка та інших частин, що розкроюються; широку шкіру вибирають для туфель і босоніжок; вузьку шкіру для літніх туфель на ремінцях та іншого відкритого взуття вибирають для літнього взуття на ремінцях та іншого відкритого взуття. Волосяний покрив додатково відбирається відповідно до висоти волосяного покриву, фасону та кольору.

Розкрійник перевіряє правильність вибору партії шкіри і вибирає малюнок відповідно до схеми розкрою. Розкрійник розміщує отриману партію шкіри на робочій зоні так, щоб найкраща шкіра була зверху, з якої він вирізає найважливіші частини методом наскрізного розкрою. Потім він уважно оглядає шкіру, відзначає крейдою дефекти на лицьовій і зворотній стороні і складає план розкрою. Залежно від призначення, деталі верху та підкладки викроюються з певних ділянок шкіри. Передня частина черевика, союзка, носок, задній зовнішній ремінець, з'єднувальні ремінці з ділянки дублення, задник, халява,

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

халява, каблук і платформа з усіх щільних частин шкіри, крім промежини, язичок, клапан і застібка-блискавка з усіх частин шкіри, шкіряна підкладка Деталі: деталі шкіряної підкладки: задній внутрішній подовжувальний ремінь, шкіряна кишеня, підкладка, устілка, устілка - з усіх частин шкіри, крім устілки [11?12].

Товщина деталей повинна бути не меншою, ніж зазначено в технічних умовах. Там, де ці дефекти не допускаються, уражена ділянка шкіри повинна бути обійдена при розкрою деталей заготовки. Дефекти, дозволені в технічній специфікації або там, де деталь має рельєфне тиснення, обходити не потрібно. Не викроюйте задні частини з недостатньою фіксацією для шкарпеток і пальців ніг. Розташовуйте деталь таким чином, щоб напрямок найменшого розширення деталі відповідав сліду взуття. Деталі на кардових ділянках шкіри можна укладати частково або збоку і під кутом 55-60° до лінії гребеня. При розкроюванні шевронних викрійок шкіру слід розтягувати вбік, щоб виявити приховані дефекти. При розкрою шкіри з волосяним покривом всі частини розкладають в одному напрямку з волосяним покривом, потім в напрямку найменшого розтягування. Напрямок волосу на деталі - від верхнього краю до виворітного краю, від п'ятки до носка і від верхнього краю до носка. Якщо волосся має бути прикріплене до обрізаного краю деталі, його обрізають під певним кутом до обробної дошки, з лицьового боку всередину [11].

При розкрою тканин, штучних і синтетичних шкір викрійка розміщується вздовж основи (поздовжній напрямок), тоді як обрізки каблука і платформи, які повинні бути більш еластичними для кращого формування, розміщуються по діагоналі вздовж поздовжнього напрямку. Підкладка та прокладка розміщуються вздовж утоку (поздовжній напрямок). Тканини розкроюють у два шари, штучні та синтетичні тканини - в один шар, штучне хутро - в один шар. [13]. Розкрій починають на 2,5-3,0 мм лівіше від переднього краю настилу. Для ручного розкрою довжина настилу становить приблизно 2,5 м. Розкрій шкіри вище середнього розміру заснований на принципі з'єднання п'яти різних частин (6, 13, 14) в паралелограм. Шаблон для ручного розкрою виготовляється з картону

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

товщиною 2,0-2,5 мм і окантовується по периметру спеціальною профільною металевою стрічкою або електрокартоном товщиною 0,5-1,0 мм без окантовки. Краї шаблону окантовуються на машині MOM-1. На папір для викрійок наноситься штамп з номером деталі, фасоном і розміром. На картонну викрійку наклеюються пуансони, які при натисканні під час розкрою залишають на деталі слід, який направляє деталь вершу взуття при її складанні і запобігає зміщенню деталі. У шаблоні з електрокартону просвердлюють отвори для позначення тупикових місць вершу, що дозволяє в подальшому правильно зібрати заготовку. При різанні прямих деталей вручну ніж різачка слід тримати в положенні нахилу вперед, а на кривих і вигинах - вертикально. Весь контур деталі слід прорізати за два проходи. Чистота різу багато в чому залежить від стану леза ножа. Лезо слід часто заточувати на дрібнозернистому точильному камені і рихтувати на сталевому верстаті. Якість контролюється відповідно до вимог стандарту. Деталі, що мають проблеми з якістю, замінюються на інші. Інспекції проводяться керівником збірки або менеджером заводу. Маркування повинно містити товарний знак підприємства-виробника, індекс, позначення нормативно-технічної документації і наноситься на усадкову частину устілки, каблук, клапан застібки-блискавки, скоби та етикетки на шкіргалантерейних виробках, що прикріплюються до устілки. Товарний знак наноситься методом тиснення фольгою ( $T=100-110^{\circ}\text{C}$ ,  $t=1,5-2^{\circ}\text{C}$ , висота літер не більше 4 мм) [13]..

#### 2.1.4. Розбирання й розкрій шматка

Частини, що залишилися після основного розкрою, сортуються за типом шкіри, кольором та використанням і використовуються для подальшого розкрою дрібних деталей та супутніх виробів, а решта висічок упаковується та зберігається. Коли взуття виготовляється на замовлення населення, всі однойменні деталі попарно зв'язуються разом і супроводжуються квитанцією і зразком; коли пара взуття комплектується, однойменні деталі - верхній зріз, шкіряна підкладка, текстильна підкладка і прокладка - повинні бути

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

ідентичними за кольором, відтінком, складом, товщиною і щільністю. Всі однойменні деталі верху взуття повинні бути промарковані восковим олівцем. Перевищення розкрою не допускається [13, 14].

### 2.1.5 Характеристика ручного розкрою матеріалів для підошви

Взуттєва підгалузь побутового обслуговування населення в основному забезпечується матеріалами для підошви з централізованих розкрійних фабрик. У виробництві особливо елегантного і модного взуття матеріали для підошви, отримані з центральних майстерень, обробляються вручну в ательє. Деякі старші ательє, головні ательє, майстерні, лабораторії та лабораторії можуть розкроювати та оздоблювати деталі вручну. Ручне розкроювання грубої шкіри Шкіра розкроюється вручну. Картові ділянки підошви та устілки вирізаються перпендикулярно до лінії хребта. Ширина кожної частини повинна відповідати довжині підошви та устілки, що вирізаються з неї. Змочіть щипці, комірці та пилки. Для полегшення розкрою і обробки деталей, кліщі, хомути і підошву слід попередньо змочити, потім зняти і злити воду. Зволоження рекомендується проводити у воді при  $T_{18-20^{\circ}\text{C}}$  протягом 5-8 хвилин [14,15].

Сушіння. Під час зволоження вбирає вологу тільки поверхневий шар стяжки. Для того, щоб волога рівномірно розподілилася по всій товщині, необхідно провести операції сушіння. Для цього делікатеси укладають на сушку у вологі мішки. Сушка проводиться протягом 2-3 годин. Висушена шкіра м'яка, легко ріжеться шевським ножом і містить 30-35% вологи. Обрізають халяву, комір і п'яту. Залежно від товщини і щільності, язичок підошви вирізається в підошву, а більш тонкі периферійні ділянки, що прилягають до ворсу і коміру, вирізаються в устілку. Кожна устілка-чепчик вирізається в устілку. Розкрій здійснюється відповідно до викрійки шевським ножом. Поздовжня вісь підошви та устілки лежить поперек шпунта. Сусідні підошви та устілки розташовуються так, щоб носки були спрямовані в різні боки. Шкіра, що залишилася після розкрою основних деталей, використовується для обгортання, постукування та

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

кляцання. Ущільнення деталей. Після того, як висушені частини розрізані на устілки та підошви, деталі ущільнюються, пробиваючи металеву пластину з боку бахроми обтяженим молотком. При пробиванні слабші частини стискаються, щоб щільність всієї деталі була рівномірною. Завершення виготовлення деталі. Порахуйте і упакуйте деталі низу за призначенням, стилем і розміром. Кількість вирізаних деталей відмічається на карті розкрою і відправляється на контроль [14, 15].

Система розкрою штучних матеріалів відрізняється від системи розкрою натуральної шкіри. Для виробництва деталей підошви використовуються різні сорти підошовної, п'яркової і носкової гуми, взуттєвий картон, взуттєва нітрошкіра і термопластична вінілшкіра. Ці матеріали мають стандартні форми, розміри та однакові фізико-механічні властивості. Тому їх легко різати. Прямий метод використовується для розкрою штучних матеріалів, площа та лінійні розміри яких відносно великі порівняно з розмірами деталі підошви взуття. Гумові плити, площа і лінійні розміри яких відносно невеликі порівняно з розмірами підошви взуття, розрізають методом потоку, який передбачає різання в одному напрямку або в двох взаємно ортогональних напрямках. У взуттєвих підошовних плитах устілка розміщується поздовжньо в поперечному напрямку листа. Це пов'язано з тим, що в цьому напрямку лист картону має більшу стійкість до розриву.

## 2.2 Математична модель процесу розрізання настилу

Розрізання текстильного настилу потребує врахування механічних і фізичних властивостей матеріалу, геометрії ріжучого інструмента та параметрів процесу. Мета моделі – визначити зусилля різання, енергетичні витрати та забезпечити мінімальне пошкодження тканини.

Основні параметри:

1. Геометричні параметри ріжучого інструмента:

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Діаметр леза (“D”): 45–70 мм.- Кут заточки (“β”): 20–30°.

- Швидкість обертання (“ω”): 3000–6000 об/хв.

Механічні властивості матеріалу:

- Модуль пружності матеріалу (“E”): 10–20 МПа (для бавовни).

- Граничне зусилля на розрив (“σ”): 5–15 МПа.

- Щільність (“ρ”): 100–500 кг/м<sup>3</sup>.

Параметри настилу:

- Товщина (“h”): до 50 мм.

- Кількість шарів (“n”): 10–50 (залежить від типу тканини).

Режими різання:

- Швидкість подачі (“v”): 0.2–0.5 м/с.

- Сила різання (“F”): залежить від характеристик матеріалу.

Сила різання визначається залежно від товщини настилу, характеристик тканини та кута заточки:

$$F = \tau \cdot A, \quad (2.1)$$

де:

-  $\tau$  – зусилля зрушення матеріалу (Па),

-  $A$  – площа контакту ріжучого леза з матеріалом (м<sup>2</sup>).

$$A = h \cdot l,$$

де:

-  $h$  – товщина настилу (м),

-  $l$  – довжина контакту (м).

Потужність, необхідна для різання, обчислюється за формулою:

$$P = F \cdot v, \quad (2.2)$$

де:

-  $v$  – швидкість подачі матеріалу (м/с).

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зношування ріжучого леза. Ресурс леза залежить від величини сили різання та щільності матеріалу:

$$W = K / (F \cdot \rho), \quad (2.3)$$

де:

- $W$  – ресурс леза (години роботи),
- $K$  – коефіцієнт стійкості леза (залежить від матеріалу леза).

Для прикладу візьмемо настил: бавовняна тканина, товщина 50 мм, 20 шарів. Обираємо лезо: діаметр 50 мм, кут заточки  $25^\circ$ . Результати розрахунків:

- Сила різання  $F \approx 100$  Н.
- Потужність різання  $P \approx 30$  Вт.
- Ресурс леза  $W \approx 50$  год.

Отримавши попередні розрахунки може приступити до проектування пристрою

### 2.3 Проектування пристрою

Розглянемо будову ручної розкрійної машини. Вибираємо лезо для точного різання як прямолінійних, так і криволінійних форм. Матеріал: загартована сталь (висока твердість і стійкість до зносу). Діаметр леза вибирається залежно від типу матеріалу (40–70 мм для бавовни й синтетики). Обираємо: Високолегована сталь (HSS, D2) для тривалого збереження гостроти.

Привідний механізм має електродвигун для потужністю 150 Вт для дрібного виробництва. Вибираємо колекторний двигун для компактності та легкості. Прямий привід надає більш точного керування лезом.

Корпус і рама зроблені будуть з легкого металу (алюмінієві сплави) або високоміцний пластик для зменшення ваги. Ергономічна ручка з антиковзким покриттям. Треба також передбачити отвори для вентиляції двигуна. Вибираємо

					MPMA 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алюміній (Легкий, корозійностійкий, добре переносить навантаження) та Поліамід (нейлон). Це ударостійкий пластик із додатковим армуванням.

Підшва або опора зроблена буде з нержавіюча сталь та мати за необхідністю тефлонове покриття для плавного ковзання по тканині.

Підшва повинна забезпечувати стійкість і мінімізувати тертя. Вибираємо : Нержавіюча сталь, що забезпечує тривалий термін служби та мінімальне тертя. Також можна тефлон. Використовується для роботи з матеріалами, які мають високий коефіцієнт тертя.

Захисні елементи обов'язково мають бути. Це щиток або кожух для леза, щоб запобігти травмам. Механізм фіксації леза в нерухомому положенні.

Заточувальний механізм передбачимо опціонально. Буде знімний механізм для заточування леза. Матеріал: Абразивні елементи (карбід кремнію або алмазне напилення).

У якості двигуна обираємо колекторний двигун. Він компактний і дешевий, потребує періодичного обслуговування (заміна щіток). Потужність 150 Вт: Живлення Мережа 220 В: Стабільна робота на стаціонарному місці.

Акумулятор (12–24 В): Для мобільного використання. Літій-іонні батареї забезпечують легкість і тривалий час роботи.

Є Регулювання швидкості. Контролер обертів двигуна для роботи з різними типами тканини. Також передбачено освітлення. Є вбудований світлодіод для точного вирізання.

Пристрій, що пропонується для розкрию матеріалів показана на рис.2.1. Складальне креслення показано на МРМА 24.00.00.000 СК.

Деталювання на МРМА 24.00.00.001, МРМА 24.00.00.002, МРМА 24.00.00.003, МРМА 24.00.00.004 тощо.

Пристрій складається з корпусу 1, надкладки верхньої 2, накладки нижньої 3, електродвигуна 4, муфти 5, різального інструменту 6, лапки 7, гвинтів з'єднання 8, кнопки пуску 9.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

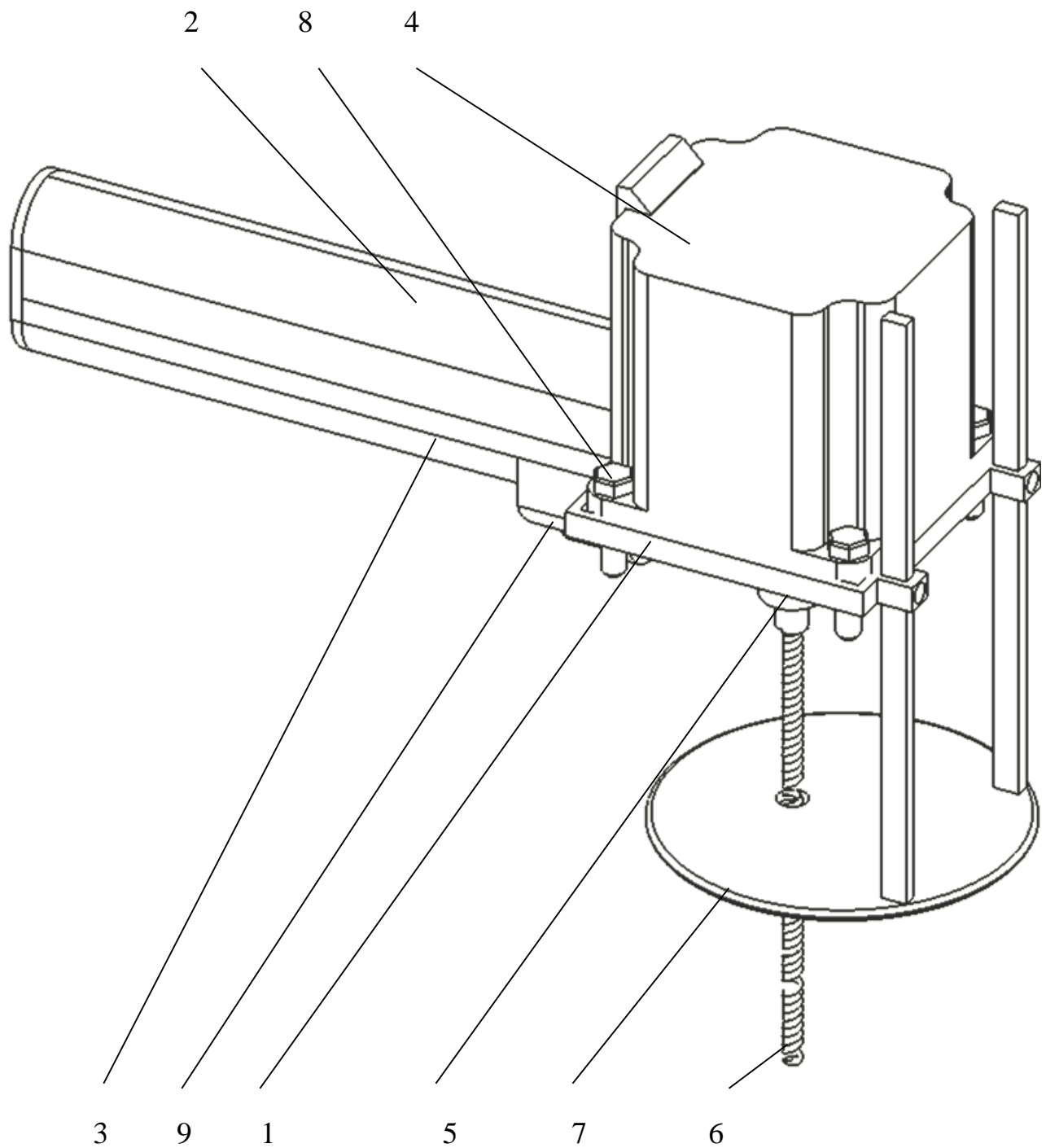


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд пристрою для розкрою матеріалів.

Пристрій працює таким чином. Різучий орган 6 закріплено до валу електродвигуна 4 за допомогою муфти 5. При натисканні на кнопку 9 вмикається електродвигун 4 і різальний інструмент 6 починає обертатися. Завдяки конструкції різального інструменту 6 оператор виконує такі операції розкрою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

30

як: утворення першого отвору (Рис.2.2) та рух різального інструменту вздовж контуру (Рис.2.2).

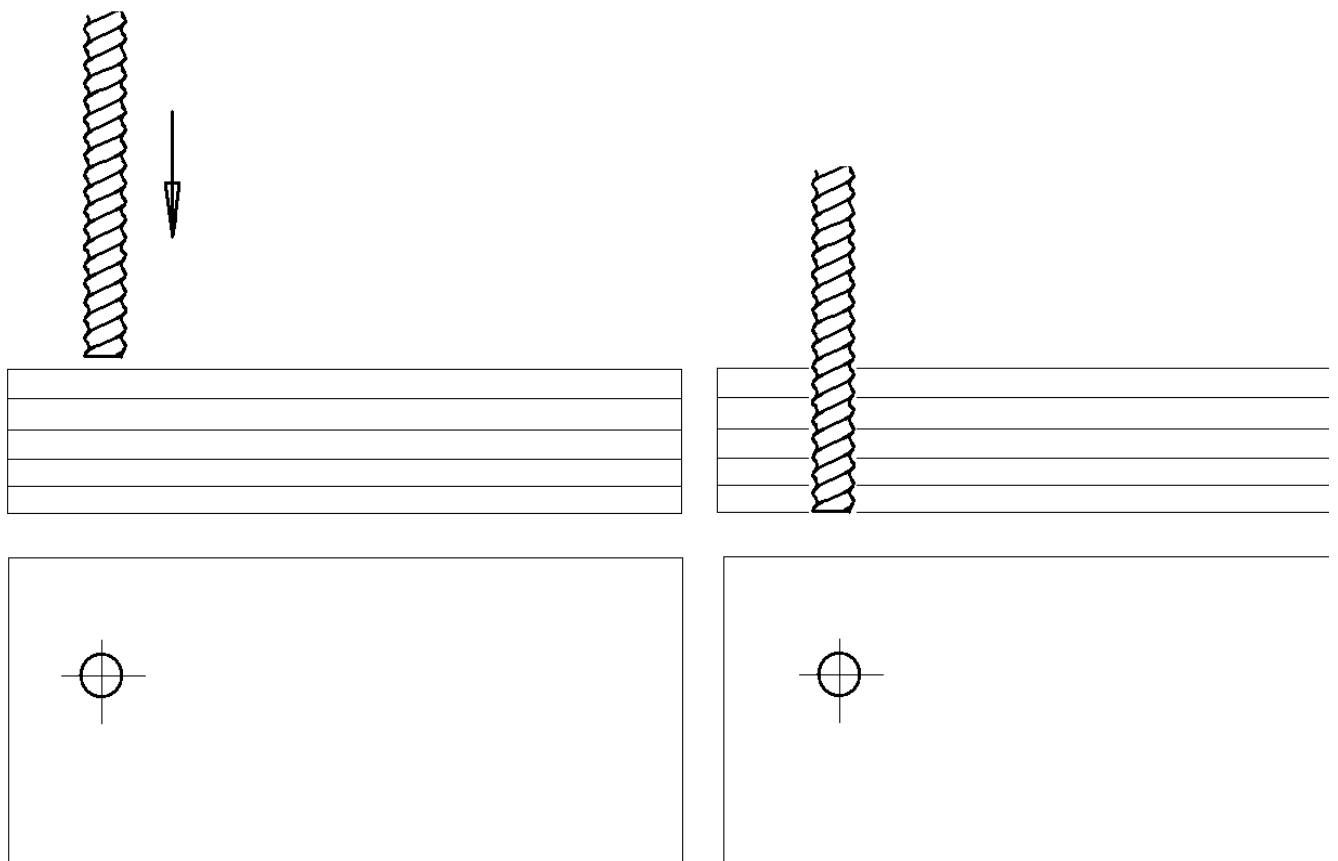


Рисунок 2.2 – Утворення першого отвору у матеріалі що різеться.

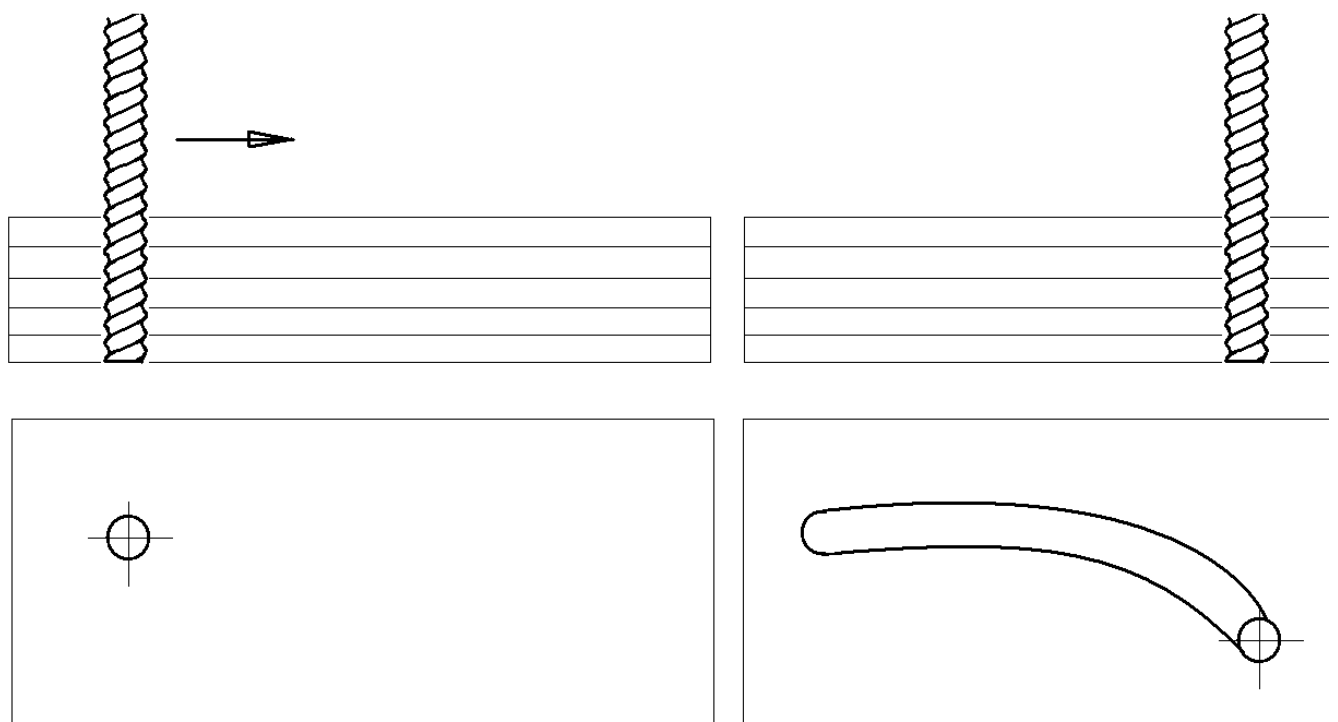


Рисунок 2.3 – Утворення розрізу у матеріалі

Розробимо 3D модель у програмному середовищі SolidWorks. Результат показано на рис.2.4. та проведемо його моделювання у Simulation.

Результати моделювання показано на рис.2.5. -2.7.

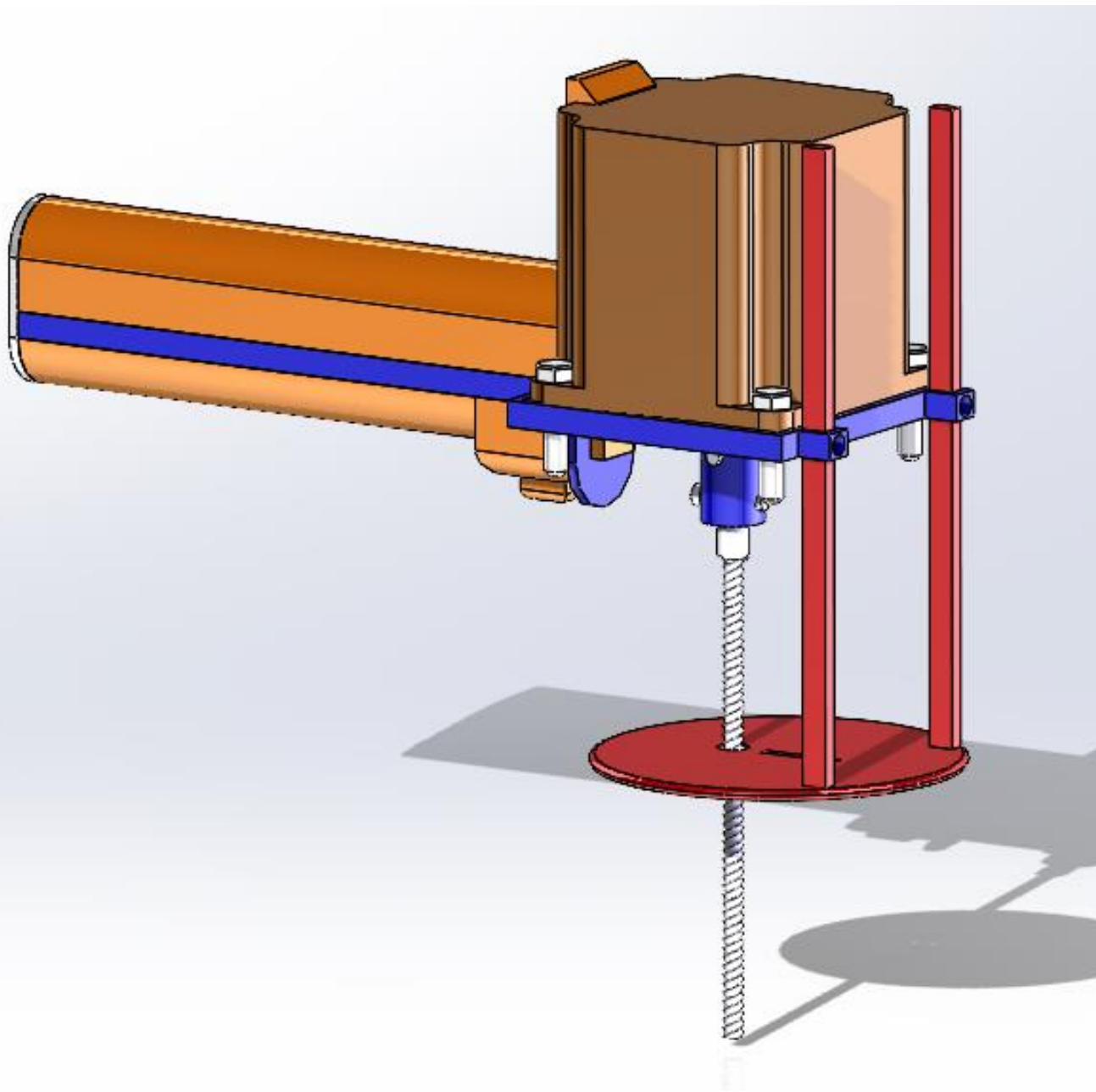


Рисунок 2.4- 3D модель пристрою для розкрию

Отримані результати підтверджують можливість застосування такої фрези для розрізки матеріалів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

32

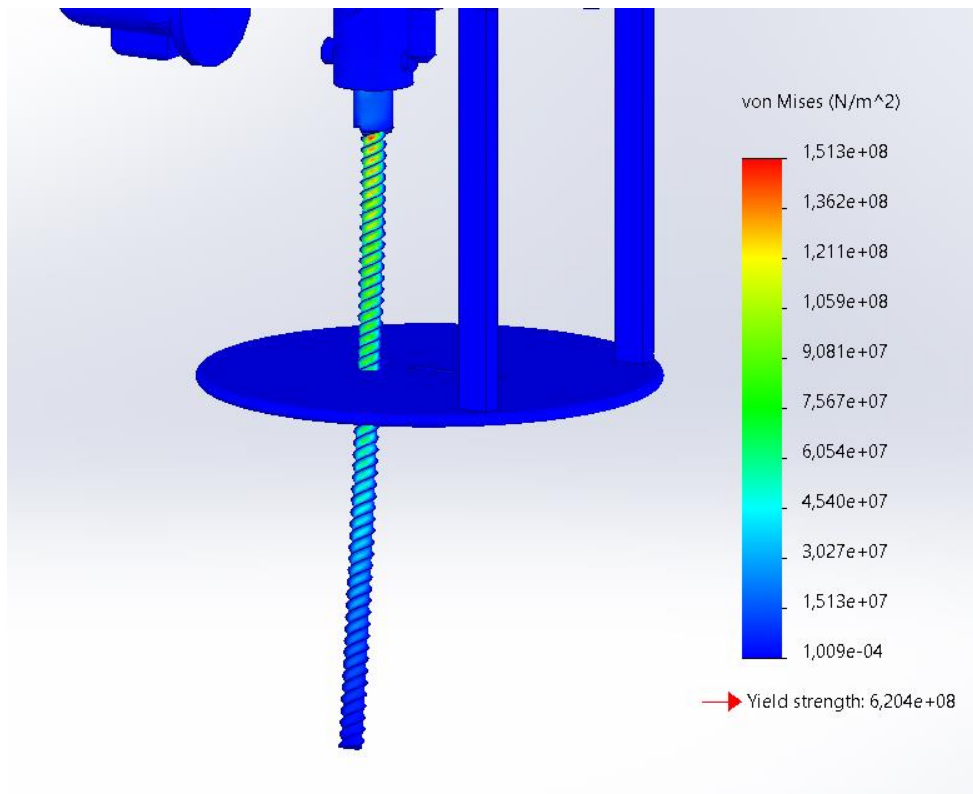


Рисунок 2.5- Результати моделювання розподіленого зусилля, що діє на лезо пристрою при розкрою

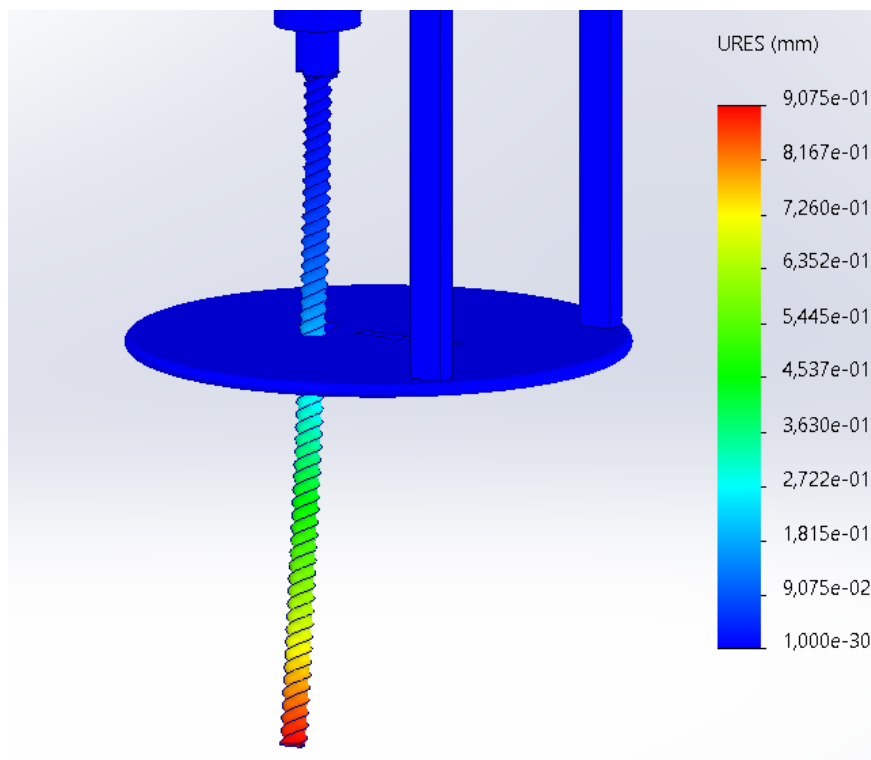


Рисунок 2.6- Результати моделювання переміщення, що діє на лезо пристрою при розкрою

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

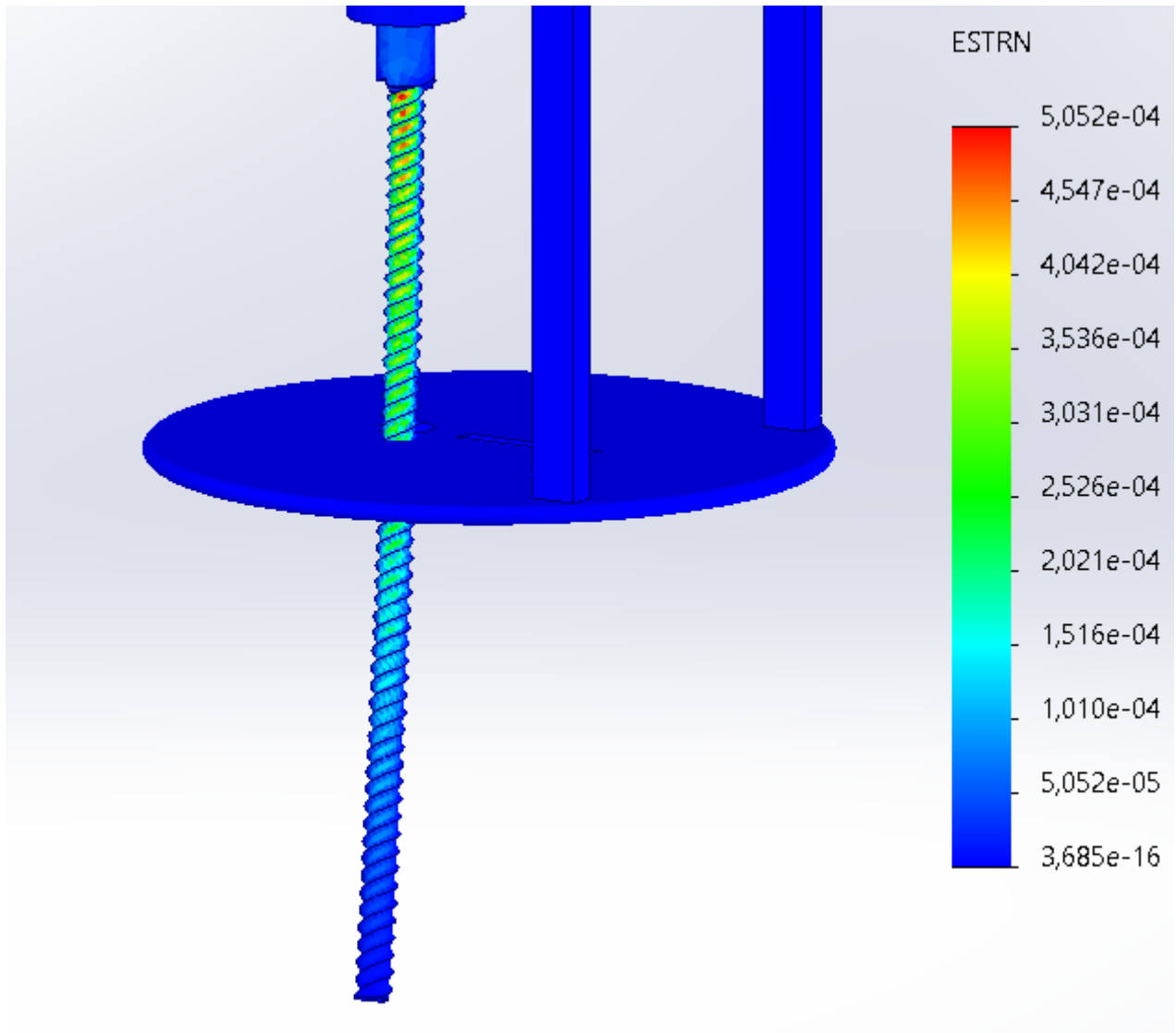


Рисунок 2.7- Результати моделювання навантаження на лезо пристрою при розкрою

Таким чином досягаються наступні переваги в порівнянні з аналогами:

- 1) Пристрій для розкрою матеріалу є більш компактний;
- 2) Завдяки виконанню різального інструменту у вигляді торцевої фрези досягається можливість розрізання всього настилу матеріалі (включно з нижнім шаром, на відміну від розкрійних механізмів з вертикальними ножами)
- 3) Можливість вирізання різних за контуром та складністю деталей.
- 4) Немає потреби у виконанні першого отвору, пристрій сам здатен його зробити і відразу операцію розкрою.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Також передбачена можливість під'єднання до пристрою системи з вертикальним ножом через конічну передачу. (МРМА 24.03.00.000 СК) Див. Рис.2.8

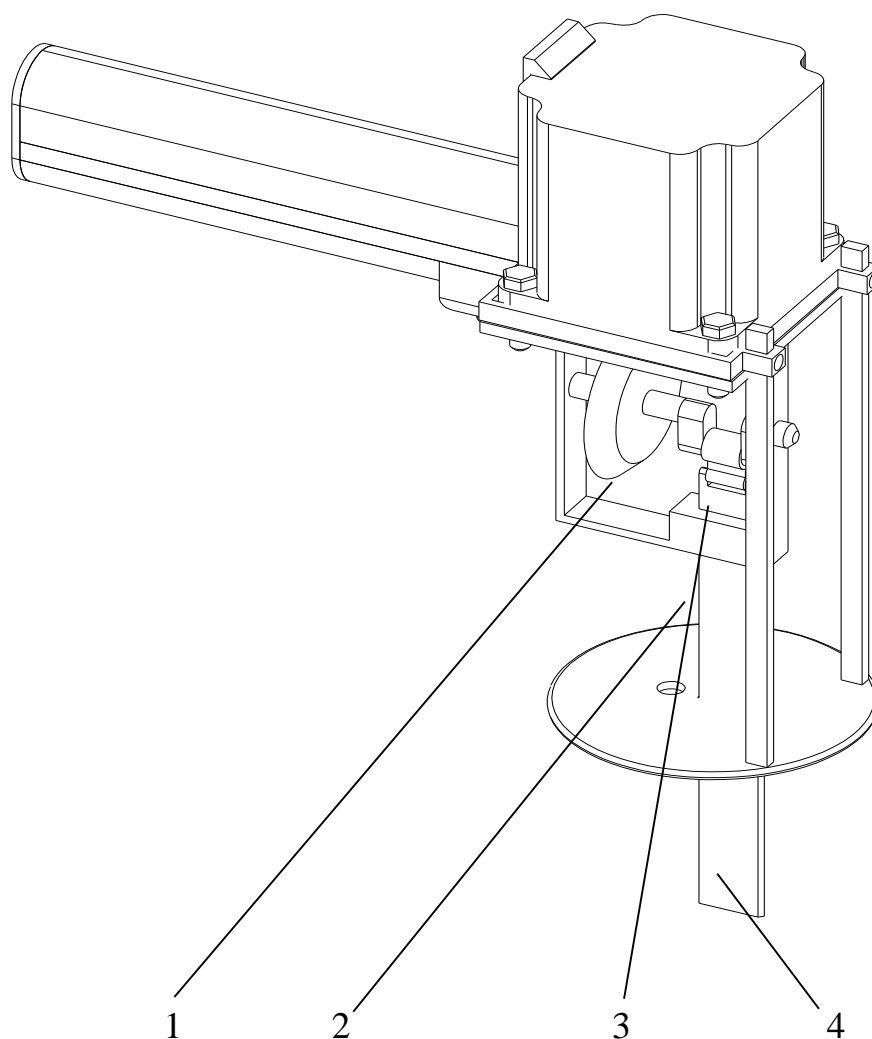


Рисунок 2.8 – Загальний вигляд пристрою для розкрою матеріалів з вертикальним ножом

Такий пристрій додатково оснащений кривошипно-повзунковим механізмом 3 з ножом 4, закріпленим на зубчастій парі 1, розташованій в корпусі 2, як показано на рис. 2.3. Ніж 4 рухається вперед-назад по напрямній в корпусі 2. Це забезпечує нормальне виконання операцій різання матеріалу пристроєм з вертикальними ножами.

Проведемо моделювання навантаження, що можуть діяти на лезо розкрійного ножа. Для цього використаємо програмний продукт Simulation, що входить до програмного продукту SolidWorks. Задамо навантаження 200 Н.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Результати моделювання показано на рис .2.9-2.12.

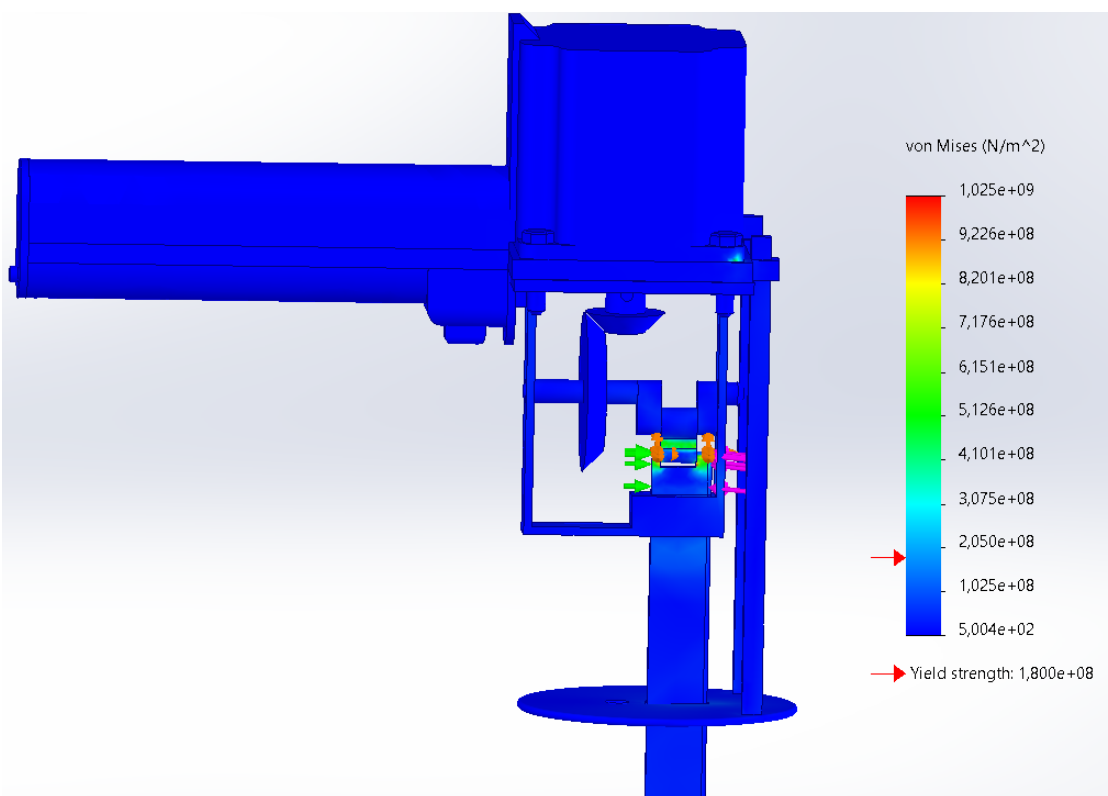


Рисунок 2.9 – Результати напружень при моделюванні навантаження

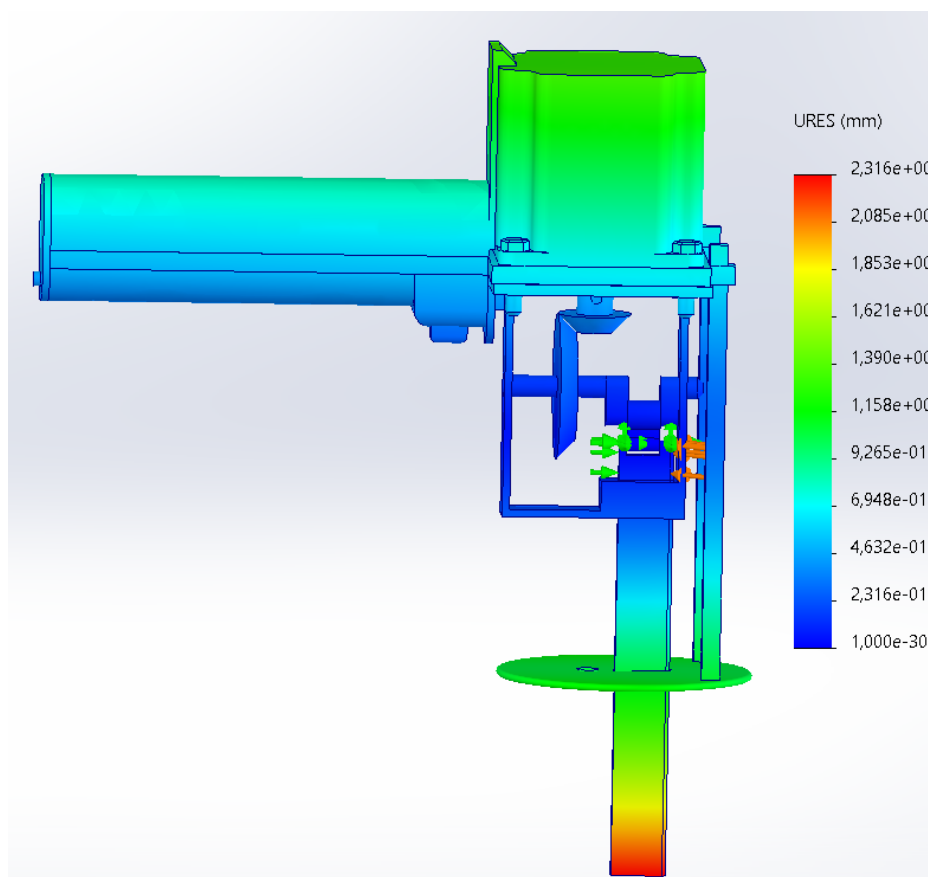


Рисунок 2.10 – Результати переміщення леза при моделюванні навантаження

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Арк.

36

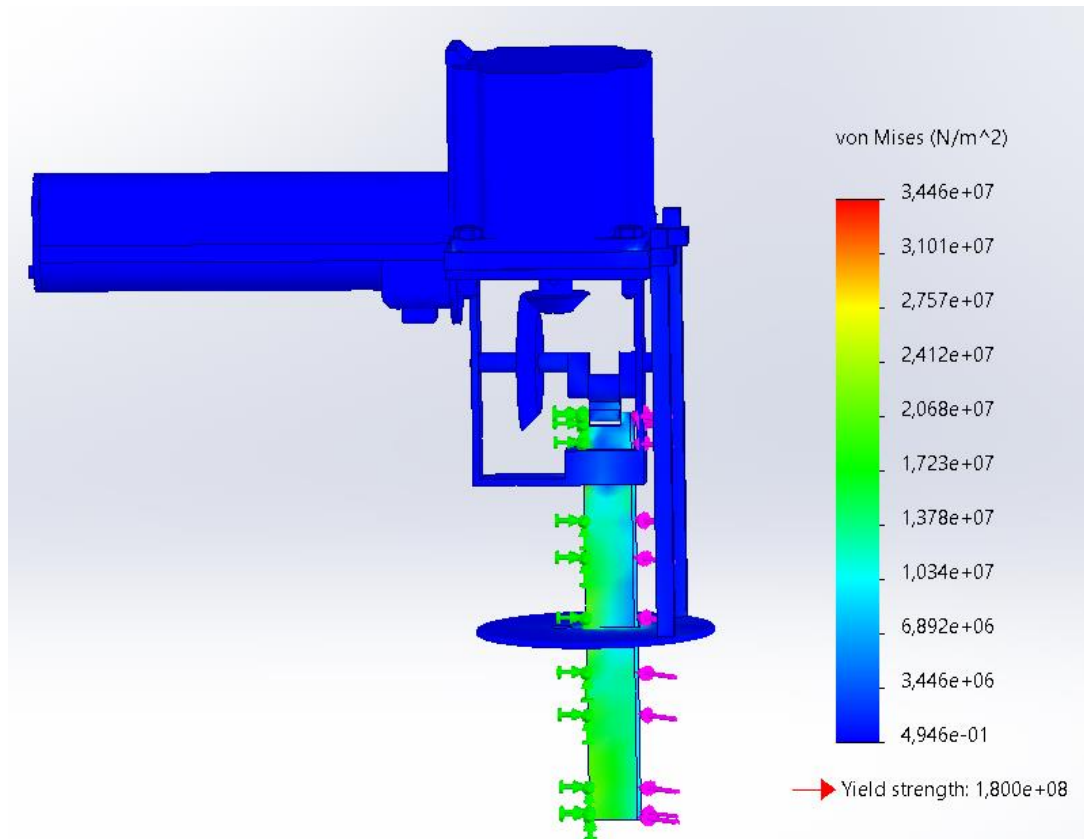


Рисунок 2.11 – Результати напружень при моделюванні навантаження при різанні

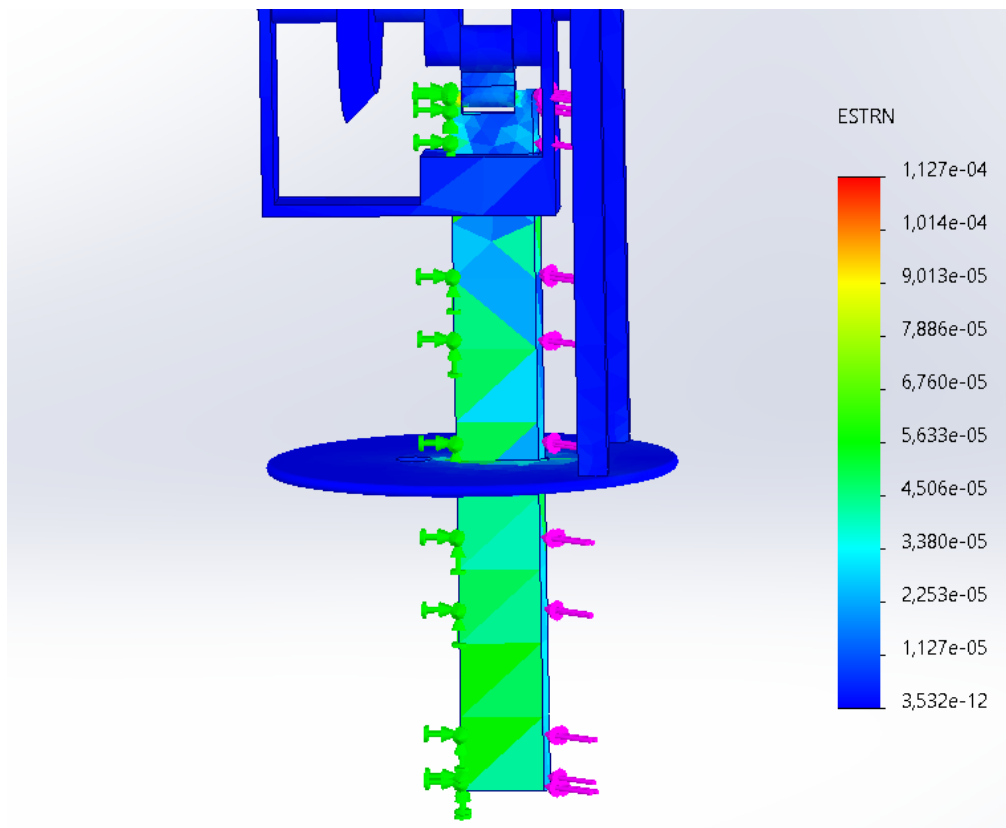


Рисунок 2.7 – Результати навантаження леза ножа

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 2.4 Висновки до розділу

Розроблена модель дозволяє оцінити основні параметри процесу різання текстильного настилу та оптимізувати вибір ріжучого інструмента. Вона може бути використана для проєктування розкрійних машин, враховуючи тип матеріалу та режим роботи.

Запропоновано два варіанти пристрою: з фрезою та лезом.

Для точнішого моделювання рекомендується враховувати такі фактори: Температуру різання (для синтетичних матеріалів). Наявність змазування леза. Вібраційні навантаження на матеріал.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

### 3. РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗКРОЮ

#### 3.1 Кінематичні розрахунки

У машинах із пластинчастими ножами переміщення останніх здійснюється за допомогою кривошипно-повзунних механізмів, рухливими ланками яких є: кривошип 1, шатуни 2 і повзун 3 (рис.3.1). До повзунів прикріплені пластинчасті ножі 4, що переміщуються в напрямних 5. Матеріал, що розрізається, розташовується між платформою 6, з'єднаної стійкою 7 з електродвигуном 8, і завзятою лапкою 9. Машини мають попружинені ролики 10 і рукоятки для переміщення.

Швидкість ножів у запропонованій машині змінюється по величині й напрямку, що істотно впливає на процес різання. При зміні кута повороту кривошипа від верхнього вертикального положення аппликата осі пальця повзуна

$$J_c = l \cdot \cos \psi - r \cdot \cos \varphi = r \left( \frac{1}{\lambda} \cos \psi - \cos \varphi \right) \quad (3.1)$$

Де  $r$ , радіус кривошипа;  $l$  - довжина шатуна;  $\varphi$  і  $\psi$  - кута повороту кривошипа й шатуна. Кут  $\psi$  визначається з рівності:

$$l \cdot \sin \psi = r \cdot \sin \varphi$$

Тому, після його виключення аппликата: А швидкість і прискорення повзуна:

$$J_c = l \cdot \cos \psi - r \cdot \cos \varphi = r \left( \frac{1}{\lambda} \cos \psi - \cos \varphi \right) \quad (3.2)$$

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

$$z_c = r \left( \frac{1}{\lambda} \cos \varphi - \frac{\lambda}{2} \sin^2 \varphi \right) \quad (3.3)$$

$$v_c = v_2 = \frac{dz_c}{dt} = \frac{dz_c}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} \cong \omega r \left( \sin \varphi - \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right) \quad (3.4)$$

$$a_c = \frac{dv_c}{dt} \cong \omega^2 r (\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi) \quad (3.5)$$

Де  $\omega$  - кутова швидкість кривошипа.

Графічно швидкості й прискорення крапок кривошипно-ползунного механізму ножа зручно визначати за допомогою повернених планів (рис. 3.1.)

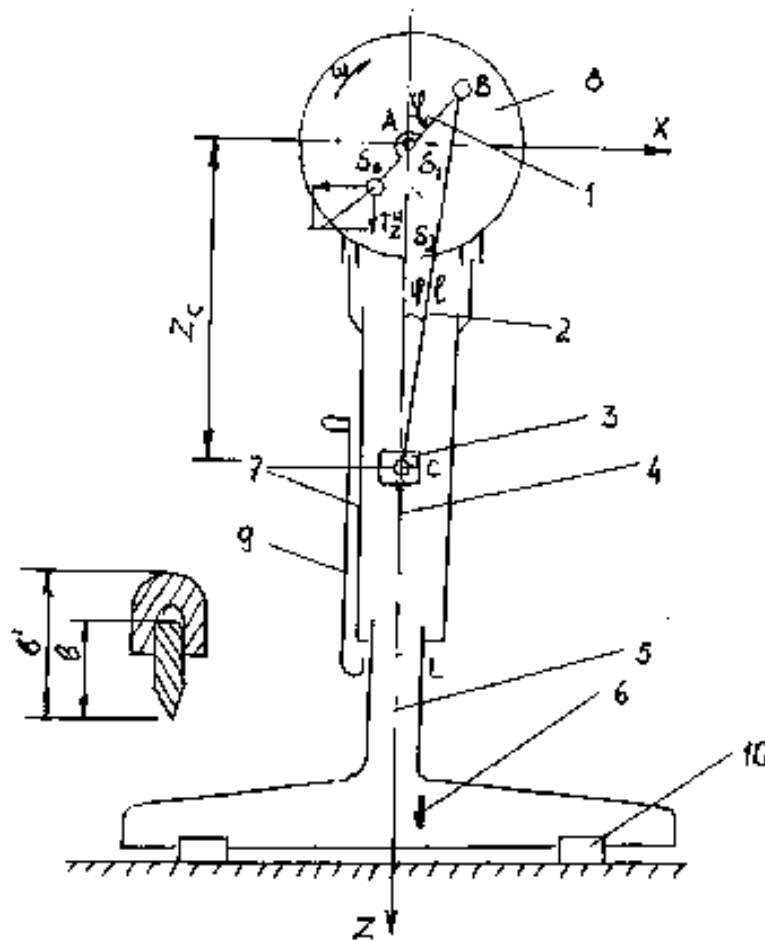


Рисунок 3.1 - Схема машини із пластинчастим ножем

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Швидкість точки із шатуна  $\bar{v}_c = \bar{v}_B + \bar{v}_{CB}$

Де  $\bar{v}_B = \omega(AB)$  - швидкість точки В, перпендикулярна АВ;  $v_{BC}$ - швидкість руху точки С відносно точки В, перпендикулярна ВР.

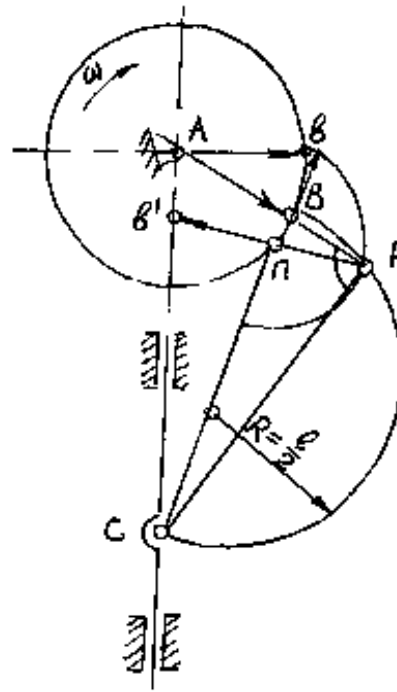


Рисунок 3.2 - Положення й повернені плане швидкостей і прискорень ланок кривошипно-ползунного механізму

Якщо вважати опору А механізму полюсом плану швидкостей, а кривошип АИ – швидкістю  $v$ , поверненої на  $\pi/2$  проти  $\omega$ , те відрізки (АВ) і (ВВ) будуть відповідати швидкостям  $v_B$  й  $v_{CB}$  відкладеним у масштабі крапок.

$$R_v = v_B / (AB) = \omega \quad (4.5)$$

Після цього, легко визначаються швидкості інших

Прискорення точки С:

$$a_B = \omega^2(AB)$$

$$\bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t$$

Де спрямоване по а СВ.

v - прискорення крапки

$$a_{CB}^n = v_{CB}^2 / BC \text{ - нормальне щодо крапки В,}$$

прискорення крапки С спрямоване по СВ;

$a^t$  - тангенціальне прискорення відносно В, перпендикулярне ВР крапки С

План прискорень варто будувати поверненим на  $\pi$ , уважаючи опору А полюсом, а кривошип АВ – прискоренням а При цьому  $a_C^n$  в а можна визначити, не прибігаючи до аналітичним розрахункам. Якщо із крапки В і середини шатуна провести окружності радіусом  $VB$  і  $BP/2$  і відзначити крапку F їхнього перетинання, а потім із крапки F опустити перпендикуляр на ВР відзначивши крапки n й b', те з подоби трикутників BFC і VFb знаходимо:

$$\frac{(Bn)}{(BF)} = \frac{(BF)}{(BC)}; (Bn) = \frac{(BF)^2}{(BC)} = \frac{v_{BC}^2}{(BC)} \quad (4.6)$$

Отже, відрізки (Bn), (n, b') і прискореннями  $a_{CB}^n, a_{CB}^t, a_c$ ,  $a_c$  накресленими в масштабі

$$R_a = a_B / (AB) = \omega^2 \quad (4.7)$$

У зв'язку зі зміною швидкості ножа змінюють ся відношення її до швидкості подачі матеріалу, що становлять Q й Qz сили різання й сила F опору руху машини. (рис 3.3). Різання матеріалу відбувається як би ножем з безупинно, що змінюється

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кутом, загострення. Радіус кривизни деталей, що викроюють на машинах із пластинчастими ножами, більше, ніж на стрічкових машинах, і становить

$$P \geq \frac{b'}{2 \sin \theta_{\max}} \quad (4.8)$$

Де  $b'$  - ширина стійки з ножем.

При проектуванні кривошипно-ползунного механізму ножа необхідно прагнути до поліпшення процесу різання матеріалу й зменшенню амплітуди вібрації машини, що забезпечується при збільшенні середньої швидкості ножа й зменшення сил інерції ланок. Швидкість же ножа, як було показано, пропорційна добутку  $\omega r$ , а сили інерції ланок визначаються в першу чергу прискоренням повзуна, пропорційним добутку  $\omega^2 r$ . У зв'язку із цим кутову швидкість кривошипа доцільно приймати по можливості менше, а радіус кривошипа більше. У більшості машин  $\approx 295 \text{ 1/3}$ , радіус же кривошипа в машині ЭЗМ-2 - 15 мм.

Амплітуда вібрацій машин, крім того, залежить від відношення  $\lambda = r/l$ , тому що модуль - максимум сили, що обурює

$$R_0 \cong (m_{2c} + m_3) \cdot r \cdot \omega^2 (1 + \lambda - K), \quad (4.9)$$

$$m_{2c} = \frac{(BS_2)}{i} m_2; m_2 = m_{2B} + m_{2c},$$

$$m_{2B} = \frac{(CS_2)}{i} m_2$$

Де  $m_{2B}, m_{2c}$  - частини маси шатуна й повзуна;

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

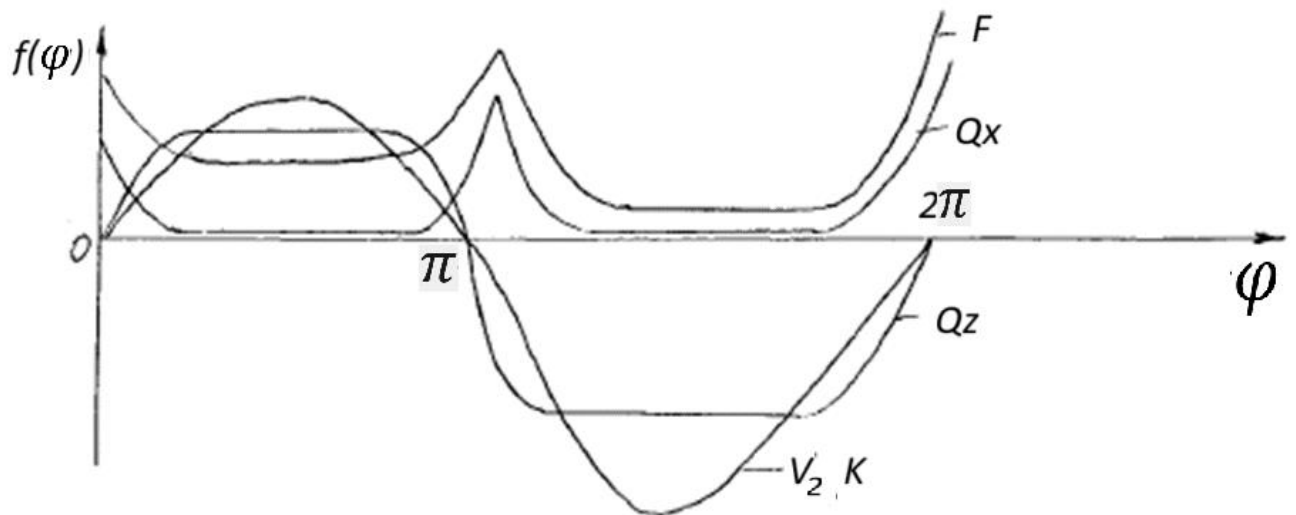


Рисунок 3.3 - Графік зміни сил різання

$(BS_2)$ ,  $(CS_2)$  - відстань від осей  $\varphi$  і  $C$  до центра ваги шатуна  $Sz$ ;

$K$  - коефіцієнт зрівноважування, що рухаються поступально мас, противагою кривошипа. Маса  $m_{2C}$  теж є функцією відносини  $\lambda$ , оскільки воно визначає довжину  $l$  і масу  $m_2$  шатуна (враховуючи  $r=const$ ).

Можна прийняти

$$m_{2C} = m_{II} + F(l - d_{cp}) \frac{\gamma}{2g}; F = F_0 + \chi l$$

Де  $m_n, F, d_{cp}$  - відповідно маса нижньої голівки, площа поперечного переріза стрижня шатуна й напівсума зовнішніх діаметрів верхніх і нижньої його голівок;  $F_0, \chi$  - числові коефіцієнти.

Тоді амплітуда вібрацій машини буде залежати від величини функції:

$$\Phi(\lambda) = \frac{R_0}{\omega^2 \cdot r(m_3 + m_{II})} \cong (1 + \lambda - K)(1 - A_0 + \frac{A_1}{\lambda} + \frac{A_2}{\lambda^2})$$

$$A_0 = \frac{F_0 \chi d_{cp}}{2g(m_3 + m_{II})}; A_1 = (F_0 - \chi d_{cp}) \frac{\gamma \cdot r}{2g(m_3 + m_{II})};$$

$$A_2 = \frac{\chi \gamma \cdot r^2}{2g(m_3 + m_{II})}.$$

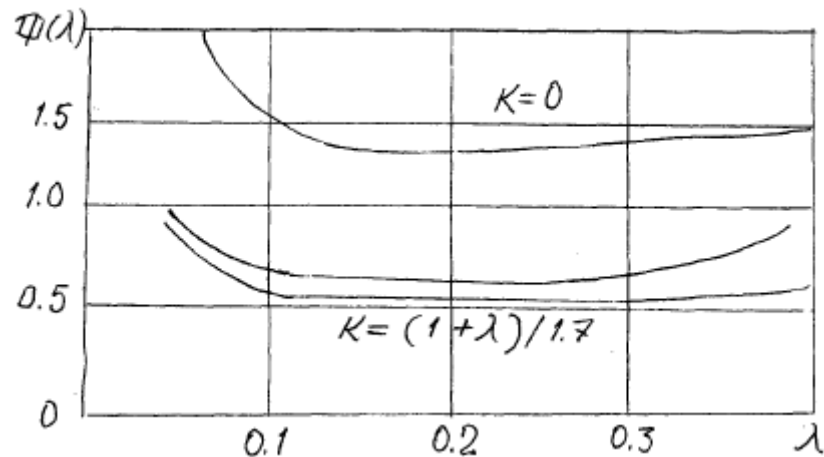


Рисунок 3.4 - Графік функції  $\Phi(\lambda)$

Відповідно до графік, побудованим за залежностями для механізму машин розкряю при постійному поперечному перерізі шатуна, величина функції  $\Phi(\lambda)$  істотно залежить від коефіцієнта зрівноважування ДО, а мінімуми її перебувають на відріжку  $0,15 \leq \lambda \leq 0,25$  (Рис.3.4). У розкрійної машині відношення  $\lambda = 0,08$ .

Коефіцієнт зрівноважування й залежні від нього параметри противаги можна визначити з умови мінімізації модуля-максимуму сил інерції. Для цього масу противаги варто представити сумою

$$m_{1n} = m'_{1n} + m''_{1n} \dots, m'_{1n} \quad (3.10)$$

у якій урівноважує масу кривошипа  $m_1$  і масу  $m_2$  шатуна, а  $m_{1n}$  - частина мас, що рухаються поступально.

Тоді  $m'_{1n}$

$$m'_{1n} = \frac{m_1(AS_1) + m_2Br}{(AS_0)} \quad (3.11)$$

де  $(AS_1), (AS_0)$  - відстань від осі обертання кривошипа до центрів ваги кривошипа й противаги (див. мал.1.1 ).

Маса  $m''_{1n}$  зменшує вертикальну складову сили інерції на  $T_z^u$ , але створює горизонтальну  $T_x^u$  (див. рис. 3.1 ). У наслідку цього складову величини складових

$$P_z = P_z^u + P_z^u; R_x = T_x, \quad (3.12)$$

де

$$P_z^u = -(m_{2c} + m_3)r \cdot \omega^2 (\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi); \quad (3.13)$$

$$T_z^u = m''_{1n}(AS_0)\omega^2 \cos \varphi; T_x^u = -m''_{1n}(AS_0)\omega^2 \sin \varphi. \quad (3.14)$$

Модуль - максимум сили інерції близький до найменшого, якщо квадрат  $R^2 = R_z^2 + R_x^2$  однаковий при  $\varphi = \pi/2, \varphi = \pi$ . У цьому випадку

$$m''_{1n} = K(m_{2c} + m_3) \frac{r}{(AS_0)}; K = \frac{1+2\lambda}{2(1+\lambda)}, \quad (3.15)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ланки механізму розраховують на міцність при випадковому навантаженні, що виникає при влученні під ніж сторонніх предметів, а кінематичні пари - на 10 показника  $(gv)_3$  довговічність. При цьому враховується, що тиск у кінематичних парах і швидкості ковзання елементів пара безупинно змінюються й по величині й по напрямку; крім того, елементи пар працюють в умовах недосконалого змащення. Тому, довговічність пари визначають за допомогою добутку  $(gv)$  - питомого тиску в парі на швидкість ковзання її елементів, а допускають значення, що,  $(gv)$  призначають залежно від  $g$  й  $v$ . Оскільки  $g$  й  $v$  непостійні, приймається середня величина  $(gv)_{cp} = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_i v_i$  обчислена для  $n$  положень механізму.

Тиску в кінематичних парах кривошипно-ползунного механізму ножа визначаються графоаналитически для 6, а іноді 12 його положень або аналітично. Розрахунок трохи спрощується, якщо тиск кривошипа на шатун представити у вигляді суми  $\bar{R}_{12} = \bar{R}_{12}^{\Phi} + \bar{R}_{12}^n$ , доданки якої спрямовані відповідно по ВА й ВР (рис. 3.5). У цьому випадку з рівняння  $\sum M_2^c = 0$  моментів сил, що діють на шатун, щодо крапки Із треба:

$$R_{12}^{\Phi} = -P_{2B}^u, \text{ где } P_{2B}^u = -m_{2B} \cdot a_B$$

При розрахунку спочатку розглядається рівновага групи повзун-шатун, а потім рівновага шатуна. Для рівноваги групи необхідно:

$$\begin{aligned} \bar{P}_{2B}^u + \bar{P}_{2C}^u + \bar{P}_3^u + \bar{Q}_z + \bar{R}_{03} + \bar{R}_{12}^{\Phi} + \bar{R}_{12}^n &= 0 \\ \bar{P}_{2C}^u + \bar{P}_3^u + \bar{Q}_z + \bar{R}_{03} + \bar{R}_{12}^n &= 0 \end{aligned}$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

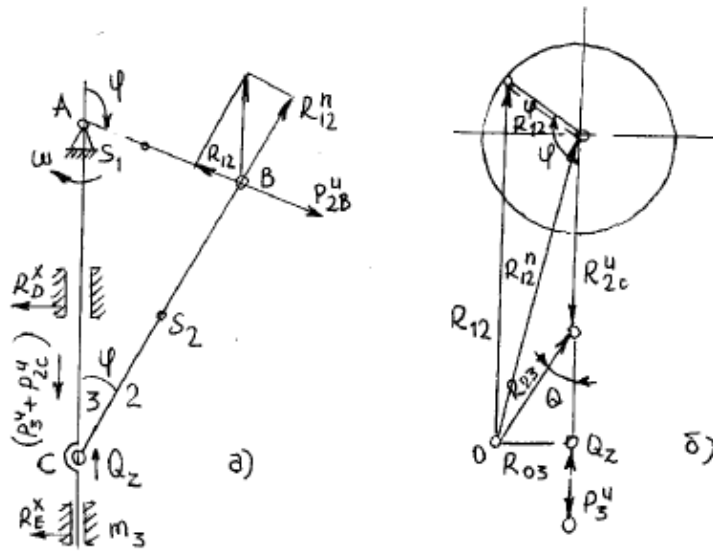


Рисунок 3.5 - Силовий розрахунок кривошипно-ползунних сил механізму: а- схема механізму, б- сполучений план сил

де  $P_{2c}^u = -m_{2c}a_c$ ,  $P_3^u$  - сила інерції повзуна;  $Q_z$  - вертикальна складова сили різання;  $R_{03}$  - тиск напрямноїна повзун, перпендикулярне до осі z (оскільки

$$P_{2B}^u + P_{12}^\Phi = 0$$

У цьому рівнянні невідомі тільки величини

$R_{03}$  - , які можна знайти за допомогою плану сил (рис.3.5. б). Обчисливши й відклавши  $P_{2c}^u$ , Qi  $P_3^u = -m_3a_c$  (де  $m_3$  - маса ланки 3), з начала  $P_{2c}^u$  проводять промінь, паралельний BP, а з кінця  $P_3^u + Q_z$  - промінь, перпендикулярний до осі z; тоді крапка Об перетинання променів

$P_3^u + Q_z$  буде кінцем  $R_{03}$  і початком  $R_{12}^n$ . Після цього визначають

$$\overline{R_{12}} = \overline{R_{12}^n} + \overline{R_{12}^u} = (\overline{R_{12}^n} + \overline{R_{2c}^u}),$$

$$\text{або } \overline{P_{12}} = \overline{P_{12}^n} + \overline{P_{12}^u}$$

$$\overline{R_{23}} = \overline{R_{12}^n} + \overline{R_3^u}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

При  $Q_z = 0$  й  $\omega = const$  доцільно побудувати один сполучений план для всіх досліджуваних положень механізму.

Із плану сил видно, що кут  $\theta$  між  $R_{23}$  і лінією переміщення игловодителя (кут тиску) може бути значно більше кута, утвореного лінією ВР шатуна з тією же лінією.

Так, якщо  $Q_z$  і  $P_3^u$  спрямовані в різні сторони, те

$$tg\theta = \frac{R_{03}}{P_3^u - Q_z}, \quad (3.16)$$

$$tg\psi = \frac{R_{03}}{P_3^u + R_{2c}^u - Q_z}.$$

Звідки

$$\frac{tg\theta}{tg\psi} = 1 + \frac{R_{2c}^u}{P_3^u - Q_z}$$

Отже, при  $P_3^u \geq Q_z$ ,  $\psi \leq \theta \leq \pi/2$ , а при  $Q_z = \frac{tg\theta}{tg\psi} = 1 + \frac{m_c}{m_3}$  невеликих силах інерції  $Q = \psi$

Питомий тиск у плоскій кінематичній парі

$g_i = R_i/CL$ , де  $R_i$  - тиск у парі;  $C, L$  - ширина й довжина тертьових поверхонь.

У циліндричній парі діаметра  $d$  при незмінному  $R_i$  і одному нерухомому елементі питоми тиск змінюється по дузі контакту елементів (рис.3.6.а).

Принайбільшому зношуванні  $\delta_i$

визначається з вираження:

крапці М у першому наближенні

$$\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \left(\frac{d}{2} + \delta\right)^2 + \delta_i^2 - 2\left(\frac{d}{2} + \delta\right)\delta_i \cos\psi$$

Звідси

$$\left(\frac{d}{2} + \delta\right)^2 - 2 \delta_i \cos \psi \left(\frac{d}{2} + \delta\right) - \left(\frac{d^2}{2} - \delta_i^2\right) = 2$$

т. е.  $\psi = \psi_i \cos \psi$

Тиск у крапці М можна вважати пропорційним

зношуванню й прийняти  $g = g_i \cos \psi /$ , де  $g_i$  - найбільше

тиск. Тоді, рівняння рівноваги елементів запишеться у вигляді:

$$R_i = 2 \int_0^{\pi/2} g \cos \psi dF = 2 \frac{d}{2} L g_i \int_0^{\pi/2} \cos^2 \psi d\psi = \frac{\pi}{2} d L g_i \quad (3.17)$$

Отже,  $g = 4R_i / (\pi d L)$

У конусній парі добуток ( $gv$ ) зношування елементів, а уздовж утворюючої можна вважати постійними, найбільший тиск - у перетині найменшого діаметра

$d_{\min}$  (рис. 3.5б) Величина цього тиску  $g_i = 4R_i / (\pi d_{\min} L)$ . Швидкість ковзання

елементів обертальних пар  $v_i = \omega_i \left(\frac{d}{2}\right)$ , де  $\omega_i$  - відносна кутова швидкість

елементів. У поступальній парі  $v_i$  - відносна лінійна швидкість руху елементів.

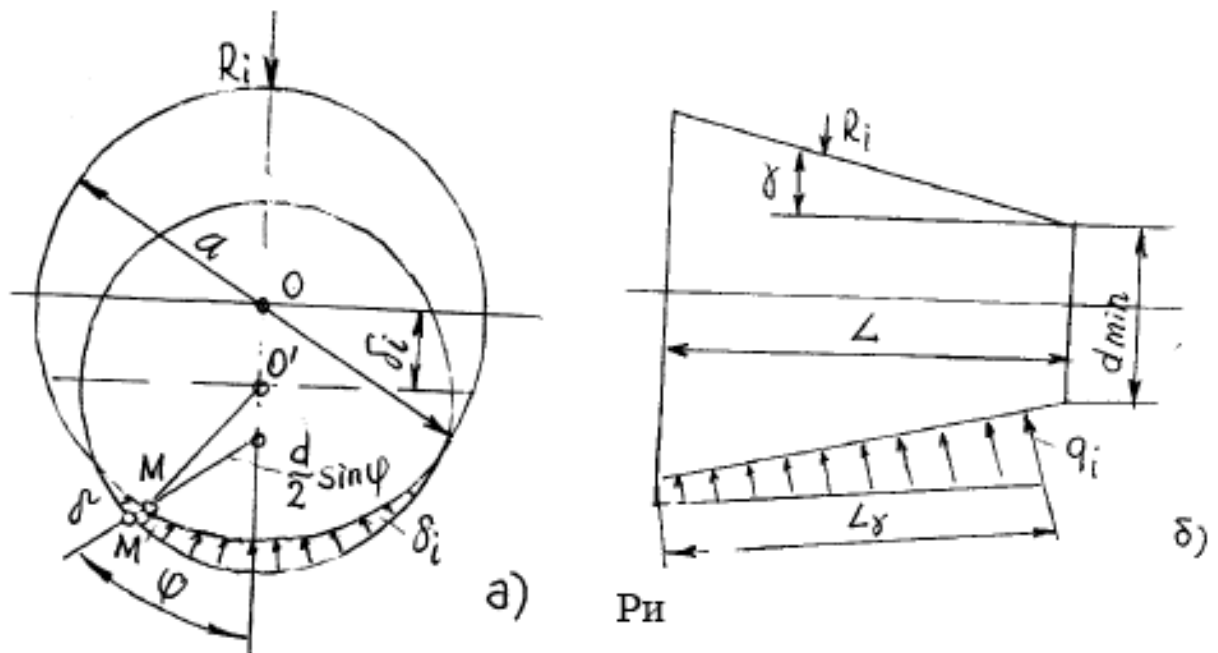


Рисунок 3.6 - Епюри питомих тисків у кінематичних парах:  
а-циліндричної, б- у конічній.

### 3.2. Розрахунок вузлів пристрою для розкрою

Кінематична схема вузла приводу робочого органу показана на рисунку 3.7

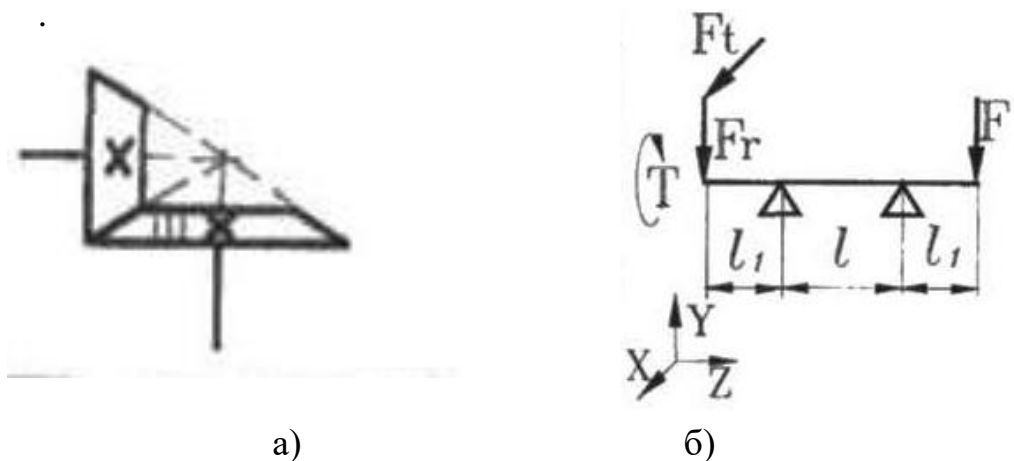


Рисунок 3.7 – Схема конічної зубчастої передачі. а) схема кінематична б) схема навантаження

На обраний вузол діють такі сили :

- 1) обертовий момент  $T$  ;
- 2) радіальна сила  $F_r$ ;
- 3) сила в зачепленні  $F_t$ ;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4) сили від натягу тягового органа F.

Об'єктом розрахунків є конічна передача, через яку, з допомогою двигуна, приводиться в дію головка щітки. Необхідно вибрати матеріал шестерень і розрахувати їх розміри, кількість зубців, перевірити на напруження.

Для виготовлення деталей зубчатих передач загального призначення в основному використовуються конструкційні вуглецеві та леговані сталі. При цьому слід брати до уваги, що леговані сталі в порівнянні з вуглецевими забезпечують більшу міцність, але дорожчі та ускладнюють виготовлення. З цієї причини вони використовуються при великому навантаженні. Шестерня (ведучий елемент передачі) повинна виготовлятися з трохи міцнішого матеріалу (різниця в твердості на користь шестерні – не менше 20...30 одиниць за Брінеллем). Таке співвідношення властивостей матеріалів для виготовлення шестерні та колеса (веденого елемента передачі) досягається або вибором для шестерні трохи міцнішої сталі, або марка сталі залишається однаковою, але застосовується різна термообробка.

Для виготовлення шестерні вибрано сталь 40X поліпшену з границею міцності  $\sigma_B=950$  МПа, границею текучості  $\sigma_T = 700$  МПа, твердістю по Брінеллю  $HB_1 = 260...280$ , для виготовлення колеса вибрано сталь 45X покращена з границею міцності  $\sigma_B = 750$  МПа, границею текучості  $\sigma_T = 500$  МПа, твердістю по Брінеллю  $HB_2 = 163...269$  одиниць.. [3, табл.8.8]

### 3.2.1. Допустимі контактні напруження.

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{HLim}}{S_H} K_{HL}, \quad (3.20)$$

де  $\sigma_{HLim}$  – границя контактної витривалості зубців, МПа;

$S_H$  – коефіцієнт безпеки, прийнято  $K_{HL} = 1$ .

$K_{HL}$  – коефіцієнт довговічності, прийнято  $S_H = 1,1$ . [3]

Допустимі напруження згину.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{FLim}}{S_F} K_{FL}, \quad (3.21)$$

де  $\sigma_{FLim}$  – границя витривалості зубців на згин, МПа,  $\sigma_{FLim} = 1.8HB$  при  $HB \leq 350$  [3]

Допустимі напруження для перевірки міцності зубців при перевантаженні  
При  $HB \leq 350$  і термообробці – нормалізації чи покращенню [13, 14]

$$[\sigma]_{Hmax} = 2.8\sigma_T, \quad (3.22)$$

$$[\sigma]_{Fmax} = 2.74HB \approx 0.8\sigma_T \quad (3.23)$$

#### 4.2.2. Розрахунок міжосьової відстані

$$a \geq K_a(u+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{K_H \cdot T_1}{\psi_a u^2 [\sigma]^2}}, \quad (3.24)$$

$K_a=430$  для прямозубих колес [13,14];

$K_H$  – коефіцієнт навантаження;  $K_H=1.3$  при симетричному розташуванні колес відносно опор;

$T_2$  – крутний момент на колесі;

$u$  - передаточне число передачі

$\psi_a$  – коефіцієнт ширини колеса відносно між осьової відстані [3];

За одержаним результатом міжосьової відстані приймається ближча більша стандартна міжосьова відстань з ряду: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 140, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2.3. Нормальний модуль зачеплення.

$$m_n = |0.01 - 0.02|a \quad , \quad (3.25)$$

$$m_n = 2 \text{ мм} [1, \text{ ст. } 1];$$

### 3.2.4. Сумарна кількість зубців та їх кут нахилу

Щоб не виникли великі осьові сили, приймають кут нахилу зубців  $\beta = 8..17^\circ$

При  $\beta = 12^\circ$ ,  $\cos \beta = 0.9782$ , тоді

$$z_\Sigma = \frac{2 \cdot a \cdot \cos \beta}{m_n} \quad , \quad (3.26)$$

Кількість зубців колеса.

$$z_2 = z_1 \cdot U_p \quad (3.27)$$

### 3.2.5. Фактичне передаточне число:

$$u_\varphi = \frac{z_2}{z_1} \quad (3.28)$$

### 3.2.6. Діаметри коліс:

$$d_1 = \frac{m_n z_1}{\cos \beta} \quad (3.29)$$

Діаметри окружностей вершин зубців:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n \quad (3.30)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметри окружностей впадин зубців:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n \quad (3.31)$$

Колова сила:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} \quad (3.32)$$

Радіальна сила:  $F_r = F_t \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} \quad (3.33)$

Осьова сила:  $F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (3.34)$

### 3.2.7. Перевірка зубців коліс по контактним напруженням

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_\xi \frac{u+1}{u} \sqrt{\frac{10^3 T_2 K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{HV} (u+1)}{2a^3 \psi_{ba}}} \leq [\sigma]_H, \quad (3.35)$$

де  $Z_H$  - коефіцієнт форми спряження поверхні зубців в полюсі зачеплення:

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha}}; \quad (3.36)$$

де  $Z_M$  - коефіцієнт, який враховує механічні властивості матеріалів.

$Z_\xi$  - коефіцієнт сумарної довжини контактної лінії

$$Z_\xi = \sqrt{\frac{1}{E_\alpha}} \quad (3.37)$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\alpha} = \left[ 1.88 - 3.2 \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta \quad (3.38)$$

$K_{H\alpha}$  - коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження між зубцями в прямозубих передачах,

$K_{H\beta}$  - коефіцієнт концентрації навантаження, при симетричному розташуванні колес відносно опор,

$K_{HV}$  - коефіцієнт динамічного навантаженням при окружній швидкості.

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} \quad (3.39)$$

### 3.2.8. Перевірка зубців колес на напруження згину

$$\sigma_F = \frac{Y_{F2} \cdot Y_{\beta} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fj} \cdot F_t}{m_n \cdot b} \leq [\sigma_F]; \quad (3.40)$$

### 3.2.9. Перевірка зубів коліс при перенавантаженні

$$\begin{aligned} \sigma_{H\,mzx} &= \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{\max}}{T}} \leq [\sigma_H]_{mzx}; \\ \sigma_{F\,mzx} &= \sigma_F \cdot \frac{T_{\max}}{T} \leq [\sigma_F]_{mzx}; \end{aligned} \quad (3.41)$$

Додаткова методика розрахунків наведена у додатку А.

## 3.3 Висновки до розділу

Були проведені кінематичні розрахунки вузлів пристрою.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи ми проаналізували існуюче обладнання для розкрою матеріалів у легкій промисловості.

В результаті ми запропонували та розробили компактний пристрій для розкрою матеріалів, який дозволяє виконувати операції з розкрою невеликих партій. Деталі можуть мати складні контури.

Оригінальність конструкції дозволяє здійснювати операції різання як за допомогою традиційного методу зворотно-поступальних вертикальних ножів так і за допомогою спеціальної фрези.

Змодельоване навантаження на робочій орган розкрійної машини.

Проведено розрахунок елементів розкрійного пристрою.

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хоменко Л.М. Обладнання швейного виробництва: Навчально-методичний посібник . –Умань: ВПЦ «Візаві», 2011. -132 с.
2. Основи технологій експериментального та підготовчо-розкрійного виробництв: навч. посіб. / С. М. Березненко, О. І. Водзінська, Л. Б. Білоцька та ін. — К. : КНУТД, 2017. — 171 с
3. Організація обслуговування технологічного обладнання швейного виробництва. URL: <https://studopedia.info/10-53581.html>
4. Устаткування промислового підприємства. URL: <https://helpiks.org/8-61579.html>
5. Розкрійне обладнання. URL: <https://tex-prom.com.ua/ua/raskrojnoe-oborudovanie/>
6. Промислове розкрійне обладнання. URL: <https://sewtech.com.ua/uk/rozkrijne-obladnannya/> - (Дата звернення 11.09.2023).
7. Орловський Б.В. Технологічне обладнання галузі (швейне виробництво) : навчальний посібник / Б. В. Орловський, Н. С. Абрінова. – Київ : КНУТД, 2013. – 285 с.
8. Розкрійне обладнання. URL: <https://shvejnik.com.ua/ua/rozkrijne-obladnannya>
9. Розкрійне обладнання. URL: <https://angeli.net.ua/uk/raskrojnoe-oborudovanie/>
10. Розкрійне швейне обладнання. URL: <https://softorg.com.ua/catalog/cutting-equipment> - (Дата звернення 13.09.2023).
11. Розкрійне обладнання. URL: <https://shveytorg.com.ua/g6471917-raskrojnoe-oborudovanie>
12. Сучасні конструктивні модифікації виробничих машин і агрегатів для підготовчо-розкрійного виробництва. URL: [http://ni.biz.ua/2/2\\_4/2\\_40587\\_sovremennie-konstruktivnie-modifikatsii-](http://ni.biz.ua/2/2_4/2_40587_sovremennie-konstruktivnie-modifikatsii-)

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

proizvodstvennih mashin-i-agregatov-dlya-podgotovitelno-raskroynogo-proizvodstva.html

13. Розкрійне швейне обладнання. URL: [https://leg-prom.com.ua/raskrojnoe\\_oborudovanie/](https://leg-prom.com.ua/raskrojnoe_oborudovanie/)

14. Розкрійне обладнання. URL: [https://amtex.com.ua/raskrojnoe\\_oborydovanie/](https://amtex.com.ua/raskrojnoe_oborydovanie/).

15. Fabric Cutting: Method and Cutting Cost Calculation Formula. URL: <https://textiletutorials.com/fabriccutting-method-cutting-cost-calculation-formula-fabric-cutting-cost-in-bangladesh/>

16. Round Knife Cutting Machine Features. URL: <https://textiletutorials.com/round-knife-cutting-machinefeatures-parts-names/>

17. Advantages and Disadvantages of Band Knife Cutting Machine. URL: <https://textiletutorials.com/bandknife-cutting-machine-advantages-and-disadvantages/>.

18. Working Principle of Straight Knife Machine. <https://textiletutorials.com/straight-knife-cuttingmachine-parts-working-principle/>

19. Вертикальні шабельні розкрійні ножі. URL: <https://sm-ua.com/vertikalyn-sabelyn-nogh>

20. Основи технологій експериментального та підготовчо-розкрійного виробництв: навч. посіб. / С. М. Березненко, О. І. Водзінська, Л. Б. Білоцька та ін. — К. : КНУТД, 2017. — 171 с.

21. Розрахунок прямозубої конічної зубчастої передачі [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/369323/mod\\_resource/content/1/МУ\\_Кони\\_чПеред.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/369323/mod_resource/content/1/МУ_Кони_чПеред.pdf)

22. Розрахунки механічних передач : навчальний посібник до курсового й дипломного проектування / С. Г. Карнаух, Н. В. Чоста. Краматорськ : ДДМА, 2008. – 204 с. <http://www.dgma.donetsk.ua/metod/opm/2019/RGR.pdf>

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

*Розрахунок двигуна*

Розрахунок потужності і вибір двигуна

$$\text{Частота обертання: } n_2 := 120 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

$$\text{Період навантаження: } t := 300 \text{ с}$$

$$\text{Напруга живлення: } U := 3 \text{ В}$$

$$\text{Статистичний момент навантаження: } M_c := 1 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Відносна тривалість ввімкнення:

$$\text{ПВ} := \left[ \frac{t}{(t + T)} \right] \cdot 100\%$$

$$\text{ПВ} := 45\%$$

Розрахункова потужність двигуна в тривалому режимі роботи:

$$P_{\text{роз}} := 0.105 \cdot M_c \cdot n_2$$

$$P_{\text{роз}} = 12.6 \text{ Вт}$$

Розрахункова потужність двигуна при повторно-короткочасному режимі роботи:

$$P_1 := 0.4 \cdot P_{\text{роз}}$$

$$P_1 = 5.04 \text{ В}$$

Приймаємо двигун з номінальними даними:

$$P_{\text{ном}} := 5 \text{ Вт} \quad n_{\text{ном}} = 120 \text{ об/хв} \quad M_{\text{мах}}/M_{\text{ном}} = 1,8$$

					МРМА 24.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60