

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка конструкції різака змінного периметру  
для виконання операції вирубкування деталей

**ВЗУТТЯ**

Назва теми

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Шифр, назва

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Шифр, назва

Спеціалізація «Машини і апарати легкої промисловості»

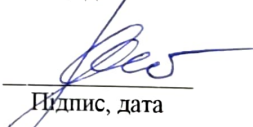
Шифр МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу  
група МБм-21-1

  
Підпис


Барабаш В.В.  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

проф. Скиба М.Є.  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

Людський С.І.  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

проф. Поліщук О.С.  
Ініціали, прізвище

\_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту і архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем  
Освітній рівень магістр  
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Шифр і назва  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Шифр і назва  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
Освітня програма «Машини і апарати легкої промисловості»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС  
д.т.н., проф. Доліщук О.С.

\_\_\_\_\_ .2022р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Барабаш Владислав Вікторович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка конструкції різака змінного периметру для виконання операції вирубування деталей взуття

керівник роботи д.т.н., проф. Скиба М.Є.

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

Затверджено наказом ректора університету від 107 2022 р. № 83

2. Строк подання студентом роботи на кафедру \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики машин-аналогів, існуючих конструкцій різаків та взуттєвих матеріалів

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

Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. 2. Розробка конструкції робочого інструменту різака для виконання операції вирубування деталей. 3. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції різака. Висновки. Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) Аркуш 1. Конструкції різаків. Документ оглядовий (A1). Аркуш 2. Класифікація різаків. Документ оглядовий (A1). Аркуш 3. Різак змінної геометрії. Складальне креслення (A2)+Деталювання (A2). Аркуш 4. Різак змінної геометрії. Документ ілюстраційний (A1). Аркуш 5. Магнітна плита. Складальне креслення (A2)+Прес ПВГ-8-2-0. Габаритне креслення (A2). Аркуш 6. Прес ПВГ-8-2-0. Схема гідравлічна принципова (A1). Аркуш 7. Прес ПВГ-8-2-0. Схема електрична (A1). Аркуш 8. Вирубування деталі

різаком на пресі. Документ технологічний (А1). Аркуш 9. Розрахунок рі  
Результати розрахунків (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 технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи	до 29.10.22р.	
2. Розробка конструкції робочого інструменту різачка для виконання операції вирубування деталей	до 21.10.22р.	
3. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції різачка	до 6.12.22р.	
4. Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	до 12.12.22р.	

Студент

  
Підпис

В.В. Барабаш  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

М.Є.Скиба  
Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи студента  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

1. Прізвище, ім'я та по батькові \_\_\_\_\_

Барабаш Владислав Вікторович

2. Тема магістерської роботи Розробка конструкції різачка змінного периметру для виконання операції вирубування деталей взуття

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

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 9 арк., сторінок записки 83

5. Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. 2. Розробка конструкції робочого інструменту різачка для виконання операції вирубування деталей. 3. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції різачка. Висновки. Перелік джерел посилання.

Підпис студента \_\_\_\_\_

"29" 12 2022 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 1 від "29" 2022 р.

Оцінка проекту ЕК \_\_\_\_\_

Рекомендації ЕК \_\_\_\_\_

всього 5,0/А  
до виробництва у  
виробництво

Особливі відмітки \_\_\_\_\_

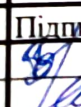
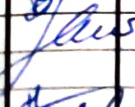
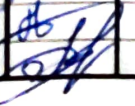
Технічний секретар \_\_\_\_\_

"29" 12 2022 р.

## ЗМІСТ

		стор.
	Вступ	6
1	Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи	7
1.1	Сучасні способи розкроювання матеріалів	7
1.2	Технологічний процес вирубання деталей взуття	13
1.3	Пресове обладнання та інструменти для виконання операції вирубання	23
1.4	Задачі, які потрібно вирішити в магістерській роботі	35
1.5	Висновки до розділу	35
2	Розробка конструкції робочого інструменту різачка для виконання операції вирубання деталей	36
2.1	Розробка конструкції різачка	36
2.2	Технологія виконання операції вирубання деталей за допомогою різачка, що розробляється	39
2.3	Розробка електромагнітної плити для кріплення різачка	40
2.4	Вибір та вдосконалення пресового устаткування для виконання операції вирубання деталей	41
2.5	Розробка електричної схеми вдосконаленого електрогідравлічного пресу	46
2.6	Вибір вирубної плити для виконання операції вирубання	47
2.7	Висновки до розділу	51
3	Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції різачка	52
3.1	Перевірочний розрахунок вісі на зріз	52

MPMA22.00.00.000 ПЗ

Зм	Арк	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Барабаш			<b>Розробка конструкції різачка змінного периметру для виконання операції вирубання деталей взуття</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Скиба					4	83
Н контр.		Поліщук			ХНУ гр.МБМ-21-1			
Затвер.								

## ВСТУП

На сьогодні існує велика кількість способів розкроювання швейних та взуттєвих матеріалів. Одним із таких способів є розкроювання вирубанням. Даний спосіб розкроювання матеріалів застосовується здебільшого на взуттєвих підприємствах. Але, на швейних фабриках він також має місце, для вирубання деталей невеликих за розмірами із спеціальних матеріалів. Поряд із сучасними високопродуктивними методами розкроювання, операція вирубання посідає через ряд причин далеко не одне з перших місць, та все ж вона використовується на багатьох підприємствах легкої промисловості (ЛП).

На підприємствах ЛП, а саме у розкрійних цехах, при вирубанні деталей одягу чи взуття виникає потреба використання великої кількості різаків різної форми, розмірів та конструкції. Це призводить до витрат часу, наприклад при вирубанні різних деталей, на зміну і заточування різаків, до фінансових витрат, на купівлю різаків чи вирубної металевої стрічки для їх розробки, що є особливо важливою ознакою для приватних малих підприємств та невеликих цехів.

Оцінка і аналіз процесу розкроювання матеріалів на деталі взуття чи одягу за допомогою операції вирубання нашттовують на створення такого різака яким би можна було вирубувати різні за формою деталі, тобто робочого інструменту змінних розмірів та форми. З метою покращення технологічності процесу пропонується конструкція різака змінної геометрії.

Впровадження таких різаків у виробництво дозволить збільшити на них продуктивність праці, збільшити економічність процесу, оскільки застосування такого інструменту дасть змогу зекономити на ньому. Тому тема магістерської роботи є актуальною.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ТЕМАТИКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

## 1.1 Сучасні способи розкроювання матеріалів

Одним із способів розкроювання деталей у масовому виробництві є вирубування деталей за допомогою електромеханічних чи гідравлічних пресів. Робочим органом при виконанні операції вирубування виступає різак. Він представляє собою тонкий сталевий ніж, що зігнутий по контуру деталі, лезо якого прорізає матеріал.

Різакі можуть використовуватися для вирубування як окремих деталей, так і для одноразового декількох деталей. В першому випадку використовують одинарні різакі, а в другому - різакі, що згруповані в блоки, - групові різакі (багатодетальне розкріювання).

Вирубування одинарними різакіми найбільш поширене у взуттєвій промисловості. У швейній промисловості вирубування одинарними різакіми використовується дуже рідко. Пояснюється це тим, що при вирубуванні одинарними різакіми збільшуються витрати тканини за рахунок випадів між вирубаними деталями.

Однак в деяких випадках при невеликій кількості робочих інструментів (різаків) і великій кількості виробів вирубування окремими різакіми є ефективним у зв'язку з тим, що збільшується продуктивність праці і точність деталей розкроювання.

При вирубуванні різакіми, згрупованими в блоки, витрати тканини порівняно з вирубуванням одинарними різакіми набагато зменшуються, але збільшується периметр деталей, що вирубуються, але потребує застосування пресів більшої потужності.

Принцип роботи електромеханічного преса при вирубуванні деталей груповими різакіми представлено на рис.1.1. Комплект устаткування для

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

автоматичного вирубання деталей швейних чи взуттєвих виробів складається з: преса 1, що встановлений на нерухомій основі і стійці 5, на якій розміщений транспортер 2. Транспортер являє собою металеву плиту, що рухається на роликах 4 по направляючих столу 5. Управляють пересуванням матеріалу за допомогою кнопок. Довжина столу залежить від довжини розкладки лекал для вирубання. Ширина стола визначається робочим вильотом преса, а висота - розташуванням механізмів в нижній частині станини преса.

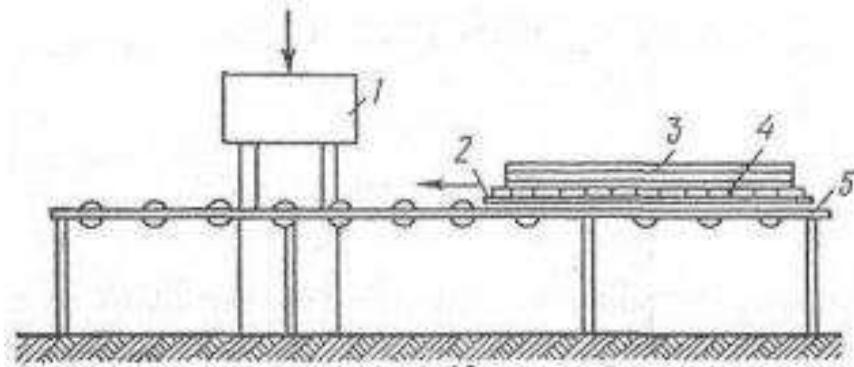


Рисунок 1.1 - Принцип роботи електромеханічного преса при вирубанні деталей груповими різакми

Ріжучим інструментом виступають групові різакми, що закріплені на металевій плиті транспортера 2 і розміщені у відповідності з розкладкою лекал. Ріжучі леза технологічних різаків направлені вгору і на них укладається настил матеріалу 3.

Порядок роботи при вирубанні деталей на пресі наступний. На столі для настиляння, що встановлений паралельно комплекту обладнання для вирубання, настиляють шари тканини. Перед цим на стіл необхідно встановити плиту з різакми і на неї настилати тканину. Плиту разом з готовим настилом за допомогою механічного пристрою переміщують на пластину.

Вмикають прес в автоматичний цикл вирубання. Рухомий конвеєр пересуває пластину разом з різакми і настилом під верхню подушку преса і

залишає її в той момент, коли передній край пластини співпадає із заднім краєм верхньої подушки пресу. Після зупинки конвеєра включається в роботу прес, подушка опускається, натискає на настил і на різакі, які знаходяться під настилом. Настил матеріалу заповнює гнізда різаків на величину, рівну ширині робочого вильоту пресу (ширину подушки). На цьому цикл вирубування закінчується.

На рис.1.2 представлено схему автоматичного вирубування деталей з рулонів матеріалів, що розмотуються. Матеріал із рулонів 5 змотується обертальними валами 4 і подається під сам прес. Конвеєр 1 встановлюється замість столу. До верхньої плити 3 закріплюються різакі. Каретка 2 з верхньою плитою пересувається вздовж траверси преса.

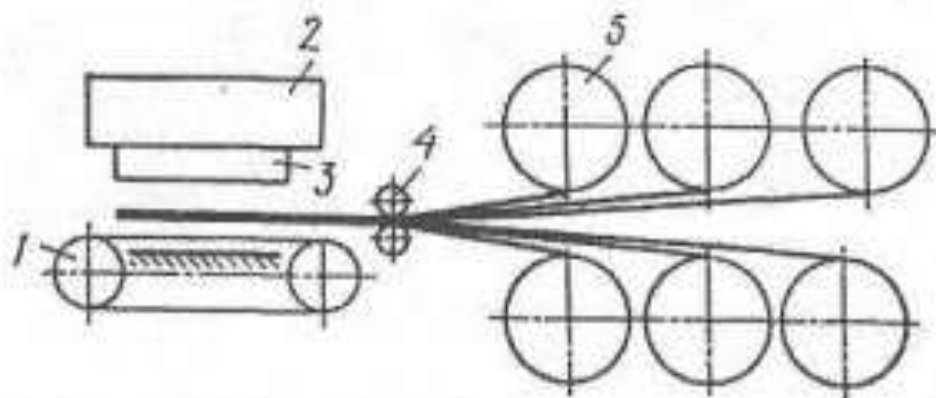


Рисунок 1.2 - Принцип виконання операції автоматичного вирубування деталей з рулонів матеріалів, що розмотуються

На даній установці здійснюється послідовне вирубування деталей по ширині матеріалу після кожної ділянки настилу. Після вирубування каретка повертається в початковий стан, а деталі, які вирубані конвеєр виводить з робочої зони преса. Паралельно з цим під верхню плиту подається матеріал для чергового виконання операції вирубування. Здійснення даної операції може проводитися і при обертальному ході каретки.

Катковий спосіб розкрою деталей.

При катковому способі розкроювання деталей (рис. 1.3) різак 5 закріплюють на нижній площині стола 4, який здійснює зворотно-поступальний рух. Тканина із рулону 1, проходячи через напрямні 2, натяжні ролики 12 і транспортуючі ролики 11, надходить у зону розкроювання матеріалу. Проходячи між різакми стола і притискаючими обгумованими роликами 10 і 9, тканина вирубується. Ролик 9 переміщується впоперек руху стола. Зверху стола для створення необхідного тиску на тканину встановлені притискаючі вали 3. Під столом розміщені приймальний барабан 6 та стіл 7, що здійснює, як і стіл 4, зворотно-поступальний рух. Для утримування викроєних деталей між валом 10 і барабаном 6 призначена конвеєрна стрічка.

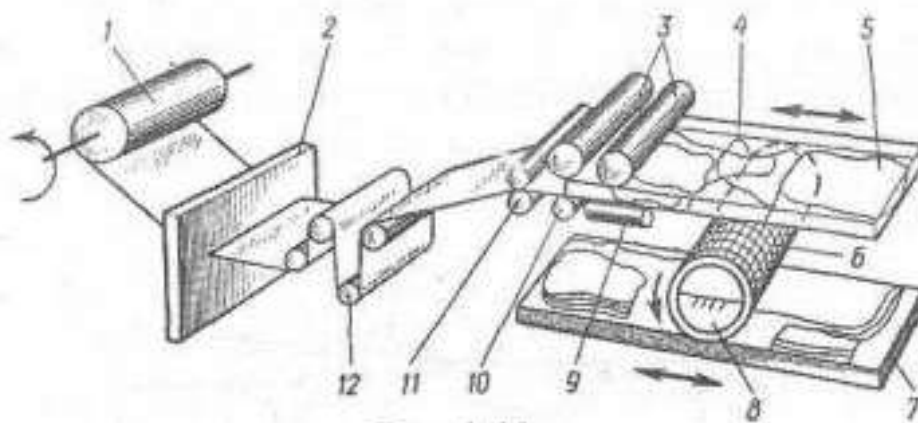


Рисунок 1.3 – Катковий спосіб розкроювання матеріалів

Приймаючий барабан 6 складається з зовнішнього обертового сітчастого циліндру і внутрішнього барабану 8, що розділені перегородками на дві камери. Верхня камера з'єднана з вакуумним пристроєм для відсмоктування повітря, а нижня - з повітряним насосом. Захопивши деталь, що викроєна, сітчастий циліндр переміщує її до приймаючого стола 7 і вкладає у настил.

Безконтактні способи розкрою швейних матеріалів.

Розкроювання швейних матеріалів променем лазера оснований на тепловій дії променя на тканину, при якому тканина згорає по заданій лінії.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Розкrojовання швейних матеріалів плазмою зумовлюється на тепловій дії плазмового струму на матеріал, в результаті чого матеріал згорає по заданій лінії.

Для розрізання матеріалів була випробувана мікроплазмова дуга, яка є різновидом плазмового струму і відрізняється від неї малими струмами (від одиниць до декількох десятків ампер).

Для різання матеріалів можна використовувати дуговий плазмовий плазмотрон, схема якого приведена на рис. 1.4. Між електродами 1 і 3 з'являється дуга, яка спричиняє іонізацію газу, що надходить через отвір 5 плазмотрона 2. Для охолодження сопла, через яке витікає плазмовий струмінь 4, застосовується проточна вода.

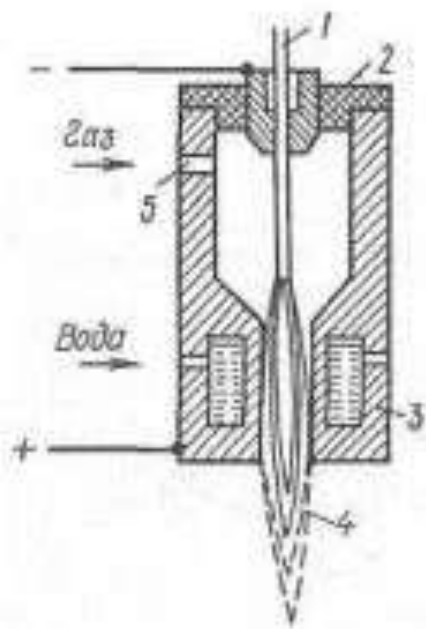


Рисунок 1.4 – Плазмовий спосіб розкrojовання матеріалів

Застосування для розкrojовання матеріалів променю лазера або мікроплазмової дуги дає можливість використовувати програмне керування різанням, а значить дозволяє автоматизувати процес розкroю.

Автоматизоване розкrojовання швейних матеріалів за допомогою струменя лазера або мікроплазмової дуги може проводитися на комплексних

розкрійних установках, в які входять спеціальні пристрої для настилання розкрою і збирання крою.

Для переміщення ріжучого інструменту по площині самого розкрійного столу, на якому знаходяться тканини, використовується двохкоординатний контурний пристрій. Керування ним здійснюється за допомогою числового програмного управління.

Коди чисел, що записані на програмоносії 1 передаються в лічильний пристрій 2 (рис. 1.5), а в подальшому в інтерполятор 3, що перетворює коди чисел в унітарний код. Унітарний код - це послідовність електричних імпульсів. Електричні імпульси, що проходять через електронний комутатор 4 і підсилювач потужності, приймаються кроковими двигунами 6 і 7 двохкоординатного контурного пристрою. Один з електричних імпульсів примушує плазмовий різак рухатися вздовж напрямних розкрійного стола, а другий - поперек стола вздовж напрямних. Поєднання цих рухів дозволяє різаку переміщуватися по складному контуру лекал.

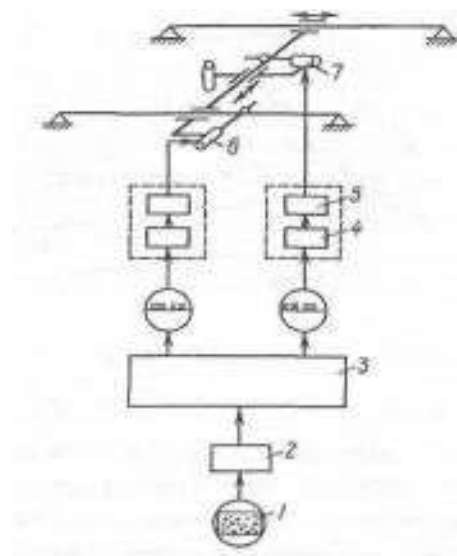


Рисунок 1.5 – Схема двохкоординатного переміщення

Застосування в розкрійних установках ріжучого інструменту плазмового різача, променю лазера (рис. 1.6), або водяного струменя дозволяє використовувати спосіб безнастилочного розкрою. При такому способі

розкроювання тканина поступає на розкрійний стіл з рулону і вирізається на деталі в один прошарок.

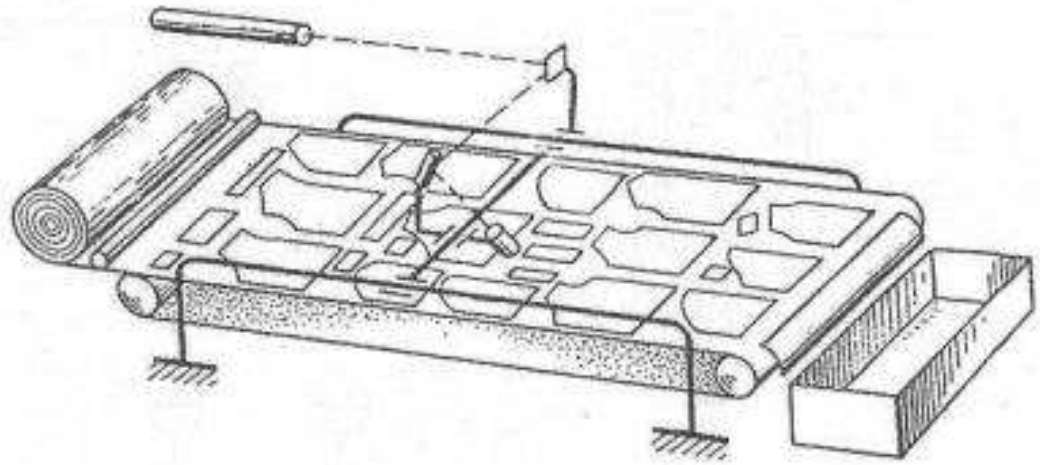


Рисунок 1.6 - Спосіб безнастилочного розкрою

## 1.2 Технологічний процес вирубівання деталей взуття

### 1.2.1 Загальні відомості

Операції різання широко розповсюджені у виробництві виробів із шкіри. Вони використовуються в багатьох технологічних процесах різних виробництв, починаючи від вирубівання деталей і закінчуючи операціями для оздоблення. Кожна операція виконується на спеціальному устаткуванні різними ріжучими інструментами.

В залежності від швидкості дії ріжучого інструменту на матеріал різання можна розділити на:

- динамічне;
- статичне;

За методом обробки розрізняють різання:

- послідовне;
- паралельне.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.

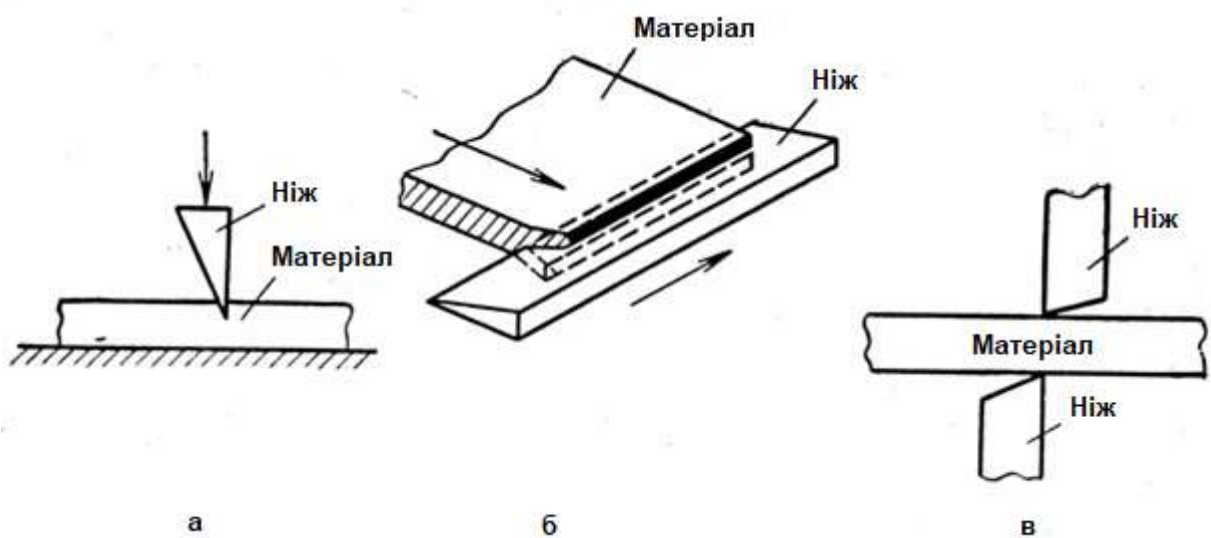
13

За способом деформації матеріалу всі операції різання можна умовно розділити на три основні групи:

- спосіб ножа (рис. 1.7, а). При цьому способі ріжучий інструмент або матеріал рухається в напрямку різання (вирівнювання товщини, вирубання, фрезерування та ін.);

- спосіб пилки (рис. 1.7, б). При цьому способі ріжучий інструмент здійснює рух, подібний з рухом пилки, тобто вздовж лінії різі при одночасному русі матеріалу на лезо ножа в напрямі різання (двоїння, розкрій, спускання країв деталей з матеріалів малої жорсткості);

- спосіб ножиць (рис. 1.7, в). При цьому способі розрізання матеріалу відбувається двома ріжучими інструментами, що рухаються один одному на зустріч [1].



а – спосіб ножа; б – спосіб пилки; в – спосіб ножиць

Рисунок 1.7 – Способи різання:

Найбільш вивченим є механічне різання методом вирубування. Ріжучий інструмент здійснює простий робочий рух. В більшості випадків матеріал подається на інструмент.

Вирубання – це повне відділення по замкнутому контуру частини матеріалу, який називається деталлю. При цьому відбувається відділення від матеріалу деталі одночасно по всьому контуру.

Вирубання деталей – це процес, під час якого проходить різання матеріалів на спеціальних пресах фасонним ножом. При вирубанні контури деталей не викреслюють. Робочим інструментом є різак.

Різак - це тонкий сталевий ніж, що зігнутий по контуру деталі.

При обробці матеріалів вирубання застосовується як при розкроюванні, так і при внутрішній обробці виробів у швейних та взуттєвих цехах. Прикладом може бути вирубання деталей взуття зі шкір та інших матеріалів, підошов, прорубування отворів для петель, зубчиків по краю тканини для запобігання її від осипання і інші.

Розкроювання виробів методом вирубання доцільно використовувати в тих випадках, коли асортимент стабільний, кількість компонок, моделей виробів обмежені, промислова програма фабрики достатня для завантаження пресу, а устаткування для вирубання дозволяє розкроювати одночасно по всій ширині матеріалу.

При виконанні операції вирубання збільшується точність крою. Це дуже важливо при виготовленні виробів, деталі яких мають невеликі розміри, але складну форму, оскільки незначні відхилення від розмірів і форми можуть суттєво вплинути на якість готового виробу і продуктивність праці на підприємстві.

В такому виключається додатковий контроль деталей, що викроюються і їх уточнення. Крім того, розкроювання із застосуванням вирубання не потребує високої кваліфікації виконавця.

Варто відзначити, що при вирубанні витрати матеріалу дещо вищі, так як, між деталями, являється зазор шириною 2 – 2,5 мм, що дещо збільшує площу міжлекальних випадів.

Широко такий спосіб розкроювання застосовується в деяких країнах за кордоном. При цьому застосовуються різні преси з ручним, напівавтоматичним і автоматичним програмним управлінням, гідравлічним, пневматичним, електромеханічним приводом.

### 1.2.2 Взаємодія інструменту із матеріалом

Відносний робочий рух ріжучого інструменту і матеріалу, що розрізається практично завжди здійснюється перпендикулярно (нормально) до поверхні матеріалу. Тому завжди при такому способі різання робочий кут рівний куту загострення.

Взаємодія інструмента із матеріалом, що розрізається більш наглядно може бути представлена за допомогою діаграми зміни зусиль, що приведена на рис. 1.8, відповідних зануренню різачка в матеріал. Швидкість занурення інструменту в матеріал може бути різною. Але, на основі проведених досліджень багатьма вченими, в загальному характері взаємодії інструменту із матеріалом не спостерігається суттєвої різниці.

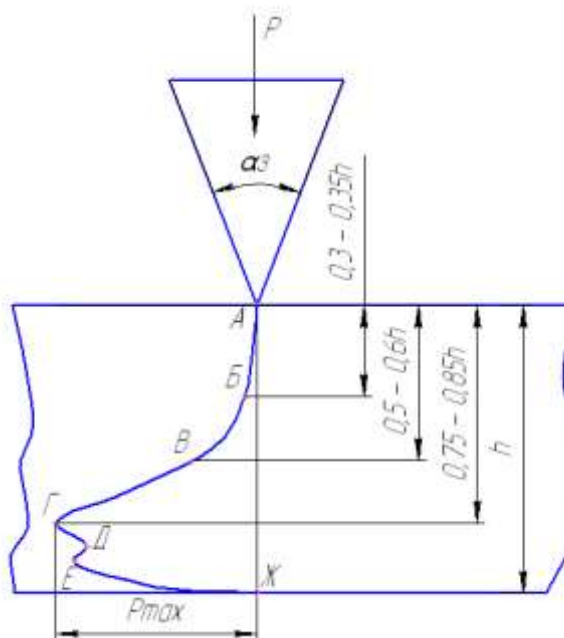


Рисунок 1.8 – Схема взаємодії різачка з матеріалом, що вирубується

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Точка А відповідає початку взаємодії ріжучого інструмента із самим матеріалом. На ділянці АБ, що рівна приблизно  $0,30 - 0,35h$ , проходить деформація матеріала під дією леза інструменту, верхні полотна в результаті чого багатошарового настилу злегка прогинаються.

При одношаровому вирубуванні спостерігається аналогічна картина. Слід відмітити, що в значній мірі об'ємне розповсюдження деформації залежить від структури матеріалу і його властивостей.

Подальше занурення різачка у матеріал (ділянка ВВ) характеризується помітним збільшенням сили Р. При цьому темп наростання деформації стискання матеріала під вершиною леза зменшується і складає приблизно  $0,25 - 0,3h$ . По мірі занурення леза в матеріал об'ємна деформація матеріалу збільшується, його поверхня, яка розташована біля вістря леза, наближається до нього, прилягає, зтягується вниз і боковими похилими гранями різачка відсувається в сторону, що викликає ущільнення і спресовування самого матеріалу.

Подальше занурення різачка в матеріал супроводжується його місцевим випинанням. Це свідчить про невелику величину зони розповсюдження об'ємної деформації і про незначність коефіцієнту об'ємного стискання матеріала.

Інтенсивність збільшення сили Р на ділянці ВГ зростає, і в точці Г вона досягає максимального значення. Відносна деформація стискання матеріалу на цій ділянці мінімальна і складає близько  $0,2 - 0,25h$ . Відповідно, в точці Г загальна деформація стискання досягає значення  $0,75 - 0,85h$ . Об'ємна деформація на зазначеній ділянці також зростає незначно. Відбувається сильне ущільнення волокон і ниток. Проходить руйнування матеріала послідовно від поверхні вершини леза до опори.

При подальшому зануренні різачка в матеріал (ділянка ГД) відбувається падіння сили Р. При чому процес різання одношарового матеріалу на цій ділянці різко відрізняється від багатошарового. При одношаровому різанні

матеріалу проходить тільки розділення матеріалу. При багат шаровому повного розділення настилу не проходить. Ріжиться тільки група верхніх шарів. При цьому зусилля  $P$  падає до певної величини, після чого (ділянка ДЕ) зростає, але значення зусилля в точці Е буде дещо меншим зусилля в точці Г. На даній ділянці проходить кінцеве розділення верхньої групи шарів настилу і починається занурення леза різачка в нижні наступні шари полотна настилу.

Якщо ця група шарів є останньою, то ділянка ЕЖ характеризується повним розділенням шарів всього настилу. Проходить закінчення процесу різання.

### 1.2.3 Визначення сили різання

Розглянемо схему сил, які діють на різак з одностороннім загостренням при виконанні операції вирубуванні (рис. 1.9, а). Різак із кутом загострення  $\alpha_3$ , занурюючись в матеріал, долає опір наступних сил:

- $N, N_1$  – бокові сили на сторони ріжучої кромки при розсуванні ними матеріалу;
- $R$  – опір матеріалу стисканню (зминанню) вершиною леза;
- $F, F_1$  – сили, що виникають за рахунок ковзання різачка по матеріалу.

Спроекуємо всі види сил опору на напрямок руху різачка та отримаємо складову загальної сили  $P$ , що діє вертикально –  $P_y$  [1]:

$$P_y = R + F_1 + N \sin \alpha_3 + F \cos \alpha_3. \quad (1.1)$$

Спроекуємо відповідно всі сили опору на площину опори та отримаємо горизонтальну складову  $P_x$ :

$$P_x = N \cos \alpha_3 - F \sin \alpha_3 - N_1. \quad (1.2)$$

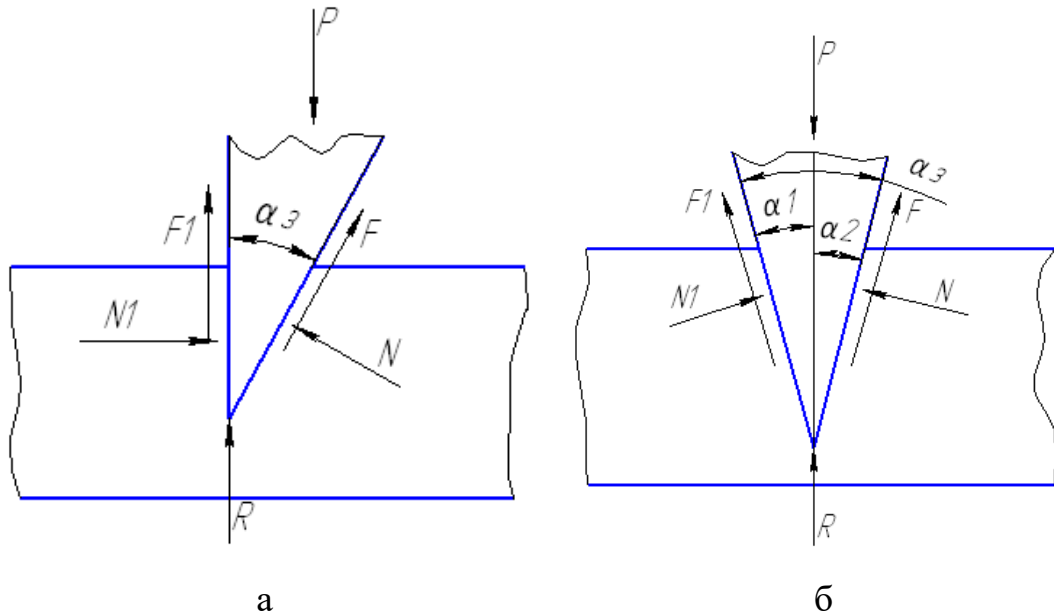


Рисунок 1.9 – Схема сил, що діють на різак з одностороннім (а) і двохстороннім (б) загостренням при виконанні операції вирубання

Так як:

$$F = Nf \text{ і } F_1 = N_1f_1,$$

де  $f = f_1$  – коефіцієнт тертя,

тоді

$$P_y = R + N_1f + N(\sin\alpha_3 + f\cos\alpha_3), \quad (1.3)$$

$$P_x = N(\cos\alpha_3 - f\sin\alpha_3) - N_1. \quad (1.4)$$

Результуюче зусилля різання Р буде визначатися за формулою:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}. \quad (1.5)$$

Очевидно, результуюче зусилля буде лежати не в площині різання. На різак будуть діяти бокові сили, які погіршують умови його роботи. Виникає потреба надання йому додаткової жорсткості. Це веде до небажаного

результату, або до ускладнення його конструкції, чи до збільшення його товщини.

При двохсторонньому загостренні леза різачка, прикладом може бути асиметричний з кутами  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  і загальним кутом загострення  $\alpha_3$  (рис. 1.9, б), складові  $P_x$  і  $P_y$  будуть відповідно рівні [1]:

$$P_x = N(\cos \alpha_2 - f \sin \alpha_2) + N_1(f \sin \alpha_1 - \cos \alpha_1) \quad (1.6)$$

$$P_y = N(\sin \alpha_2 + f \cos \alpha_2) + N_1(\sin \alpha_1 + f \cos \alpha_1). \quad (1.7)$$

При симетричному загостренні леза, коли  $\alpha_1 = \alpha_2$ , для складових  $P_x$  і  $P_y$  отримаємо:

$$P_x = 0;$$

$$P_y = R + 2N \sin \frac{\alpha_3}{2} + 2Nf \cos \frac{\alpha_3}{2}. \quad (1.8)$$

Відповідно:

$$P = P_y = R + 2N \left( \sin \frac{\alpha_3}{2} + f \cos \frac{\alpha_3}{2} \right). \quad (1.9)$$

Таким чином, при двохсторонньому симетричному загостренні леза результуюча сила буде діяти в площинні різання.

Це найбільш сприятливі умови роботи робочого інструменту. Тому більш підходять для різання взуттєвих, швейних та шкіргалантерейних матеріалів.

Потрібно відмітити, що невелика асиметрія приблизно 5 - 10°, дуже типова при відомих кутах загострення, суттєво це не збільшує зусилля різання і не впливає на умови роботи робочого інструменту.

#### 1.2.4 Визначення роботи різання матеріалу

Робота, що витрачається при вирубанні матеріалу, визначається утворенням діючої сили на довжину шляху леза, на якому ця сила створює дію [4]. Шлях у даному випадку виражається товщиною матеріалу або сумарною товщиною його усіх шарів.

Розглянувши криву різання, що приведена на рис.1.7 впливає, що роботу  $A$ , яка затрачається на різання, слід визначати із наступного виразу:

$$A = \int_0^{i_n} P di, \quad (1.10)$$

де  $P$  – зусилля різання в даний момент;

$i$  – абсолютне значення змінної величини занурення леза у матеріал (до його руйнування);

$i_n$  – кінцеве значення цієї величини (глибина занурення в момент початку розділення матеріала).

Так як виразити криву  $AE$  у вигляді рівняння для взуттєвих матеріалів важко, простіш за все роботу різання визначити графічно – вимірявши площу діаграми, яка обмежена кривою, або аналітично – як суму окремих робіт на кожній ділянці занурення леза, тобто:

$$A = P_1 i_1 + P_2 i_2 + \dots + P_n i_n. \quad (1.11)$$

Якщо допустити та прийняти, що  $i_1 = i_2 = i_n$ , а кінцеве значення як максимум  $i = i_n = h$ , то середнє сили різання  $P_{\text{ср}}$  буде визначатися за формулою:

$$P_{cp} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n_{\partial il}}, \quad (1.12)$$

де  $n_{\partial il}$  - число умовно прийнятих ділянок.

Відповідно:

$$A = \int_0^{i_n} P di = P_{cp} h. \quad (1.13)$$

В зазначеному випадку площа діаграми обмежена кривою АЕ, може бути виражена рівновеликою площею прямокутника  $P_{cp} h$ .

Виразивши відношення цієї площі до площі діаграми, взятої як прямокутник  $Ph$ , коефіцієнтом  $c$  заповнення площі діаграми отримаємо:

$$A = cPh, \quad (1.14)$$

де  $P$  – максимальне зусилля різання.

Як видно із приведеного рівняння, на відміну від зусилля різання, яке мало змінюється при зміні числа шарів настилу, робота, що використовується для виконання операції різання, збільшується із збільшенням кількості шарів матеріалу (сумарної товщини  $h$ ).

### 1.2.5 Якість лінії різання

Якість лінії різання в більшості випадків залежить від точності вирубання деталі.

Так як при виконанні операції вирубання номінальні розміри деталі, створюються різакон, то під точністю вирубання також підрозумівають ступінь наближення розмірів та форми деталей до розмірів і форми робочого інструменту - різача.

На точність різання впливає ряд факторів, які пов'язані з матеріалом, що піддається розрізанню, різальним інструментом та умовами роботи.

При вирубанні деталей із настилу матеріалів в якості відсутності вертикальних зв'язків між полотнами зі зростанням висоти настилу має місце еквідистантна зміна форми самих деталей (в сторону збільшення). Деталі верхніх шарів настилу можуть отримуватися більшими ніж нижні. Величина цього викривлення, що залежить від розмірів деталі, висоти настилу і властивостей матеріалу, може досягати значних розмірів.

В середньому при вирубанні деталей із високих настилів розходження між розмірами деталей із нижніх і верхніх шарів може сягати 4...7 мм. Це зумовлює обов'язкове застосування притискних систем при розкроюванні високих настилів.

Якість лінії різання визначається декількома показниками до яких можна віднести: ширину лінії різання, надійність розділення матеріалу, стан зрізів і величину зони їх деструкції.

При вирубанні різачками, що на теперішній день використовуються на взуттєвих підприємствах, настилів оптимальної висоти, ширина лінії різання не перевищує 1 мм, що повністю задовольняє існуючі потреби.

### 1.3 Пресове обладнання та інструменти для виконання операції вирубування

#### 1.3.1 Різачки (лист [МРМА22.00.00.000ДО1])

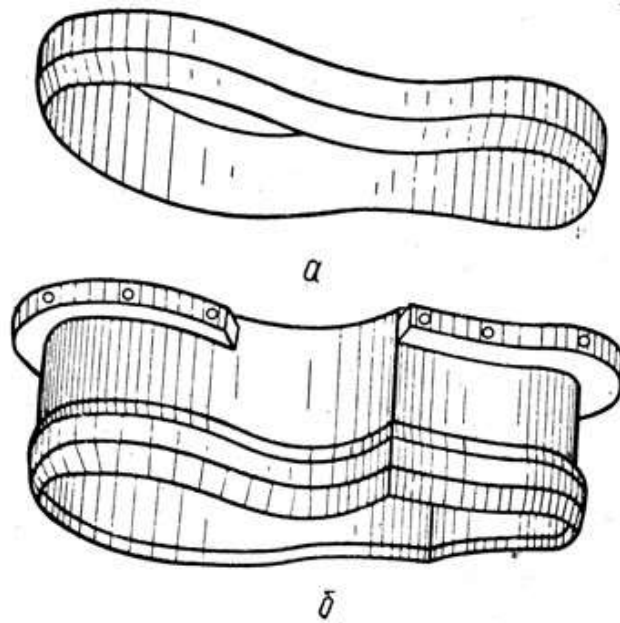
Огляд існуючого обладнання проводиться для аналізу та оцінки процесу виконання операції вирубування, що реалізується за допомогою досі відомих засобів.

Як відомо, в якості інструменту для вирубування при механізованому розкроюванні використовують різачки. Опорною поверхнею для матеріалу, що

розкрюється застосовуються колодки із дерева чи спеціального картону, а також вирубні плити із полімерних матеріалів чи металу.

Різаки являють собою замкнені фасонні ножі, леза яких за своїми розмірами і конфігурацією відповідають контурам деталей, що будуть вирубуватися. Верхня частина різачка називається обухом, нижня - лезом. Вони виготовляються із інструментальної сталі марок У7 і У8. По контрольному шаблону заготовку різачка згинають і зварюють її краї в стик.

Конструкція різачка для вирубування деталей низу взуття приведена на рис.1.10.



а – простий; б – з козирком

Рисунок 1.10 - Конструкція різачка для вирубування деталей низу взуття:

Для вирубання деталей взуття на неметалевих плитах і колодах застосовують різачки із ріжучою гострою кромкою. При роботі на металевих плитах ріжуча кромка може затуплюватися на ширину 0,2 – 0,3 мм.

Леза різаків висотою 5 – 8 мм піддають термічній обробці до твердості 50 – 52 HRC. Зовнішня поверхня леза різачка і торцева поверхня обуха після шліфування повинні мати параметри шорсткості  $R_a = 1,25 \dots 6,3$  ( $R_z =$

6,3...3,2). Внутрішню поверхню леза на висоту не менше 7 мм піддають обробці до отримання параметрів шорсткості  $R_a = 10...5$  ( $R_z = 40...20$ ), інша поверхня не обробляється. Із зовнішньої сторони різак заточують під кутом  $22 - 24^\circ$  з наступним доведенням леза до кута  $30 - 32^\circ$ .

Конструкції різаків для вирубування деталей низу взуття.

Різак виготовляють двох модифікацій: висотою 98 – 105 мм та товщиною стінки 4,5 – 5,5 мм або висотою 48 мм із товщиною стінки 7 мм. Для збільшення міцності та жорсткості різаків їхні стінки мають потовщення до 10 мм на відстані 20 – 25 мм від ріжучої кромки.

Щоб вільно витягнути з різаків деталь, що вирубується його внутрішні стінки мають конусність  $1 - 3^\circ$  від леза до обуха. Конусність, як правило, починається на висоті 8 – 10 мм від ріжучої кромки.

Різак 1 (рис. 1.11), висотою 98 – 105 мм, як правило, має захисні козирки 2, що запобігають потраплянню пальців робітника між ударником преса і обухом самого різаків.

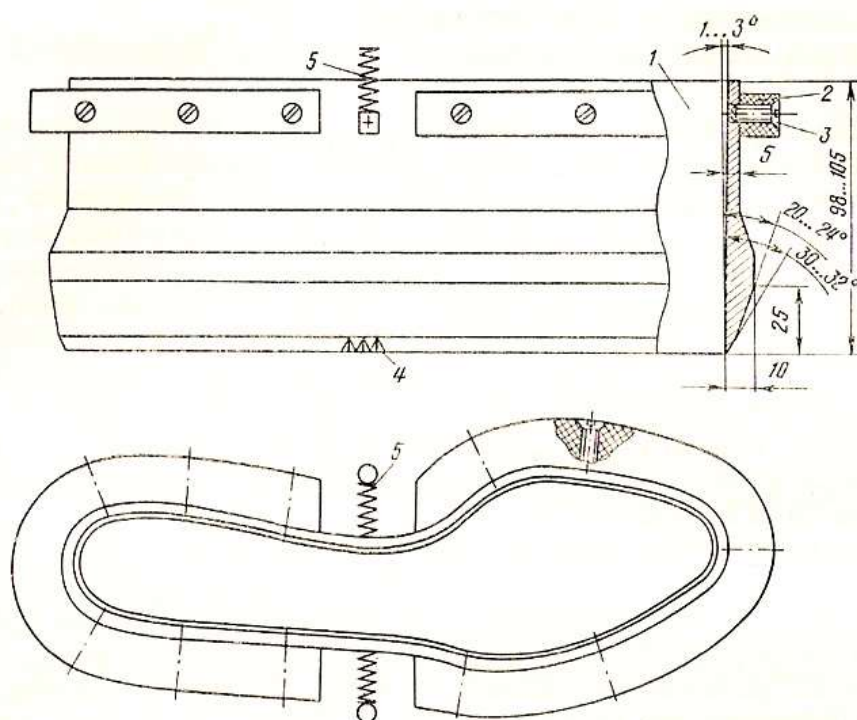


Рисунок 1.11 – Різак для вирубування деталей низу взуття

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Козирки 2, виготовляють із смужки спеціальної гуми перерізом від 16 x 10 до 20 x 10 мм або сталі, товщиною 1,2 – 1,5 мм і закріплюють до різака гвинтами 3 чи приварюють зварювальним апаратом. На різаків із периметром меншим 350 мм козирки виготовляють по всьому його контуру. На різаків із більшим периметром виготовляють тільки навколо п'яткової і носкової частин, довжиною не менше 180 мм.

Для виконання операції клеймування розміру взуття, на деталях, що вирубуються, леза різаків оснащують надсічками (гофрами) 4. Поверхню різаків, крім леза, для захисту від корозії фарбують у певний колір. Зовнішня поверхня різаків, які використовуються при роботі на електрогідравлічних пресах для низу взуття, повинна мати електро ізоляційне покриття і контактні пружини 5 для спеціальної пристрою, що забезпечує безпеку роботи. На нижню частину різака, покриття не наносять на висоту 15 мм через те, що ця частина приймає безпосередню участь у виконанні операції вирубування.

Існують також різаків для вирубування деталей верху взуття (рис. 1.12). Їх виготовляють висотою 22, 32 чи 48 мм із товщиною стінки 6 мм. Використовують також тонкостінні різаків, виготовлені методом холодного вигинання із металевих сталевих стрічок, що попередньо термічно оброблені і заточені. При периметрі різака більше 800 мм всередині робочого інструменту приварюють розпірки або стяжки, які запобігають деформації.

Відхилення по висоті різаків всіх типів одного комплекту не повинно перевищувати:

- з гострою 0,25 мм;
- з притупленою ріжучою кромкою 0,15 мм;
- між різаків різних комплектів – 0,25 і 0,5 мм.

Для економії матеріалів і збільшення продуктивності праці використовують групові різаків.

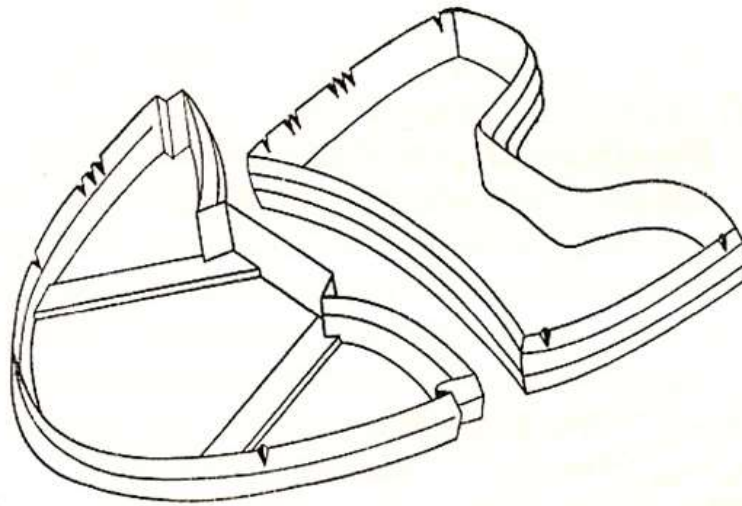


Рисунок 1.12 – Різаки для вирубування деталей верху взуття

В залежності від матеріалу вирубної подушки на якому проводиться вирубання, застосовують різаків трьох типів:

- одно лезний з гострою ріжучою кромкою - при вирубуванні на подушках з деревини, картону або пластику (рис.1.13, а);

- одно лезний з притупленою ріжучою кромкою, що має фаску шириною 0,2-0,3 мм, - при вирубуванні на металевій подушці з обов'язковим застосуванням гумовотканинного амортизатора на ударнику преса (рис. 1.13, б);

- двох лезний з двома притупленими ріжучими лезами шириною 0,2-0,3 мм для вирубування парних (правої і лівої) деталей (рис. 1.13, в) - при вирубуванні на металевій подушці з обов'язковим використанням гумовотканинного амортизатора на ударнику преса, що захищений сталеву накладкою товщиною 3-5 мм.

На сьогодні деталі верху взуття вирубують, як вже зазначалося вище, також і тонкостінними різаків, що виготовлені методом холодного згинання з тонкої смугової сталі (рис. 1.13, г) різної товщини і висоти, попередньо термічно обробленої і заточеною. В свою чергу, різаків обробляють на спеціальних верстатах з набором пуансонів різної форми.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.

27

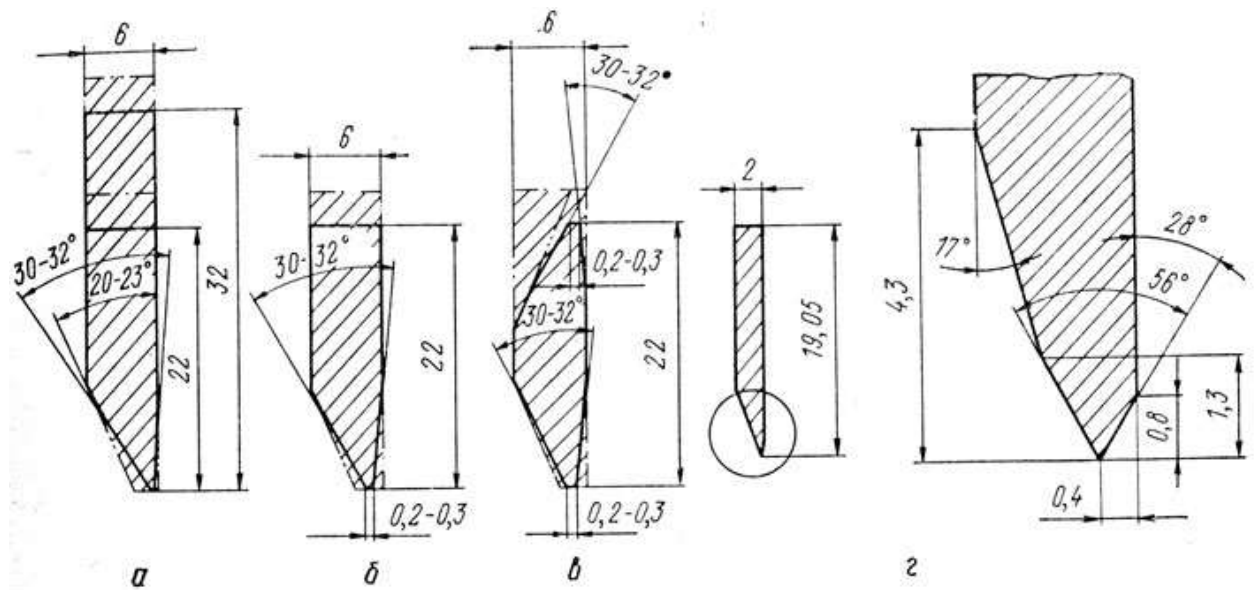


Рисунок 1.13 – Профілі ріжучих крамок різаків

На підприємствах легкої промисловості використовуються різакі для вирубання деталей із багатошарових настилів тканини (рис.1.14). Інструмент висотою 32 або 48 мм, товщиною 5 – 6 мм та з кутом загострення леза 20 – 23° виготовляють із холодно катаної профільованої термічно обробленої стрічкової сталі розміром 19x2 і 32x2 мм, а також із гарячо катаної стрічкової сталі У7 чи У8. Такі різакі бувають:

- із виштовхувальним механізмом;
- групові.

Для попередження зсуву шарів матеріалу і зменшення деформації при вирубванні застосовують різакі з пресуючими підпружиненими виштовхувачами (рис.1.14), які спресовують шар настилу по всій площі деталі. Після розкроювання спеціальний виштовхувач виштовхує деталь на вирубну колоду чи плиту. Деталі, вирубані як із верхнього, так і з нижнього шарів матеріалу, зберігають точні розміри.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

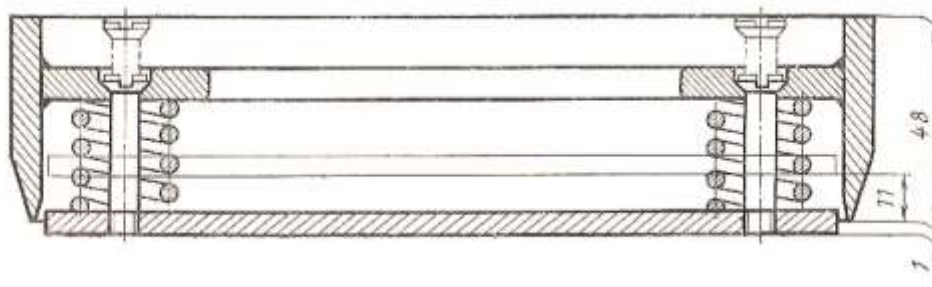


Рисунок 1.14 – Різак із виштовхувачем

Різак для вирубання деталей верху взуття та шкіряних деталей шкіргалантерейних виробів іноді оснащуються додатковими пристроями або приспособами, що дозволяють одночасно з вирубанням намічати контрольні точки декоративного тиснення, лінії рядків, надсікати краї деталей тощо (рис. 1.15).

Для запобігання пошкодженню лицьової поверхні шкіри і для виштовхування деталей різак іноді комплектується пружними гумовими втулками, що виступають над опорною поверхнею ріжучої кромки леза (рис. 1.16).

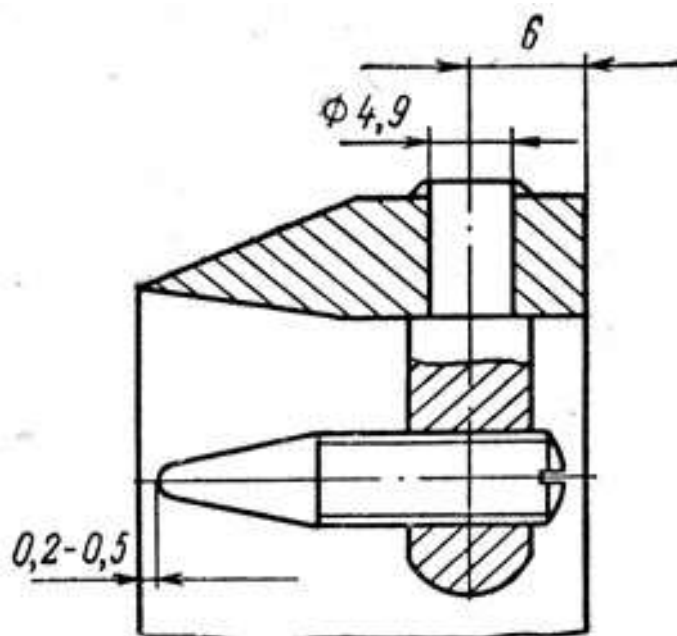


Рисунок 1.15 – Схема різака з наколками

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

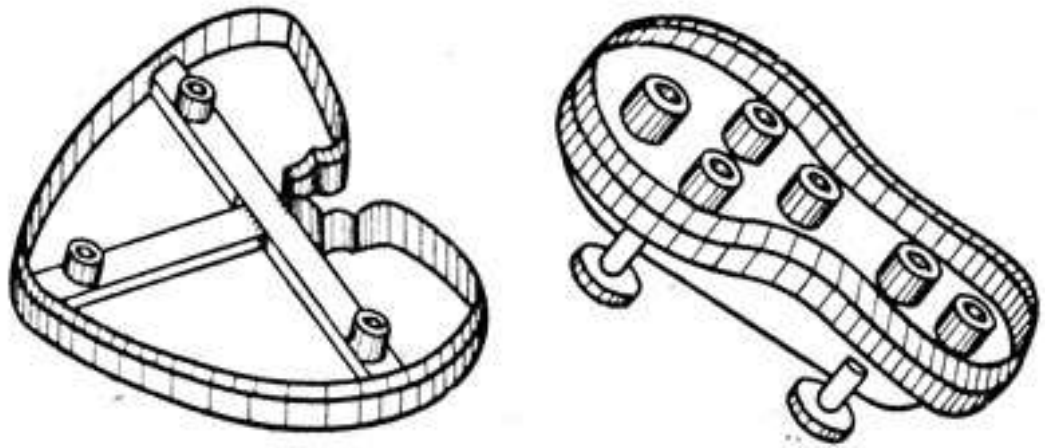


Рисунок 1.16 – Різаки з пружними гумовими втулками

Підпружинений різак-електрод складається із електрода 1 (рис. 1.17, а) для імітації шва чи зварювання, леза 2 для зварювання і вирубання або тільки для вирубання, плити 5, пружини 4 і направляючих гвинтів 3. Після закінчення вирубання електрод 1 повертається у початковий стан пружинами 4 із одночасним виштовхуванням деталі, що вирубуеться. Такі різаки – електроди дозволяють обробляти деталі різної товщини.

Існує декілька способів з'єднання електрода із різакком:

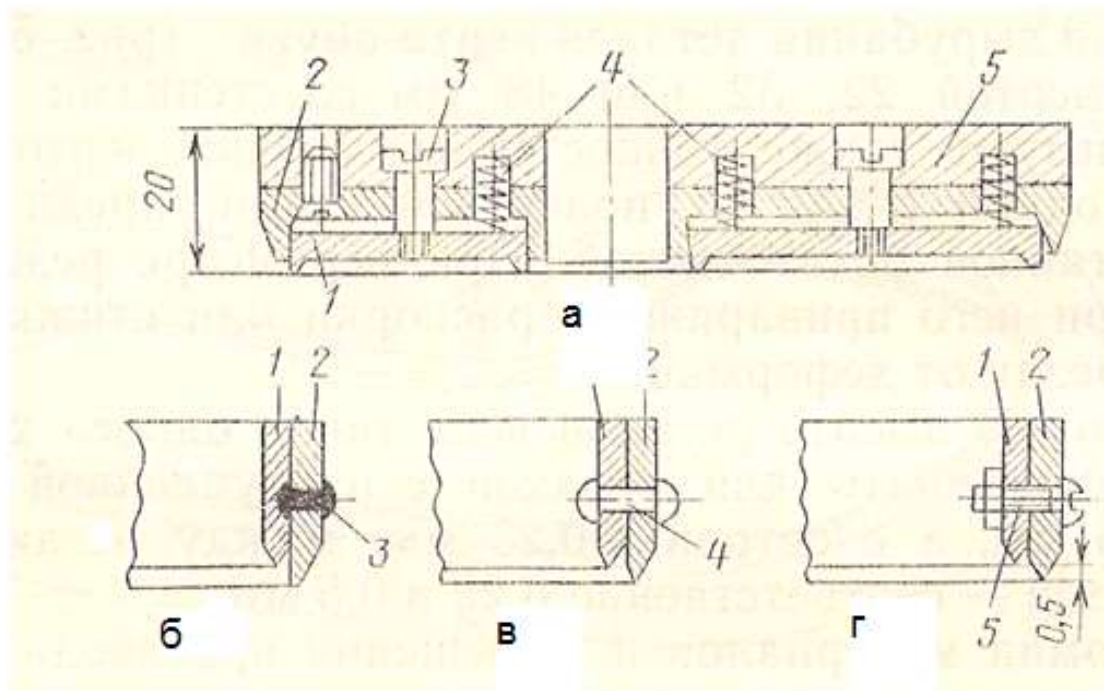
- підпружинений,
- жорсткий із можливістю регулювання тощо.

При жорсткому з'єднанні електрод 1 для імітації та зварювання швів і ріжуче лезо 2 можуть бути скріплені за допомогою точкового зварного шва 3 (рис. 1.17, б), заклепками 4 (рис. 1.17, в) або болтами 5 (рис. 1.17, г). Переважно з'єднання електрода з лезом за допомогою болтового з'єднання складається із можливістю розбирання різакка при ремонті, що виключає пошкодження робочої частини електрода.

При жорсткому з'єднанні електрод закріплюють на внутрішній стороні різакка так, щоб ріжуче лезо було нижче робочої частини електрода на величину 0,5 мм.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Верхню частину різаків - електродів шліфують із допуском до 0,01 мм. Ріжучі леза обробляють дрібнозернистою шкуркою до незначного притуплення.



а - підпружинений різак-електрод, б - з крапковим зварним швом,  
в - з заклепковим з'єднанням, г - з'єднання болтами

Рисунок 1.17 – Різакі - електроди:

На основі здійсненого огляду існуючих конструкцій різаків було складено їхню класифікацію. така класифікація представлена на рис.1.18 та на листі [МРМА22.00.00.000ДО2]).

В процесі здійсненого огляду та аналізу технічних джерел було помічено, що на підприємствах ЛП, а саме, у взуттєвому виробництві, виникає потреба застосування великої кількості різної форми різаків, розмірів та конструкції. Це пояснюється частою зміною асортименту продукції. В результаті цього, виготовляються нові різакі. Старі знімаються із виробництва і зберігаються в складських приміщеннях чи утилізуються, через те, що інструмент має досить специфічну конструкцію і не може змінювати форму та типорозмір для вирубування іншої моделі деталі взуття чи швейного виробу. Це веде до втрат часу, до фінансових витрат (на

закупівлю різаків чи стрічки для їх виготовлення, на їхню розробку), що є особливо важливою ознакою для невеликих приватних підприємств.

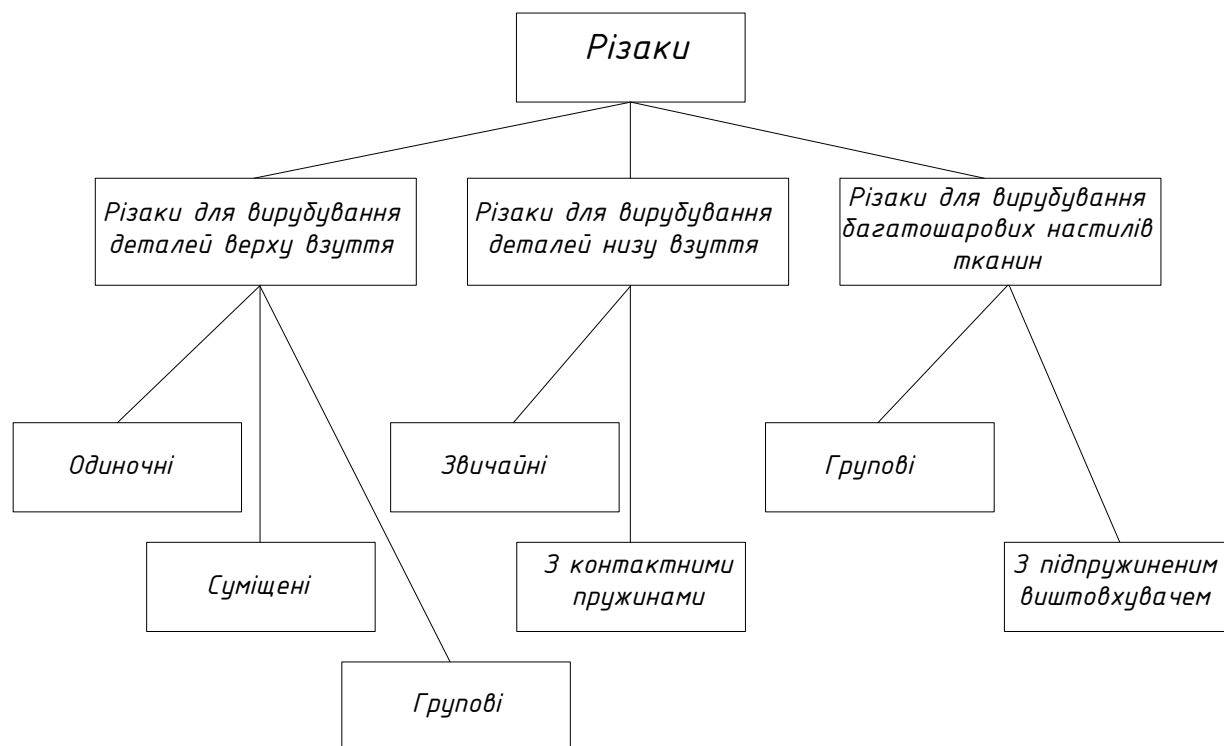


Рисунок 1.18 – Класифікація різаків

Тому доцільною, для впровадження у виробництво, була б конструкція різаків яким можна було би вирубувати різні за параметрами деталі, тобто різаків змінної форми та розмірів. З метою поліпшення технологічності процесу вирубування деталей в магістерській роботі пропонується конструкція різаків змінної геометрії.

Така розробка дасть змогу збільшити продуктивність праці на підприємствах та зменшити фінансові витрати. Оскільки відпадає потреба застосування декількох різаків для вирубування різних деталей, це можливо здійснити одним робочим інструментом, змінюючи периметр та форму згідно потрібного лекала.

### 1.3.2 Пресове обладнання

Деталі взуття вирубують на пресовому устаткуванні, яке за призначенням розділяють на:

- преси для вирубання верху взуття;
- преси для вирубання деталей низу.

Здебільшого для виконання операції вирубання застосовують преси двох видів:

– з поворотною верхньою подушкою та із ударником консольного типу (рис. 1.19, а), в яких ударник переміщається вертикально при вирубванні, а при зніманні деталей і встановленні різачка – горизонтально навколо вісі, розміщеної за столом розкрою з опорною плитою;

– преси з опорами траверсного типу (рис. 1.19, б), в яких верхня подушка, яка є ударником або площадкою для пересувної каретки із ударником, переміщається вертикально по двох напрямних.

Преси першого типу частіше за все застосовуються для розкроювання дрібних деталей одягу – планок, клапанів, комірів і т.п., а також для обрізання деталей верхнього одягу.

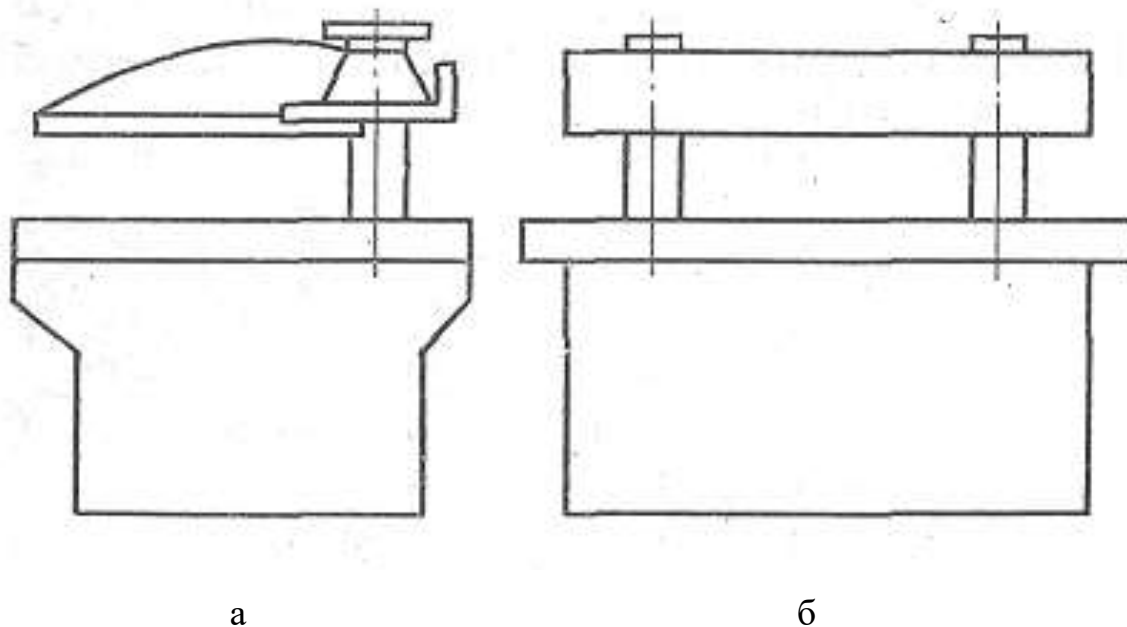
Преси з опорами траверсного типу мають великі габаритні розміри і застосовуються для вирубання деталей із настилу, що переміщається по поверхні столу для настилання.

До першого виду пресів відносяться наступні преси марок ПВГ-8, ПВГ-8-2-О, ПТГ-12 тощо.

До другого типу відносяться преси марок ПВГ-18-О, ПВГ-18-1-О, ПВГ-18-2-О, ПОТГ-20, ПОТГ-40, ПВ-38 тощо.

Технічні характеристики пресового устаткування для вирубання деталей швейних виробів приведені в табл.1.1.

Найбільш відомі вирубні преси закордонних фірм «Торіеллі Джонсон», «Занд», «Хітронік», «Шьон», французької фірми «Л. Аше» тощо. Зусилля вирубування деяких пресів досягає 700 кН.



а – з поворотним ударником; б – з ударником - траверсою

Рисунок 1.19 – Вирубні преси

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики пресового устаткування для вирубання деталей швейних виробів

Параметри	ПТГ-12	ПОТГ-20	ПВ-38	ПОТГ-40
1	2	3	4	5
Максимальна сила пресування, кН	120	196	140	396
Хід ударника (траверси), мм	12 – 60	20 – 100	38	20 – 100
Ширина робочого проходу, мм	850	1300	1300	1600
Ширина робочої поверхні ударника (плити), мм	350	510	-	660

Продовження табл.2.1.

Сумарна потужність встановлених електричних двигунів, кВт	1,7	4,8	1	4,8
Розмір по фронту, мм	900	1980	1800	2300
Глибина, мм	1205	2000	1285	2460
Висота, мм	1468	1760	2040	1760
Маса, кг	1700	2100	1500	2960

1.4 Задачі, які потрібно вирішити в магістерській роботі

На основі здійсненого огляду технічної та патентної літератури було визначено задачі, які потрібно вирішити в магістерській роботі:

1. Розробити конструкцію різачка змінної геометрії.
2. Провести необхідні експериментальні дослідження.

1.5 Висновки до розділу

В даному розділі магістерської роботи було приведено сучасні способи розкроювання матеріалів, що застосовуються на підприємствах ЛП. Розглянуто сам технологічний процес вирубування деталей, устаткування та інструменти для її виконання.

На основі проведеного огляду було визначено, що доцільною є конструкція різачка, яким можна вирубувати різні за периметром деталі, тобто різачка змінних розмірів та форми.

Розробка дасть змогу збільшити продуктивність праці на виробництві, покращити економічність процесу. Це пояснюється тим, що відпадає потреба застосування декількох різаків для вирубування різних деталей. Все це можна виконати одним робочим інструментом, змінюючи периметр та форму згідно розробленого лекала.

## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ІНСТРУМЕНТУ РІЗАКА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВИРУБУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

### 2.1 Розробка конструкції різака

Основним робочим інструментом під час виконання операції вирубування як вже зазначалося в першому розділі, деталей є різак. Оцінка і аналіз процесу розкроювання матеріалів на деталі для виробів легкої промисловості за допомогою вирубування, наштовхують на розробку такого робочого інструменту, який дасть змогу вирубувати різні за периметром деталі, тобто різака змінної форми та розмірів.

Різак повинен мати наступні характеристики:

- бути правильно підібраним;
- мати відповідний кут загострення леза;
- мати потрібну висоту;
- мати потрібну твердість ріжучої кромки.

Робочий інструмент, що буде розроблятися, повинен забезпечувати виконання всіх технологічних операцій, що виконують звичайні, відомі на теперішній час, різакі. Але на відміну від існуючих конструкцій різаків робочий інструмент, що розробляється дає змогу:

- отримувати різні деталі швидким, зручним способом;
- суттєво збільшувати продуктивність праці на виробництві.

Використання різака можливе як у взуттєвих так і у швейних розкрійних цехах.

Різак змінної геометрії, що пропонується відрізняється від відомих досі різаків наступними технологічними характеристиками:

- має можливість корегування розміру за рахунок збільшення або зменшення ланок, які з'єднані одна з одною за допомогою осьового з'єднання;

- може змінювати свою форму згідно форми потрібної деталі, не втрачаючи при цьому стійкості та міцності при навантаженні;
- в процесі виконання операції вирубання отримує рівномірне розподілене навантаження на кожен ланку за рахунок фіксації її положення магнітною плитою, що забезпечує повне вирубання матеріалу.

Різак (рис. 2.1) (лист [МРМА22.17.00.000СК]) складається в залежності від величини деталі необхідної кількості ланок 1. формі деталі. Ланка складається із обуха 5 та ріжучого леза 6.

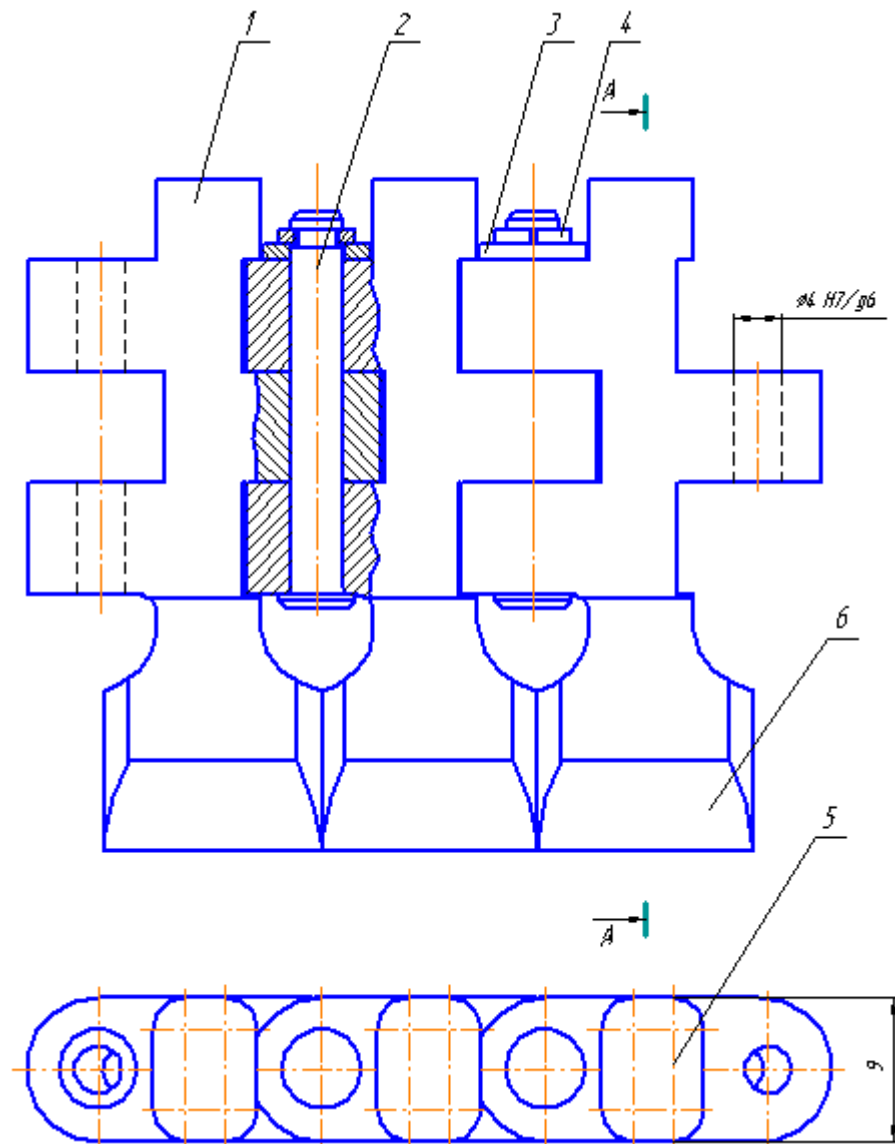


Рисунок 2.1 – Різак змінної геометрії

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
37

Поскілки периметр самого різака має бути максимально наближеним до периметра деталі, що вирубуеться може застосовуватися декілька типорозмірів ланок. Ланки з'єднуються між собою за допомогою рухомого з'єднання, що включає в себе вісь 2, шайбу 3, штопорне кільце 4. Це, в свою чергу, дає можливість інструменту набувати перерізу, аналогічного

Ріжуче лезо різака, що розробляється (рис. 2.2), як і в існуючих конструкціях різаків аналогічного за призначенням загострена під кутом  $30^\circ$  -  $32^\circ$ , з технічної літератури відомо, що при куті загострення менше  $30^\circ$  знижується його стійкість до ударних навантажень, а при куті більшому ніж  $32^\circ$  появляється велика сила опору різання. Різак змінного периметру буде виготовлено із спеціального прокату - інструментальної сталі марок У7, У8, чи У10. Твердість леза повинна бути не менше HRC 50 – 52.

Ріжуче лезо може мати як з одностороннє так і двохстороннє загостренням (лист [МРМА22.17.00.001]).

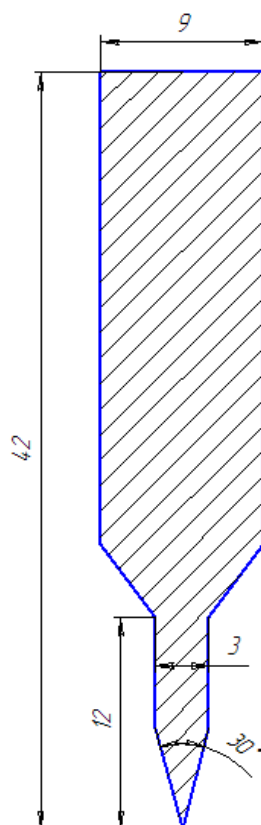


Рисунок 3.2 – Параметри та профіль леза

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
38

Сили, які будуть діяти на інструмент під час занурення його в матеріал будуть такими ж самими, як і сили, що діють на звичайний різак під час виконання технологічної операції. По суті збільшується тільки маса.

Ланка має висоту 42 мм. На кожній ланці знаходиться 3 петлі, які мають висоту 7мм. Товщина вісі, що з'єднує ланки складає 3мм. З'єднувальна вісь виготовляється з легованої сталі 09Г2, так як під час удару траверси різак сприймає досить великі ударні навантаження. В результаті таких навантажень виникає сила, що працює на зріз вісі. Таким чином, в першу чергу зношенню піддається вісь, яка підлягає легкій заміні, а не сама ланка. Сталь 09Г2 має границю короточасної міцності  $[\tau_c] = 450$  МПа. Це достатньо для забезпечення надійності такого робочого інструменту під час експлуатації.

## 2.2 Технологія виконання операції вирубування деталей за допомогою різачка, що розробляється

Виконання вирубування відбувається наступним чином (рис.2.3) (лист [МРМА22.00.00.000ДТ]).

1Визначаються геометричні параметри контуру взуттєвої чи швейної деталі:

1.1 Периметр;

1.2 Кривизна.

2Розраховується кількість та розмір ланок:

2.1 Вибирається висота різачка в залежності від шару матеріалів, що вирубуються.

3Зборка різачка по контуру лекала.

4Перевірка точності збирання по контуру.

5Встановлення механізму для виштовхування всередині контуру різачка.

6Встановлення на магнітній фіксуєчій плиті.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Згідно геометричних параметрів деталі, підбирається потрібна кількість та типорозмір ланок, що з'єднуються по замкнутому контуру за допомогою вісей. Контур різача формується по потрібному лекалу безпосередньо на самій вирубній плиті пресу. Всередині утвореного контура розміщується виштовхуючий механізм, що представляє собою пружину, висота якої дорівнює висоті різача.

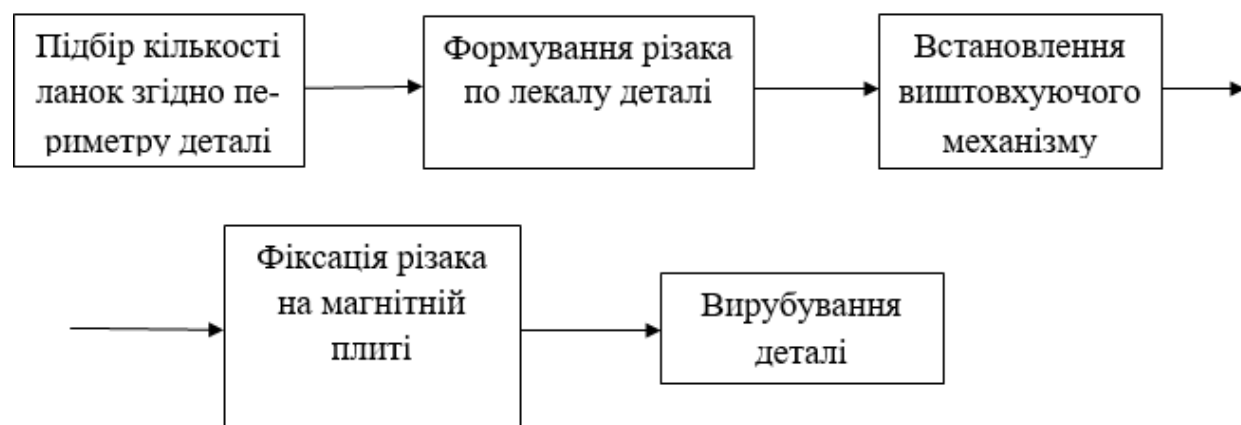


Рисунок 2.3 – Технологічний процес виконання операції вирубування деталі

### 2.3 Розробка електромагнітної плити для кріплення різача

Розроблена електромагнітна плита для фіксування та утримання різача показана на рис. 2.4 (лист [МРМА22.07.00.000СК]).

Основними елементами плити, що розробляється є: корпус 1; осердя 2; котушка 3.

Електромагнітна плита закріплюється до траверси пресового устаткування за допомогою гвинтового з'єднання. Плита із траверсою становлять єдину суцільну конструкцію.

Технічні характеристики електромагнітної плити, що розробляється:

- ширина плити  $l_1=780$  мм;
- довжина плити  $l=780$  мм;

- струм електромагнітів плити, не більше  $I=2A$ ;
- підйомна сила одного електромагніту  $P=1496\text{ Н}$ .

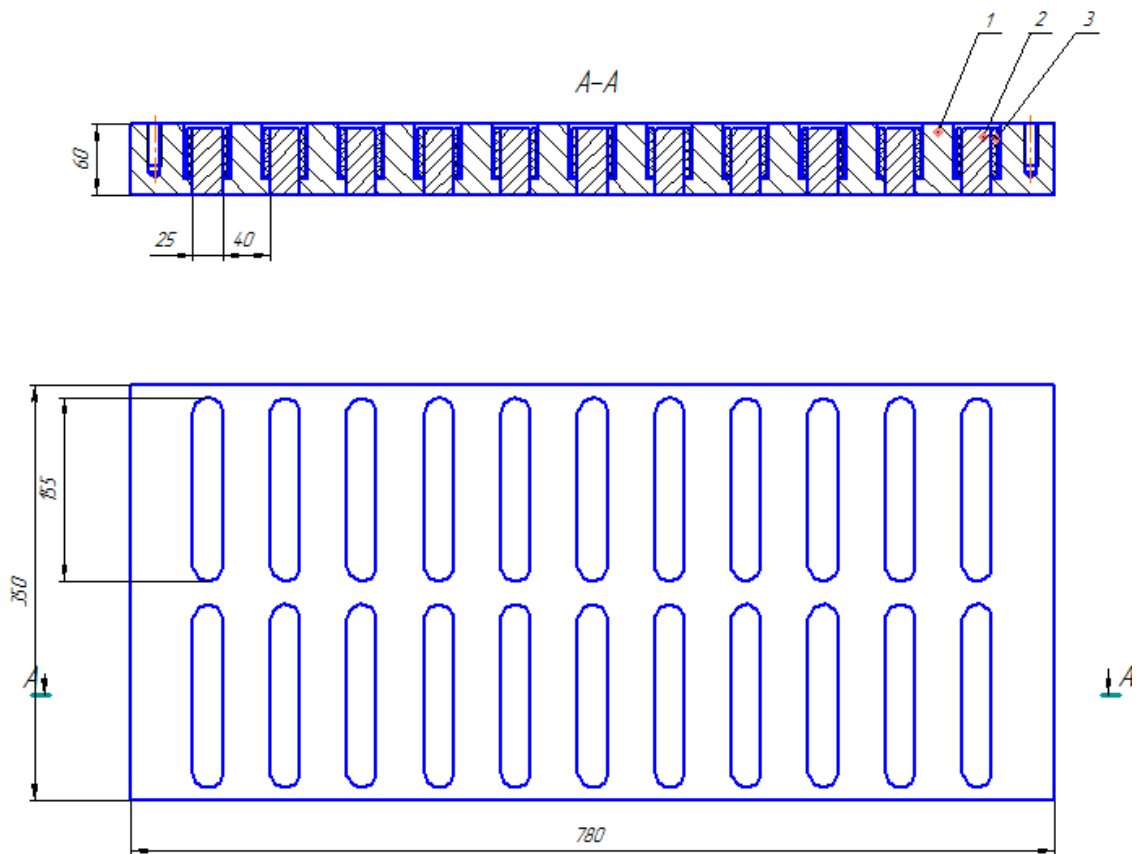


Рисунок 2.4 – Електромагнітна плита, що пропонується

2.4 Вибір та вдосконалення пресового устаткування для виконання операції вирубання деталей

З метою підвищення продуктивності праці була вдосконалена гідравлічна схема преса ПВГ 8-2-О (рис. 2.5) (лист [МРМА22.00.00.000Г2]). Проведене вдосконалення дало змогу досягти більшої автоматизації процесу.

Гідравлічний привод електромеханічного пресу працює наступним чином. Від насосу 2 олива по трубопроводу 3 через золотник 19 і трубопровод 13 потрапляє в гідроциліндр 14 відведення самого ударника, пройшовши який олива через трубопровод 12 йде на зливання у бак (ємність). Тиск у системі відсутній.

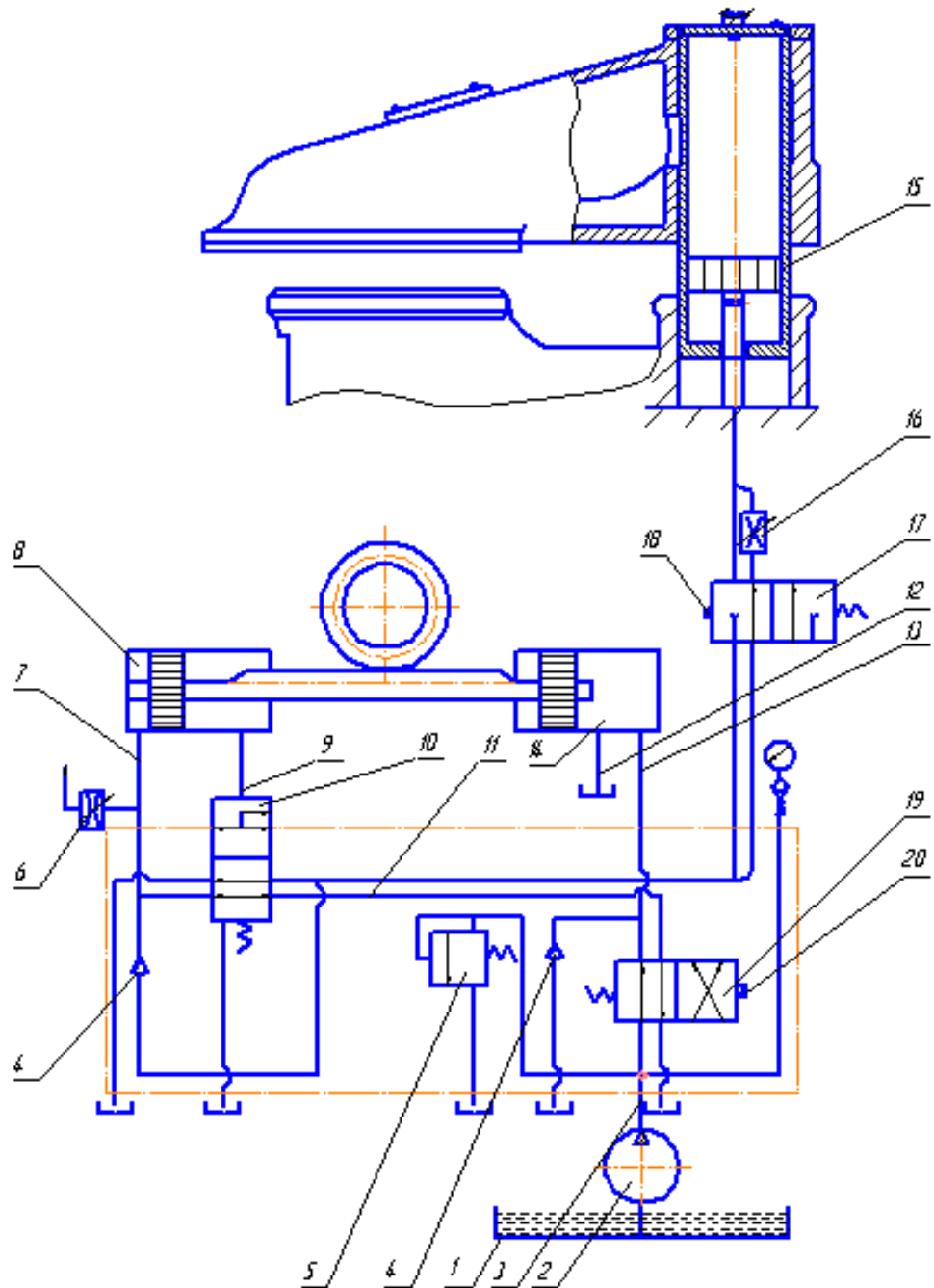


Рисунок 2.5 – Гідравлічна схема електрогідравлічного преса  
ПВГ-8-2-0

На панелі розміщується кнопка - сигналізатор фіксації різачка. Робота її заключається у своєчасному відмиканні електромагніту 18 гідророзподільника 17 при спрацюванні датчика тиску.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
42

Фіксація різака запропонованою електромагнітною плитою проходить таким чином. Робітником (оператором) вмикається кнопка - сигналізатор. Спрацьовує електромагніт 18 золотника 17. Золотник вмикається. При натисканні робочих кнопок спрацьовує електромагніт 20 золотника 19. Золотник вмикається та олива від насосу 2 через трубопроводи 11 і 7 потрапляє у гідравлічний циліндр 8 підведення ударника. Проходить поворот ударника в робоче положення.

Після закінчення повороту олива, пройшовши через отвір в циліндрі 8 і трубопровод 9, подається до золотника 10. Відбувається перемикання золотника, потік оливи направляється до робочого гідроциліндра 15 через золотник 17 та дросель 16. За рахунок цього забезпечується плавне опускання траверси. Траверса опускається повільно. Відбувається зіткнення траверси з різак, який розміщений на вирубній плиті гідравлічного пресу. При безпосередньому контакті з різак, спрацьовує датчик тиску, відбувається вмикання електромагнітної плити і відмикаються електромагніти 18, 20 золотників 17, 19, які повертаються у вихідне початкове положення. Повертається у робоче положення також золотник 10. Різак закріплено на магнітній плиті. Енергія стиснутого повітря, що накопичене в скалці піднімає ударник догори. Кнопка - сигналізатор повертається у початкове вихідне положення, датчик тиску відмикається. Потік масла від насосу 2 через золотник 19 направляється в гідроциліндр 14 відведення самого ударника. Олива йде на зливання, система готова до наступного виконання технологічної операції.

Далі, при кожному робочому циклі, олива вже не протікає через дросель 16 поскільки не активна кнопка - сигналізатор, золотник 17 таким чином відключений. При кожному натисканні робочих кнопок олива проходить такий же шлях по системі, але вже при відімкненому золотнику 17, в результаті чого відбувається кожне наступне виконання операції вирубування.

Після виконання операції вирубування відмикається електромагніт золотника 19, золотники 19 і 10 повертаються у початкове вихідне положення.

Для заміни різачка відмикають електромагнітну плиту. Плита може включатися як вручну так і в автоматичному режимі.

Ударник із магнітною плитою та різачком становлять єдину систему. Взуттєвий матеріал встановлюється на вирубну плиту і траверса щоразу опускаючись, вирубує нову деталь взуття або пачку деталей. На виробничому підприємстві може застосовуватися відразу набір різаків. При цьому розраховується тільки робоча площа ударника преса.

Таким чином механізм, що пропонується дозволяє отримати різні за формою деталі з використанням одного різачка змінної форми.

На якість лінії різання, як і при вирубанні звичайними різачками, впливає ряд факторів, зв'язаних з:

- ріжучим інструментом;
- матеріалом, що вирубується;
- умовами роботи.

Вирубування матеріалу за допомогою запропонованого робочого інструменту перш за все може застосовуватися для вирубанні взуттєвих деталей низу і верху. Початкова невідповідність отриманої форми деталі до потрібної, в будь якому випадку в подальшому усувається виконанням операції фрезерування.

Габаритне креслення пресу ПВГ-8-2-О представлено на рис.2.6 (лист [МРМА22.00.00.000ГК]).

Технічні характеристики пресу ПВГ-8-2-О.

1. Максимальна сила вирубування – 100кН.
2. Продуктивність – 285 пар деталей на год.
3. Хід ударника (регулюється) – 0 – 30 мм.
4. Фронтальний розмір – 1280 мм.

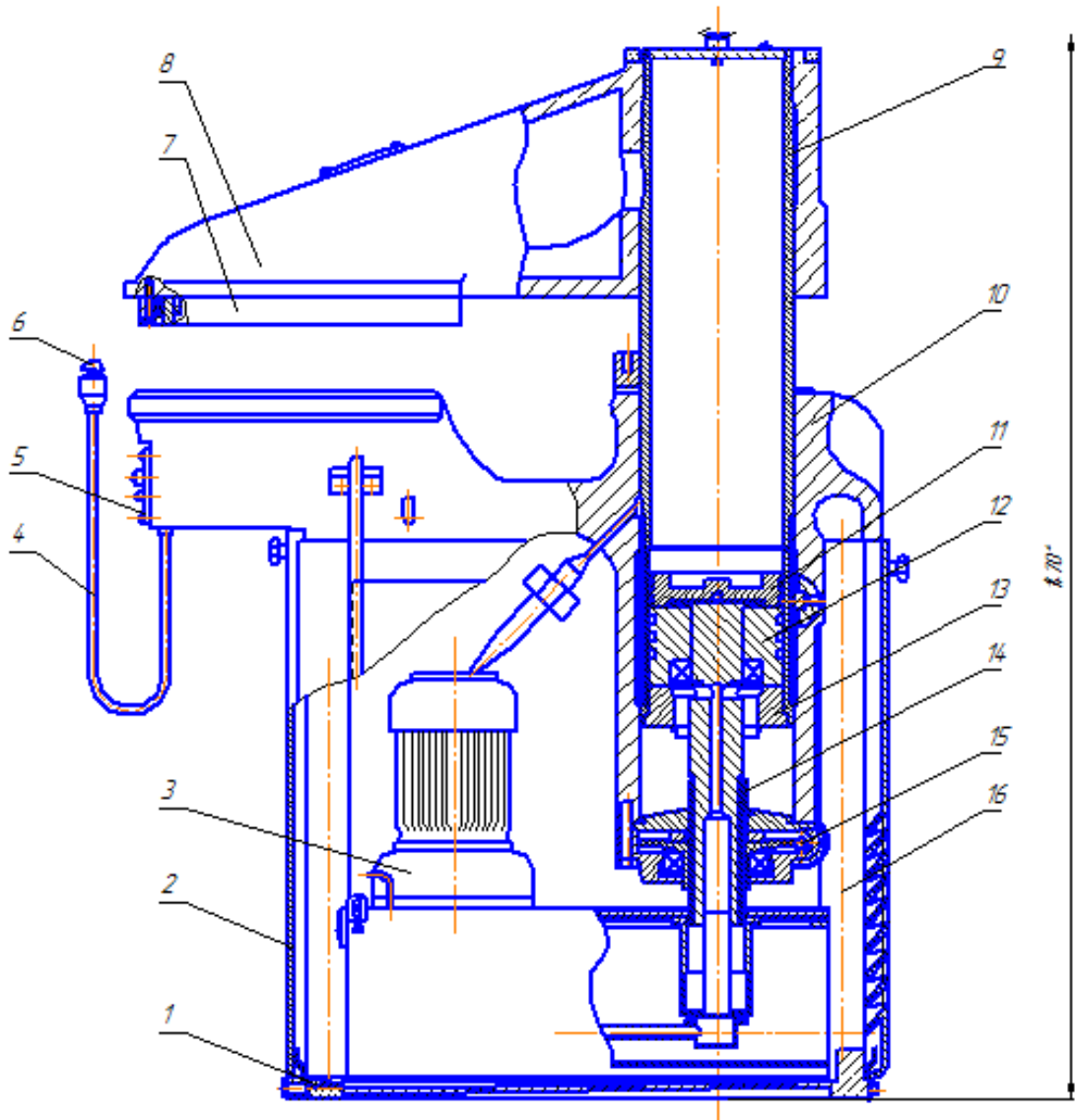
5. Потужність, кВт:

- електродвигуна гідроприводу – 1,1 кВт;

- електродвигуна механізму підйому – 0,28 кВт.

6. Глибина – 1470 мм.

7. Маса – 1100 кг.



1 - станина; 2 - передній щит; 3 - гідропривод; 4 – кронштейн; 5 - пульт керування; 6 – пускова кнопка; 7 – електромагнітна плита; 8 – ударник; 9 – робочий гідроциліндр; 10 – корпус; 11 – поршень; 12 – поршень; 13 – кришка; 14 – шток; 15 – черв'ячне колесо; 16 – стойка

Рисунок 2.6 – Габаритне креслення пресу ПВГ-8-2-О

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
45

## 2.5 Розробка електричної схеми вдосконаленого електрогідравлічного пресу

Електрична схема вдосконаленого електрогідравлічного пресу ПВГ-8-2-О представлена на рис.2.6 (лист [МРМА22.00.00.000Е2]).

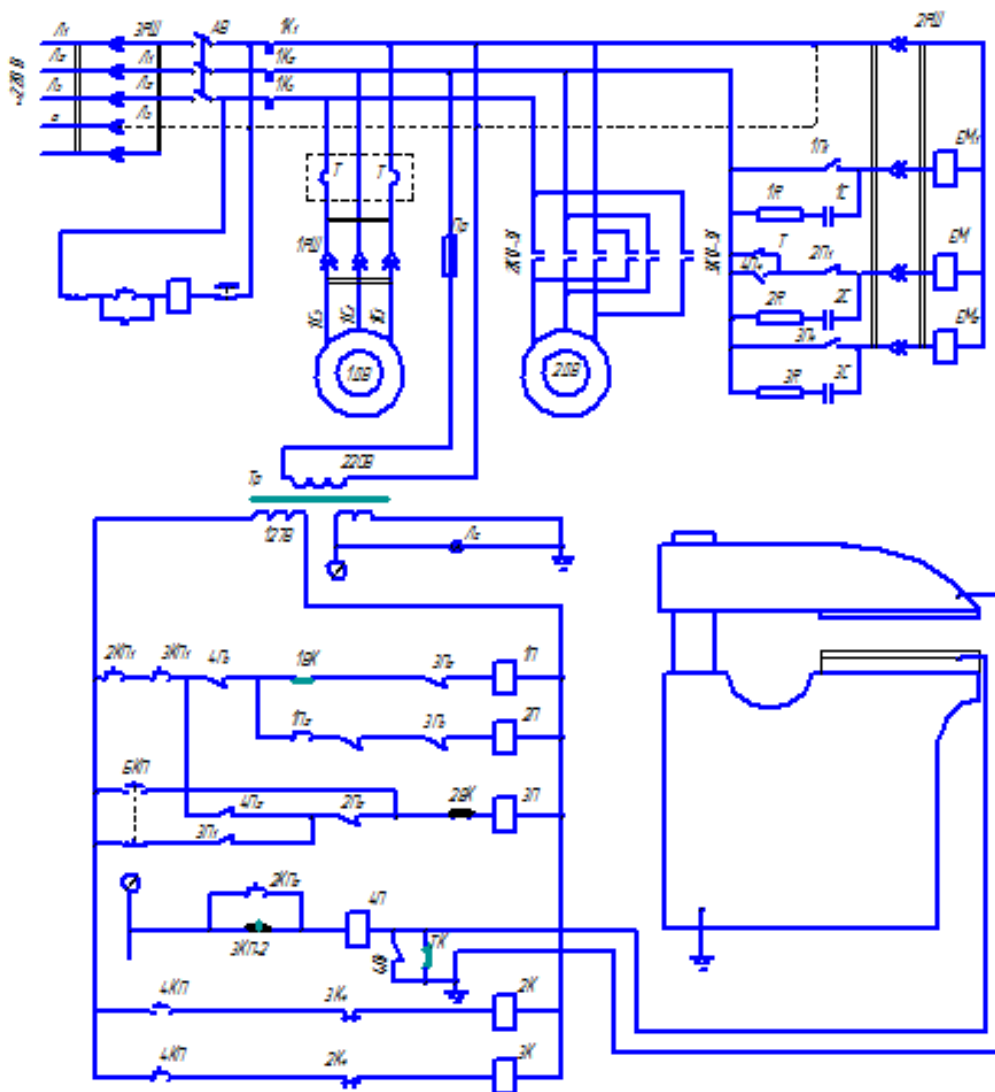


Рисунок 2.6 – Електрична схема вдосконаленого пресу ПВГ-8-2-О

В схему внесено радіоелементи, які дозволяють керувати фіксацією електромагнітної плити.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

## 2.6 Вибір вирубної плити для виконання операції вирубання

В якості основи на електрогідравлічних пресах для вирубання деталей із тканин, шкіри і інших матеріалів застосовують вирубні подушки (колоди або плити) з картону, деревини, пластику або металу [11].

Торцеві подушки з деревини виготовляють з дерев твердих порід: бука, дуба, або граба (рис.2.5).

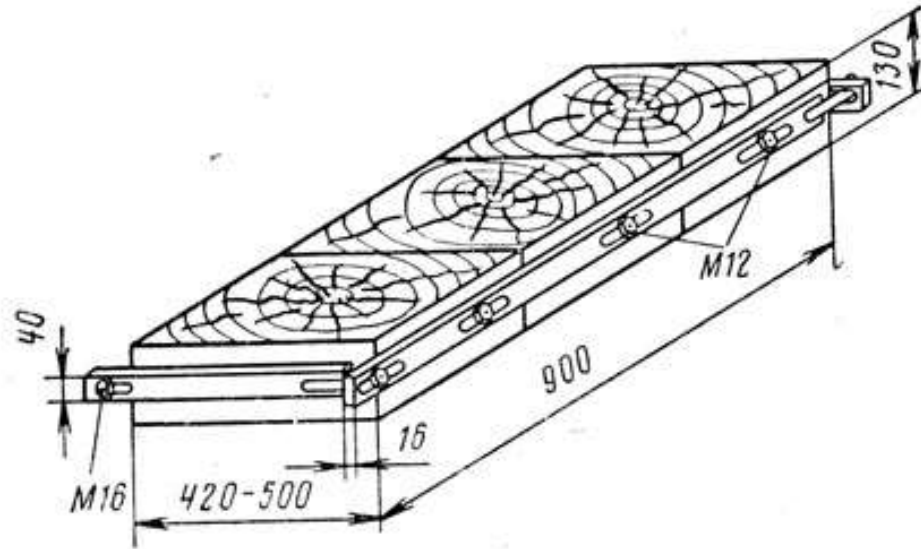


Рисунок 2.5 - Торцева подушка з деревини

Після прорубання матеріалу лезо різачка занурюється в колоду на 1,5 мм і більше. Тому велику роботу несе верхній шар колоди. В зв'язку з тим, що волокна деревини розташовані вертикально, від занурення леза різачка вони розсуваються, згинаються і від багаторазових вигинів ламаються. В результаті такого явища колода зношується. Для зменшення зношення робочу поверхню колоди періодично змащують мінеральною оливою, що підвищує еластичність волокон.

Торцеві шкіркартонні подушки (рис. 2.6) збирають з попередньо склеєних і спресованих пластин шкіркартону. Збирання заключається в нанизуванні пластин шкіркартону, що склеєні на металеві стяжки і спресування їх шляхом затягування гайок. Щоб запобігти викривленню

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

пластин при спресуванні і експлуатації подушок, під гайки стяжок розміщують сталеві пластини і дерев'яні бруски. Розміри подушок залежать від типу електрогідравлічного преса і виду матеріалів, що вирубуються.

Оптимальні розміри картонних і дерев'яних подушок:

а) для електрогідравлічних пресів ПВ-10, ПВ-17, ПВГ-8, ВПБ, 06004 / Р1, 06005 / Р3 і інших - для вирубання деталей зі шкіри - 550 x 420 x 130 мм; для вирубання деталей з тканин і рулонних матеріалів - 900 x 420 x 130 мм;

б) для електрогідравлічних пресів 38-ПВ, НПЕ-30, ПВГ-18-О, НПД і інших - для вирубання деталей із гуми, картону шкіри та інших штучних матеріалів - 900 x 420 x 300 мм; для вирубання деталей із тканин і інших рулонних матеріалів - 1200 x 420 x 300 або 1500 x 420 x 300 мм.

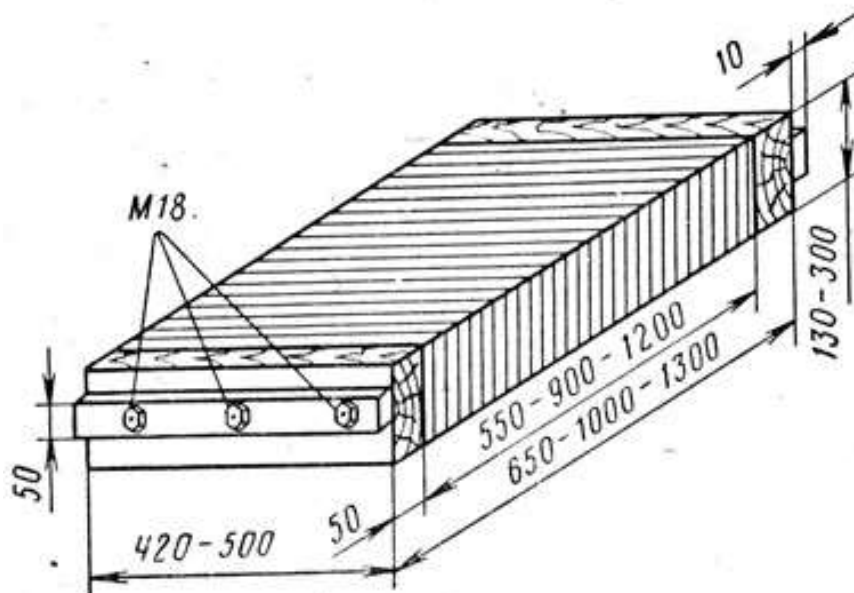


Рисунок 2.6 - Торцева подушка з пресованих пластин шкіркартону

Не паралельність площин подушок не повинна перевищувати 1мм на 500 мм.

Вирубні подушки з пластиків можна створювати литтям у форми (лиття з термопластичної композиції етилцелюлози ТЛК-Е) або пресуванням із сумішей на основі вінілових смол.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
48

Велико габаритні подушки в основному для застосування на електрогідравлічних пресах ПВГ-18-О, 38-ПВ, НПЕ-30, НПД і інших виготовляють литтям з ТЛК-Е (рис. 2.7). Подушки невеликих розмірів з пластиків для електрогідравлічних пресів ПВ-17, ВПБ, 06004 / Р1, ПВГ-8, 10-ПВ, 06005 / Р3 та інших можна виготовляти пресуванням із сумішей на основі вінілових смол (рис. 2.8).

Подушки з пластиків типу ТЛК-Е виготовляють таких самих розмірів, що і подушки з картону чи деревини, з тими ж допусками на лінійні розміри і непаралельність площин. Подушки із сумішей вінілових смол виготовляють пресуванням в спеціальних гарячих формах. Розмір подушок складає 500 x 350 x 30 мм.

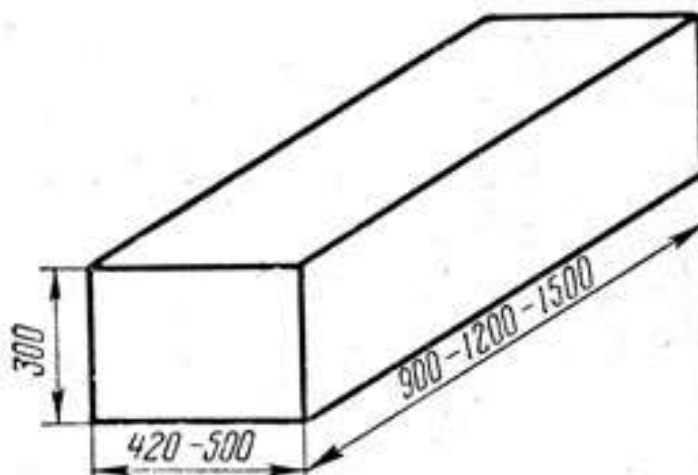


Рисунок 2.7 - Великогабаритна подушка з пластика

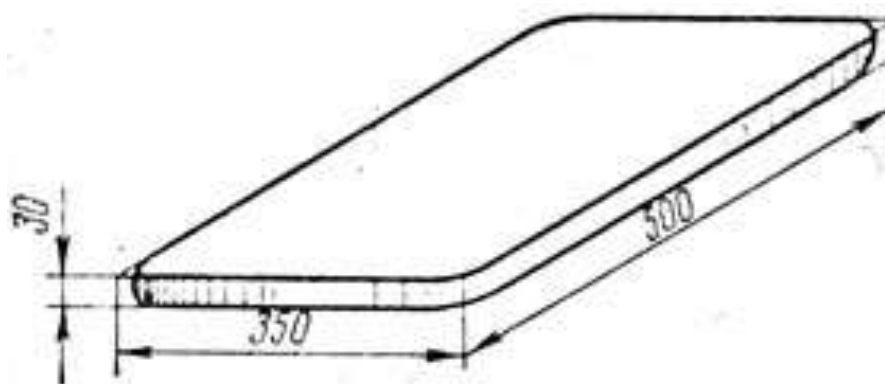


Рисунок 2.8 - Подушка невеликих розмірів із пластику

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
49

Вирубні металеві подушки - плити (рис.2.9) виготовляють литтям із чавуну марки СЧ68-36 (ГОСТ 1412-54).

З метою підвищення експлуатаційної стійкості іноді робочі площини таких плит захищають сталевими, що термічно оброблені накладками товщиною 12-20 мм, які мають твердість 40-50 Rc і робочу поверхню, що прошліфована. Розмір плит 500 х 350 х 60 мм. Непаралельність робочої і опорної площин плити (накладки) не повинна перевищувати 0,1 мм на 250 мм довжини.

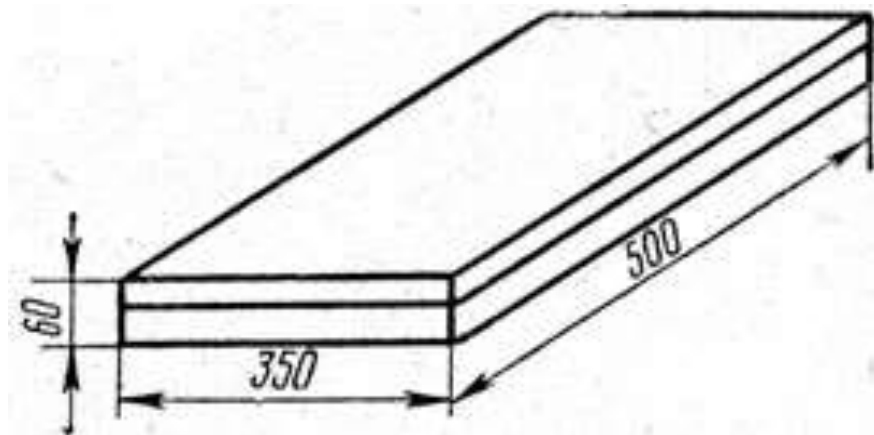


Рисунок 2.9 – Металева плита

Впроваджені на підприємствах легкої промисловості алюмінієві плити з електрозахисним покриттям. Тканина, на поверхню якої нанесений латекс, наклеюється на плиту. Матеріали піддають розкроюванню гострими різачками. Лезо різачка, прорубуючи матеріал, злегка прорубує і саме покриття. Практичний досвід показав, що робота на алюмінієвих плитах різачками з особливо міцної сталі має великі переваги:

- прес отримує менше навантаження,
- матеріал повністю прорубується.

Тому при вирубванні деталей взуття виробів легкої промисловості за допомогою різачка змінної форми можна застосовувати різні плити в залежності від матеріалу з якого вирубуються деталі.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
50

## 2.7 Висновки до розділу

В даному розділі проведено розробку різачка, що має змінну форму. Підбрано та вдосконалено електрогідравлічний прес для виконання операції, що розглядається. Розроблено конструкцію електромагнітної плити для фіксування різачка. Вдосконалено електричну схему пресу.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ РІЗАКА

#### 3.1 Перевірочний розрахунок вісі на зріз

##### 3.1.1 Вихідні дані

Вирубання деталей за допомогою різача змінної геометрії проводиться на електрогідравлічному пресі ПВГ-8-2-О:

- максимальне зусилля вирубання  $P_{max} = 100000H$  [2];
- розмір робочої площі ударника  $S = 350 \times 780$  мм [2].

За мінімальний периметр різача було прийнято  $P = 200$  мм.

Різак, як і сама деталь має два лінійних розміри: максимальну довжину та максимальну ширину.

##### 3.1.2 Визначення сили, що спричиняє зріз вісі

Визначення сили при перекошенні  $3^\circ$  (рис.3.1).

Сила  $N$  визначається із прямокутного трикутника, як відношення протилежного катета до прилеглого, тобто тангенса кута  $3^\circ$  [7]:

$$\frac{N}{F} = \operatorname{tg} 3^\circ; \quad (3.1)$$

де  $F$  – сила, з якою траверса електрогідравлічного преса вдаряє по різачу,

$F_1$  – сила, з якою траверса електрогідравлічного преса вдаряє по різачу, коли кут перекошенні складає  $3^\circ$ ;

$N$  – сила, що виникає при перекошенні і працює на зріз заклепки.

Звідси випливає:

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$N = F \cdot \operatorname{tg} 3^\circ;$$

$$N = 100000 \cdot 0.052 = 5200 \text{ Н.}$$

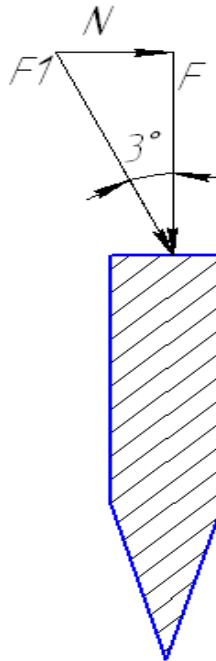


Рисунок 3.1 – Схема діючих сил при перекосі  $3^\circ$

Отже, якщо перекошення складає  $3^\circ$ , на заклепки діє  $N = 5200 \text{ Н}$ .

### 3.1.3 Визначення сили, що діє на одну вісь

Різак, що має периметр 200 мм складається із 14 ланок, які відповідно з'єднуються 14 вісями. Визначаємо силу, яке діє на 1 вісь:

$$N_{o.o.} = \frac{N}{14}; \quad (3.2)$$

де  $N_{o.o.}$  – сила, що працює на зріз однієї вісі;

$N$  – загальна сила, що працює на зріз всіх вісей;

$$N_{o.o.} = \frac{5200}{14} = 371 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Визначення сили, що діє на одну площину зрізу вісі

Поскільки кожна вісь в з'єднанні має дві площини зрізу то сила, що діє на кожную з цих площин буде рівнятися:

$$N_{o.n.z.} = 0,5N_{o.z.i.} \quad (3.3)$$

де  $N_{o.n.z.}$  – сила, що працює на зріз вісі в одній площині;

$$N_{o.n.z.} = 0,5 \cdot 371 = 185,5 \text{ Н}$$

### 3.1.5 Визначення площі поперечного перерізу вісі:

$$S_{n.n.o.} = \frac{\pi d^2}{4}; \quad (3.4)$$

де  $S_{n.n.o.}$  - площа поперечного перерізу однієї вісі;

$d$  – діаметр вісі;

Тоді:

$$S_{n.n.o.} = \frac{3,14 \cdot 0,004^2}{4} = 0,00125 \text{ м}^2.$$

3.1.6 Визначення напруження, що діє в поперечному перерізі вісі і працює на зріз:

$$\tau = \frac{N_{o.n.z.}}{S_{n.n.o.}}; \quad (3.5)$$

де  $\tau$  – границя міцності;

$$\tau = \frac{185,5}{0,00125} = 148400 \text{ Па} = 0,15 \text{ МПа.}$$

### 3.1.7 Визначення коефіцієнту запасу міцності

Відповідно до ряду матеріалів з яких виготовляють вісі було обрано леговану сталь 09Г2.

Коефіцієнт запасу міцності [10]:

$$k = \frac{[\tau]}{\tau_{\epsilon}} > 1, \quad (3.6)$$

де  $\tau_{\epsilon}$  - межа короточасної міцності сталі 09Г2,  $[\tau_{\epsilon}] = 450 \text{ МПа}$ , [10];

$$k = \frac{450}{0,15} = 3000.$$

Коефіцієнт запасу міцності  $k \gg 1$  – умова виконується. Дану вісь можна використувувати у різаку змінної форми. З'єднання є стійким проти зрізу.

### 3.2 Перевірочний розрахунок ланки різака на зріз

Під дією сили, що виникає під час вирубування, на петлі, які з'єднуються всіями, діє також розподілене навантаження (рис. 3.2 ), існує імовірність зрізу петлі.

Якщо не враховувати перекошення, тоді на різак буде діяти та ж максимальна сила вирубування  $P_{max} = 100000 \text{ Н}$ .

Периметр різака дорівнює  $P = 200 \text{ мм}$  і кількості ланок складає  $n_1 = 14$ .

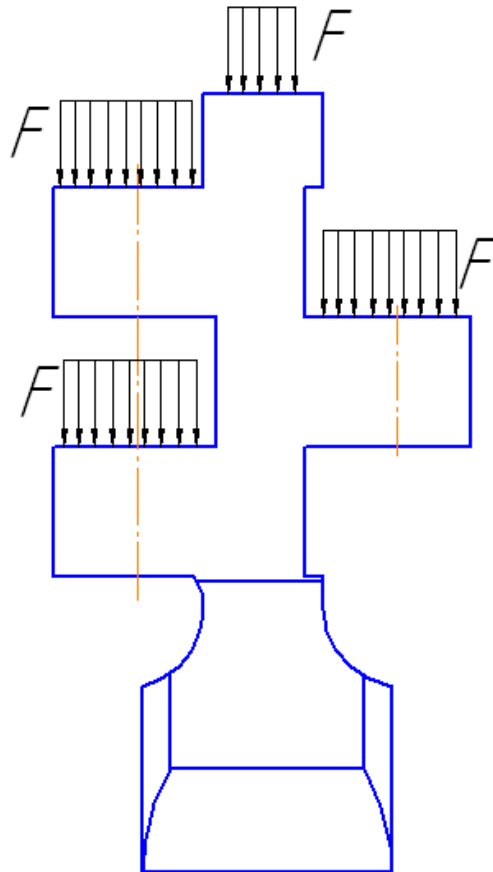


Рисунок 3.2 – Розподілене навантаження, яке працює на зріз петлі

3.2.1 Визначення максимальної сили, що діє на одну ланку:

$$P_{o.l.} = \frac{P_{o.p.}}{n_1}; \quad (3.7)$$

де  $P_{o.l.}$  – максимальна сила, що діє на одну ланку;

$P_{o.p.}$  – сила, що діє на один різак;

$n_1$  – кількість ланок,

$$P_{o.l.} = \frac{100000}{14} = 7142 \text{ Н.}$$

На одну ланку діє сила  $P_{o.l.} = 7142 \text{ Н.}$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.2.2 Визначення максимального зусилля, що діє на одну петлю:

$$P_{o.n.} = \frac{P_{o.l.}}{n_2}; \quad (3.8)$$

де  $P_{o.n.}$  – сила, що діє на одну петлю;

$n_2$  – кількість петель на кожній ланці різачка,  $n_2 = 3$ .

Тоді:

$$P_{o.n.} = \frac{7142}{3} = 2380 \text{ Н.}$$

Отже, на одну петлю діє сила  $P_{o.n.} = 2380 \text{ Н.}$

3.2.3 Визначення площі поперечного перерізу ланки де можливе зрізання петлі

Ширина тіла різачка на якому знаходяться петлі складає 9мм, а висота кожної ланки 7 мм, отже площа поперечного перерізу ланки де можливе зрізання знаходиться як площа прямокутника:

$$S_{n.l.} = a \cdot b; \quad (3.9)$$

де  $a$  і  $b$  - сторони прямокутника.

$$S_{n.l.} = 0,009 \cdot 0,007 = 0,000063 \text{ м}^2.$$

3.2.4 Визначення напруження, що діє в поперечному перерізі ланки і працює на зріз [10]:

$$\tau = \frac{P_{o.p.}}{S_{п.п.л.}}; \quad (3.10)$$

$$\tau = \frac{2380}{0,000063} = 37,8 \text{ МПа.}$$

Різак виготовлено із сталі У10 з межею короточасної міцності  $[\tau]=750\text{МПа}$  [10].

3.2.5 Коефіцієнт запасу міцності [10] визначається із виразу:

$$k = \frac{[\tau]}{\tau} > 1; \quad (3.11)$$

де  $k$  - коефіцієнт запасу міцності;

$$k = \frac{750}{37,8} = 19,8.$$

Коефіцієнт запасу міцності  $k > 1$  – умова виконується. Матеріал сталь У10 можна застосовувати для виготовлення різаків.

Проведені розрахунки доводять можливість застосування запропонованого робочого інструменту на підприємствах ЛП.

### 3.3 Розрахунок та вибір електромагніта

Електромагніти застосовуються в багатьох пристроях для виконання певних задач. Електромагніт являє собою котушку із проволочки, намотаної на феромагнітне осердя, форма якого може бути різною. Осердя являється однією частиною магнітопроводу, а другою частиною, за допомогою якої замикається шлях магнітних силових ліній, виступає якор. Магнітне коло

характеризується величиною магнітної індукції  $B$ , що, в свою чергу, залежить від напруженості поля і магнітної проникливості матеріалу. Саме тому осердя електромагнітів виготовляють із металу, що має високу магнітну проникливість. В свою чергу, від магнітної індукції залежить силовий потік, який позначається літерою  $\Phi$  [3]:

$$\Phi = B \cdot S, \quad (3.12)$$

де  $B$  – магнітна індукція;

$\Phi$  – силовий потік;

$S$  – площа поперечного перерізу магнітопроводу.

Магнітний потік залежить також від так званої магніторушійної сили ( $E_M$ ), що визначається числом ампервитків на 1 см довжини шляху силових ліній і виражається за допомогою формули [3]:

$$\Phi = \frac{E_M}{R_M}, \quad (3.13)$$

де  $E_M$  – магніторушійна сила;

$R_M$  – магнітний опір.

Виходячи з цього отримаємо:

$$E_M \approx 1,3 \cdot I \cdot N, \quad (3.14)$$

де  $N$  – число витків котушки;

$I$  – сила струму, що протікає по котушці, А.

Друга складова визначається із виразу:

$$R_M = \frac{l}{MS}, \quad (3.15)$$

де  $l$  - середня довжина шляху силових ліній;

$S$  - поперечний переріз магнітопровода;

$M$  - магнітна проникність.

Головним завданням при конструюванні електромагнітів є отримання великого силового потоку. Досягти цього можна, якщо зменшити магнітний опір. Для цього потрібно вибрати магнітопровід з найменшою довжиною шляху силових ліній і з найбільшим поперечним перерізом, а в якості матеріалу – залізо з великою магнітною провідністю.

Другий шлях збільшення силового потоку - збільшення ампервитків не є прийнятним, так як з метою економії проволочки і живлення варто прагнути до зменшення ампервитків.

Розглянувши графік намагнічування заліза, не важко впевнитися, що найбільш вигідною є індукція в межах від 10000 до 14000 силових ліній на 1 см<sup>2</sup>, що відповідає від 2 до 7 ампервитків на 1 см. (рис. 3.3). Для обмотки котушки з найменшим числом витків і більш економічних з точки зору живлення для розрахунків варто приймати саме таку величину (10000 силових ліній на 1 см<sup>2</sup> при 2 ампервитках на 1 см довжини). В такому випадку розрахунок може бути виконаний наступним чином.



1 – трансформаторні сталі, 2 – легко легованої сталі

Рисунок 3.3 – Криві намагнічування:

Осердя має наступні параметри (рис. 3.4)

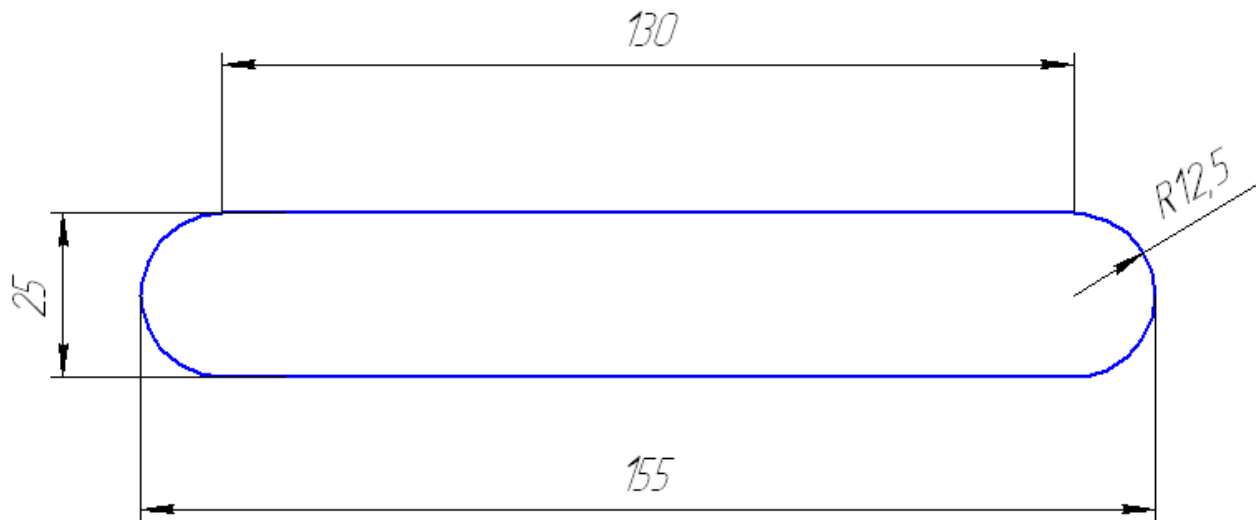


Рисунок 3.4 - Параметри осердя

Площа осердя:

$$S = a \cdot b + \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.16)$$

$$S = 25 \cdot 130 + \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 374 \text{ мм}^2 = 37,4 \text{ см}^2.$$

Магнітний потік, що збуджується визначається із виразу:

$$\Phi = B \cdot S, \quad (3.17)$$

$$\Phi = 10000 \cdot 37,4 = 374000 \text{ (силових ліній)}.$$

Підйомна сила електромагніта Р визначається із формули:

$$P = \frac{B^2 \cdot S}{25 \cdot 1000000} \quad (3.18)$$

$$S = \frac{10000^2 \cdot 37,4}{25 \cdot 1000000} = 149,6 \text{ кг.}$$

Отже одне осердя може втримувати масу  $m = 149,6$  кг, тобто це є цілком достатнім для втримання різачка під час процесу вирубання.

При визначенні підйомної сили слід пам'ятати про те, що вона залежить не тільки від довжини магнітопровода, а й від площі контакту якоря і осердя. Тому якор повинен точно прилягати до полюсних осердь (наконечників), інакше найменші повітряні прошарки викличуть значне зменшення підйомної сили.

### 3.3.1 Розрахунок котушки електромагніта

Орієнтовна довжина магнітопровода складає  $l = 180\text{мм} = 18\text{см}$  (рис. 3.5). Отже необхідно буде близько 40 витків [3].

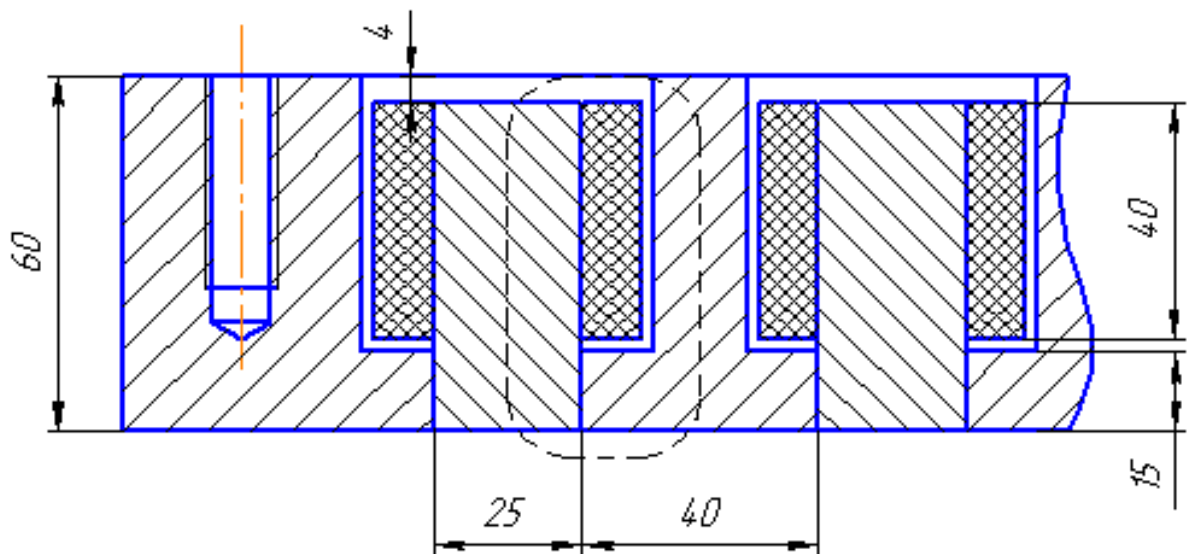


Рисунок 3.5 – Магнітопровід

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
62

В нашому випадку підйомна сила в 149,6 кг буде забезпечена 40 ампервитками. Однак, не обов'язково застосовувати отриману кількість витків. Аналогічних функцій можна досягти застосуванням більшого електричного струму при меншій кількості витків котушки, наприклад 2 А і 20 витків, чи шляхом збільшення числа витків котушки при зменшенні електричного струму – 0,25 А при 160 витках. Таким чином, щоб електромагніт мав підйомну силу 149,6 кг на його осердя можна намотати і 20 і 160 витків, але при цьому змінивши величину електричного струму живлення.

Скориставшись таблицею [3] було встановлено, що діаметр проволочки буде 0,8 або 0,2 мм.

Взнавши діаметр проволочки і її довжину за таблицею літератури [3] можна визначити опір.

Довжина проволочки  $l$  дорівнює добутку загального числа витків на загальну довжину одного з них і описується формулою:

$$l = N \cdot l_1 \quad (3.19)$$

де  $l_1$  – довжина одного витка;

$$l_1 = \pi \cdot D + P; \quad (3.20)$$

$$P = 2a + 2b, \quad (3.21)$$

$$P = 2 \cdot 130 + 2 \cdot 25 = 310 \text{ мм},$$

$$l_1 = 3,14 \cdot 25 + 310 = 78,5 + 310 = 388,5 \text{ мм}.$$

Відповідно, для обраної котушки загальна довжина проволочи буде складати:

$$l = 20 \cdot 388,5 = 7770 \text{ мм} = 777 \text{ см.}$$

Визначимо опір проволочи [3].

Мідна проволочка довжиною  $l = 100$  метрів і перерізом  $s = 0,8 \text{ мм}^2$  має опір  $R = 3,38 \text{ Ом}$ . Виходячи з цього маємо:

$$\begin{aligned} 7,77 \text{ м} - x \text{ Ом}; \\ 100 \text{ м} - 3,38 \text{ Ом}; \\ x = \frac{3,38 \cdot 7,77}{100} = 0,26 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Мідна проволочка довжиною  $7,77 \text{ м}$  має опір  $R=0,26 \text{ Ом}$ .

Використавши закон Ома, знаходимо потрібну напругу:

$$U = I \cdot R,$$

$$U = 2 \cdot 0,26 = 0,52 \text{ В.}$$

Отримані розрахунки доводять можливість застосування розробленого пристрою, а саме електромагнітної плити на виробничих підприємствах легкої промисловості.

3.4 Динамічний розрахунок ланки різача змінної геометрії з використанням програмного комплексу Impact

Розрахунок здійснюється з метою визначення максимальних небезпечних напружень та деформацій ланки під дією короткочасного навантаження в процесі виконання операції вирубаня.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Ланка розраховується безпосередньо тоді, коли лезо різача прорубало матеріал і вже не переміщується в жодному із напрямів. Переміщення по вісі  $X$  обмежує матеріал, а переміщення по вісі  $Y$  – вирубна плита. Тому для леза проводиться защемлення. Кожна петля ланки, як і сама ланка навантажуються розподіленим навантаженням, яке було розраховано раніше (рис. 3.6).

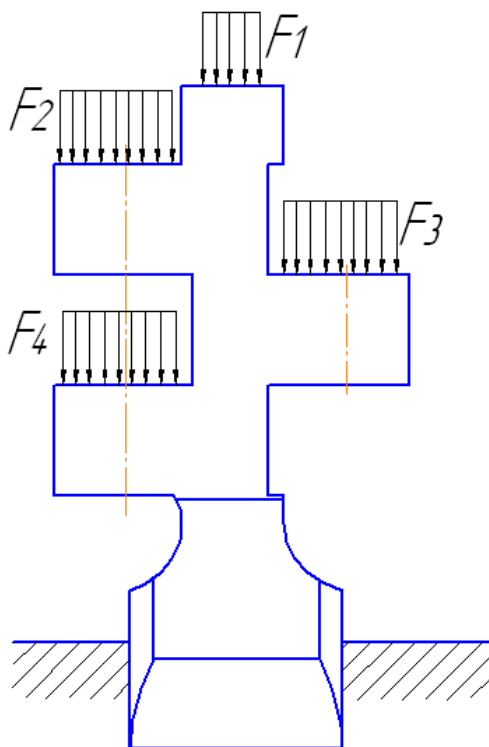


Рисунок 3.6 – Дія розподіленого навантаження на ланку різача

### 3.4.1 Розрахунок з використанням програмного комплексу Impact

Різак

- введення;
- інформація про файл;
- матеріали;
- інформація про навантаження і обмеження;
- властивості дослідження.
- результати:
  - а) напруження;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
65

- в) переміщення;
- с) переміщення;
- д) запас міцності.

1. Введення:

Провести результат аналізу FEM на Rizak

2. Інформація про файл:

Ім'я моделі: Rizak

3. Місце знаходження моделі:

C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\Rizak

4. Місце знаходження результатів моделювання:

C:\DOCUME~1\Admin\Temp

Ім'я дослідження:

Simulation Study (-По замовчуванню-)

Матеріали (рис. 4.7)

№.	Ім'я тіла	Матеріал	Маса	Об'єм
1	Rizak	<a href="#">Лита вуглецева сталь</a>	0.022764 kg	2.91847e-006 м <sup>3</sup>

Рисунок 3.7 – Матеріал для дослідження

Інформація про навантаження і обмеження (рис.3.8).

Кріплення		
Обмеження1 <Rizak>	вкл 10 Грані нерухомі (немає переміщень).	
Навантаження		
Навантаження1 <Rizak>	Вкл 1 Грані з тиском 2.2222e+006 N/m <sup>2</sup> в напрямку, перпендикулярному вибраній грані	
Навантаження2 <Rizak>	Вкл 3 Грані з тиском 6.9206e+005 N/m <sup>2</sup> в напрямку, перпендикулярному вибраній грані	

Рисунок 4.8 – Навантаження та обмеження

Властивості дослідження (рис. 4.9)

Інформація про сітку	
Тип сітки:	Сітка на твердому тілі
Розбивання, що використовується	Стандартна сітка
Автоматичне ущільнення сітки	Вимкн.
Згладжування поверхні	Увімкн.
Перевірка Якобіана	4 Points
Розмір елемента	0.8578 mm
Допуск	0.04289 mm
Якість	Висока
Кількість елементів	31935
Кількість вузлів	48664
Час до завершення сітки (години, хвилини, секунди)	00:00:04
Ім'я комп'ютера	Кафедра МАЕЕС
Інформація про програму, що вирішує	
Якість	Висока
Тип програми, що вирішує	Авто

Рисунок 3.9 – Властивості дослідження

Результати розрахунків:

a) Напруження (рис. 3.10)

Ім'я	Тип	Мін	Місце	Макс	Місце
Епюра 1	VON: Напруження Von Mises	0.000816168N/m <sup>2</sup>	(10.0781 mm, -41.9687 mm, 4.5 mm)	2.86021e+007 N/m <sup>2</sup>	(1.37616 mm, -30.6289 mm, 2.94828 mm)
<b>Rizak – Simulation Study-Напруження-Епюра1</b>					
JPEG					

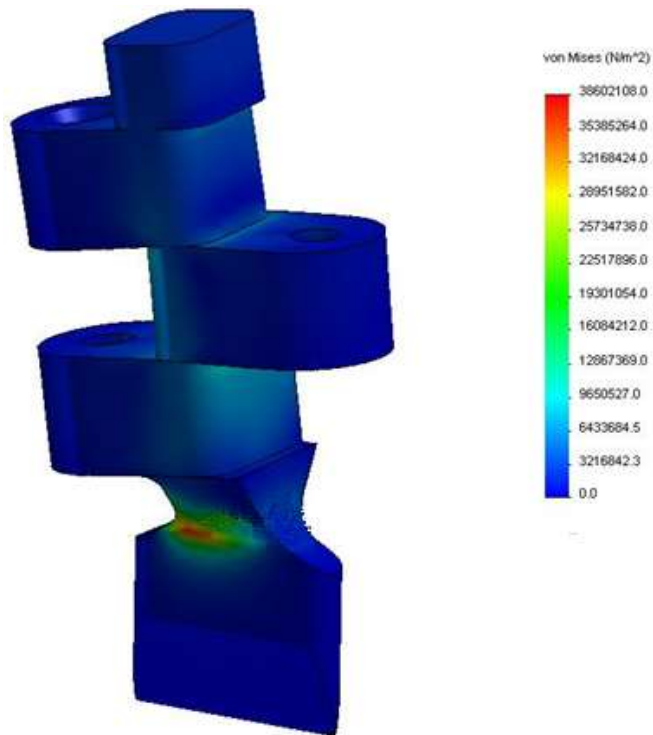


Рисунок 3.10 – Напруження

b) Переміщення (рис. 3.11)

Ім'я	Тип	Мін	Місце	Макс	Місце
Епюра 2	URES: Результуюче переміщення	0 m	(-1,5 mm, -31.2305 mm, 3 mm)	0.00433629 mm	(-11.4063 mm, -7.92671 mm, 4.56103 mm)

**Rizak-Simulation Study-Переміщення-Епюра2**

JPEG

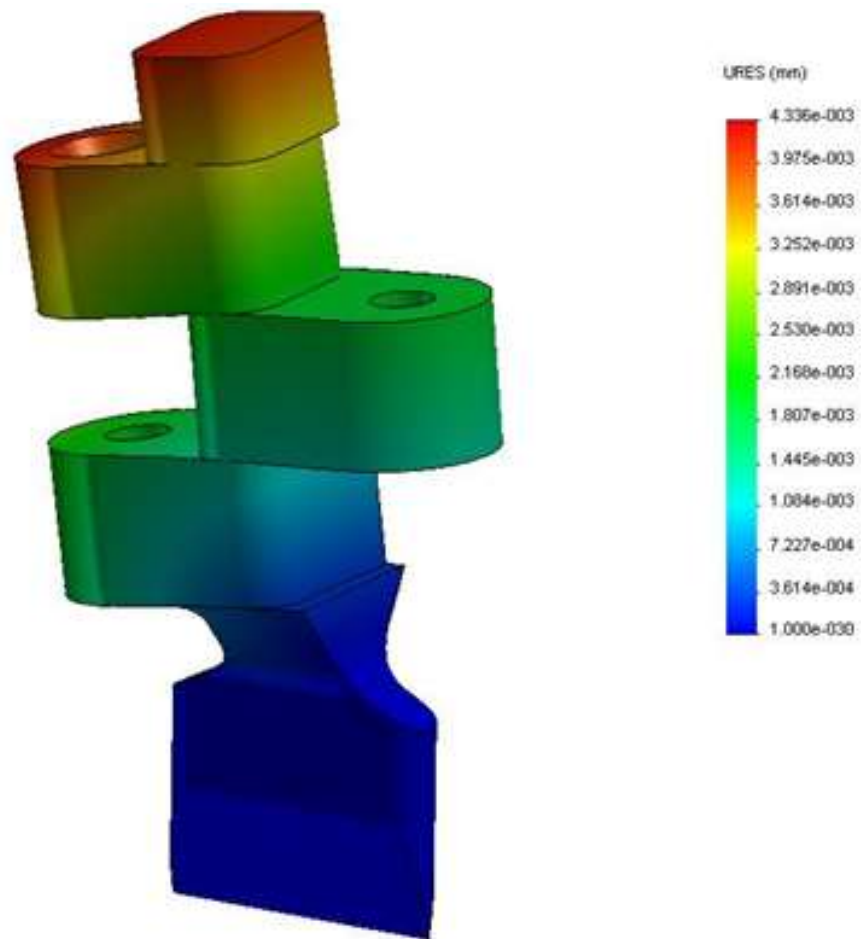


Рисунок 3.11 – Переміщення

с) Переміщення (рис. 3.12):

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



Рисунок 3.12 – Переміщення

d) Запас міцності (рис. 3.13):



Рисунок 3.13 – Запас міцності

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
70

На лінійному статичному аналізі базуються результати аналізу проектування. Передбачається ізотопний матеріал. Лінійний статичний аналіз передбачає, що: поведінка матеріалу під час дослідження є лінійною згідно закону Гука. Викликані навантаженням зміщення є достатньо невеликими, щоб не враховувати зміни жорсткості в результаті навантаження.

З отриманого розрахунку можна зробити висновок про те, що в процесі виконання технологічної операції вирубування на кожну ланку різака діє навантаження, в результаті якого виникають деформації та переміщення, що негативно впливають на робочий інструмент і викликають у ньому втомні напруження (рис. 3.10, 3.11). Для запобігання цьому, в місцях виникнення найбільших напружень необхідно вдосконалити ланки за рахунок плавніших переходів і скруглень.

#### 3.4.2 Розрахунок з використанням програмного комплексу Impact вдосконаленої 3D-моделі

Проводиться аналогічний розрахунок з використанням програмного комплексу Impact для нової вдосконаленої 3D-моделі (рис. 3.14) (лист [MPMA22.00.00.000ДТ]).

Різак 2:

- введення;
- інформація про файл;
- матеріали;
- інформація про навантаження і обмеження;
- властивості дослідження;
- результати:
  - а) напруження;
  - в) переміщення;

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- c) Переміщення;
- d) Запас міцності.

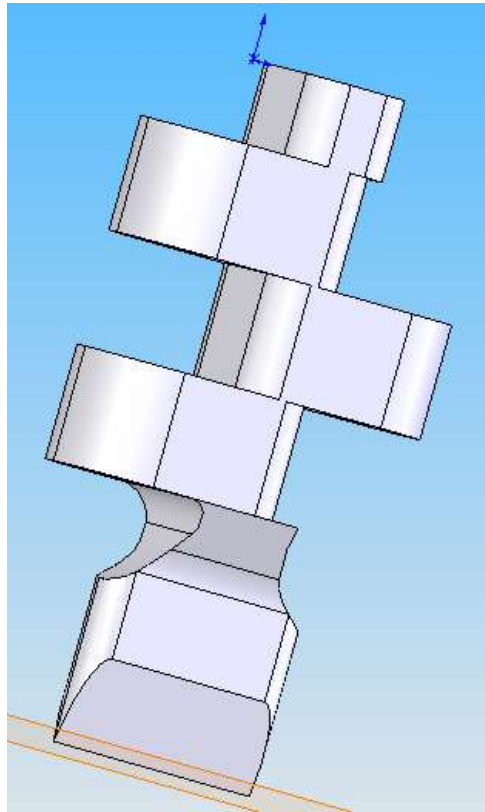


Рисунок 3.14 – Удосконалена модель для розрахунку

1. Введення:

Здійснити результат аналізу FEM на Rizak

2. Інформація про файл:

Ім'я моделі: (Rizak)

3. Місце знаходження моделі:

C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\Rizak

4. Місце знаходження результатів:

C:\DOCUME~1\Admin\Temp

Ім'я дослідження:

Simulation Study (-По замовчуванню-)

Матеріали (рис. 3.15):

№.	ім'я тіла	Матеріал	Маса	Об'єм
1	Rizak	<a href="#">Лита вуглецева сталь</a>	0.0229719 kg	2.94512e-006 m <sup>3</sup>

Рисунок 3.15 – Матеріал для дослідження

Інформація про навантаження і обмеження (рис.3.16)

Кріплення		
<b>Обмеження1 &lt;Rizak&gt;</b>	вкл 10 Грані нерухома (немає переміщень).	
Навантаження		
<b>Навантаження1 &lt;Rizak&gt;</b>	Вкл 1 Грані с тиском <b>2.2222e+006 N/m<sup>2</sup></b> в напрямку, перпендикулярному вибраній грані	
<b>Навантаження2 &lt;Rizak&gt;</b>	Вкл 3 Грані з тиском <b>6.9206e+005 N/m<sup>2</sup></b> в напрямку, перпендикулярному вибраній грані	

Рисунок 3.16 – Навантаження та обмеження

Властивості дослідження (рис. 3.17)

Інформація про сітку	
Тип сітки:	Сітка на твердому тілі
Розбивання, що використовується	Стандартна сітка
Автоматичне ущільнення сітки	Вимкн.
Згладжування поверхні	Увімкн.
Перевірка Якобіана	4 Points
Розмір елемента	0.86041mm
Допуск	0.043021 mm
Якість	Висока
Кількість елементів	32000
Кількість вузлів	48716
Час до завершення сітки (години, хвилини, секунди)	00:00:06
ім'я комп'ютера	Кафедра МАЕЕС
Інформація про програму, що вирішує	
Якість	Висока
Тип програми, що вирішує	Авто

Рисунок 3.17 – Властивості дослідження

Результати :

а) Напруження (рис. 3.18)

ім'я	Тип	Мін	Місце	Макс	Місце
Епюра 1	VON: Напруження Von Mises	0.000224989 N/m <sup>2</sup>	(10.0781 mm, -41.9687 mm, 4.5 mm)	2.90898e+007 N/m <sup>2</sup>	(1.6503 mm, -29.0758 mm, 6.86302 mm)
<b>Rizak - Simulation Study-Напряжение-Епюра1</b>					
JPEG					

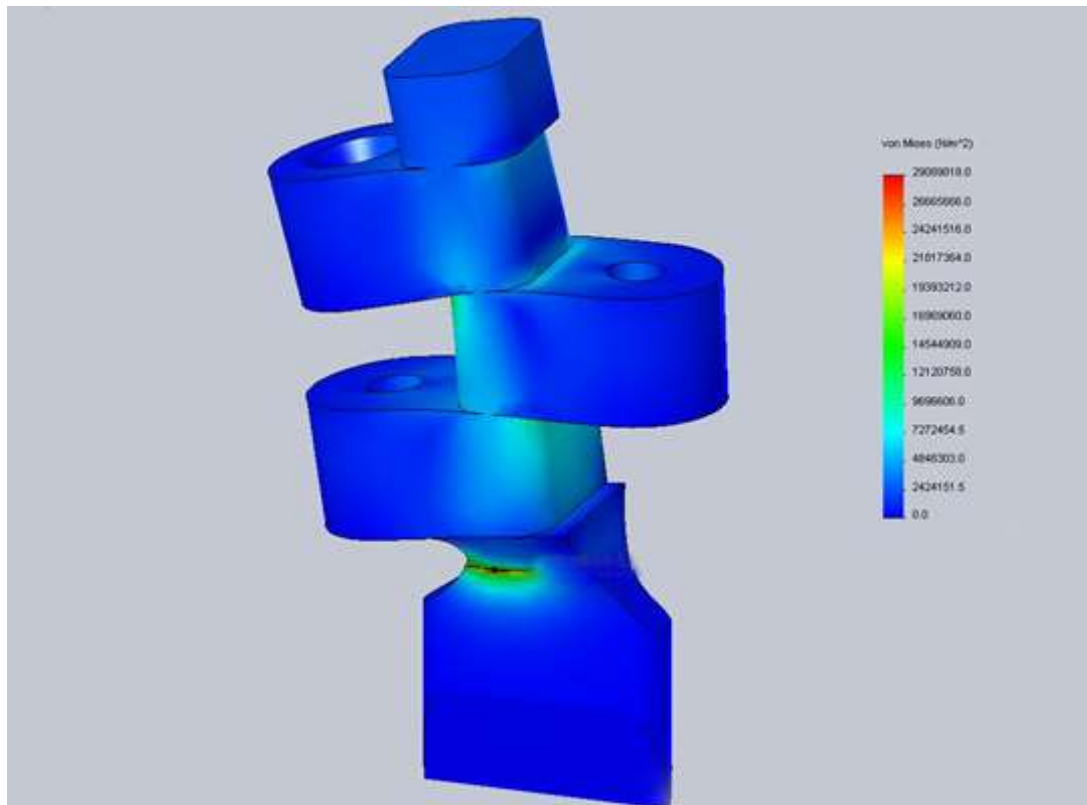


Рисунок 3.18 – Напруження

б) Переміщення (рис. 3.19)

ім'я	Тип	Мін	Місце	Макс	Місце
Епюра 2	URES: Результуюче переміщення	0 m	(-3 mm, -31.9687 mm, 4.5 mm)	2.31148e-006 m	(-11.3325 mm, -9.12906 mm, 4.61748 mm)

Rizak-SimulationXpressStudy-Переміщення-Епюра2

JPEG

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
75

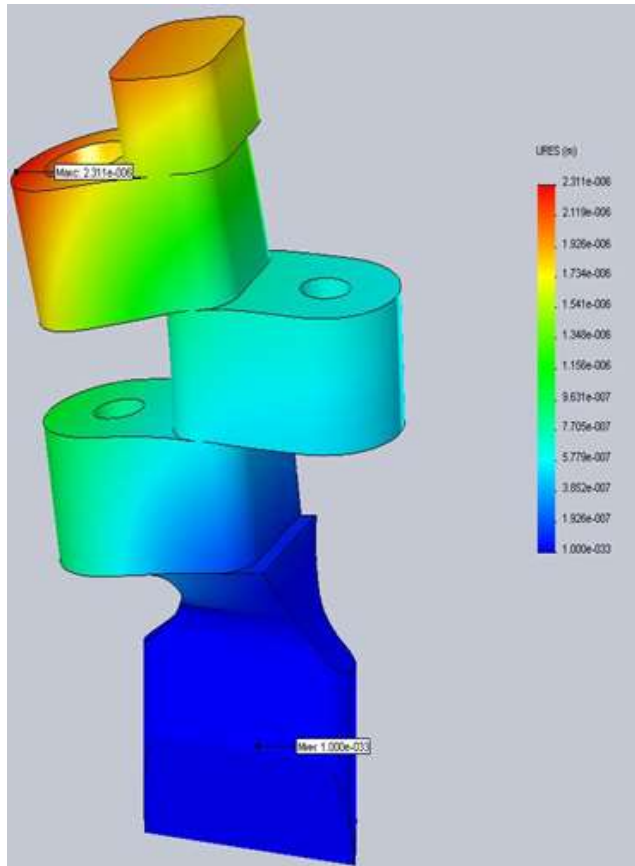


Рисунок 3.19 – Переміщення

с) Переміщення (рис. 3.20)

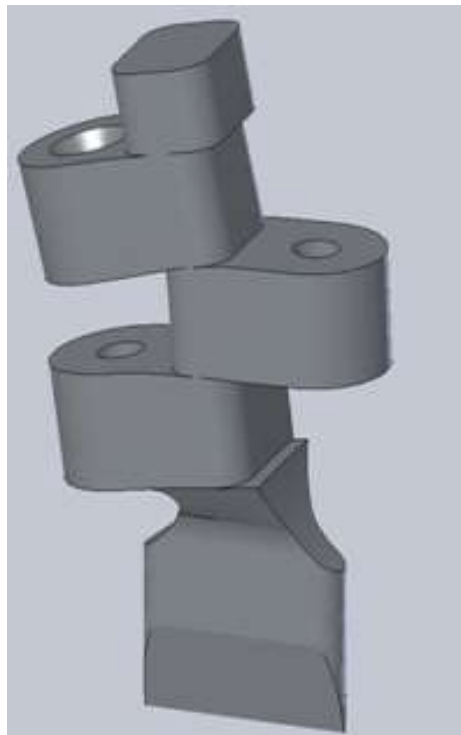


Рисунок 3.20 – Переміщення

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
76

d) Запас міцності деталі (рис. 3.21)

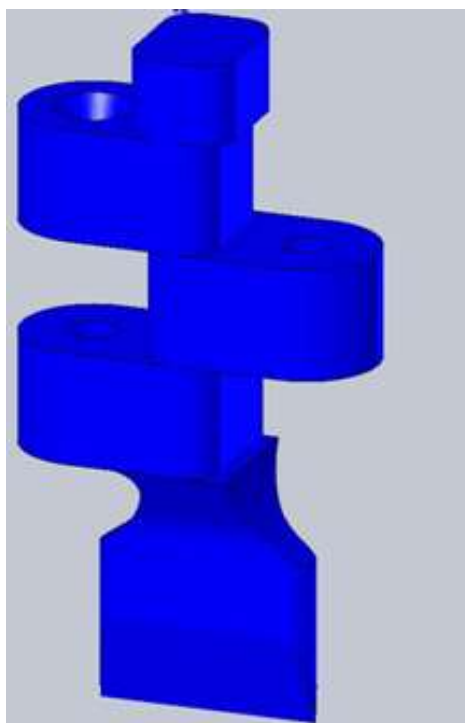


Рисунок 3.21 – Запас міцності деталі

Після проведення повторного розрахунку з вдосконаленою моделлю, було помічено значно меншу концентрацію напружень. Отже, базою для розробки робочого інструменту можна прийняти другий варіант розрахунку, оскільки забезпечується більша стійкість робочого інструменту проти навантаження і надійність під час експлуатації.

### 3.5 Розробка 3-D моделі з використанням програмного середовища Solid Works

З використанням програмного середовища Solid Works було розроблено 3D-модель запропонованого різака.

На теперішній день, SolidWorks – це один з найбільш популярних і широко використовуваних в світі пакетів 3D-моделювання, до складу якого

входить широкий набір інтегрованих CAE/CAM/PDM модулів і більше 550 спеціалізованих додатків.

SolidWorks – це САПР, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів різної складності і призначення.

SolidWorks є ядром інтегрованого комплексу автоматизації виробничого підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу відповідно до концепції CALS-технологій, що включає двохнаправлений обмін даними з іншими Windows-додатками та створення інтерактивної документації. Розробки компанії SolidWorks Corp. характеризуються високими показниками надійності, якості та продуктивності, що в поєднанні з кваліфікованою підтримкою робить SolidWorks кращим рішенням для промисловості.

Комплексні рішення SolidWorks базуються на широкому спектрі спеціалізованих модулів та передових технологіях гібридного параметричного моделювання. Програма функціонує на платформі Windows XP, підтримує ЄСКД і ГОСТ. Промислове впровадження SolidWorks дозволяє не тільки скоротити терміни проєктування, а й зменшити витрати на виробництво.

Дана 3D-модель представлена на рис.3.22 – 3.24 (лист [МРМА22.00.00.000ДІ]).

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

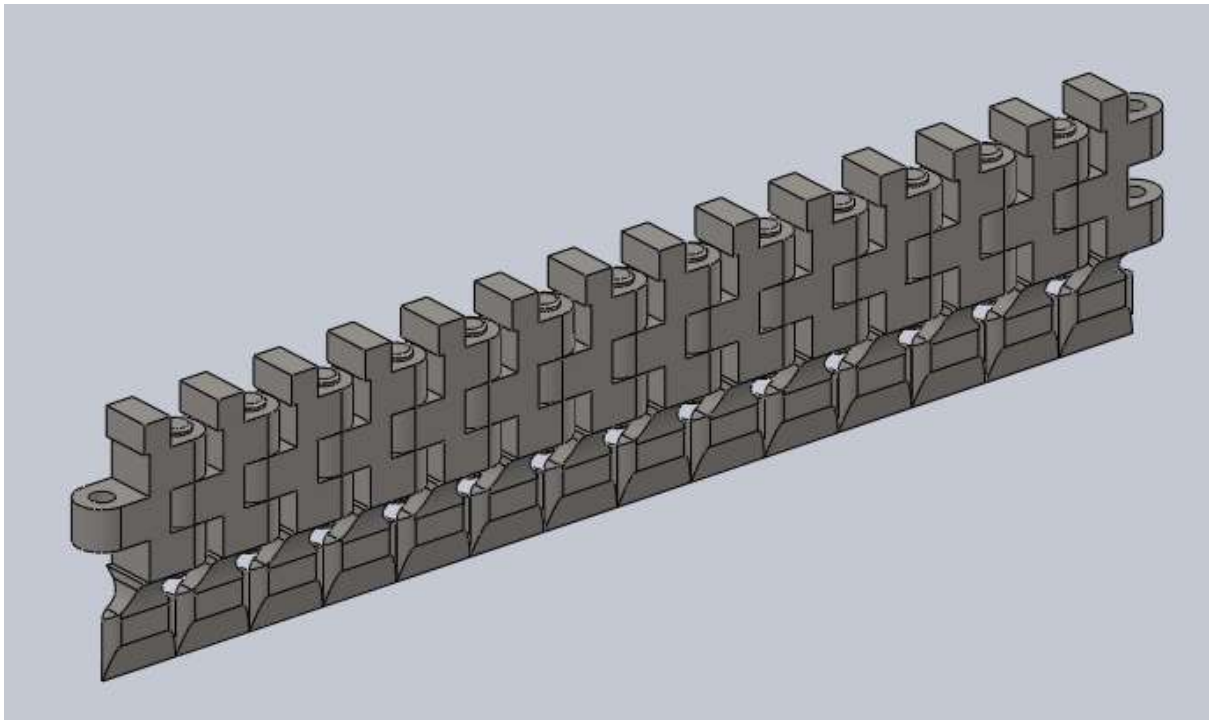


Рисунок 3.22 – 3D-модель різачка зі змінною геометрією, який складається з 14 ланок

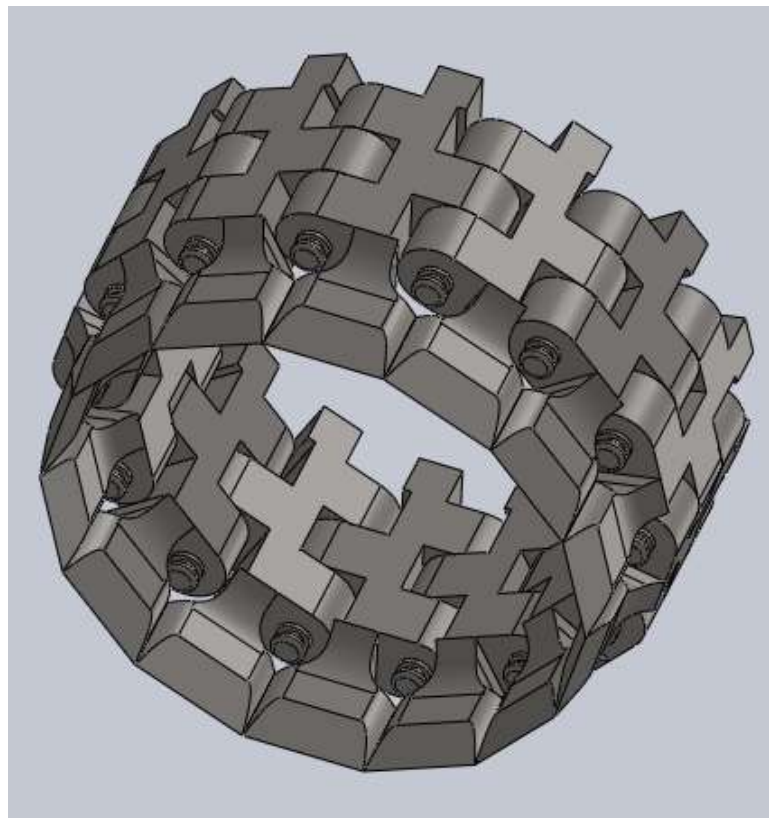


Рисунок 3.23 – Замкнута 3D-модель різачка зі змінною геометрією (вид зі сторони ріжучого леза)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА22.00.00.000 ПЗ

Арк.  
79

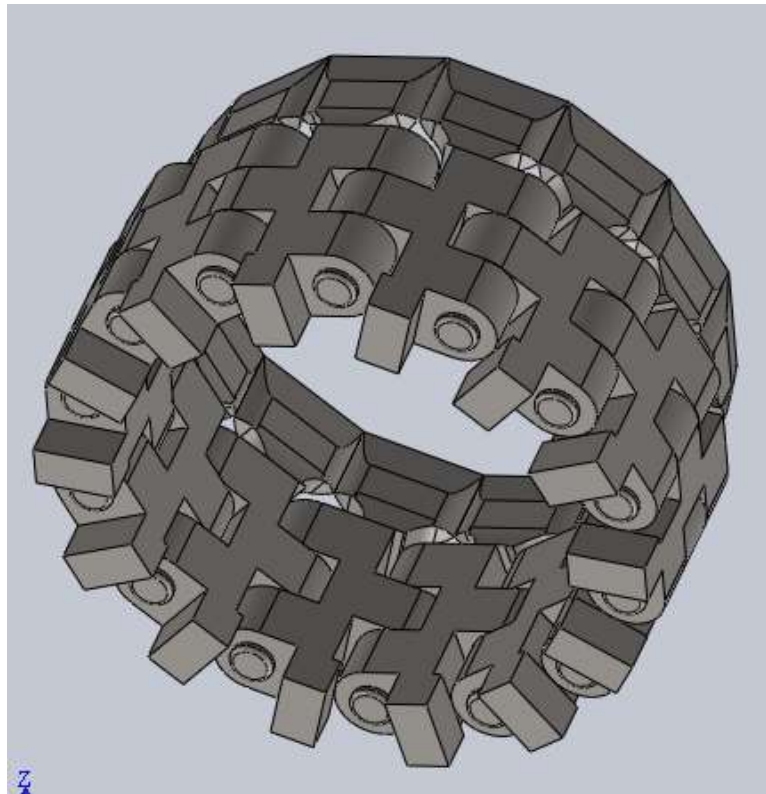


Рисунок 3.24 – Замкнута 3D-модель різачка (вид зі сторони прикладання зусилля)

### 3.6 Висновки до розділу

В даному розділі здійснено розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції різачка за змінною геометрією. Проведено перевірочний розрахунок ланки різачка на зріз, розрахунок та вибір електромагнітного пристрою, динамічний розрахунок ланки різачка змінної геометрії з використанням програмного комплексу Impact, розробку 3D-моделі з використанням програмного середовища Solid Works.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі здійснювалася розробка конструкції різака змінної геометрії та дослідження процесу вирубування за допомогою нього деталей виробів легкої промисловості. Розроблена конструкція даного робочого інструменту усуває недоліки існуючих конструкцій різаків за рахунок того що:

- може змінювати свою форму згідно форми потрібної деталі, не втрачаючи при цьому стійкості та міцності при навантаженні;
- дає можливість корегування розміру різака за рахунок додавання або вилучення додаткових ланок, що з'єднані одна з одною за допомогою вісьового з'єднання;
- в процесі вирубування інструмент створює на кожну ланку розподілене рівномірно навантаження за рахунок фіксації положення за рахунок розробленої магнітної плити, при цьому проходить повне прорубання матеріалу.

Розроблений робочий інструмент виконує ті ж самі функції, що і звичайний різак, проте на підприємствах легкої промисловості його використання є доцільнішим, оскільки один різак може вирубувати різні за формою деталі. Даний виріб має поліпшені характеристики, що в свою чергу веде до збільшення продуктивності праці на виробництві.

Використання розробленого виробу дає можливість знизити собівартість процесу виконання операції вирубування за рахунок використання значно меншої кількості різаків.

					MPMA22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Базюк Г.П. Резание и режущий инструмент в швейном производстве. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 192 с.
2. Колосков В.И., Колясин Б.П. Оборудование и механизация обувного производства. – М.: Легкая индустрия, 1979. - 320 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.
4. Мотейл В. Машины и оборудование в швейном производстве: машины для технической подготовки производства раскроя, соединения тепловой обработки и отделки: Пер. с чеш. – М.: Легпромбытиздат, 1986 – 240 с.
5. Машины, машины-автоматы и автоматические линии легкой промышленности: Учебник для ВУЗов/ Анастасиев А.А., Архипов Н.Н., Жаров А.Н., Корнилов В.П., Сторожев В.В. – Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 352 с.
6. Орловський Б.В. Технологічне обладнання галузі: навчальний посібник / Б.В.Орловський, Н.С.Абрінова. - К.: КНУТД, 2013.-285 с.
7. Оборудование швейного производства: учебное пособие для швейных специальных учебных заведений / Рейбарх Л.Б., Лейбман С.Я., Рейбарх Л.П. – М.: Легпромбытиздат, 1988 – 288 с.
8. Чернин И.М., Кузьмин А.В., Ицкович Г.М. Расчёты деталей машин. Справочник – Минск: Высшая школа, 1974. – 258 с.
9. Методичні вказівки до виконання магістерської роботи. Для студентів спеціальностей «Галузеве машинобудування», «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Частина 1 / М.Є. Скиба, С.В. Смутко, В.І. Онофрійчук, О.С. Поліщук – Хмельницький: ХНУ, 2008. -163 с.

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

10. Биргер И. А. и др. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.

11. Зыбин В.П. Механизмы и инструменты обувных машин. М.: Гизлегпром, 1953. - 265 с.

12. Капустин И.И. Резание и режущие инструменты в кожевенно-обувном производстве. М.: Гизлегпром, 1950. - 170 с.

13. Толочко В.И. Значение геометрии режущего инструмента при вырубке деталей из жестких кож. - "Легкая промышленность", 1957, № 4, С. 21-25.

14. Корнилов В.П. Силы, действующие на нож при резании кожи и резины. - Научные труды МТИЛП. М., 1958, сб. 13, С. 98-108.

15. Афанасьев А.А., Толочко В.И. Установление припусков и допусков на размеры деталей низа обуви при их обработке. - "Легкая промышленность", 1954, № 1, С. 28-33.

16. Афанасьев А.А. Допуски и технический контроль в обувном производстве. Гизлегпром, 1959. - 287 с.

17. Корнилов В.П. Исследование процессов транспортировки и продольного Резания кожи и резины. - Научные труды МТИЛП. М., 1959, сб. 14, С. 23-32.

18. Корнилов В.П. Обработка торца уреза ножом. - Научные труды МТИЛП, М., 1969, сб. 17, С. 231-234.

19. Корнилов В.П., Свистунов Ю.Г. Выбор рациональных рабочих органов машин для обработки торца уреза обуви виброножом.- Научные труды МТИЛП, М., 1960, сб. 20, С. 119-125.

ДОДАТОК А

					МРМА22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		