

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


## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Розробка  
пресу для встановлення металевої фурнітури у виробках легкої  
промисловості

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»  
Шифр, назва  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Шифр, назва  
Освітня програма Робототехнічні та мехатронні системи галузі

Шифр БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 4 курсу  
група РМ-21-1

  
Підпис

І. А. Рабійчук  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

В. С. Неймак  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С. І. Пундик  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

В. С. Неймак  
Ініціали, прізвище

02 06 2025 р.

Хмельницький 2025

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Шифр і назва

Освітня програма Робототехнічні та мехатронні системи галузі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

к.т.н., доц. Неймак В.С.

02. 06 .2025р.

## ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Рабійчук Іван Андрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка пресу для встановлення металевої фурнітури у виробх легкої промисловості

керівник роботи Неймак Віталій Станіславович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 7 02 2025 р. № 23

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.25

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики пресового обладнання

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

Вступ. 1. Аналіз пресового обладнання для кріплення фурнітури. 2. Конструкторська частина 3. Розрахункова частина Перелік джерел посилання.

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

1. Преса для вставки фурнітури (ДО, А1). 2. Універсальний пневматичний прес для легкої промисловості (СК, 2А1). 3. Ударний механізм (СК, А2). 4. Пневмокамера (СК, А2). 5. Схема роботи ударного механізму (ДТ, 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. Аналіз пресового обладнання для кріплення фурнітури.	до 20.05.25р.	
2. Конструкторська частина	до 29.05.25р.	
3. Розрахункова частина	до 5.06.25р.	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 8.06.25р.	

Студент

Підпис

І.А. Рабійчук

Ініціали, прізвище

Керівник роботи

Підпис

В.С. Неймак

Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

до бакалаврської роботи студента  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».


1. Прізвище, ім'я та по батькові Рабійчук Іван Андрійович

2. Тема бакалаврської роботи Розробка пресу для встановлення металевої фурнітури у виробках легкої промисловості

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

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 68


5. Сучасний стан обладнання підприємств легкої промисловості показав актуальним проблему створення такого пресового обладнання, якому притаманні з одного боку: простота, надійність, універсальність; з іншого: відносно низька вартість. Однією з основних задач, які ставлять перед легкою промисловістю є збільшення товарів високої якості при найменших трудових і матеріальних затратах. Для цього необхідно, насамперед удосконалити технологію як основу розвитку засобів автоматизації. Актуальним є розробка пресового обладнання для встановлення фурнітури у виробках легкої промисловості. В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень з тематики бакалаврської роботи. В другому розділі здійснюється розробка конструкції пресу для встановлення металевої фурнітури у виробках легкої промисловості. В третьому розділі проведено необхідні розрахунки.

Підпис студента   
" 02 " 06 20 25 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 1 від " 18 " 06 20 25 р.

Оцінка проекту ЕК 4,0/5  
Рекомендації ЕК \_\_\_\_\_

Особливі відмітки \_\_\_\_\_  
Технічний секретар 

" 18 " 06 20 25 р.

# АНОТАЦІЯ

до бакалаврської роботи студента  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

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

Рабійчук Іван Андрійович

2. Тема бакалаврської роботи Розробка пресу для встановлення металевої фурнітури у виробках легкої промисловості

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

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 68

5. Сучасний стан обладнання підприємств легкої промисловості показав актуальним проблему створення такого пресового обладнання, якому притаманні з одного боку: простота, надійність, універсальність; з іншого: відносно низька вартість. Однією з основних задач, які ставлять перед легкою промисловістю є збільшення товарів високої якості при найменших трудових і матеріальних затратах. Для цього необхідно, насамперед удосконалити технологію як основу розвитку засобів автоматизації. Актуальним є розробка пресового обладнання для встановлення фурнітури у виробках легкої промисловості. В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень з тематики бакалаврської роботи. В другому розділі здійснюється розробка конструкції пресу для встановлення металевої фурнітури у виробках легкої промисловості. В третьому розділі проведено необхідні розрахунки.

Підпис студента \_\_\_\_\_

"02" 06 2025 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 1 від "18" 06 2025 р.

Оцінка проекту ЕК \_\_\_\_\_

Рекомендації ЕК 4,0/с  
впровадження у виробництво

Особливі відмітки \_\_\_\_\_



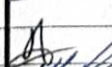

Технічний секретар \_\_\_\_\_

"18" 06 2025 р.

## Зміст

	с
Вступ	5
1 Аналіз пресового обладнання для кріплення фурнітури	7
1.1 Машина ВБ-1	7
1.2 Настільний механічний прес ПН-1	9
1.3 Пристрій для кріплення фурнітури	11
1.4 Пневматичний прес з системою управління для кріплення галантерейної фурнітури	16
1.5 Пристрій для кріплення ґнопок на виробі	22
1.6 Прес для прикріплення застібок	27
Висновки до першого розділу	29
2 Конструкторська частина	30
2.1 Будова і принцип дії пресу	30
2.2 Будова і принцип дії ударного механізму	31
Висновки до другого розділу	32
3 Розрахункова частина	33
3.1 Розрахунки пресу для встановлення фурнітури	33
3.2 Технологічний процес відновлення втулки ударного механізму	48
Висновки до третього розділу	64
Загальні висновки	65
Перелік джерел посилання	66
Додатки	68

**БРМА 25.00.00.000 ПЗ**

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата				
Виконав		Рабійчук І.А.			Розробка пресу для встановлення металевої фурнітури у виробках легкої промисловості	Літера	Арк.вш	Арк.вшів
Перевір.		Неймак В.С.				б	4	67
Н.контр.		Пукдак			ХНУ, гр.РМ-21-1			
Затвер.		Неймак В.С.						

## Вступ

У сучасній легкій промисловості спостерігається тенденція до розвитку великої кількості малих та середніх підприємств, де немає потреби у застосуванні потужного та, відповідно, енерговитратного пресового обладнання. Переважно у такому обладнанні використовуються електромеханічний, гідравлічний або пневматичний приводи. Разом із позитивними рисами, це обладнання має певні недоліки: висока вартість, габаритність, низький коефіцієнт корисної дії. На малих і середніх підприємствах, скажімо, при виконанні технологічних операцій тиснення та перфорації, особливо при обробці невеликих деталей верху взуття, не потрібне таке велике зусилля (450-1000 кН), яке дають звичайні преси.

Сучасний стан обладнання підприємств легкої промисловості виявив актуальність проблеми створення такого пресового обладнання, яке поєднувало б у собі, з одного боку, простоту, надійність, універсальність, а з іншого – відносно низьку вартість.

Одним з основних завдань, які стоять перед легкою промисловістю, є збільшення випуску товарів високої якості при мінімальних трудовитратах і матеріальних затратах. Для цього необхідно, в першу чергу, удосконалювати технології як фундамент для розвитку засобів автоматизації.

Актуальною залишається розробка пресового обладнання для встановлення фурнітури у виробках легкої промисловості.

Задачі бакалаврської роботи:

1. Аналіз пресового обладнання для кріплення фурнітури;
2. Аналіз технологічного процесу кріплення фурнітури;
3. Розробка конструкції преса та ударного механізму;

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4. Розрахунок елементів пресового обладнання для встановлення фурнітури у виробх легкої промисловості;

5. Розробка технологічного процесу відновлення елементів пресу для встановлення фурнітури у виробх легкої промисловості.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## 1 Аналіз пресового обладнання для кріплення фурнітури

У технологічних процесах легкої промисловості, щоб пробити отвори у скріплюваних деталях та виробих зі шкіри, тканини чи синтетичних матеріалів, з подальшим розклепуванням блочків, використовують штампи. Блочки — це металеві деталі, форма яких нагадує циліндричну втулку з вінчиком. Вони фіксуються у деталях таким чином, щоб вінчик був з лицьового боку, а розклепана частина втулки — з внутрішнього.

Робота механізмів таких машин може базуватись на електромеханічному чи пневматичному принципі. Проте, незалежно від способу роботи штампів, для їх проектування, найперше, необхідно враховувати силові параметри цього процесу.

### 1.1 Машина ВБ-1

Штампи розроблені для виготовлення отворів у деталях, що з'єднуються, а також виробих зі шкіри, замінників шкіри, текстилю та інших матеріалів, використовуваних у виробництві взуття та одягу, з подальшим розклепуванням і фіксацією в них різних типів кнопок. Найчастіше кнопки розміщують в отвори, пробиті в деталях, і з'єднують з лицьового боку вінчиком [1].

Для встановлення кнопок широко застосовують машини ВБ-1, 01058/РІ або 01198/Р2 (Чехія) та інші. Принцип дії машин ВБ-1 і 0105/РІ ідентичний. Машина 01198/Р2 реалізує вставку блочків одночасно в два протилежні берці зшитой заготовки.

Розгляд основних питань проектування та розрахунку штампів машин для установки кнопок буде продемонстровано на прикладі машини ВБ-1. Робота штампа відбувається завдяки механізмам пробійників, транспортера та уловлювача кнопок. Пробійник-транспортер під час роботи прорубує отвори в

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

берцях, переміщує заготовку на визначений крок, виконує функцію опори в момент розклепування кнопок.

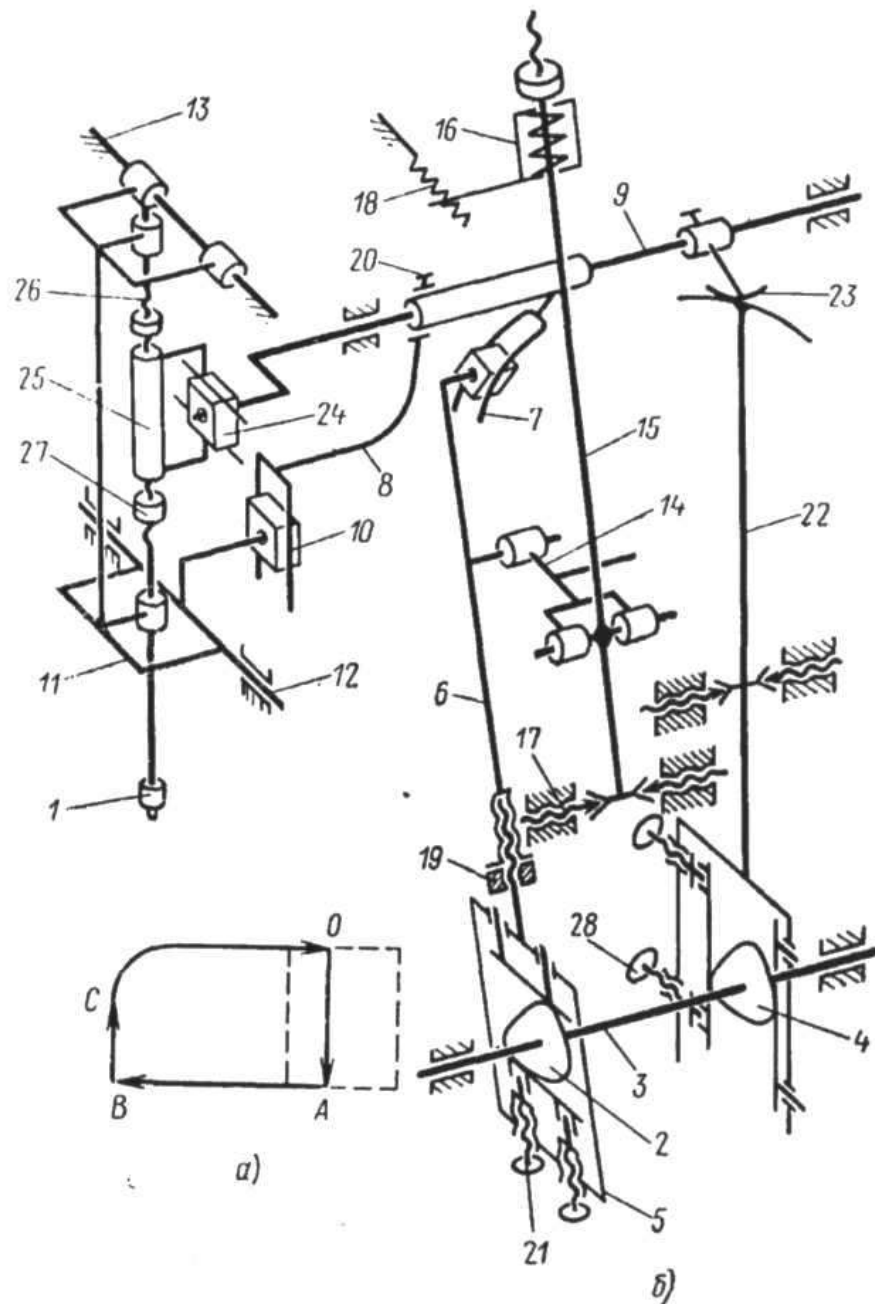


Рисунок 2.1 – Кінематична схема пробійника-транспортера машини ВБ-1

Горизонтальне переміщення пробійник-транспортера (рисунок 1.1) реалізується від кулачка 2, що зафіксований на головному валу 3. Ключовими складовими цього кінематичного ланцюга є рамка 5, тяга 6,

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

куліса 7, поводок 8, верхній вал 9, сухар 10, корпус 11 транспортера, нижній 12 та верхній 13 напрямні вали.

Пристрій для регулювання кроку транспортування включає в себе тягу 14, важіль 15, рукоятку 16, центрувальні гвинти 17, зубчастий сектор 18, обладнаний шкалою, контргайку 19. Точність позиціонування пробійника-транспортера над кнопковловлювачем та матрицею досягається за допомогою гвинта 20. Зазор між кулачком та рамкою коригується за допомогою пластинчастих вкладишів через гвинти 21.

Ланцюг вертикального переміщення пробійник-транспортера побудований з кулачка 4, важеля 22, який на верхньому кінці має зубчастий сегмент, сегментної шестерні 23, вала 29, вкладиша 24, куліси 25, штока 26 з гайками 27. Зазор між кулачками та вкладишем важеля 22 налаштовується за допомогою гвинтів 28.

Фундаментальним елементом розглянутих механізмів є штамп, що складається з пробійника-транспортера (пуансон) та кнопковловлювача з матрицею. Структура спроектованих механізмів суттєво залежить від типу кнопок, що застосовуються в з'єднанні деталей, величини прикладеного зусилля та об'єму роботи, виконаної під час їх розклепування, з технологічної схеми реалізації операцій, конструктивних особливостей елементів штампа та інших факторів.

## 1.2 Настільний механічний прес ПН-1

Для декорування одягу з капрону, шкіри, штучного хутра використовують різноманітні металеві аксесуари.

Для кріплення фурнітури на виробх застосовують настільний механічний прес ПН-1[2].

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Корпус преса складається з рукава 1 (рисунок 1.2) та платформи 2, що розташована на кришці промислового столу. У рукаві преса знаходиться головний вал 3 з кривошипом 4. На передній торцевій частині рукава між двома регулюючими напрямними 5 встановлено клиноподібний повзун 6, зафіксований гайкою 8, яка регулює по висоті пуансон, тримач 9. Пластиину 10, разом з матрицею 11, монтують відповідно до пуансону 12 і кріплять до платформи 2 чотирма гвинтами.

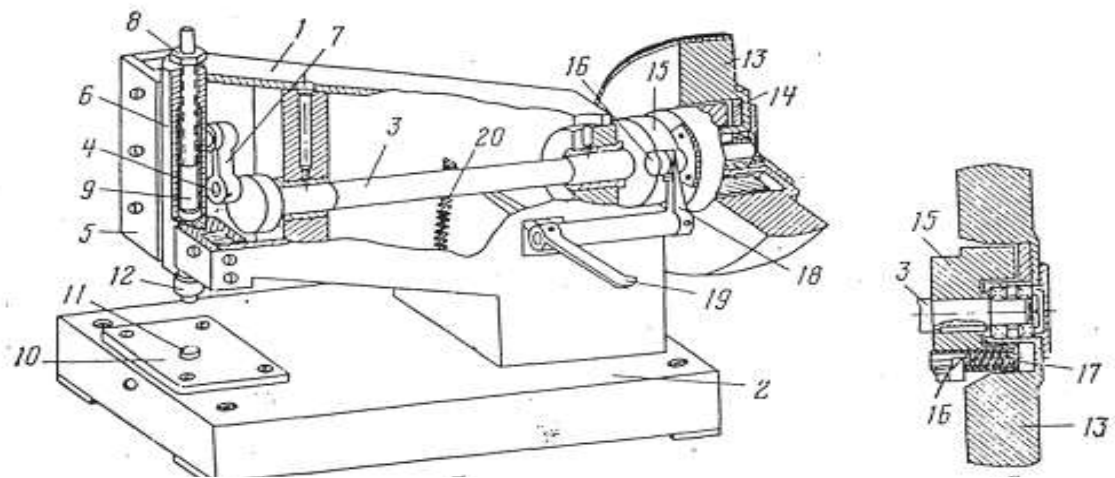


Рисунок 1.2 – Механізм вмикання преса

Механізм включення преса складається з шківів 13 та упору 14, напівмуфти 15, що має палець 16, і пружиною 17, клина 18, та важеля включення 19, з обертальною пружиною 20. Шків 13 з'єднано з електродвигуном ременною передачею.

Прес запускають, натискаючи рукою на важіль 19. При цьому клин 18 виходить з пазу пальця 16, і пружина 17 змушує палець 16 вступити у зачеплення з упором 14 вільно обертового шківів 13. Шків передає рух напівмуфті 15, обертаючи головний вал, через що повзун 6 виконує зворотно-поступальні рухи (робочий цикл машини). Під кінець одного оберту клин 18

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.

10

виштовхує палець 16 з зачеплення з упором 14, що призводить до зупинки головного вала, а шків 13 продовжує холосте обертання. Це забезпечує одноударність преса.

Технічні характеристики:

Номінальний тиск, кгс	750
Частота обертання головного валу, об/хв	200
Габарити преса, мм	340x180x285
Продуктивність, од /год	300
Електродвигун типу АОЛ-21/4 потужність, кВт	0,27

Замінюючи відповідним чином робочі органи (пуансони та матриці), на пресі можна встановлювати різноманітну металеву фурнітуру: блочки, хольнітени, кнопки, люверси.

Встановлення кнопок на пресі виконується за 2 робочих цикли. Спочатку пуансон робить отвори в тканині, після чого розвальцьовує розміщену на стрижні матриці кнопку.

### 1.3 Пристрій для кріплення фурнітури

Винахід стосується легкої промисловості, конкретно – пристроїв для фіксації фурнітури на продуктах швейної галузі[3]. Цей пристрій сприяє поліпшенню безпеки праці завдяки матриці, закріпленій на станині, траверсі з інтегрованою гільзою, в стінці якої є наскрізний паз, а в середині знаходиться підпружинений сердечник з кільцевим опорним буртиком і пуансоном на кінці. Фіксує механізм оснащено фіксатором. Гільза знаходиться зовні фіксує механізму, котрий додатково включає вертикальні стержні, зовнішні поверхні яких мають три секції: дві – різного діаметру, з'єднані конічною ділянкою. Фіксатор фіксує механізму реалізовано у формі пластини, що забезпечує горизонтальне переміщення по

напрямних, перпендикулярних до осі гільзи, і вертикальне – вздовж стержня. Один кінець пружини підпружинений до поверхні стержня, а другий – розташований в пазу гільзи, при цьому кільцевий опорний буртик сердечника виконано плоским і перпендикулярним до осі сердечника.

На рисунку 1.3 схематично зображено запропонований пристрій (у вихідному положенні); на рисунку 1.4 – пристрій під час фіксації фурнітури; на рисунку 1.5 – пристрій у момент потрапляння пальця між пуансоном і матрицею.

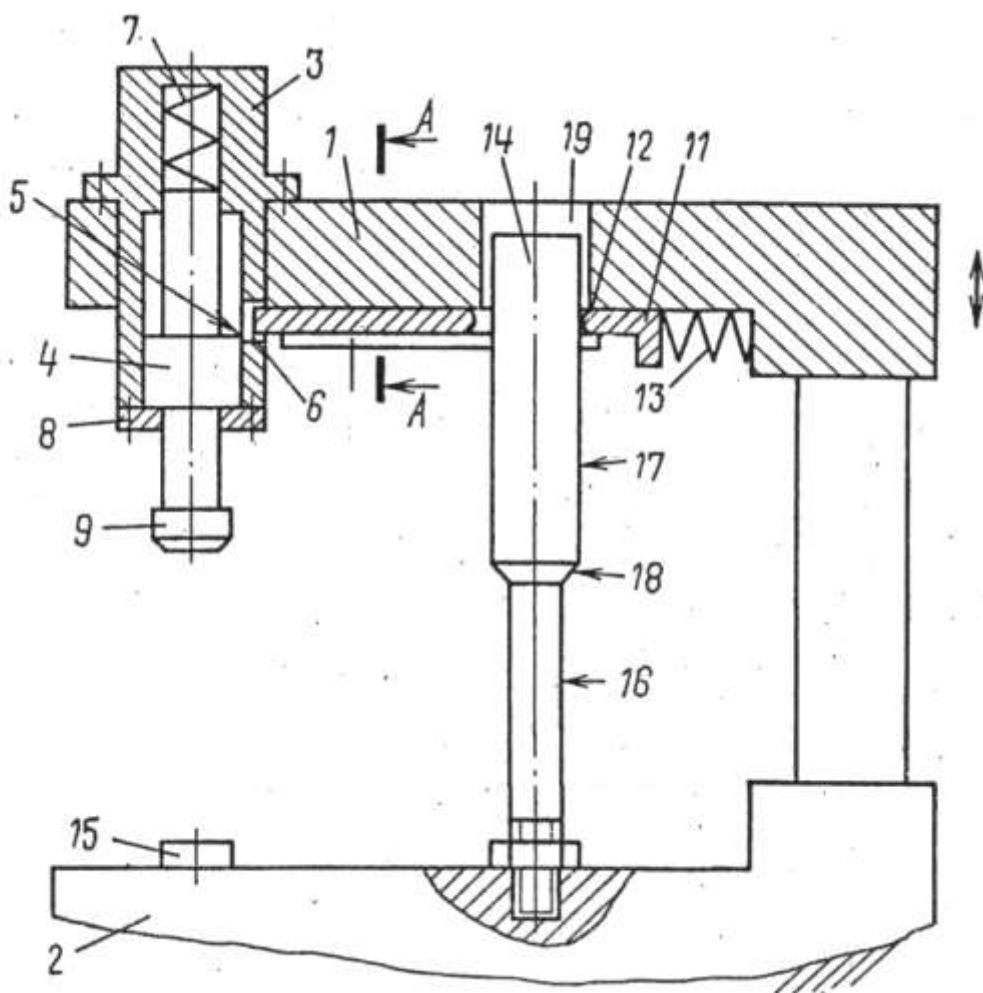


Рисунок 1.3 – Схематичне зображення пристрою в вихідному положенні

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
12

Пристрій, призначений для фіксації фурнітури, включає траверсу 1, яка може рухатися вертикально під дією приводу (не показано) відносно станини 2. На консолі траверси 1 закріплено гільзу 3, всередині якої шарнірно розміщено підпружинений сердечник 4. Останній має проточку з кільцевим упорним буртиком 5, виконаним пласко і перпендикулярно до осі сердечника 4. На боковій поверхні гільзи 3 виконано повздовжній паз 6. Пружина 7 притискає сердечник 4 до обмежувального кільця 8, зафіксованого на гільзі 3. Зусилля пружини не несе загрози оператору, якщо його рука опиниться під сердечником 4, на кінці якого знаходиться змінний пуансон 9.

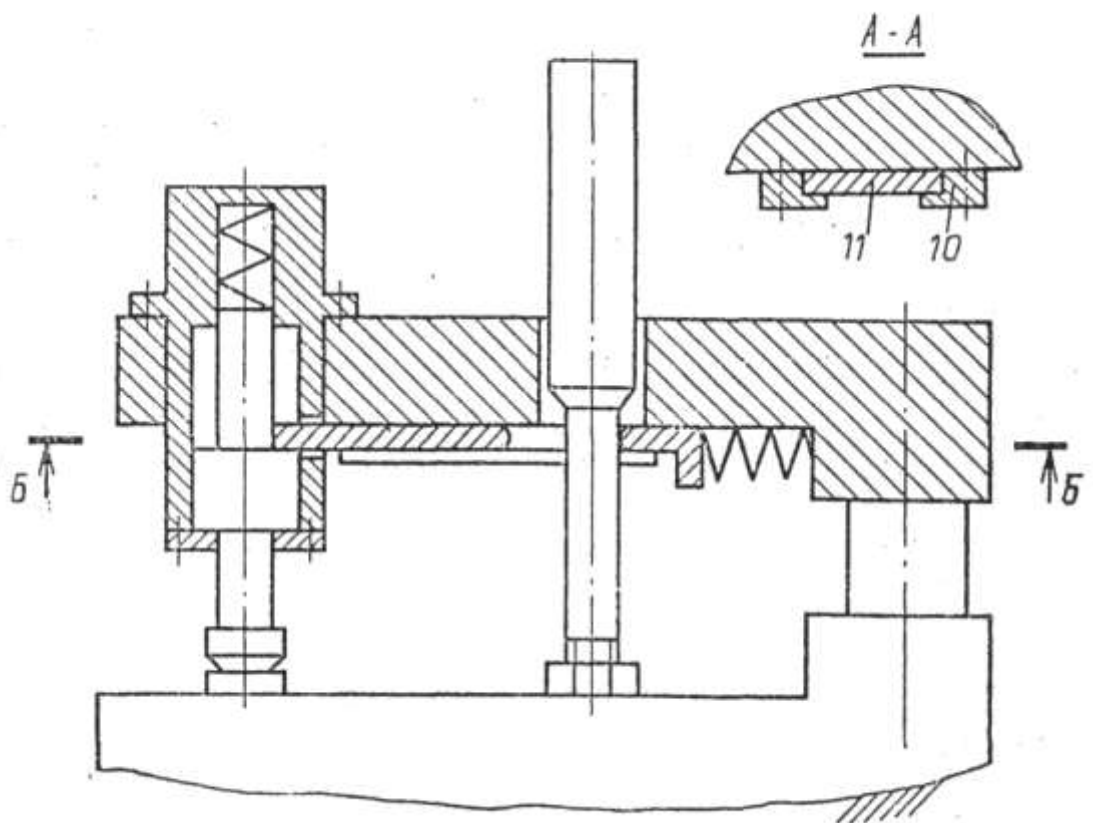


Рисунок 1.4 – Схематичне зображення пристрою в момент кріплення фурнітури

На траверсі 1, вздовж напрямних 10, розташовано підпружинений фіксатор 11. Він має наскрізний овальний отвір з краєм 12. Один край

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
13

фіксатора 11 міститься у пазу 6 гільзи 3, а інший взаємодіє з пружиною 13. Під дією пружини 13, фіксатор 11 притискається краєм 12 до поверхні стержня 14, що вертикально закріплений на станині 2. Змінна матриця 15 розміщена під пуансоном 9. Вісь стержня 14 паралельна осі гільзи, оскільки він закріплений на станині 2. Зовнішня поверхня стержня 14, копій для фіксатора 11, має три ділянки: дві, 16 і 17, різного діаметру, сполучені конічною ділянкою 18. Нижня частина стержня 14 різьбова для регулювання висоти, а верхня частина проходить через отвір фіксатора 11 та розміщена у вікні 19 траверси 1. Фіксатор 11 – пластина, що може горизонтально рухатися по напрямних 10, перпендикулярно до осі гільзи, та вертикально – уздовж стержня 14.

У стані спокою, траверса 1 піднята. Пуансон 9 над матрицею 15, сердечник 4 притиснутий пружиною 7 до кільця 8. Кромка 12 торкається стержня 14 на ділянці 17, від чого фіксатор 11 зрушений вправо. Пружина 13 притискає його правий кінець, а лівий – у пазу 6 гільзи 3, не виступаючи всередину. При включенні, привід опускає траверсу 1. Пуансон 9 наближається до матриці 15. Кромка 12 під дією пружини 13 копіює контактні поверхні 17, 18 та 16 стержня 14, зрушуючи фіксатор 11 вліво. Фіксатор входить лівим боком в кільцеву проточку сердечника 4, фіксуючи його, коли проміжок між пуансоном 9 та матрицею 15 становить 6-7 мм (налаштовується стержнем 14). Це менше за товщину частини руки, але досить для встановлення фурнітури, при закріпленні якої зусилля передає сердечник 4, контактуючи з фіксатором 11 через упорний буртик 5. Після стиснення та кріплення фурнітури, траверса 1 піднімається, привід зупиняється.

Якщо, наприклад, палець потрапить між пуансоном 9 та матрицею 15, сердечник 4 почне підійматися, стискаючи пружину 7. Упорний буртик 5 зсувається вгору відносно фіксатора 11. Фіксація сердечника 4 усередині

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

гільзи 3 не відбудеться, і стиснення пальця буде безпечним, завдяки зусиллю слабкої пружини 7.

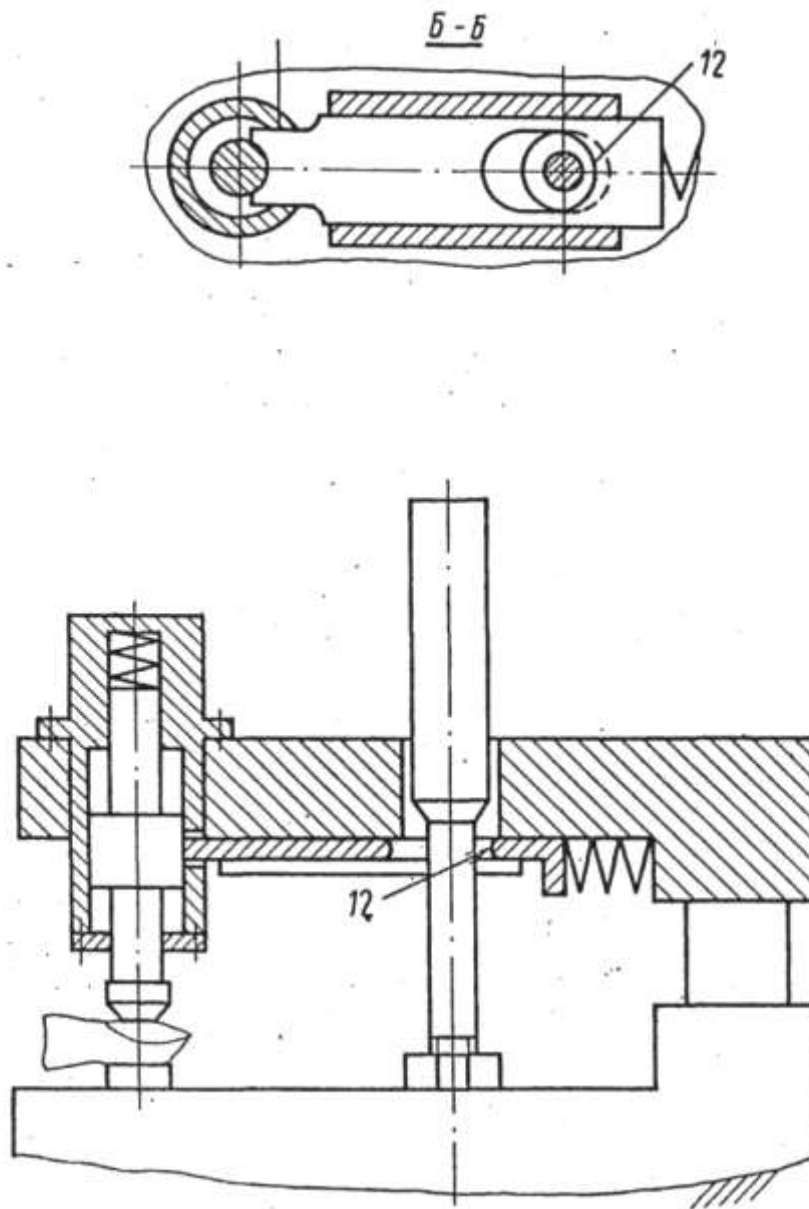


Рисунок 1.5 – Схематичне зображення пристрою в момент попадання пальця між пуансоном і матрицею

У представлений конструкції контакт між кільцевим буртиком 5 та фіксатором здійснюється по площині. Площа цієї площини залежить від

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
15

конструктивних розмірів деталей, що істотно зменшує напругу контакту. Це підвищує як надійність, так і термін служби всієї конструкції.

До того ж, в описаній конструкції обмежувача рук не виникне проблем через бруд чи іржу на фіксаторі. Навіть якщо фіксатор заклинить, серцевик просто не зафіксується, і пристрій не спрацює. Проте обмежувач рук виконає свою основну функцію, гарантуючи безпеку та надійність.

#### 1.4 Пневматичний прес з системою управління для кріплення галантерейної фурнітури

Винахід стосується швацької та взуттєвої промисловості, а саме обладнання для закріплення фурнітури (люверсів, блочків, кнопок, хольнітенів) на виробках. Два силові циліндри змонтовано співвісно у вертикальній площині. У місці контакту штоків силових циліндрів розміщено пружину, що знаходиться в гніздах, вирізаних в торцях стику штоків. Сила, що діятиме на палець, якщо він потрапить у зону між пуансоном і матрицею, дорівнюватиме силі стиснення пружини й не перевищуватиме 0,15 кг.

В нижній частині штанги приєднано головку з цангою, яка утримує верхню частину фурнітури, тоді як нижня частина фурнітури розташовується на матриці. Міцна тяга з'єднує нижню частину рухомої штанги з педаллю. При натисканні на педаль рухома штанга разом з головою та цангою опускається в нижнє положення, і, при надавлюванні кулачка через важіль на кінцевий вимикач, активує шток зверху вниз та плунжер, між якими відбувається процес обтискання фурнітури на заготівлі.

При поверненні педалі в початкове верхнє положення під дією пружини кулачок через важіль активує кінцевий вимикач, внаслідок чого

шток і плунжер повертаються у вихідне положення, і прес готовий до наступного циклу роботи.

Мета цього винаходу - покращити надійність кріплення фурнітури та гарантувати безпеку в роботі, підвищити продуктивність праці за високої якості, забезпечити найкращі умови для процесу пресування.

Прес, який показано на малюнку 2.6, складається з двох силових циліндрів 1 та 2, змонтованих один над одним з штоками 3 та 4, всередині яких розташована пружина 5. Перпендикулярно до штока 4 закріплено важіль вимикача 6 з роликом, що при русі штока 4, переміщаючись по шарнірній салазці, включає кінцевий вимикач 7. Силовий циліндр 2 з'єднаний трубопроводом 8 з розподільником 9 повітря. Силовий циліндр 1, що розташований над циліндром 2 співвісно у вертикальній площині, з'єднано трубопроводом 10 з розподільником 11 повітря. Обидва циліндри 1 та 2 через кінцевий вимикач 7 управляються педаллю 12.

При введенні в роботу силового циліндра 1 одночасно активується регулятор 13 часу, який точно дотримується циклу пресування та часу витримки при обтисканні фурнітури, завдяки чому підвищується якість пресування, незалежно від кваліфікації працівника.

При встановленні іншого типу фурнітури, регулятор часу налаштовується на необхідну витримку.

Обидва циліндри закріплені на верхній частині кронштейна 14, який своєю основою встановлений на робочій поверхні столу 15. На нижній частині штока 4 кріпиться пуансон 16, а матриця 17 розташована на нижній частині кронштейна 14. Пуансон 16 і матриця 17 є змінними, відповідно до використовуваної фурнітури.

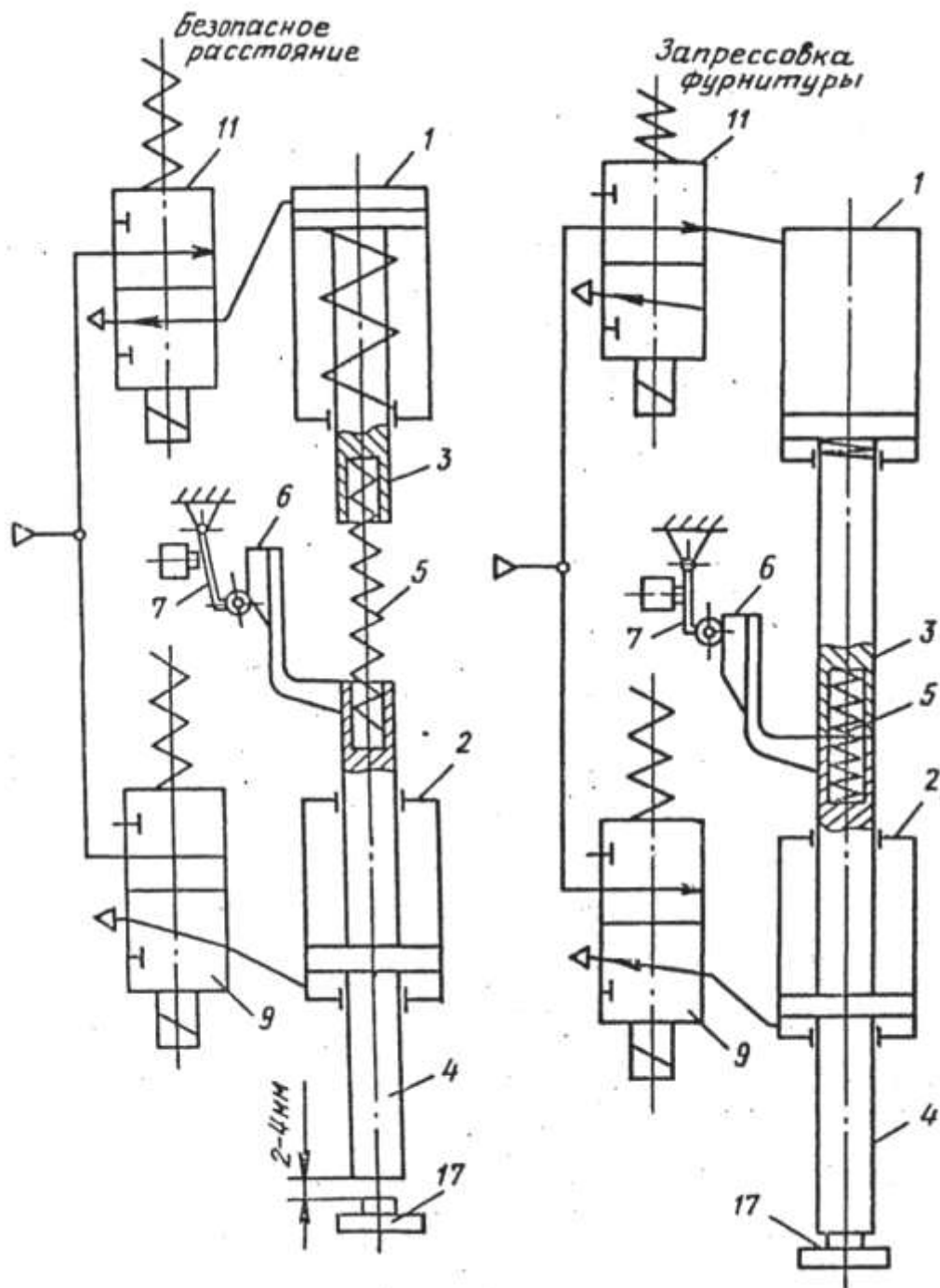


Рисунок 1.6 – Этапы работы пресу

Прес з'єднується з пультом управління 18, використовуючи безпечну напругу в 24 В. Контроль за циклом пресування реалізується через реле часу 13, яке розташоване на робочому столі 15.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
18

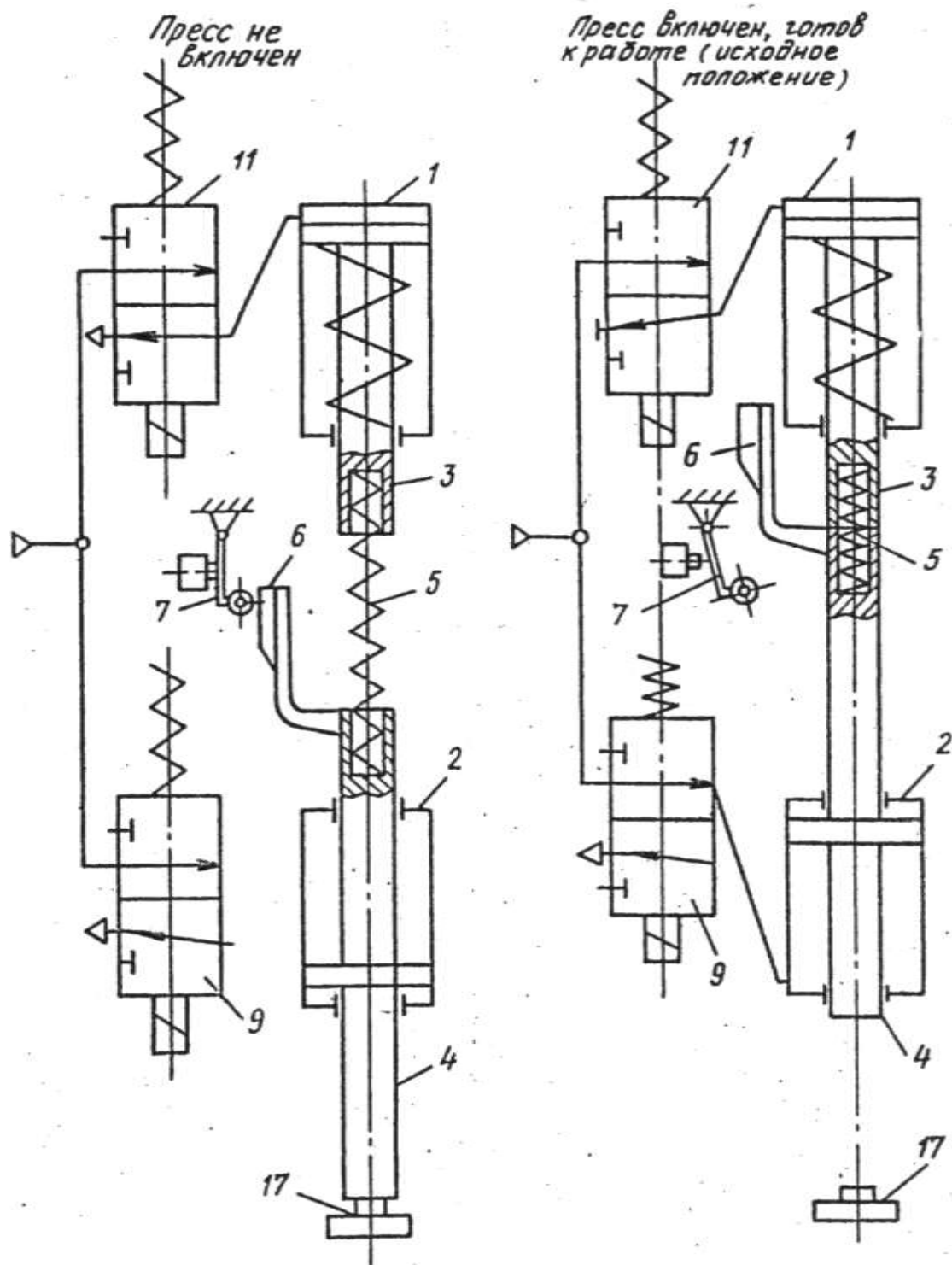


Рисунок 1.7 – Этапы работы пресу

Заготовки зберігаються у спеціальних поворотних накопичувачах 19, котрі розташовані обабіч робочого столу. Деталі фурнітури зберігаються в двох лотках 20, прикріплених по обидва боки верхівки кронштейна 14; їх

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
19

можна встановлювати для зручності у процесі роботи на будь-якій висоті та під будь-яким кутом.

З двох боків від нижньої частини кронштейна 14 розміщено два рухомі штирі 21, котрі регулюються за довжиною, шириною та кутом нахилу залежно від розмірів деталей, на котрі монтується фурнітура. На ці штирі кладеться заготовка безпосередньо біля матриці 17 нижнього кронштейна, що дозволяє працівнику встановити дві деталі фурнітури в матрицю 17 та пуансон 16 одночасно, оскільки обидві руки у нього вільні.

Прес працює наступним чином.

На шток 4 і на нижню частину кронштейна 20 на 14 встановлюють пуансон 16 та матрицю 17, які відповідають конкретній фурнітурі.

Вмикають прес з пульта 18 керування, внаслідок чого активується розподільник 9 повітря, подаючи повітря в нижній силовий циліндр 2 з штоком 4, котрий при взаємодії з штоком 3 силового циліндра 1 підніме його поршень у верхнє положення, привівши прес у початкове положення для роботи. З лотків 20 одночасно беруться дві деталі фурнітури та встановлюються на пуансон і матрицю. З накопичувача 19 береться виріб або заготовка виробу, котрий обробляється, та встановлюється згідно з розміткою місця розташування фурнітури на матрицю 17. Далі, натисканням на педаль 12 керування вмикається механізм пресування і відбувається закріплення цієї фурнітури на заготовці. При відпусканні педалі 12 шток 4 механізму пресування повертається у вихідне положення.

Встановивши необхідну кількість фурнітури, виріб переміщується на накопичувач 19, після чого цикл роботи повторюється.

Безпека у роботі преса при установці фурнітури забезпечується так. З пневмомережі повітря поступає у вузол 22 підготовки повітря, а потім подається в електромагнітні розподільники 9 та 11 повітря (рисунок 1.8).

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



1, передає зусилля, підіймаючи поршень та вивільняючи повітря, тим самим готуючи прес до нового циклу роботи.

Налаштування преса для безпечної експлуатації здійснюється таким чином. Кінцевий вимикач 7, встановлений на направляючих, налаштовується таким чином, щоб контакти замикались лише при досягненні зазору між штоком з пуансоном 16 та матрицею у 2-4 мм, що менше, ніж товщина пальця. У випадку випадкового потрапляння пальця між пуансоном та матрицею, зусилля буде безпечним, обмежуючись силою стиснення пружини 5, що становить 0,1 - 0,15 кг.

Подача повітря в силовий циліндр 1, яка спричиняє опускання штока 3 та його силову дію із зусиллям 300 - 600 кг, необхідну для обтискання фурнітури на заготівлі, можлива лише за умови наявності проміжку 2-4 мм між пуансоном та матрицею.

### 1.5 Пристрій для кріплення кнопок на виробі

Сутність винаходу: пристрій 3 утримує станину 1, на якій розташована матриця 2, пуансон, система живлення 4 з відсікачем 5 для кулі та блочки, система живлення 6 з відсікачем 7 для зубчастого колеса, а також вузол подачі елементів кнопки [5]. Пристрій обладнано двома електромагнітами, двоплечим важелем, двома пластинчастими пружинами, кожна з яких з'єднана з відповідними якорями електромагнітів та кінцем двоплечого важеля. Поздовжньою віссю двоплечого важеля проходить поворотна пружина. Відсікач 5 сконструйовано з двома каналами та з'єднано з вільним кінцем двоплечого важеля, що дозволяє йому рухатися в горизонтальній площині, чергуючи поєднання своїх каналів з каналом для елементів кнопки (рисунок 1.9).

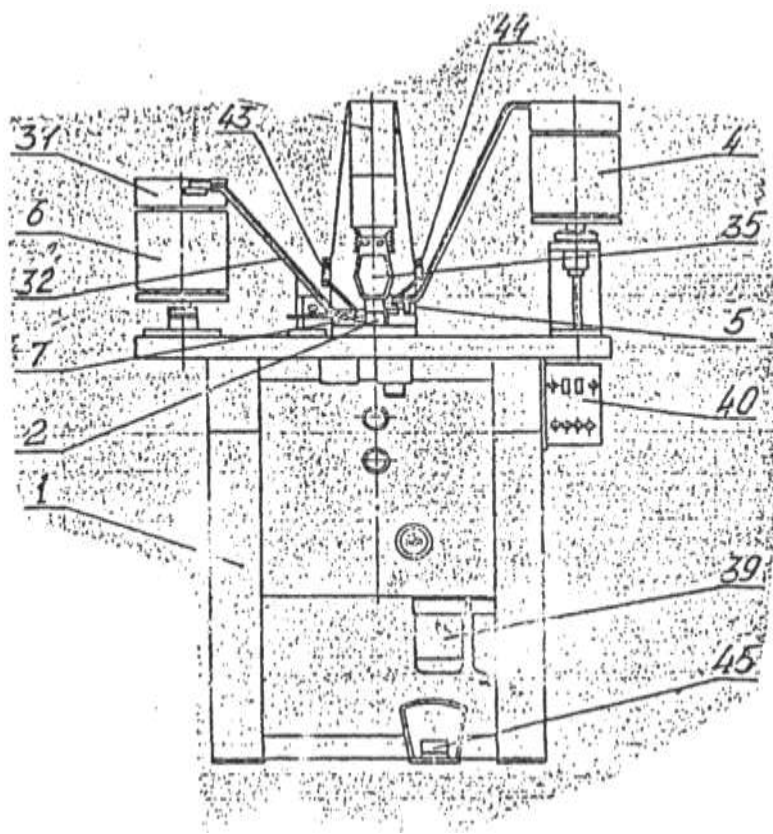


Рисунок 1.9 - Загальний вигляд пристрою для кріплення ґнопок на виробі

Винахід стосується легкої промисловості та може бути використаний для встановлення ґнопок на виробі.

Метою винаходу є розширення його експлуатаційних можливостей.

Ця мета досягається тим, що у пристрої для кріплення ґнопок на виробі, який містить змонтовані на станині матрицю, пуансон, живильники з відсікачами, вузол подачі елементів ґнопки, що включає корпус з каналами для елементів ґнопки та їх штовхачів, новим є те, що він оснащений двома електромагнітами, двоплечим важелем, двома пластинчастими пружинами, кожна з яких з'єднана з відповідним якорем електромагніту та кінцем двоплечого важеля, розташованим між електромагнітами, і розташованою вздовж поздовжньої осі двоплечого важеля поворотною пружиною, сполученою з зазначеним кінцем двоплечого важеля та станиною, при цьому

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

один з відсікачів виконаний з двома каналами і з'єднаний з вільним кінцем двоплечого важеля з можливістю переміщення в горизонтальній площині та почергового поєднання його каналів з каналами для елементів кнопки.

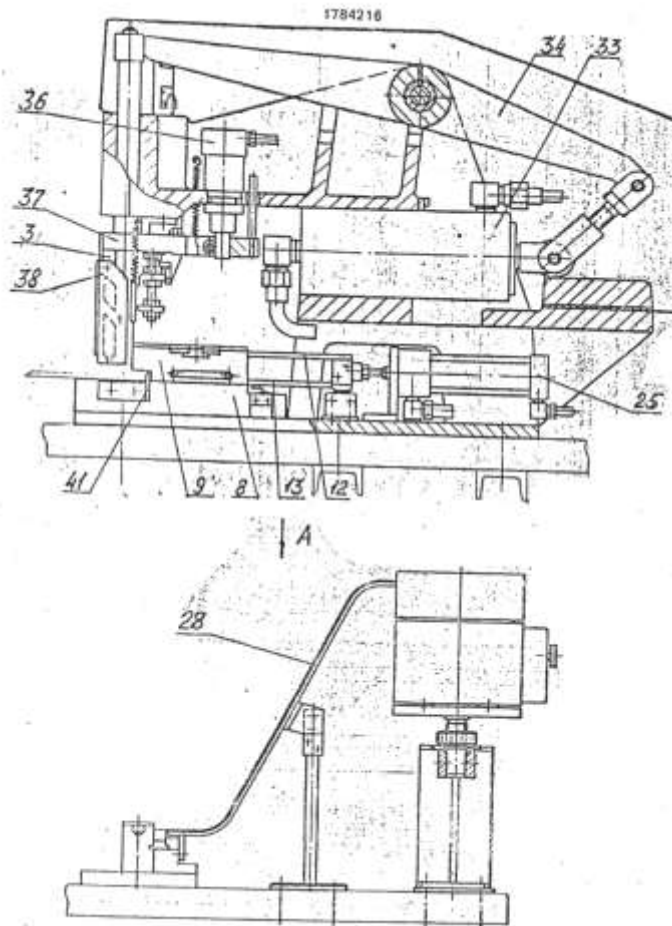


Рисунок 1.10 – Головка пристрою для кріплення кнопок

Пристрій складається зі станини 1, на якій закріплені матриця 2, пуансон 3, живильник 4 з відсікачем 5 для деталей, живильник 6 з відсікачем 7, вузол подачі 8 деталей, корпус 9 з каналами 10,11 для штовхачів 12,13 та каналами 14,15 для елементів. Пристрій оснащений двома електромагнітами 16,17, двоплечовим важелем 18, двома пластинчастими пружинами 19, які з'єднані з якорями 20 електромагнітів 16,17 та з кінцем двоплечого важеля 18, розміщеним між електромагнітами 16,17. На поздовжній осі двоплечого

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
24

важеля 18 розташована поворотна пружина 21, з'єднана з зазначеним кінцем важеля 18 та станиною 1. Відсікач 5 має два канали 22,23 і з'єднаний з вільним кінцем двоплечого важеля 18, забезпечуючи горизонтальне переміщення та почергове з'єднання його каналів 22,23 з каналом 14 для елементів кнопки.

Відсікач 7 має один канал 24.

Штовхачі 12,13 рухаються від пневмоциліндра 25. Живильник 4 містить два віброприводи зі змінними чашами 26,27 та лоток 28 з двома каналами 29 та 30. Живильник 6 включає вібропривод з чашею 31 та лоток 32.

Пристрій також включає циліндр 33 робочого ходу, систему важелів 34 та обмежувач рук 35. Обмежувач рук 35 складається з пневмоциліндра 36, на штоку якого закріплена рамка 37 з огорожею 38. До складу пристрою входять пневмообладнання 39 та блок управління 40. Матриця 2 обладнана упорами 41 для розміщення виробу. Пуансон 3 має губки 42. Пристрій має дроселі 43 і 44 для подачі стиснутого повітря та електропедаль 45.

Робота пристрою відбувається таким чином.

Елементи кнопок завантажуються в чаші 26,27 і 31, і вмикаються віброприводи. У чашах елементи орієнтуються та заповнюють канали лотків. При натисканні на електропедаль 44, обмежувач рук 35 опускається вниз.

Виріб поміщається на матрицю 2, використовуючи упори 41. Якщо огорожа 38 обмежувача рук 35 стикається з перешкодою (пальці оператора), пневмоциліндр 33 робочого ходу не запускається. У випадку повного ходу огорожі 38, активується пневмоциліндр 33 робочого ходу, і через систему важелів 34 рухається пуансон 3 з губками 42, що подають та розклепують елементи на виробі. Після повернення пуансона 3 з губками 42 у вихідне положення, вмикаються електромагніти 16 та 17, що призводить до повороту важеля 18 та горизонтального переміщення відсікача 5 вліво або вправо,

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

згідно заданої програми. При цьому, канал 22 або 23 відсікача 5 з'єднується з каналом 14 вузла подачі 8 елементів кнопки.

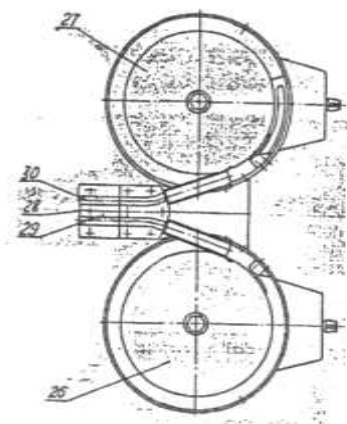


Рисунок 1.11 – Живильник пристрою

Під дією магніту відбувається зрушення від початкової точки відсікача 7, внаслідок чого його канал 24 сполучається з каналом 11 вузла подачі 8 елементів кнопки.

Далі через дроселі 43 та 44, стисненим повітрям, відбувається подача елементів кнопок у канали 10 та 11. Штовхачі 12,13, привід яких забезпечує пневмоциліндр 25, направляють елементи кнопок цими каналами на пуансон 3 з губками 42 та матрицю 2.

Через те, що ширина відсікача 5 відповідає діаметру елемента кнопки, при його переміщенні вліво чи вправо, з лотка 28 відділяється лише один елемент кнопки, який потім надходить у канал 14 вузла подачі 8 під тиском стисненого повітря.

Після завершення переміщення відсікача 5, незалежно від напрямку, він повертається до початкової позиції завдяки зворотній пружині 21 та плоским пружинам 19. Розташування пружин 21 та 19 забезпечує швидке демпфірування коливань, утримуючи відсікач 5 в початковому положенні після кожного його

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

переміщення. Зазор між якорями 20 магнітів 16 та 17 і важелем 18 встановлено на рівні половини ходу якоря 20. Це дозволяє керувати рухом відсікача 5 згідно із заданою програмою, використовуючи кожен із магнітів 16, 17 окремо. Потім цикл повторюється.

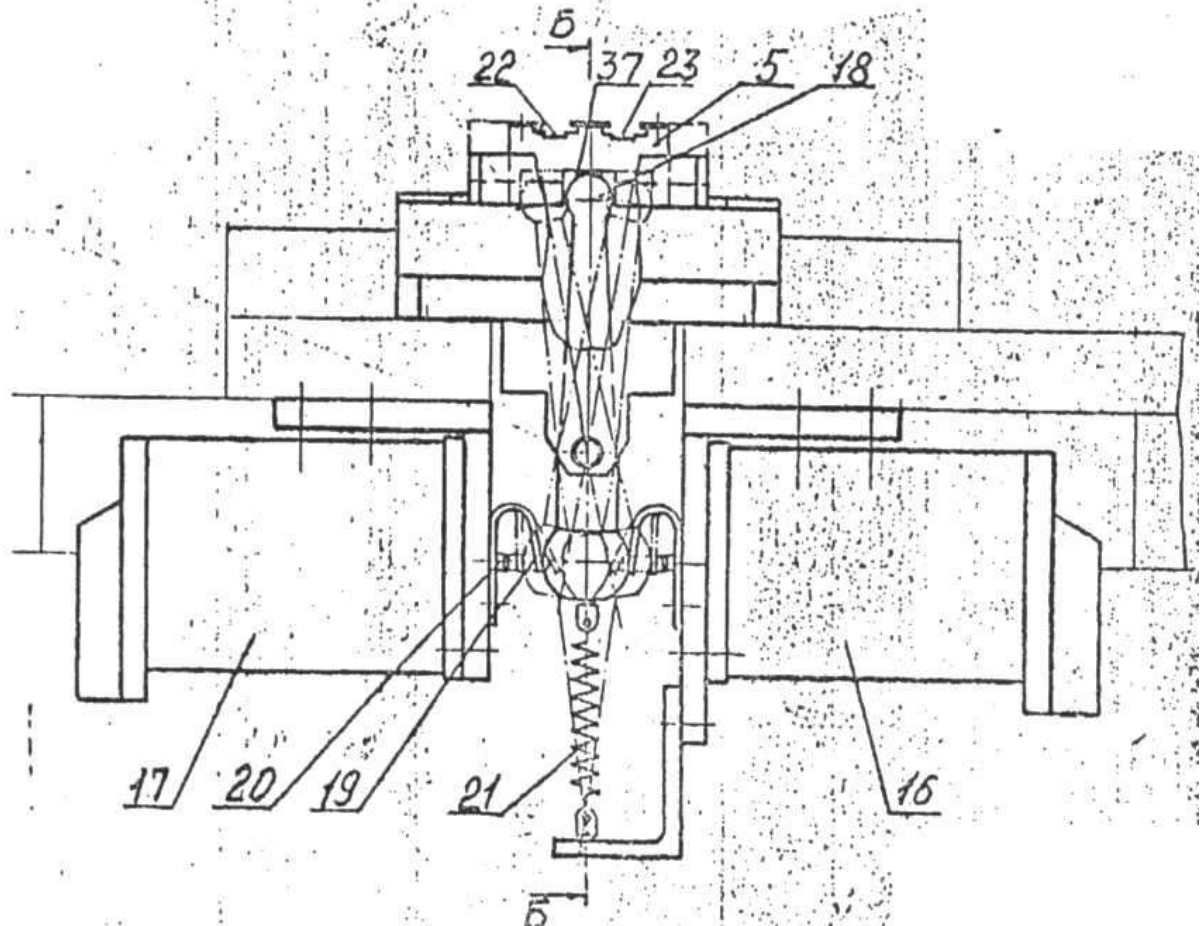


Рисунок 1.12 – Вузол відсікача

### 1.6 Прес для прикріплення застібок

Останнім часом фурнітура міцно увійшла у світ швейних виробів (куртки, піджаки, плащі, сорочки, штани). На малих підприємствах, в ательє, майстернях з ремонту одягу, фурнітуру встановлюють, використовуючи сталевий пробійник та молоток. На великих швейних фабриках застосовують

механічні пристосування – ножні та ручні преси. Проте всі ці методи мають свої слабкі сторони: низька швидкість роботи, необхідність застосовувати фізичну силу для активації, нерівномірний розподіл тиску.

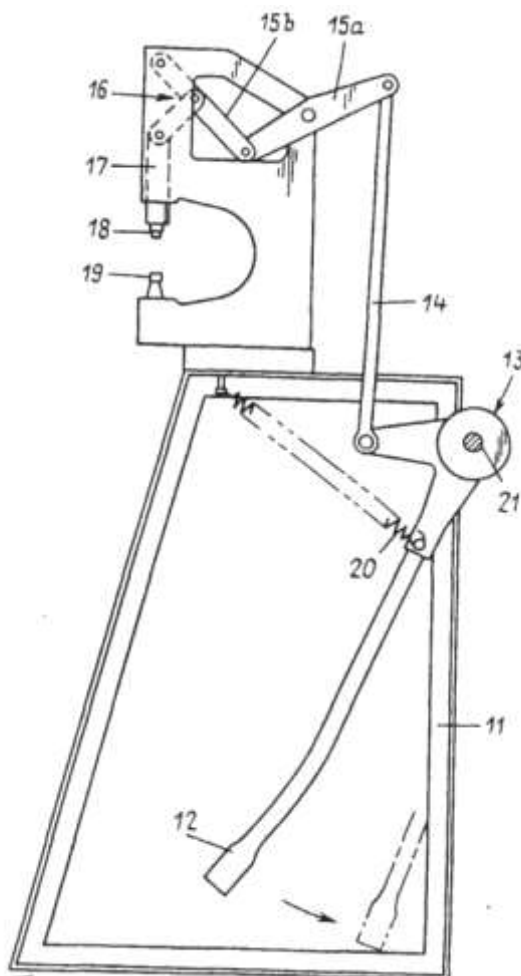


Рисунок 1.13 - Ножний механічний прес

У пневматичних пресах виявляють певні недоліки: відсутність належної системи підготовки повітря, а також захисту рук. Використання забрудненого повітря може спричинити вихід з ладу та пошкодження обладнання, що своєю чергою призводить до порушення технологічного процесу.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Техніка безпеки має велике значення при розробці пневматичних пресів. Зусилля пресування, що становить 300-600кгс, становить потенційну загрозу у разі потрапляння рук працівника у небезпечну зону.

Представлено прес для кріплення застібок до різних деталей та вузлів у швейних виробах [6].

Прес складається з нерухомої матриці 19 (рисунок 1.13), розміщеної на робочому столі, та рухомого пуансона 18. Останній розташований на кінці штоку 17, який зв'язаний з важелем 13 через важельний механізм 15а, 15b та 16 разом із тягою 14. Рух від важеля 13 забезпечується педаллю 12.

### Висновки до першого розділу

Отже, проаналізувавши конструктивні риси найбільш поширених пресів, застосовуваних у легкій промисловості, стає очевидним: існує нагальна потреба у розробці універсального пневматичного преса. Він мав би застосовуватися для встановлення люверсів, блочків, хольнітенів, кнопок, обтягування та виготовлення гудзиків з ободком, вирубування отворів з використанням пробійника, вирубування деталей з картону, шкіри, тканини та виконання інших подібних операцій.

Такий прес повинен відповідати певним вимогам: бути простим та надійним у використанні, високоефективним, безшумним, економічно вигідним та безпечним.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## 2 Конструкторська частина

### 2.1 Будова та принцип дії пневматичного пресу

Пневматичний прес використовується у легкій промисловості та призначений для закріплення люверсів, блочків, хольнітенів, кнопок, обтягування та виготовлення гудзиків з обідком, вирубування отворів за допомогою пробійника, вирубування виробів з картону, шкіри, тканини та багатьох інших операцій.

Пневматичний прес для встановлення фурнітури складається з платформи 4, на якій розташовано корпус 1 (лист БРМА 25.00.00.000СК).

До корпусу 1 за допомогою двох гвинтів кріпиться ударний механізм 11 та фіксується гайкою на різьбі циліндрів. Циліндр 6 розташований над ударним механізмом 11 і з'єднаний з пневморозподільником 25 трубопроводами 24. Один використовується для робочого ходу, інший - для повернення у вихідне положення.

Панель пневморозподільника кріпиться чотирма шестигранними гвинтами 13 до корпусу 1. Панель містить два пневмоглушники 21.

Керування здійснюється педаллю 5, яка з'єднана трубопроводом 23, що проходить від регулятора тиску 26 до пневморозподільника 25.

До стійки 7 двома болтами 14 кріпиться кронштейн 12. На кронштейні за допомогою чотирьох болтів 15 закріплено фільтр-вологівідділювач 27. Манометр 22 вмонтовано на регуляторі тиску 26 та зафіксовано гайкою 17.

Вмикання преса виконується за допомогою крана 2. Стиснене повітря подається від фабричної магістралі. Манометр 22 показує тиск, який регулюється регулятором тиску 26.

Якщо в системі є вода, вона осідає на фільтрі 27 і виводиться назовні.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

При натисканні на педаль 5 відкривається клапан пневморозподільника 25, повітря надходить у верхню частину пневмоциліндра 6. Мембрана 6 (лист БРМА 25.06.00.000 СК) згинається по формі циліндра та тисне на шток 11, який з пуансоном 8 (лист БРМА 25.11.00.000 СК) рухається до виробу, що обробляється, здійснюючи робочий хід.

Після зняття тиску ноги з педалі 5 пружина повертає клапан у вихідне положення. Постачання повітря у верхню частину циліндра 6 припиняється. Повітря надходить у нижню частину циліндра 6, пуансон 8 повертається у вихідне положення, повітря, яке було в камері, виходить через пневмоглушник в атмосферу.

## 2.2 Будова та принцип дії ударного механізму

Ударний механізм фіксується на корпусі двома гвинтами 16. Механізм складається зі стопорного кільця 6, яке утримується стяжним гвинтом 15 (аркуш БРМА 25.11.00.000 СК). На різьбі циліндр утримується супортом 10, що фіксується гайкою 12. На шток циліндра нагвинчується втулка 4. Втулка 4 з'єднується за допомогою штифта 25 з втулкою 1. Втулка 1 в свою чергу поєднується з штоком 11 штифтом 25. В прорізах втулки 1 розміщено чотири ролики 22. Ролики 22 переміщуються в пазах втулки 2, 3 і контактують з виступом штока 11.

Втулка 2 вкручується в стакан 9 та фіксується кулачком 7, який входить своїм виступом у верхні лази втулки. Кулачок 7 притискається пружиною 21. Втулка 3 має чотири пази, як і втулка 2. Втулка 3 вставляється у втулку 2 та фіксується за допомогою кільця 17 і штифта 24.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

У випадку, коли між пуансоном та матрицею потрапляє палець або інший предмет розміром більше 6-7мм, пресування відбувається в холостому режимі, (аркуш БРМА 25.00.00.000 ДТ). Ролики розміщені в пазах втулки 2, пази якої більші за пази втулки 3, тому між роликом 22 та пазом втулки 2 буде невеликий зазор, необхідний для того, щоб ролики не контактували з виступом штока 11.

Втулка позиціювання 1 опускатиметься до крайнього нижнього положення, а шток 11 залишатиметься на місці (більше 6-7мм), пружина 20 стискається.

Під час робочого ходу ролики 22 опускаються разом із втулкою 1 по пазах втулки 2, натискаючи на виступ штока 11. В останні 6-7 мм свого ходу ролики входять у втулку пресування 3. Пази якої менші за пази втулки 2. Оскільки між втулкою 2 та роликом 22 зазору майже немає, ролики взаємодіятимуть з виступом штока 11. Відбувається пресування.

#### Висновки до другого розділу

В даному розділі обґрунтовано та описано особливості конструкції універсального пневматичного преса для виконання операцій вставки фурнітури, що має всі необхідні якості для його розробки та запуску в серійне виробництво.

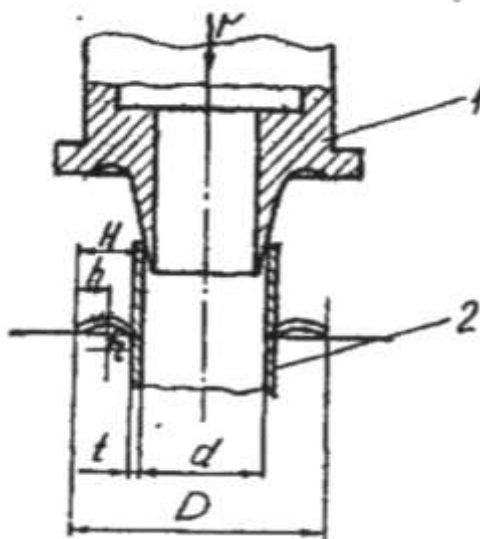
					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

### 3 Розрахункова частина

#### 3.1 Розрахунки пресу для виготовлення фурнітури

##### 3.1.1 Розрахунок сил розклепування блочка і пробивання отвору

Вступ до з'єднань блоків за допомогою їх подальшого розклепування - це, фактично, процес відбортування в обробці металів тиском. Технологічну схему операції показано на малюнку 3.1.



1 - пуансон, 2 - блочок

Рисунок 3.1 – Схема технологічного процесу розклепування

При відбортовці блоків, пластична зміна їхньої форми при розвальцюванні має бути сконцентрована виключно на зоні розклепу. Циліндрична частина та кант блочка мають зазнавати лише пружної деформації. Відтак, частина блочка, яка розвальцюється, знаходиться у стані плоского напруження (стиск у радіальному та розтяг у тангенціальному напрямках), зазнаючи об'ємної деформації. Це призводить до того, що на початку розклепування волокна блочка розтягуються по дотичній, а товщина зменшується.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Ступінь деформації при відбортовці визначається співвідношенням діаметра отвору до діаметра відігнутого борту, що зветься коефіцієнтом відбортовки (рисунок 3.1). Досягнення граничного значення призводить до появи поздовжніх тріщин біля краю відігнутого борту[12]. Встановлено, що граничні показники коефіцієнта залежать від пластичних характеристик матеріалу, який зазнає деформації, методу виготовлення заготовки, температури деформування та відношення товщини заготовки до її діаметра. Для холодного відбортування заготовок із низьковуглецевої сталі граничні значення коефіцієнта  $K_0$  знаходяться в діапазоні 0,85...0,45, при значеннях від 0,01 до 1.

Для блочка, що розклепується, при відсутності поздовжніх тріщин у відігнутого борта, його максимально допустимий діаметр  $D$  встановлюється коефіцієнтом  $K_0$  і приблизно може бути визначений за виразом[12]:

$$D = d + (r + t) + 2h, \quad (3.1)$$

де  $d = 7\text{мм}$ ;  $r = 1\text{мм}$ ;  $t = 0,35\text{мм}$ ;  $h = 1\text{мм}$ ,

$$D = 7 + 3,14(1 + 0,35) + 2 \cdot 1 = 13,24\text{мм}.$$

Звідси висота відігнутого борту:

$$H = h + r + t = \frac{D - d}{2} + 0,43r + 0,72t, \quad (3.2)$$

$$H = 1 + 1 + 0,35 = \frac{13,24 - 7}{2} + 0,43 \cdot 1 + 0,72 \cdot 0,35 = 2,35\text{мм}.$$

Зусилля  $P$ , необхідне для розклепування блочків циліндричним пуансоном, можна приблизно визначити так:

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$P = \pi(D - d)t \cdot c \cdot \sigma_t = 1,5\pi(D - d)t \cdot \sigma_e, \quad (3.3)$$

де  $\sigma_t$  - границя текучості матеріалу блочка,  $\sigma_t = (1,5 \dots 2,0) \sigma_e$ ;

$\sigma_e$  - тимчасовий опір розриву матеріалу блочка;

$c$  - коефіцієнт, що враховує зміцнення металу і наявність тертя при відбортовці.

Для сталі 3 (границя текучості  $\sigma_e = 400$  МПа):

$$P = 3,14 \cdot 1,5(13,24-7) \cdot 0,35 \cdot 400 = 4110 \text{ Н.}$$

Для латуні Л62 (границя текучості  $\sigma_e = 300$  МПа):

$$P = 3,14 \cdot 1,5(13,24-7) \cdot 0,4 \cdot 300 = 3520 \text{ Н.}$$

Для алюмінію АА2 (границя текучості  $\sigma_e = 160$  МПа):

$$P = 3,141 \cdot 5(13,24-7)0,4 \cdot 160 = 1880 \text{ Н.}$$

За умов, коли значення перевищують критичну межу, у відігнутому борті блочка з'являються поздовжні тріщини. Щоб спростити утворення поздовжніх тріщин, верхню частину заготовки блочків виконують з п'ятьма, шістьма або більшою кількістю поздовжніх насічок. При розклепуванні блочків у такому випадку процес розриву відгинаючого борту на п'ять, шість чи більше пелюсток відбувається без стрибків, а процес відгинання пелюсток борту блочків – за межею пружності, в зоні пластичних деформацій.

Згинальний момент та зусилля при відгинанні борту блочків можна обчислити наближено. Для цього відгинання кожної з пелюсток розглянемо як пружно-пластичний згин бруса або смуги прямокутного перерізу. Схема розподілу

напружень при відгинанні для пружно-пластичного згину з врахуванням зміцнення матеріалу показана на рисунку 3.2.

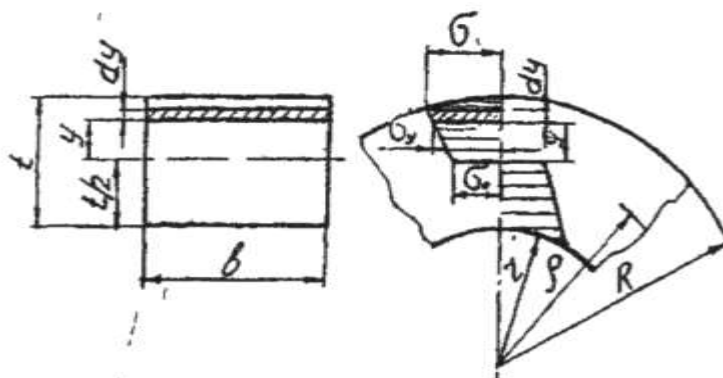


Рисунок 3.2 – Схема розподілу напружень при відгинанні для пружно-пластичного згину

Згинаючий момент при відгинанні борту блочків:

$$M = \int_0^{t/2} \sigma_y \cdot b_y \cdot d_y = \int_0^{t/2} (\sigma_T + y \cdot \Pi) b_y \cdot d_y \quad (3.4)$$

де  $\sigma_y$  - напруження в перерізі з координатою  $y$ ;

$\Pi$  - модуль зміцнення,

$$\Pi = 2(\sigma - \sigma_T)t, \quad (3.5)$$

де  $\sigma$  - справжнє напруження у зовнішньому розтягнутому волокні при згині, яке визначається згідно з діаграмою справжніх напружень, отриманої в результаті випробування зразка на лінійне розтягування, у відповідності до величини деформації даного волокна;

$\sigma_T$  - границя текучості.

$$\Pi = 2(640 - 600)/7 = 11,3.$$

Інтегруючи (3.4) по частинах, дістанемо:

$$M = \frac{b \cdot t^2}{8} \cdot \sigma_T + \frac{b \cdot t^3}{8 \cdot 3} \cdot \Pi \quad (3.6)$$

Розглядаючи зігнуту пелюстку як консольну балку з закріпленням, на вільному кінці якої діє сила Р, віддалена на відстань х від утворюючої циліндричної частини блочка, для стрічкового матеріалу шириною b та товщиною t отримаємо:

$$P = \frac{\frac{b \cdot t^2}{8} \cdot \sigma_T + \frac{b \cdot t^3}{8 \cdot 3} \cdot \Pi}{X} \quad (3.7)$$

Звідси урахуванням, наприклад, шести пелюсток у блочку, матимемо:

$$P = \frac{\left( \frac{b \cdot t^2}{8} \cdot \sigma_T + \frac{b \cdot t^3}{8 \cdot 3} \cdot \Pi \right) \cdot 6}{X} = \frac{\left( \frac{2 \cdot 7^2}{8} \cdot 600 + \frac{2 \cdot 7^3}{8 \cdot 3} \cdot 11,4 \right) \cdot 6}{5} = 4800 \text{ Н.}$$

Перед тим як розвальцювати з'єднання, пуансон формує отвір у матеріалах, що з'єднуються. Часом сила, потрібна для пробивання Рп, здатна переважати ту, що необхідна для самого розвальцювання. Для пуансонів, які мають малий діаметр, у подібних випадках слід здійснити розрахунок на міцність. Напряга стискання у найкритичнішій зоні при пробиванні отвору розраховується наступним чином:

$$\sigma_{CT} = \frac{P_n}{F} = \frac{K \cdot L \cdot t \cdot q}{F} \leq [\sigma]_{CT}, \quad (3.8)$$

де  $F$  - площа найменшого поперечного перерізу пуансона;

$[\sigma]_{CT}$  - допустиме напруження стискання для матеріалу пуансона;

$K$  - коефіцієнт, що враховує вплив швидкості пробивання, стан ріжучих кромки, геометрії пуансона тощо, ( $K = 1,0 \dots 1,3$ );

$L$  - периметр отвору, що пробивається;

$t$  - товщина деталей, що скріплюються;

$q$  - опір зрізу при пробиванні отвору.

$$\sigma_{CT} = \frac{P_n}{F} = \frac{1 \cdot 37,68 \cdot 4 \cdot 3,46}{10,2} = \frac{521}{10,2} = 51 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{CT} = 140 \text{ МПа}.$$

Довгі та тонкі пуансони слід додатково перевіряти також на поздовжній згин, якщо  $l/r_{\min} > 105$  для м'якої сталі і  $l/r_{\min} > 96$  для твердої сталі. Тут  $l$  - довжина пуансона;  $r_{\min}$  - найменший радіус інерції.

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}}, \quad (3.9)$$

де  $I_{\min}$  - найменший момент інерції.

Для циліндричного пуансона діаметром  $d$  радіус інерції,  $r_{\min} = d/3$ .

$$r_{\min} = 6/4 = 1,5 \text{ мм}.$$

Вільна довжина  $l$  пуансона визначається за формулою Ейлера співставленням критичної сили  $P_{кр}$  з силою пробивання  $P_{п}$ , тобто:

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк. 38
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot l}{4 \cdot l^2} = n \cdot P_n = n \cdot K \cdot L \cdot t \cdot q, \quad (3.10)$$

$$P_{кр} = 3 \cdot 1 \cdot 37,68 \cdot 4 \cdot 3,46 = 1563 \text{ Н},$$

звідки

$$l = \sqrt{\frac{n^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot n \cdot K \cdot L \cdot t \cdot q}}, \quad (3.11)$$

де  $E$  - модуль пружності матеріалу пуансона;

$I$  - екваторіальний момент інерції, який визначається поперечним перерізом пуансона;

$n = 2...3$  - коефіцієнт запасу;

$$l = \sqrt{\frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 48,5}{4 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 37,68 \cdot 4 \cdot 3,46}} = 121 \text{ мм}.$$

У переважній більшості випадків пуансони та матриці для штампів виготовляють з інструментальної вуглецевої сталі У8А. Далі вони підлягають термічному обробленню, зокрема загартовуванню та відпуску. На завершення виконуються шліфування та полірування робочих поверхонь.

### 3.1.2 Розрахунок елементів пресу

#### 3.1.2.1 Підготовка стислого повітря

Підготовка стисненого повітря – ключовий момент функціонування будь-якої промислової пневматичної системи. Цей процес передбачає очищення повітря від різноманітних домішок: твердих часточок (пил), рідких (конденсат, мастило з компресора), та газоподібних (продукти зносу

обладнання, окалина) і інших забруднювачів. Окрім того, підготовка включає в себе регулювання тиску та його стабілізацію, а за потреби - подачу мастильного матеріалу для пневматичних пристроїв.

Застосування непідготовленого стисненого повітря може призвести до негативних наслідків для устаткування, зупинок у роботі та несправностей, а також збоїв у технологічному процесі. Світовий досвід експлуатації пневмосистем свідчить, що 80% поломок виникає через неналежне очищення повітря. Фінансові втрати від незапланованих ремонтів та простою виробництва можуть значно перевищувати вартість обладнання для підготовки стисненого повітря.

### 3.1.2.2 Розрахунок пневмоприводу

Мембранні пневмоприводи використовують у пресах, штампах та інших механізмах, де хід штока обмежений. За своєю конструкцією мембранні приводи поділяються на приводи односторонньої та двосторонньої дії (рисунок 3.3).

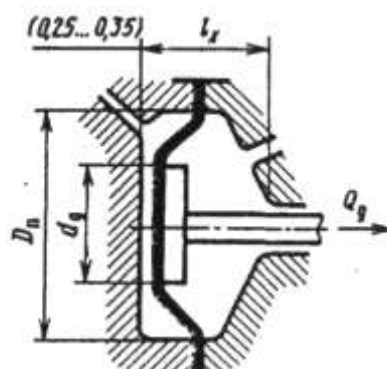


Рисунок 3.3 - Мембранний пневмопривід

Сила, що генерується штоком пневматичної діафрагмової камери двосторонньої дії:

$$Q_d = 0,26(D_n^2 + D_n d_d + d_d^2) p \eta, \quad (3.12)$$

де  $D_n$  — діаметр пневмокамери (внутрішній), мм;

$d_d$  — діаметр диска, мм. Завжди  $d_d = 0,7 D_n$ , і при цій умові:

$$Q_d = 0,58 D_n^2 p \eta. \quad (3.13)$$

Довжина ходу штока в камерах з тарілчастими діафрагмами коливається в межах 20–22% від внутрішнього діаметра діафрагми.

Оптимальна довжина ходу штока пневмокамери односторонньої дії, вимірювана від початкового положення штока, розраховується для тарілчастої гумовотканинної діафрагми. [12]:

$$I_{X,} = (0,25-0,35) D_n. \quad (3.14)$$

Для плоскої гумовотканинної діафрагми:

$$I_X = (0,18-0,22) D_n. \quad (3.15)$$

Розрахункові діаметри  $D_n$  діафрагми приймаємо по ГОСТ 87—70: 125, 140, 200, 250, 320, 400, 500 мм. Діаметри опорних дисків  $d_d$  для гумовотканинних діафрагм приймаємо  $d_d = 0,7 D_n$ , а для гумових діафрагм  $d_d = D_n - 2h_d - (2 \dots 4)$ ,  $h_d$  — товщина діафрагми.

Товщину мембрани  $h_d$  обираємо, враховуючи її діаметр  $D_n$ :  $h_d = 3 \dots 8$  мм.

Дискові мембрани виготовляють з чотиришарової тканини бельтингу, яку вкривають з обох боків оливостійкою гумою.

Час реагування мембранного пневмоприводу:

$$T_c = \frac{l(D_{II}^2 + D_{II}d_d + d^2)}{3V_B d_0^2}, \quad (3.16)$$

де  $d_d$  — діаметр диска діафрагми, мм.

Визначимо силу на штоку діафрагмової камери двосторонньої дії при середньому положенні діафрагми та початкових даних:  $D_{II} = 125$  мм;  $p = 0,6$  МПа.

Сила на штокові:

$$Q_d = 0,580 D_{II}^2, \quad \rho\eta = 0,58 \cdot 140^2 - 0,06 \cdot 0,9 = 6138,72 \text{ Н.}$$

Довжину ходу штока пневмокамери визначимо із співвідношення (0,2... 0,25)  $D_{II}$ :

$$l = 0,23D_{II} = 0,23 \cdot 140 = 32,2 \text{ мм.}$$

Час спрацьовування діафрагмового пневмоприводу по формулі (3.16):

$$T_c = \frac{l(D_{II}^2 + D_{II}d_{II} + d^2)}{3Vd_0^2} = \frac{32,2(140^2 + 140 \cdot 98 + 98^2)}{3 \cdot 18000 \cdot 10^2} = 0,25 \text{ с.}$$

Визначимо діаметр опорного диска для гумовотканинної діафрагми умови  $d_d = 0,7 D_{II}$ :

$$d_d = 0,7 \cdot 140 = 98 \text{ мм.}$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Діаметр диска діафрагми прийнято  $d_D = 98$  мм;  $V_B$  - швидкість повітря в мережі, м/с,  $V_B = 15...25$  м/с;  $d_0$  - діаметр повітропроводу,  $d_0 = 10$  мм.

### 3.1.2.3 Повітропроводи

Як гнучкі трубопроводи використовують гумовотканинні шланги, трубки зі штучних матеріалів (поліетилену, поліхлорвінілу тощо), пневматичні кабелі, що вміщують конкретну кількість синтетичних трубок. Плюсами гнучких трубопроводів із синтетики є їхня добра опірність корозії, відносно низька ціна, невелика вага та простота установки.

Внутрішній діаметр трубопроводу визначають за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot W} \cdot \frac{\rho_0}{\rho}}, \quad (3.17)$$

де  $Q$  - витрата повітря;

$W$  - швидкість повітря;

$\rho_0, \rho$  - густина повітря відповідно при нормальному атмосферному тиску і при тиску в трубопроводі.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 18} \cdot \frac{1}{6}} = 0,095 \text{ м} = 9,5 \text{ мм},$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 18} \cdot \frac{1}{6}} = 0,0452 \text{ м} = 4,52 \text{ мм}.$$

Оптимальна швидкість повітря, що рухається трубами, визначається низкою факторів, враховуючи їхні габарити та функціональне призначення.

У випадках з головними трубопроводами, враховуючи їхню довжину, робочий тиск та об'єм повітря, швидкість повітря радять встановлювати в межах 6

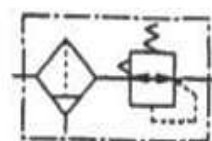
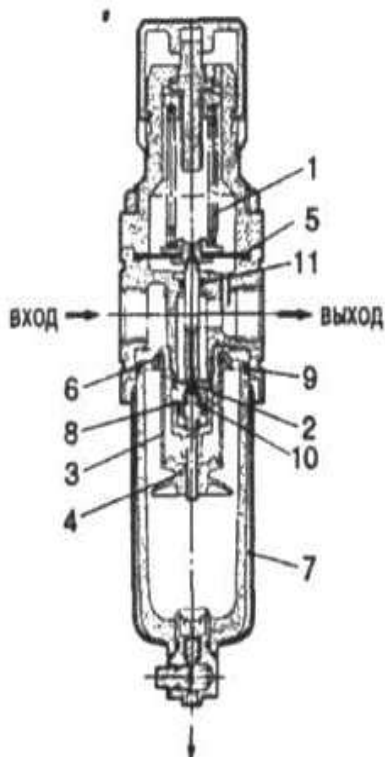
					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- 12 м/с. На малих за протяжністю підприємствах (до 300 м) з головними трубопроводами, де тиск досягає 0,6 - 0,7 МПа, дозволено приймати швидкість повітря вище 10 - 15 м/с. Загальні втрати тиску в основних трубопроводах під час транспортування стисненого повітря від компресора до користувача не повинні перевищувати 5 - 10% від робочого тиску.

### 3.1.2.4 Фільтр-регулятор ЕАВ 2000

Об'єднання двох компонентів - фільтра для повітря та регулятора тиску в єдиному блоці, що дає змогу раціонально використовувати простір на робочому місці (див. малюнок 3.4).

Мембранный регулятор ЕАВ2000 - 4000



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
44

Рисунок 3.4 – Комбінація двох пристроїв - повітряного фільтру і регулятора тиску в одному корпусі

Фільтр-регулятор EAW 2000 призначено для усунення з стисненого повітря механічних домішок та конденсату, плюс для пониження тиску стисненого повітря і його підтримання на потрібному рівні. Технічні параметри фільтра-регулятора EAW 2000 наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики фільтра регулятора EAW 2000

Конструктивне виконання	Поршневий і мембранний регулятор
Типорозмір	2000
Приєднувальна різьба	01/8,01/4
Номінальна витрата повітря (норм, л/хв)	550
Випробувальний тиск (МПа)	1,5
Макс, робочий тиск (МПа)	1
Мін. робочий тиск з авт. відведенням (МПа)	0,1
Діапазон регулювання (МПа)	0,02 - 0,2 (за запитом) 0.05-0.85
Різьба для приєднання манометра	01/8
Робоча температура" (°C)	5~60
Тонкість фільтрації (мкм)	5
Матеріал резервуару	Полікарбонат
Об'єм резервуару (см <sup>3</sup> )	01/8:15,01/4:16.8
Вага (кг)	0,36
Металевий захисний ковпак	-

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Арк.  
45

Фільтруючий модуль, зроблений із пластику, гарантує підвищений потік повітря за умов високого рівня фільтрації (5 мкм). Елементарна заміна фільтраційного компонента.

### 3.1.2.5 Пневмоглушник з високою ступінню пониження шуму АКА1 (1/8-R2)

Пристрій розроблений для зменшення гучності звуку, який виникає під час виходу стисненого повітря з пневматичних механізмів (рисунок 3.5).

Інтенсивність шуму в робочому приміщенні в момент вихлопу стиснутого повітря не перевищує 85 дБ(А). Технічні дані пневмоглушника АКА1 знаходяться в таблиці 3.2.



Рисунок 3.5 – Пневмоглушник для пониження рівня шуму при випуску стисненого повітря з пневматичних пристроїв

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика пневмоглушника АМА1

Тип	ANA1
Макс. робочий тиск, (МПа)	1,0
Пониження рівня шуму, дБ(А)	40
Діапазон робочих температур (°С)	5-60
Приєднувальна різьба	1/8
Еквівалентний переріз, мм <sup>2</sup>	15
Вага, г	14

### 3.1.2.6 Пневморозподільник Marionair M/20152

Пневморозподільник з сталевим золотником показаний на рисунку 3.6.

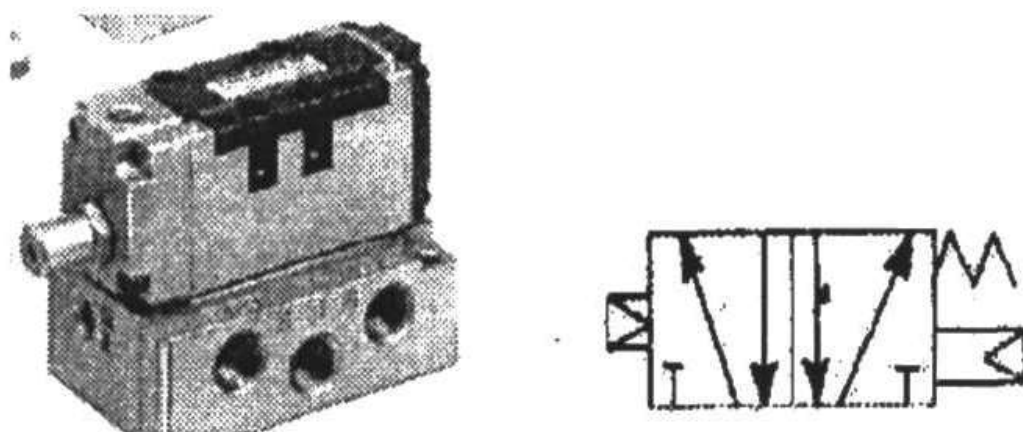


Рисунок 3.6 – Пневморозподільник Marionair M/20152

Технічна характеристика пневморозподільника Marionair M/20152:

Середовище	Очищене стиснуте повітря з вмістом масла або без нього
Максимальний робочий тиск (МПа)	1,0
Мінімальний робочий тиск (МПа)	0,1
Випробувальний тиск (МПа)	1,5

Тиск пілотного повітря (МПа)	1,0 до 1,0
Робоча температура (°С)	-10 до+60
Виконання	Пило захисне
Принцип дії	5/2 з пружинним поверненням
Приєднувальна різьба	01 /4
Підвід пілотного повітря	01/8
Витрати (л/хв.)	1470
Вага, г	500

### 3.2 Технологічний процес відновлення втулки ударного механізму

Матеріал деталі - сталь 45, заготовка - поковка.

005. Відновлення втулки відцентровою заливкою з нагрівом СВЧ.

010. Розсвердлити отвір Ø17,5 НІ2.

015. Підрізати торець А. Припуск 1мм.

020. Підрізати торець Б. Припуск 1мм.

025.Фрезерувати паз розмірами 5x36мм.

030. Протягування отвору 018Н7.

035. Протягування чотирьох пазів розмірами 2x5мм.

040. Контролювати розташування поверхонь ( $\perp$ , //)

#### 3.2.1 Розбирання і складання ударного механізму

Перш ніж розпочати розбирання, позначити та записати відстань від циліндра 6 до гайки 12.

Послабити стяжне кільце 6, викрутити гвинт 15. Відкрутити гвинт 13, вийняти пружину 19 та кульку 23.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Відкрутити контргайку 12 на різьбі циліндра. Два внутрішніх шестигранних гвинта 16 послабити та видалити. Зняти кільце 5.

Циліндр із супортом 10 обережно вийняти з направляючої втулки 2. Видалити чотири ролики 22 зі щілини втулки 1.

Видалити штифт 26 і вийняти кулачок 7 з пружиною 21. Викрутити та вийняти циліндр із системою захисту рук із супорта 10.

Видалити штифт 25 з паза втулки 1 і вийняти шток 11 та пружину 20. Видалити другий штифт 25, вийняти втулку 4 зі штоком циліндра.

Шток циліндра викрутити з різьби втулки 3. Зняти фіксуюче кільце 18, викрутити втулку 2 з різьби стакана 9.

Зняти фіксуюче кільце 17 з паза втулки 2, видалити штифт 24 разом з втулкою 3. Тепер можна перевірити систему захисту рук.

Складання проводити у зворотному порядку відносно розбирання.

### 3.2.2 Відновлення втулки відцентровою заливкою з нагрівом СВЧ

Під час відновлення сильно зношених деталей або при закладанні великих локальних дефектів у виливках, використовують заливку рідким металом. Для забезпечення міцного з'єднання металу з металом відновлюваної деталі, поверхню деталі, яка підлягає заливці, спеціально обробляють.

У процесі відновлення деталі способом роздільного теплового підготування та заливки, нарощувану поверхню деталі розплавляють за допомогою потужної вугільної дуги, газових пальників або індукційного нагрівання. Присадний матеріал розплавляють окремо в плавильних печах і заливають з тигля за допомогою спеціального розливного пристрою. Досягнення заливкою поверхневого шару, що відповідає за складом металу деталі, забезпечується підбором шихти відповідного складу. Плавильна піч може мати кисле або основне футерування.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

При нагріванні відновлюваної поверхні деталі за рахунок тепла рідкого металу (тобто без попереднього підігріву деталі), останній виливають на ремонтвану поверхню, а надлишковий метал відводять через спеціальні спускові пристрої. Для прискорення процесу розплавлення, рідкий розплав перегрівають. Попереднє розплавлення перед заливкою поверхневого шару відновлюваної деталі є економічно вигіднішим процесом, оскільки зменшує тривалість ремонту та витрати рідкого металу.

Зношені деталі можна заливати різними металами та сплавами. Для відновлення великих партій дефектних деталей використовують плавильну піч та спеціальний металозбірник з розливними пристосуваннями. З плавильної печі рідкий метал періодично надходить у металозбірник, звідки він подається для безперервного наплавлення деталей.

Заливка рідким металом є доцільною для відновлення великогабаритних виробів або значної кількості дрібних однотипних деталей. Цей спосіб забезпечує високі продуктивність та якість.

Втулки, підшипники ковзання, змінні вінці зубчастих коліс і циліндри відновлюють центробіжним наплавленням рідким металом. Центробіжним способом заливають порожнисті заготовки з кольорових та залізовуглецевих сплавів, що мають відносно низьку температуру плавлення. Такий процес можливий, якщо температура плавлення металу відновлюваної деталі вища, ніж у матеріалі, що наплавляється.

Іноді застосовують метод центробіжного наплавлення з попереднім розплавленням присадного металу та його подальшою заливкою обертових заготовок. Втулки, які при цьому наплавляються, обертаються у центробіжних машинах, патронах стаканів або спеціальних пристосуваннях. Нагрівання заготовок і плавлення матеріалу, що заливається, здійснюють у високочастотних, електродугових та інших печах. Для розплавлення

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

легкоплавких антифрикційних матеріалів можна використовувати звичні сурми. Цей метод дозволяє отримати щільний безпористий шар металу, але продуктивність його невисока.

При нагріванні в печах без захисного середовища робочі поверхні деталей сильно окислюються, тому на втулках, що заливаються, необхідно передбачати припуски для видалення окалини, яка утворюється під час нагрівання. Поверхні деталей від окислення можна захистити також нанесенням жаростійких обмазок, наприклад, такого складу, %: маршаліту 50, рідкого скла 50 або суміші шамотного порошку та маршаліту (у співвідношенні 1:3) 50 і рідкого скла 50. Обмазку наносять пензлем і добре просушують.

Міцне з'єднання наплавленого матеріалу з поверхнею заготовки та його рівномірний розподіл забезпечуються правильним вибором частоти обертання деталі, що залежить від діаметра деталі.

Технологічний процес наплавлення втулок містить наступні етапи: підбір заготовки-втулки; свердління отвору заготовки під потрібний розмір; обточування зовнішньої поверхні та торців; виготовлення прокладок або денців для закриття торців; встановлення азбестових прокладок або приварювання одного денця; механічне та хімічне очищення втулок та покриття розчином бури; введення дозованої кількості сплаву у втулку; приварювання або встановлення на прокладках другої кришки з дрібними отворами в центрі для виходу газів; нагрівання втулки для розплавлення сплаву (наприклад, бронзу нагрівають до 1050—1070 °С); встановлення втулки в патроні токарного верстата або іншого обертового пристрою; обертання втулки з частотою:

внутрішній діаметр втулки, мм 80 160 200 250 320

частота обертання втулки, об/хв 700 600 550 500 450;

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Тривалість обертання заготовки 3—5 хв; охолодження примусове, стисненим повітрям при температурі 700-750°C; знімання заготовки з верстата і остаточне охолодження на повітрі до нормальної температури; знімання або відрізання денця і кришки; чистове розточування внутрішньої поверхні; проточка зовнішньої поверхні втулки під посадочний розмір; остаточне підрізування торців; виготовлення масляних канавок.

Установка для центробіжної заливки втулок складається з пристрою для обертання втулки та невеликої електроплавильної печі. Основними вузлами установки є: приводний механізм, жолоб для подачі рідкого металу у втулку, гвинт для переміщення жолоба, кожух з оглядовим вікном для захисту працівників від потрапляння рідких бризок. На шпинделі приводного механізму змонтовано патрон з кульками для закріплення втулки, яка центрується. Живлення в печі електроди подається від зварювального трансформатора з регулятором. Під час зливу металу піч повертається навколо двох порожнистих цапф, крізь які проходять електроди, закріплені в спеціальних утримувачах, охолоджуваних водою. Технічні характеристики електропечі: місткість 10 кг; діаметр електродів 40 мм; сила струму 540 А; напруга 56 В; потужність 30 кВт; час плавлення бронзи 20-30 хв; довжина втулки, що заливається, 50-180 мм; продуктивність установки 3-5 втулок на годину.

При наплавленні великої кількості втулок, їх нагрівання здійснюється струмами високої частоти (СВЧ). Витрати енергії при цьому в декілька разів більші, ніж при інших методах нагрівання. Для заливки використовуються тільки втулки з низьковуглецевої сталі. Схема установки для центробіжної заливки втулок з нагріванням ТВЧ наведена на аркуші БРМА 25.00.00.000 ДТ. Зварна станина 2 із сталевими напрямними слугує основою для передньої бабки 3, каретки 1, задньої бабки 6 і електродвигуна 3. Установка має систему водяного охолодження 5. Втулка, що заливається, нагрівається

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

двовитковим індуктором, сполученим з машинним генератором потужністю 100 кВт (8000 Гц). Індуктор разом з кареткою і задньою бабкою можуть переміщатися по напрямних станини. Під час заливки втулки каретка повинна бути закрита кожухом для захисту від бризок рідкого металу.

Втулку, що наплавляється, заповнюють шихтою, щоб отримати покриття заданої товщини. З обох боків втулку закривають кришками з азбестовими ущільнюючими прокладками і потім встановлюють в центри. Переміщаючи каретку, насувають індуктор на втулку і вмикають струм. Після розплавлення шихти вмикають механізм обертання втулки. Підбираючи частоту обертання втулки відповідно до її діаметра, отримують рівномірний розподіл наплавленого металу по внутрішній поверхні втулки.

Установка забезпечує частоту обертання деталі 700-2600 об/хв. Обертання припиняється після охолодження металу до 700°C. На механічну обробку деталь надходить при охолодженні до нормальної температури.

### 3.2.3 Розрахунок режимів різання

На токарно-гвинторізному верстаті 16К20 здійснюється розсвердлювання наскрізного отвору діаметром 14 мм до діаметра 17Н12, досягаючи глибини  $L = 44$  мм.

Матеріал, з яким ведеться робота, – сталь45 ( $\sigma_{\text{в}} = 680$  МПа); заготовка виготовлена штампуванням. Для охолодження використовується емульсія.

Вибір інструменту: приймаємо спіральне свердло. Параметри свердла: діаметр  $D = 17,5$  мм; ріжуча частина виготовлена з швидкорізальної сталі Р18 [7, додаток 1, с. 353].

Форма заточування: одинарна [7, додаток 2, с. 359]. Дані взяті з довідника. [8]:  $2\varphi = 118^\circ$ ,  $2\varphi_0 = 70^\circ$ ;  $\Psi = 40 - 40^\circ$ ; при стандартній заточці  $\Psi = 55^\circ$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ;  $W = 23...32^\circ$ .

Назначаємо режим різання по нормативам [7].

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1. Глибина різання:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{17,5 - 14}{2} = 1,75. \quad (3.18)$$

2. Призначаємо подачу [7, карта 52, с. 116]. Для II групи подач, що використовуються при обробці заготовок середньої твердості, визначимо подачу для сталеві заготовки, де  $D = 17,5$  мм і  $d = 14$  мм, використовуючи значення  $S_0 = 0,6 \dots 0,8$  мм/об. Виконуємо корекцію подачі, враховуючи можливості верстата:  $S_0 = 0,8$  мм/об.

Осьова складова сили різання під час розсвердлювання[7]:

$$P_0 = C_p \cdot D^{DP} \cdot t^{XT} \cdot S_0^{YP} \cdot K_p. \quad (3.19)$$

Визначаємо з табл. 31 [10, с. 346] коефіцієнт і показники степенів формули розсвердлювання конструкційної сталі з  $\sigma_B = 750$  МПа інструментом з швидкоріжучої сталі:

$$C_p = 37,8; q_p = 0; x_p = 1,3; y_p = 0,7.$$

Враховуємо поправочний коефіцієнт на силу різання  $K_p = K_{Mp}$  [10, по табл. 21 і 22, с. 430]:

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_B}{75} \right)^{n_p}, \quad n_p = 0,75,$$

$$K_{Mp} = \left( \frac{68}{75} \right)^{0,75} = 0,93,$$

$$P_0 = 37,8 \cdot 1,75^{1,3} \cdot 0,8^{0,7} \cdot 0,93 = 1193 \text{ Н.}$$

У верстата 16К20  $P_{\max} = 10000$ ;  $P_0 < P_{\max}$  ( $119 < 10000$ ), назначена подача  $S_0 = 0,8$  мм/об допустима.

3) Назначаємо період стійкості свердла [10, табл. 2, с. 98].

Для свердла з  $D = 17,5$  мм рекомендовано період стійкості  $T = 90$  хв. Допустимий знос свердла [7, дод. 3. с. 371] по задній поверхні  $h_3 = 1$  мм; по смужці  $h_3 = 1,5$  мм.

4) Визначаємо швидкість головного різання, прийнятну для різальних властивостей свердла. За картою 53 1 мм/об, що  $V_{\text{табл}} = 20$  м/хв. Для означених умов обробки наведена за картою 53 поправка  $K_{nv} = 1$ . Відповідно до примітки до карти 53 слід зважити за картою 42 [7, с.104-105] поправочний коефіцієнт  $K_{Mv}$  для сталі 45, отже  $V_i = V_{\text{табл}} = 20$  м/хв.

5) Частота обертання шпинделя, що відповідає виявленій швидкості головного різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 17,5} = 363 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.20)$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя згідно з паспортом верстата та встановлюємо фактичну частоту обертання  $n_d = 400$  хв<sup>-1</sup>.

6) Фактична швидкість головного різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17,5 \cdot 400}{1000} = 21,98 \text{ м/хв}. \quad (3.21)$$

7) Визначаємо потужність різання [7, карта 54, с. 118-119]. Для  $\sigma_b = 560 \dots 680$  МПа,  $D-d$  до 12 мм,  $S_0$  до 0,84 мм/об, при  $V_d = 21,98$  м/хв. Знаходимо  $N_{\text{табл}} = 1,9$  кВт.

8) Перевіряємо, чи достатня потужність приводу верстата  $N_{\text{прз}} \leq N_{\text{шп}}$ . У верстата 16К20  $N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт}$  ( $1,9 < 8$ ).

Основний час:

$$T_0 = \frac{L}{nS_0}; L = l + y + \Delta. \quad (3.22)$$

При розсвердлюванні свердлом з одинарною заточкою врізання  $y = 0,3 \cdot D$ ,  $y = 0,3 \cdot 17,5 = 5,25$ .

Перебіг  $\Delta$  1..3 мм; приймаємо  $\Delta = 3 \text{ мм}$ .

Тоді,

$$L = 42 + 5,25 + 3 = 50,25 \text{ мм},$$

$$T_0 = \frac{50,25}{400 \cdot 0,8} = 0,15 \text{ хв},$$

$$T_{\text{шп}} = T_0 \cdot T_{\text{д}} \cdot T_{\text{обс}} \cdot T_{\text{від}} = 0,15 + 0,26 + 2,53 + 0,03 = 2,97 \text{ хв}.$$

На токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20 будемо обточувати торець втулки, маючи початковий діаметр  $D = 36 \text{ мм}$  та зменшуючи його до  $d = 18 \text{ мм}$ . Припуск на обробку  $h$  дорівнює  $1 \text{ мм}$ . Параметр шорсткості обробленої поверхні  $K_2$  становить  $20 \text{ мкм}$ . Матеріал заготовки – сталь марки 45, твердістю 198НВ.

Обираємо різець та налаштовуємо його геометричні параметри. Вибираємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Робоча частина різця виготовлена з твердого сплаву ВК6; корпус різця – сталь 45, переріз корпусу  $16 \times 25 \text{ мм}$ , загальна довжина різця  $150 \text{ мм}$ .

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Геометричні елементи різця приймаються наступними: форма передньої поверхні - плоска, з фаскою. [9, табл. 29, с. 187];  $\gamma = 12^\circ$ ;  $\gamma_\phi = -3^\circ$ ;  $\alpha = 10^\circ$ ;  $\lambda = 0^\circ$  [табл. 30, с. 188];  $\varphi = 45^\circ$ ;  $\varphi_1 = 45^\circ$  [табл. 31, с.190];  $r = 1\text{мм}$  [табл. 32, с. 190 і табл. 4, примітка 3 с. 420].

Вибір режимів різання [8].

1) Встановлюємо глибину різання. При знятті припуску за один прохід  $I_n = 1\text{мм}$ .

2) Назначаємо подачу [по табл. 14, с. 268].

Приймаємо для  $r=1\text{мм}$  середнє значення  $S_0=0,58\text{ мм/об}$  та, коректуючи по паспорту верстата, встановлюємо  $S_0=0,6\text{ мм/об}$ .

3) Назначаємо період стійкості різця. При одноінструментній обробці  $T = 30\dots60\text{ хв}$  [8, с. 268]. Приймаємо  $T = 60\text{ хв}$ .

4) Визначаємо швидкість головного руху різання м/хв., допустиму ріжучими якістьми різця [8, с. 265]:

$$V_l = \frac{\sigma_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_0^{y_0}} \cdot K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{lv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{ov} = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,2}} \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,18 = 174\text{ м/хв} \quad (3.23)$$

5) Частота обертання шпинделя, що відповідає знайдений швидкості головного руху різка:

$$n = \frac{1000V_l}{3,14 \cdot 36} = 1539\text{ хв}^{-1}. \quad (3.24)$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспорту верстака і встановлюємо дійсну частоту обертання  $n_d = 1250\text{ хв}^{-1}$ .

6) Дійсна швидкість головного руху різання:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{д}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1250}{1000} = 141,3 \text{ м/хв.} \quad (3.25)$$

7) Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V_{\text{д}}}{60 \cdot 1020} \text{ кВт,} \quad (3.26)$$

де  $P_z$  - в Н, а  $V_{\text{д}}$  - в м/хв,

$$P_z = 9,81 \cdot C_{\text{Pz}} \cdot t^{\text{Xpz}} \cdot S_0^{\text{Ypz}} \cdot V^{\text{npz}} \cdot K_{\text{pz}}$$

Для заданих умов обробки  $C_{\text{Pz}} = 92$ ,  $X_{\text{pz}} = 1$ ,  $Y_{\text{pz}} = 0,75$ ,  $n_{\text{pz}} = 0$  [8, табл. 22, с. 274].

Враховуємо поправочні коефіцієнти на силу різання

$K_{\text{Mpz}} = \left( \frac{HB}{190} \right)^{n_p}$  [8, табл.9 с 264]; 198НВ (по умові);  $n_p = 0,4$  [8, табл. 9, с. 264];

$K_{\text{pz}} = \left( \frac{198}{190} \right)^{0,4} = 1,04^{0,4} = 1,01$ ;  $K_{\varphi \text{pz}} = 1,0$  [8, табл. 23, с. 275], так як  $\varphi = 45^\circ$ ;  $K_{\gamma \text{pz}} = 1,0$ ; так як  $\gamma = 12^\circ$ ;  $K_{\lambda \text{pz}} = 1,0$  так як  $\lambda = 0^\circ$ ;

$$P_z = 9,81 \cdot C_{\text{Pz}} \cdot t^{\text{Xpz}} \cdot S_0^{\text{Ypz}} \cdot V^{\text{npz}} \cdot K_{\text{Mpz}} \cdot K_{\varphi \text{pz}} \cdot K_{\gamma \text{pz}} \cdot K_{\lambda \text{pz}} = 9,81 \cdot 92 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,3^0 \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 750 \text{ Н,}$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{750 \cdot 141,3}{60 \cdot 1020} = 1,76 \text{ кВт.}$$

8) Перевіряємо, чи достатньою є потужність приводу верстата. В верстата 16К20

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{д}} \cdot n = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт},$$

$$N_{\text{шт}} < N_{\text{шт}}; 1,76 < 7,5.$$

Основний час:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0}.$$

Довжина робочого ходу (мм) різця:

$$L = \frac{D - d}{2} + y + \Delta.$$

Врізання  $y = t - \text{ctg } \varphi = 2 \text{ctg } 45^\circ = 2 \text{ мм}$ . Перебіг приймаємо рівним 2 мм;  $i = 1$ .

$$L = \frac{36 - 18}{2} + 2 + 2 = 13 \text{ мм};$$

$$T_0 = \frac{13 \cdot 1}{1250 \cdot 0,6} = 0,02 \text{ хв};$$

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = 0,02 + 0,845 + 2,05 + 0,004 = 2,92 \text{ хв}.$$

### 3.2.3.1 Обробка втулки

На токарному гвинторізному верстаті 16К20 підрізаємо торець втулки діаметром  $D = 28$  до діаметра  $d = 18 \text{ мм}$ . Припуск на обробку  $h = 1 \text{ мм}$ .

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Шорсткість оброблюваної поверхні  $Rz = 20\text{мкм}$ . Матеріал заготовки - сталь 45, твердість 198НВ.

I. Вибір різця та налаштування його геометричних параметрів. Вибираємо токарний прохідний різець відігнутий правий. Матеріал робочої частини - пластини - твердий сплав ВК6 [8, табл. 3, с. 16]; матеріал корпуса різця - сталь 45, переріз корпуса різця 16x25, довжина різця 140 мм.

Геометричні елементи різця беремо з довідника[18]: форма передньої поверхні - плоска з фаскою [8, табл. 29, с. 187];  $\gamma = 12^\circ$ ;  $\alpha = -3^\circ$ ;  $\varphi = 10^\circ$ ;  $\varphi_1 = 0^\circ$ [8, табл. 30, с. 188);  $\lambda = 10^\circ$ ;  $\lambda_1 = 10^\circ$ [8, табл. 31, с. 190];  $r = 0,4\text{ мм}$ .

II. Визначення режиму різання за нормативами [10].

1) Задаємо глибину різання. При зніманні припуску за один прохід  $t = h = 1\text{мм}$ .

2) Назначаємо подачу [10, карта 3, с. 39]. Для параметра шорсткості  $Rz = 20\text{ мкм}$ ;  $S_0 = 0,28...0,39\text{ мм/об}$ . Коригуємо подачу згідно даних верстата  $S_0 = 0,35\text{ мм/об}$ .

3) Призначаємо період стійкості різця  $T = 60\text{хв}$  [10, с. 31].

4) Визначаємо швидкість головного руху різання  $m/\text{хв}$ , виходячи з допустимих ріжучих властивостей різця [10, карта 6, с. 46-47]. Для  $\sigma_b = 67-72\text{ кгс/мм}^2$ ,  $t$  до 2мм,  $S$  до 0,35 мм/об і кута  $\varphi = 10^\circ$  при підрізанні торця.

Враховуємо поправочний коефіцієнт на швидкість  $K_{iv} = 1,0$ ; оскільки використовується твердий сплав ВК6,  $K_{pv} = 1$ , оскільки поверхня без покриття

$$V_i = V_{\text{табл}} \cdot K_{iv} \cdot K_{pv} = 88 \cdot 1 \cdot 1 = 88\text{м/хв.}$$

5) Частота обертання шпинделя, що відповідає знайденій швидкості головного руху різача:

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000V_i}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 28} = 1000 \text{ хв}^{-1}.$$

6) Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспорту верстака і встановлюємо дійсну частоту обертання  $n_d = 1000 \text{ хв}^{-1}$ .

7) Потужність різання, кВт, [10, карта 7, с 48]. Для  $\sigma_v \leq 720 \text{ МПа}$ ,  $t$  до 2 мм,  $S$  до 0,35 мм/об і  $V = 88 \text{ м/хв}$ .  $N_{\text{табл}} = 1,8 \text{ кВт}$ .

$$N_{\text{табл}} \stackrel{!}{=} N_{\text{різ}} = 1,8 \text{ кВт}.$$

8) Перевіряємо чи достатньою є потужність приводу верстата. В верстата 16К20  $N_{\text{шп}} = N_d \cdot n = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$ .

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}; 1,8 < 7,5, \text{ обробка можлива.}$$

### III. Основний час

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0},$$

де  $i = 1$ .

Довжина робочого ходу (мм) різця  $L = l + y + \Delta$ .

Врізання  $y = t \cdot \text{ctg } \varphi = 1 \cdot \text{ctg } 10^\circ = 1 \text{ мм}$ . Перебіг приймаємо рівним 2 мм.

$$L = 6 + 1 + 2 = 9 \text{ мм},$$

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_0 = \frac{9 \cdot 1}{1000 \cdot 0,35} = 0,025 \text{ хв},$$

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = 0,025 + 0,845 + 2,05 + 0,005 = 2,93 \text{ хв}.$$

### 3.2.3.2 Циліндричне фрезування пазу плоскої поверхні

На горизонтальному фрезерному верстаті 6Т82Г виконується циліндричне фрезування пазу на плоскій поверхні шириною  $B = 5$  мм та довжиною  $l = 37$  мм, припуск на обробку  $h = 5$  мм. Оброблюваний матеріал – сталь 45,  $\sigma_{\text{в}} = 680$  МПа. Обробка попередня, охолодження емульсією.

#### I. Вибір фрези та встановлення геометричних параметрів.

Беремо циліндричну фрезу із вставними ножами зі швидкорізальної сталі Р6М5. При роботі з глибиною різання до 5 мм, зазвичай використовують циліндричні фрези діаметром 60-90 мм [2, с.269]. Обираємо фрезу з кількістю зубів  $z = 16$  [8, карта 113, с.248-249]. Геометричні параметри фрези визначаємо за [8, додаток 2, с369]:  $\alpha = 12^\circ$ .

#### II. Визначення режиму різання.

1) Визначаємо глибину різання. Припуск знімаємо за один робочий прохід:  $t = h = 5$  мм.

2) Встановлюємо подачу на зуб фрези [8, карта 132, с. 247]. мм/зуб.

3) Визначаємо період стійкості фрези [8, табл. 2, с. 204].

Для циліндричної фрези з  $D = 90$  мм, з вставними ножами зі сталі Р18, рекомендований період стійкості  $T = 180$  хв. Допустимий знос зубів фрези по заданій поверхні  $h_3 = 0,6$  мм. 4) Призначаємо швидкість головного руху різання [8, карта 133, с.248 - 249]. Для  $D = 60$  мм,  $B = 5$  мм,  $t = 5$  мм,  $S_z = 0,05$  мм/зуб,  $V_{\text{табл}} = 36$  м/хв.

$$V_i = V_{\text{табл}} = 36 \text{ м/хв}.$$

5) Частота обертання шпинделя, що відповідає знайденій швидкості головного руху різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_1}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 60} = 191 \text{ хв-1.}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по верстату і встановлюємо дійсну частоту обертання  $n_d = 200 \text{ хв-1}$

б) Дійсна швидкість головного руху різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 200}{1000} = 37,6 \text{ м/хв.}$$

7) Визначаємо швидкість руху подачі:

$$V_s = S_z \cdot z \cdot n_d = 0,05 \cdot 16 \cdot 200 = 160 \text{ мм/хв.}$$

8) Визначаємо потужність різання [8, карта 135, с.252-253].

Для  $S_z = 0,05 \dots 0,08 \text{ мм/зуб}$ ,  $S$  до 8 мм,  $t$  до 11.  $N_{\text{табл}} = 1,9 \text{ кВт}$ ,  $N_{\text{табл}} = N_{\text{різ}} = 1,9 \text{ кВт}$ .

9) Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата. В верстата 6Т82Г  $N_{\text{шп}} = N_d \cdot n = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$

$N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$ ;  $1,9 < 6$ , обробка можлива.

III. Основний час:

$$T_0 = \frac{L}{V_s};$$

$$L = l + y + \Delta.$$

Врізання  $y = \sqrt{t(D-d)} = \sqrt{5(60-5)} = 16,5 \text{ мм}$ . Перебіг  $\Delta = 1 \dots 5 \text{ мм}$ , приймаємо рівним 2,5 мм.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$L = 37 + 16,5 + 2,5 = 56\text{мм},$$

$$T_0 = \frac{56}{160} = 0,35 \text{ хв},$$

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{ог}} + T_{\text{від}} = 0,35 + 0,405 + 2,05 + 0,07 = 2,88 \text{ хв}.$$

### Висновки до третього розділу

У цьому розділі здійснено обчислення сил, потрібних для розклепування блячки та інших ключових складників конструкції універсального пневматичного преса, що призначений для легкої промисловості. Зроблені розрахунки демонструють працездатність і стійкість розробленої конструкції. Створено технологічні процеси з відновлення та виготовлення найважливіших деталей конструкції універсального пневматичного преса, призначеного для легкої промисловості. Отримані результати можна буде використати у майбутньому, під час формування технологічного процесу виробництва всього преса.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Загальні висновки

У процесі реалізації бакалаврської роботи були розв'язані такі завдання:

1. Здійснено аналіз пресового устаткування для закріплення фурнітури у виробках легкої промисловості.
2. Визначено основні задачі та вимоги до конструкції пресового устаткування для закріплення фурнітури у виробках легкої промисловості.
3. Створено власну конструкцію пресового устаткування, призначеного для встановлення фурнітури у виробках легкої промисловості.
4. Виконано розрахунки складових частин пресового устаткування для закріплення фурнітури у виробках легкої промисловості та здійснено вибір необхідних комплектуючих елементів.
5. Сформовано технологічний процес відновлення складових пресового устаткування, призначеного для встановлення фурнітури у виробках легкої промисловості.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Перелік джерел посилання

1. Механічна технологія та обладнання вирубних операцій у легкій промисловості: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / А. К. Кармаліта. – Хмельницький: ХНУ, 2011. – 170 с.
2. Кармаліта А.К., Якимчук Д.М. Вплив енергетичних та силових показ-ників пресового обладнання на динаміку його роботи. Вісник ЖДТУ № 2 (53). 2010. С.31-35.
3. Білоусова Г.Г. Методи обробки швейних виробів: навч. посіб. / Білоусова Г.Г., Колосніченко М.В., Масловська Л.О., Курганський А.В. – К.: МВЦ «Медінформ», 2007. – 292 с.
4. В.О. Кучер, А.О. Степура. Обладнання швейного виробництва. Київ: Вікторія, 2001. - 415 с.
5. Обладнання для взуттєвого виробництва: основа для успішного бізнесу [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://analitic.ub.ua/31130-obladnannya-dlya-vzuttevogo-virobnictva-osnova-dlya-uspishnogo-biznesu.html>
6. Обладнання для виробництва взуття [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nanogermansystem.com/uk/leather-press>.
7. Чумакова С.В. Дослідження процесу закріплення металевих люверсів у виробках легкої промисловості в квазістатичному режимі / С.В. Чумакова, О.С.Поліщук // Вісник ХНУ. – 2013. – № 2. – С. 147 – 153.
8. Білецький, В. С. Основи машинознавства і деталей машин : навч. посіб. / В. С. Білецький. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – 312 с.
9. Ільченко, М. Ю. Преси та штампувальне обладнання : навч. посіб. / М. Ю. Ільченко, С. І. Оніщенко. – Київ : Ліра-К, 2020. – 256 с.
10. Костенко, М. П. Основи проектування машин : підручник / М. П. Костенко. – Львів : Афіша, 2019. – 288 с.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

11. Дьяків, С. В. Механіка матеріалів і конструкцій : навч. посіб. / С. В. Дьяків. – К. : Вища школа, 2017. – 270 с.
12. Шелест, П. С. Гідравлічні та пневматичні приводи : навч. посіб. / П. С. Шелест. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 198 с.
13. Герасименко, І. А. Конструювання швейного обладнання : навч. посіб. / І. А. Герасименко. – К. : КНУТД, 2021. – 225 с.
14. Савчук, І. В. Металеві фурнітурні елементи та способи їх встановлення : монографія / І. В. Савчук, Т. В. Гнатюк. – Чернівці : Рута, 2020. – 160 с.
15. ДСТУ ISO 9185:2005. Шкіра. Оцінювання опору до впливу металевих частин – Метод випробування.
16. Шумілін, В. П. Обладнання для виготовлення швейних виробів : навч. посіб. / В. П. Шумілін. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 276 с.
17. Марущак, П. О. Механіка деформівного твердого тіла : підручник / П. О. Марущак, І. С. Гуменюк. – Хмельницький : ХНУ, 2022. – 304 с.
18. Коваленко, Л. О. Вибір обладнання для встановлення ґніпок і заклепок на швейних виробах / Л. О. Коваленко // Вісник КНУТД. – 2020. – №2(148). – С. 97–102. [Доступ: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16477>]
19. ISO 4413:2010. Гідроприводи. Загальні правила і вимоги безпеки для систем і їхніх компонентів. – Женева : ISO, 2010.
20. Коваль В.Т. Основи техніки безпеки. /В.Т.Коваль - К. Вища школа, 2001. - 438 с.

ДОДАТКИ

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		