

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Вячеслав ТІТОВ

« ____ » _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 131 «Прикладна механіка»

**на тему: «Технологія та оснащення для виготовлення комплекту
нагрудної нагороди(медаль колодка)»**

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи Мдз-71
(шифр групи)

Ровенко Володимир Сергійович _____ (підпис)
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник доц.к.т.н. Сабол С.Ф. _____ (підпис)
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище ім'я, по батькові)

Консультант _____ (підпис)
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище ім'я, по батькові)

Рецензент _____ (підпис)
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище ім'я, по батькові)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка пластичності матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Вячеслав ТІТОВ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Ровенко Володимир Сергійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту “Технологія та оснащення для виготовлення комплекту нагрудної нагороди(медаль колодка)” _____

керівник проекту: доц.к т н Сабол С. Ф. _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «_18_» ___ 05 ___ 2021_ р.
№ 1204-с

2. Термін подання студентом проекту 09.06.2021

3. Вихідні дані до проекту. **Технологія та оснащення для виготовлення комплекту нагрудної нагороди(медаль колодка).** _____

4. Зміст пояснювальної записки 1.Технологічний розділ. 2.Конструкторський розділ. 3.Вибір обладнання для проведення технологічного процесу. 4.Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)Складальне креслення штампа для вирубки заготовки медалі(1 аркуш А1).креслення деталей (3 аркуша А3).Складальне креслення для формозмінної операції(1аркуш А0).креслення деталей(5аркущів А3).Складальне креслення для вирубання контуру(1аркуш А0).креслення деталей(1аркуш А3 .1аркуш А4).

6. Консультанти розділів проекту*

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

7. Дата видачі завдання 18.05.2021

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
	Розробка технологічного розділу	20.05.2021-23.05.2021	
	Проектування штампу простої дії для вирубки заготовки медалі та деталювання	23.05.2021-27.05.2021	
	Проектування штампу сумісної дії для формозмінної операції та деталювання	28.05.2021-30.05.2021	
	Проектування штампу простої дії для вирубання контуру деталі та деталювання	31.05.2021-03.06.2021	
	Оформлення пояснювальної записки	04.06.2021-07.06.2021	

Студент : Ровенко В.С

Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник : Сабол С.Ф.

Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

☒ Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: «Технологія та оснащення для виготовлення комплекту нагрудної нагороди(медаль колодка).»

Київ – 2021 року

Анотація

Темою дипломного проекту є : «Технологія та оснащення для виготовлення комплекту нагрудної нагороди «Медаль-Колодка». На етапі проектування було виконано: аналіз на технологічність деталей, розроблено головні деталі штампів. Проводилась перевірка на міцність окремих деталей штампів. Було спроектовано три штампа: перший штамп простої дії для вирубування контуру та пробивання для деталі «Медаль», другий штамп простої дії для формозмінної операції деталі «Колодка» та третій штамп теж простої дії для вирубування контуру та пробивання отвору для деталі «Колодка». До трьох штампів виконано деталювання. В дипломний проект також входить розділ охорони праці для безпечної роботи працівників, для того щоб не виникло травм під час роботи.

Ключові слова: *медаль, колодка, Латунь Л63, ескіз, деталь, товщина матеріалу, довжина контуру.*

Annotation

The theme of the diploma project is: "Technology and equipment for the manufacture of a set of breastplates" Medal-Block ". At the design stage was performed: analysis of the manufacturability of parts, developed the main parts of the dies. The strength of individual parts of the dies was checked. Three stamps were designed: the first simple action stamp for cutting out the contour and punching for the "Medal" part, the second simple action stamp for the shape change operation of the "Block" part and the third simple action stamp for cutting the contour and punching the hole for the "Block" part. Up to three stamps have been detailed. The diploma project also includes a section of labor protection for safe work of employees, so that there are no injuries during work.

Key words: *medal, pad, Brass L63, sketch, detail, material thickness, contour length.*

Аннотация

Темой дипломного проекта является: «Технология и оснащение для изготовления комплекта нагрудного награды «Медаль-Колодка». На этапе проектирования были выполнены: анализ на технологичность деталей, разработаны главные детали штампов. Проводилась проверка на прочность отдельных деталей штампов. Было спроектировано три штампа: первый штамп простого действия для вырубки контура и пробивки для детали «Медаль», второй штамп простого действия для формоизменяющих операции детали «Колодка» и третий штамп тоже простого действия для вырубки контура то пробивки отверстия для детали «Колодка». До трех штампов выполнено деталировки. В дипломный проект также входит раздел охраны труда для безопасной работы работников, для того чтобы не возникло травм во время работы.

Ключевые слова: *медаль, колодка, Латунь Л63, эскиз, деталь, толщина, длина контура.*

Зміст

Вступ	7
1. Технологічний розділ	9
1.1. Аналіз на технологічність комплекту деталей нагрудна нагорода	10
1.2. Обґрунтування розмірів заготовок та їх форми	11
1.3. Вибір розкрою матеріалу	12
1.3.1. Визначення ширини смуги для деталей	12
1.3.2. Визначення коефіцієнта розкрою для «Колодки»	15
1.3.3. Визначення коефіцієнта розкрою для «Медаль»	15
1.3.4. Визначення кількості отриманих деталей в бухті	16
1.4 Обґрунтування послідовності операцій та їх кількість	18
1.5 Розрахунок технологічних зусиль	19
2. Конструкторський розділ	29
2.1. Конструювання штампу простої дії для вирубування і пробивання	29
2.1.1. Конструювання матриці для деталі «Медаль»	29
2.1.2. Конструювання матриці для деталі «Колодка»	30
2.1.3. Виконавчі розміри матриці для деталі «Медаль»	31
2.1.4. Виконавчі розміри матриці для деталі «Колодка»	33
2.1.5. Конструювання інших деталей штампу для вирубки «Медаль»	35
2.1.6. Конструювання інших деталей штампу для вирубки «Колодка»	36
2.1.7. Розрахунок пуансонів на міцність для деталі «Медаль»	39
2.1.8. Розрахунок пуансонів на міцність для деталі «Колодка»	41
2.1.9. Робота штампу для вирубки-пробивки деталі «Медаль»	43
2.1.10. Робота штампу для формозмінних операцій деталі «Колодка»	44
2.1.11. Робота штампу для вирубки-пробивки деталі «Колодка»	44
3. Вибір обладнання для проведення технологічного процесу	46
3.1. Вибір пресу для отримання деталі «Медаль»	46
3.2. Вибір пресу для формозмінної операції деталі «Колодка»	47
3.3. Вибір пресу для вирубування деталі «Колодка»	49
4. Охорона праці	51
Література	59
Додаток А	60

					ДП.МД-з7105.05.000.00 ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Лит.	Лист	Листов
Перев.					7	66	
Реценз.					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»		
Н. Контр.					ММІ		
Затверд.							

Вступ

Розвиток машинобудування та металообробки потребує детального вдосконалення технологічних процесів і організації виробництва, підвищення його продуктивності та збільшення продуктивності праці на базі автоматизації виробничих процесів.

Процес листового штампування набув широкого використання в різних галузях виробництва, завдяки високій продуктивності та економічній ефективності.

Холодне листове штампування має ряд переваг:

- можливість отримання конструкцій складних за формою;
- висока продуктивність праці (до 4000 штук) й ощадлива витрата матеріалу;
- можливість отримання конструкцій майже необмеженого розміру;
- висока точність розмірів і якість поверхні, що дозволяє відмовитися від подальшої механічної обробки виробів або звести її до мінімуму;
- відсутня необхідність у висококваліфікованих спеціалістах;
- низька вартість деталей в порівнянні з іншими видами обробки металів;

Основним технологічним фактором розвитку холодного штампування є прагнення одержати штампуванням готову деталь, що не вимагає додаткової механічної обробки різанням.

Дипломний проект присвячено розробці технології виготовлення комплекту нагрудної нагороди «Медаль» і «Колодка» та проектування штампового оснащення.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічний розділ

Технологічний процес підчас дій якого, змінюється форма і механічні властивості необхідної заготовки для того щоб отримати напівфабрикат.

Крім штампування до нього ще відноситься технологічний процес підготовки різання листа на смуги, змащення, операції галтування, травлення, відпал ([1], ст.16).

Найвідповідальнішим етапом структури технологічного процесу є визначення характеру, кількості операцій і поетапності їх виконання. Така поетапна технологічна розробка визначає трудомісткість наступних кроків конструювання, а також затрати на наступне виготовлення оснащення для штамів і трудомісткість процесу штампування ([1], ст.16).

Для визначення поетапності технологічного процесу потрібно зробити аналіз на технологічність деталі, розрахувати розміри і форму вихідної заготовки, обрати тип розкрою який буде оптимальним, визначити або призначити кількість і послідовність операцій, вибрати технологічний ескіз штампування ([1], ст.16).

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Аналіз на технологічність комплекту деталей нагрудна нагорода

Даний аналіз на технологічність проводимо за певним алгоритмом.

Для початку потрібно визначити відповідність розмірів деталей та їхньої форми, перевірити чи задовольняють ці деталі технологічним вимогам.

На рис.1.1. та рис.1.2. представлено комплект креслень деталей нагрудної нагороди, а саме: «Медаль» та «Колодка», матеріал деталей Латунь Л63, $\sigma_s = 288 - 432 \text{ МПа}$, товщина $S = 2 \text{ мм}$.

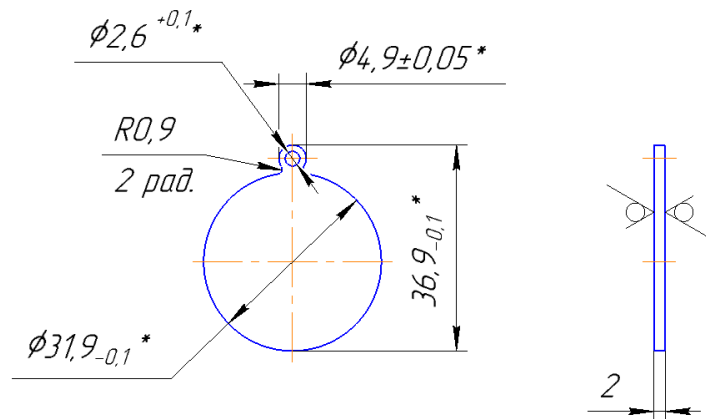


Рис. 1.1. Ескіз деталі «Медаль»

На рис.1.2. зображено ескіз деталі «Колодка», матеріал даної деталі Латунь Л63, $\sigma_s = 288 - 432 \text{ МПа}$, товщина $S = 0,8 \text{ мм}$.

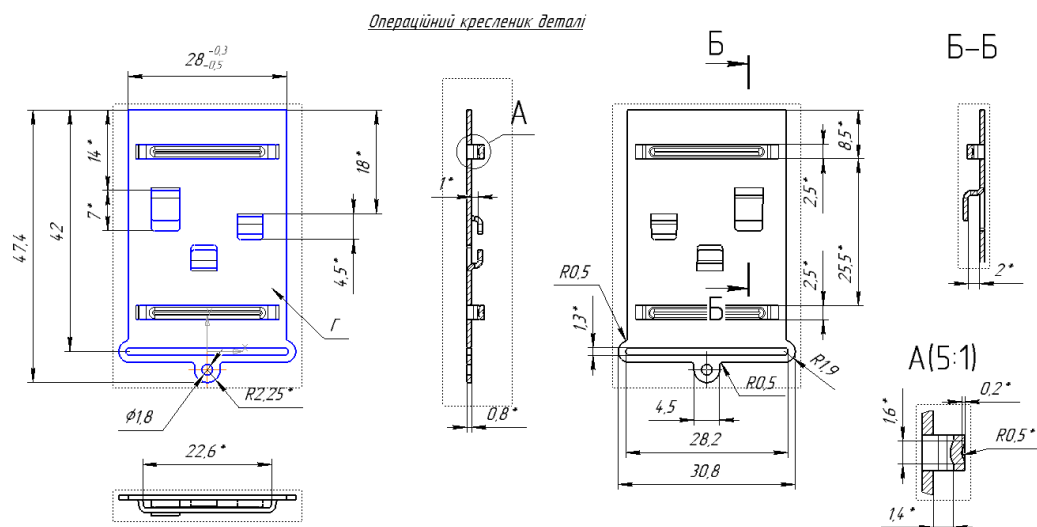


Рис. 1.2. Ескіз деталі «Колодка»

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Для виготовлення комплексу деталей «Медаль» та «Колодка» необхідно виконати такі операції:

- пробивання отворів;
- вирубання по контуру деталі;
- формування;
- вирубання деяких елементів та в той же час їх відгинання.

Для початку проводимо аналіз на технологічність на даних операціях вирубання, відгинання, формування та пробивання ([2], ст.280-281).

Таблиця 1.1 перевіряємо можливість отримання найменшого розміру пробитих отворів ([2], ст.281, табл.135).

Таблиця 1.1

Матеріал	Пробивка круглим	Пробивка направляючим
	пуансоном	круглим пуансоном
М'яка (Латунь Л63)	1,0 S =2мм	0,35 S = 0,7 мм
	1,0 S =0,8мм	0,35 S = 0,28 мм

Представленні розміри отворів які необхідно отримати більші, тому необхідна умова виконується.

1.2 Обґрунтування розмірів заготовок та їх форми

Медаль має вигляд кола діаметром 32 мм, товщиною не менше ніж 2 мм. Медаль за допомогою вушка та кільця з'єднуються з прямокутною «Колодкою» [4]. У нижній частині «Колодки» тонка металева фігурна дужка із заокругленим виступом та отвором посередині для сполучення «Колодки» з «Медаллю» [4]. Розмір «Колодки»: висота – 42 мм, ширина – 28 мм, товщина – 0,8 мм [4]. При цьому розмір фігурної дужки: висота – 2 мм, ширина – 30 мм, висота заокругленого виступу – 2 мм [4]. На зворотному боці прорізи для прикріплення стрічки, а також застібка для кріплення медалі до одягу. Такі розміри відповідають стандарту ДСТУ [4].

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Вибір розкрою матеріалу

Заготовки мають круглу та прямокутну форму, «Медаль» діаметром 32мм та товщиною 2 мм, «Колодка» має розміри 47,4 мм на 28 мм, товщиною 0,8 мм. Тому в нашому випадку приймаємо рішення для застосування прямого розкрою, однорядного, з перемичкою. Даний розкрій дає змогу забезпечити точність деталі та спрощує конструкцію штампу.

1.3.1. Визначення ширини смуги для деталей

Ширину перемичок для колодки обираємо з ([3], ст.7, табл.1):

$$a=1,5 \text{ мм};$$

$$b=1 \text{ мм.}$$

Виходячи з рекомендацій розміри перемичок для даного матеріалу збільшуємо до: $a=2,2$ мм, $b=1,7$ мм.

Крок подачі смуги визначаємо за формулою з ([3], ст.10):

$$T = B_{дет} + b \quad (1.5)$$

де $B_{дет}$ – відстань між центрами деталей;

b – величина перемички по шагу.

$$T = 30,8 + 1,7 = 32,5 \text{ мм}$$

Шагові ножі знаходяться по різним бокам смуги тому з кожного боку крок подачі змінюється.

$$T = 31,8 + 1,7 = 33,5 \text{ мм}$$

Потрібну ширину смуги визначаємо за формулою з ([3], ст.14):

$$B_{см} = (A + 2(a + \delta) + z_n + \delta')_{-\delta} \quad (1.6)$$

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де A – довжина від краю деталі до краю;

a – величина бокової перемички;

δ – допуск на ширину стрічки, знаходимо з ([3], ст.13,табл.5) $\delta=0,2$;

z_n – зазор між направляючими планками та стрічкою, знаходимо з ([3], ст.15, табл.7) $z_n=0,75$ мм;

δ' – допуск на відстань між планками, знаходимо з ([3], ст.15,табл.7) $\delta'=0,3$.

$$B_{см} = (47,4 + 2(2,2 + 0,2) + 0,75 + 0,3)_{-0,2} = 54,3_{-0,2} \text{ мм}$$

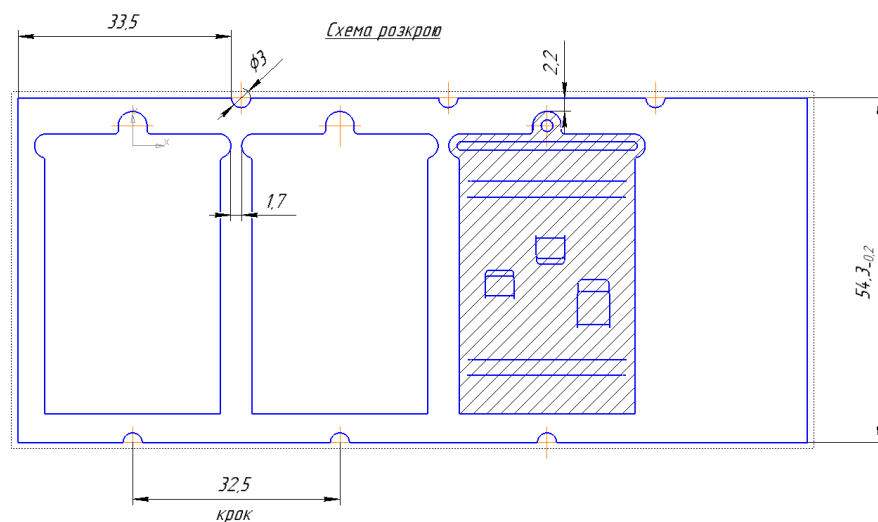


Рис. 1.3. Ескіз розкрою

Ширину перемичок для медалі обираємо з ([3], ст.7, табл.1):

$$a=1,9 \text{ мм};$$

$$b=1,5 \text{ мм.}$$

Виходячи з рекомендацій розміри перемичок для даного матеріалу збільшуємо відстань до $a=2,05$ мм, а відстань $b=1,3$ мм, зменьшуємо.

Крок подачі смуги визначаємо за формулою з ([3], ст.10):

$$T = B_{дет} + b \quad (1.7)$$

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

де $B_{дет}$ – відстань між центрами деталей;

b – величина перемички по шагу.

$$T = 31,9 + 1,3 = 33,2 \text{ мм}$$

Потрібну ширину смуги визначаємо за формулою з ([3], ст.14):

$$B_{см} = (A + 2(a + \delta) + z_n + \delta')_{-\delta} \quad (1.8)$$

де A – довжина від краю деталі до краю;

a – величина бокової перемички;

δ – допуск на ширину стрічки, знаходимо з ([3], ст.13, табл.5) $\delta = 0,3$;

z_n – зазор між направляючими планками та стрічкою, знаходимо з ([3], ст.15, табл.7) $z_n = 0,75$ мм;

δ' – допуск на відстань між планками, знаходимо з ([3], ст.15, табл.7) $\delta' = 0,3$.

$$B_{см} = (31,9 + 2(2,05 + 0,3) + 0,75 + 0,3)_{-0,3} = 37,65_{-0,3} \text{ мм}$$

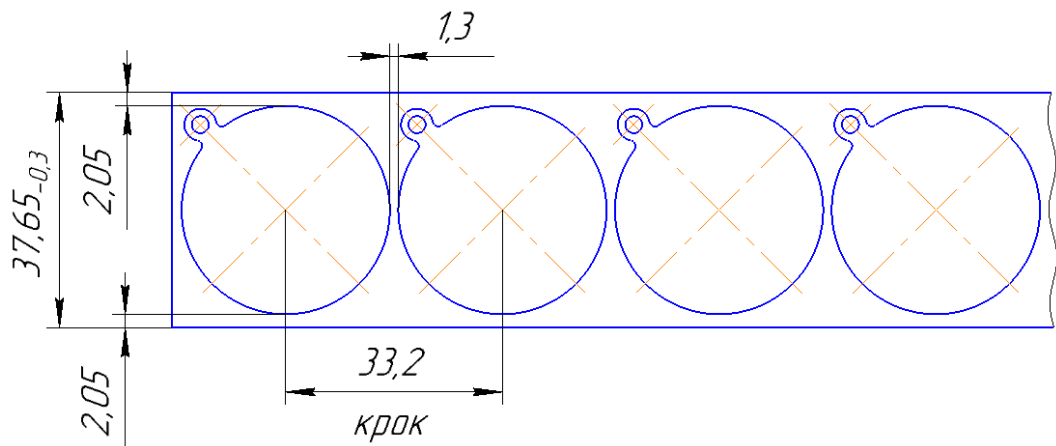


Рис. 1.4. Ескіз розкрою

1.3.2. Визначення коефіцієнта розкрою для «Колодки»

Визначення коефіцієнту розкрою робимо за формулою з ([3], ст. 6):

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$K_p = \frac{F n_p}{B_n T_p} 100\% \quad (1.9)$$

де F – площа деталі без отворів, $F=1234,34$ мм знаходимо за допомогою КОМПАС-3D (рис. 1.5.);

n_p – кількість рядів розкрою;

B_n – ширина стрічки;

T_p – крок подачі.

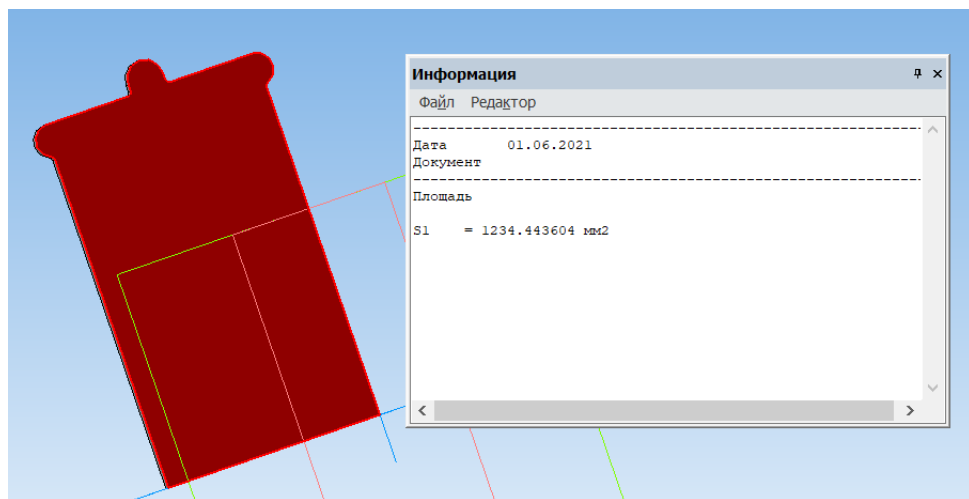


Рис. 1.5. Площа без отворів

$$K_p = \frac{1234,44 \cdot 1}{54,3 \cdot 33,5} 100\% = 67,86\%$$

1.3.3. Визначення коефіцієнта розкрою для «Медалі»

Визначення коефіцієнту розкрою робимо за формулою з ([3], ст. 6):

$$K_p = \frac{F n_p}{B_n T_p} 100\% \quad (1.10)$$

де F – площа деталі без отворів, $F=819,85$ мм знаходимо за допомогою КОМПАС-3D (рис. 1.6.);

n_p – кількість рядів розкрою;

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

B_n – ширина стрічки;

T_p – крок подачі.

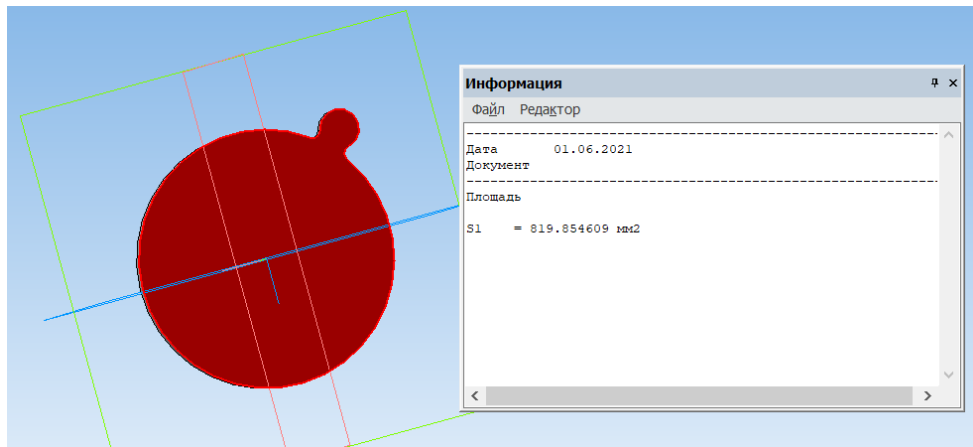


Рис. 1.6. Площа без отворів

$$K_p = \frac{819,85 \cdot 1}{37,65 \cdot 33,2} 100\% = 65,58\%$$

1.3.4. Визначаємо кількість отриманих деталей в бухті

Застосовуємо стрічку з матеріалу Латунь Л63 товщиною $S = 0,8$ мм та $S = 2$ мм.

Кількість деталей для колодки:

$$N = \frac{10000 - 1,7}{33,5} = 307,64 \approx 307 \text{ деталей з стрічки}$$

Кількість деталей для медалі:

$$N = \frac{10000 - 1,3}{33,2} = 301,16 \approx 301 \text{ деталь з стрічки}$$

Визначаємо коефіцієнт використаного матеріалу для колодки за формулою ([2], ст. 291).

$$K_B = \frac{f m}{AC} 100\% \quad (1.11)$$

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

де f – площа деталі, $F=1194$ мм визначено за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.7.);

m – кількість деталей в стрічці;

C – ширина стрічки;

A – довжина стрічки.

$$K_B = \frac{1194 \cdot 307}{10000 \cdot 54,3} 100\% = 67,5\%$$

В даній деталі пробиваються два отвори, а інші частково так як відбувається часткове вирубування і в той же відгинається. Тому вважаємо, що тільки ці два елемента пробиваються і впливають на площу деталі.

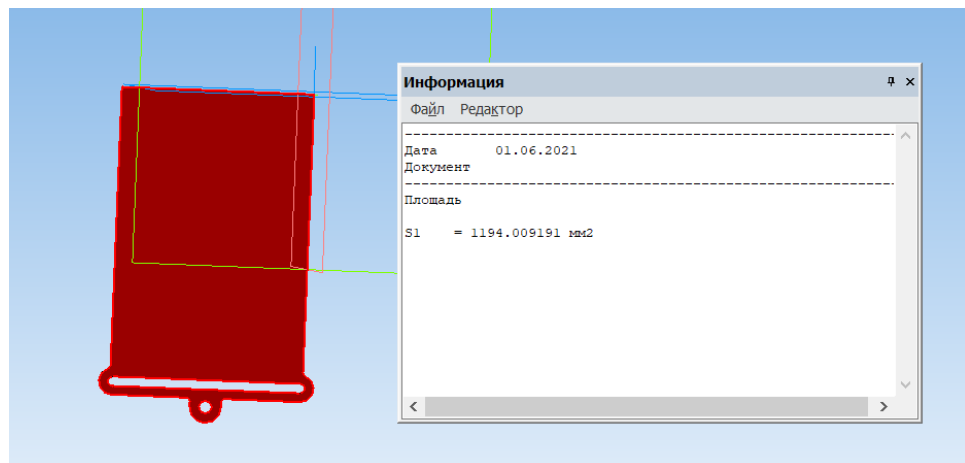


Рис. 1.7. Площа деталі

Визначаємо коефіцієнт використаного матеріалу для медалі за формулою ([2], ст. 291).

$$K_B = \frac{f m}{AC} 100\% \quad (1.12)$$

де f – площа деталі, $F=814,54$ мм визначено за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.8.);

m – кількість деталей в стрічці;

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

C – ширина стрічки;

A – довжина стрічки.

$$K_B = \frac{814,54 \cdot 301}{10000 \cdot 37,65} 100\% = 65,11\%$$

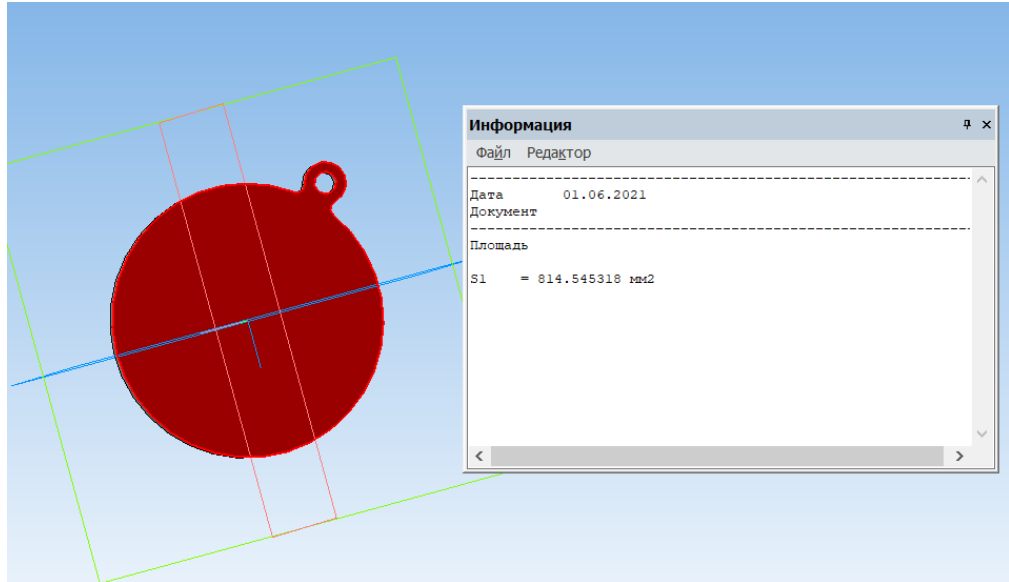


Рис. 1.8. Площа деталі

1.4 Обґрунтування послідовності операцій та їх кількості

Комплект деталей «Колодка» та «Медаль» можна виконати такими методами.

1) Деталь «Медаль» виготовляють в штампі послідовної дії:

- на першій операції пробиваємо отвір на другій вирубують деталь;
- на третій операції в наступному штампі проводиться формовка візирунка з обох боків.



Рис.1.9. Ескіз відформованої деталі «Медаль»

2) Деталь «Колодка» виготовляють в двох штампах послідовної дії:

- на першій операції відбувається формування двох полицок, потім підрубвання їх та відгинання;
- на другий часткове вирубування та відгинання трьох зубчиків;
- третя операція пробивання круглого та прямокутного отвору;
- на останній операції вирубується контур деталі.

1.5 Розрахунок технологічних зусиль

- Технологічне зусилля пробивки та вирубування для деталі «Медаль»
Визначаємо за формулою з ([3] ст. 56)

$$P = L S \sigma_{зр} \quad (1.13)$$

де L – довжина контуру «Медалі»;

S – товщина матеріалу;

$\sigma_{зр}$ – опір зрізу при вирубуванні визначаємо за формулою з ([2], ст.17, табл.3)

$$\sigma_{зр} = 0,8 \cdot \sigma_{с} \quad (1.14)$$

$$\sigma_{зр} = 0,8 \cdot 36 = 28,8 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 288 \text{ МПа}$$

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Довжину контуру визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.10.)

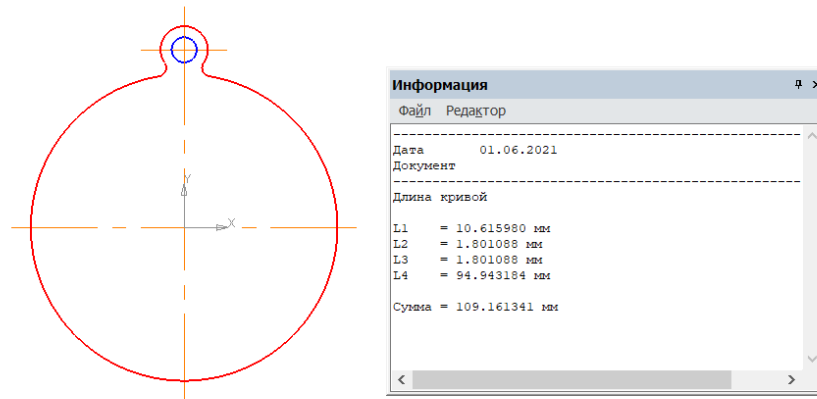


Рис.1.10. Визначення довжини зовнішнього контуру

$$P_{\text{вир}} = 109,16 \cdot 2 \cdot 288 = 62,876 \text{ кН}$$

$\sigma_{\text{зр}}$ – опір зрізу підчас пробивання визначаємо за формулою з ([2], ст.17, табл.3)

$$\sigma_{\text{зр}} = 1,2 \cdot \sigma_{\text{с}} \quad (1.15)$$

$$\sigma_{\text{зр}} = 1,2 \cdot 36 = 43,2 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 432 \text{ МПа}$$

Довжину пробитого контуру отвору P_1 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.11.)

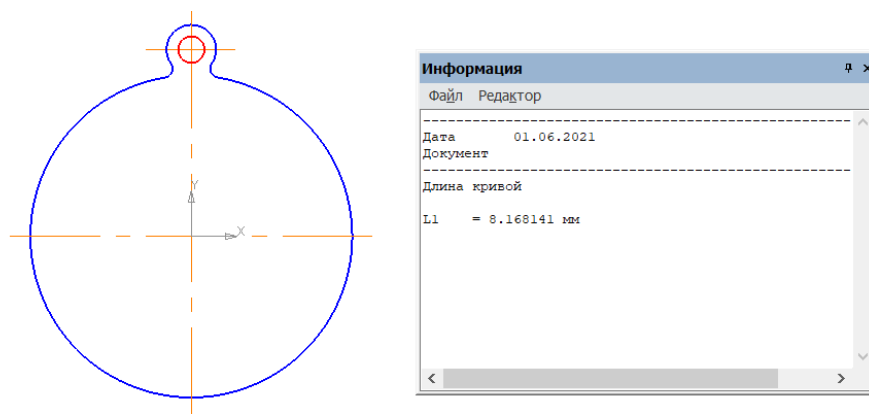


Рис.1.11. Розрахунок довжини контуру для P_1

$$P_{\text{пр1}} = 8,16 \cdot 2 \cdot 432 = 7,05 \text{ кН}$$

Розраховуємо загальне зусилля для всієї операції:

$$P_{\text{заг}} = 62,876 + 7,05 = 69,926 \text{ кН}$$

Попередньо виходячи із отриманого зусилля обираємо прес КД2120 зусиллям $P=100\text{кН}$.

- Технологічне зусилля пробивки та вирубання для деталі «Колодка» визначаємо за формулою з ([3] ст. 56)

$$P = L S \sigma_{\text{зр}} \quad (1.16)$$

де L – довжина контуру «Колодка»;

S – товщина матеріалу;

$\sigma_{\text{зр}}$ – опір зрізу при вирубванні визначаємо за формулою з ([2], ст.17, табл.3)

$$\sigma_{\text{зр}} = 0,8 \cdot \sigma_{\text{в}} \quad (1.17)$$

$$\sigma_{\text{зр}} = 0,8 \cdot 36 = 28,8 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 288 \text{ МПа}$$

Довжину контуру визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.12.)

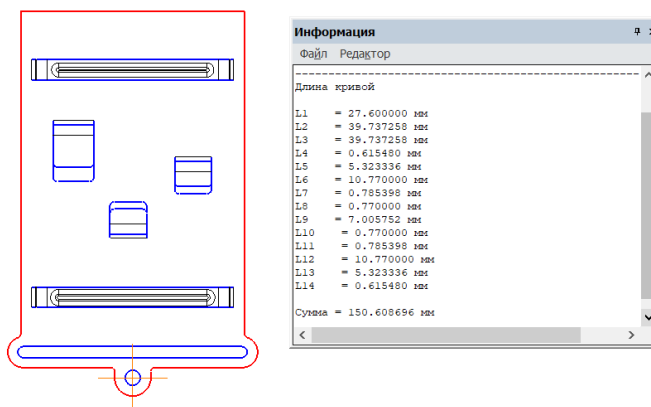


Рис.1.12. Розрахунок зовнішньої довжини контуру

$$P_{\text{вир}} = 150,60 \cdot 0,8 \cdot 288 = 34,698 \text{ кН}$$

$\sigma_{зр}$ – опір зрізу підчас пробивання визначаємо за формулою з ([2], ст.17, табл.3)

$$\sigma_{зр} = 1,2 \cdot \sigma_{\sigma} \quad (1.18)$$

$$\sigma_{зр} = 1,2 \cdot 36 = 43,2 \frac{\text{КгС}}{\text{мм}^2} = 432 \text{ МПа}$$

Довжину пробитого контуру отвору P_1 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.13.)

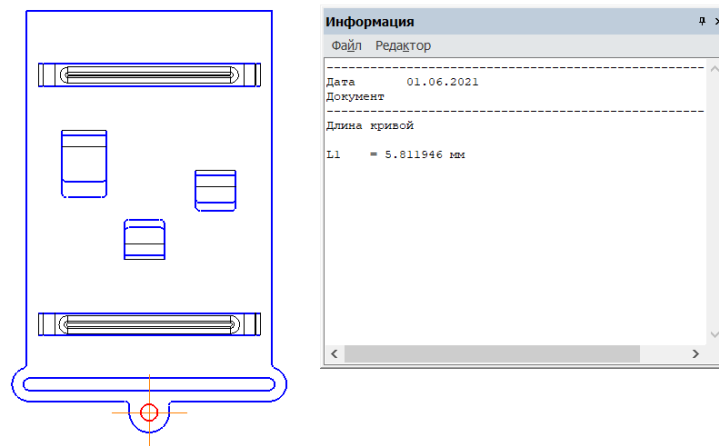


Рис.1.13. Розрахунок довжини контуру для P_1

$$P_{np1} = 5,81 \cdot 0,8 \cdot 432 = 2 \text{ кН}$$

Розраховуємо загальне зусилля для операції вирубування контуру та пробивання отвору:

$$P_{заг} = 34,698 + 2 = 36,698 \text{ кН}$$

Довжину пробитого контуру отвору P_2 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.14.)

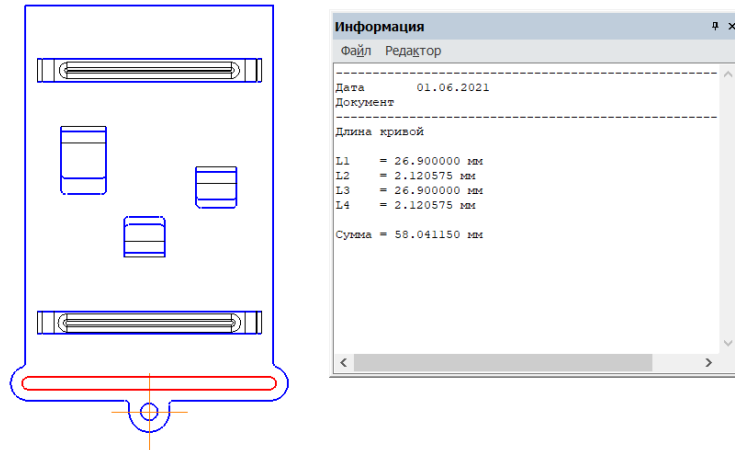


Рис.1.14. Розрахунок довжини контуру для P_2

$$P_{пр2} = 58,04 \cdot 0,8 \cdot 432 = 20,05 \text{ кН}$$

Довжину пробитого контуру P_3 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.15.)

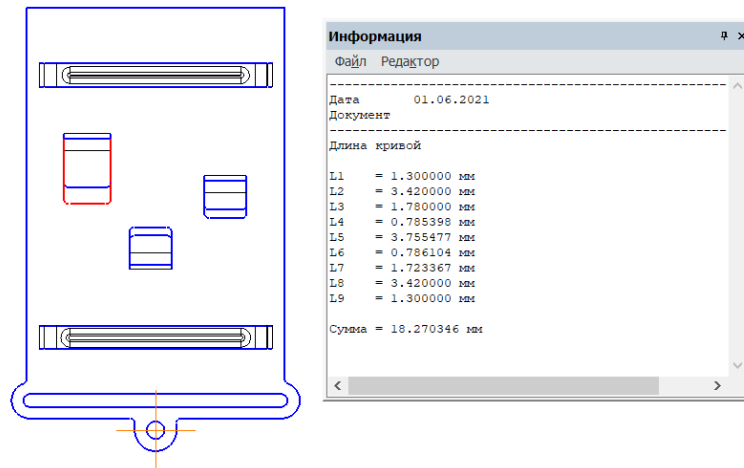


Рис.1.15. Розрахунок довжини контуру для P_3

$$P_{пр3} = 18,27 \cdot 0,8 \cdot 432 = 6,31 \text{ кН}$$

Довжину пробитого контуру P_4 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.16.)

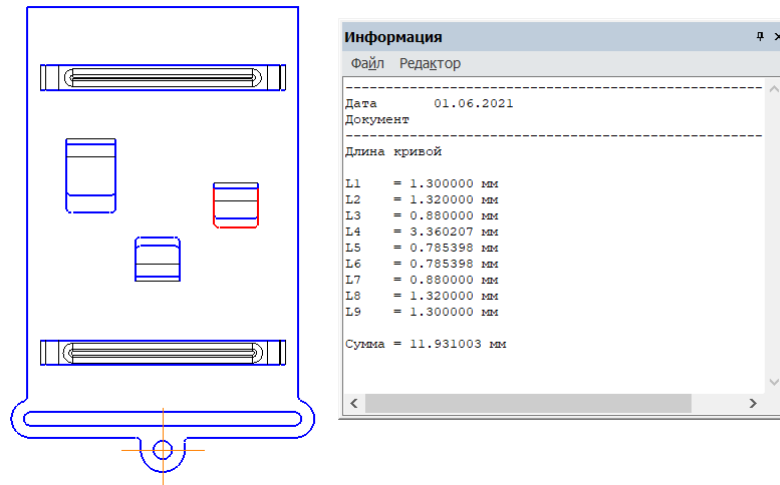


Рис.1.16. Розрахунок довжини контуру для P_4

$$P_{np4} = 11,93 \cdot 0,8 \cdot 432 = 4,12 \text{ кН}$$

Довжину пробитого контуру P_5 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.17.)

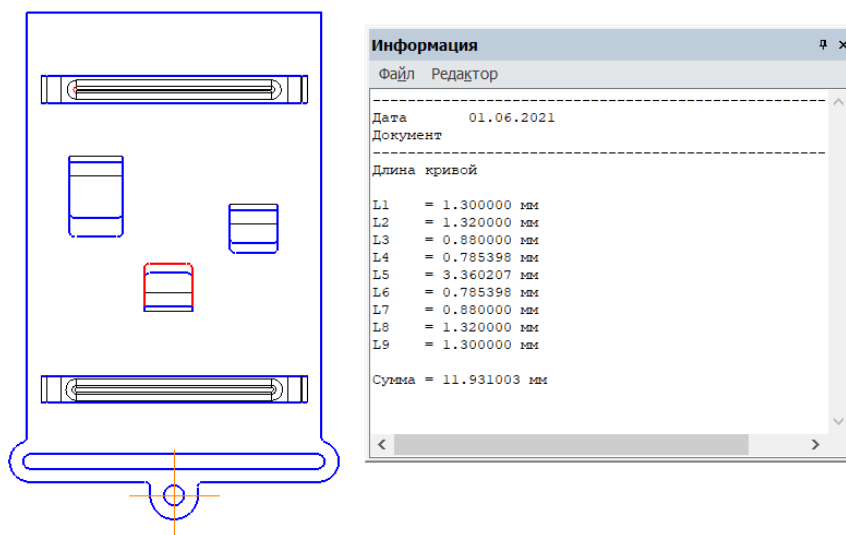


Рис.1.17. Розрахунок довжини контуру для P_5

$$P_{np5} = 11,93 \cdot 0,8 \cdot 432 = 4,12 \text{ кН}$$

Довжину пробитого контуру P_6 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.18.)

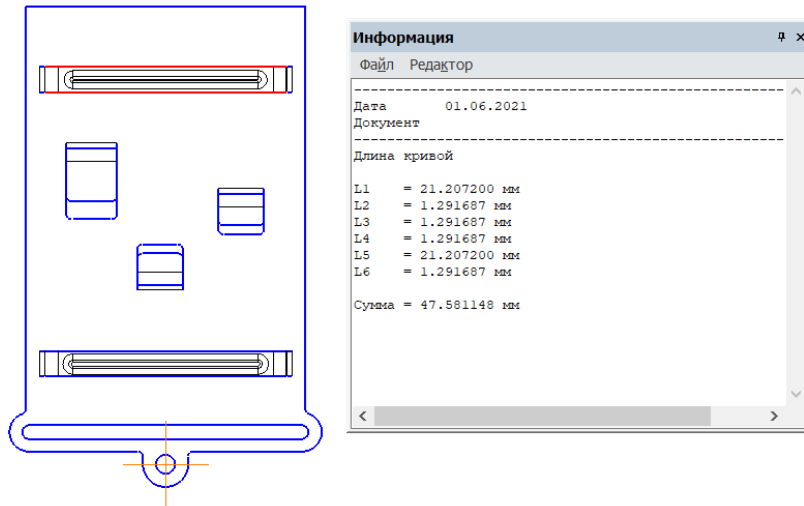


Рис.1.18. Розрахунок довжини контуру для P_6

$$P_{пр6} = 47,58 \cdot 0,8 \cdot 432 = 16,44 \text{ кН}$$

Довжину пробитого контуру P_7 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.19.)

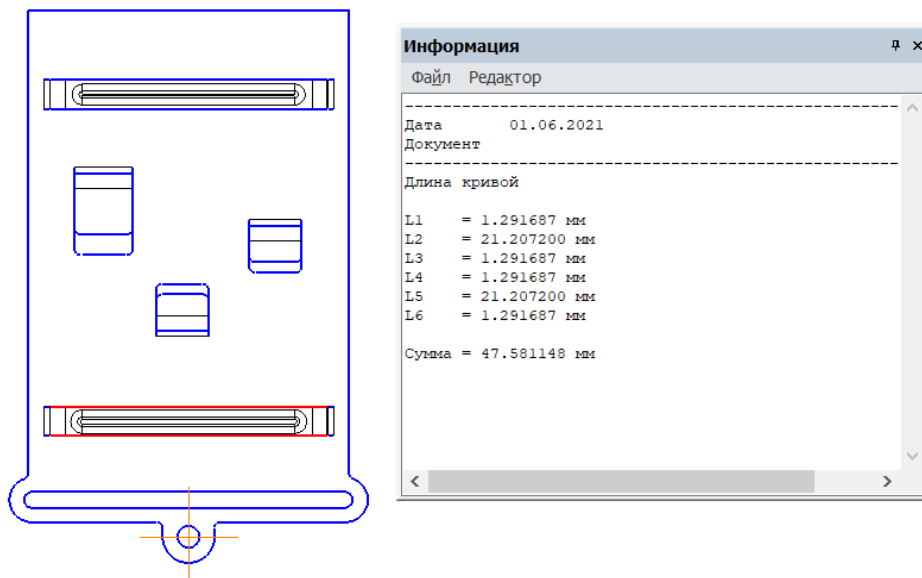


Рис.1.19. Розрахунок довжини контуру для P_7

$$P_{пр6} = 47,58 \cdot 0,8 \cdot 432 = 16,44 \text{ кН}$$

- Зусилля для відгинання елементів розраховуємо за формулою з ([3] ст.322)

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

$$P_{zn} = B_{\Sigma} \cdot S \cdot K_{\Sigma} \cdot \sigma_{\sigma} \quad (1.19)$$

де B_{Σ} – сумарна довжини всіх лінії згину;

S – товщина матеріалу;

σ_{σ} – границя міцності;

K_{Σ} – коефіцієнт згину, знаходимо з ([3], ст.212, табл. 22) $K_{\Sigma} = 0,43$.

$$P_{zn} = 24 \cdot 0,8 \cdot 0,43 \cdot 432 = 3,56 \text{ кН}$$

- Зусилля для формування розраховуємо за формулою з ([2] ст.217)

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{zp} \cdot k \quad (1.20)$$

де L – довжина ребра жорсткості;

S – товщина матеріалу;

σ_{σ} – границя міцності;

k – коефіцієнт який залежить від довжини та глибини формуючого контуру з ([2] ст.217) $k = 0,7 - 1$.

$$P = 42,83 \cdot 0,8 \cdot 432 \cdot 0,7 = 10,36 \text{ кН}$$

Довжину відформованого контуру P_1 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.120.)

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

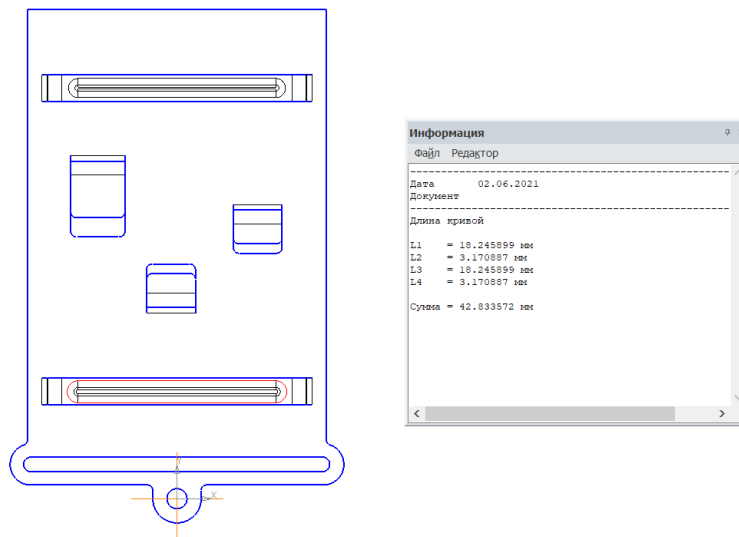


Рис.1.20. Розрахунок довжини відформованого контуру для Р

Довжину відформованого контуру P_2 визначаємо за допомогою КОМПАС-3D (рис.1.21.)

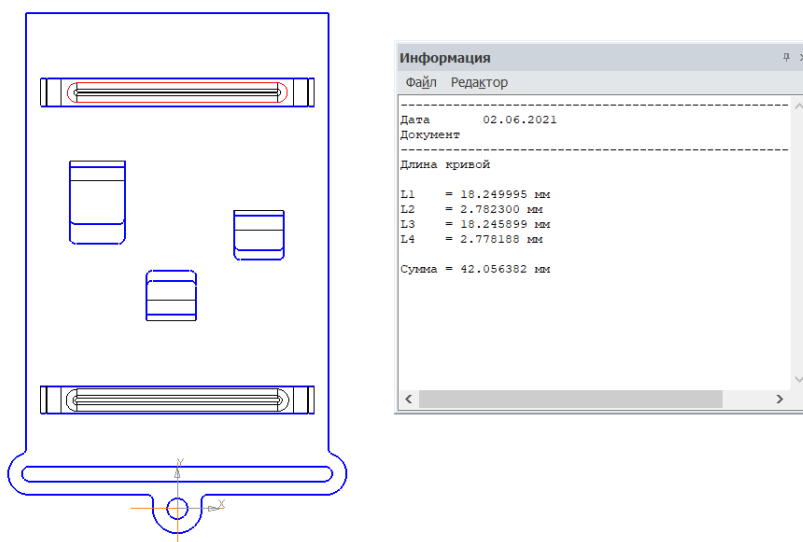


Рис.1.21. Розрахунок довжини відформованого контуру для P_2

$$P = 42,05 \cdot 0,8 \cdot 432 \cdot 0,7 = 10,17 \text{ кН}$$

Враховуючи те, що в штампі будуть застосовуватись крокові ножі потрібно розрахувати зусилля для пробивання двох пазів. Виходячи з того, що пробивається половина круглого отвору діаметром 3мм то беремо в розрахунок повний діаметр отвору який потім ділимо на дві частини.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля пробивання:

$$P_{np} = 9,42 \cdot 0,8 \cdot 432 = 3,25 \text{ кН}$$

Розраховуємо загальне зусилля для всієї операції:

$$P_{заг} = 20,05 + 6,31 + 4,12 + 4,12 + 16,44 + 16,44 + 3,56 + 10,36 + 10,17 + 3,25 = 95,12 \text{ кН}$$

Попередньо виходячи із отриманого зусилля обираємо прес КД2122 зусиллям $P=160\text{кН}$.

2. Конструкторський розділ

2.1 Конструювання штампу простої дії для вирубування і пробивання

2.1.1. Конструювання матриці для деталі «Медаль»

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи із рекомендацій ([3] ст. 76) визначаємо габаритні розміри матриці для вирубки. Обираємо матеріал матриці сталь Х12Ф1. Товщину даної матриці розраховуємо за формулою з ([3] ст. 76):

$$H_m = S + K_m \sqrt{a_p + d_p} + 7 \quad (2.1)$$

де S – товщина матеріалу;

K_m – коефіцієнт, обираємо з ([3] ст. 76) для Латунь Л63 $K_m = 1,0$;

a_p, d_p – робоча зони матриці (рис. 2.1.).

$$H_m = 2 + 1 \sqrt{31,83 + 31,83} + 7 = 16,97 \text{ мм}$$

Перевірку товщини матриці робимо за емпіричною формулою з ([3] ст. 79):

$$H_m = \sqrt[3]{100 P} \quad (2.2)$$

де P – зусилля штампування.

$$H_m = \sqrt[3]{100 \cdot 69,92} = 19,12 \text{ мм}$$

Отриману товщину матриці округляємо до наближеного більшого числа за ряду запропонованих розмірів ([3] ст. 79). $H_m = 20 \text{ мм}$.

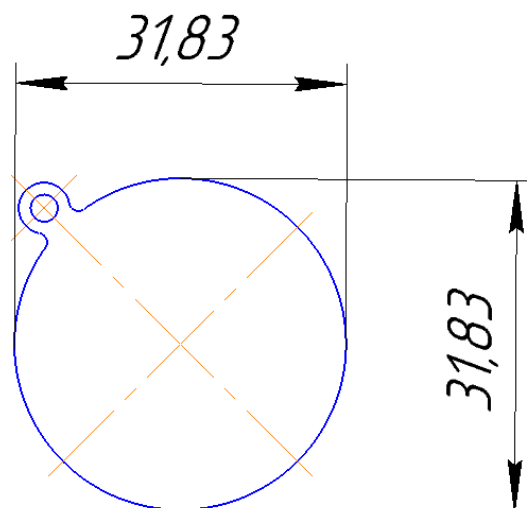


Рис.2.1. Габарити робочої зони матриці

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр штифтів та гвинтів приймаємо з ([3] ст. 77, табл. 18) гвинт М8 та штифт Ø8 мм.

2.1.2. Конструювання вирубної матриці для деталі «Колодка»

Обираємо матеріал матриці сталь Х12Ф1. Товщину даної матриці розраховуємо за формулою з ([3] ст. 76):

$$H_m = S + K_m \sqrt{a_p + d_p} + 7 \quad (2.3)$$

де S – товщина матеріалу;

K_m – коефіцієнт, обираємо з ([3] ст. 76) для Латунь Л63 $K_m = 1,0$;

a_p, d_p – робоча зони матриці (рис. 2.1.).

$$H_m = 0,8 + 1 \sqrt{30,74 + 47,4} + 7 = 16,63 \text{ мм}$$

Перевірку товщини матриці робимо за емпіричною формулою з ([3] ст. 79):

$$H_m = \sqrt[3]{100 P} \quad (2.4)$$

де P – зусилля штампування.

$$H_m = \sqrt[3]{100 \cdot 36,698} = 15,42 \text{ мм}$$

Отриману товщину матриці округляємо до наближеного більшого числа за ряду запропонованих розмірів ([3] ст. 79). $H_m = 20 \text{ мм}$. Але виходячи з конструктивних міркувань збільшуємо товщину матриці до 25 мм.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

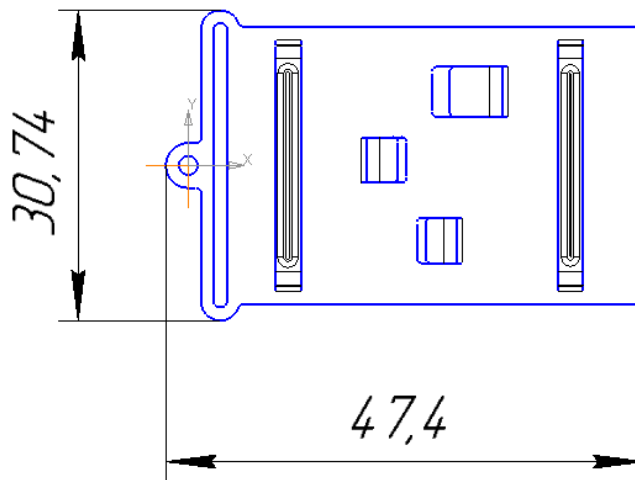


Рис.2.2. Габарити робочої зони матриці

Діаметр штифтів та гвинтів приймаємо з ([3] ст. 77, табл. 18) гвинт М8 та штифт Ø8 мм.

2.1.3. Виконавчі розміри матриці для деталі «Медаль»

Пуансон і матриця випускаються роздільним методом.

Розмір Ø31,9h14_(-0,1) - одержуємо вирубуванням, матриця основний інструмент, розмір збільшується.

Виконавчі розміри матриці розраховуємо з ([3] ст. 62, табл. 12):

$$L_m = (L_n - P_{zn})^{+\delta_m} \quad (2.5)$$

де L_n – номінальний розмір елемента штампуючого;

P_{zn} – припуск на зношення, з ([3] ст. 65, табл. 13) $P_{zn} = 0,062$;

δ_m – граничне відхилення для матриці, $\delta_m = +0,01$;

z – початковий зазор.

$$L_m = (31,9 - 0,062)^{+0,01} = 31,83^{+0,01} \text{ мм}$$

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,06$ мм.

Розмір $\varnothing 2,6H14^{(+0,1)}$ - одержуємо пробиванням, пуансон основний інструмент, розмір зменшується.

Виконавчі розміри матриці розраховуємо з ([3] ст. 62, табл. 12):

$$L_m = (L_n + P_{zn} + z)^{+\delta_m} \quad (2.6)$$

де L_n – номінальний розмір елемента штампуючого;

P_{zn} – припуск на зношення, з ([3] ст. 65, табл. 13) $P_{zn} = 0,1$;

δ_m – граничне відхилення для матриці, $\delta_m = +0,01$;

z – початковий зазор.

$$L_m = (2,6 + 0,1 + 0,04)^{+0,01} = 2,74^{+0,01} \text{ мм.}$$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,06$ мм.

Розмір $\varnothing 4,9h14$. Розмір не повинен вийти менше тому приймаємо діаметр матриці 4,9 мм.

Поле допуску для матриці: $\delta_m = +0,01$;

Виконавчі розміри матриці: $L_m = 4,9^{+0,01} \text{ мм}$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,06$ мм.

Розмір $R0,9h14$. Розмір не повинен вийти менше тому приймаємо радіус матриці 0,9 мм.

Поле допуску для матриці: $\delta_m = \pm 0,05$;

Виконавчі розміри матриці: $L_m = 0,9 \pm 0,05 \text{ мм}$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,06$ мм.

2.1.4. Виконавчі розміри матриці для деталі «Колодка»

Розмір $28,2H14^{(+0,1)}$ - одержуємо пробиванням, пуансон основний інструмент, розмір зменшується.

Виконавчі розміри матриці розраховуємо з ([3] ст. 62, табл. 12):

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_M = (L_H + \Pi_{3H} + z)^{+\delta_M} \quad (2.7)$$

де L_H – номінальний розмір елемента штампуючого;

Π_{3H} – припуск на зношення, з ([3] ст. 65, табл. 13) $\Pi_{3H} = 0,02$;

δ_M – граничне відхилення для матриці, $\delta_M = +0,021$;

z – початковий зазор.

$$L_M = (28,2 + 0,02 + 0,03) = 28,25^{+0,021} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,02$ мм.

Розмір 1,3H14^(+0,1) - одержуємо пробиванням, пуансон основний інструмент, розмір зменшується.

Виконавчі розміри матриці розраховуємо з ([3] ст. 62, табл. 12):

$$L_M = (L_H + \Pi_{3H} + z)^{+\delta_M} \quad (2.8)$$

де L_H – номінальний розмір елемента штампуючого;

Π_{3H} – припуск на зношення, з ([3] ст. 65, табл. 13) $\Pi_{3H} = 0,02$;

δ_M – граничне відхилення для матриці, $\delta_M = +0,21$;

z – початковий зазор.

$$L_M = (1,3 + 0,02 + 0,03) = 1,35^{+0,01} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,02$ мм.

Розмір 4,5h14^(+0,1) - одержуємо вирубуванням, матриця основний інструмент, розмір збільшується.

Виконавчі розміри матриці розраховуємо з ([3] ст. 62, табл. 12):

$$L_M = (L_H - \Pi_{3H})^{+\delta_M} \quad (2.9)$$

де L_H – номінальний розмір елемента штампуючого;

Π_{3H} – припуск на зношення, з ([3] ст. 65, табл. 13) $\Pi_{3H} = 0,5$;

δ_M – граничне відхилення для матриці, $\delta_M = +0,012$;

z – початковий зазор.

$$L_M = (4,5 - 0,5)^{+0,012} = 4^{+0,012} \text{ мм}$$

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розмір R0,5h14. Розмір не повинен вийти менше тому приймаємо радіус матриці 0,5 мм.

Поле допуску для матриці: $\delta_m = -0,1$;

Виконавчі розміри матриці: $L_m = 0,5_{-0,1} \text{ мм}$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,02$ мм.

Розмір 5H14^(+0,1) - одержуємо пробиванням, пуансон основний інструмент, розмір зменшується.

Виконавчі розміри матриці розраховуємо з ([3] ст. 62, табл. 12):

$$L_n = (L_n + P_{3H})^{+\delta_m} \quad (2.10)$$

де L_n – номінальний розмір елемента штампуючого;

P_{3H} – припуск на зношення, з ([3] ст. 65, табл. 13) $P_{3H} = 0,09$;

δ_m – граничне відхилення для матриці, $\delta_m = +0,0,1$;

$$L_n = (5 + 0,09) = 5,09^{+0,01} \text{ мм}$$

$$L_n = 5^{+0,012} \text{ мм}$$

Розмір 7h14. Розмір не повинен вийти менше тому приймаємо розмір матриці 7 мм.

Поле допуску для матриці: $\delta_m = +0,015$;

Виконавчі розміри матриці: $L_m = 7^{+0,015} \text{ мм}$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,02$ мм.

Розмір 2,5h14. Розмір не повинен вийти менше тому приймаємо розмір матриці 2,5 мм.

Поле допуску для матриці: $\delta_m = +0,01$;

Виконавчі розміри матриці: $L_m = 2,5^{+0,01} \text{ мм}$

Виконавчі розміри пуансона виконати по матриці з зазором $z = 0,02$ мм.

2.1.5. Конструювання інших деталей штампу для вирубки «Медаль»

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з товщини нижньої плити перевіряємо на жорсткість за ([1], ст.56):

$$H_{ni} \geq \sqrt[3]{\frac{24 h_{min}}{zEB} P_3 \left(\frac{(A-d)^2}{4} - \frac{(A-L)^2}{2} + \frac{(A-L)^3}{3 \cdot (A-d)} \left(1 - \frac{A-L}{4 \cdot (A-d)} \right) \right)} \quad (2.11)$$

де h_{min} - відстань між нижньою площиною верхньої плити і верхньою площиною нижньої плити у закритому положенні;

z – зазор між інструментом;

E – модуль пружності плити;

B – ширина плити;

P_3 – зусилля затягування болтів;

A – довжина плити нижньої;

d – діаметр провального отвору в підштамповій плиті;

L – відстань між направляючими колонками.

Розраховуємо зусилля затягування болтів з ([1], ст.56) :

$$P_3 = \frac{3 P d^2}{8 a (3 d + 2 a)} \quad (2.12)$$

де P – зусилля операції;

d – діаметр провального отвору в підштамповій плиті;

a – коефіцієнт з ([1], ст.56)

$$a = \frac{A-d}{2} \quad (2.13)$$

де A – довжина нижньої плити;

d – діаметр провального отвору в плиті.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a = \frac{255 - 110}{2} = 72,5$$

$$P_3 = \frac{3 \cdot 69920 \cdot 110^2}{8 \cdot 72,5 (3 \cdot 110 + 2 \cdot 72,5)} = 9212 \text{ Н}$$

$$H_{nl} = \sqrt[3]{\frac{24 \cdot 103}{0,07 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 130} 9212 \left(\frac{(255 - 110)^2}{4} - \frac{(255 - 199)^2}{2} + \frac{(255 - 199)^3}{3(255 - 110)} \left(1 - \frac{255 - 199}{4 \cdot (255 - 110)} \right) \right)} = 37,01 \text{ мм}$$

Обрана з конструктивних міркувань товщина нижньої плити $H_{nl} = 38 \text{ мм}$ є більша за допустиме, тому це задовольняє вимоги.

2.1.6. Конструювання інших деталей штампу для вирубки «Колодка»

Виходячи з товщини нижньої плити перевіряємо на жорсткість за ([1], ст.56):

$$H_{nl} \geq \sqrt[3]{\frac{24 h_{min}}{zEB} P_3 \left(\frac{(A-d)^2}{4} - \frac{(A-L)^2}{2} + \frac{(A-L)^3}{3 \cdot (A-d)} \left(1 - \frac{A-L}{4 \cdot (A-d)} \right) \right)} \quad (2.14)$$

де h_{min} - відстань між нижньою площиною верхньої плити та верхньою площиною нижньої плити в закритому положенні;

z – зазор між інструментом;

E – модуль пружності плити;

B – ширина плити;

P_3 – зусилля затягування болтів;

A – довжина плити нижньої;

d – діаметр провального отвору в підштамповій плиті;

L – відстань між направляючими колонками.

Розраховуємо зусилля затягування болтів за ([1], ст.56) :

$$P_3 = \frac{3 P d^2}{8 a (3 d + 2 a)} \quad (2.15)$$

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис. 2.3. Грибковий потопуючий упор

Виходячи з товщини матеріалу $S = 0,8$ мм та $S = 2$ мм, $h_y = 11$ мм, $h_y = 9$ мм. Розміри обраного упору представлено в табл.2.1.

Таблиця 2.1

h_y	c	$d_{o.y.}$	d_y	s	H_y
11	0,5	4	6	0,8	12
9		3	6	2	12

Для забезпечення руху стрічки без перекосів в штампі передбачено 2 крокових ножі які. В наступному штампі для вирубівання контуру та пробивання отвору передбачено передбачено 3 потопуючих грибкових упора. Шаговий ніж обираємо з ГОСТ 18736-80.

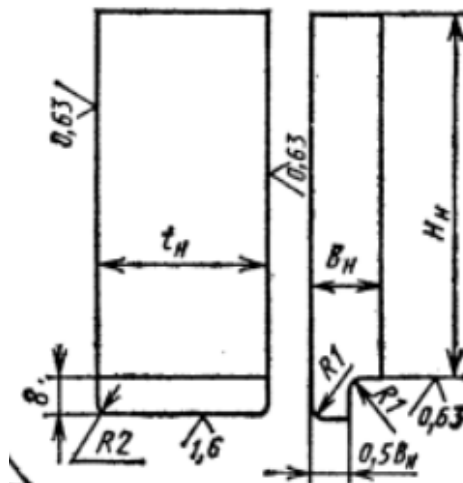


Рис.2.4. Шаговий ніж

Для знімання деталі з пуансонів та притискання стрічки в штампі передбачено знімач-притискач який приводиться в дію за допомогою гумового буферу. Знімач-притискач має товщину 15 мм, в ньому передбачені збільшені отвори для пуансонів та крокових ножів.

2.1.7. Розрахунок пуансона на міцність для деталі «Медаль»

– Перевірка на зминання

Визначаємо напруження на зминання за ([1], ст. 57)

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{F_k} \leq [\sigma_{зм}] \quad (2.17)$$

де F_k - зона контакту опорної ділянки пуансона, мм²;

$[\sigma_{зм}]$ - допустиме зусилля матеріалу на зминання верхньої плити.

Знаходимо з ([1], ст. 58) для плити сталеві $[\sigma_{зм}] = 180 \dots 200 \text{ МПа}$.

Опорна ділянка пуансона при обрізуванні отримаємо за формулою

$$F_k = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.18)$$

$$F_k = \frac{\pi \cdot 7^2}{4} = 38,46 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{зм} = \frac{7050}{38,46} = 183,30 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}]$$

Умова виконується, напруження не перевищило допустимого.

– Перевірка на стиснення

Перевірку проводимо за ([1], ст.57)

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{см}] \quad (2.19)$$

де P – зусилля яке прикладається до пуансона;

F – площа найменша перетину пуансона.

Знаходимо з ([1], ст. 57) для плити сталеві $[\sigma_{см}] = 1000 \dots 1600 \text{ МПа}$.

Площу перетину отримаємо за формулою

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{\pi^2}{4} \quad (2.20)$$

$$F = \frac{\pi \cdot 2,62^2}{4} = 5,38 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{cm} = \frac{7050}{5,38} = 1310,4 < [\sigma_{cm}]$$

Умова виконується, напруження не перевищило допустимого.

– Перевірка на поздовжній згин

Перевірку проводимо за ([1], ст.57)

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 EJ}{n \cdot P_{np}}} \quad (2.21)$$

де n – коефіцієнт запасу, з ([1], ст.57) для сталей загартованих $n = 2 \div 3$;

J – осьовий момент інерції;

P_{np} – зусилля яке прикладається до пуансона.

Момент інерції осьовий знаходимо:

$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad (2.22)$$

$$J = \frac{\pi \cdot 29^4}{64} = 34700,9 \text{ мм}^2$$

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 34700,9}{2 \cdot 7050}} = 2266,69 \text{ мм}$$

$l = 52 \text{ мм} < 2266,9 \text{ мм}$ – умова виконується, пуансон стійкість не втратить.

2.1.8. Розрахунок пуансона на міцність для деталі «Колодка»

– Перевірка на зминання

Визначаємо напруження на зминання за ([1], ст. 57)

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{F_k} \leq [\sigma_{зм}] \quad (2.23)$$

де F_k - зона контакту опорної ділянки пуансона, $мм^2$;

$[\sigma_{зм}]$ - допустиме зусилля матеріалу на зминання верхньої плити.

Знаходимо з ([1], ст. 58) для плити сталеві $[\sigma_{зм}] = 180 \dots 200 \text{ МПа}$.

Опорна ділянка пуансона при обрізуванні отримаємо за формулою

$$F_k = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.24)$$

$$F_k = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 50,24 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2000}{50,24} = 39,8 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}]$$

Умова виконується, напруження не перевищило допустимого.

– Перевірка на стиснення

Перевірку проводимо за ([1], ст.57)

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{см}] \quad (2.25)$$

де P – зусилля яке прикладається до пуансона;

F – площа найменша перетину пуансона.

Знаходимо з ([1], ст. 57) для плити сталеві $[\sigma_{см}] = 1000 \dots 1600 \text{ МПа}$.

Площу перетину отримаємо за формулою

$$F = \frac{\pi^2}{4} \quad (2.26)$$

$$F = \frac{\pi \cdot 1,82^2}{4} = 2,6 \text{ мм}^2$$

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{cm} = \frac{2000}{2,6} = 769,23 < [\sigma_{cm}]$$

Умова виконується, напруження не перевищило допустимого.

– Перевірка на поздовжній згин

Перевірку проводимо за ([1], ст.57)

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 EJ}{n \cdot P_{np}}} \quad (2.27)$$

де n – коефіцієнт запасу, з ([1], ст.57) для сталей загартованих $n=2 \div 3$;

J – осьовий момент інерції;

P_{np} – зусилля яке прикладається до пуансона.

Момент інерції осьовий знаходимо:

$$J = \frac{\pi d^4}{64} \quad (2.28)$$

$$J = \frac{\pi \cdot 19^4}{64} = 6393,87 \text{ мм}^2$$

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 6393,87}{2 \cdot 2000}} = 1819,24 \text{ мм}$$

$l = 40 \text{ мм} < 1819,24 \text{ мм}$ – умова виконується, пуансон стійкість не втратить.

2.1.9. Робота штампу для вирубки-пробивки деталі «Медаль»

До плити нижньої (9) за допомогою гвинтів (36) та штифтами (42) кріпиться тримач який фіксує пуансон-матрицю (10) і підкладну плиту (8).

Тимчасові потопаючі упори (19) встановлений у простір між матрицею (5) і знімач (6). Гвинтами (37) та штифтами (43) до верхньої плити (1) кріпляться підкладна плита (2) і пуансонотримач (3), плита проміжна (4) та матриця (5). Штамп фіксується до повзуна за допомогою хвостовика (44).

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою направляючих втулок (15,16) та направляючих колонок (13,14) плита верхня відносно нижньої рухається без зміщення. В нижній плиті (9) запресовано колонки (13,14), а в верхню плиту (1) – втулки (15,16). Втулки (24) запобігають опускання штампу нижче заданої величини.

Під час робочого ходу стрічка затискається між знімачем (6) та матрицею (5) яка вирубує зовнішній контур деталі. В пуансоні-матриці (10) відбувається пробивання отвору за допомогою пуансона (11) і після цього деталь виштовхується із матриці (5) виштовхувачем (12). Стрічка подається в робочу зону до тимчасового потопаючого упору (19) відбувається хід пресу і пробивається отвір та вирубується готова деталь. Відхід від пробитого отвору випадає через отвір в пуансоні-матриці.

2.1.10. Робота штампу для формозмінної операції деталі «Колодка»

До плити нижньої (1) за допомогою гвинтів (43) та штифтами (49) кріпиться два бруси (21,22) на які встановлюється матриця (15) .

Тимчасові потопаючі упори (24) встановлений у притискачі-знімачі (6). Гвинтами (44) до верхньої плити (2) кріпляться підкладна плита (3) і пуансонотримач (4). Також до верхньої кріпиться через гвинт (20) кріпиться притискач-знімач (6), буфер (5). Штмп фіксується до повзуна за допомогою хвостовика (18).

За допомогою направляючих втулок (9,10) та направляючих колонок (7,8) плита верхня відносно нижньої рухається без зміщення. В нижній плиті (1) запресовано колонки (7,8), а в верхню плиту (2) – втулки (9,10). Втулки (11) запобігають опускання штампу нижче заданої величини.

Під час робочого ходу стрічка подається по кутику (35) та затискається між знімачем (6) та матрицею (15) в якій відбувається підрубвання певних елементів та їх відгинання і формування і пробиванням прямокутного отвору. Стрічка

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

подається в робочу зону до тимчасового потопаючого упору (24) відбувається хід пресу і пробиваються отвори кроковими ножами (28). Після чого смуга подається дали до потопаючих упорів.

2.1.11. Робота штампу для вирубки-пробивки деталі «Колодка»

До нижньої плити (1) кріпиться підкладна плита (10) та пуансонотримач (9) який фіксує пуансон-матрицю (27).

За допомогою потопаючих тимчасових упорів (23) стрічка фіксується за допомогою них. Тимчасові упори розміщені в знімачі (7) який приводиться в діє за рахунок буферу (8) який в свою чергу виступає в ролі притискача.

До верхньої плити (2) за допомогою гвинтів (37) та штифтів (44) кріпиться підкладна плита (4) проміжна плита (3). Також за рахунок цих же гвинтів (37) кріпиться пуансонотримач (5) і матриця (6), за допомогою виштовхувача (13) контур вирубанної деталі виштовхується із матриці (6).

За допомогою направляючих втулок (14,15) та направляючих колонок (11,12) плита верхня відносно нижньої рухається без зміщення. В нижній плиті (1) запресовано колонки (11,12), а в верхню плиту (2) – втулки (14,15). Втулки (16) запобігають опусканню штампу нижче заданої величини.

Під час робочого ходу стрічка затискається між знімачем (7) та матрицею (6) яка вирубує зовнішній контур деталі. В пуансоні-матриці (27) відбувається пробивання отвору за допомогою пуансона (26) і після цього деталь виштовхується із матриці (6) виштовхувачем (13). Стрічка подається в робочу зону до тимчасового потопаючого упору (23) відбувається хід пресу і пробивається отвір та вирубується готова деталь. Відхід від пробитого отвору випадає через отвір в пуансоні-матриці.

									Лист
									9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

3. Вибір обладнання для проведення технологічного процесу

3.1 Вибір пресу для отримання деталі «Медаль»

Обираємо прес моделі КД2322.

Для початку потрібно визначити максимальну та мінімальну закриту висоту пресу з ([4], ст. 22)

$$H_{max} = H - H_{nl} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} \quad (3.1)$$

$$H_{min} = H - H_{nl} - \Delta_u \quad (3.2)$$

де H – закрита висота пресу ([4], ст. 37) $H=220$ мм;

H_{nl} – товщина підштампової плити, обираємо з ([4], ст. 37) $H_{nl}=40$ мм;

h_{max} – максимальний хід, обираємо з ([4], ст. 36) $h_{max}=50$ мм;

h_{min} – величина мінімального ходу ([4], ст. 36) $h_{min}=5$ мм;

Δ_u – регулювання положення повзуна за рахунок розгвинчування гвинта шатуна ([4], ст. 37) $\Delta_u=45$ мм.

$$H_{max} = 220 - 40 + \frac{55 - 5}{2} = 205 \text{ мм}$$

$$H_{min} = 220 - 40 - 45 = 135 \text{ мм}$$

$$H_{min} \leq H_{ум} \leq H_{max} \rightarrow 145 \text{ мм} \leq H_{ум} = 177 \leq 205 \text{ мм}$$

Прийнята висота штампу задовольняє умову. Штамп може бути встановленим на прес КД2322. В табл.3.1 наведені характеристики до пресу.

Таблиця 3.1.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля, кН	160
Хід повзуна, мм	5÷55
Число ходів в хвилину	120
Відстань між повзуном та столом в нижньому положенні, мм	205
Діаметр провального отвору в під штамповій плиті, мм	110
Діаметр центрального отвору в повзуні, мм	40
Товщина підштампової плити пресу, мм	40
Габаритні розміри столу, мм	420x280
Робота за цикл, кДж.	0,54

Після того як обрали прес вибираєм хвостовик, його обирають за діаметром центрального отвору в повзуні пресу Ø40 мм.

3.2 Вибір пресу для формозмінної операції деталі «Колодка»

Обираємо прес моделі КД2322 з гідравлічним виштовхувачем знизу .

Для початку потрібно визначити максимальну та мінімальну закриту висоту пресу з ([4], ст. 22)

$$H_{max} = H - H_{nl} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} \quad (3.3)$$

$$H_{min} = H - H_{nl} - \Delta_u \quad (3.4)$$

де H – закрита висота пресу ([4], ст. 37) $H=220$ мм;

H_{nl} – товщина підштампової плити, обираємо з ([4], ст. 37) $H_{nl}=40$ мм;

h_{max} – максимальний хід, обираємо з ([4], ст. 36) $h_{max}=50$ мм;

h_{min} – величина мінімального ходу ([4], ст. 36) $h_{min}=5$ мм;

Δ_u – регулювання положення повзуна за рахунок розгвинчування гвинта шатуна ([4], ст. 37) $\Delta_u=45$ мм.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{max} = 220 - 40 + \frac{55 - 5}{2} = 205 \text{ мм}$$

$$H_{min} = 220 - 40 - 45 = 135 \text{ мм}$$

$$H_{min} \leq H_{um} \leq H_{max} \rightarrow 145 \text{ мм} \leq H_{um} = 177 \leq 205 \text{ мм}$$

Прийнята висота штампу задовольняє умову. Штамп може бути встановленим на прес КД2322 в який буде встановлюватись гідравлічний привід. В табл.3.2. наведені характеристики до пресу.

Таблиця 3.2.

Зусилля, кН	160
Хід повзуна, мм	5÷55
Число безперервних ходів в хвилину	120
Найбільша відстань між повзуном та столом в нижньому положенні, мм	205
Діаметр провального отвору в під штамповій плиті, мм	110
Діаметр центрального отвору в повзуні, мм	40
Товщина підштампової плити, мм	40
Розміри столу, мм	420x280
Технологічна робота за цикл, кДж.	0,54

Після того як обрали прес вибираємо хвостовик, його обирають за діаметром центрального отвору в повзуні пресу Ø40 мм.

3.3 Вибір пресу для вирубування деталі «Колодка»

Обираємо прес моделі КД2322.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для початку потрібно визначити максимальну та мінімальну закриту висоту пресу з ([4], ст. 22)

$$H_{max} = H - H_{nl} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} \quad (3.5)$$

$$H_{min} = H - H_{nl} - \Delta_u \quad (3.6)$$

де H – закрита висота пресу ([4], ст. 37) $H=220$ мм;

H_{nl} – товщина підштампової плити, обираємо з ([4], ст. 37) $H_{nl}=40$ мм;

h_{max} – максимальний хід, обираємо з ([4], ст. 36) $h_{max}=50$ мм;

h_{min} – величина мінімального ходу ([4], ст. 36) $h_{min}=5$ мм;

Δ_u – регулювання положення повзуна за рахунок розгвинчування гвинта шатуна ([4], ст. 37) $\Delta_u=45$ мм.

$$H_{max} = 220 - 40 + \frac{55 - 5}{2} = 205 \text{ мм}$$

$$H_{min} = 220 - 40 - 45 = 135 \text{ мм}$$

$$H_{min} \leq H_{um} \leq H_{max} \rightarrow 145 \text{ мм} \leq H_{um} = 177 \leq 205 \text{ мм}$$

Прийнята висота штампу задовольняє умову. Штамп може бути встановленим на прес КД2322. В табл.3.3. наведені характеристики до пресу.

Таблиця 3.3.

Зусилля, кН	160
-------------	-----

					Лист
					9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Хід повзуна, мм	5÷55
Число безперервних ходів в хвилину	120
Найбільша відстань між повзуном та столом в нижньому положенні, мм	205
Діаметр провального отвору в під штамповій плиті, мм	110
Діаметр центрального отвору в повзуні, мм	40
Товщина підштампової плити, мм	40
Розміри столу, мм	420x280
Технологічна робота за цикл, кДж.	0,54

Після того як обрали прес вибираєм хвостовик, його обирають за діаметром центрального отвору в повзуні пресу Ø40 мм.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук

Джерелом шуму є робота витяжної вентиляції марки С4.70-3.2., вуличний шум, шум із сусідніх приміщень.

Фактичний рівень шуму в приміщенні складає 72 ДБА. Нормування тонального шуму здійснюється відповідно з ДСН 3.3.6-037-99 [102]. Згідно цих норм загальний рівень шуму в приміщенні лабораторії не перевищує 75 ДБА.

Оскільки шум в лабораторії не перевищує встановлені норми, то шкідливого впливу на людину не відбувається.

Джерелом вібрації є пресувальне обладнання.

Фактичний рівень локальної вібрації становить для віброшвидкості $1,55 \times 10^{-2}$ м/с і віброприскорення $-1,6$ м/с².

При 6-годинній роботі показники вібрації не перевищують гранично допустимих норм 113 дБ ($2,3 \times 10^{-2}$ м/с), а віброприскорення -78 дБ ($2,3$ м/с²) згідно ДСН-3.3.6.039-99.

Ультразвукові та інфразвукові джерела випромінювань в приміщенні відсутні.

4.1.6 Виробничі випромінювання

У промисловості широко використовуються прилади, пристрої, устаткування, робота яких пов'язана з використанням і утворенням електромагнітних випромінювань різних частотних діапазонів - від іонізуючих до радіохвиль.

Робота персоналу з обслуговування установок та осіб, що знаходяться поблизу, пов'язана з впливом цих випромінювань на організм людини. Тому питання захисту від шкідливої дії випромінювань набуває особливого значення.

До виробничих випромінювань відносяться:

									Лист
									9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

випромінювання оптичного діапазону - ультрафіолетові (УФВ), лазерні (ЛВ), інфрачервоні (ІЧВ);

електромагнітні випромінювання (ЕМВ) НЧ, ВЧ, УВЧ, НВЧ діапазонів; іонізуючі випромінювання

Джерелом електромагнітного випромінювання є пресове обладнання та витяжна вентиляція, лампи штучного освітлення.

Фактична напруженість електромагнітного поля промислової частоти (50 Гц) становить 0,8 кВ/м при 8 год роботі, що не перевищує гранично допустимий рівень 5 кВ/м згідно з вимогами ГОСТ 12.1.002-84 та ДСН 239-96.

Ультрафіолетові, інфрачервоні (теплові), іонізуючі, рентгенівські, лазерні випромінювання в приміщенні відсутні.

Електробезпека

Обладнання, що використовується, відноситься до I класу електротехнічних виробів за способом захисту людини від ураження електричним струмом у відповідності з ГОСТ 12.1.030-81 [103].

З точки зору небезпеки ураження людини електричним струмом, лабораторію згідно ПУЕ можна віднести до приміщень без підвищеної небезпеки (I-го класу): сухі, з нормальною температурою повітря та підлогою, що не проводить струм.

Причинами електричного ураження є:

- пошкодження ізоляції;
- доторкання до частин електроустановок, що випадково знаходяться під струмом внаслідок замикання фази на корпус;
- порушення вимог безпеки при експлуатації електроустановок.

Безпека експлуатації роботи електроустаткування забезпечується наступними захисними заходами:

- періодичною перевіркою стану ізоляції;

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- недоступністю струмоведучих частин.
 - захисне заземлення електроустановок, що по ППЕУ-99 має опір не більше 4 Ом, так як потужність установок не перевищує 100 кВт;
 - забезпечення недоступності та надійності ізоляції струмоведучих частин, що повинна відповідати ГОСТ 12.1.009-92.;
 - усі прилади підключені до контуру заземлення через приладну лінію «захисне заземлення»;
 - забезпечено високий рівень ізоляції частин приладів, які підводять струм. Вимикачі на стінах розташовані на висоті 1,75 метра від підлоги. На розетках нанесений напис «220 В» «380 В».
- Також є джерела із струмом 380 В для забезпечення електропостачання для штампувального оснащення.

Крім технічних засобів і способів захисту є організаційні заходи:

- Періодична перевірка ізоляції струмоведучих проводів;
- До роботи на електроустановках допускаються особи, які пройшли інструктаж і навчання безпечним методам праці, перевірку знань згідно з посадою стосовно до виконуваної роботи;
- Навчання працівників безпечним прийомам праці проводиться у формі інструктажу. За характером і часом проведення він поділяється на вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний;
- Обслуговуючий персонал і користувачі повинні щорічно проходити перевірку знань на відповідність кваліфікаційній групі.

Існуючий рівень електробезпеки задовольняє вимоги до класу приміщень без підвищеної небезпеки відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01, ПУЕ, ПТЕ.

Пожежна безпека

Оцінка вибухової безпеки та пожеж безпеки приміщень і будівель виробничого та складського призначення залежно від кількості властивостей

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

речовин і матеріалів, що там знаходяться та з урахуванням особливостей психологічних процесів розміщених у них виробництв.

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 лабораторію можна віднести до категорії В, оскільки присутні горючі елементи (столи, шафи, паркет); горючі та важко горючі рідини, тверді горючі та важко горючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна).

Можливими причинами пожеж у приміщенні можуть бути:

- несправність в електроустаткуванні – наприклад, пробій ізоляції;
- порушення правил пожежної безпеки, інструкцій щодо експлуатації технологічного обладнання, наприклад, паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами і т.д.;
- несправність технологічного обладнання;

Передбачені наступні заходи пожежної безпеки:

- назначений відповідальний за пожежну безпеку приміщення; При вході висить табличка з ППБ відповідального за пожежну безпеку та номером телефону 01.
- працівники ознайомлені з правилами пожежної безпеки, з правилами використання і розміщення засобів пожежогасіння;

Загальні вимоги безпеки до штампувального обладнання

1. Штампи для листового штампування повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.109.

2. Конструкція штампу повинна по можливості забезпечувати виконання на ній декількох операцій (штампи послідовної і поєднаної дії).

3. Конструкція штампу повинна зберігати безпеку протягом усього терміну його експлуатації.

									Лист
									9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

4. Штампи, які через особливості технологічних операцій не можуть бути виконані безпечними, повинні застосовуватися тільки на пресах, оснащених надійними захисними пристроями, що забезпечують безпеку тих, що працюють.

На плиті штампу або прикріпленій до нього табличці мають бути вказані пристрої безпеки, застосування яких при роботі обов'язково.

5. На невеликих штампах, вживаних на пресах з малим ходом повзуна, для унеможливлення травмування пальців повинні передбачатися проміжки безпеки між рухливими і нерухомими їх частинами: не більше 8 мм - між верхнім рухливим знімачем і матрицею, нерухомим нижнім знімачем і пуансоном при знаходженні повзуна у верхньому положенні; не менше 25 мм - між нижнім знімачем або притиском і пуансонотрмачем, втулками (у штампах з направляючими колонками) і знімачем при знаходженні повзуна в нижньому положенні.

Проміжок безпеки 25 мм може бути зменшений, якщо вибраний захист виключає травмування пальців того, що працює.

6. Роз'єднувальні штампи, якщо це допускається розмірами штампованого матеріалу, повинні виконуватися закритого типу (з жорстким закритим знімачем, висота якого має бути по можливості такий, щоб пуансон при крайньому верхньому положенні не виходив за його межі).

7. Штампи, робота на яких пов'язана з небезпекою травмування внаслідок поломки їх окремих частин (штампи з робочими елементами з твердих сплавів, пружини в штампах, штампи, призначені для відрізка або обрізання по незамкнутому контуру, розрізання відходів та ін.) мають бути обладнані запобіжним.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги безпеки перед початком роботи

Надягти спецодяг, волосся ретельно заправити під берет.
Підготувати інструмент, устаткування і матеріали, забрати з робочого місця все зайве.

Переконатися в наявності і надійності з'єднання захисного заземлення з корпусом ковальсько – штампувального обладнання.

Оглянути штампувальне обладнання і перевірити справність його роботи.
Ввімкнути витяжну вентиляцію.

Про виявленні несправності обладнання, пристосувань, пристроїв, інструментів, засобів захисту необхідно повідомити керівника робіт.

Вимоги безпеки під час роботи

Не лишати працюючим штампувальне обладнання без спостереження.

- Працювати тільки не справному ковальсько – штампувальному обладнанні.
- Використовуйте справний, добре налагоджений інструмент.
- Використовуйте інструмент за призначенням. Інакше можна не тільки зіпсувати його, але й отримати травму.
- Не відволікайтеся під час роботи і не заважайте працювати іншим.
- Щоб запобігти травмуванню і виникненню травмонебезпечних ситуацій при роботі на обладнанні:
 - Не очищуйте робочу поверхню пресу без його повної зупинки.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Знімати, поправляти, вимірювати, перевертати виріб на робочій поверхні пресового обладнання, яке увімкнене, суворо ЗАБОРОНЕНО.

- Не допускайте захаращеності на робочому місці.

- Не відволікайтеся під час роботи і не заважайте працювати іншим.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключити прес від мережі електропостачання і після упорядкувати робоче місце.

Інструмент і пристосування очистити і прибрати у відведене для них місце. Скласти на місце інструмент, заготовки, штампувальне оснащення і т.д.;

Почистити прес від внутрішніх та зовнішніх забруднень;

Провести вологе прибирання приміщення і виключити витяжну вентиляцію.

Зняти спецодяг і ретельно вимити руки з милом.

По закінченні робочого дня вимкнути вимикач на електроспоживачі та від'єднати провід живлення від розетки електромережі.

Помити руки, обличчя з милом.

Доповісти керівнику робіт про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У випадку виникненні пожежі негайно повідомити про пожежу адміністрацію установи та найближчу пожежну частину, приступити до гасіння загоряння за допомогою первинних засобів пожежогасіння.

									Лист
									9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

У разі виникнення аварійної ситуації необхідно припинити роботу штампувального обладнання, огородити небезпечну зону, не допускати в неї сторонніх осіб, доповісти про те, що сталося, керівнику робіт.

При пошкодженні обладнання, кабелів, дротів, несправності заземлення, появі запаху горілого, появі незвичного шуму негайно вимкнути електроживлення обладнання та сповістити про те, що сталося, безпосереднього керівника робіт.

При виявленні ознак горіння (дим, запах горілого) відімкнути електроживлення, знайти джерело загорання та вжити заходів щодо гасіння пожежі за допомогою наявних первинних засобів пожежогасіння, сповістити про ситуацію безпосереднього керівника робіт та не допускати в небезпечну зону сторонніх осіб.

Забороняється застосовувати воду та пінні вогнегасники для гасіння електрообладнання. Використовувати для цих цілей лише вуглекислотні або порошкові вогнегасники.

При одержанні травми надати першу допомогу потерпілому, при необхідності викликати швидку медичну допомогу і відправити його в найближчу лікувальну установу. При ураженні електричним струмом надати потерпілому першу допомогу, при відсутності у постраждалого подиху і пульсу зробити йому штучне дихання або непрямий масаж серця до відновлення подиху і пульсу і викликати швидку медичну допомогу.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія холодного штампування та конструювання штампів» для студентів, що навчаються за програмою підготовки бакалавра 6.050502 – Інженерна механіка спеціальності «Обладнання для обробки металів тиском» / Уклад.: Орлюк М.В., Добровлянський С.М., Вишневський П.С., Калантир С.Ф. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 80 с.

2. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с., ил.

3. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил. – (Б-ка конструктора).

4. Електронний режим доступу:

https://www.mil.gov.ua/content/ddz/TY_2019/07med_10_rokiv.pdf.

						Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

									Лист
									9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					