

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

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о завідувача кафедри

_____ Антон ЛАВРІНЕНКОВ

« ____ » _____ 2023 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Технологія та оснащення для виготовлення деталі «скоба
двохстороння фіксуюча» »

Виконав: студент 4 курсу, групи МД-92
(шифр групи)

_____ Компанієць Георгій Русланович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

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

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

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

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2023 року

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

Інститут Навчально-науковий механіко-машинобудівний

кафедра Технології виробництва літальних апаратів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка пластичності матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о завідувача кафедри

_____ Антон ЛАВРІНЕНКОВ

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Компанієць Георгій Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Технологія та оснащення для виготовлення деталі «скоба двохстороння фіксуюча»»

керівник проекту Сабол Сергій Францович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 25 » травня 2023 р. № 1951

2. Термін подання студентом проекту 14.06.2023

3. Вихідні дані до проекту креслення деталі, для якої проектується необхідне оснащення та розробляється технологія виготовлення; основні вимоги

4. Зміст пояснювальної записки:

Розділ 1. Технологія виготовлення деталі «Скоба двохстороння фіксуюча.

Розділ 2. Конструювання штампу послідовної дії для вирубання та пробивання.

Розділ 3. Конструювання штампа для згинання.

Розділ 4. Вибір штампового обладнання.

Розділ 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 3 A1, 1 A2, 3 A3, 1 A4

6. Консультанти розділів проекту*

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

7. Дата видачі завдання 22.05.2023

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання, узгодження з керівником вихідних параметрів	22.05.2023	
2	Розробка технологічного процесу виготовлення, розрахунок зусиль технологічних операцій, вибір обладнання	9.05.2023	
3	Проектування штампового оснащення для виконання операцій технологічного процесу	23.05.2023	
4	Розрахунок штамтів, основних інструментів тощо	30.05.2023	
5	Підготовка проекту до захисту	6.05.2023	
6	Попередній захист проекту та отримання рекомендації до захисту	15.06.2023	
7	Захист проекту	22.06.2023	

Студент

Георгій КОМΠΑНИЄЦЬ

Керівник

Сергій САБОЛ

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра технологій виробництва літальних апаратів

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
"Технологія та оснащення для виготовлення деталі
“Скоба двохстороння фіксуєча”**

Виконав: студент 4-го курсу, групи МД-92
Компанієць Георгій Русланович
Керівник: Сабол С. Ф.

Київ 2023

Анотація

Темою мого дипломного проекту є технологія та оснащення для виготовлення деталі «скоба двостороння фіксуюча». На етапі проектування було виконано: аналіз на технологічність деталі «скоба двостороння фіксуюча», розроблено головні деталі штампів. Була проведена перевірка на міцність окремих деталей штампів. Було спроектовано два штампа: перший штамп послідовної дії для вирубкування та пробивання, другий штамп простої дії для гнуття. До 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: штамп, вирубкування, пробивання, формування виступу

Annotation

The topic of my diploma project is the technology and equipment for the manufacture of the "double-sided fixing bracket" part. At the design stage, the following was performed: an analysis of the manufacturability of the "double-sided fixing bracket", the main parts of the stamps were developed. A check on the strength of individual parts of the stamps was carried out. Two dies were designed: the first sequential action die for punching and punching, the second single action die for bending. Stamps are detailed. The diploma project also includes a section on labor protection for the safe work of employees, so that injuries do not occur during work.

Key words: stamp, cutting, punching, formation of protrusion

Аннотация

Тема моего дипломного проекта – технология и оснащение для изготовления детали «скоба двусторонняя фиксирующая». На этапе проектирования было выполнено: анализ на технологичность детали «скоба двухсторонняя фиксирующая», разработаны основные детали штампов. Была проведена проверка на крепкость отдельных деталей штампов. Были спроектированы два штампа: первый штамп последовательного действия для вырубки и пробивки, второй штамп простого действия для гибки. К штампам выполнена детализация. В дипломный проект также входит раздел охраны труда для безопасной работы работников для того, чтобы не возникло травм во время работы.

Ключевые слова: штамп, вырубка, пробивка, формирование выступления

Зміст

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ “СКОБА ДВОХСТОРОННЯ ФІКСУЮЧА”	5
1.1. Ескіз деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” та аналіз технологічності її виготовлення листовим штампуванням 5	
1.2. Розрахунок вихідної листової заготовки для виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” .9	
1.3. Визначення розкрою матеріалу	11
1.4. Визначення послідовності виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуєча”	15
1.5. Розрахунок технологічних зусиль для виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуєча”	15
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУЮВАННЯ ШТАМПУ ПОСЛІДОВНОЇ ДІЇ ДЛЯ ВИРУБУВАННЯ ТА ПРОБИВАННЯ	19
2.1. Проектування та розрахунок розмірів матриці	19
2.2. Розрахунок виконавчих розмірів інструментів для штампу для отримання вихідної заготовки “Скоба двохстороння фіксуєча”	20
2.3. Центр тиску (ЦТ) штампа для отримання вихідної заготовки “Скоба двохстороння фіксуєча”	24
2.4. Проектування інших деталей штампа для вирубування-пробивання для отримання вихідної заготовки “Скоба двохстороння фіксуєча”	25
2.5. Проектування блоку штампа	28
2.6. Аналіз процесу вирубк-пробивки в програмі Deform	29
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУЮВАННЯ ШТАМПА ДЛЯ ГНУТТЯ	31
3.1. Аналіз деталі для оптимального гнуття.....	31
3.2. Розрахунок розмірів і конструювання пакету штампа для гнуття	32
3.3. Розрахунок буферів.....	35
3.4. Підбір блоку штампа для П-подібного гнуття	35
3.5. Аналіз процесу гнуття в програмі Deform	36
РОЗДІЛ 4 ВИБІР ШТАМПОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	39

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ		
		№ докум.	Підпис				
Розроб.	Компанієць Г. Р				Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Сабол С. Ф.					1	
Реценз.					НТУУ «КПІ» ММІ		
Н. Кантр.							
Затверд.							

4.1.	Штамп для вирубки-пробивки	39
4.2.	Штамп для гнуття	40
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ		44
5.1.	Електробезпека	45
5.2.	Пожежна безпека	46
5.3.	Освітлення лабораторії	47
5.4.	Забезпечення безпеки при експлуатації підйомно-транспортних машин (ПТМ)	47
5.5.	Забезпечення безпеки на пресовому обладнанні	49
5.6.	Загальні вимоги з техніки безпеки до штампів для листового штампування	51
5.7.	Мікроклімат ділянки	53
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА		55

ВСТУП

Розвиток машинобудування вимагає подальшого удосконалення технологічних процесів та організації виробництва з метою підвищення ефективності та продуктивності праці. Одним з найбільш прогресивних методів виробництва, в якому досягається ця мета, є холодне листове штампування. Цей метод має численні переваги порівняно з іншими способами обробки металу, як з технологічної, так і з економічної точок зору.

Основними перевагами листового штампування є:

1. Здатність виготовляти деталі складної форми, які складно або неможливо виготовити іншими методами.
2. Можливість виготовлення деталей, з високими характеристиками твердості та міцності і водночас легкими за масою, з використанням малої кількості металу.
3. Можливість виготовлення взаємозамінних деталей з високою точністю розмірів, які часто не потребують подальшої механічної обробки.

З економічної точки зору, листове штампування має такі переваги:

1. Ефективне використання матеріалів і невеликі витрати.
2. Висока продуктивність устаткування, завдяки застосуванню автоматизації та механізації виробничих процесів.
3. Масове виробництво і низька вартість виготовлених деталей.

Головним фактором прогресу в холодному листовому штампуванні є прагнення до виготовлення деталей, які є готовими до використання і не потребують додаткової обробки різанням.

Метою цього дипломного проекту є самостійна розробка технології отримання деталі «Скоба двохстороння фіксуєча», спираючись на максимальний розвиток знань та навичок студента у самостійному користуванні науково-технічною літературою та довідниками, а також у проектуванні технологічного обладнання для листового штампування. В

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			3

рамках проекту вирішено інженерні задачі, пов'язані з розробкою технологічного процесу в умовах, максимально наближених до виробничих.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			4

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

“СКОБА ДВОХСТОРОННЯ ФІКСУЮЧА”

1.1. Ескіз деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” та аналіз технологічності її виготовлення листовим штампуванням

На рис. 1.1 представлено креслення деталі під назвою “Скоба двохстороння фіксуюча”. Для виготовлення цієї деталі використовується сталь 30, яка відповідає стандарту ГОСТ 1050-2013. Для подальших розрахунків необхідні наступні механічні властивості сталі 30 [1, ст. 478]:

- границя міцності $\sigma_B = 500$ МПа;
- опір на зріз $\sigma_{зр} = 430$ МПа.

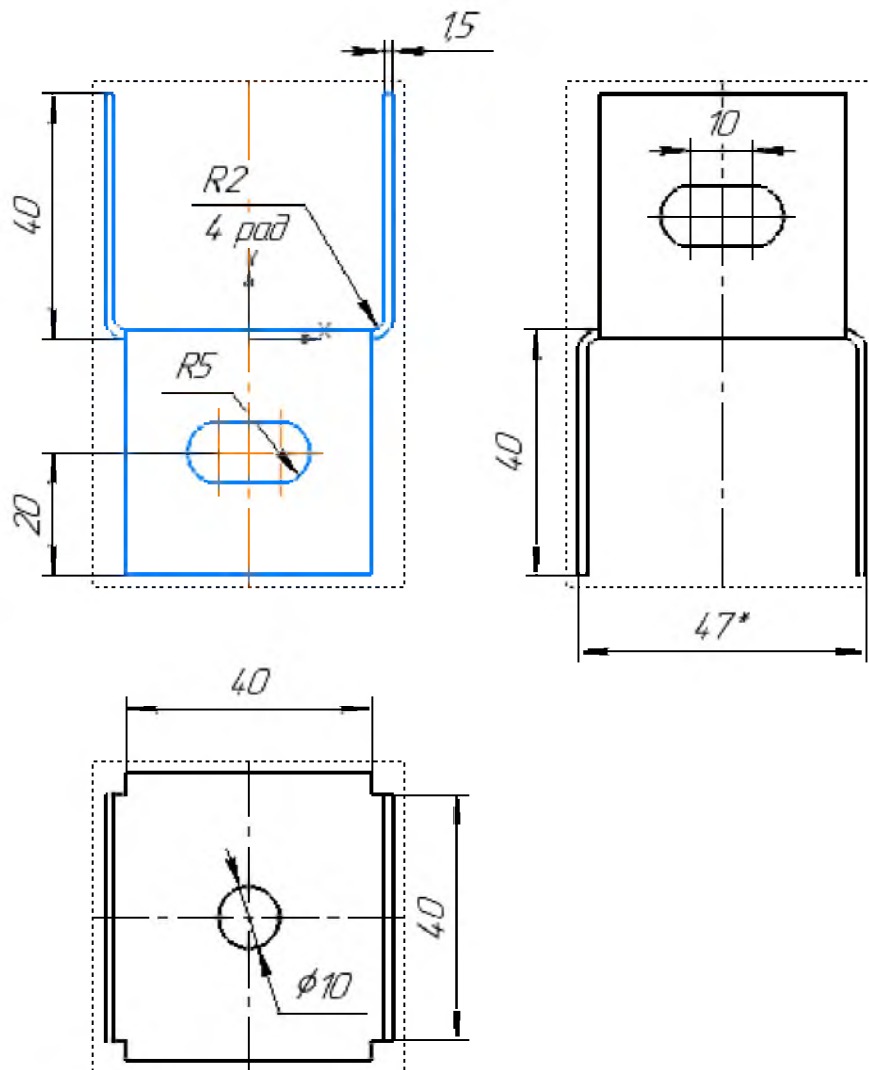


Рисунок 1.1 – Креслення деталі “Скоба двохстороння фіксуюча”

Для отримання застосовуються такі операції листового штампування для виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” згідно з ескізом:

- вирубання;
- пробивання;
- гнуття.

Далі розглянемо можливість виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” за допомогою таких самих операцій листового штампування. Для цього ми скористаємося схемою, яка призначена для аналізу технологічності даної деталі, і зображена на рис. 1.2.

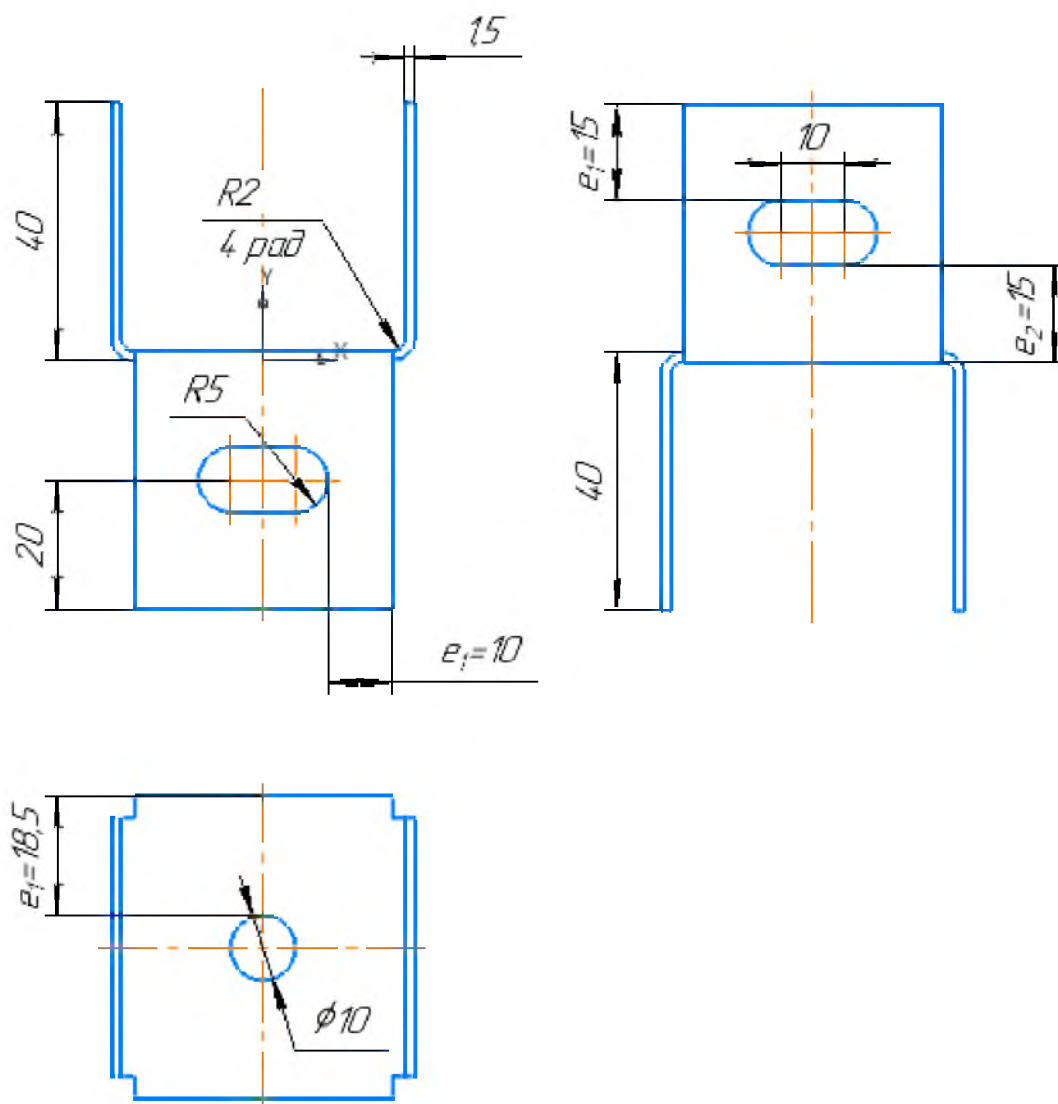


Рисунок 1.2 – Схема для виконання аналізу технологічності деталі “Скоба двохстороння фіксуюча”

1.1.1. Аналіз вирубкування та пробивання

Використовуючи таблицю у довіднику [1, ст. 52, табл. 2], ми визначимо найменші припустимі радіуси з'єднання прямих ділянок зовнішнього контуру 90° плоских листових деталей, коли проводиться вирубкування-пробивання в долях товщини s для м'якої сталі 30 ($\sigma_B = 500$ МПа).

$$0,35 \cdot s = 0,35 \cdot 1,5 = 0,5 \text{ мм}$$

У деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” радіус з'єднання зовнішнього контуру, як видно зі схеми на рис. 1.2, складає 5 мм. Таким чином, задана умова виконується. Для визначення найменшого розміру круглого отвору, який пробивається в м'якій сталі 30 ($\sigma_B = 500$ МПа), відповідно до таблиці у довіднику [1, ст. 52, табл. 3], розрахуємо цей розмір як відношення до товщини матеріалу.

$$1,0 \cdot s = 1,0 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ мм}$$

У деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” необхідно пробити два круглих отвори діаметром $\varnothing 10$ мм, як показано на схемі на рис. 1.2. Умова виконується. Для визначення найменшої ширини фігурного твору, що може бути пробитий для м'якої сталі 20 ($\sigma_B = 500$ МПа) у долях товщини матеріалу, ми скористаємося таблицею, що наведена в довіднику [1, ст. 52, табл. 3].

$$0,7 \cdot s = 0,7 \cdot 1,5 = 1,1 \text{ мм}$$

Деталь “Скоба двохстороння фіксуєча” має найменшу ширину фігурного отвору, яка становить 10 мм, згідно зі схемою на рис. 1.2. Ця умова виконується.

Для вирізання-пробивання такої деталі з м'якої сталі ($\sigma_B = 500$ МПа), ми можемо скористатись таблицею з довідника [1, ст. 53, табл. 4], щоб встановити найменшу відстань від краю отвору до прямокутного краю листової заготовки.

$$e1 = 1,4 \cdot s = 1,4 \cdot 1,5 = 2,1 \text{ мм}$$

На основі наданої схеми на рис. 1.2 можна встановити, що в деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” мінімальна відстань від краю деталі до краю отвору становить 10 мм (позначена як $e1$). Ця умова є виконаною.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			7

Таким чином, ми можемо зробити висновок, що листова деталь “Скоба двохстороння фіксує” підходить для виробування та пробивання в технологічному процесі.

1.1.2. Аналіз гноття

Для сталі 30 при гнотті матеріалу, який пройшов нормалізацію, рекомендоване найменше значення відносного радіуса гноття $\frac{r_{\min}}{s}$ залежить від орієнтації лінії згину відносно напрямку волокон прокату. Згідно з джерелом [1, ст. 173, табл. 1] ці значення складають:

- 0,1 при перпендикулярному розташуванні лінії згину до напрямку волокон прокату;
- 0,5 при паралельному розташуванні лінії згину до напрямку волокон прокату.

Щодо деталі “Скоба двохстороння фіксує” необхідно вказати відносний радіус гноття, який буде застосований.

$$\frac{r}{s} = \frac{2}{1,5} = 1,333$$

Умова, що стосується припустимого відносного радіусу для гноття, залишається задоволеною. За допомогою посібника [1, ст. 171] ми визначаємо необхідну відстань від краю полиці до краю отвору з метою уникнення необхідності пробивати після гноття.

$$e_2 \geq s + 1,1 \cdot r = 1,5 + 1,1 \cdot 2 = 3,7 \text{ мм}$$

Придивившись до схеми, відображеної на рис. 1.2, помічаємо, що відстань e_2 між полицями в деталі “Скоба двохстороння фіксує” становить 15 мм. Згідно з посиланням [1, ст. 282] найменша величина відігнутої полиці повинна бути $h = 3s = 3 \cdot 1,5 = 4,5$ мм. У даній деталі “Скоба двохстороння фіксує” висота полиць складає 40 мм.

Таким чином виконуються необхідні умови для гноття деталі “Скоба двохстороння фіксує”. Отже, можна стверджувати, що ця деталь є придатною для холодного штампування.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			8

1.2. Розрахунок вихідної листової заготовки для виготовлення деталі

“Скоба двохстороння фіксуюча”

Необхідно визначити розміри плоских заготовок, які підлягають гнуттю. Цей процес базується на встановленні рівності між довжиною заготовки та довжиною нейтрального шару після гнуття. Отже, головною задачею є визначення довжини нейтрального шару.

Розбиваємо деталь на 5 простих ділянок: 3 - прямолінійної форми і 2 - криволінійної.

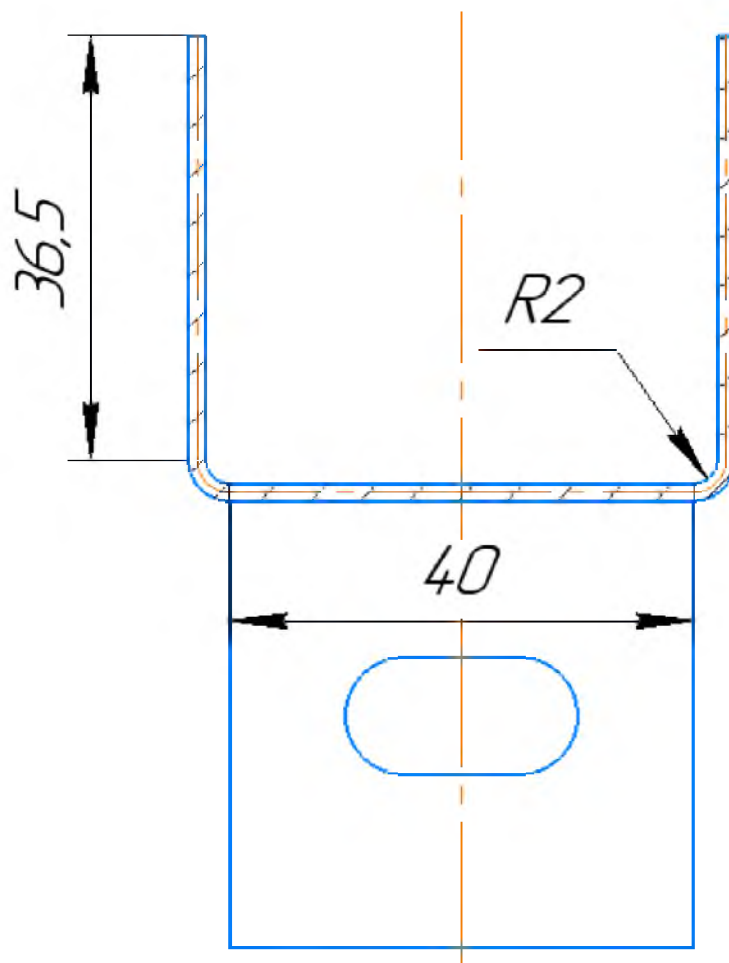


Рисунок 1.3 – Довжина заготовки

Довжина заготовки:

$$L_{заг} = \sum_{i=1}^n L_{пр.i} + \sum_j^m L_{кр.j}$$

де $\sum_{i=1}^n L_{пр.i}$ – сума довжин усіх прямолінійних ділянок;

$\sum_j^m L_{кр.j}$ – сума довжин усіх криволінійних ділянок заготовки.

Знайдемо довжини заготовки для згинання

L1

Прямолінійні ділянки

$$l_1 = l_5 = 40 - 1,5 - 2 = 36,5 \text{ мм}$$

$$l_3 = 40 \text{ мм}$$

Криволінійні ділянки

$$l_2 = l_4 = \alpha * (r + x * S) = \frac{\pi}{2} * (2 + 0,433 * 1,5) = 4,1618 \text{ мм}$$

де $\alpha = \frac{\pi}{2}$ – кут згинання;

$r = 2 \text{ мм}$ – радіус згинання;

$S = 1,5 \text{ мм}$ – товщина заготовки;

$x = 0,433$ – коефіцієнт, що враховує зміщення нейтрального шару, значення якого визначається по таблицях в залежності від відносного радіусу гнуття r/S [1, с. 179, табл. 3];

$$L1 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 = 36,5 + 4,1618 + 40 + 4,1618 + 36,5 = 121,3236 \text{ мм.}$$

Приймаємо $L1 = 121,3 \text{ мм.}$

Оскільки заготовка деталі є симетричною, то довжина деталі в перпендикулярному перерізі буде такою ж.

Вихідна заготовка має форму і розміри показані на рис.1.3.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			10

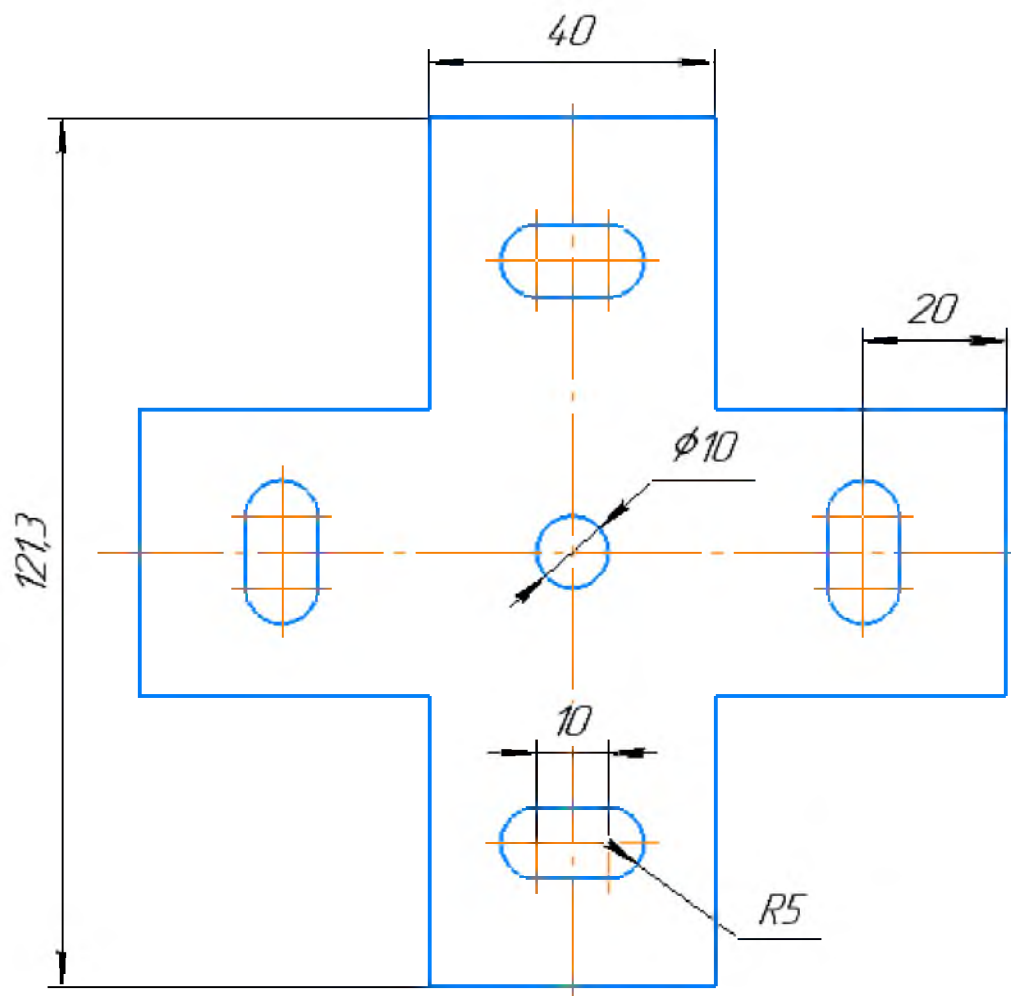


Рисунок 1.4. – Ескіз заготівки

1.3. Визначення розкрою матеріалу

Для отримання вихідної листової заготівки для деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” застосовуються такі операції листового штампування як вирубкування та пробивання. Наша мета полягає у встановленні оптимального розкрою смуги та розрахунку коефіцієнтів розкрою й використання матеріалу з метою ефективного використання ресурсів.

Тип розкрою: прямий з відходом.

Ми розпочнемо, використовуючи таблицю з довідника [1, стр.7, табл. 1], для встановлення розмірів перемичок для товщини штампованого листового матеріалу ($s = 1,5$ мм) та найбільшого розміру заготівки “Скоба двохстороння фіксуюча” (121,3 мм). Згідно з таблицею, значення перемичок становлять: $a =$

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			11

2,3 мм; $b = 1,9$ мм.

Далі, з використанням формули [1, ст. 14], ми визначимо ширину смуги. Ця величина використовується при різанні листа на смуги гільйотинними ножицями та при штампуванні без бокових притискачів. Отже, номінальна ширина смуги обчислюється наступним чином:

$$B_{\Pi} = [A + 2(a + \delta) + z_{\Pi} + \delta']_{-\delta},$$

де δ – допуск на ширину смуги, який визначаємо в залежності від товщини смуги із таблиці в довіднику [1, ст. 13, табл. 5];

z_{Π} – гарантований найменший зазор між направляючими планками та смугою, який визначаємо в залежності від товщини смуги із таблиці в довіднику [1, ст. 15, табл. 7];

δ' - допуск на відстань між направляючими планками, який визначаємо в залежності від товщини смуги із таблиці в довіднику [1, ст. 15, табл. 7];

A – найбільший розмір заготівки (див. рис. 1.4).

Для прямого розкрою смуги товщиною $s = 1,5$ мм:

- допуск $\delta = 0,7$ мм [1, ст. 13, табл. 5];
- гарантований зазор між планками $z_{\Pi} = 1,2$ мм [1, ст. 15, табл. 7];
- допуск $\delta' = 0,4$ мм [1, ст. 15, табл. 7];
- розмір заготівки $A = 121,3$ мм.

Тоді, розрахункова ширина смуги дорівнює:

$$B_{\Pi} = [126,27 + 2 * (1,3 * 2,3 + 0,7) + 1,2 + 0,4]_{-0,7} = 135,25_{-0,7} \text{ мм}$$

На рис. 1.5 показана розкрійна схема, яка використовується для виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” методом холодного штампування.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			12

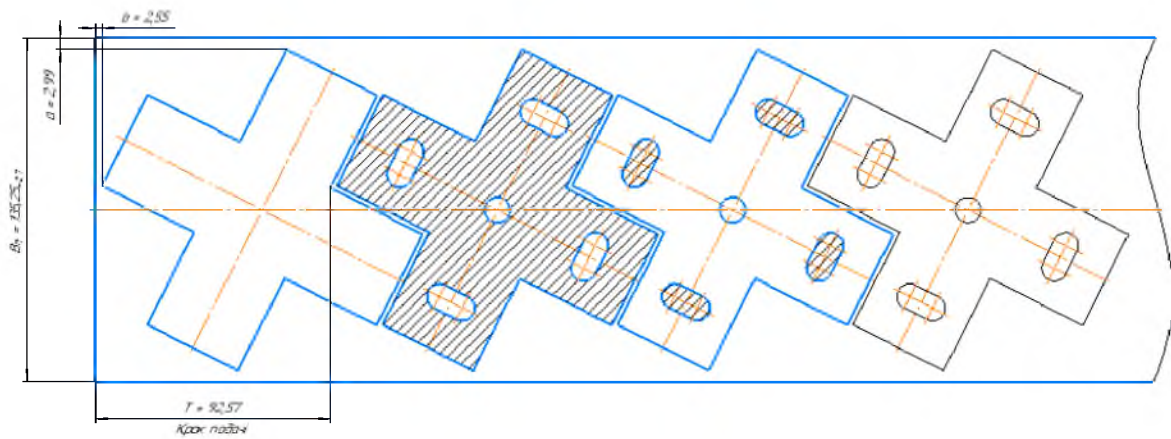


Рисунок 1.5 – Розкрійсмуги для деталі “Скоба двохстороння фіксуюча”

Визначаємо коефіцієнт розкрою за формулою [2, ст. 287]:

$$Kp = \frac{F \cdot np}{Bn \cdot T} \cdot 100\%$$

де $F = 8104 \text{ мм}^2$ – площа, яку визначаємо в програмі „Компас-3D“ (рис. 1.6);

$np = 1$ – кількість рядів розкрою в смугі;

$Bn = 135,25 \text{ мм}$ – ширина смуги;

$T = 92,57 \text{ мм}$ – крок подачі.

$$Kp = \frac{8104 \cdot 1}{135,25 \cdot 92,57} \cdot 100\% = 64,73$$

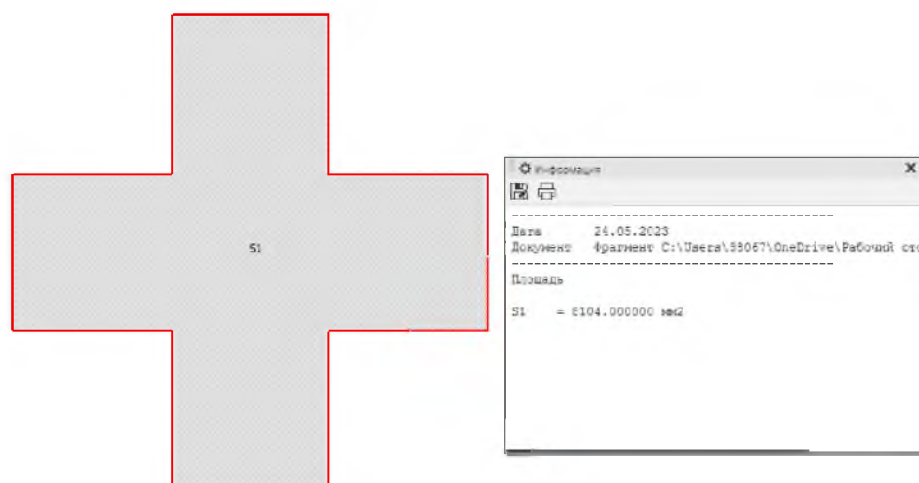


Рисунок 1.6 – Визначення площі поверхні заготовки деталі без отворів

Для встановленого розкрою смуги нам необхідно визначити коефіцієнт використання матеріалу. За формулою, яка наведена в джерелі [2, ст. 291], ми зможемо розрахувати цей коефіцієнт використання матеріалу для прийнятого прямого розкрою.

$$K_{вик} = \frac{F_{дет} \cdot n}{B \cdot L} \cdot 100\%$$

де $F_{дет} = 7311,3 \text{ мм}^2$ – площа, яку визначаємо в програмі „Компас-3D“ (рис. 1.7);

n_p - кількість заготовок на листі;

B та L габаритні розміри листа. Приймаємо $2000 \times 1000 \text{ мм}$;

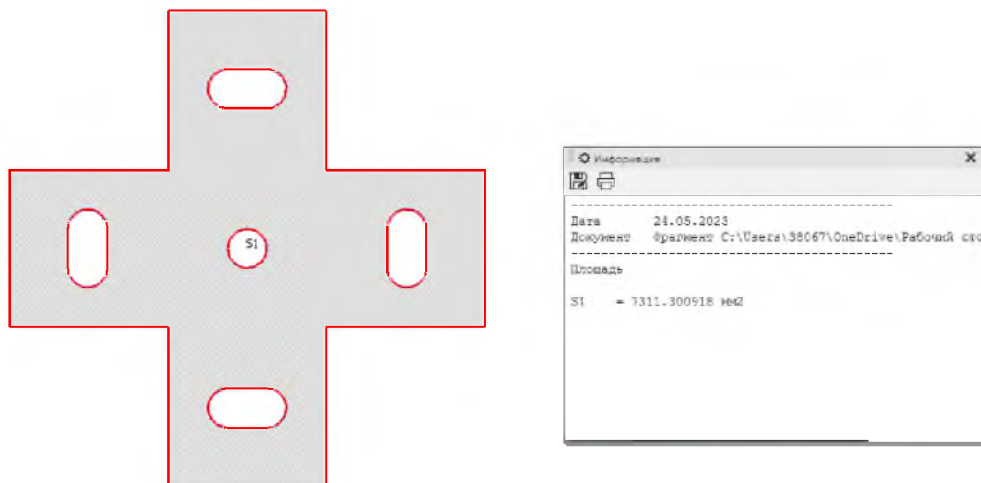


Рисунок 1.7 – Визначення площі поверхні заготовки деталі

Оскільки деталь симетрична по двох осях, немає потреби розглядати розташування деталі на листі вздовж та поперек волокон прокату.

Кількість деталей на листі розрахуємо за формулою:

$$n = x * y = \frac{(2000 - b)}{T} * \frac{1000}{B_{II}}$$

де x і y – кількість деталей по кожній осі.

$$n = x * y = \left[\frac{(2000 - 1,9 * 1,3)}{92,57} \right] * \left[\frac{1000}{135,25} \right] = 21 * 7 = 147$$

Маючи всі значення для розрахунку коефіцієнту використання матеріалу:

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			14

$$K_{вик} = \frac{7311,3 \cdot 147}{2000 \cdot 1000} \cdot 100\% = 53,74\%$$

1.4. Визначення послідовності виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуєча”

Процедура виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” здійснюється за такою послідовністю кроків у холодному штампуванні:

1. Починаємо з різання листа розмірами 1000 мм на 2000 мм на смуги, використовуючи гільйотинні ножиці. Ширина кожної смуги становить $B_{II} = 135,25_{-0,7}$ мм.

2. За допомогою листового штампування отримуємо вихідні заготовки деталі “Скоба двохстороння фіксуєча”. Використовується штамп з послідовною дією, який вирубє та пробиває.

3. Проводимо штампування напівфабриката деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” у штампі простої дії. Цей крок здійснюється для гнуття перших двох протилежних елементів.

4. Завершуємо процес штампування готової деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” у штампі простої дії. Це включає гнуття інших двох протилежних елементів.

1.5. Розрахунок технологічних зусиль для виготовлення деталі “Скоба двохстороння фіксуєча”

1.5.1. Зусилля різання листа на смуги

Лист розрізається на смуги за допомогою гільйотинних ножиць, і сила різання листа визначається за формулою [2, ст. 10, табл. 2]:

$$P = \frac{s^2 \cdot \sigma_{зр}}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

де s - товщина листа, що різеться;

φ - кут нахилу ножа;

$\sigma_{зр}$ - опір матеріалу листа на різання [1, ст. 478, табл. 1].

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			15

У нашому випадку товщина листа $s = 1,5$ мм, кут нахилу ножа $\varphi = 5^\circ$, а опір матеріалу (сталі 30) на різання $\sigma_{зр} = 430$ МПа [1, ст. 478, табл. 1].

Підставивши значення, сила різання дорівнює:

$$P = \frac{1,5^2 \cdot 430}{2 \cdot \operatorname{tg} 5^\circ} = 5529,2878 \text{ Н}$$

Щоб врахувати різні неточності, ми збільшуємо розрахункове значення сили різання на 30%:

$$P_{нов} = 1,3 \cdot P = 1,3 \cdot 5529,2878 = 7\,188,074 \text{ Н}$$

Отже, для різання листа товщиною 1,5 мм на смуги довжиною 1000 мм ми вибираємо гільйотинні ножиці моделі НД3314, у яких номінальна сила різання становить $P_{ном} = 34$ кН.

1.5.2. Зусилля пробивання-вирубання

Зусилля, необхідні для технологічних операцій пробивання та вирубання, можна розрахувати за формулою [2, ст. 16]:

$$P = L \cdot s \cdot \sigma_{зр}$$

де $\sigma_{зр}$ — опір зрізу матеріалу, який вирубався чи пробивався;

L — периметр контуру, який пробивався чи вирубався;

s — товщина листового матеріалу, який вирубався чи пробивався.

У нашому випадку вихідна листова заготовка для деталі “Скоба двохстороння фіксуєча” має товщину $s = 1,5$ мм. Матеріал деталі “Скоба двохстороння фіксуєча”— сталь 30 з опором зрізу $\sigma_{зр} = 430$ МПа [1, ст. 478, табл. 1].

Для обчислення зусиль пробивання фігурних отворів, периметр контуру яких був визначений за допомогою програми „Компас-3D“ (див. рис. 1.8), маємо $L = 51,42$ мм.

Зусилля пробивання фігурних отворів:

$$P_{проб1} = P_{проб2} = P_{проб3} = P_{проб4} = 51,42 \cdot 1,5 \cdot 430 = 33\,165,9 \approx 33,2 \text{ кН}$$

Далі знаходимо зусилля пробивання круглих отворів. Периметр

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			16

круглого отвору обчислюється за формулою:

$$L = \pi * d = 31,415 \text{ мм}$$

Отже, зусилля пробивання круглих отворів:

$$P_{\text{проб5}} = 31,415 \cdot 1,5 \cdot 430 = 20\,262,675 \approx 20,26 \text{ кН}$$

Наступним кроком є обчислення зусиль вирубування зовнішнього контуру листової заготовки. Периметр контуру був визначений за допомогою програми „Компас-3D“ (рис. 1.9):

$$L = 485,2 \text{ мм}$$

Таким чином, зусилля вирубування становлять:

$$P_{\text{вир}} = 485,2 \cdot 1,5 \cdot 430 = 312\,954 \text{ Н} \approx 312,95 \text{ кН}$$

Загальні зусилля для операцій в штампі, що включають вирубування та пробивання, можна підрахувати шляхом додавання всіх індивідуальних зусиль:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{вир}} + 4 \cdot P_{\text{проб}} + P_{\text{проб5}} = 312,95 + 4 \cdot 33,2 + 20,26 = 466,01 \text{ кН}$$

Визначаючи вибір пресу для установки штампу, ми збільшуємо розраховане загальне зусилля на 30%, отримуючи наступний результат:

$$P_{\text{пр}} = 1,3 * P_{\text{заг}} = 1,3 \cdot 466,01 = 605,813 \text{ кН}$$

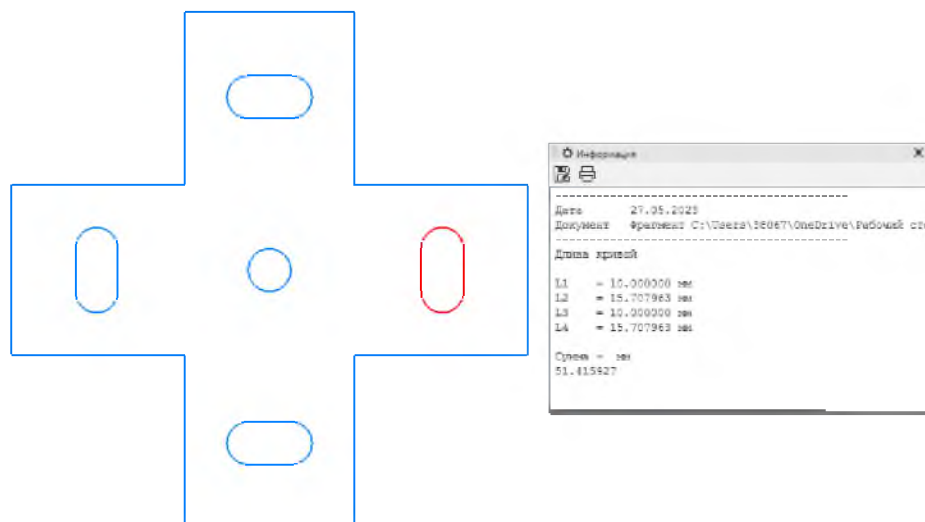
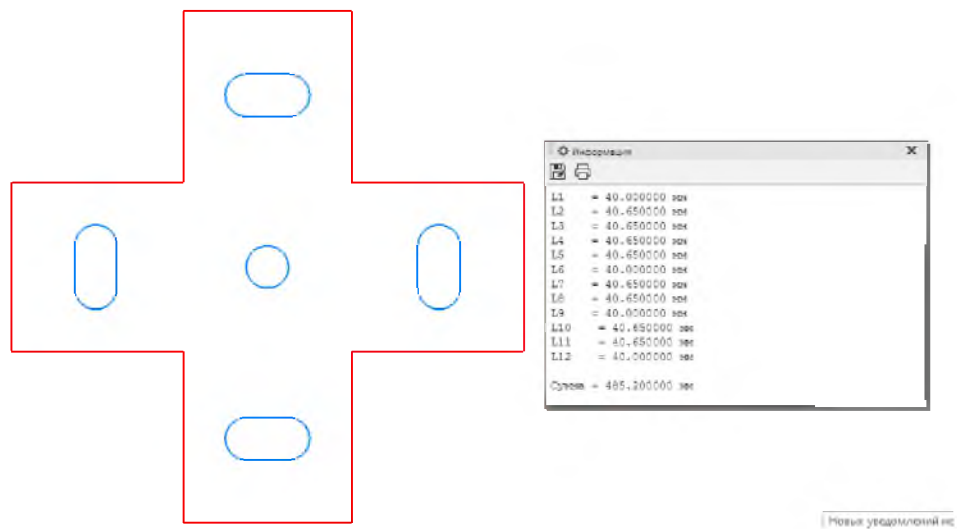


Рисунок 1.8 – Периметр отвору



1.5.3. Зусилля в штампі на першому переході гнуття

У даному штампі застосовується типовий U-подібний метод гнуття. Для визначення зусиль гнуття в такому випадку використовується формула [1, ст. 211].

$$P_{\text{гн}} = B_{\text{г}} \cdot s \cdot K_{\text{г}} \cdot \sigma_{\text{В}}$$

Товщина матеріалу в деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” дорівнює $s = 1,5$ мм. Границя міцності матеріалу, який використовується (сталь 30), становить

$\sigma_{\text{В}} = 500$ МПа. Коефіцієнт $K_{\text{г}}$, при $r/s = 2/1,5 = 1,3$ можна знайти в [1, ст. 212, табл. 2]

$$K_{\text{г}} = 0,34$$

Для першого переходу гнуття в деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” довжина лінії згину є наступною:

$$B_{\text{г}} = 2 \cdot 40 = 80 \text{ мм}$$

Підставляючи відповідні значення, ми отримуємо:

$$P_{\text{гн}} = 80 \cdot 1,5 \cdot 0,34 \cdot 500 = 20400 \text{ Н}$$

Зусилля пресу приймають на 30% більшими:

$$P_{\text{пр}} = 1,3 \cdot P_{\text{гн}} = 1,3 \cdot 20400 \approx 26,52 \text{ кН}$$

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУЮВАННЯ ШТАМПУ ПОСЛІДОВНОЇ ДІЇ ДЛЯ ВИРУБУВАННЯ ТА ПРОБИВАННЯ

2.1.Проектування та розрахунок розмірів матриці

Згідно з посиланням [1, ст. 76] товщина матриці обчислюється за наступною формулою

$$H_M = s + K_M * \sqrt{a_p + b_p + 7}$$

де s - представляє собою значення 1,5 мм, а K_M є коефіцієнтом, залежним від марки матеріалу, що вирубується-пробивається (у випадку деталі “Скоба двохстороння фіксуюча” використовується сталь 30).

Для обчислення розмірів (довжини та ширини) робочої зони матриці, використовується значення a_p та b_p . Розміри робочої зони матриці та її зображення показані на рис. 2.1.

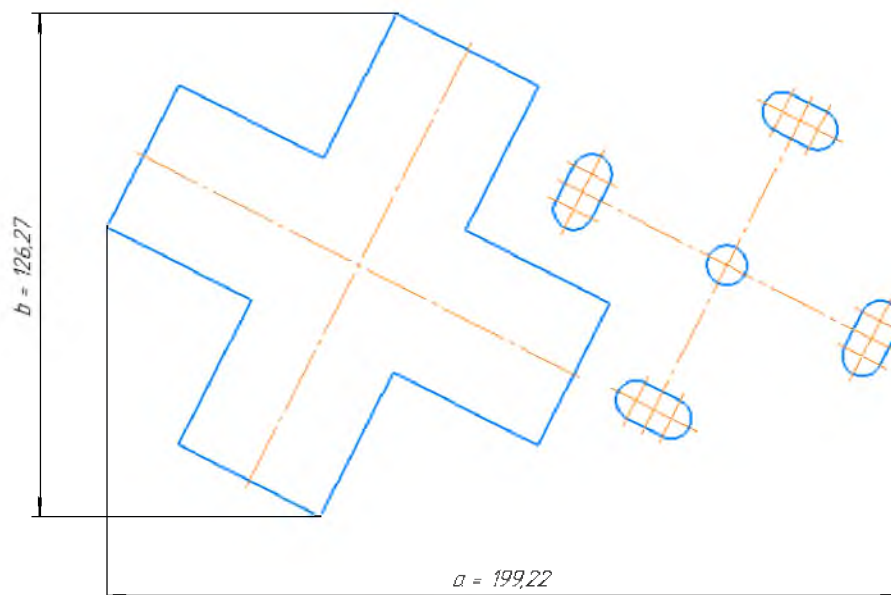


Рисунок 2.1 – Робоча зона матриці

З рис. 2.1 видно, що робоча зона матриці має певну довжину та ширину:

$$a_p = 199,22 \text{ мм}; b_p = 126,27 \text{ мм}$$

Отже:

$$H_M = 1,5 + 1 * \sqrt{199,22 + 126,27} + 7 = 26,54 \text{ мм}$$

Проте, додатково потрібно перевірити достатність товщини матриці для виконання операції згідно з формулою [1, ст. 79] із технологічним зусиллям (у кН)

$$H_M = \sqrt[3]{100 * P}$$

Загальне зусилля у штампі (див. пункт 1.5.2)

$$P = 605,813 \text{ кН}$$

Тоді

$$H_M = \sqrt[3]{100 * 605,813} = 39,27 \text{ мм}$$

Товщину матриці приймаємо

$$H_M = 40 \text{ мм}$$

Матриця для вирубування-пробивання виготовляється із сталі У10А згідно з ГОСТ 1435-99. З таблиці та схеми в довіднику [1, ст. 78], які використовуються для визначення габаритів матриці, видно, що найменша відстань від краю матриці до країв робочої зони повинна бути:

$$e_6 = 2 \cdot H_M = 2 \cdot 40 = 80 \text{ мм}$$

Габаритні розміри матриці тоді:

$$A_M = a_p + 2 \cdot e_6 = 199,22 + 2 \cdot 80 = 359,22 \text{ мм}$$

$$B_M = b_p + 2 \cdot e_6 = 126,27 + 2 \cdot 80 = 286,27 \text{ мм}$$

Встановлено, що для штампу для вирубування та пробивання використовується матриця з габаритами $A_M = 360 \text{ мм}$, $B_M = 290 \text{ мм}$ та товщиною $H_M = 50 \text{ мм}$. Для кріплення такої матриці використовуються гвинти М12 та штифти Ø12 мм. Крім того, найменша рекомендована відстань від краю матриці до осі гвинта становить (e_1) 15 мм, а найменша відстань між осями гвинта та штифта (e_2) – 25 мм.

2.2. Розрахунок виконавчих розмірів інструментів для штампу для отримання вихідної заготовки “Скоба двохстороння фіксуюча”

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			20

2.2.1. Розрахунок виконавчих розмірів інструментів для пробивання

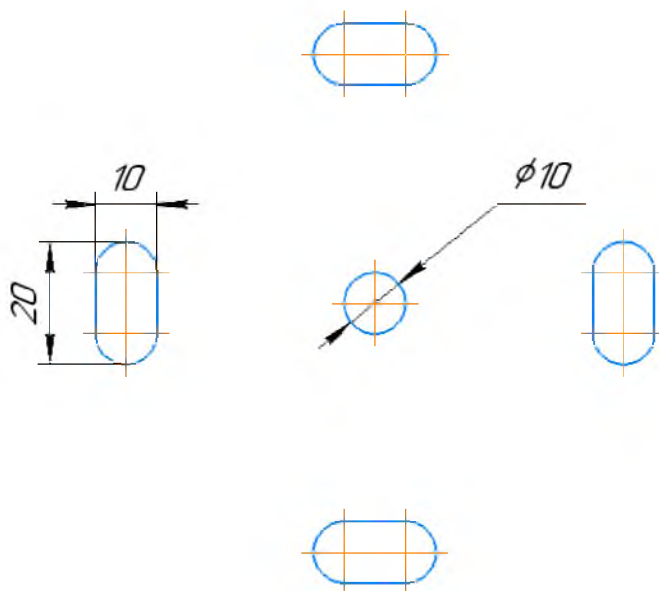


Рисунок 2.2 – Схема з розмірами отворів, що отримуються пробиванням

Виробництво пунсонів і матриць є окремими процесами, тому виконавчі розміри пунсона і матриці для розмірів, що зменшуються зношуванням інструментів, розраховуються за наступними формулами [1, ст. 62, табл. 12]:

$$L_{\Pi} = (L_{\Pi} + \Pi_{\Pi}) - \delta_{\Pi}$$

$$L_{\Pi} = (L_{\Pi} + \Pi_{\Pi} + z) + \delta_{\Pi}$$

де L_{Π} і L_{Π} – виконавчі розміри пунсона і матриці відповідно;

L_{Π} – номінальний розмір;

Π_{Π} – припуск на зношування;

z – двосторонній зазор між пунсоном і матрицею;

δ_{Π} і δ_{Π} – граничні відхилення пунсона і матриці при їх роздільному виготовленні.

Під час штампування з використанням матеріалу товщиною 1,5 мм зі сталі 30 (з межею міцності 430 МПа) із врахуванням допуску зазору, який встановлено відповідно до [1, ст. 67, табл. 14] ($z = 0,13$ мм; $\Delta_z = +0,05$),

необхідно визначити виконавчі розміри пуансона і матриці для пробивання отворів діаметром 10 мм.

Згідно з [1, ст. 65, табл. 13] при розмірі $L_H = \varnothing 10$ мм припуск на зношування по h_{12} складає 0,15 мм. Також, для розміру $L_H = \varnothing 10$ мм при штампуванні товщини матеріалу 1,5 мм, граничні відхилення матриці та пуансона становлять $\delta_{\Pi} = -0,035$ мм та $\delta_M = +0,035$ мм.

Тоді виконавчі розміри пуансона та матриці для розміру $L_H = \varnothing 10$ мм будуть:

$$L_{\Pi} = (\varnothing 10 + 0,15)_{-0,035} = \varnothing 10,15_{-0,035} \text{ мм}$$

$$L_M = (\varnothing 10 + 0,15 + 0,13)^{+0,035} = \varnothing 10,28^{+0,035} \text{ мм}$$

Далі необхідно визначити виконавчі розміри пуансона і матриці для пробивання фігурного отвору розміром 10x20 мм. Для розміру $L_H = 10$ мм припуск на зношування (Π_H) по h_{12} складає 0,15 мм, а для розміру $L_H = 20$ мм – 0,17 мм. Також, для розміру $L_H = 10$ мм при штампуванні товщини матеріалу 1,5 мм, граничні відхилення матриці та пуансона становлять $\delta_{\Pi} = -0,035$ мм та $\delta_M = +0,035$ мм. Для розміру $L_H = 20$ мм при штампуванні товщини матеріалу 1,5 мм, граничні відхилення матриці та пуансона також становлять $\delta_{\Pi} = -0,035$ мм та $\delta_M = +0,035$ мм.

Тоді виконавчі розміри пуансона та матриці для розміру $L_H = 10$ мм будуть:

$$L_{\Pi} = (10 + 0,15)_{-0,035} = 10,15_{-0,035} \text{ мм}$$

$$L_M = (10 + 0,15 + 0,13)^{+0,035} = 10,28^{+0,035} \text{ мм}$$

А виконавчі розміри пуансона та матриці для розміру $L_H = 20$ мм такі:

$$L_{\Pi} = (20 + 0,17)_{-0,035} = 20,17_{-0,035} \text{ мм}$$

$$L_M = (20 + 0,17 + 0,13)^{+0,035} = 20,3^{+0,035} \text{ мм}$$

2.2.2. Розрахунок виконавчих розмірів інструментів для вирубання

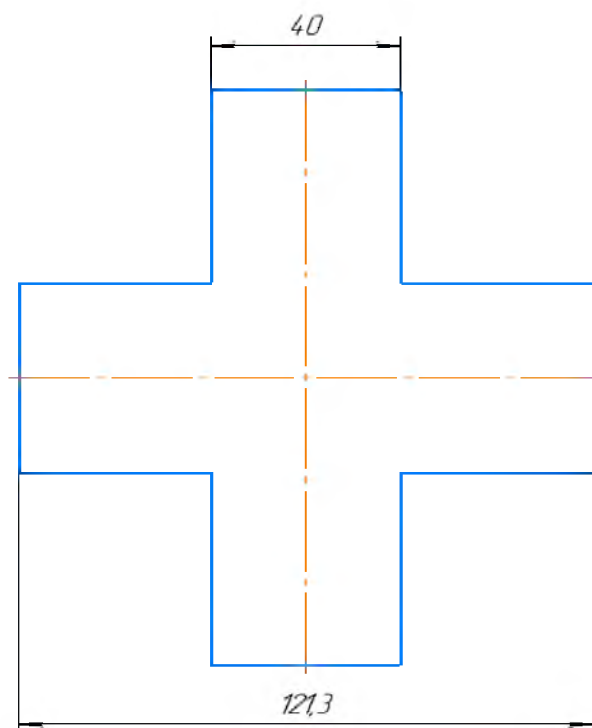


Рисунок 2.3 – Схема зовнішнього контуру, що отримується вирубанням

Виробництво пунсонів і матриць є окремими процесами, тому виконавчі розміри пунсона і матриці для розмірів, що зменшуються зношуванням інструментів, розраховуються за наступними формулами [1, ст. 62, табл. 12]:

$$L_{\Pi} = (L_{\Pi} - \Pi_{\Pi})^{+\delta_{\Pi}}$$

$$L_{\Pi} = (L_{\Pi} - \Pi_{\Pi} - z) - \delta_{\Pi}$$

де L_{Π} і L_{Π} – виконавчі розміри пунсона і матриці відповідно;

L_{Π} – номінальний розмір;

Π_{Π} – припуск на зношування;

z – двосторонній зазор між пунсоном і матрицею;

δ_{Π} і δ_{Π} – граничні відхилення пунсона і матриці при їх роздільному виготовленні.

При здійсненні холодного штампування з двостороннім зазором між матрицею та пуансоном товщиною 1,5 мм з використанням сталі 30 (з межею міцності $\sigma_{зр} = 430$ МПа) та враховуючи допуск, зазначений у джерелі [1, ст. 67, табл. 14], значення $z = 0,13$ мм; $\Delta z = +0,05$.

Необхідно визначити виконавчі розміри інструментів для розміру $L_H = 40$ мм. Згідно з джерелом [1, ст. 65, табл. 13] припуск на зношування Π_H по типу “h12” для розміру $L_H = 40$ мм становить 0,2 мм. Граничні відхилення матриці та пуансона при штампуванні товщиною 1,5 мм згідно з [1, ст. 65, табл. 13] складають: $\delta_M = +0,045$ мм та $\delta_{\Pi} = -0,045$ мм.

Тоді виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = 40$ мм розраховуються наступним чином:

$$L_M = (40 - 0,2) + 0,045 = 39,8^{+0,045} \text{ мм}$$

$$L_{\Pi} = (40 - 0,2 - 0,13) - 0,045 = 39,67_{-0,045} \text{ мм}$$

Так само, необхідно визначити виконавчі розміри інструментів для розміру $L_H = 121,3$ мм. За даними джерела [1, ст. 65, табл. 13], припуск на зношування Π_H по типу “h12” для розміру $L_H = 121,3$ мм становить 0,3 мм. Граничні відхилення матриці та пуансона при штампуванні товщиною 1,5 мм згідно [1, ст. 65, табл. 13] складають: $\delta_M = +0,1$ мм та $\delta_{\Pi} = -0,1$ мм.

Тоді виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = 121,3$ мм розраховуються наступним чином:

$$L_M = (121,3 - 0,3) + 0,1 = 121^{+0,1} \text{ мм}$$

$$L_{\Pi} = (121,3 - 0,3 - 0,13) - 0,1 = 120,87_{-0,1} \text{ мм}$$

2.3. Центр тиску (ЦТ) штампа для отримання вихідної заготовки

“Скоба двохстороння фіксуюча”

За формулами розраховуємо координати центру тиску [3, ст. 54]

$$X_{Ц.Т.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * x_i}{\sum_{i=1}^n P_i}; \quad Y_{Ц.Т.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * y_i}{\sum_{i=1}^n P_i};$$

де P_i – зусилля штампування;

x_i, y_i – координати прикладання зусилля.

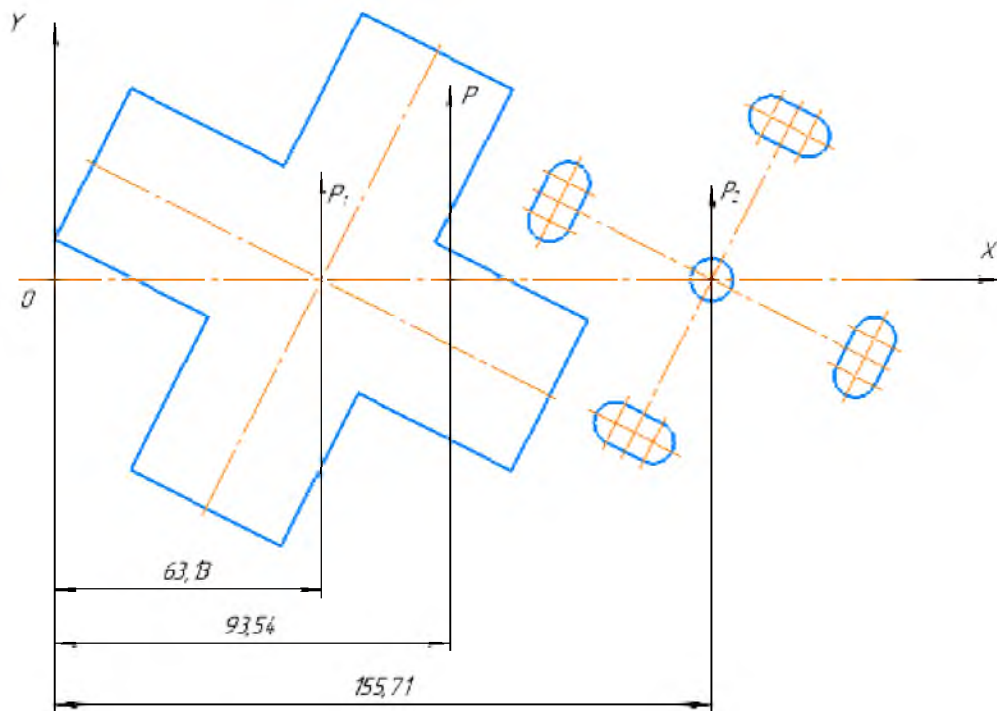


Рисунок 2.4 – Схема прикладання зусиль штампа

Для встановлення центру тиску штампа, розділимо лінії для вирубування на дві частини:

- зовнішній контур;
- отвори .

Ми розбиваємо їх на дві частини, оскільки лінії можна поділити на дві групи, які мають центр тиску в центрі симетрії і розташовані на одній вісі. Оскільки сили діють на ці елементи вздовж осі X ($Y = 0$), розрахунок для визначення координати Y центру тиску не потрібен і буде дорівнювати нулю.

$$X_{ц.т.} = \frac{312,95 \cdot 63,13 + (4 \cdot 33,2 + 20,26) \cdot 155,71}{312,95 + 4 \cdot 33,2 + 20,26} = 93,54 \text{ мм}$$

2.4.Проектування інших деталей штампа для вирубування-пробивання для отримання вихідної заготовки “Скоба двохстороння фіксуєча”

Встановлення форми і відповідних розмірів отворів у матриці для

		№ докум.	Підпис		ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	25

операцій пробивання та вирубування [1, табл 22 с. 81]

$$S=1,5$$

$$\beta=2^{\circ}$$

$$\alpha=20'$$

$$H_M=6-8$$

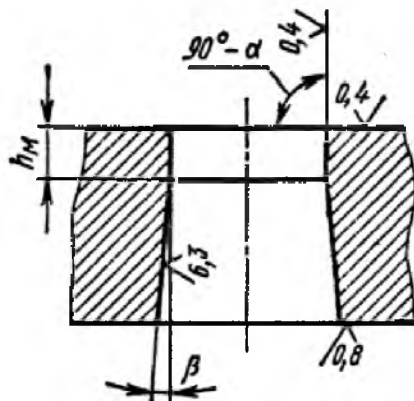


Рис.2.5. Розміри отворів.

Підбираємо розміри пуансона для пробивання круглих отворів

Вибираємо розміри пуансона по ГОСТ ДСТУ 16621-80

з висотою $H_{\Pi} = 100$

$$d_{\Pi} = 10\text{мм} \quad D_{\Pi} = 12\text{мм} \quad D_{\Pi}^1 = 16\text{мм} \quad h_{\Pi} = 25\text{мм} \quad h_{\Pi}^H = 8\text{мм}$$

Підбираємо розміри пуансона для некруглих отворів

$$H_{\Pi} = 100\text{мм}$$

Вибираємо кріплення під діаметр:

Ширина - 4 мм

Товщина фланця- 4...8 мм (беремо 6 мм)

Конструювання зйомників

Вибираємо двосторонній зазор z_c між зйомником і пуансоном [1, табл. 28, с. 110]

$$S = 1,5\text{мм} \quad \sigma_{cp} = 430\text{МПа} \quad z_c = 1,67\text{мм}$$

Товщину зйомника визначаємо

$$H_3 = 0,8 \cdot H_M$$

де $H_M = 40$ мм – товщина матриці

$$H_3 = 0,8 \cdot 40 = 32 \text{ мм}$$

Конструювання направляючих планок, упорів, прижимів і фіксаторів

$$h_{III} = 8 \text{ мм}$$

$$B_{nl} = (B_{nl}^{ном} + z_M)^{+\delta'} \quad [1, 45, \text{с.118}]$$

де $B_{nl}^{ном} = 135,25$ мм - номінальна ширина планки

$z_M = 1,2$ мм - гарантований найменший зазор між направляючими планками і половою

$\delta^1 = 0,7$ - допуск на відстань між планками

$$B_{nl} = (135,25 + 1,2)^{+0,7} = 136,45^{+0,7}$$

Розмір виступання направляючих планок

$$f = (0,2 \dots 0,4)L_c$$

Беремо $f = (0,2 \dots 0,4)L_c \approx 80$ мм

$$f^I = (0,5 \dots 1)f$$

Беремо $f = 0,5f = 40$ мм

$$u = (0,2 \dots 0,4)f$$

Беремо $u = (0,2 \dots 0,4)f \approx 16$ мм

Розрахунок разового упору

Підбираємо упор виходячи з h_{III} [1, табл. 34, с. 126]:

$$h_y = 7,8 \text{ мм} \quad h_y^1 = 4 \text{ мм} \quad B_y = 10 \text{ мм} \quad C_y = 5 \text{ мм} \quad C_y^1 = 22 \text{ мм}$$

$$L_y = 35 - 56 \text{ мм} \quad L_y^1 = 7,8 \text{ мм} \quad L_y' = 8 \text{ мм} \quad L_y'' = 12 \text{ мм} \quad C_y'' = 6 \text{ мм} \quad D_{nl} = 7 \text{ мм}$$

сталь 45

Пружина:

$$D_{nl} = 6d_{прж} = 0,6t = 2,3H_{прж} = 19,7 \quad p_{прж}^{\max} = 11,2h_{прж} = 8,16$$

Розрахунок грибоподібного упору

Підбираємо основні розміри грибових упорів виходячи з $h_y = 3$ [1, табл.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			27

37, с. 129]:

$$H_y = 12 d_y = 8 d_{oy} = 4$$

сталь 45

Товщина пуансонотримача буде такою ж, як товщина матриці, яку ми вважаємо рівною 40 мм.

У штампі додатково використовується підкладна плитка, яка розташовується між пуансонотримачем та верхньою плитою. Ця плитка має товщину 10 мм і виготовлена зі сталі 45.

Габаритні розміри знімача, пуансонотримача та підкладної плитки в штампі для вирубування та пробивання приймаються однаковими з розмірами матриці і становлять 390 мм на 290 мм.

2.5. Проектування блоку штампа

Для нашого розробленого пакету штампування, ми встановлюємо стандартний блок з діагональним розташуванням колонок та втулок, який має висоту 140 мм та розміри 390x290 мм.

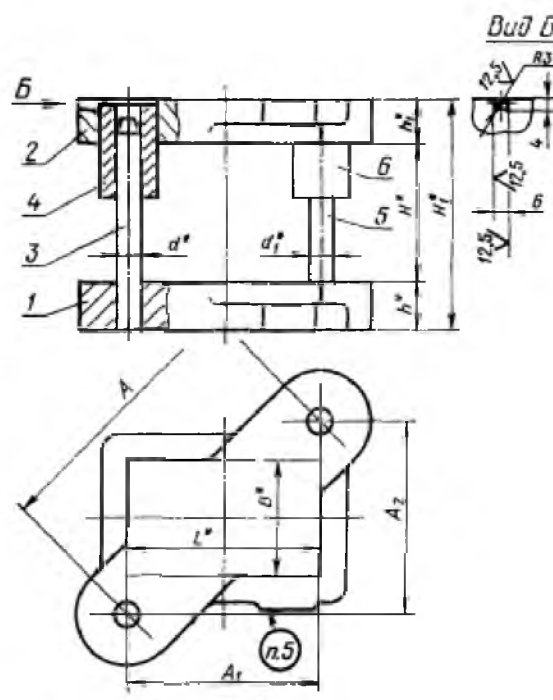


Рисунок 2.5 – Блок штампа з діагональним розташуванням колонок

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			28

За ГОСТ 13124-83 ми обираємо блок для нашого штампу. Найближчі розміри робочої зони в цьому блоку складають 400х320 мм. Відповідно до цього ж ГОСТу, для даного блоку вказані стандартні розміри колонок та втулок згідно з ГОСТ 13118-81 та ГОСТ 13120-81 відповідно.

2.6. Аналіз процес вирубки-пробивки в програмі Deform

Програма Deform є потужним інструментом для моделювання різних сценаріїв холодного штампування з використанням методу скінченних елементів. Завдяки цій програмі можна здійснити детальне моделювання процесу вирубки-пробивки, а також візуалізувати різні типи внутрішньої енергії та провести аналіз отриманих даних. У рисунках 2.6-2.8 представлені графічні зображення, які демонструють внутрішні напруження, виникаючі під час процесу вирубки-пробивки.

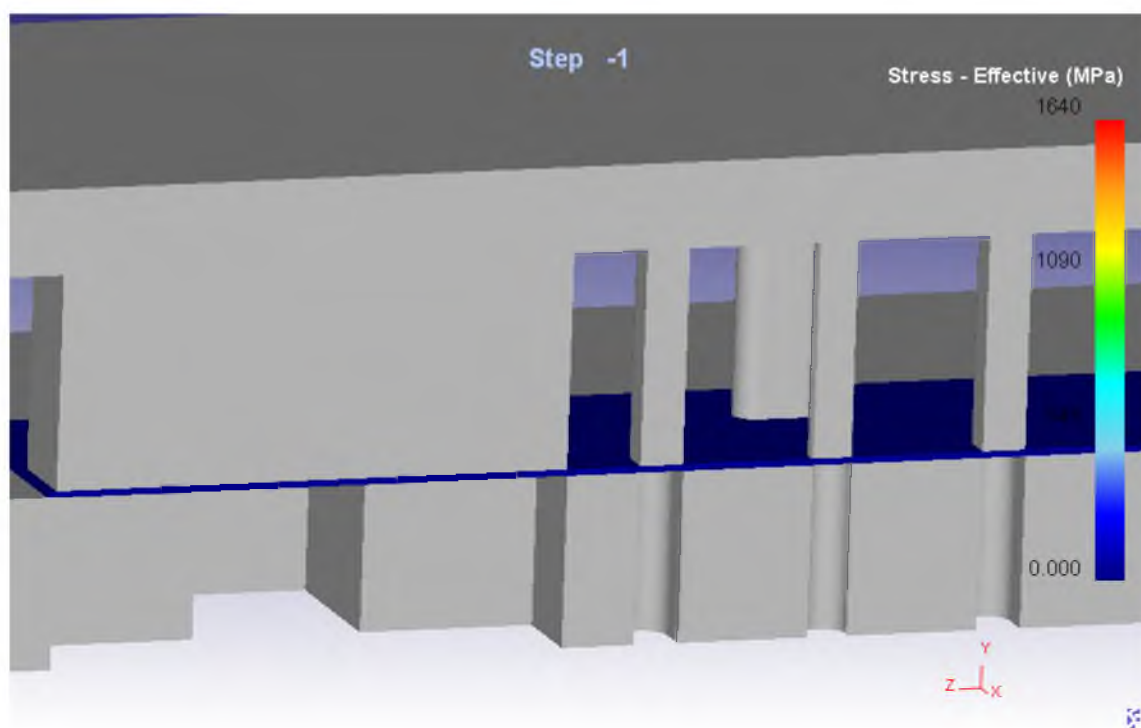


Рис. 2.6 – Перший крок розрахунку

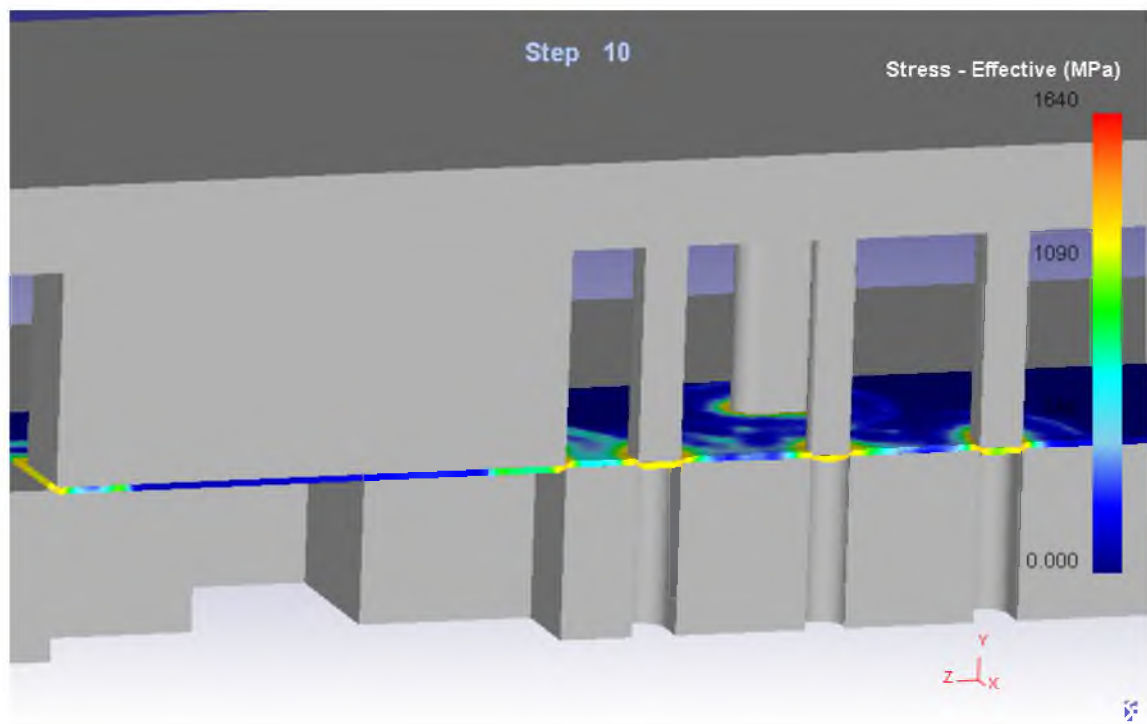


Рис. 2.7 – Десятий крок розрахунку

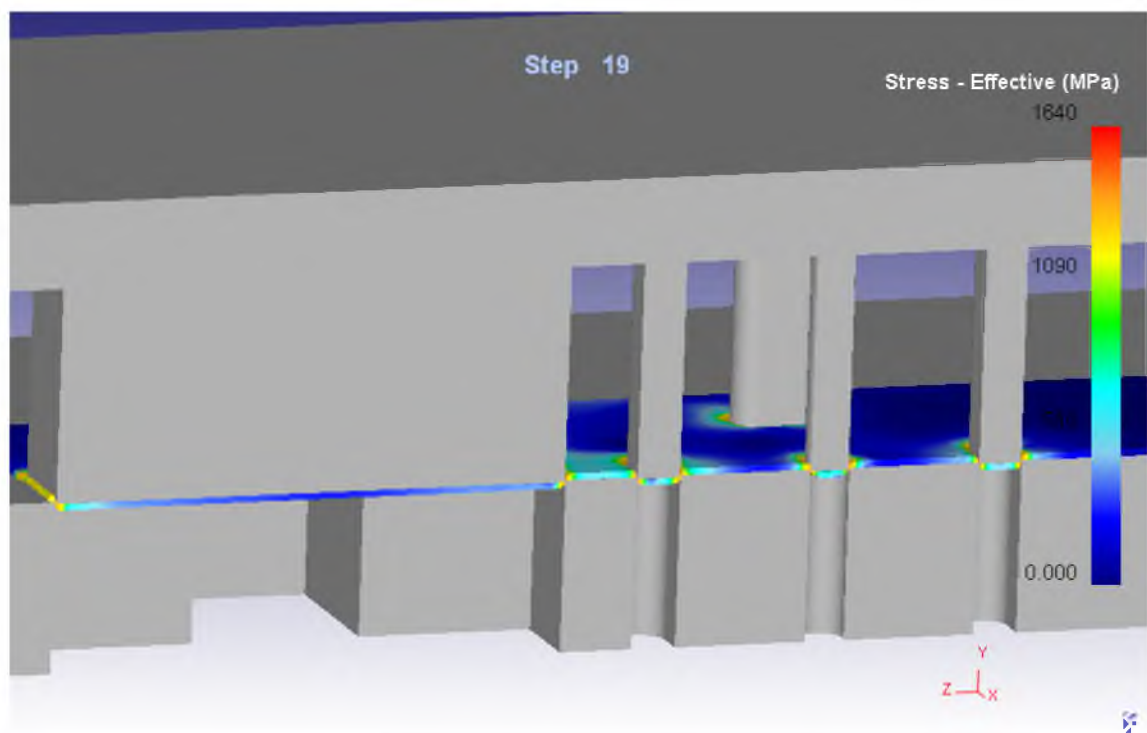


Рис. 2.8 – Дев'ятнадцятий крок розрахунку

Ці рисунки є результатом моделювання в програмі Deform і надають інформацію про розподіл напружень внутрішніх зон обробки. Аналізуючи ці

рисунки, можна зрозуміти, які області матеріалу піддаються найбільшому навантаженню під час процесу вирубки-пробивки. Це допомагає визначити оптимальні параметри процесу, такі як форма і розмір вирубки, матеріал інструменту та інші фактори, що впливають на якість та ефективність виготовлення деталі.

Використання програми Deform дозволяє значно знизити витрати на експерименти з виробництва і скоротити час, потрібний для розробки нових технологій штампування. Завдяки точному моделюванню і аналізу внутрішніх напружень, можна досягти оптимальних параметрів процесу та забезпечити стабільну якість виробництва.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУЮВАННЯ ШТАМПА ДЛЯ ГНУТТЯ

3.1. Аналіз деталі для оптимального гнуття

Для виготовлення даної деталі, яка потребує згинання чотирьох частин у протилежні сторони, є два можливих варіанти. Перший варіант полягає у використанні U-подібного гнуття, що дозволяє отримати деталь за два переходи, використовуючи два штампи. Однак, другий варіант передбачає виготовлення деталі також за два переходи, але використовуючи лише один штамп (див. рис. 3.1). Цей підхід дозволить зменшити витрати на виготовлення другого штампу, не суттєво пожертвуючи продуктивністю.

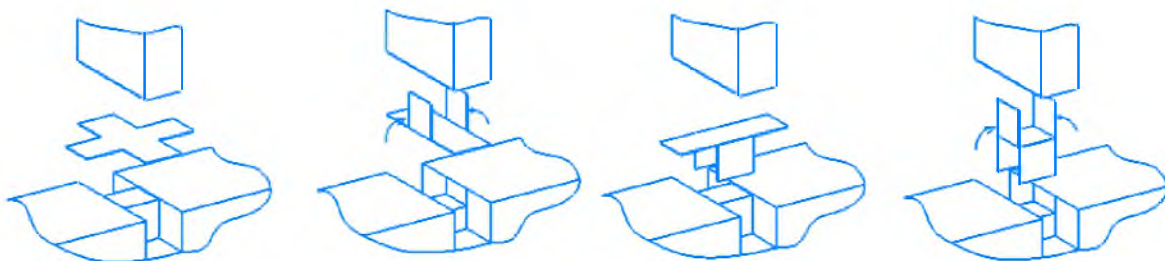


Рисунок 3.1 – Схема штампування за два переходи використовуючи один штамп

Отже, після врахування всіх факторів, було прийнято рішення виготовити деталь за два переходи в одному штампі.

Для обчислень розмірів використаємо ті ж формули, які використовуються при звичайному U-подібному штампуванні. Однак, ми повинні врахувати, що на другому переході заготівка матиме зігнуті в одну сторону ділянки, тому необхідно врахувати їх розмір.

[illegible]

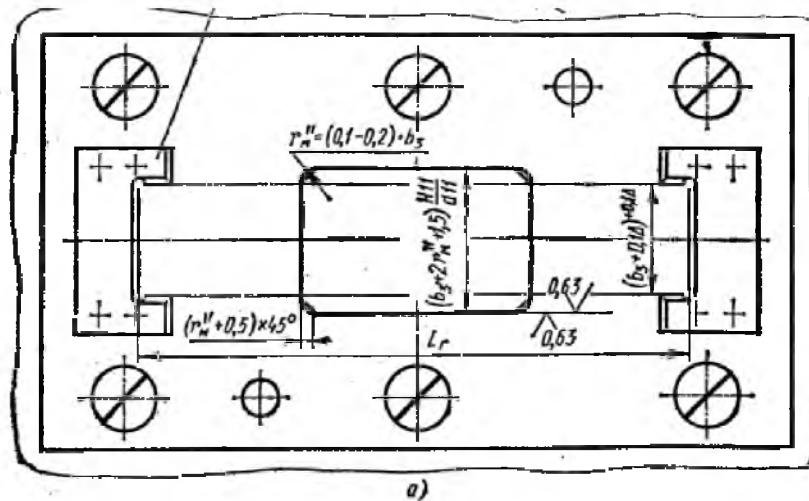


Рисунок 3.2 – Розташування розмірів для штапу

$$A_M = (A_D - K_\Delta \cdot \Delta)^{+\delta''_M} = (47 - 0,5 \cdot 0,25)^{+(0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,25)} = 46,875^{+0,1} \text{ мм}$$

$$\Delta = 0,25$$

$$r''_M = 0,1 \cdot 40 = 4 \text{ мм}$$

$$A_\Pi = (A_M - 2z_{гб})_{-\delta''_\Pi} = (46,875 - 2 \cdot 1,65)_{-(0,8 \cdot 0,1)} = 43,575_{-0,08} \text{ мм}$$

$$z_{гб} = S_{max} + S \cdot K_z = 1,5 + 1,5 \cdot 0,1 = 1,65 \text{ мм}$$

З таблиці 10 с.200 [1] підбираємо радіуси та розміри матриці

$$r'_M = 4 \text{ мм } h'_M = 20 \text{ мм}$$

$$h'_M = 0,1A_M = 0,1 \cdot 46,875 = 4,688 \text{ мм}$$

Беремо $h''_M = 5$

Розраховуємо попередню товщину матриці

$$H_M = r'_M + h'_M + h''_M = 4 + 20 + 5 = 39 \text{ мм (26 с.201 [1])}$$

$$h_{MB} = h'_M + r'_M + 0,2 \cdot S = 20 + 4 + 0,2 \cdot 1,5 = 24,3 \text{ мм}$$

Визначаємо за формулою 27 с.201 [1] висоту та інші розміри пуансона.

$$H_\Pi = l + H_{\Pi\Pi} + 20 = 40 + 0,3 \cdot A_\Pi + 20 = 73,07 \text{ мм}$$

Беремо $H_{\Pi} = 75 \text{ мм}$

$c = 5 \text{ мм}$

Ми провели розрахунки основних розмірів для пакету штампу, проте не врахували зігнуті частини деталі. На даному етапі ми працюємо над створенням ескізу перерізу пакету штампу, щоб конструктивно визначити робочі розміри з урахуванням необхідного простору для зігнутих частин деталі, а також попередніх розрахунків.

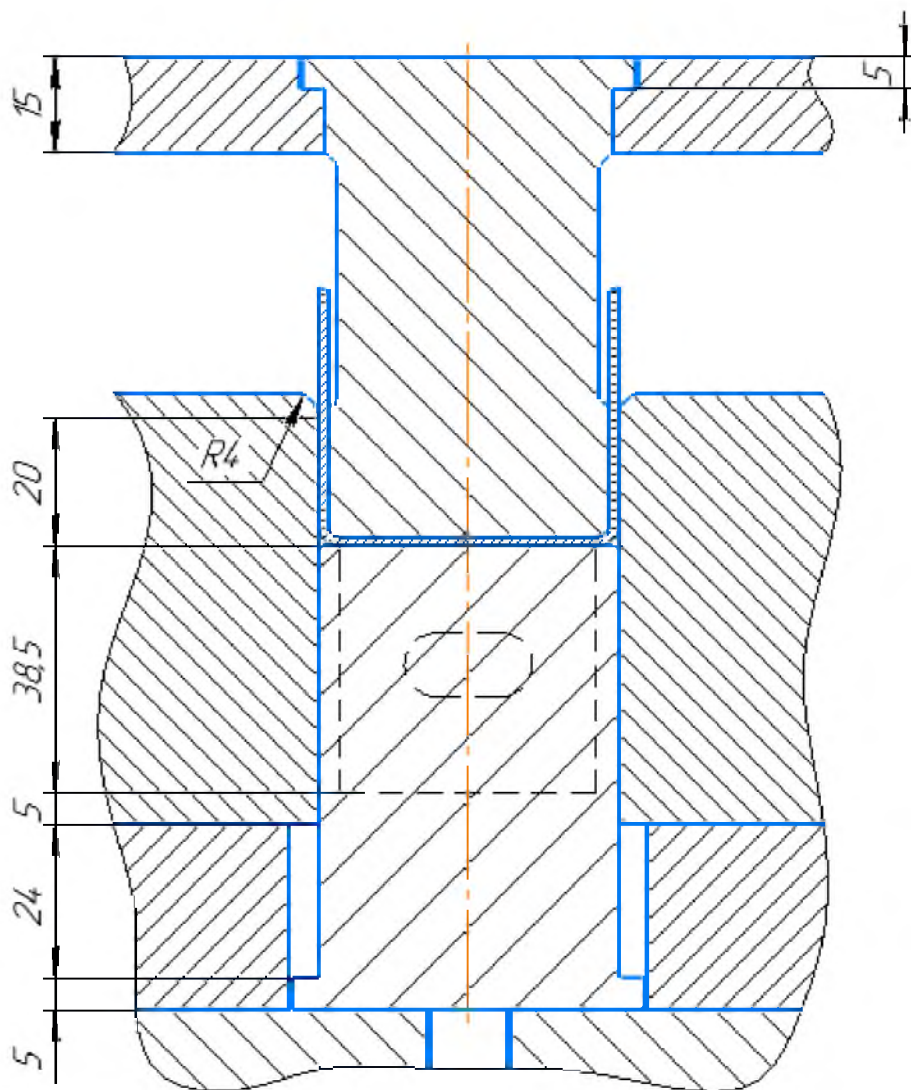


Рисунок 3.3 – Розміри пакету штампу з врахуванням конструктивних особливостей для другого переходу

3.3. Розрахунок буферів

Буферні пристрої є суттєвим компонентом багатьох штампів і мають важливе значення для їх ефективної роботи. Правильний розрахунок цих пристроїв визначає надійність функціонування штампу. Гумові буферні пристрої використовуються в штампах для виконання роздільних та формозмінювальних операцій, де їх основна функція полягає у забезпеченні необхідного тиску або сили для притиску та виштовхування.

Розрахуємо площу буфера

$$F_{\text{бф}} = \frac{P \cdot \eta}{1,7} = \frac{26,52 \cdot 1}{1,7} = 15,6 = 15600 \text{ мм}^2 \quad (16 \text{ с.43 [1]})$$

Врахуємо отвір під шпильку

$$F = F_{\text{бф}} + F_{\text{отв}} = F_{\text{бф}} + \pi \frac{d^2}{2} = 15600 + \pi \frac{12^2}{2} = 15826,19 \text{ мм}^2$$

$a = 24$ мм робочий хід на якому діє робоче зусилля

$$D_{\text{бф}} = \sqrt{\frac{15826,19}{\pi}} = 70,976 \text{ мм}$$

$$H = \frac{a}{\varphi} = \frac{24}{0,3} = 80 \text{ мм}$$

Підбираємо 4 буферних кілець висотою по 20 мм

$$D_{\text{бф}} = D_{\text{бф}} \cdot 1,25 = 70,976 \cdot 1,25 = 88,72 \text{ мм}$$

3.4. Підбір блоку штампа для П-подібного гнуття

На рис. 3.4 наведено схему блока штампування “Скоба двохстороння фіксуєча”, який використовує стандартизований підхід. Цей блок має направляючі вузли, розташовані по осі. У нього встановлюється спеціально розроблений набір штампів. Габаритні розміри блоку вибираються згідно з

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			35

ГОСТ 13126-83, з урахуванням розмірів штампу, які становлять 160 * 250 мм, і висоти 149 мм. З того ж стандарту ГОСТ 13126-83 встановлюються також стандартні гладкі колонки згідно з ГОСТ 13118-83 та гладкі втулки згідно з ГОСТ 13120-83.

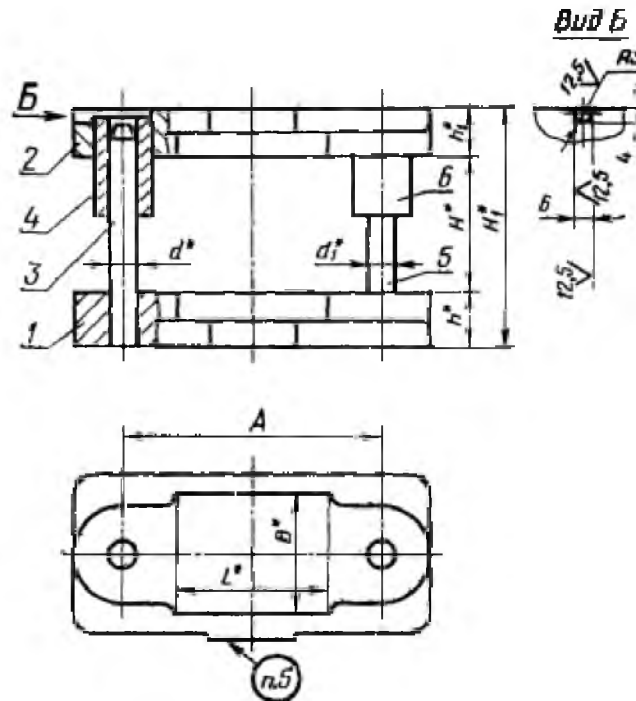


Рисунок 3.4 – Схема блоку з осьовим розташуванням направляючих

3.5. Аналіз процесу гнуття в програмі Deform

Програма Deform є потужним інструментом, який базується на методі скінченних елементів і дозволяє ефективно моделювати більшість типових ситуацій у процесі холодного штампування. Це програмне забезпечення надає можливість детально дослідити та змоделювати процес згинання, а також візуалізувати різні види внутрішньої енергії, що виникають під час даної операції. В результаті аналізу, який виконує програма, можна отримати цінні дані та інформацію для подальшої оптимізації процесу штампування.

У розділі роботи, присвяченому дослідженню внутрішніх напружень при згинанні, на рисунках 2.5-2.7 представлені результати моделювання, які ілюструють розподіл внутрішніх напружень на деталі під час згинання. Ці рисунки надають візуальне уявлення про вплив згинання на структуру

матеріалу і показують конкретні області, де виникають найбільш значущі напруження. Це є важливою інформацією для оцінки міцності та надійності штампованої деталі.

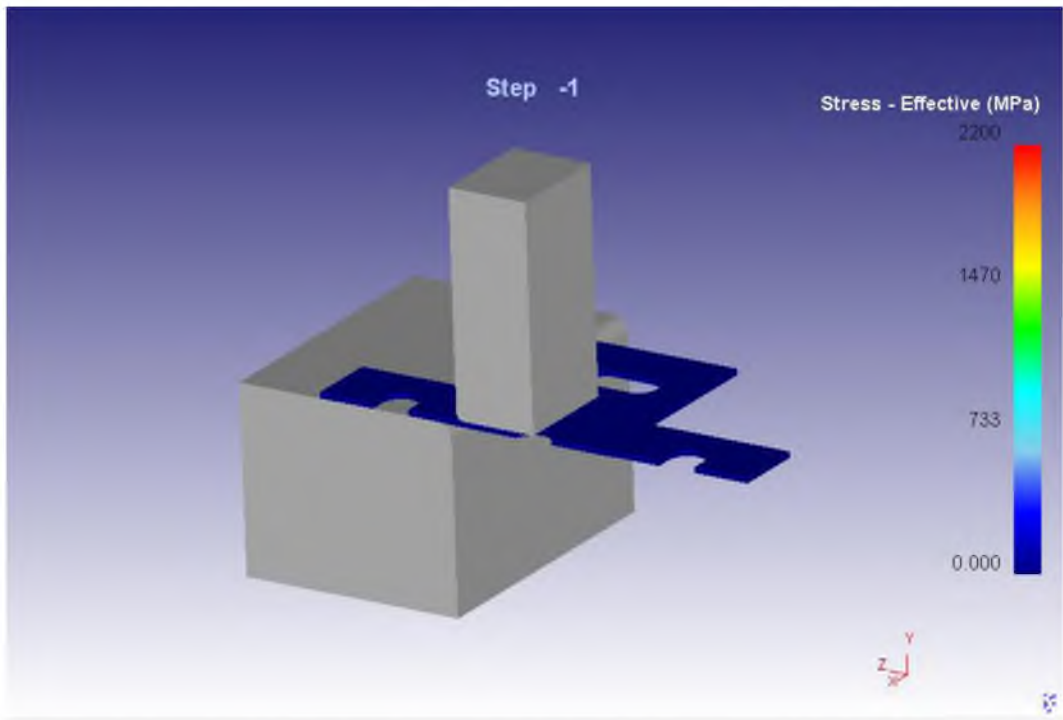


Рис. 3.5 Перший крок розрахунку

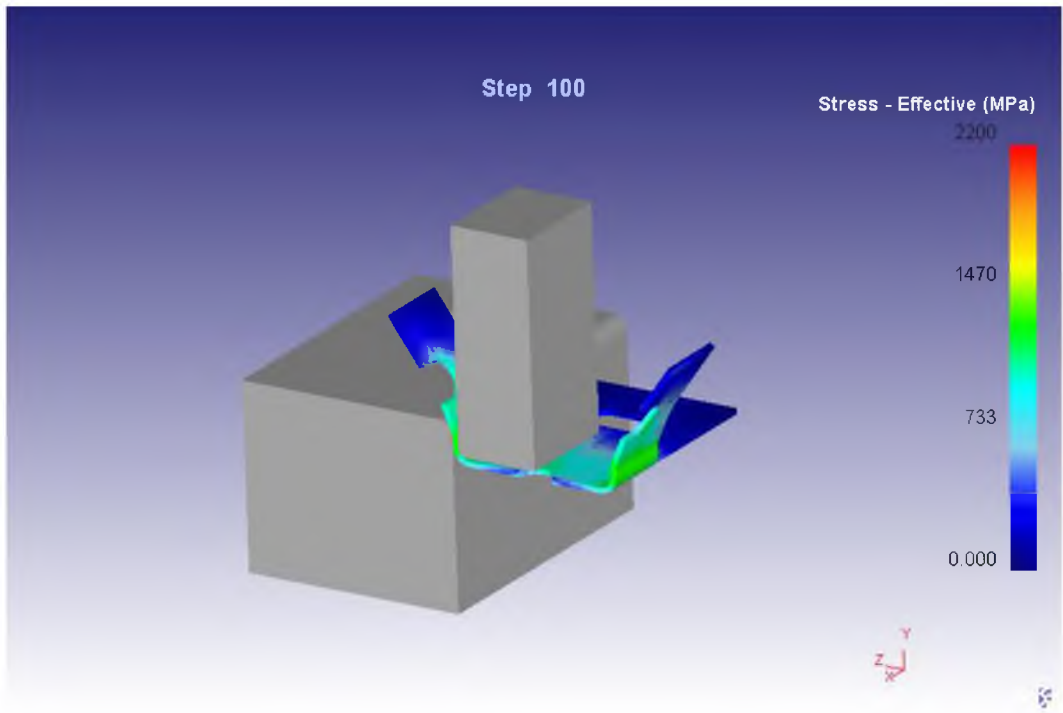


Рис. 3.5 Сотий крок розрахунку

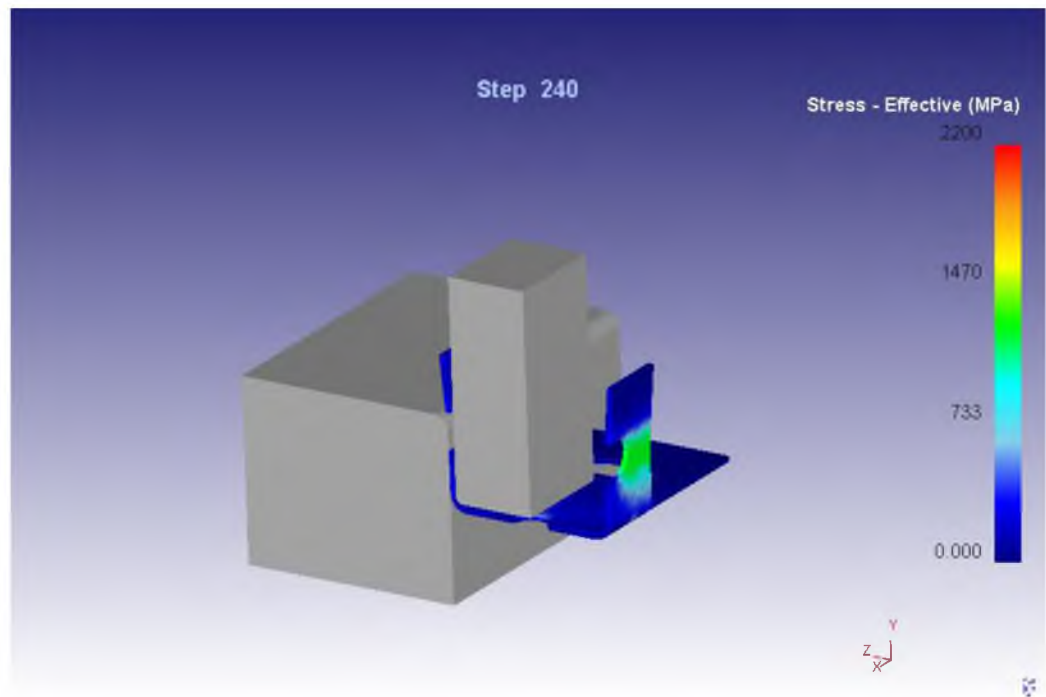


Рис. 3.5 240-й крок розрахунку

Результати моделювання, отримані з використанням програми Deform, є цінним внеском у дослідження процесу холодного штампування. Вони допомагають краще розуміти поведінку матеріалу під час згинання та забезпечують можливість провести аналіз впливу різних факторів на якість та ефективність процесу. Отримані дані можуть бути використані для покращення конструкції і технології виробництва штампованих виробів, зменшення витрат матеріалу та підвищення загальної продуктивності виробництва.

РОЗДІЛ 4

ВИБІР ШТАМПОВОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1. Штамп для вирубки-пробивки

Для здійснення операцій з вирубування та пробивання використовується прес КД2128, який має зусилля 630 кН. Основні параметри цього пресу наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Характеристики пресу з зусиллям 630 кН КД2128

Параметр	Модель
	КД2128
Номінальне зусилля, кН	630
Хід поковзня, мм	10-100
Число ходів за хвилину: • одиночні • безперервні	50 40
Максимальна відстань між столом і поковзнем у нижньому положенні становить вказану кількість міліметрів.	400
Діаметр отвору, через який проходить заготовка в підштамповій плиті, складає вказаний розмір у міліметрах.	140
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу має вказане значення у міліметрах.	50
Товщина підштампової плити складає вказану кількість міліметрів.	80
Розміри столу визначаються вказаними розмірами у міліметрах.	710*480

Перевіримо можливість встановлення штампа на цьому пресі при закритій висоті. Спочатку визначимо найбільшу та найменшу закриту висоту пресу з використанням таких формул:

$$H_{max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2}$$

$$H_{min} = H - H_{пл} - \Delta_{ш}$$

де $H = 400$ мм - закрита висота пресу моделі КД2128;

$H_{пл} = 80$ мм - товщина підштампової плити пресу;

$h_{max} = 100$ мм та $h_{min} = 10$ мм - найбільший та найменший ходи пресу;

$\Delta_{ш} = 80$ мм - величина регулювання закритої висоти пресу.

Підставимо значення у формули:

$$H_{max} = 400 - 80 + \frac{100 - 10}{2} = 365 \text{ мм}$$

$$H_{min} = 400 - 80 - 80 = 240 \text{ мм}$$

Конструктивно отримали значення закритої висоти штампа, яке дорівнює 310 мм. З урахуванням умови $H_{min} \leq H_{шт} \leq H_{max}$, ми бачимо, що дане значення попадає у відповідний діапазон. Тому можемо стверджувати, що штамп можна встановити на цей прес.

4.2. Штамп для гнуття

Для здійснення операцій з вирубування та пробивання використовується прес КД2118, який має зусилля 63 кН. Основні параметри цього пресу наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Характеристики пресу з зусиллям 63кН КД2118

Параметр	Модель
	КД2118
Номінальне зусилля, кН	63

Хід поковзня, мм	5-50
Число ходів за хвилину: • одиночні • безперервні	10 150
Максимальна відстань між столом і поковзнем у нижньому положенні становить вказану кількість міліметрів.	200
Діаметр отвору, через який проходить заготовка в підштампової плиті, складає вказаний розмір у міліметрах.	60
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу має вказане значення у міліметрах.	32
Товщина підштампової плити складає вказану кількість міліметрів.	45
Розміри столу визначаються вказаними розмірами у міліметрах.	360*280

Перевіримо можливість встановлення штампа на цьому пресі при закритій висоті. Спочатку визначимо найбільшу та найменшу закриту висоту пресу з використанням таких формул:

$$H_{max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2}$$

$$H_{min} = H - H_{пл} - \Delta_{ш}$$

де $H = 200$ мм - закрыта висота пресу моделі КД2118;

$H_{пл} = 45$ мм - товщина підштампової плити пресу;

$h_{max} = 50$ мм та $h_{min} = 5$ мм - найбільший та найменший ходи пресу;

$\Delta_{ш} = 40$ мм - величина регулювання закритої висоти пресу.

Підставимо значення у формули:

$$H_{max} = 200 - 45 + \frac{50 - 5}{2} = 177,5 \text{ мм}$$

$$H_{min} = 200 - 45 - 40 = 115_{mm}$$

Конструктивно отримали значення закритої висоти штампа, яке дорівнює 290 мм. З урахуванням умови $H_{min} \leq H_{шт} \leq H_{max}$, ми бачимо, що дане значення не попадає у відповідний діапазон. Тому потрібно обрати інший прес з потрібною закритою висотою.

Вибераємо прес КД2126Д, який має зусилля 250 кН. Основні параметри цього пресу наведені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 Характеристики пресу з зусиллям 400 кН КД2126Д

Параметр	Модель
	КД2126Д
Номінальне зусилля, кН	400
Хід поковзня, мм	5-90
Число ходів за хвилину:	
• одиночні	45
• безперервні	71
Максимальна відстань між столом і поковзнем у нижньому положенні становить вказану кількість міліметрів.	340
Діаметр отвору, через який проходить заготовка в підштампової плиті, складає вказаний розмір у міліметрах.	100
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу має вказане значення у міліметрах.	50
Товщина підштампової плити складає вказану кількість міліметрів.	80
Розміри столу визначаються вказаними розмірами у міліметрах.	710*580

Перевіримо можливість встановлення штампа на цьому пресі при закритій висоті. Спочатку визначимо найбільшу та найменшу закриту висоту пресу з використанням таких формул:

$$H_{max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2}$$

$$H_{min} = H - H_{пл} - \Delta_{ш}$$

де $H = 340$ мм - закрыта висота пресу моделі КД2126Д;

$H_{пл} = 80$ мм - товщина підштампової плити пресу;

$h_{max} = 90$ мм та $h_{min} = 5$ мм - найбільший та найменший ходи пресу;

$\Delta_{ш} = 65$ мм - величина регулювання закритої висоти пресу.

Підставимо значення у формули:

$$H_{max} = 340 - 80 + \frac{90 - 5}{2} = 302,5 \text{ мм}$$

$$H_{min} = 340 - 80 - 65 = 195 \text{ мм}$$

Конструктивно отримали значення закритої висоти штампа, яке дорівнює 290 мм. З урахуванням умови $H_{min} \leq H_{шт} \leq H_{max}$, ми бачимо, що дане значення попадає у відповідний діапазон. Тому можемо стверджувати, що штамп можна встановити на цей прес.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Забезпечення безпеки, здоров'я та працездатності людини в процесі праці передбачає систему законодавчих актів та норм, організаційних, технічних та гігієнічних заходів. Головна мета охорони праці полягає у зниженні ризику пошкоджень та захворювань працівників, забезпечуючи комфорт у роботі й максимальну продуктивність.

Збереження здоров'я та працездатності людини є ключовим фактором у підвищенні продуктивності праці. Це можливо завдяки економії живої праці, яка досягається шляхом оптимізації використання робочого часу, продовження трудової діяльності, покращення якості продукції та зменшення аварійності.

Одним із важливих аспектів виробничої дисципліни є дотримання норм та правил охорони праці. Безпека праці забезпечується через дотримання санітарних норм, інструкцій, стандартів безпеки та правил техніки безпеки. Сьогодні особливу вагу має дотримання вимог “Системи стандартів безпеки праці”, які встановлюють загальні вимоги безпеки для виробничих процесів та груп виробничих процесів.

Тому важливо систематично впроваджувати наукові методи організації праці, автоматизації, впровадження робототехніки та зменшення фізичного навантаження. В рамках даної дипломної роботи розглядається ділянка листового штампування в цеху, з особливим акцентом на безпеку умов праці.

На цій ділянці цеху розташовані наступні типи технологічного обладнання:

- однокривошипний двохстійковий ненахиляємий прес моделі КД2128 з фіксованим столом та зусиллям 630 кН;
- однокривошипний двохстійковий ненахиляємий прес моделі КД2126 з фіксованим столом та зусиллям 400 кН.

Усе зазначене вище обладнання живиться напругою 380В та 220В. У

зв'язку з чим необхідно передбачити електробезпеку. Крім того, потрібно забезпечити безпеку працюючих від інших шкідливих факторів, таких як вібрація, що виникає під час роботи пресового обладнання, та електромагнітні поля, що виникають у електроприладах. Також слід враховувати шум, який створюється роботою технологічного обладнання.

5.1. Електробезпека

Усі приміщення поділяються на три класи залежно від ступеня небезпеки ураження електричним струмом:

- Без підвищеної небезпеки.
- Підвищеної небезпеки.
- Особливо небезпечні.

Згідно з “Правилами улаштування електроустановок” (ПУЕ), дільниця лабораторії відноситься до особливо небезпечних, якщо вона має дві або більше наступних ознак:

- Вологість 75% або більше.
- Температура повітря 30°C або вище.
- Виділення струмопровідного пилу.
- Наявність струмопровідної підлоги.

Смерть від ураження електричним струмом може настати через зупинку серця, зупинку дихання та електричний шок.

Згідно з ПУЕ-2017, дільниця цеху, з точки зору безпеки від ураження електричним током, відноситься до особливо небезпечних приміщень. Можливими причинами ураження людей струмом на цій дільниці є:

- Однофазне доторкання до струмоведучих частин.
- Двофазне доторкання до струмоведучих частин.
- Доторкання до заземлених струмоведучих частин, які знаходяться під напругою.

У зв'язку з цим, на цій дільниці використовуються наступні технічні та

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			45

захисні заходи:

- Використання низької напруги 24 В, що значно знижує ризик ураження струмом в разі пошкодження ізоляції та виникнення напруги на корпусі обладнання.
- Контроль та профілактика пошкодження ізоляції за допомогою приладів з вимірювальною напругою не більше 20-30 В. Опір ізоляції повинен бути на такому рівні, щоб струм, що протікає через людину, яка доторкнулася до фази, не перевищував допустимого значення.
- Захист від доторкання до струмоведучих частин шляхом огорожі, блокування та розміщення їх на недосяжній висоті або місці.
- Занулення обладнання, яке полягає у попередньому з'єднанні струмоведучих частин (наприклад, корпусу), що можуть опинитися під напругою.

Занулення діє на принципі перетворення пробою напруги на корпусі в однофазне коротке замикання. При цьому спрацьовує захист від струму, і пошкоджена фаза відключається від електричної мережі обладнання. Час спрацювання для плавких запобіжників становить 3-5 секунд, а для автоматів - 1-2 секунди.

5.2. Пожежна безпека

Рідини та матеріали, які використовуються в технологічному процесі, характеризуються як негорючі з пожежного погляду. Згідно з класифікацією за ОНТП 24-26, категорія пожежної безпеки на виробничій ділянці оцінюється як "Д", оскільки матеріали обробляються в холодному стані. Відповідно до класифікації пожежних зон приміщення цеху належить до П-III, де відсутні горючі рідини, а температура запалювання СО не перевищує 61°C. Електрообладнання на цій ділянці цеху виконано в закритому або закритому піддуваємому варіанті. Пожежні оповіщувачі, встановлені, є комбіновані (КІ-

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			46

1). Місця для куріння позначені біло-голубим знаком, а виходи для евакуації - зелено-білим знаком. Класифікація проведена відповідно до ПУЕ-86.

5.3. Освітлення лабораторії

Правильне та добре спроектоване освітлення є необхідною умовою для забезпечення нормального виробничого процесу, збереження зору працівників, нормального функціонування їхньої центральної нервової системи та забезпечення безпеки на підприємстві.

При виборі джерела світла для загальної освітленості приміщення ділянки цеху, ми враховуємо той факт, що лабораторія (ділянка) має висоту понад 8 метрів. У такому випадку, ми надаємо перевагу використанню ДРЛ (дугових ртутних люмінесцентних) ламп. Ці лампи є ртутними високотисковими джерелами світла, які випромінюють широкий спектр світла без викривлення.

ДРЛ лампа складається з кварцової колби, яка пропускає ультрафіолетове випромінювання, і заповнена паром ртуті під тиском 0,2...0,4 МПа. Лампа також має два електрода і зовнішню скляну колбу, вкриту шаром люмінофору всередині.

5.4. Забезпечення безпеки при експлуатації підйомно-транспортних машин (ПТМ)

У межах певної ділянки цеху для забезпечення технологічного процесу використовуються кран-балка з підйомною здатністю до 5 тонн та електрокари. Відповідно до норм безпеки експлуатації підйомно-транспортних механізмів (ПТМ) встановлені певні відстані між ПТМ та будівлями та обладнанням. Для вантажопідйомних машин, які рухаються по підйомних рельсових шляхах, ці відстані повинні бути наступними:

- Відстань від виступаючих частин торців крана до колон та стін будівлі, перил прохідних галерей повинна бути не менше 60 мм.

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			47

- Відстань від нижньої габаритної точки вантажопідйомних машин до підлоги цеху повинна бути не менше 2000 мм.
- Відстань від виступаючих частин кабіни керування до стіни, обладнання трубопроводів, виступаючих частин будівлі, колон, даху підсобних приміщень повинна бути 400 мм.
- Відстань від консолі підвісу до площадок, на яких можуть перебувати люди, повинна бути не менше 2000 мм.

Загроза при експлуатації кран-балки включає такі фактори:

- Можливість наїзду крана або вантажу на об'єкти обладнання.
- Випадкове падіння вантажу.
- Травмування персоналу незахищеними частинами механізмів.
- Ризик враження електричним струмом.

У прикладі розглянуто ПТМ з середнім навантаженням (5 тонн), тому запас міцності канатів визначено коефіцієнтом $k = 5$. Норма відкидання сталевих канатів визначається кількістю розривів жил каната на довжині одного кроку завивки, при яких канат вважається відкинутим, і ця норма становить 12. Завивка виконується у вигляді креста.

Кран та інші вантажопідйомні машини піддаються наступним випробуванням згідно з нормами та строками:

- Статичні випробування проводяться, підвішуючи вантаж з вагою 1,25-кратною до робочої навантаженості (РН) в нерухомому стані на висоті 200 мм над рівнем підлоги. Випробування триває 10 хвилин, під час якого висота підвішування ваги не повинна змінюватися, що свідчить про нормальний стан металоконструкції крана та працездатність гальм. Це випробування проводиться один раз на рік.
- Динамічні випробування проводяться шляхом підвішування вантажу з вагою 1,1-кратною до робочої навантаженості (РН) та включення основних робочих механізмів крана. Результати

динамічних вимірювань порівнюються з допустимими значеннями. Ці випробування проводяться один раз у три роки. Режим роботи каната вважається середнім.

Для забезпечення безпеки під час експлуатації крана застосовуються запобіжні пристрої. До таких пристроїв належать обмеження вантажопідйомності машин з електроприводом (реле струму), опорні золотники для гідро- та пневмоприводу, запобіжні клапани, запобіжники руху тележки вздовж кранового моста, запобіжники руху кранового моста – всі ці пристрої обладнані кінцевими перемикачами. Обмеження вантажопідйомності для мостових кранів настраюється на 15% вище номінальної вантажопідйомності.

Крім того, кран має механізм гальмування вантажопідйомного лебідки, звуковий сигнал для попередження людей про рух крана та блокування вимкнення електрообладнання при несподіваному відключенні освітлення.

5.5. Забезпечення безпеки на пресовому обладнанні

На виробничій ділянці цеху велике значення мають механічні преси, які є основним обладнанням. Для забезпечення безпеки праці на цих пресах необхідна правильна конструкція пресів, штампової оснастки та пристроїв автоматизації. Важливо зазначити, що кожен прес, на якому виконується робота одними ходами, має схему дворучного включення.

Керування пневмомуфтою зчеплення забезпечується за допомогою електромагніту Е та контактів, які активують реле РП. Котушка живлення вмикається в електричну мережу лише після натискання двох пускових кнопок. Вторинне включення пресу можливе лише після відпускання кнопок та їх повторного натискання. Ці схеми встановлюються на пресах типу: КД2126, КД2128.

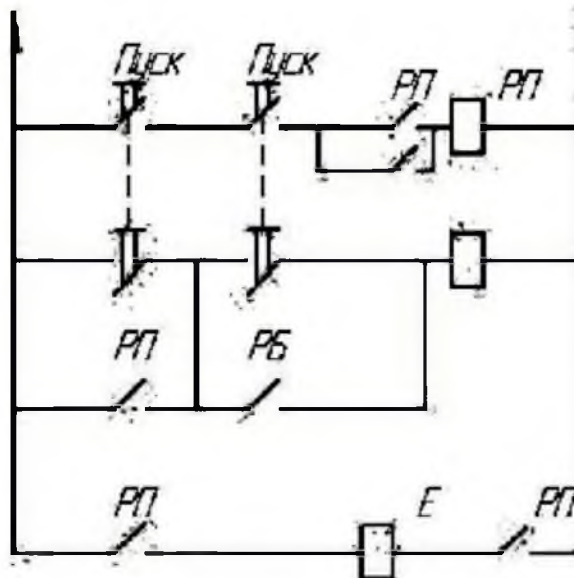


Рисунок 5.1 Електросхема дворукого включення преса

Для всіх механічних пресів на ділянці цеху, згідно з вимогами ГОСТ 12.2.017-83 “ССБТ. Обладнання кувалдно-пресове. Загальні вимоги безпеки”, виконуються такі вимоги безпеки:

- При відпусканні однієї з кнопок обладнання зупиняється або повертається у попереднє положення. Відстань між кнопками управління складає 300-600 мм.
- Кожний наступний запуск виконується після відпускання кнопок та їх наступного натискання.
- Під час роботи на пресі-автоматі використовується система блокування доступу до робочої зони штампу.
- Зусилля на органах управління не перевищують 40 Н.
- Всі органи управління мають пояснювальні написи та сигнальне фарбування (червона кнопка вимкнення).
- Педалі відключення закриті з трьох сторін козирками і вимагають зусиль не менше 25 Н.
- На всіх пресах встановлений нульовий захист.

Згідно з вимогами ГОСТ 12.3.026-81 “ССБТ. Роботи кузнечно-пресові. Вимоги безпеки”, пред'являються такі вимоги до технологічного процесу:

					ДП.МД9203.05.000.00 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			50

Забороняється використовувати методи штампування, які не вказані в технології виготовлення даного виробу (наприклад, робота без пінцету, оброблення одночасно декількох полісів).

Забороняється використання технологічних змашень, які не зазначені в технології.

Штампи повинні мати справну індивідуальну загорожу. Величина зазору між верхньою плитою штампу та загорожею не повинна перевищувати 8 мм у верхньому положенні повзуна.

Забороняється змінювати конструкцію обладнання без відповідного дозволу.

5.6. Загальні вимоги з техніки безпеки до штамів для листового штампування

Вимоги до безпеки конструкції штамів визначаються залежно від пресового обладнання, наявності захисних пристроїв, умов праці, виду виробництва, габаритних розмірів, матеріалів заготовок та призначення штампу.

У маркуванні штампу вказується, якими пристроями або методами треба користуватися для забезпечення безпеки. Наприклад: “Працювати з пінцетом при дворукому включенні” згідно з ГОСТ 12.2.109-89. Для основних елементів конструкції штамів діють наступні вимоги:

- Фіксуючі деталі штамів повинні бути міцно закріплені для надійної установки штучних заготовок та видалення деталей. Трафарети мають мати прийомну фаску, а фіксатори - прийомний контур.
- У штампах має бути співпадання отворів для видалення деталей та відходів зі штамів з отворів у підштамповій плиті (столі) преса. Якщо ця умова не виконується, то конструкція штампу повинна дозволяти видалення деталей та відходів через пази або нахилений

лоток.

- У штампах з направляючими колонками слід уникати зісковзування направляючих втулок та колонок при верхньому положенні повзуна.
- Пружини в штампах повинні бути розміщені, закріплені та зафіксовані таким чином, щоб у разі поломки пружини не було небезпеки для оператора.
- В області ручних операцій слід забезпечувати безпечні зазори між рухомими та нерухомими частинами штампу.
- Розміри безпечних зазорів мають бути наступними:
- не більше 8 мм при верхньому робочому положенні повзуна;
- не менше 25 мм при нижньому робочому положенні повзуна. Коли повзун преса має хід 45 мм, зазор безпеки в штампі повинен бути збільшений таким чином, щоб кисть руки не могла бути травмована при нижньому положенні повзуна.

Захисні пристрої, наскільки це можливо, не повинні:

- Ускладнювати укладку заготовок та видалення штампованих деталей.
- Створювати додаткове фізичне навантаження на оператора.

Штампи для холодного об'ємного штампування, які обслуговує оператор, розподіляються на три ступені безпеки згідно з таблицею 4.1. Залежно від ступеня безпеки, штампи мають позначення умовного знаку ступеня безпеки та, при необхідності, спеціальний сигнальний жовтий колір.

Таблиця 5.1 Характеристика ступенів безпеки

Ступінь безпеки	Умовні позначення	Характеристики
1	О	Зона ручних робіт повністю захищена, а зазори безпеки належним чином забезпечені.
2	ОО	Зона ручних робіт не повністю захищена або зазори безпеки не повністю забезпечені.
3	ООО	Зона ручних робіт не захищена або зазори безпеки не забезпечені.

Система безпеки виражається у використанні умовного знаку на нижній плиті штампу. Цей знак має чорний колір на жовтому фоні. Компоненти штампу, що вимагають особливої уваги, включають наступні елементи:

- Вбудовані автоматизовані пристрої, що можуть становити загрозу для персоналу під час роботи штампу.
- Рухомі порівняльні деталі, які виступають за розміри плит штампу.
- Виступаючі краї верхньої плити в порівнянні з нижньою плитою штампу.
- Найнебезпечніші елементи штампів.

5.7. Мікроклімат ділянки

У лабораторії листового штампування, яка в даний момент проектується, виконуються роботи з категорією по важкості-1б. Ці роботи можуть бути виконані сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою. Енерговитрати, пов'язані з цими роботами, оцінюються в діапазоні від 121 до 150 кілокалорій на грам роботи. З метою забезпечення безпеки і здоров'я працівників, доцільно

дотримуватися вимог ГОСТ 12.1.005-88 “ССТБ. Воздух рабочей зоны. Общесанитарные гигиенические требования.” щодо оптимальних і допустимих норм температури повітря, вологості та швидкості руху повітря.

Таблиця 5.2

Періоди року	Категорія роботи	Температура °С		Відносна вологість %		Швидкість руху повітря м/с	
		норм	допуст	норм	допуст	норм	допуст
Холодний	Легкі 1б	21...23	18...24	40...60	75	0,1	0,1...0,3
Теплий	Легкі 1б	22...24	22...28	40...60	75	0,2	≤ 0,2

У лабораторії планується забезпечити такі умови:

- У холодний період температура повітря буде знаходитись у діапазоні від 18 до 23 °С, а в теплий період - від 22 до 26 °С.
- Відносна вологість повітря у теплий період буде коливатись від 55% до 70%, а в холодний період - від 40% до 60%.
- Швидкість руху повітря у теплий період буде становити від 0,1 до 0,2 м/с, а в холодний період - також від 0,1 до 0,2 м/с.

Використана література

- 1) “Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка“ під редакцією Л.І. Рудмана, видання: М.: Машиностроение, 1988.
- 2) “Справочник по холодной штамповке“ автор В.П. Романовский, 6-е видання, перероблене і доповнене, видавництво: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979.
- 3) Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Технологія холодного штампування та конструювання штамів“. Укладачі: Орлюк М.В., Добровлянський С.М., Вишневський П.С., Калантир С.Ф., Київ 2009.
- 4) “Справочник по оборудованию для листовой штамповки“ автори Л.И. Рудман, А.И. Зайчук, В.Л. Марченко та інші, під редакцією Л.И. Рудмана, видавництво: К.: Техника, 1989.
- 5) РТМ 34-65.