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

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____В'ячеслав ТІТОВ
«___»_____20__р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Стійка»

Виконав: студент 4 курсу, групи МД-71
(шифр групи)

Георгієв Павло Геннадійович_____ _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник ст.викл. Вишневський Петро Сергійович_____ _____
(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 – 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
_____В'ячеслав ТІТОВ
«___»_____20__р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту

Георгієв Павло Геннадійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Стійка»

керівник проекту: ст.викл. Вишневський Петро Сергійович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «18»05 2021 р. № 1203-с

2. Термін подання студентом проекту 09.06.2021

3. Вихідні дані до проекту: Креслення деталі «Стійка»

4. Зміст пояснювальної записки: Технологічний розділ, конструкторський розділ, вибір обладнання, охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Штамп послідовної дії для вирубування та пробивання-А1, Матриця-А2, Пуансон вирубний-А3, ,Штамп для П-подібного гнуття-А1, Матриця-А2, Пуансонотримач-А3, Пуансон-А2, Штамп для відбортовки-А1, Технологічні переходи- А2.

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
1	Технологічний розділ	14.05.2021	
2	Розкрій матеріалу	20.05.2021	
3	Розрахунок технологічних зусиль	22.05.2021	
4	Конструкторський розділ	23.05.2021	
5	Конструювання інших деталей штампу	25.05.2021	
6	Штамп простої дії для гнуття	28.05.2021	
7	Штамп простої дії для гнуття	30.05.2021	
8	Оформлення записки	01.06.2021	
9	Перевірка помилок та вдосконалення креслень	07.06.2021	

Студент Павло Георгієв

Керівник Петро Вишневський

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: «Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Стійка»

Київ – 2021 року

Анотація

В бакалаврському дипломному проекті була проведена робота над деталлю «Стійка», а саме розроблення та розрахунок технологічного та конструкторського розділів, підбір обладнання для кожного штампуокремо.

Під час роботи, були використані оптимальні характеристики: розкрою смуги, кута пружиніння, та інших параметрів. За допомогою ГОСТів та технічної літератури, штампи та деталювання накреслено згідно стандартам. Спираючись на методичні вказівки були розраховані формули, згідно до яких накреслено 3 штампи з відповідним деталюванням.

Annotation

In the bachelor's diploma project work on detail was carried out "Rack", namely the development and calculation of technological and design sections, selection of equipment for each stamp separately.

During operation, the optimal characteristics were used: cutting strip, spring angle, and other parameters. With the help of GOST and technical literature, stamps and detailing are drawn according to standards. Based on the guidelines, formulas were calculated, according to which 3 stamps were drawn with the appropriate detailing.

ЗМІСТ

ВСТУП **7**
1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ **8**
1.1 Аналіз технологічності деталі. **8**
1.2. Встановлення розмірів розгортки. **11**
1.3. Розкрій матеріалу **14**
1.4. Розрахунок технологічних зусиль. **17**
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ **23**
2.1. Штамп послідовної дії для вирубування/пробивання (ДП.МД71.02.05.001 СК) **23**
2.1.1. Конструювання матриці **23**
2.1.2. Виконавчі розміри пуансонів та матриці **25**
2.1.3. Розрахунок центру тиску штампу **28**
2.1.4. Конструювання інших деталей штампу. **30**
2.1.5. Розрахунки на міцність та жорсткість. **33**
2.1.6. Конструкція та робота штампу для вирубування та пробивання **35**
2.2. Штамп простої дії для П-подібного гнуття для першого переходу (ДП.МД71.02.05.002 СК) **38**
2.2.1. Проектування робочих деталей **38**
2.2.2. Конструювання інших деталей штампу **40**
2.2.3. Розрахунок буфера. **41**
2.2.4. Конструкція та робота штампу для гнуття **42**
2.3. Штамп відбортовки (ДП.МД71.02.05.004 СК) **43**
2.3.1. Проектування робочих деталей **43**
2.3.2. Виконавчі розміри матриці та пуансона для відбортовки **44**
2.3.3. Конструювання інших деталей штампу. **44**
2.3.4. Проектування пакету **45**
2.3.5 Штамповий блок. **45**
2.3.6 Конструкція штампу **45**
2.3.7 Робота штампу **45**

					ДП.МД71.02.05.000 ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Георгієв П.Г.			Літ. / Арк. 5 / Аркушів 53
Перевір.		Вишневський			
Реценз.					ММІ, к. ТВЛА КПІ ім. Ігоря Сікорського
Н. Контр.					
Затверд.					

2.3.8 Матеріали для деталей штампів 47
3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ 49
3.1. Вибір обладнання для штампу вирубування/пробивання..... 49
3.2. Вибір обладнання для штампу для гнуття..... 49
3.3 Вибір обладнання для штампа операції відбортовка. 50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ..... 52
Список літератури..... 57
Специфікації..... 58
Додаток А *«Штамп послідовної дії для пробивання і вирубування»*..... 58
Додаток Б *Специфікація «Штамп простої дії для гнуття»* 60
Додаток В *Специфікація «Штамп для відбортовки »*..... 62

ВСТУП

Холодне листове штампування є одним з найбільш прогресивних технологічних методів виробництва. Воно має переваги перед іншими видами обробки металу, як у технологічному, так і в економічному плані.

У технічному відношенні листове штампування дозволяє:

1. Одержувати деталі дуже складної форми, виготовлення яких іншими методами обробки або ускладнено, або неможливо.

2. Створювати тверді і міцні, але легкі по масі конструкції деталей при невеликій витраті металу.

3. Одержувати взаємозамінні деталі з досить високою точністю розмірів, переважно без наступної механічної обробки.

В економічному відношенні листове штампування має наступні переваги:

1. Економне використання матеріалів і порівняно невеликі витрати.

2. Велика продуктивність устаткування з застосуванням автоматизації і механізації виробничих процесів.

3. Масовий випуск і низька вартість деталей, що виготовляються.

Основним прогресивним технологічним фактором розвитку холодного штампування є прагнення одержати штампуванням цілком закінчену деталь, що не вимагає додаткової обробки різанням.

Метою виконання даного курсового проекту є одержання студентом максимальних знань і умінь самостійно користуватися науково-технічною літературою і довідниками, проектувати технологічне оснащення для листового штампування: рішення безліч інженерних задач при розробці технологічного процесу в умовах, максимально наближених до виробничих.

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Для встановлення структури технологічного процесу необхідно: визначити розміри й форму вихідної заготовки; проаналізувати технологічність деталі, вибрати оптимальний тип розкрою; призначити послідовність і кількість технологічних операцій. Ескіз деталі представлений на *Рис 1.1.*

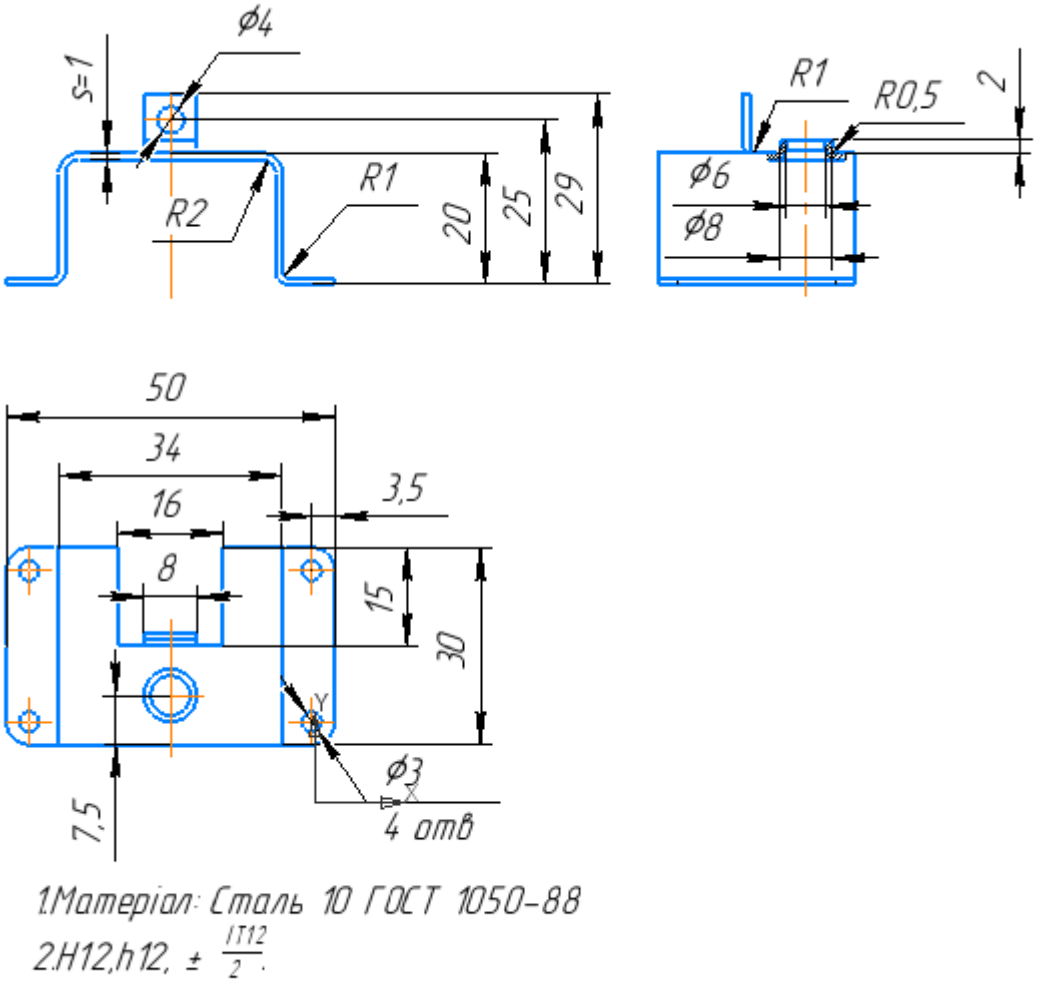


Рис. 1.1. Деталь «Стійка»

1.1 Аналіз технологічності деталі.

Для того щоб виробити деталь «Стійка» , необхідно прибігти до наступних операцій:

- операція « Вирубування/пробивання»;
- операції «П-подібне гнуття»;
- операція «Відбортовка»;

- операція «V-подібне гнуття».

1.1.1 Аналіз технологічності для операції вирубування/пробивання

Для операції вирубування/пробивання при відомому матеріалі Сталь 10 та товщині матеріалу 1 мм перевіримо виконання умов .

Знайдемо найменші розміри отворів, що пробиваються [1, ст. 281]:

$$d_{min} = 1 * S = 1*1 = 1 \text{ мм.}$$

В моєму випадку $d_{min} = 4$ мм. - умова виконується.

Для прямокутного отвору найменша сторона дорівнює b=0,7*S=0.7мм. В даному випадку b=4мм, умова виконується.

Мінімальна відстань від зовнішнього контуру до краю отвору дорівнює S (рис. 1.2):

$e_{min} = 1 * S = 1*1 = 1$ мм.

Фактична відстань для d = 4 мм: $e_{1,1} = 2$ мм, $e_{1,2} = 2$ мм.

Фактична відстань для d = 3,3 мм: $e_{2,1} = 5,85$ мм.

Фактична відстань для d = 3 мм: $e_{3,1}$, $e_{3,2}$,$e_{4,1}$, $e_{4,2}$,$e_{5,1}$, $e_{5,2}$, $e_{6,1}$, $e_{6,2} = 2$ мм

Фактичні відстані більші за мінімальну, отже умова виконується.

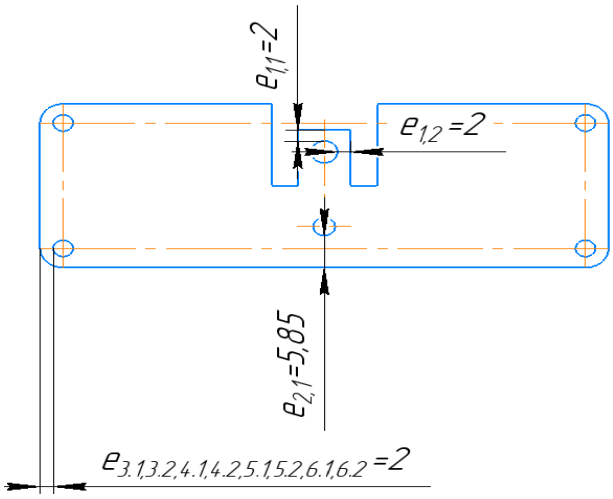


Рис. 1.2. Найменші відстані для операцій вирубування/пробивання.

Умову на мінімальні відстані між отворами перевіримо після розрахування розгортки.

Попередньо дана деталь є технологічною для даної операції.

1.1.2 Аналіз технологічності на операції гнуття

Для операції гнуття при матеріалі Сталь 10 та товщині матеріалу 1 мм перевіримо виконання умов [1, ст. 281].

Відносний мінімальний радіус гнуття до товщини $r_{min}/S < r/S$.

Для Сталі 10 відпаленому стані:

- впоперек волокон $r_{min}/S = 0$.
- вздовж волокон $r_{min}/S = 0,4$.

В даному випадку $r_{min}/S < r/S = 0,4 < 1/1 = 0,4 < 1$ – радіус технологічний.

Знайдемо мінімальну висоту гнутої полиці:

Висота повинна бути не менше $h = 3*S$.

$h = 3*1 = 3$ мм.

$h_1 = 18$ мм, $h_1 = 8$ мм (рис 1.3). Умова виконується.

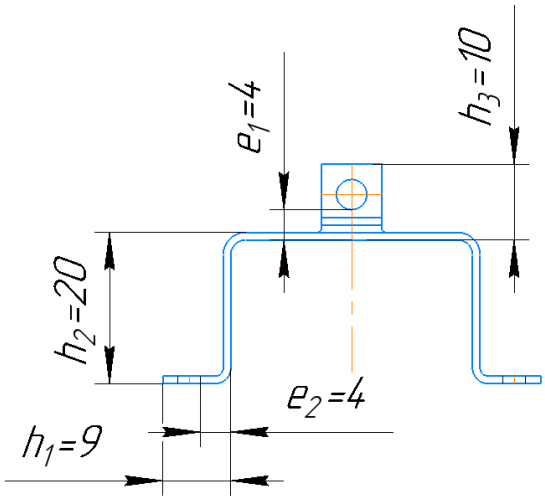


Рис. 1.3. Висоти гнутих полиць та відстані до отворів в них.

Мінімальна відстань від зовнішньої частини зігнутої деталі до отвору в полиці дорівнює [1, ст. 171] :

$$e_{min} \geq s + 1.1 \cdot r = 1 + 1.1 \cdot 1 = 2,1 \text{мм}$$

В даному випадку $e_{1,2,3} = 4$ мм.

Отже, дивлячись на те, що всі умови виконуються, робимо висновок, що деталь технологічна для операцій «П-подібне та V-подібне гнуття».

1.1.3 Аналіз технологічності відбортовки.

Для перевірки технологічності відбортовки необхідно розрахувати параметри борта.

Вихідними параметрами для розрахунку відбортовування є діаметр ($D_{вн}$) відбортованого отвору та висота борта деталі ($H_д$).

Знайдемо діаметр технічного отвору:

$$d_0 = D_{вн} + 0{,}86 * r_м - 2 * H_д - 0{,}57 * s, \qquad (1.1)$$

де

$$D_{вн} = \frac{8+6}{2} = 7мм.$$

$$d_0 = 7 + 0{,}86 * 0{,}5 - 2 * 2 - 0{,}57 * 1 = 2{,}9мм.$$

1.2. Встановлення розмірів розгортки.

Довжину розраховуємо за схемою наведеною на рис.1.4 (для операції гнуття)

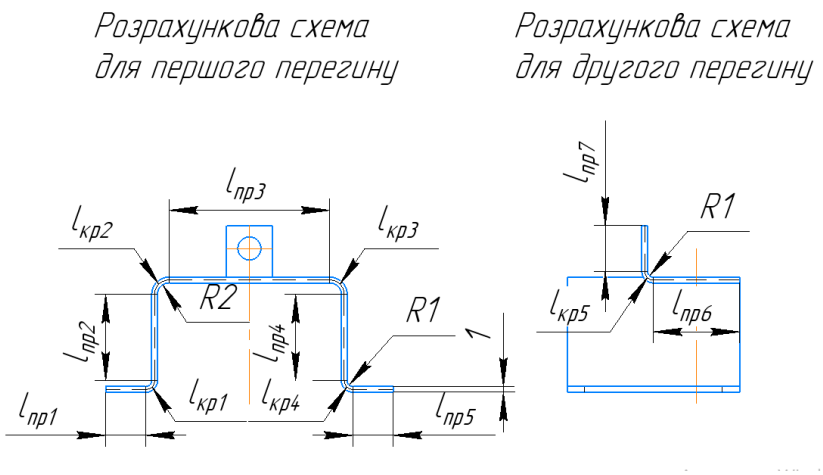


Рис. 1.4. Схема для встановлення довжини заготовки.

Знайдемо довжину заготовки [3, ст. 20, формула 4.1]:

$$L_{зг} = \sum_{i=1}^{k} l_{пр_i} + \sum_{j=1}^{n} l_{кр_i} \qquad (1.2)$$

,

де

$L_{зг}$ – довжина заготовки;

$l_{прі}$ – довжина і-тої прямолінійної ділянки;

$l_{кріі}$ – довжина і-тої криволінійної ділянки.

Спочатку знайдемо довжину L_1 :

$$L_1 = l_{пр_1} + l_{кр_1} + l_{пр_2} + l_{кр_2} + l_{пр_3} + l_{кр_3} + l_{пр_4} + l_{кр_4} + l_{пр_5}, \quad (1.3)$$

де

$$l_{пр1} = l_{пр5} = h_1 - r - S = 9 - 1 - 1 = 7мм;$$

$$l_{пр2} = l_{пр4} = H - 2 * s - r - R = 20 - 2 - 1 - 2 =$$

$$= 15 \text{ мм};$$

$$l_{пр3} = L - 2 * (R + s) = 34 - 6 = 28мм;$$

$$l_{кр_1} = \frac{\pi}{2} * (R_{вн} + x \cdot S) \quad (1.4)$$

де x – коефіцієнт зміщення нейтральної лінії [2, ст. 179 табл. 3]

Для $R_{вн}/S = 1$ $x = 0,42$

$$l_{кр_1} = l_{кр_4} = \frac{3,14}{2} * (1 + 0,42 \cdot 1) = 2,23 \text{ мм};$$

Для $R_{вн}/S = 2$ $x = 0,455$

$$l_{кр_1} = l_{кр_4} = \frac{3,14}{2} * (2 + 0,455 \cdot 1) = 3,85 \text{ мм}.$$

Отже, визначимо довжину L_1:

$$L_1 = 2*7+2*15+28+2*2,23+2*3,85= 86,2мм;$$

Далі визначимо довжину L_2:

$$L_2 = l_{пр_6} + l_{кр_5} + l_{пр_7} \quad (1.5)$$

$$l_{пр_6} = 15мм$$

$$l_{пр_7} = H' - s - r = 10 - 1 - 1 = 8мм;$$

$$l_{кр_5} = l_{кр_1} = 2.23мм.$$

$$L_2 = 15+2,23+8=25,2 \text{ мм}.$$

На рис 1.5 зображено креслення заготовки:

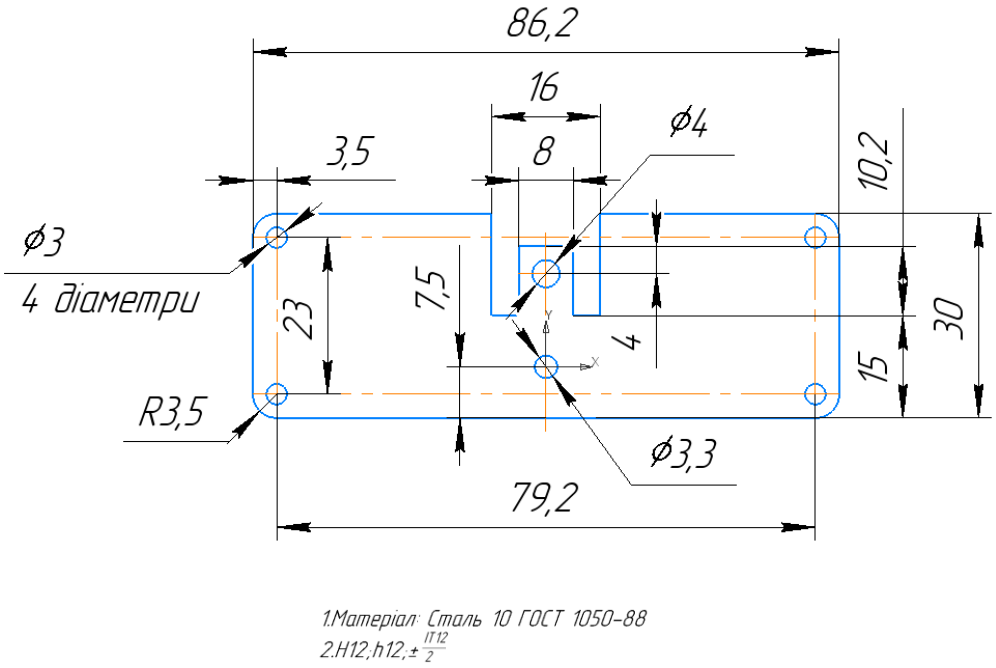


Рис. 1.5. Креслення заготовки(розгортки).

Перевіримо останню умову технологічності вирубування/пробивання:

При одночасному вирубуванні найменша відстань між отворами дорівнює:

b = (2…3)*S = 3*1 = 4,8 мм.

В даному випадку b = 10 мм (рис 1.6). Умова виконується.

Отже, деталь є технологічною для операції вирубування/пробивання.

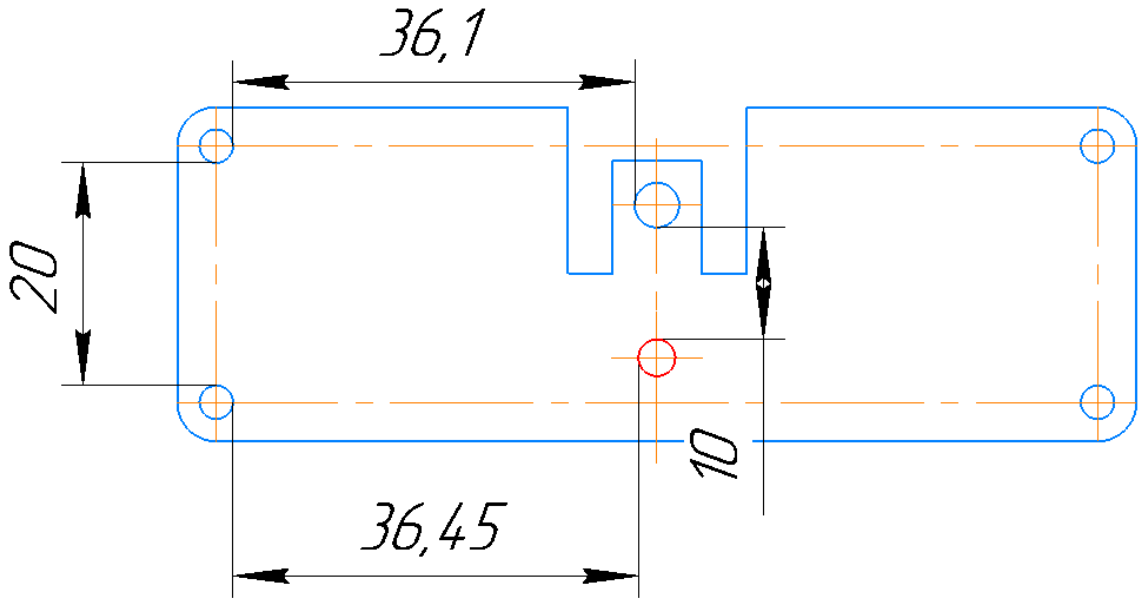


Рис. 1.6. Відстані між отворами при їх одночасному пробиванні.

1.3. Розкрій матеріалу

Тип розкрою – «прямий» без повороту полоси, з відходом

Величину перемичок обираємо за [2, ст.7, табл.1] (за товщиною матеріалу та найбільшим розміром):

При s=1мм; A=86,2мм

a = 1,6 мм

b = 1,2 мм.

Крок розташування деталей у стрічці:

$$T = B+b+c, \qquad (1.6)$$

де B – ширина деталі; b - перемичка; c – проміжок, що запобігає утворенню задирів.

Зобразимо розкрій на рис. 1.7

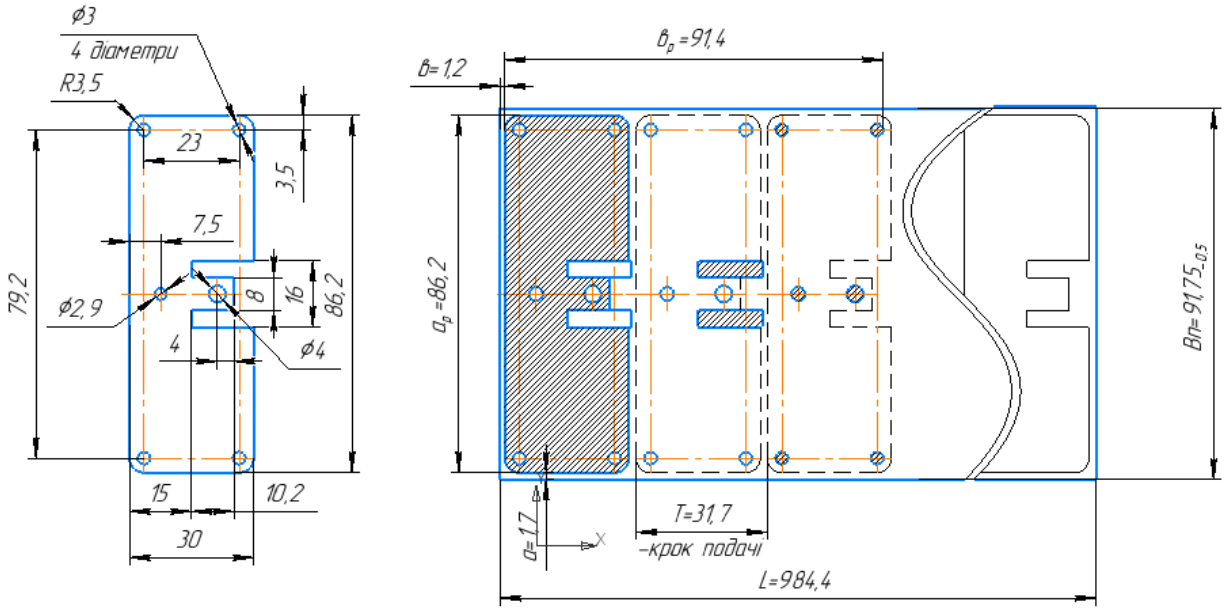


Рис. 1.7. Схема розкрою.

Знайдемо крок подачі:

T = 30+1,2+0,5=31,7 мм.

Розрахуємо ширину смуги (без бокового притискача) [2, ст.14, формула 4]:

$$B_n = [A + 2(a + \delta) + z_н + \delta']_{-\delta}, \qquad (1.7)$$

де

- A = 86,2 мм – довжина деталі;
- $z_н$ = 1 мм– зазор між направляючими планками та полосою [2, ст. 15, табл. 7];
- δ'= 0,35 мм– допуск на відстань між направляючими планками [2, ст. 15, табл. 7];
- δ = 0.5 мм– допуск на ширину полоси [2, ст. 13, табл. 5].

$$B_n = [86{,}2 + 2(1{,}7 + 0{,}5) + 1 + 0{,}35]_{-0{,}5} = 91{,}75_{-0{,}5} \text{ мм.}$$

Знайдемо коефіцієнт розкрою [3, ст.26, формула 4.10]:

$$K_p = \frac{f_{зг} n_p}{B \cdot T_p} \cdot 100\%, \qquad (1.8)$$

де

- $f_{зг}$ = 2417,1 мм (див. рис. 1.8)- площа поверхні заготовки;
- n_p = 1- кількість рядів розкрою;
- B = 91,75 мм - ширина смуги;
- T_p= 31,2 мм - крок вирубки (розкрою).

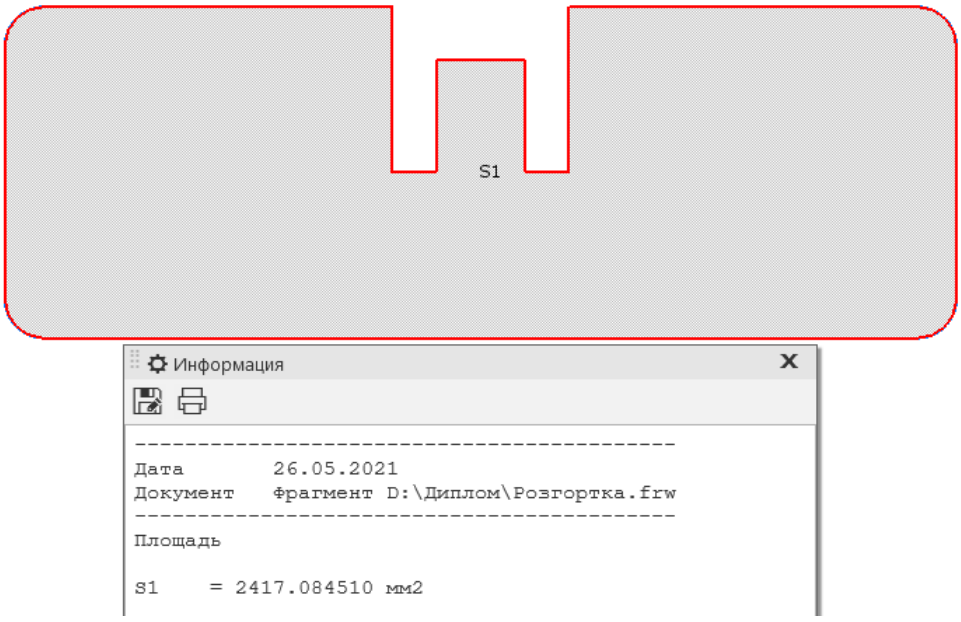


Рис. 1.8. Площа поверхні заготовки без отворів.

$$K_p = \frac{2417{,}1 * 1}{91{,}75 * 31{,}2} \cdot 100\% = 84\%.$$

Знайдемо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м} = \frac{F_{дет} * m}{B_л * L_л} \times 100\% = \frac{2367{,}7 * 651}{2000 * 1000} \times 100\% = 77\%, \qquad (1.9)$$

де

- $F_{дет}$ – площа поверхні заготовки з отворами (рис.1.9);
- m – кількість деталей в листі;
- $B_л$ – ширина листа;
- $L_л$ – довжина листа

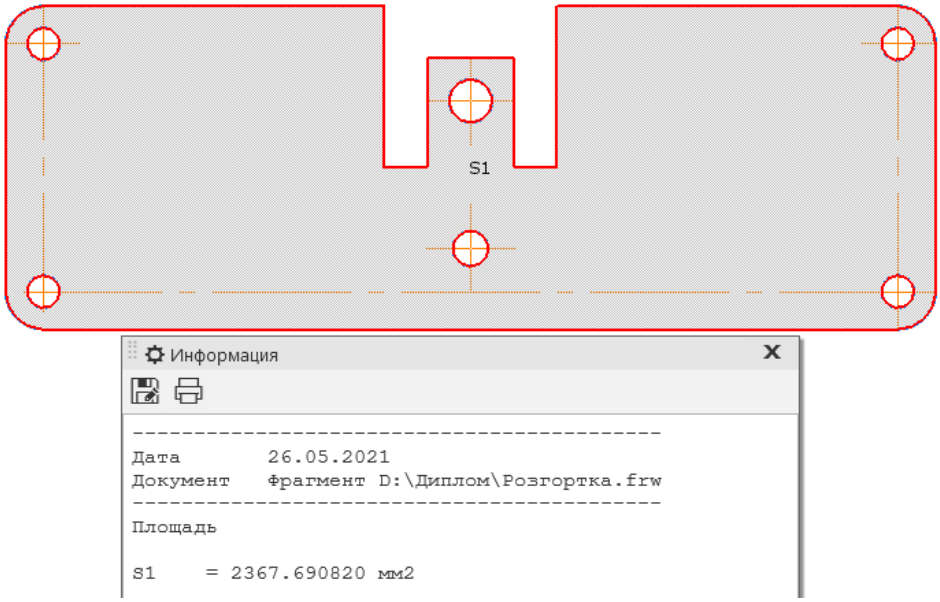


Рис.1.9 Площа заготовки з отворами

По стандарту приймаємо:

$B_л = 1000мм, L_л = 2000мм.$

$$m = N_{смуг} * N_{дет.в\ смузі} = 10 * 63 = 630 \quad (1.10)$$

$$N_{смуг} = \frac{B_л}{B} = \frac{1000}{91,75} = 10,9 \quad (1.11)$$

Повних 10 смуг.

$$N_{дет.в\ смузі} = \frac{L-(b+c)}{T} = \frac{2000-1.7}{31.7} = 63.03 \quad (1.12)$$

Повних 63 деталей.

Поперек листа:

$$m = N_{смуг} * N_{дет.в\ смузі} = 21 * 31 = 651 \quad (1.12)$$

$$N_{смуг} = \frac{2000}{91.75} = 21.75$$

Повних 21.

$$N_{\text{дет.в смузі}} = \frac{L-(b+c)}{T} = \frac{1000-1.7}{31.7} = 31.49$$

Повних 31.

Так як кількість деталей більше в поперечному розташуванні, обираємо дане розташування листа.

1.4. Розрахунок технологічних зусиль.

1.4.1 Зусилля різання листа.

Зусилля різання визначається за формулою[1, ст.10, табл. 2]:

$$P = \frac{S^2 \cdot \sigma_{зр}}{2 \cdot tg\varphi} \quad (1.13)$$

де S = 1 мм – товщина листа;

φ = 5° – кут нахилу ножа;

$\sigma_{зр}$ = 270 МПа – опір зрізу для сталі 10.

$$P = \frac{S^2 \cdot \sigma_{зр}}{2 \cdot tg\varphi} = \frac{1^2 \cdot 270}{2 \cdot 0{,}087} = 1{,}55\text{кН}$$

Враховуючи коефіцієнт запасу, зусилля збільшуємо на 30% [1, ст. 11]:

$$P_{заг} = 1{,}3 \cdot P = 1{,}3 \cdot 1{,}55 \approx 2\ \text{кН}$$

1.4.2. Зусилля вирубування/пробивання

Знайдемо зусилля вирубування/пробивання [1, ст.16]

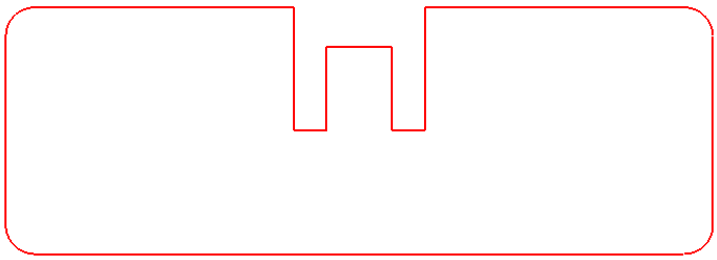
$$P = L \cdot s \cdot \sigma_{зр}, \quad (1.14)$$

де

- L – (мм) периметр контуру;
- s = 1 мм – товщина матеріалу;
- $\sigma_{зр} = 270$МПа- опір зрізу для Сталь 10.

$$P_{вируб} = L \cdot s \cdot \sigma_{зр} = 276{,}8 * 1 * 270 = 74{,}7\text{кН},$$

де L = 276,8 мм – периметр контуру (див рис. 1.10)



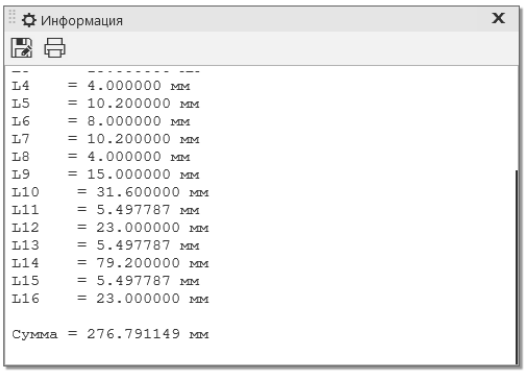


Рис. 1.10. Периметр контуру.

Визначимо зусилля пробивання (для отвору діаметром 4):

$$P_{пр1} = \sigma_{зр} * \pi * d * s = 333 * 3.14 * 4 * 1 = 4{,}2 \text{ кН}, \qquad (1.15)$$

де $\sigma_{зр}$ приймаємо в залежності від $\frac{s}{d} = \frac{1}{4} = 0.25$.

По кривій приймаємо k=1 [1, стр. 17, рис. 9].

$\sigma_в$ для сталі 10: $\sigma_в = 333$ МПа. [1, стр.507, табл. 220].

Отже:

$$\sigma_{зр} = k * \sigma_в = 1 * 333 = 333 \text{ МПа}. \qquad (1.16)$$

Визначаємо зусилля пробивання (для отворів діаметром 3) :

$$P_{пр2,3,4,5} = 266{,}4 * 3.14 * 3 * 1 = 2{,}5 \text{ кН},$$

де $\sigma_{зр}$ приймаємо в залежності від $\frac{s}{d} = \frac{1}{6} = 0.16$.

По кривій приймаємо k=0,8 [1, стр. 17, рис. 9]

$\sigma_в$ для Сталь 10: $\sigma_в = 333$ МПа. [1, стр.507, табл. 220]

Отже:

$$\sigma_{зр} = k * \sigma_в = 0{,}8 * 333 = 266{,}4 \text{ МПа}.$$

Визначаємо зусилля пробивання (для отвору діаметром 2,9) :

$$P_{пр6} = 266 * 3.14 * 2{,}9 * 1 = 2{,}4 \text{ кН},$$

де $\sigma_{зр}$ приймаємо в залежності від $\frac{s}{d} = \frac{1}{6} = 0.16$.

По кривій приймаємо k=0,8 [1, стр. 17, рис. 9]

$\sigma_в$ для Сталь 10: $\sigma_в = 333$ МПа. [1, стр.507, табл. 220]

Отже:

$$\sigma_{зр} = k * \sigma_в = 0{,}8 * 333 = 266 \text{ МПа}.$$

Загальне зусилля:

$$P_{заг} = P_{пр} + P_{вир} = 74.7 + 4.2 + 4 * 2.5 + 2.4 = 91.3 \text{ кН}. \quad (1.17)$$

Необхідне зусилля пресу з урахуванням коефіцієнту запасу[2, стр. 58, формула 4]:

$$P=1.25P_{заг} = 1.25*91,3 = 114,125 \text{ кН} \quad (1.18)$$

Вибираємо попередньо прес КД2122 з номінальним зусиллям 160 кН [4, табл..2].

1.4.3.1 Зусилля гнуття (П-подібне) для першого згину.

Ескіз заготовки після першого згину приведено на рис.1.11.

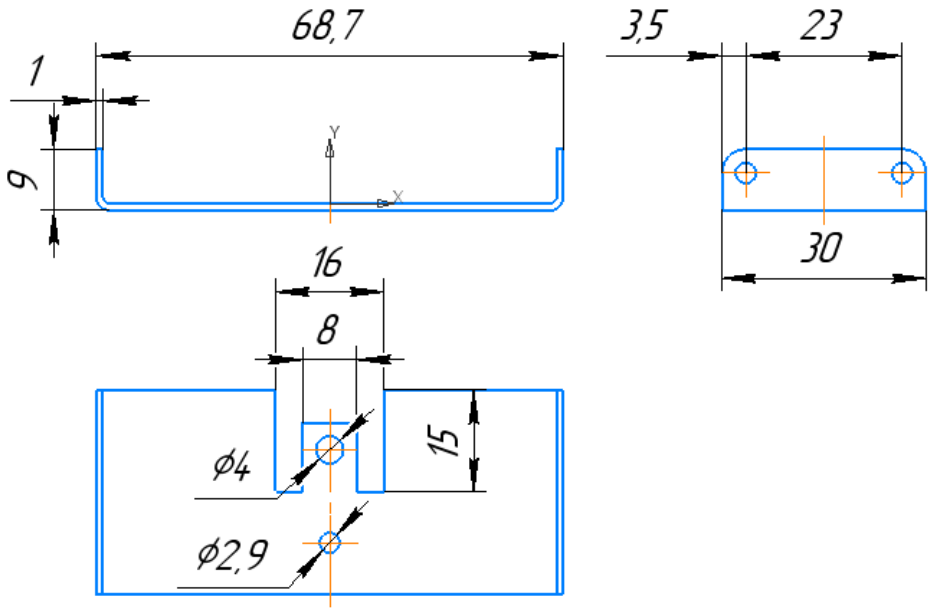


Рис. 1.11. Ескіз заготовки після першого згину.

В даному випадку зусилля гнуття розраховую, як для двокутового гнуття з прижимом без калібрування [1, ст.72, табл.23]:

$$P_{гнуття} = 2,5 * B * S * \sigma_B * Ks, \quad (1.19)$$

де

- B = 30 мм – довжина лінії гнуття;
- S = 1 – товщина матеріалу;
- σ_B = 333 МПа для сталі 10 – межа міцності;
- Ks – коеф., який знаходится від $\frac{r}{S}$ [1, ст.72, табл.23].

$$P_{\text{гнуття}} = 2{,}5 * 30 * 1 * 333 * 0{,}21 = 4{,}6\ \text{кН}$$

Зусилля пресу з урахуванням коефіцієнту запасу:

$$P_{\text{гнуття}} = 1{,}3 * 3{,}8 = 5{,}8\text{кН};$$

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{гнуття}} - 2 * B * S * \sigma_B * Ks;$$

$$P_{\text{пр}} = 4{,}5 - 3{,}6 = 0{,}9\ \text{кН}.$$

Орієнтовно (попередньо) вибираємо кривошипний прес КД2122, зусиллям 160 кН.

1.4.3.2 Зусилля гнуття (П-подібне) для другого згину.

Ескіз заготовки після другого згину приведено на рис.1.12.

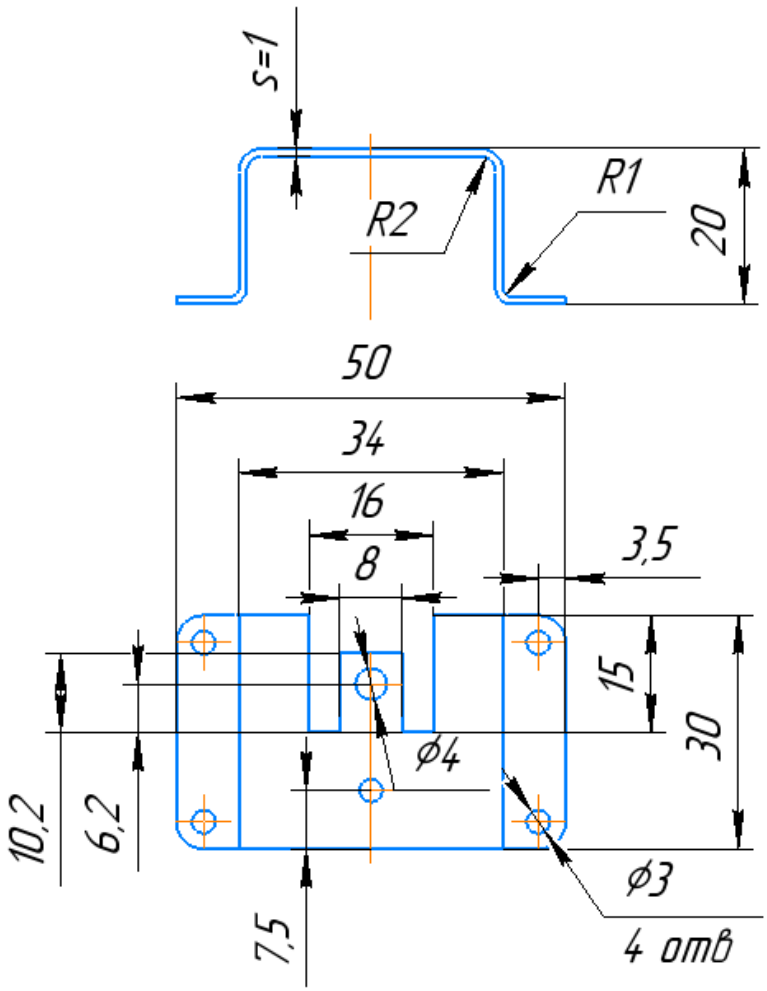


Рис. 1.12. Ескіз заготовки після другого згину.

Знаходимо аналогічно з (п.1.4.3.1)

$$P_{\text{гнуття}} = 2{,}5 * 30 * 1 * 333 * 0{,}14 = 3{,}5\ \text{кН}$$

Зусилля пресу:

$$P_{гнуття} = 1{,}3 * 2{,}4 = 4{,}55кН$$

Орієнтовно (попередньо) вибираємо кривошипний прес КД2122, зусиллям 160 кН

1.4.3.3. Зусилля відбортовки.

Зусилля для технологічної операції відбортовки визначається за формулою [2, ст. 322]:

$$P_{отб} = 1{,}1 * \pi * s * \sigma_в * (D_0 - d_0) \qquad (1.20)$$

- $\sigma_в$-межа міцності для Сталь 10 = 420 МПа;
- $D_0 = D_{вн} + s$ – (мм) радіус заокруглення робочого ребра матриці;
- s – товщина матеріалу = 1 мм;
- d_0 – номінальний діаметр пробитого отвору для відбортовки.

$$P_{отб} = 1{,}1 * 3{,}14 * 1 * 420 * (7 - 3{,}3) = 5{,}4 \text{ Кн}$$

Зусилля притиску визначається як 0,6 від зусилля прижиму при витяжці для аналогічних умов [2, ст. 248]:

$$P_{пр} = 0{,}6 * q * F \qquad (1.21)$$

- q- питоме зусилля притиску =2,5 Н/мм^2 [2, ст. 322,табл 12];
- F-площа частини заготовки ,зажатої між матрицею та прижимом

$$F=\frac{\pi D_0^2}{4} - \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{\pi(D_0^2 - d_0^2)}{4} \qquad (1.22)$$

- $d_0 = D_{вн} + 2 * s + r$ =9 мм;
- $D_0 = \frac{d_0}{K_{выт}} = \frac{9}{0{,}55} = 16.4$ мм.

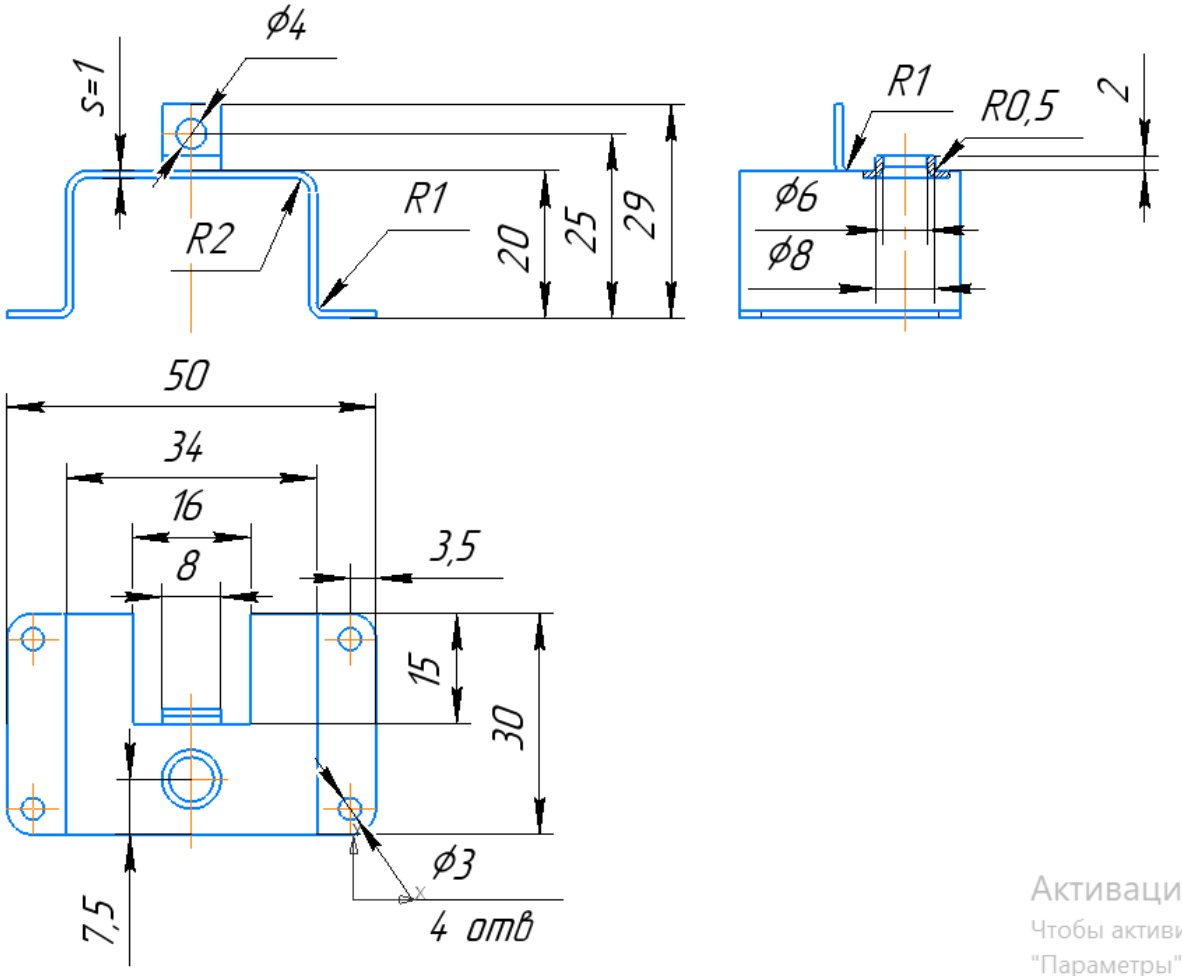
$$F=\frac{3.14*(16.4^2 - 9^2)}{4} = 147.55 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$P_{пр} = 0{,}6 * 2{,}5 * 147{,}55 = 0{,}22 \text{ кН}.$$
$$P_{заг} = P_{отб} + P_{пр} = 5{,}4 + 0{,}22 = 5{,}6кН.$$

1.4.3.4 Зусилля V-подібного гнуття

Ескіз деталі після V-подібного гнуття приведено на (рис.1.13)



Активаци
Чтобы активи
"Параметры"

Рис. 1.13. Ескіз деталі після V-подібного гнуття.

Зусилля V-подібного гнуття з прижимом, без калібрування [1, ст.72]:

$$P_{гнуття} = 1{,}25 * B * S * \sigma_B * Ks, \qquad (1.23)$$

де

- B = 8 мм – довжина лінії гнуття;
- S = 1 – товщина матеріалу;
- σ_B = 333 МПа для сталі 10 – межа міцності;
- Ks – коеф., який знаходится від $\frac{r}{S}$ [1, ст.72, табл.23].

$$P_{гнуття} = 1{,}25 * 8 * 1 * 333 * 0{,}21 = 0{,}7кН$$

Зусилля пресу:

$$P_{гнуття} = 1{,}3 * 0{,}7 = 0{,}9кН.$$

Орієнтовно (попередньо) вибираємо кривошипний прес КД2122, зусиллям 160 кН

2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Штамп послідовної дії для вирубування/пробивання (ДП.МД71.02.05.001 СК)

2.1.1. Конструювання матриці

Розміри робочої зони зображені на (рис. 2.1).

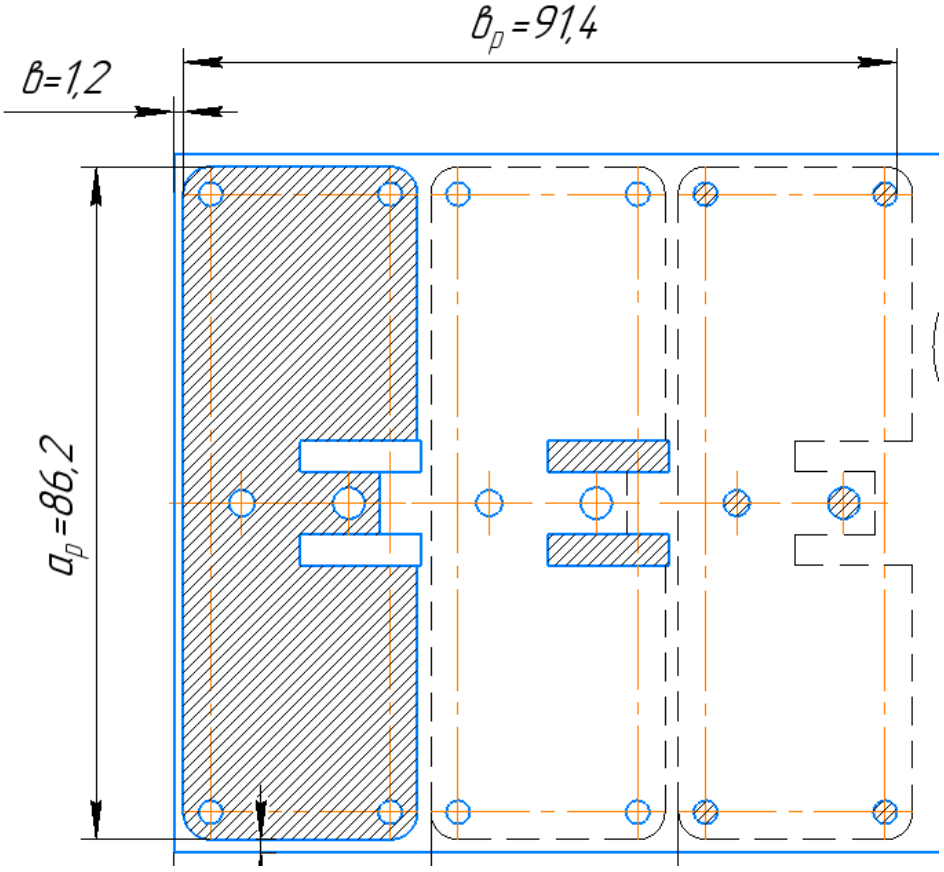


Рис. 2.1. Розміри робочої зони

Визначимо товщину матриці [2, ст.76, формула 24]:

$$H_M = s + K_M \cdot \sqrt{a_p + b_p} + 7, \quad (2.1)$$

де

- $K_M = 1$, для сталі 10 – коефіцієнт, що залежить від матеріалу, що штампується [2, ст.76];
- $s = 1$ мм – товщина матеріалу;
- $a_p = 86,2$ мм $b_p = 91,4$ мм

$$H_M = 1 + 1 * \sqrt{86,2 + 91,4} + 7 = 21,3 \text{ мм}$$

Перевіримо достатність товщини матриці [2, ст. 79, формула 25]:

$$H_М = \sqrt[3]{100 \cdot P}, \quad (2.2)$$

де

P =91,3 кН - зусилля вирубування/пробивання.

$$H_М = \sqrt[3]{100 \cdot 91{,}3} = 20{,}9 \text{ мм}$$

Округлюємо більше число до найближчого більшого із ряду рекомендованих чисел [2, ст.79]

$$H_М = 25 \text{ мм}.$$

Інші розміри визначаємо, користуючись схемою на рис. 9 [2, стр.78]

Матеріал У10А.

Розрахуємо мінімально можливі відстані за формулами для даного матеріалу[2, ст.78, табл.20]:

$$e_б = 2 \cdot H_М \quad (2.3)$$

$$e_б = 2 \cdot 25 = 50\text{мм}$$

Від краю робочої зони відкладаємо по 50 мм і отримаємо довжину матриці:

$$A_м = a_р + 4 * H_м . \quad (2.4)$$

$$A_м = 86{,}2 + 100 = 186{,}2 \text{ мм}$$

Приймаємо $A_м = 190$мм;

$$B_м = b_р + 4 * H_м \quad (2.5)$$

$$B_м = 91{,}4 + 4 * 25 = 191{,}4 \text{ мм}$$

Приймаємо $B_м$ =195мм.

Габаритні розміри матриці: 190 х 195.

Діаметри гвинтів і штифтів для кріплення матриці беремо з [2, ст.77, табл. 22].

Обираємо гвинти М10 та штіфти 10 по зусиллю та найбільшій відстані .

Найменші відстані від краю матриці до центрів отворів [2, ст.77, табл. 19]:

$e_1 = 15$мм, $e_2 = 20$мм (кількість гвинтів в ряду 3).

2.1.2. Виконавчі розміри пуансонів та матриці

Допуск на виготовлення деталі по 12-му квалітету. Спосіб виготовлення – роздільний .

Обираємо оптимальний двосторонній зазор для товщини матеріалу s=1мм: $z_{опт} = 0{,}05;\ \Delta z = +0{,}02$ [2, ст.67, табл. 13].

Розмір $25{,}2h12(_{-0{,}21})$ – операція вирубування.

$\Pi_{зн} = 0{,}17 -$ припуск на зношення [2, ст.65, табл. 13].

Граничні відхилення [2, ст.71, табл. 15]:

$$\delta_м = +0{,}013; \delta_п = -0{,}009.$$

Знайдемо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$L_м = (L_н - \Pi_{зн})^{+\delta_м} \quad (2.6)$$

$$L_п = (L_н - \Pi_{зн} - z)_{-\delta_п} \quad (2.7)$$

де,

- $L_н$ – номінальний розмір
- $\Pi_{зн}$ - припуск на зношення
- z - оптимальний двосторонній зазор
- $\delta_м$ - граничне відхилення матриці
- $\delta_п$ - граничне відхилення пуансону

$$L_м = (25.2 - 0{,}17)^{+0.013} = 25.03^{+0{,}013};$$

$$L_п = (25.2 - 0{,}17 - 0{,}05)_{-0{,}009} = 24{,}98_{-0{,}009}$$

$R3{,}5h12(_{-0{,}08})$ – операція вирубування.

$$\Pi_{зн} = 0{,}13; \delta_м = +0{,}015; \delta_п = -0{,}006.$$

Знайдемо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$L_м = (3{,}5 - 0{,}13)^{+0{,}015} = 3{,}37^{+0{,}015};$$

$$L_п = (3{,}5 - 0{,}13 - 0{,}05)_{-0{,}006} = 3{,}32_{-0{,}006}$$

Розмір $86{,}2h12(_{-0{,}35})$ – операція вирубування.

$$\Pi_{зн} = 0{,}27; \delta_м = +0{,}01; \delta_п = -0{,}008.$$

Знайдемо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$L_м = (86{,}2 - 0{,}27)^{+0{,}01} = 85{,}93^{+0{,}01};$$

$$L_п = (86.2 - 0{,}27 - 0{,}05)_{-0{,}008} = 85.88_{-0{,}008}$$

Розмір $10h12(_{-0{,}15})$ – операція вирубування.

$$П_{зн} = 0{,}13; \delta_м = +0{,}015; \delta_п = -0{,}006.$$

Знайдемо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$L_м = (10 - 0{,}13)^{+0{,}015} = 9{,}87^{+0{,}015};$$

$$L_п = (10 - 0{,}13 - 0{,}05)_{-0{,}006} = 9{,}82_{-0{,}006}$$

Розмір $30h12(_{-0{,}25})$ – операція вирубування.

$$П_{зн} = 0{,}17; \delta_м = +0{,}013; \delta_п = -0{,}009.$$

Знайдемо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$L_м = (30 - 0{,}17)^{+0{,}013} = 29{,}83^{+0{,}013};$$

$$L_п = (30 - 0{,}17 - 0{,}05)_{-0{,}009} = 29{,}78_{-0{,}009}$$

Розмір $25{,}2h12(_{-0{,}21})$ – операція вирубування.

$$П_{зн} = 0{,}17; \delta_м = +0{,}013; \delta_п = -0{,}009.$$

Знайдемо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$L_м = (25{,}2 - 0{,}17)^{+0{,}013} = 25{,}03^{+0{,}013};$$

$$L_п = (25{,}2 - 0{,}17 - 0{,}05)_{-0{,}009} = 24{,}98_{-0{,}009}$$

Розмір $\emptyset 4H12(^{+0.12})$ – отримується пробиванням.

$П_{зн} = 0{,}10$- припуск на зношення [2, ст.65, табл. 13].

Граничні відхилення [2, ст.71, табл. 15]:

$\delta_м = +0{,}012; \delta_п = -0{,}008.$

Знаходимо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$D_п = (D_н + П_{зн})_{-\delta_п}, \qquad (2.11)$$

$$D_м = (D_н + П_{зн} + z)^{+\delta_м},$$

де

- $D_н$ – номінальний розмір;
- $П_{зн}$ - припуск на зношення;
- z - оптимальний двосторонній зазор;
- $\delta_м$ - граничне відхилення матриці;
- $\delta_п$ - граничне відхилення пуансону.

$$D_п = (\emptyset 4 + 0{,}1)_{-0{,}008} = \emptyset 4{,}1_{-0{,}008}\ мм;$$

$$D_м = (\emptyset 4 + 0{,}12 + 0{,}05)^{+0{,}012} = \emptyset 4{,}17^{+0{,}012} мм.$$

Розмір $\emptyset 3H12(^{+0.1})$ – отримується пробиванням.

$П_{зн} = 0{,}10;\ \delta_м = +0{,}014;\ \delta_п = -0{,}006.$

Знаходимо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$D_п = (\emptyset 3 + 0{,}1)_{-0{,}006} = \emptyset 3{,}1_{-0{,}006}\ мм;$$

$$D_м = (\emptyset 3 + 0{,}1 + 0{,}05)^{+0{,}014} = \emptyset 3{,}15^{+0{,}014} мм.$$

Розмір $\emptyset 2{,}9H12(^{+0.1})$ – отримується пробиванням.

$П_{зн} = 0{,}10;\ \delta_м = +0{,}014;\ \delta_п = -0{,}006.$

Знаходимо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$D_п = (\emptyset 2{,}9 + 0{,}1)_{-0{,}006} = \emptyset 3_{-0{,}006}\ мм;$$

$$D_м = (\emptyset 2, +0{,}1 + 0{,}05)^{+0{,}014} = \emptyset 3{,}05^{+0{,}014} мм.$$

Розмір $4H12(^{+0.12})$ – отримується пробиванням.

$П_{зн} = 0{,}1;\ \delta_м = +0{,}012;\ \delta_п = -0{,}008.$

Знаходимо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$D_п = (4 + 0{,}1)_{-0{,}008} = 4.1_{-0{,}008}\ мм;$$

$$D_м = (4 + 0{,}1 + 0{,}05)^{+0{,}012} = 4.15^{+0{,}012} мм.$$

Розмір $15H12(^{+0.18})$ – отримується пробиванням.

$П_{зн} = 0{,}15;\ \delta_м = +0{,}011;\ \delta_п = -0{,}008.$

Знаходимо виконавчі розміри [2, ст.62, табл. 12]:

$$D_п = (15 + 0{,}15)_{-0{,}008} = 15{,}15_{-0{,}008}\ мм;$$

$$D_м = (15 + 0{,}15 + 0{,}05)^{+0{,}035} = 15{,}2^{+0{,}011} мм.$$

2.1.3. Розрахунок центру тиску штампу

Визначимо центр тиску штампу [3, ст.54, формула 4.36]:

$$X_{ц.т.} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i}, \quad (2.12)$$

$$Y_{ц.т.} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i}, \quad (2.13)$$

де

- P_i- зусилля штампування і - го елементу, Н;
- x_i, y_i - координати точки прикладання зусилля, мм.

Відкладаємо осі як на (рис. 2.2)

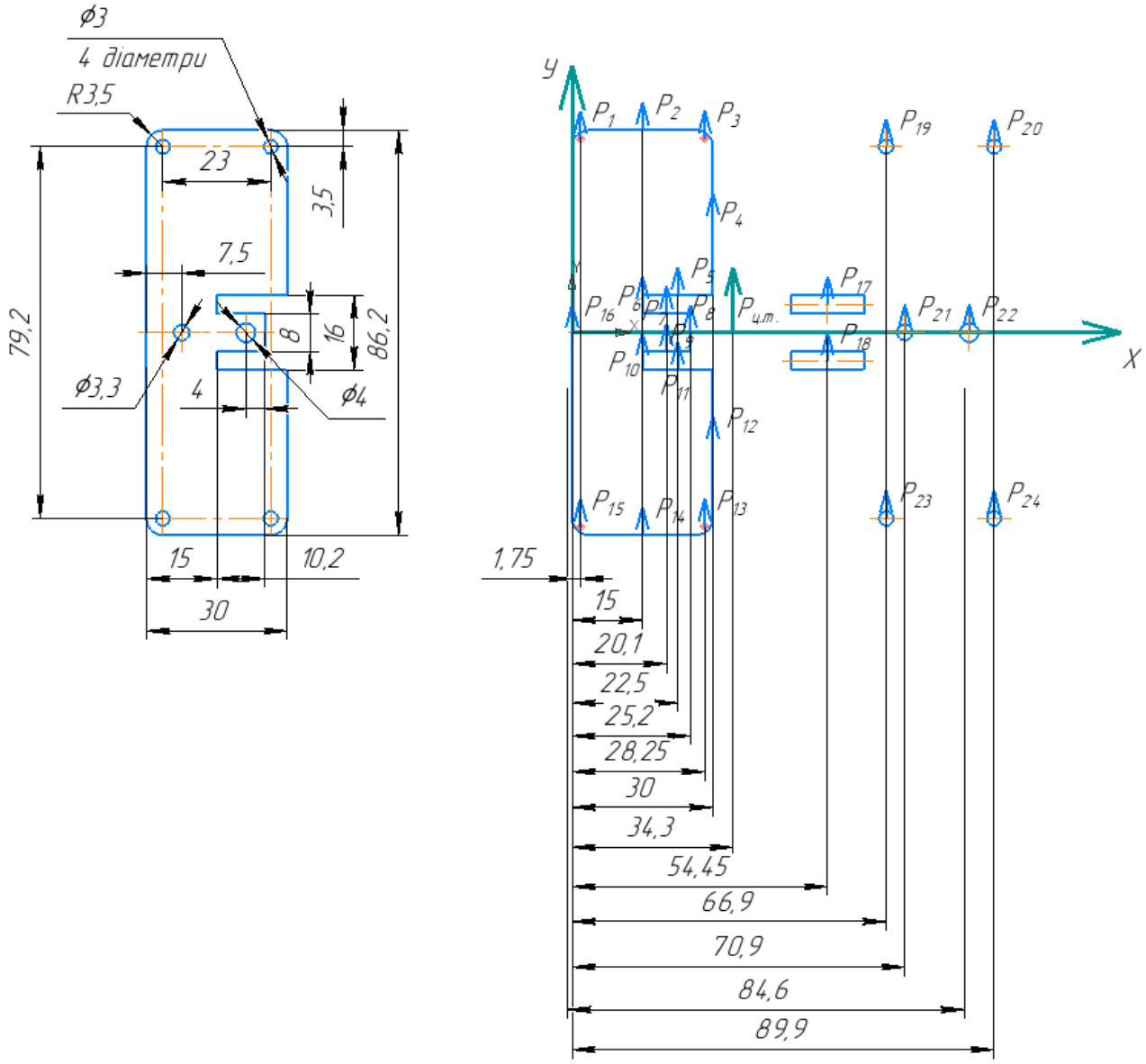


Рис. 2.2. Схема для визначення центру тиску штампа

Значення зусилля :

$P_{заг} = 143{,}9$ кН;

Координати прикладання зусиль показано на рис. 2.3.

$$X_{ц.т.} = (P_1 * X_1 + P_2 * X_2 + P_3 * X_3 + P_4 * X_4 + P_5 * X_5 + P_6 * X_6 + P_7 * X_7 + P_8 * X_8 + P_9 * X_9 + P_{10} * X_{10} + P_{11} * X_{11} + P_{12} * X_{12} + P_{13} * X_{13} + P_{14} * X_{14} + P_{15} * X_{15} + P_{16} * X_{16} + P_{17} * X_{17} + P_{18} * X_{18} + P_{19} * X_{19} + P_{20} * X_{20} + P_{21} * X_{21} + P_{22} * X_{22} + P_{23} * X_{23} + P_{24} * X_{24}) / P_{заг}$$

де

$P_1 = 2 * 3{,}14 * 3 * 270/4 = 5{,}9$кН

$P_2 = 23 * 270 = 6{,}2$ кН

$P_3 = 2 * 3{,}14 * 3 * 270/4 = 5{,}9$кН

$P_4 = 31{,}6 * 270 = 8{,}5$ кН

$P_5 = 15 * 270 = 4{,}1$ кН

$P_6 = 4 * 270 = 1{,}1$ Кн

$P_7 = 10{,}2 * 270 = 7{,}18$ кН

$P_8 = 8 * 270 = 2{,}2$ кН

$P_9 = 10{,}2 * 270 = 7{,}18$ кН

$P_{10} = 4 * 270 = 1{,}1$ кН

$P_{11} = 15 * 270 = 4{,}1$ кН

$P_{12} = 31{,}6 * 270 = 8{,}5$ кН

$P_{13} = 2 * 3{,}14 * 3 * 270/4 = 5{,}9$кН

$P_{14} = 23 * 270 = 6{,}2$кН

$P_{15} = 2 * 3{,}14 * 3 * 270/4 = 5{,}9$кН

$P_{16} = 79{,}2 * 270 = 21{,}4$ Кн

$P_{17} = 2 * (15{,}5 + 4) * 270 = 10{,}5$ Кн

$P_{18} = 2 * (15{,}5 + 4) * 270 = 10{,}5$ Кн

$P_{19} = 3{,}14 * 3 * 504 = 4{,}7$Кн

$P_{20} = 3{,}14 * 3 * 504 = 4{,}7$ Кн

$P_{21} = 2{,}9 * 3{,}14 * 504 = 4{,}6$ Кн

$P_{22} = 4 * 3{,}14 * 504 = 6{,}3$ Кн

$P_{23} = 3{,}14 * 3 * 504 = 4{,}7$ Кн

$P_{24} = 3{,}14 * 3 * 504 = \ 4{,}7$ Кн

Так як деталь симетрична по осі X , то $Y_{ц.т.} = 0$

Координати точок знаходимо за допомогою програми «Компас»

Знаючи координати точок по осі, а також величину зусиль у кожній із точок, знаходимо $X_{ц.т.}$ за допомогою програми «Excel»

	A	B	C	D	E	F	G
1		x	P	x*P		сумм P	сумм P*x
2	1	1,75	5,9	10,325		143,3	4911,99
3	2	15	6,2	93			
4	3	28,25	5,9	166,675		Хц.т.=	34,27767
5	4	30	8,5	255			
6	5	22,5	4,1	92,25			
7	6	15	1,1	16,5			
8	7	20,1	2,8	56,28			
9	8	25,2	2,2	55,44			
10	9	20,1	2,8	56,28			
11	10	15	1,1	16,5			
12	11	22,5	4,1	92,25			
13	12	30	8,5	255			
14	13	28,25	5,9	166,675			
15	14	15	6,2	93			
16	15	1,75	5,9	10,325			
17	16	0	21,4	0			
18	17	54,45	10,5	571,725			
19	18	54,45	10,5	571,725			
20	19	66,9	4,7	314,43			
21	20	89,9	4,7	422,53			
22	21	70,9	4,6	326,14			
23	22	84,6	6,3	532,98			
24	23	66,9	4,7	314,43			
25	24	89,9	4,7	422,53			

Знаючи координати центра тиску штампа, ми знаємо де буде розташований хвостовик.

2.1.4. Конструювання інших деталей штампу.

2.1.4.1. Грибковий упор.

Висоту грибкового упору вибираємо за ГОСТ 18743-80. [2, ст. 108, табл. 27].

2.1.4.2. Направляючі планки.

Товщина направляючих планок обираємо за [2, ст. 108, табл. 26].

$$h_{\text{пл}}=8 \text{ мм}.$$

Відстань між направляючими планками [2, стор.118, формула 45]:

$$B_{\text{пл}} = (B_{\text{п}}^{\text{ном}} + z_{\text{н}})^{+\delta'}, \qquad (2.14)$$

де

- $B_{\text{п}}^{\text{ном}} = 91{,}75$ – номінальна ширина смуги;
- $z_{\text{н}} = 1$ – гарантований проміжок;
- $\delta' = 0{,}6$ – допуск на відстань між направляючими, мм; (див. пункт 1.3)

$$B_{\text{пл}} = (69{,}6 + 0{,}8)^{+0{,}6} = 70{,}4^{+0{,}6}$$

Розмір виступання направляючих планок [2, ст. 121]:

$$f = (0.2 \div 0.4) * L_{\text{с}}, \qquad (2.15)$$

де

$L_{\text{с}} = 205$ – довжина матриці, мм;

$$f = 0{,}3 * 205 = 60 \text{ мм}$$

2.1.4.3. Тимчасовий упор

В штампі використовуємо тимчасовий упор, розміри якого вибираємо в залежності від товщини планок (12 мм) по ГОСТ 18741-80.

2.1.4.4. Знімач

Товщину знімача приймаємо [2, ст.114, табл. 28].

$H_{\text{зн}} = 0{,}8 \cdot H_{\text{м}} = 0{,}8 \cdot 25 = 20$мм [2, ст.114, табл. 28].

2.1.4.5. Уловлювач

Для забезпечення центрування відносно раніше пробитих отворів використовуємо 2 уловлювачі. Діаметр уловлювачів приймаємо рівним діаметру пробитих отворів:

$$D = 3 \text{ мм}.$$

2.1.4.6 Пуансонотримач.

Товщину пуансонотримача приймаємо із співвідношення, приведеного нижче. Габаритні розміри приймаємо такі самі як у матриці.

$H_{пн} = (0{,}8 \dots 3) \cdot D_{п}$,

Приймаємо $H_{пн} = 22$ мм.

2.1.4.7 Пуансон

Діаметр робочої частини приймаємо за виконавчими розмірами.

$d_{п1} = 4{,}1$ мм; $d_{п2,3,4,5} = 3{,}1$ мм; $d_{п6} = 3$ мм

Розраховуємо висоту пуансонів за формулою:

$$H_{п} = h_{з} + h_{пл} + H_{зн} + (20 \dots 25) + H_{пн} = 0.5 + 8 + 20 + 20{,}5 + 22 = 71\text{мм}, \quad (2.16)$$

де $h_{з}$ – глибина заходу пуансону в матрицю;

$h_{пл}$ – товщина направляючих планок;

$H_{зн}$ – товщина знімача;

$H_{пн}$ – товщина пуансонотримача.

Для даних $d_{п}$ та $H_{п}$ вибираємо пуансони по ГОСТ 16621-80 [2, стр. 96, табл. 25]

2.1.4.8 Проектування пакету

Висоту пакету розраховуємо за формулою:

$$H = H_{м} + h_{пл} + H_{зн} + (20 \dots 25) + H_{п} + h_{п} = \quad (2.17)$$

$$= 25 + 8 + 20 + 20{,}5 + 22 + 8 = 103{,}5 \text{ мм}$$

2.1.4.9 Штамповий блок.

За ГОСТ 13124-83 знаходимо розміри блоку(в залежності від габаритів та висоти). Номер блоку: 1004-3327.Знаючи ГОСТ блоку та відповідні ГОСТи для знаходження розмірів блоків, втулок та колонок, знаходимо відповідні позначення до цих ГОСТів:

- нижня плита – 1022-4083, верхня плита – 1022-4243;
- колонки – 1030-6074 і 1030-6061;
- втулки – 1032-2696 і 1032-2669.

2.1.4.10. Хвостовик

Хвостовик виберемо з ГОСТ 16715-71 в залежності від діаметру в повзуні преса, з ГОСТ 16715-71.

2.1.5. Розрахунки на міцність та жорсткість.

2.1.5.1. Перевірка пуансонів для пробивки отворів на стиск.

Перевірка здійснюється для пуансона з виконавчим розміром d=3мм (ДП.МД71.02.05.001 СК) за формулою [3, ст.57, формула 4.41]:

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{cm}, \quad (2.18)$$

де

- P = 2,4 кН – зусилля, яке докладене до пуансона;
- $F = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 3^2}{4} = 7мм2$ - найменша площа поперечного перетину пуансона;
- $[\sigma]_{cm}$ - допустимі напруження на стискання, МПа.

Для сталі У10А $[\sigma]_{cm}$= 1000…1600 МПа.

Звідси:

$$\sigma_{cm} = \frac{2400}{7} \leq [\sigma]_{cm} = 342,85 \text{ МПа}$$

Отже, умова виконується.

2.1.5.2. Перевірка пуансонів на подовжній згин.

Тонкі пуансони потрібно перевірити на повздовжній згин за формулою [3, ст.57, формула 4.42]:

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 EJ}{nP_{пр}}}, \quad (2.19)$$

де

- $n = 2$ - коефіцієнт запасу для загартованої сталі ;
- $J = \frac{\pi * d^4}{64} = \frac{\pi * 3^4}{64} = 4мм^4$ - момент інерції;
- $P_{пр} = 2,4$ кН- зусилля, яке прикладене до пуансона;
- $E = 2,2 \cdot 10^5$МПа - модуль пружності.

$$l \leq \sqrt{\frac{3,14^2 * 2,2 * 10^5 * 4}{2 * 2400}} = 42,5 \text{ мм}$$

Перевіримо по посадковому діаметрі:

- $n = 2$ - коефіцієнт запасу;
- $J = \frac{\pi * d^4}{64} = \frac{\pi * 5^4}{64} = 30{,}7$ мм^4- момент інерції перетину;
- $P_{пр} = 2{,}4$, кН- зусилля, яке прикладене до пуансона;
- $E = 2{,}2 \cdot 10^5$МПа - модуль пружності.

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 2{,}2 \cdot 10^5 * 30{,}7}{2 * 2400}} = 117{,}8 \text{ мм}$$

Вільна довжина пуансону дорівнює 49 мм, отже умова виконується.

2.1.5.3. Перевірка пуансона на зминання.

Опорні поверхні пуансонів перевіряють на зминання[3, ст.57, формула 4.44]:

$$\sigma_{зм} = \frac{P_{пр}}{F_к} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (2.20)$$

де,

- $P_{пр} = 2{,}4$кН - зусилля, що прикладене до пуансона;
- $F_к = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 50{,}2$ мм^2- площа контакту опорної поверхні пуансона;
- $[\sigma]_{зм} = 90$ МПа - допустимі напруження на зминання матеріалу чавунної верхньої плити.

$$\sigma_{зм} = \frac{2400}{50{,}2} \leq [\sigma]_{зм} = 47{,}8 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

2.1.5.4 Перевірка нижньої плити штампу на жорсткість.

Перевірка проводиться за формулою [3, стр.56, формула 4.39]:

$$H_{пл} \geq \sqrt[3]{\frac{24 h_{min}}{zEB} P_з * \left\{\frac{(A-d)^2}{4} - \frac{(A-L)^2}{2} + \frac{(A-L)^3}{3(A-d)}\left[1 - \frac{A-L}{4(A-d)}\right]\right\}} =$$

$$\sqrt[3]{\frac{24*103,5}{0.5*2*100000*312}*4100*\left\{\frac{(430-100)^2}{4}-\frac{(430-380)^2}{2}+\frac{(430-380)^3}{3(430-100)}\left[1-\frac{430-380}{4(430-100)}\right]\right\}}=$$

19,8мм , (2.21)

де

h_{min} =103,5 мм - висота пакету;

z =0,05мм- проміжок між пуансоном і матрицею;

E =2*10^5МПа- модуль пружності матеріалу ;

B = 312мм - ширина плити (менший розмір);

$P_з$ - зусилля затягування болтів, Н;

A=430мм- довжина нижньої плити;

d =100мм- діаметр провального отвору в підштамповій плиті;

L =380мм- відстань між направляючими колонками.

Зусилля затягування болтів [3, стр.56, формула 4.40]:

$$P_з = \frac{3Pd^2}{8a\cdot(3d+2a)}, \quad (2.22)$$

де

- P = 114,1 кН - зусилля для виконання операції;
- $a = \frac{A-d}{2} = \frac{430-100^2}{2} = 165$ мм;
- d = 10 мм.

$$P_з = \frac{3*114100*100}{8*165\cdot(3*100+2*165)} = 4,1 \text{ кН}$$

Товщина нижньої плити 63мм. Отже, жорсткість плити забезпечена.

2.1.6. Конструкція та робота штампу для вирубування та пробивання

2.1.6.1. Конструкція штампу

До нижньої плиті штампа (1), з гвинтами (23) і штифтами (29), кріплять матрицю (3), направляючі планки (5,6) і знімач (4) відповідно.

Між зйомником та матрицею встановлений тимчасовий упор (17).

До верхньої плити, гвинтами (23) та штифтами (29), кріплять підкладну плиту (14) і пуансонотримач (13). У пуансонотримач встановлено (для операції вирубування) три пуансони (7, 11), п’ять пуансонів для операції вирубування (8,9,10), та два уловлювачі (12). Верхня плита (2) приєднується до повзуна завдяки хвостовику (27).

Для задання вектору руху верхньої плити відносно нижньої, встановлені направляючі колонки (25, 26) і направляючі втулки (21,22), які запресовані у нижню (1) та верхню плиту (2) відповідно.

2.1.6.2. Робота штампу.

У верхньому положенні пуансонотримача (13), пуансони (7,8,9,10,11) та уловлювачі (12) знаходяться в верхніх положеннях. В робочу зону до тимчасового упору(17) подається полоса, здійснюється робочий хід і пробиваються отвори. Полоса подається далі до другого тимчасового упору, здійснюється робочий хід і полоса фіксується уловлювачами і пробиваються отвори . Здійснюється робочий хід, під час якого вирубується контур на деталі. Деталь і відходи випадають в отвір матриці.

Всі позиції вказані на (рис.2.3).

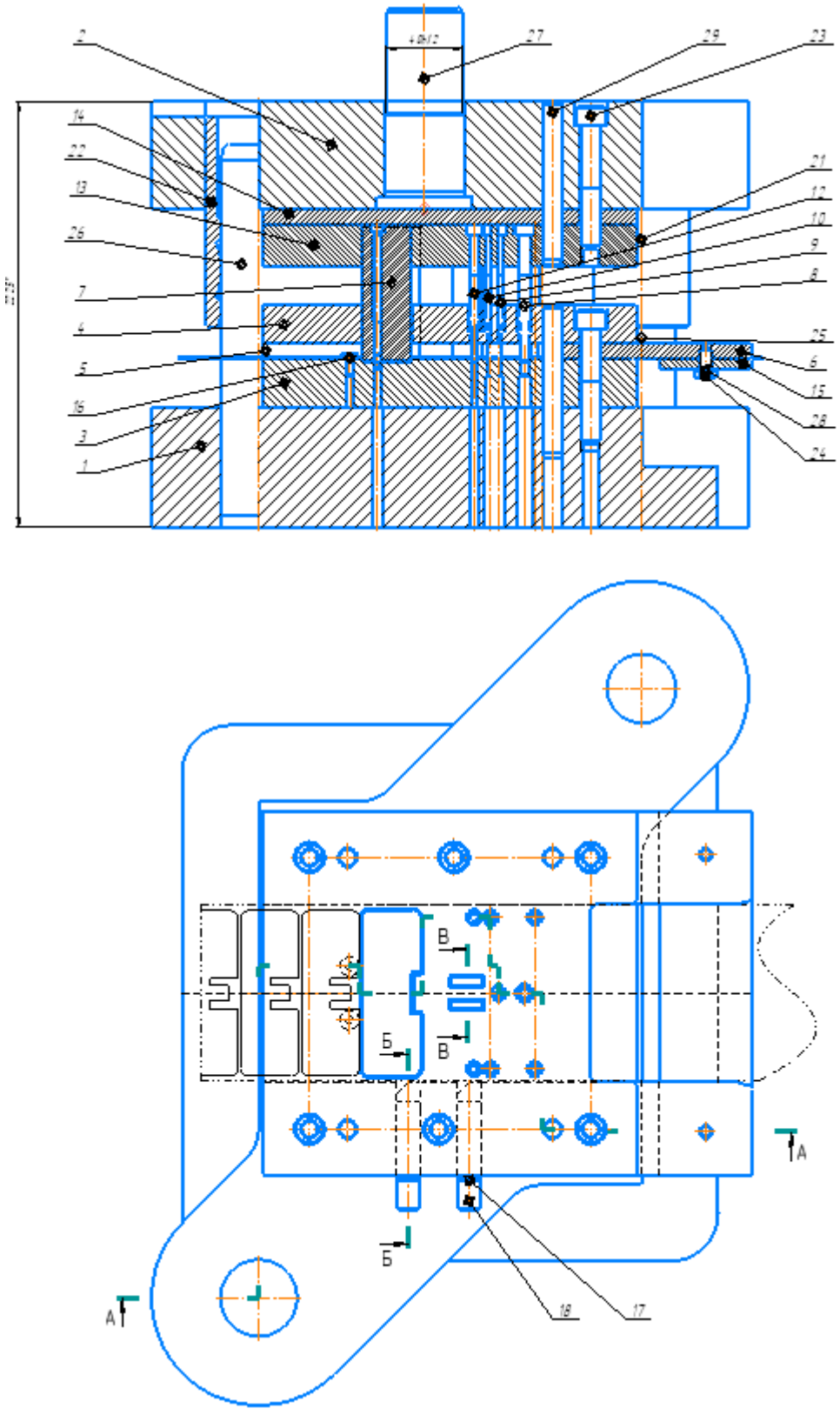


Рис.2.3 Штамп для вирубування/пробивання

2.2. Штамп простої дії для П-подібного гнуття для першого переходу (ДП.МД71.02.05.002 СК)

2.2.1. Проектування робочих деталей.

Визначимо товщину матиці([2],стр.200):

$$H_м = r'_м + h'_м + h''_м \tag{2.23}$$

, де

$r'_м = 3$мм – робочий радіус матриці;

$h'_м$ =10мм– величина заходу деталі в матрицю;

$h''_м \geq 0{,}1 \cdot A_м \geq 6{,}7$ мм. Приймаємо $h''_м = 7$мм.

Розміри $r'_м$, $h'_м$ знаходимо за [2, ст.200, таблиця 10] (при S=1 мм, l=9 мм).

$$H_м = 3 + 10 + 7 = 20 \text{ мм}$$

Конструктивні розміри матриці визначають за [2, ст. 200, табл.10].

Розміри матриці обираємо за схемою [2, ст. 196 схема 1], інші розміри обираємо конструктивно.

Знайдемо виконавчі розміри пуансона та матриці :

Для розміру 68,7H12($^{+0.3}$)

H12 [2, ст. 65, табл.13].

$$\delta_М = 0{,}8 * К_Δ * Δ = 0{,}8 * 0{,}8 * 0{,}3 = 0{,}19$$

$$A_М = (68{,}7 - 0{,}8 * 0{,}3)^{+0{,}19} = 68{,}46^{+0{,}19} \text{ мм.}$$

Необхідні діаметри гвинтів та штифтів для кріплення матриці вибираємо з [2, стор.77, табл. 18].

Зусилля не перевищує 500 кН, а найбільший габаритний розмір – 140 мм

Обрані гвинти М8та штифти 8 мм.

Найменші відстані від краю матриці до кріпильних отворів та між осями гвинта та штифта [2, стор.77, табл. 19].

$e_1 = 10$мм, $e_2 = 6$мм.

При П-подібному гнутті необхідно врахувати кут пружиніння, який знаходимо за формулою [2, ст.202, формула 29]:

$$\mathrm{tg}\Delta\alpha_{пр} = 10^{-4} \cdot К_П \cdot \frac{r'_m + r_n + 1.25 \cdot S}{(1-x)S}, \quad (2.24)$$

де

- $К_П = 8.2$ мм – коефіцієнт, що враховує властивості [2, ст.204, таблиця 12];
- x = 0,421- коефіцієнт зміщення нейтрального шару [2, ст. 179 табл. 3];
- $r'_m = 3$ мм - радіус закруглення [2, ст. 200 табл. 10];;
- $r_n = 1$ мм- радіус пуансона (дорівнює радіусу деталі).

$$\mathrm{tg}\Delta\alpha_{пр} = 10^{-4} \cdot 8{,}2 \cdot \frac{3 + 1 + 1.25 \cdot 1}{(1 - 0{,}421)1} = 0{,}0074352$$

Отримуємо $\alpha_{пр}$=0,42˚

Знайдемо розмір деталі після першого перегину з урахуванням пружиніння:

68,7+2*(0,065)=68,83 мм,

де

68,7- номінальний розмір деталі;

0,065- величина відгину кожної полиці. Рахується за висотою полиці Н=9мм та знайденому куті пружиніння.

Для даного класу точності відгин полиць допустимий.

Виконавчий розмір пуансону:

$$A_п = (A_м - 2 * z_{гн})_{-\delta_п}, \quad (2.25)$$

де

$z_{гн}$- односторонній проміжок.

$z_{гн} = S + S * K_Z = 1 + 1 * 0.1 = 1.1$мм;

$\delta_п = 0.8 * \delta_М = 0{,}8 * 0{,}19 = 0{,}152;$

$$A_п = (68{,}46 - 2 * 1.1)_{-0{,}152} = 66.26_{-0{,}152} \text{ мм.}$$

Ширину пуансонотримача визначаємо конструктивно.

$$Н_{пт} = 24 \text{ мм};$$

Довжину пуансона рахуємо по формулі [2, ст. 198, формула 16]:

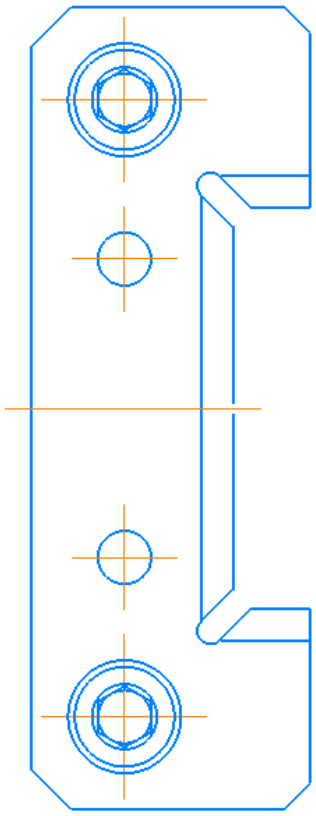
$$H_п = h'_{M\square} + r'_m - S + H_{пт} + (20 \div 25) \quad (2.26)$$

$$H_п = 10 + 3 - 1 + 24 + 29 = 65 \text{ мм}$$

2.2.2. Конструювання інших деталей штампу

2.2.2.1 Фіксатор

Фіксація заготовки по зовнішньому контуру здійснюється за допомогою двох фіксаторів (рис. 2.4).



X

Рис. 2.4. Схема фіксатора

Виконавчі розміри фіксаторів знаходимо з [5, ст.79 табл.30]:

$$B_ф = (B + Z)\ H9, \quad (2.27)$$

$$B_ф = (30 + 0{,}16)^{+0{,}052} = 30{,}16^{+0{,}052},$$

де

- $B = 30$мм- ширина заготовки;
- $z = 0{,}16$мм- двосторонній проміжок [5, ст.79 табл.30].

2.2.2.2 Підкладна плитка

У верхній плиті штампа є отвір під хвостовик, отже, для надійності використовуємо стальну підкладну плитку товщиною 5 мм.

2.2.2.3 Штамповий блок

За ГОСТ 13126-83 в залежності від розмірів матриці 125х125 та висоти пакету 98 мм знаходимо розміри блоку.

Позначення обраного блоку: 1004-4781.

З цього ГОСТу виписуємо наступні позначення (знаючи відповідні ГОСТи) :

Нижня плита – 1004-4704/001.

Верхня плита – 1004-4704/002.

Колонки: 1030-6033 та 1030-6046

Втулки : 1032-2609 та 1032-2644

2.2.2.3. Хвостовик

Хвостовик беремо з ГОСТ 16717-71 в залежності від діаметру отвору в повзуні преса, який визначимо при виборі власне самого преса.

2.2.3. Розрахунок буфера.

Знаючи зусилля притискання знаходимо площу опорної поверхні буфера. Задаємо попереднє стискання на величину 5%.

$$F = \frac{P}{\sigma_{\text{ст}}} = \frac{5200}{0.3} = 1734\text{мм}^2 \qquad (2.28)$$

$\sigma_{ст} = 0,3МПа$ при 5 % деформації

Знаючи площу буфера знаходимо його діаметр:

$$D_{\text{в}} = \sqrt{\frac{4*F_{\text{об}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4*1847}{\pi}} = 48.5\text{мм} \qquad (2.29)$$

$$F_{\text{об}} = F + \frac{\pi d^2}{4} = 1734 + \frac{3.14*12^2}{4} = 1847\text{мм}^2 \qquad (2.30)$$

Тепер знайдемо його висоту. Знаючи величину робочого ходу притискача, попереднє стиснення і задаючи умову, що при кінці робочого ходу буфер повинен бути зжатий на 25%, то початкову висоту буфера ми знайдемо так:

$H_1 = 0,95H$;

$$H_2 = 0{,}75H;$$

$$H_1 - H_2 = h,$$

де H – висота гумової частини буфера у вільному стані,

H_1 – висота гумової частини буфера після попереднього стискання на 5%,

H_2 – висота гумової частини буфера в кінці робочого ходу,

h=12 мм – хід притискача.

12=(0,95H-0,75H)

H=60мм.

Приймаємо 3 кільця по 20 мм.

Параметри буфера:

- діаметр – 50 мм;
- висота – 60 мм (3 кільця по 20 мм);

2.2.4. Конструкція та робота штампу для гнуття

2.2.4.1. Конструкція штампу

До нижньої плити гвинтами М8 (20) та штифтами діаметром 8 мм (28) кріпиться матриця (3). До матриці (3) кріпляться трафарети (4) (гвинтами М5 (19) та штифтами 4 мм (26).

До верхньої плити (2) штіфтами 6мм (27) та гвинтами М8 (21) кріпляться підкладна плита (6) та пуансонотримач (7), в який встановлено пуансон (5).

Хвостовиком (24) верхня плита (2) кріпится до повзуна преса (по перехідній посадці).

Для направлення руху передбачені направляючі колонки (22, 23) та направляючі втулки (16, 17), які запресовані в нижню плиту(1) та верхню плиту(2) відповідно.

2.2.4.2. Робота штампу

В верхньому положенні повзуна працівник, за допомогою пінцета, вкладає заготовку між трафаретами (4). Під час робочого ходу здійснюється П-подібне гнуття пуансоном (5). Після чого працівник пінцетом забирає готову деталь.

Всі позиції вказані на (рис.2.5)

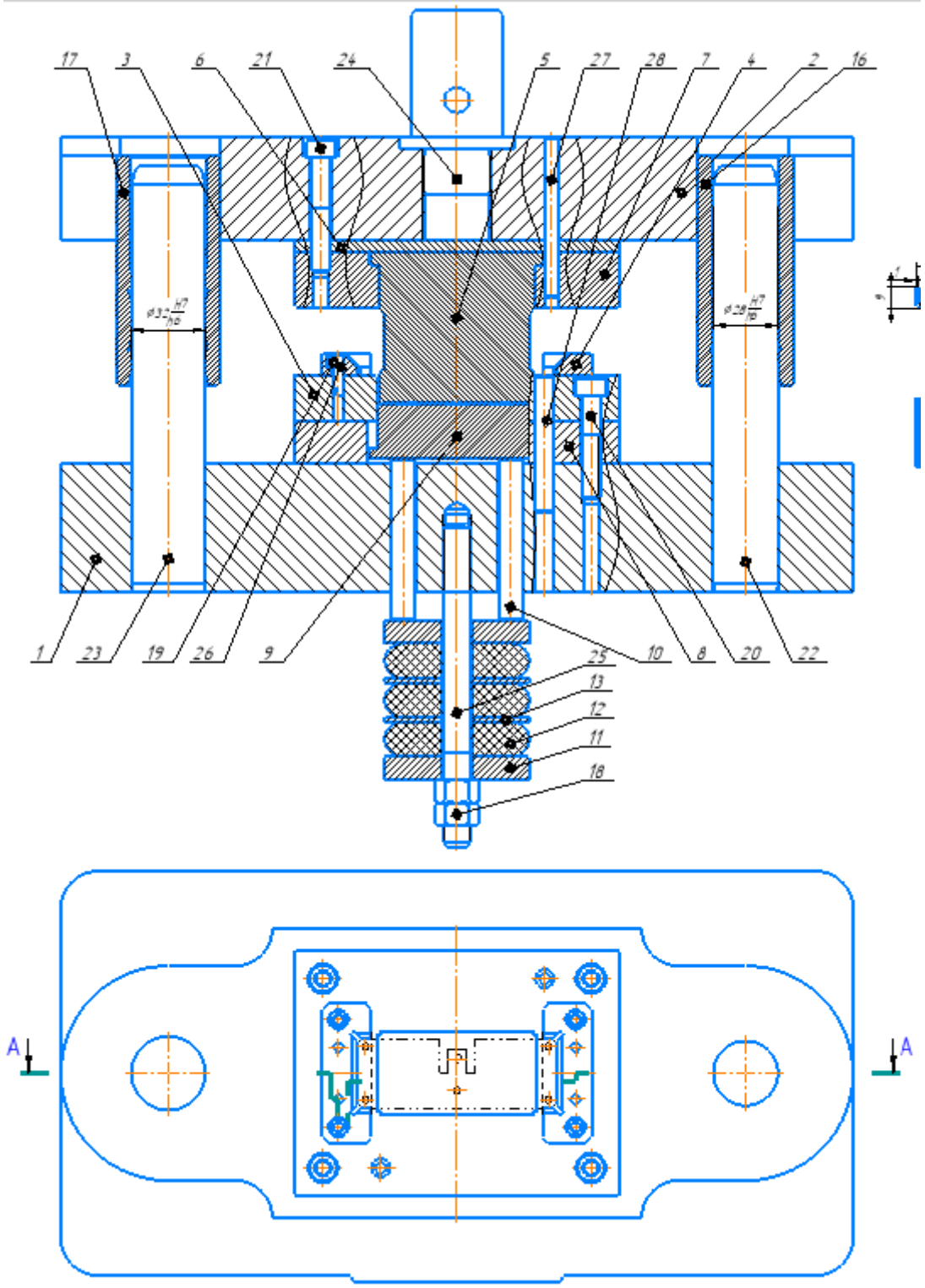


Рис.2.5 Штамп П-подібне гнуття.

2.3. Штамп відбортовки (ДП.МД71.02.05.004 СК)

2.3.1. Проектування робочих деталей.

Габаритні розміри матриці, пуансону, пуансонотримача, прижиму знаходимо аналітично.

2.3.2. Виконавчі розміри матриці та пуансона для відбортовки

Діаметр пуансона рахуємо в залежності від діаметра відбортовки з урахуванням деякого пружиніння матеріалу, що штампується та припуска на зношування пуансона [2, стр.323, формула 8]:

$$d_{\text{п}} = 1.01(D_{\text{вн}} + \Delta)_{-0.024} = 1.01(6 + 0.12)_{-0.024} = 6.17_{-0.024} \quad (2.31)$$

де

$D_{\text{вн}} = 6\text{мм} -$ номінальне значення діаметра;

$\Delta = 0{,}12 -$ допуск на діаметр відбортованого отвору$(H12)$

Матрицю виготовлюють по пуансону з проміжком $z_{\text{отб}}$. [2, стр. 323, табл. 4′]:

$z_{\text{отб}} = 0{,}85$

Тоді,

$$d_{\text{м}} = [1.01(D_{\text{вн}} + \Delta) + 1.9z_{\text{отб}}]^{+0.085} = [1.01(6 + 0.12) + 1.9 * 0{,}85]^{+0.085} = 7{,}82^{+0.018} \quad (2.32)$$

2.3.3. Конструювання інших деталей штампу.

2.3.3.1 Проектування пуансона (ДП.МД71.02.05.006.04).

Розміри пуансона визначаємо за (рис. 2.6), знаючи виконавчий розмір $d_{\text{п}}$. [7, стр. 192, рис.217]:

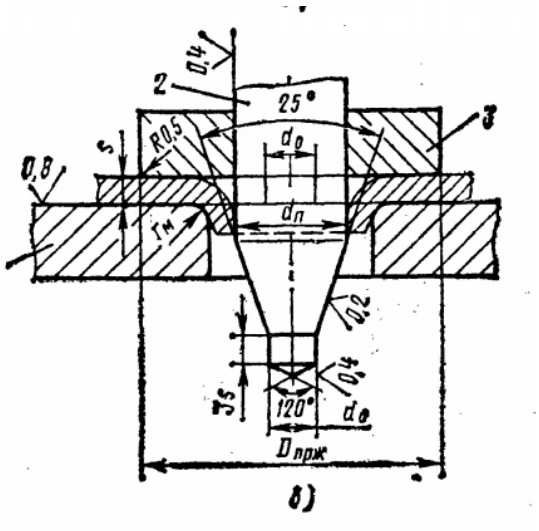


Рис. 2.6 Схема для визначення розмірів пуансона

Товщину пуансонотримача визначаємо приблизно. Потім коректуємо в залежності від посадки пуансона.

2.3.4. Проектування пакету

Висоту пакету розраховуємо за формулою:

$$H = H_{п.т.} + 2 + h_{пр} + s + H_{м} + H_{плт} - 3 = 17 + 2 + 29 + 2 + 18 + 20 - 3 = 84мм \quad (2.49)$$

2.3.5 Штамповий блок.

За ГОСТ 13126-83 в залежності від розмірів матриці 61,5х75

Позначення обраного блоку: 1004-4747.

З цього ГОСТу виписуємо позначення верхньої та нижньої плит, колонок та втулок.

Нижня плита – 1004-4661.

Верхня плита – 1004-4659.

За ГОСТ 13118-83 колонки: 1030-6003 та 1030-6017.

За ГОСТ 13120-83 втулки : 1032-2552 та 1032-2576.

2.3.6 Конструкція штампу

До нижньої плити штампа 1 за допомогою гвинтів М8 (16) та штифтів діаметром 8 мм (24) кріпиться пуансоноримач (7), в якому кріпиться пуансон. Також до нижньої плити (1) вставляють шагові гвинти (18), за допомогою яких кріпиться прижим (4).

До верхньої плити (2) ,за допомогою гвинтів М8 (17) кріпиться підкладна плита (6) та матриця (3).

За допомогою хвостовика (22) верхня плита (2) приєднується до повзуна преса по перехідній посадці.

Для направлення руху верхньої плити (2) відносно нижньої (1) передбачені направляючі колонки (19, 20) та направляючі втулки (13, 14). Направляючі колонки (19, 20) запресовані в нижню плиту (1), направляючі втулки (13, 14) – в верхню плиту (2).

2.3.7 Робота штампу

В верхньому положенні повзуна преса матриця (3) знаходиться над робочою зоною. Пуансон (5) є нерухомим. Працівник, за допомогою пінцета, вкладає

заготовку між трафаретами (4), що визначають її положення. Під час робочого ходу здійснюється відбортовка. Виштовхувач виштовхує деталь із матриці і працівник забирає готову деталь пінцетом.

Всі позиції вказані на (рис.2.7)

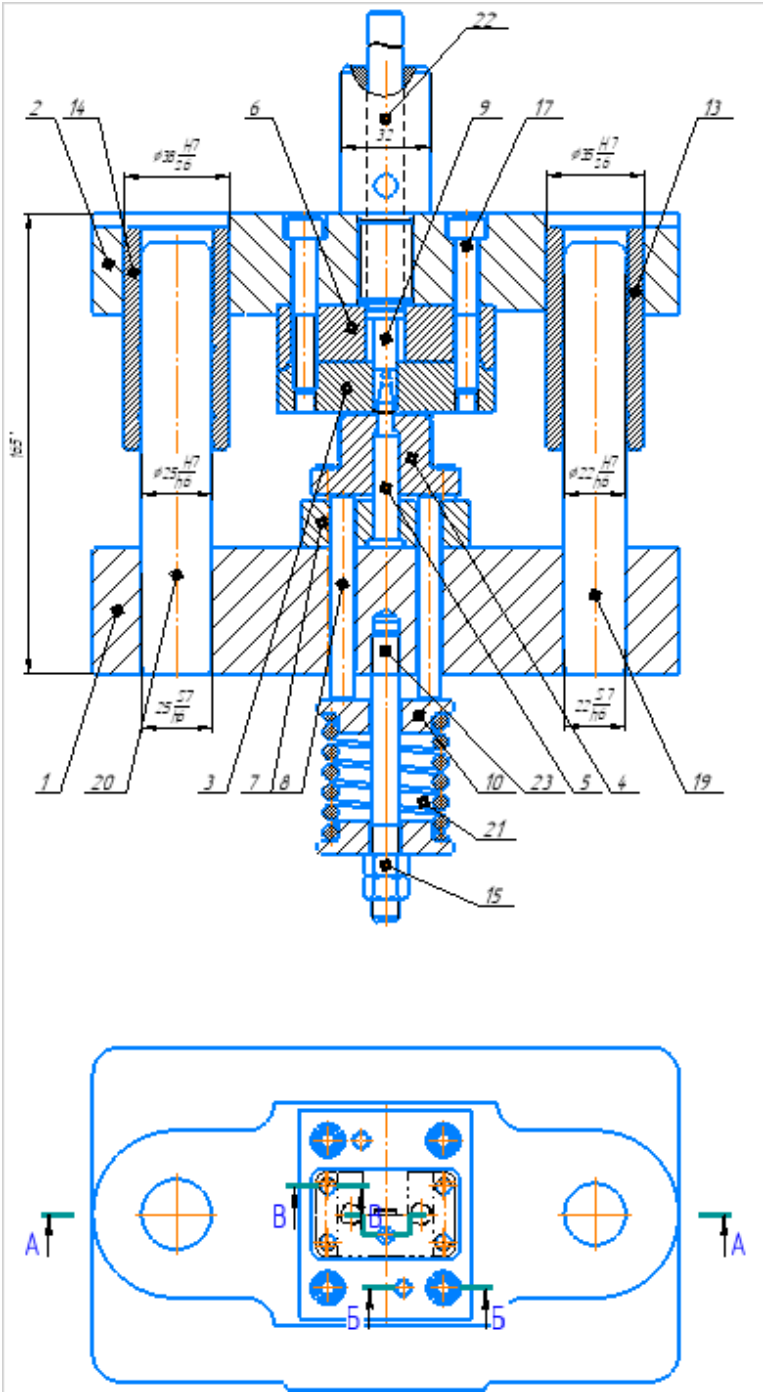


Рис.2.7 Штамп (операція відбортовка).

2.3.8 Матеріали для деталей штампів

Таблиця 2.1. – Матеріали деталей

Деталь	Марка матеріалу	Термічна обробка
1	2	3
Матриця	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 57…61
Пуансон вирубний	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 55…59
Пуансон пробивний	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 55…59
Пуансон під уловлювач	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 55…59
Уловлювач	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 55…59
Знімач	Ст3	-
Пуансонотримач	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	-
Плитка підкладна	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Грибковий упор	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Тимчасовий упор	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	-
Направляючі планки	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Верхня плита	СЧ 25 ГОСТ 1412-85	-
Нижня плита	СЧ 25 ГОСТ 1412-85	-
Направляючі втулки	Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Цементація на глибину 0,8…1,2 мм, Гартувати HRC 55…59
Направляючі колонки	Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Цементація на глибину 0,8…1,2 мм, Гартувати HRC 55…59
Хвостовик	Сталь 35 ГОСТ 1050-74	-

Таблиця 2.2. – Матеріали деталей штампу для гнуття

Деталь	Марка матеріалу	Термічна обробка
Матриця	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 57…61
Пуансон	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 55…59
Пуансонотримач	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	-
Плитка підкладна	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Трафарет	У8А ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Верхня плита	СЧ 25 ГОСТ 1412-85	-
Нижня плита	СЧ 25 ГОСТ 1412-85	-
Направляючі втулки	Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Гартувати HRC 55…59, цементація на глибину 0,8…1,2 мм
Направляючі колонки	Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Гартувати HRC 59…63, цементація на глибину 0,8…1,2 мм
Хвостовик	Сталь 35 ГОСТ 1050-74	-

Таблиця 2.3. – Матеріали деталей штампу відбортовка

Деталь	Марка матеріалу	Термічна обробка
Матриця	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 57…61
Пуансон	У10А ГОСТ 1435-99	Гартувати HRC 55…59
Пуансонотримач	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	-
Плитка підкладна	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Штовхач	У8А ГОСТ 1050-88	Гартувати HRC 40…45
Верхня плита	СЧ 25 ГОСТ 1412-85	-
Нижня плита	СЧ 25 ГОСТ 1412-85	-
Направляючі втулки	Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Гартувати HRC 55…59, цементація на глибину 0,8…1,2 мм
Направляючі колонки	Сталь 20 ГОСТ 1050-74	Гартувати HRC 59…63, цементація на глибину 0,8…1,2 мм
Хвостовик	Сталь 35 ГОСТ 1050-74	-

3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ

3.1. Вибір обладнання для штампу вирубування/пробивання

Орієнтовно, був обраний прес КД2122.

Даний прес нам не підходить по габаритним розмірам стола, а саме висоті Н (220мм).

Через те переглянемо наступний прес КД 2124 Д (закритою висотою Н=300мм)

Найбільша допустима висота штампа:

$$H_{max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} = 300 - 75 + \frac{80 - 5}{2} = 262{,}5мм$$

де Н = 300 мм – закрита висота пресу;

$H_{пл}$ = 75мм – товщина підштампової плити;

h_{max} = 80 мм, h_{min} = 5 мм – відповідно величини найбільшого і найменшого ходів.

Найменша закрита висота:

$$H_{min} = H - H_{пл} - \Delta_{ш} = 300 - 75 - 55 = 170 мм$$

де $\Delta_{ш}$ = 55 мм – величина регулювання положення за рахунок розгвинчування гвинта шатуна (регулювання закритої висоти пресу).

Отже, даний штам висотою Н=222,5 мм може бути встановлений на прес К2124 Д.

3.2. Вибір обладнання для штампу для гнуття.

Попередньо, був обраний прес КД2122.

Діаметр здеформованого буферу дорівнює 62,5 мм, що менше провального отвору (80мм). По даній характеристиці прес нам підходить.

Найбільша допустима висота:

$$H_{max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} = 220 - 40 + \frac{55 - 5}{2} = 205мм,$$

де

Н = 220 мм – закрита висота пресу;

$Н_{пл}$ = 40мм – товщина підштампової плити;

h_{max} = 55 мм, h_{min} = 5 мм – відповідно величини найбільшого і найменшого ходів.

Найменша допустима висота:

$$Н_{min} = Н - Н_{пл} - Δ_{ш} = 220 - 40 - 45 = 135 \text{ мм},$$

де $Δ_{ш}$ = 45 мм – величина регулювання положення за рахунок розгвинчування гвинта шатуна (регулювання закритої висоти пресу).

Висота пакету Н=197,5 мм

Отже в даний прес може бути встановлений даний пакет.

3.3 Вибір обладнання для штампа операції відбортовка.

Передчасно обрали прес КД2118.

Діаметр плити пружини дорівнює 49мм, діаметр в плиті дорівнює 80 мм.

Найбільша висота:

$$Н_{max} = Н - Н_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} = 200 - 45 + \frac{50-5}{2} = 222{,}5 \text{мм},$$

де Н = 220 мм – закрита висота пресу;

$Н_{пл}$ = 40мм – товщина підштампової плити;

h_{max} = 55 мм, h_{min} = 5 мм – відповідно величини найбільшого і найменшого ходів.

Найменшою висота:

$$Н_{min} = Н - Н_{пл} - Δ_{ш} = 200 - 40 - 40 = 120 \text{ мм},$$

де $Δ_{ш}$ = 40 мм – регулювання закритої висоти пресу за рахунок розгвинчування.

Н=165 мм.

Отже, штамп може бути встановлений на вибраний прес К2118.

3.3. Основні технічні параметри вибраного технологічного обладнання.

Параметри	Преси		
	КД2122	КД2124Д	КД2118
Номінальне зусилля, кН	160	250	63
Хід поковзня, мм	5…55	5…55	5…50
Безперервних	120	75	150
Одиночних	40	30	10
Найбільша відстань між столом та поковзнем в його нижньому поло-женні, мм	220	300	200
Діаметр провального отвору в підштамповій плиті, мм	110	130	80
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу, мм	40	40	32
Товщина підштампової плити, мм	40	32	45
Розміри стола, мм	420x280	630x460	420x280
Технологічна робота за цикл, кДж	0,4	0,77	0,12

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Закон України «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Одним із найнебезпечніших технологічних процесів у галузі машинобудування є холодне штампування металів. Дотримання вимог безпеки під час виконання цих робіт є запорукою збереження життя, здоров’я і працездатності працівників у процесі трудової діяльності.

Під час виконання штампувальних робіт необхідно дотримуватися вимог, які зазначені в Правилах охорони праці під час холодного оброблення металів НПАОП 0.00-1.68-13:

- Роботодавець повинен забезпечити організацію і проведення робіт згідно з вимогами ГОСТ 12.3.002-75 "ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности".
- Роботодавець забезпечує виконання вимог Технічного регламенту безпеки машин, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 30 січня 2013 року № 62, ГОСТ 12.2.003-91 "ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.2.009-80 "ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.2.109-89 "ССБТ. Штампы для листовой штамповки. Общие требования безопасности", ДСТУ ГОСТ 12.2.113:2007 "Преси кривошипні. Вимоги щодо безпеки" (ГОСТ 12.2.113-2006, IDT), ГОСТ 12.2.114-86 "ССБТ. Прессы винтовые. Требования безопасности", ДСТУ ГОСТ 12.2.116:2007 "Машини листозгинальні

три- та чотиривалкові. Вимоги щодо безпеки", ДСТУ ГОСТ 12.2.118:2007 "Ножиці. Вимоги щодо безпеки" (ГОСТ 12.2.118-2006, IDT), ДСТУ 3738-98 (ГОСТ 12.2.072-98) "Роботи промислові. Роботизовані технологічні комплекси. Вимоги безпеки та методи випробувань", ГОСТ 12.2.119-88 "ССБТ. Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности", ДСТУ 7234:2011 "Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки", ГОСТ 12.2.062-81 "ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные", ГОСТ 12.2.064-81 "ССБТ. Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности".

- Пристосування, застосовувані під час холодного оброблення металів, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.029-88 "ССБТ. Приспособления станочные. Требования безопасности".
- Температура зовнішніх поверхонь основного та допоміжного устаткувань повинна відповідати вимогам ДСТУ ЕN№ 563-2001 "Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних до дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь" (ЕN№ 563:1994, IDT).
- Пневматичні і гідравлічні системи устаткування повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.040-79 "ССБТ. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности конструкции", ГОСТ 12.2.086-83 "ССБТ. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации", ГОСТ 12.2.101-84 "ССБТ. Пневмоприводы. Общие требования безопасности к конструкции".
- Завантаження, розвантаження, транспортування вихідних матеріалів, готової продукції повинні виконуватися з дотриманням вимог ГОСТ 12.3.020-80 "ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.2.022-80 "ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.3.009-76 "ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные.

Общие требования безопасности", Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 18 червня 2007 року № 132, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 09 липня 2007 року за № 784/14051 (НПАОП 0.00.07), та ГОСТ 12.3.010-82 "ССБТ. Тара производственная. Требования безопасности при эксплуатации".

- Працівники під час виконання робіт з холодного оброблення металів повинні дотримуватися вимог Інструкції з охорони праці під час виконання монтажних робіт інструментами і пристроями, затвердженої наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 05 червня 2001 року № 254, зареєстрованої в Міністерстві юстиції України 20 липня 2001 року за № 616/5807.
- Установлення і знімання заготовок з матеріалів, що мають виражені токсичні властивості (берилій, магнієві сплави), необхідно виконувати із застосуванням автоматичних маніпуляторів або роботів промислових.
- Під час оброблення дрібних деталей повинні застосовуватися механічні пристрої (бункери, механічні руки).

Під час штампування дрібних деталей невеликими партіями подавання заготовок у штамп необхідно виконувати із застосуванням засобів малої механізації (лотків, шиберів). Подавання заготовок у штамп і видалення відштампованих деталей і відходів зі штампа вручну дозволяється за наявності на пресі ефективних захисних пристроїв або при застосуванні штампів безпечної конструкції, висувних або відкидних матриць, зблокованих із ввімкненням преса. На невеликих штампах, застосовуваних на пресах з малим ходом повзуна, необхідно передбачати зазори безпеки між рухомими і нерухомими їх частинами:

- не більше 8 мм - між верхнім рухомим знімачем і матрицею, між нерухомим нижнім знімачем і пуансоном при перебуванні повзуна у верхньому положенні;

- не менше 20 мм - між нижнім знімачем і притиском та пуансонотримачем, між втулками (у штампах з напрямними колонками) і знімачем під час перебування повзуна в нижньому положенні.

На пресах з великим ходом повзуна зазначений зазор безпеки 20 мм повинен бути збільшений з таким розрахунком, щоб кисть руки працівника не була притиснута в нижньому положенні повзуна. Якщо за умовами роботи (установка штампа на пресі з нерегульованим великим ходом повзуна) неможливо дотримати зазори безпеки між рухомими і нерухомими частинами, небезпечні зони повинні бути обгороджені.

У штампах з напрямними колонками повинно блокуватися сходження напрямних втулок з колонок під час підйому повзуна. Противиджимні пристрої не повинні виходити з напрямного отвору під час роботи преса або вони повинні розташовуватися на штампі відповідно до вимог технологічної документації, затвердженої роботодавцем. Застосування випадкових шайб і прокладок під час кріплення штампів не дозволяється. Під час закріплення верхньої частини штампа за допомогою хвостовика розміри його повинні відповідати отворові в повзуні преса. За потреби повинні використовуватися інші наявні в повзуні преса елементи кріплення (різьбові, наскрізні отвори).

Застосовувати на хвостовиках штампів перехідні втулки дозволяється у випадках, коли хвостовик призначений тільки для центрування. Під час закріплення верхньої частини штампа до повзуна преса тільки хвостовиком, а також при застосуванні кулькових напрямних елементів сходження напрямних втулок зі стовпчиків під час роботи штампа не дозволяється. Установлення декількох пружин у штампах в наборі по висоті без центрувальних елементів, які запобігають зсуванню пружин, не дозволяється. Штампи із твердосплавними робочими деталями установлювати на підкладні бруси не дозволяється.

Видалення застряглих у штампі деталей і відходів необхідно виконувати відповідними пристроями (гачками, щітками) при вимкненому пресі. Змащування штампів необхідно виконувати за допомогою спеціальних пристосувань (ручних розбризкувачів або стаціонарних пристроїв для змазування) для запобігання

потраплянню рук працівника у небезпечну зону. Під час роботи на пресах необхідно систематично перевіряти кріплення штампів до преса, кріплення деталей штампів, стан захисних пристроїв, прочищати канали для змащення і виходу повітря.

Керівникам підприємств машинобудівної та металугрійної галузі необхідно інформувати всіх посадових осіб та працівників щодо важливості дотримання правил охорони праці під час холодної обробки металів.

Список літератури

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние , 1979. – 520 с.
2. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под общ. ред. Л.И. Рудмана – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.
3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія холодного штампування та конструювання штампів» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка спеціалізацій Системи комп'ютерних технологій машинобудування пластичним формоутворенням, Технології композиційних та наноструктурних конструкцій, Технології озброєння та засобів безпеки/ Уклад.: Орлюк М.В., Вишневський П.С., Піманов В. В., Лавриненков А.Д. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 80 с.
4. Рудман Л.И. Наладка прес сов для листовой штамповки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1980. – 219 с.
5. РТМ 105-0-212-83
6. Справочник по оборудованию для листовой штамповки, С74/Л.И. Рудман, А.И. Зайчук, В.Л. Марченко и др.; Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – К.: Тэхника, 1989. – 231 с.

Специфікації

Додаток А

«Штамп послідовної дії для пробивання і вирубування»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А1			ДП.МД 71.02.05.001 СК	Штамп послідовної дії для вирубування та пробивання		
				Детали		
БК		1	ДП.71.02.05.001.01	Плита нижня	1	
БК		2	ДП.МД 71.02.05.002.01	Плита нижня	3	
А2		3	ДП.МД 71.02.05.003.01	Матриця	1	
БК		4	ДП.МД 71.02.05.004.01	Знімач	1	
БК		5	ДП.МД 71.02.05.005.01	Планка направляюча	1	
БК		6	ДП.МД 71.02.05.006.01	Планка направляюча	1	
А3		7	ДП.МД 71.02.05.007.01	Пуансон вирубний	1	
БК		8	ДП.МД 71.02.05.008.01	Пуансон пробивний	1	
А4		9	ДП.МД 71.02.05.009.01	Пуансон пробивний	1	
А4		10	ДП.МД 71.02.05.010.01	Пуансон пробивний	4	
БК		11	ДП.МД 71.02.05.011.01	Пуансон пробивний	2	
БК		12	ДП.МД 71.02.05.012.01	Уловлювач	2	
БК		13	ДП.МД 71.02.05.013.01	Уловлювач	1	
БК		14	ДП.МД 71.02.05.014.01	Пуансонотримач	1	
БК		15	ДП.МД 71.02.05.015.01	Плита підкладна	1	
БК		16	ДП.МД 71.02.05.016.01	Планка	1	
БК		17	ДП.МД 71.02.05.017.01	Грибковий упор	2	
БК		18	ДП.МД 71.02.05.018.01	Упор разовий	2	
БК		19	ДП.МД 71.02.05.019.01	Пружина	2	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Георгієв П.Г.		
Пров.		Вишневський П.С.		
Н.контр.				
Утв.				

ДП.71.02.05.001 СК

Штамп послідовної дії для вирубування і пробивання
Складальне креслення

Лит.	Лист	Листов
	1	2

НТУУ"КПІ"
ММІТВЛА

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Стандартные изделия		
		22		Втулка 1032-2669 ГОСТ13120-81	1	
		23		Втулка 1032-2696 ГОСТ13120-81	1	
		24		Винт М10-6дх70 ГОСТ11738-84	6	
		25		Винт М10-6дх75 ГОСТ11738-84	6	
		26		Винт М6х16 ГОСТ15589-70	2	
		27		Колонка 1030-6061 ГОСТ13118-81	1	
		28		Колонка 1030-6074 ГОСТ13118-81	1	
		29		Хвостовик 1034-0627 ГОСТ16715-71	1	
		30		Шайба 6Л ГОСТ6402-70	1	
		31		Штифт 10х80 ГОСТ10774-80	2	
		32		Штифт 10х85 ГОСТ10774-80	4	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.71.02.05.001 СК	Лист 2

Копировал Формат А4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МД71.02.05.000 ПЗ	Арк. 59

Додаток Б

Специфікація «Штамп простої дії для гнуття»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А1			ДП.МД71.02.05.002 СК	Штамп для гнуття		
				Детали		
БК		1	ДП.МД71.02.05.001.02	Плита нижня	1	
БК		2	ДП.МД71.02.05.002.02	Плита верхня	1	
А2		3	ДП.МД71.02.05.003.02	Матриця	1	
БК		4	ДП.МД71.02.05.004.02	Трафарет	2	
А3		5	ДП.МД71.02.05.005.02	Пуансон	1	
БК		6	ДП.МД71.02.05.006.02	Плита підкладна	1	
БК		7	ДП.МД71.02.05.007.02	Пуансонотримач	1	
БК		8	ДП.МД71.02.05.008.02	Проміжна плита	1	
БК		9	ДП.МД71.02.05.009.02	Виштовхувач	1	
БК		10	ДП.МД71.02.05.010.02	Штовхач	2	
БК		11	ДП.МД71.02.05.011.02	Шайба	2	
БК		12	ДП.МД71.02.05.012.02	Пружина резинова	3	
БК		13	ДП.МД71.02.05.013.02	Шайба	2	
				Стандартные изделия		
		16		Втулка 1032-2609 ГОСТ13120-81	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Георгієв П.Г.		
Пров.		Вишневський П.С.		
Н.контр.				
Утв.				

ДП.71.02.05.002 СК

Штамп для гнуття
Складальне креслення

Лит.	Лист	Листов
	1	2

НТУУ"КПІ"
ММІ.ТВ/А

Копировал | Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		17		Втулка 1032-2644 ГОСТ13120-81	1	
		18		Гайка М12х1,25-6Н ГОСТ15522-70	2	
		19		Винт М5дх8 ГОСТ11738-84	4	
		20		Винт М8дх35 ГОСТ11738-84	4	
		21		Винт М8дх45 ГОСТ11738-84	6	
		22		Колонка 1030-6033 ГОСТ13118-81	1	
		23		Колонка 1030-6046 ГОСТ13118-81	1	
		24		Хвостовик 1034-0723 ГОСТ16717-71	1	
		25		Шпилька М12-6дх140 ГОСТ22036-76	1	
		26		Штифт 4х16 ГОСТ 3128-70	4	
		27		Штифт 6х70 ГОСТ3128-70	2	
		28		Штифт 8х50 ГОСТ3128-70	2	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.71.02.05.002 СК	Лист 2

Копировал Формат А4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МД71.02.05.000 ПЗ	Арк. 61

Додаток В

Специфікація «Штамп для відбортовки »

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А1			ДП.МД71.02.05.004 СК	Штамп для відбортовки		
				Детали		
БК		1	ДП.МД71.02.05.010.04	Шайба	2	
БК		2	КП.МД71.02.05.001.04	Плита нижня	1	
БК		3	КП.МД71.02.05.002.04	Плита нижня	1	
БК		4	КП.МД71.02.05.003.04	Матриця	1	
БК		5	КП.МД71.02.05.004.04	Прижим	1	
БК		6	КП.МД71.02.05.005.04	Пуансон	1	
БК		7	КП.МД71.02.05.006.04	Плита проміжна	1	
БК		8	КП.МД71.02.05.007.04	Пуансонотримач	1	
БК		9	КП.МД71.02.05.008.04	Штовхач	2	
БК		10	КП.МД71.02.05.009.04	Вишітовхувач	1	
				Стандартные изделия		
		13		Втулка 1032-2552 ГОСТ13120-83	1	
		14		Втулка 1032-2576 ГОСТ13120-83	1	
		15		Гайка М10х1-6Н ГОСТ15521-70	2	
		16		Гвинт А.М4-6gх6 ГОСТ 1477-93	1	
		17		Гвинт М6-6gх20 ГОСТ11738-84	4	

Перед примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Георгієв П.Г.		
Пров.		Вишневський П.С.		
Н.контр.				
Утв.				

ДП.МД71.02.05.004 СК

Штамп для операції відбортовка Складальне креслення

Лит.	Лист	Листов
	1	2

НТУУ"КПІ" ММІ.ТВЛА

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		18		Гвинт М8-6gх55 ГОСТ11738-84	4	
		19		Гвинт ступінчатий М6-6gх59 ГОСТ 18786-80	4	
		20		Колонка 1030-6003 ГОСТ13118-81	1	
		21		Колонка 1030-6017 ГОСТ13118-81	1	
		22		Пружина стиснення ГОСТ 13767-86	1	
		23		Хвостовик 1034-0722 ГОСТ16717-71	1	
		24		Шпилька М8-6gх105 ГОСТ22036-76	1	
		25		Штифт 6х36 ГОСТ 3128-70	2	

Підп. і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Інв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.МД71.02.05.004 СК	Лист 2

Копировал Формат А4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МД71.02.05.000 ПЗ	Арк. 63