

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

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Антон ЛАВРІНЕНКОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 131 «Прикладна механіка»

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

Виконав: студент 4 курсу, групи АТ-321

_____ Бруско Вадим Сергійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник к.т.н., доц. Орлюк Михайло Володимирович _____

(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 – 2026 року

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

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

кафедра Технології виробництва літальних апаратів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма – «Технології виробництва літальних апаратів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Антон ЛАВРІНЕНКОВ

«__» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Бруско Вадим Сергійович

1. Тема проекту «Технологія та оснащення для виготовлення деталі "тримач», керівник проекту Орлюк Михайло Володимирович, затверджені наказом по університету від «01» 06 2026р. №2020-с
2. Термін подання студентом проекту:
3. Вихідні дані до проекту: Креслення деталі.
4. Зміст пояснювальної записки: Вступ, 4 розділи, список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 3 складальних креслення штамів, деталювання окремих деталей до штамів

6. Консультанти розділів проекту*

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

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Креслення деталі	До 18.05.26	
2.	Технологічний розділ	До 01.06.26	
3.	Конструкторський розділ	До 05.06.26	
4.	Вибір обладнання	До 05.06.26	
5.	Креслення штамів	До 10.06.26	
6.	Деталювання	До 14.06.26	

Студент

Вадим Бруско

Керівник

Михайло Орлюк

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: «Технологія та оснащення для виготовлення деталі
"тримач"»

Київ – 2026 року

АНОТАЦІЯ

У дипломному проєкті розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Тримач» із листової сталі 30 товщиною 1 мм методами холодного листового штампування. Розглянуто конструктивні особливості деталі та проведено аналіз її технологічності для виконання основних операцій: вирубування, пробивання, відбортування та гнуття.

У технологічному розділі визначено форму і розміри вихідної заготовки, виконано розрахунок розкрою смуги, встановлено послідовність технологічних операцій та розраховано зусилля, необхідні для різання листа на смуги, вирубування-пробивання, відбортування і гнуття. На основі отриманих значень обґрунтовано вибір відповідного пресового обладнання.

У конструкторському розділі розроблено конструкції штампів для виконання операцій виготовлення деталі «Тримач», зокрема штампа послідовної дії для вирубування та пробивання, штампа для відбортування і штампа для гнуття. Виконано розрахунки основних робочих деталей штампового оснащення, підібрано конструктивні елементи та визначено необхідні параметри для забезпечення надійної роботи штампів.

Також у роботі виконано вибір обладнання для кожної технологічної операції та розглянуто питання охорони праці під час виконання процесів холодного листового штампування. Запропонований технологічний процес забезпечує виготовлення деталі відповідно до вимог креслення, раціональне використання матеріалу та можливість застосування в умовах серійного виробництва.

Ключові слова: холодне листове штампування, деталь «Тримач», вирубування, пробивання, відбортування, гнуття, розкрій смуги, технологічне зусилля, штамп, пресове обладнання.

ABSTRACT

The diploma project presents the development of a technological process for manufacturing the “Holder” part from 1 mm thick sheet steel 30 using cold sheet metal stamping methods. The design features of the part are considered, and its manufacturability is analyzed for the main operations: blanking, piercing, flanging, and bending.

In the technological section, the shape and dimensions of the initial blank are determined, the strip layout is calculated, the sequence of technological operations is established, and the forces required for cutting the sheet into strips, blanking and piercing, flanging, and bending are calculated. Based on the obtained results, the appropriate press equipment is selected and justified.

In the design section, the structures of dies for manufacturing the “Holder” part are developed, including a progressive die for blanking and piercing, a flanging die, and a bending die. The main working components of the die tooling are calculated, structural elements are selected, and the necessary parameters are determined to ensure reliable operation of the dies.

The project also includes the selection of equipment for each technological operation and considers occupational safety issues during cold sheet metal stamping processes. The proposed technological process ensures the production of the part in accordance with the drawing requirements, provides rational material usage, and can be applied in serial production conditions.

Keywords: cold sheet metal stamping, “Holder” part, blanking, piercing, flanging, bending, strip layout, technological force, die, press equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1. Аналіз технологічності деталі «Тримач».....	10
1.2. Визначення форми і розмірів заготовки.....	15
1.3. Розкрій смуги.....	17
1.4. Визначення кількості і послідовності операцій.....	21
1.5. Розрахунок технологічних зусиль.....	22
1.5.1. Зусилля різання листа на смуги.....	22
1.5.2. Зусилля вирубування-пробивання.....	23
1.5.3. Зусилля відборткування.....	25
1.5.4. Зусилля гнуття.....	27
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	28
2.1 Штамп послідовної дії для вирубування та пробивання (ДП.АТз21.02.100.00 СК).....	28
2.2. Штамп для відборткування (ДП.АТз21.02.200.00 СК).....	47
2.3. Штамп для гнуття (ДП.АТз21.02.300.00 СК).....	49
3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ.....	52
3.1. Для штампу послідовної дії для вирубування та пробивання (ДП.АТз21.02.100.00 СК).....	52
3.2. Для штампу для відборткування (ДП.АТз21.02.200.00 СК).....	55
3.3. Для штампу для гнуття (ДП.АТз21.02.300.00 СК).....	57
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	71
ДОДАТОК. СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	72

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Бруско В.С.			Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Орлюк М.В.								7	78
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні одним із основних напрямів розвитку виробництва є підвищення ефективності використання матеріалів, зниження трудомісткості виготовлення деталей та забезпечення високої продуктивності технологічних процесів. Значне місце у вирішенні цих завдань належить технологіям холодного листового штампування, які дозволяють отримувати деталі складної конфігурації з високою точністю розмірів, якістю поверхні та мінімальними витратами матеріалу.

Холодне штампування широко застосовується в автомобілебудуванні, авіаційній промисловості, приладобудуванні, електротехнічній галузі та інших сферах виробництва. Його перевагами є можливість виготовлення великої кількості однакових деталей за короткий проміжок часу, висока повторюваність геометричних параметрів виробів, можливість автоматизації виробництва та зниження собівартості продукції при серійному й масовому випуску.

Однією з важливих умов ефективного використання процесів листового штампування є раціональний вибір технологічної схеми виготовлення деталі та проектування надійного штампового оснащення. При цьому необхідно враховувати конструктивні особливості виробу, механічні властивості матеріалу, вимоги до точності та продуктивності, а також економічність використання матеріалу.

Об'єктом розробки у даному дипломному проєкті є деталь «Тримач», що виготовляється з листової сталі 30 товщиною 1 мм. Конструкція деталі передбачає виконання операцій вирубування, пробивання отворів, відборткування та гнуття, що робить її характерним прикладом виробу, для виготовлення якого доцільно застосовувати технології холодного листового штампування.

Метою дипломного проєкту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Тримач», виконання необхідних технологічних розрахунків, визначення параметрів заготовки та розкрою матеріалу, розрахунок технологічних зусиль, вибір

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пресового обладнання, а також проєктування комплекту штампового оснащення для виконання операцій вирубування, пробивання, відборткування та гнуття.

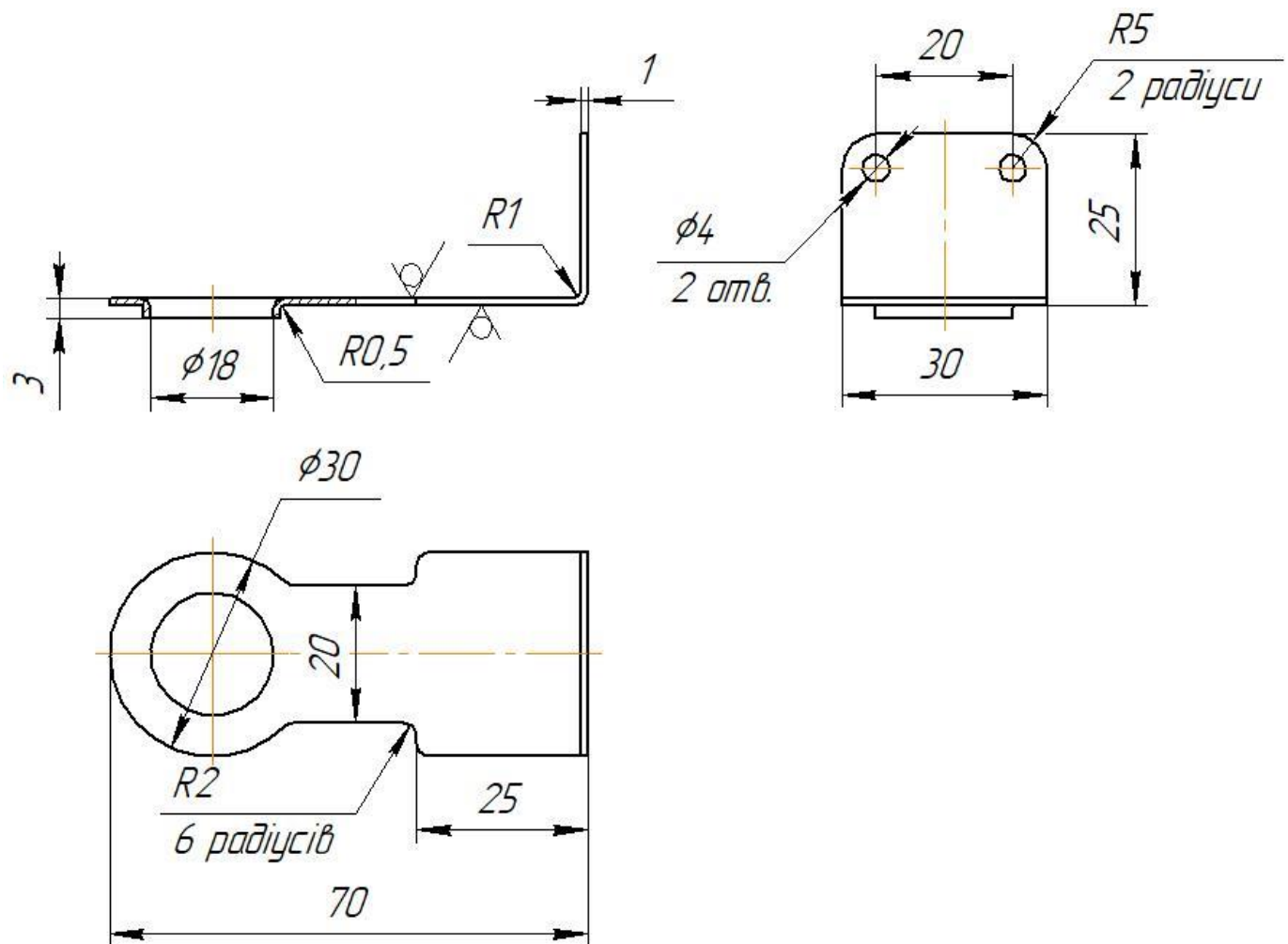
Для досягнення поставленої мети у роботі проведено аналіз технологічності конструкції деталі, визначено послідовність виконання технологічних операцій, розраховано силові параметри процесів штампування, обґрунтовано вибір обладнання та розроблено конструкції штампів, що забезпечують виготовлення деталі відповідно до вимог креслення та умов серійного виробництва.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Аналіз технологічності деталі «Тримач»

Ескіз деталі «Тримач» показано на рис. 1.1.



1. Матеріал: сталь 30 ГОСТ 1050-88.

2. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

Рис.1.1. Ескіз деталі «Тримач»

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Для виготовлення деталі «Тримач» листовим штампуванням необхідно виконати такі операції:

- вирубування та пробивання;
- гнуття;
- відбортування.

З'ясуємо чи відповідають розміри деталі та її форма технологічним можливостям вище вказаним операціям листового штампування та чи задовольняють вони основні технологічні вимоги відповідних операцій.

На рис. 1.2 вказана схема із позначеннями для проведення аналізу технологічності для операцій вирубування та пробивання.

Для сталі 30, з якої виготовляється деталі «Тримач», із довідника [1, ст. 478, табл. 1] визначимо її механічні властивості:

- межа міцності $\sigma_B = 600$ МПа;
- опір зрізу $\sigma_{зр} = 430$ МПа;
- відносне видовження $\delta_{10} = 21$ %.

Оскільки $\sigma_B = 500 \div 700$ МПа, то сталь 30 належить до сталей середньої твердості [1, ст. 51].

За довідником [1, ст. 52, табл. 2] найменші радіуси сполучення (в залежності від товщини матеріалу) прямолінійних ділянок для металів середньої твердості для зовнішнього контуру 90° повинні бути:

$$0,55 \cdot s = 0,55 \cdot 1 = 0,55 \text{ мм}$$

В деталі «Тримач» маємо радіуси сполучення зовнішнього контуру величиною R2 та R5 (рис. 1.1), що задовольняє умову.

За [1, ст. 52, табл. 3] найменші розміри круглих отворів, що пробиваються в штампах без спеціальних направляючих пристроїв для пуансонів для сталі середньої твердості (в долях товщини матеріалу):

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

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В деталі «Тримач» пробиваються 2 отвори $\varnothing 4$ мм (рис. 1.1), що задовольняє умову.

За [1, ст. 53, табл. 4] найменша відстань між краями круглих отворів для сталі із $\sigma_B > 500$ МПа (в долях товщини матеріалу):

$$e_1 = 1,0 \cdot s = 1,0 \cdot 1 = 1,0 \text{ мм}$$

В деталі «Тримач» $e_1 = 16$ мм (рис. 1.2), що задовольняє умову.

За [1, ст. 53, табл. 4] найменша відстань від краю деталі до краю круглого отвору для сталі із $\sigma_B > 500$ МПа (в долях товщини матеріалу):

$$e_2 = 1,2 \cdot s = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ мм}$$

В деталі «Тримач» $e_2 = 3$ мм (рис. 1.2), що задовольняє умову.

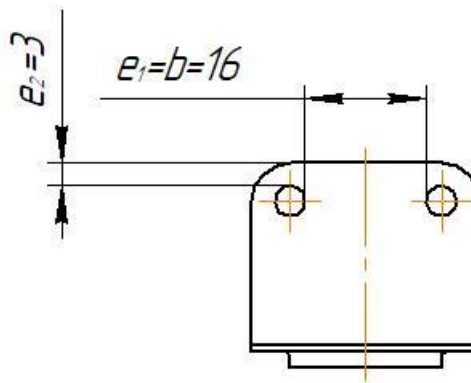


Рис.1.2. Схема з позначеннями для аналізу технологічності деталі «Тримач» для операцій вирубкування та пробивання

Найменша відстань між отворами при одночасному їх пробиванні повинна бути [2] $b = (2 \dots 3) \cdot s = 3 \cdot 1,0 = 3$ мм. В нашому випадку $b = 16$ мм (рис. 1.2). Умова виконується. Отвори можуть бути пробиті одночасно.

Отже, деталь «Тримач» є технологічно придатною для операцій вирубкування та пробивання.

Тепер виконуємо аналіз для гнуття.

Для сталі 30 при гнутті найменше рекомендоване значення відносного радіуса

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гнуття $\frac{r_{min}}{s}$ згідно [1, ст. 173, табл. 1] для нормалізованого штампованого матеріалу у випадку розташування завусенців до пуансона становить:

- 0,2 для перпендикулярного розташування ліній згину відносно напрямку волокон прокату;

- 0,6 для паралельного розташування ліній згину до напрямку волокон прокату.

Відносний радіус гнуття деталі «Тримач» (рис. 1.1):

$$\frac{R}{S} = \frac{1}{1} = 1,0 \text{ мм}$$

Умова на допустимість відносного радіусу гнуття деталі «Тримач» виконується.

На рис. 1.3 вказана схема із позначеннями для проведення аналізу технологічності для операції гнуття.

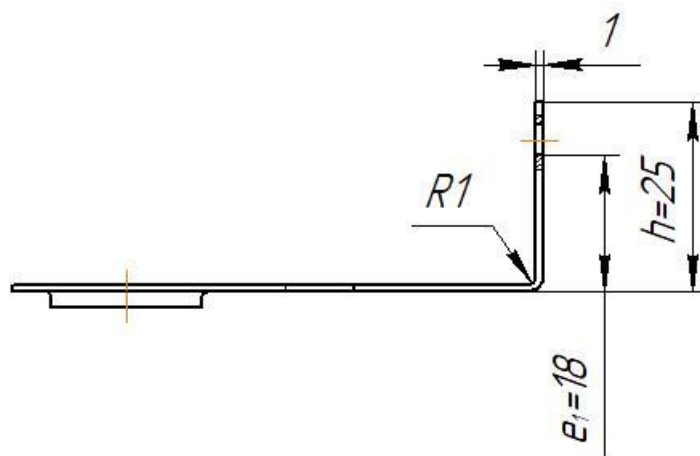


Рис.1.3. Схема з позначеннями для аналізу технологічності деталі «Тримач» для операції гнуття

За [1, ст. 171] встановлюємо, що для того, щоб не потрібно було пробивати отвори після гнуття, відстань від краю полиці до краю отвору має бути:

$$e_1 \geq s + 1,1 \cdot r = 1,0 + 1,1 \cdot 1 = 2,1 \text{ мм}$$

В деталі «Тримач» (рис.1.3) $e_1 = 18$ мм. Умова виконується.

Найменша величина полочки, що згинається, згідно [2, ст. 282] повинна бути

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$h = 3s = 3 \cdot 1 = 3$ мм. В деталі «Тримач» висота найменшої полиці $h = 25$ мм (рис. 1.3). Умова виконується.

Деталь «Тримач» є технологічно придатною для гнуття.

Проведемо також аналіз технологічності деталі «Тримач» для операції відбортування.

Радіус заокруглення робочого ребра матриці повинен бути $r_m \geq (0,2 \div 0,5)s = (0,2 \div 0,5) \cdot 1 = 0,2 \div 0,5$ мм [1, ст. 319]. У деталі «Тримач» маємо радіус величиною 0,5 мм. Умова виконується.

Визначимо розміри отвору для відбортування.

Для низького борту розрахунок можна виконувати із умови звичайного гнуття в радіальному перерізу за формулою [1, ст. 319]:

$$d_0 = D_0 + 0,86r_m - 2H_d - 0,57s \quad (1.1)$$

де $D_0 = D_{\text{вн}} + s = 18 + 1 = 19$ мм; $r_m = 0,5$ мм.

У деталі «Тримач» $H_d = 3 - s = 3 - 1 = 2$ мм – відстань від краю деталі до краю борта.

Тоді:

$$d_0 = D_0 + 0,86r_m - 2H_d - 0,57s = 19 + 0,86 \cdot 0,5 - 2 \cdot 2 - 0,57 \cdot 1 = 14,86 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_0 = 14,9$ мм.

Перевіряємо можливість відбортування за один перехід по коефіцієнту відбортування [1, ст. 319]:

$$K_{\text{відб}} = \frac{d_0}{D_0} = \frac{14,9}{19} = 0,78$$

Допустимий (граничний) для даного матеріалу коефіцієнт відбортування обмежується здатністю матеріалу до розтягування, тому може бути аналітично визначений за формулою:

$$K_{\text{відб}}^{\text{гран}} = \frac{1}{1 + \delta/100} \cdot \eta_{\text{відб}} \quad (1.2)$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

де $\delta = 21 \%$ - відносне видовження матеріалу; $\eta_{\text{відб}}$ - коефіцієнт, що визначається умовами відборткування.

При $\frac{d_0}{s} = \frac{14,9}{1} = 14,9$ та при використанні сферичного пуансона для отвору отриманого пробиванням в штампі:

$$\eta_{\text{відб}} = 0,75$$

Тоді:

$$K_{\text{відб}}^{\text{гран}} = \frac{1}{1 + \delta/100} \cdot \eta_{\text{відб}} = \frac{1}{1 + \frac{21}{100}} \cdot 0,75 = 0,62$$

$$K_{\text{відб}} = 0,78 > K_{\text{відб}}^{\text{гран}} = 0,62$$

Відборткування можна виконати за один перехід.

Отже, деталь «Тримач» може бути виготовлена прийнятими операціями листового штампування (вирубкування та пробивання, гнуття, відборткування).

1.2. Визначення форми і розмірів заготовки

Спочатку визначимо довжину заготовки для гнуття.

Довжина заготовки для гнуття розраховується за формулою [3, ст. 20]:

$$L_{\text{зг}} = \sum_{i=1}^k l_{np_i} + \sum_{j=1}^n l_{кр_j} = \sum_{i=1}^k l_{np_i} + \sum_{j=1}^n \alpha_j \rho_j \quad (1.3)$$

де l_{np_i} - довжина прямолінійної i -ої ділянки;

$l_{кр_j}$ - довжина криволінійної j -ої ділянки;

α_j - j -й кут гнуття в радіанах;

ρ_j - радіус гнуття по нейтральному шару деформації криволінійної j -ої ділянки, який розраховується за формулою:

$$\rho_j = r_{\text{вн}_j} + x_j \cdot S \quad (1.4)$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $r_{внj}$ - внутрішній радіус гнуття криволінійної j -ої ділянки;

χ_j - коефіцієнт, що визначає зміщення нейтрального шару; значення цього коефіцієнта зміщення визначається по таблицях в довідниках в залежності від відносного радіусу гнуття $r_{вн}/S$;

S - товщина листової заготовки.

На рис. 1.4 показано схема для визначення довжини заготовки деталі «Тримач». Для цього деталь «Тримач» розбиваємо на одну криволінійну ($l_{кр1}$) та дві прямолінійні ($l_{пр1}$, $l_{пр2}$) ділянки.

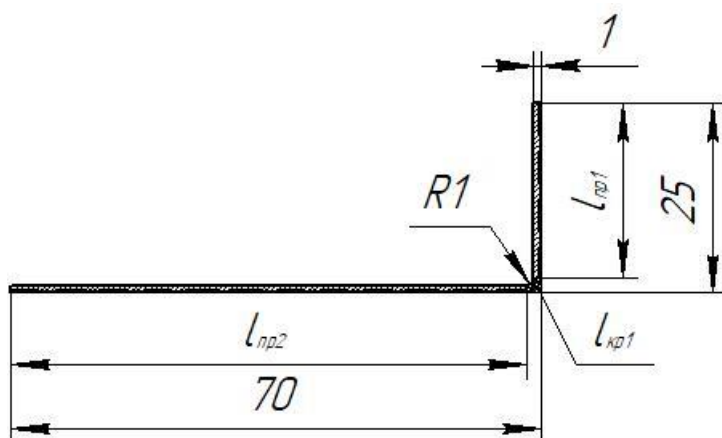


Рис.1.4. Схема для визначення довжини заготовки

Розміри прямолінійних ділянок:

$$l_{пр2} = 70 - R - s = 70 - 1 - 1 = 68 \text{ мм}$$

$$l_{пр1} = 25 - R - s = 25 - 1 - 1 = 23 \text{ мм}$$

Розміри криволінійної ділянки:

$$l_{кр1} = \alpha_1 \cdot \rho_1 = \alpha_1 \cdot (r_{вн1} + \chi_1 \cdot s) = \frac{\pi}{2} \cdot (1 + 0,42 \cdot 1) = 2,23 \text{ мм}$$

де $\alpha_1 = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$ – кут гнуття;

відповідно до [2, ст. 56, табл. 16] коефіцієнт зміщення $\chi = 0,42$ при відносному радіусі $\frac{r_{вн}}{s} = \frac{1}{1} = 1$.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді довжина заготовки:

$$L_{\text{заг}} = l_{\text{пр1}} + l_{\text{пр2}} + l_{\text{кр1}} = 68 + 23 + 2,23 = 93,23 \text{ мм}$$

Приймаємо заготовку довжиною $L_{\text{заг}} = 93,2 \text{ мм}$.

Ескіз вихідної заготовки для деталі «Тримач» показано на рис. 1.5.

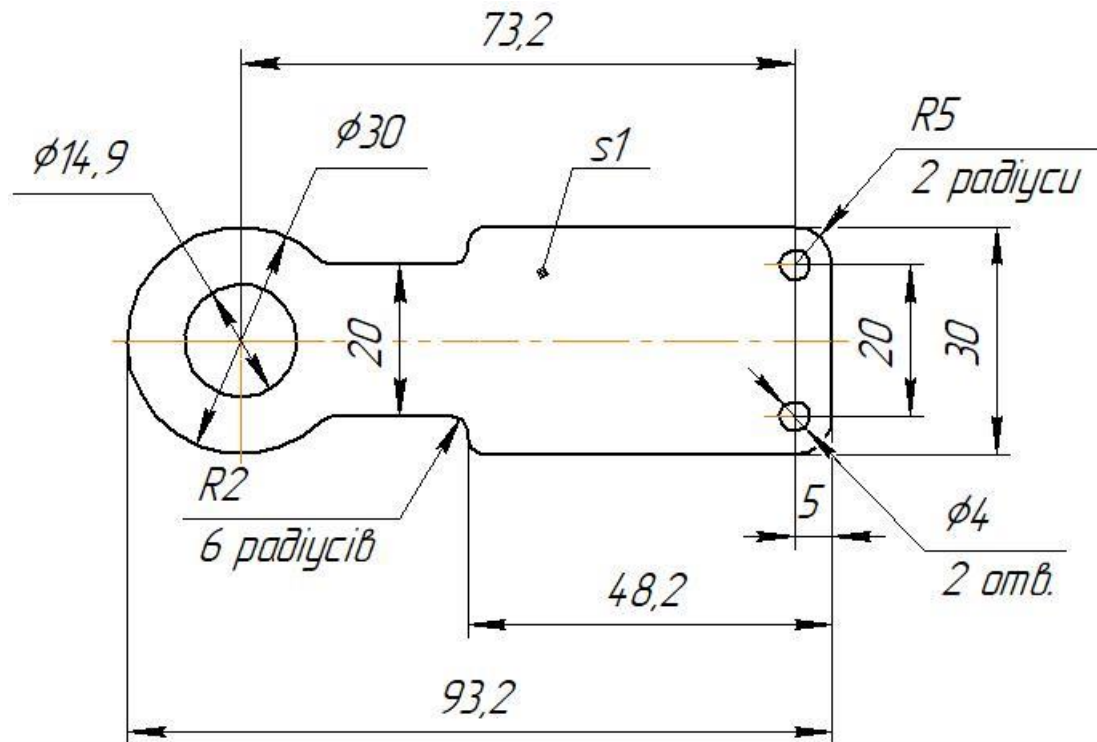


Рис.1.5. Ескіз вихідної заготовки для деталі «Тримач»

1.3. Розкрій смуги

Для отримання заготовок розкрій смуги відбувається з відходом.

Тип розкрою – прямий. Приймаємо вирубування заготовок із смуг в штампі без наявності бокового притискача та з подачею її в робочу зону вручну.

З довідника [1, ст. 7, табл. 1] визначаємо значення перемичок для смуги товщиною листового матеріалу $s=1,0 \text{ мм}$ та для найбільшого розміру заготовки $A=93,2 \text{ мм}$:

$$a = 1,7 \text{ мм}; b = 1,2 \text{ мм}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ

Арк.
17

Згідно [1, ст. 27] якщо ж передбачається проектувати штамп з вільним переміщенням смуги між направляючими планками, то її ширина обчислюється за формулою:

$$B_{\Pi} = [A + 2 \cdot (a + \delta) + z_{\Pi} + \delta']_{-\delta} \quad (1.5)$$

де $A = 93,2$ мм – розмір деталі, що отримується (поперек смуги);

$a = 1,7$ мм – величина бічної перемички;

$\delta = 0,5$ мм – допуск на ширину смуги, нарізаної гільйотинними ножицями, при ширині смуги від 50 до 100 мм та товщині 1 мм [1, ст. 13, табл. 5];

$z_{\Pi} = 1,0$ мм – гарантований зазор між направляючими і найбільшою можливою шириною смуги при ширині смуги від 80 до 120 мм та товщині 1 мм [1, ст. 15, табл. 7];

$\delta' = 0,35$ мм – допуск на відстань між направляючими планками при ширині смуги від 80 до 120 мм [1, ст. 15, табл. 7].

Підставимо значення та отримаємо:

$$B_{\Pi} = [93,2 + 2 \cdot (1,7 + 0,5) + 1,0 + 0,35]_{-0,5} = 98,95_{-0,5} \text{ мм}$$

Приймаємо ширину $B_{\Pi} = 99_{-0,5}$ мм.

Розкрій смуги показано на рис. 1.6.

Виконуємо оцінку економічності розкрою за допомогою коефіцієнта розкрою:

$$K_p = \frac{f_{3r} \cdot n_p}{B \cdot T_p} \cdot 100\% \quad (1.6)$$

де f_{3r} – площа поверхні заготовки (включаючи дрібні невживані отвори);

$n_p = 1$ – кількість рядів розкрою;

$B = 99$ мм – ширина смуги;

$T_p = 131,2$ мм – крок вирубки (розкрою).

Визначимо площу поверхні заготовки, що включає дрібні невживані отвори, в програмі (рис.1.7):

$$f_{3r} = 2466,3 \text{ мм}^2$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

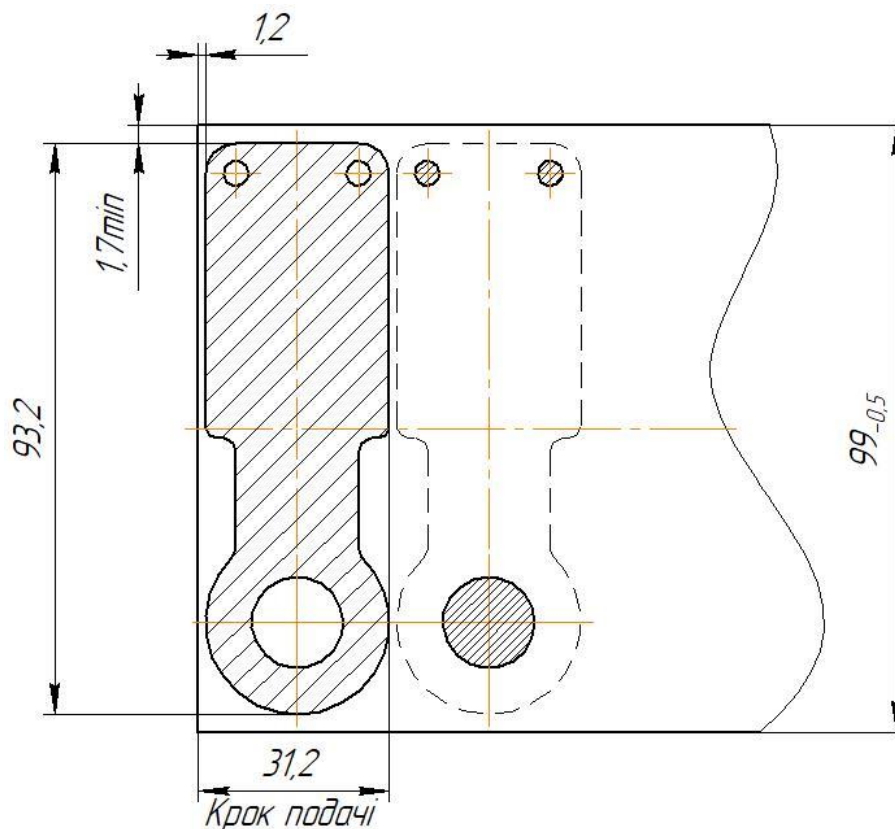


Рис.1.6. Розкрій смуги

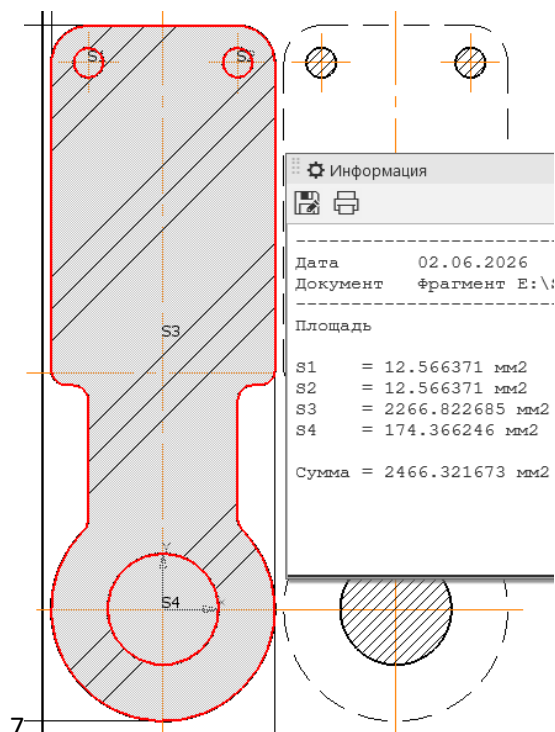


Рис.1.7. Площа поверхні заготовки, що включає дрібні невживані отвори

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Підставимо значення та отримаємо:

$$K_p = \frac{2466,3 \cdot 1}{99 \cdot 31,2} \cdot 100\% = 79,8 \%$$

По розрахованій ширині смуги визначаємо кількість смуг, що отримуються з листа із заданими розмірами, а по довжині смуги і кроку вирубки – кількість заготовок, що отримуються із смуги. Потім обчислюємо загальну кількість заготовок, що отримуються з листа, і визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_v = \frac{f_{\text{дет}} \cdot m}{C \cdot A} \cdot 100\% \quad (1.7)$$

де $f_{\text{дет}}$ – площа поверхні деталі (без отворів);

m – кількість деталей, що отримуються з листа;

C – ширина листа;

A – довжина листа.

Площу деталі показано на рис. 1.7 (площа S_3):

$$f_{\text{дет}} = 2266,8 \text{ мм}^2$$

Для розрізання листа на смуги приймаємо лист із розмірами 1000x2000 мм. Встановимо кількість заготовок, що можна отримати при розкрої листа вздовж та поперек.

Для визначення кількості заготовок із розкрою вздовж листа спочатку розраховуємо кількість смуг довжиною 2000 мм та шириною 99 мм, що можна отримати із нього:

$$n_{\text{см}} = \frac{1000}{99} = 10,1 = 10 \text{ смуг}$$

Тепер визначимо кількість заготовок, що можна отримати із смуги довжиною 2000 мм:

$$n_{\text{заг}} = \frac{2000 - 1,2}{31,2} = 64,1 = 64 \text{ заготовки із смуги}$$

Отже, кількість заготовок із листа:

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = n_{\text{см}} \cdot n_{\text{заг}} = 10 \cdot 64 = 640 \text{ заготовок із листа}$$

Для визначення кількості заготовок із розкрою поперек листа спочатку розраховуємо кількість смуг довжиною 1000 мм та шириною 99 мм, що можна отримати із нього:

$$n_{\text{см}} = \frac{2000}{99} = 20,2 = 20 \text{ смуг}$$

Тепер визначимо кількість заготовок, що можна отримати із смуги довжиною 1000 мм:

$$n_{\text{заг}} = \frac{1000 - 1,2}{31,2} = 32,01 = 32 \text{ заготовки із смуги}$$

Отже, кількість заготовок із листа:

$$n = n_{\text{см}} \cdot n_{\text{заг}} = 20 \cdot 32 = 640 \text{ заготовок із листа}$$

В обох випадках розкрою листа отримаємо однакову кількість заготовок – 640. Приймаємо розкрій листа поперек.

Тоді коефіцієнт використання матеріалу при штампуванні вихідних заготовок для деталі дорівнює:

$$K_{\text{в}} = \frac{2266,8 \cdot 640}{1000 \cdot 2000} \cdot 100\% = 72,5 \%$$

1.4. Визначення послідовності операцій

Приймаємо виготовлення деталі «Тримач» в наступній послідовності:

1. Різання листа на смуги.
2. Отримання вихідної заготовки в штампі для вирубування та пробивання.
3. Відборткування отвору.
4. Гнуття.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5. Розрахунок технологічних зусиль

1.5.1. Зусилля різання листа на смуги

Лист на смуги ріжемо гільйотинними ножицями, тому зусилля різання розраховуємо за формулою [2, ст. 10, табл. 2]:

$$P = \frac{s^2 \cdot \sigma_{зр}}{2 \cdot tg\varphi} \quad (1.8)$$

де тут $s = 1$ мм – товщина листа;

$\varphi = 5^\circ$ - кут нахилу ножа;

$\sigma_{зр} = 430$ МПа – опір сталі 30 на зріз [1, ст. 478, табл. 1].

Підставивши значення, зусилля різання листа на смуги дорівнює:

$$P = \frac{1^2 \cdot 430}{2 \cdot tg5^\circ} = 2457 \text{ Н}$$

Повне зусилля визначаємо збільшивши розрахункове значення зусилля на 30%:

$$P_{пов} = 1,3 \cdot P = 1,3 \cdot 2457 = 3194 \text{ Н}$$

Таким чином для різання листа товщиною 1 мм на смуги довжиною 1000 мм приймаємо гільйотинні ножиці моделі НД3312Г з номінальним зусиллям різання $P_{ном} = 22,4$ кН [4, ст. 172, табл. 41].

Технологічні характеристики НД3312Г:

- номінальне зусилля $P = 2,24$ тс (22,4 кН);
- найбільша товщина матеріалу $s = 1,6$ мм;
- найбільша ширина листа $B = 1600$ мм;
- кут нахилу ножа $\varphi = 0^\circ 50'$;
- хід ножа $h = 34$ мм.

Підставивши значення кута нахилу ножа у прийнятих ножицях, визначимо фактичне зусилля різання листа на смуги:

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{1^2 \cdot 430}{2 \cdot \operatorname{tg} 0^\circ 50'} = 14840 \text{ Н}$$

1.5.2. Зусилля вирубування-пробивання

Для технологічних операцій вирубування та пробивання зусилля розраховується за формулою [2, ст. 16]:

$$P = L \cdot s \cdot \sigma_{\text{зр}} \quad (1.9)$$

де L – периметр контуру, який вирубується чи пробивається;

s – товщина матеріалу, який вирубується чи пробивається;

$\sigma_{\text{зр}}$ – опір зрізу матеріалу, який вирубується чи пробивається.

В нашому випадку заготовка деталі «Тримач» має товщину $s = 1$ мм. Для сталі 30 $\sigma_{\text{зр}} = 430$ МПа.

Для визначення зусилля пробивання отвору діаметром 4 мм визначимо значення опору матеріалу на зріз за [2, ст. 17, табл. 3]. Для отвору діаметром $d = 4 \leq (5 \div 2,5)s = (5 \div 2,5) \cdot 1 = 2,5 \div 5$ мм $\sigma_{\text{зр}} = \sigma_{\text{В}} = 600$ МПа.

Зусилля пробивання круглих отворів діаметром 4 мм:

$$P_{\text{проб1}} = P_{\text{проб2}} = \pi \cdot d \cdot 1 \cdot 600 = \pi \cdot 4 \cdot 1 \cdot 600 = 7536 \text{ Н}$$

Зусилля пробивання отвору діаметром 14,9 мм:

$$P_{\text{проб3}} = L \cdot s \cdot \sigma_{\text{зр}} = \pi \cdot d \cdot 1 \cdot 430 = \pi \cdot 14,9 \cdot 1 \cdot 430 = 20118 \text{ Н}$$

Знайдемо тепер зусилля вирубування зовнішнього контуру заготовки. Периметр контуру, який вирубується визначимо в програмі (рис. 1.8):

$$L_{\text{вир}} = 238,5 \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

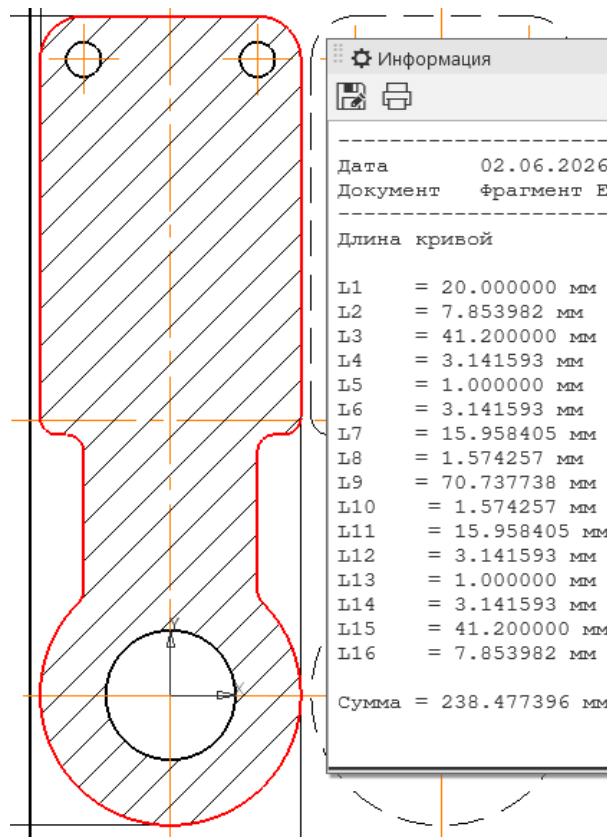


Рис.1.12. Периметр контуру, що вирубється

Тоді зусилля вирубання буде:

$$P_{\text{вир}} = 238,5 \cdot 1 \cdot 430 = 102555 \text{ Н}$$

Загальне зусилля операцій вирубання та пробивання:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{вир}} + 2 \cdot P_{\text{проб1}} + P_{\text{проб3}} = 102555 + 2 \cdot 7536 + 20118 = 137745 \text{ Н}$$

Зусилля для преса визначаємо збільшивши розраховане загальне зусилля на 30%:

$$P_{\text{пр}} = 1,3P_{\text{заг}} = 1,3 \cdot 137745 = 179069 \text{ Н} \approx 179 \text{ кН}$$

По зусиллю попередньо приймаємо однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі КД2124 зусиллям 250 кН [5, ст. 28].

1.5.3. Зусилля відборткування

Відборткування деталі виконуємо в штампі із притисканням заготовки до матриці. Загальне зусилля тоді складається із зусилля технологічної операції відборткування $P_{\text{відб}}$ та зусилля притискання $P_{\text{прит}}$.

Зусилля для відборткування круглих отворів визначається за формулою:

$$P_{\text{відб}} = 1,1 \cdot \pi \cdot s \cdot \sigma_B \cdot (D_0 - d_0) \quad (1.8)$$

де $\sigma_B = 600$ МПа, $D_0 = 19$ мм, $d_0 = 14,9$ мм.

Тоді:

$$P_{\text{відб}} = 1,1 \cdot \pi \cdot s \cdot \sigma_B \cdot (D_0 - d_0) = 1,1 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 600 \cdot (19 - 14,9) = 8497 \text{ Н}$$

Зусилля притискання за рекомендаціями довідника [1, ст. 323] визначаємо, як 60 % від зусилля притискання, що виникає при витягуванні [1, ст. 247] при таких же умовах за наступною формулою:

$$P_{\text{прит}} = 0,6 \cdot q_{\text{прит}} \cdot F_{\text{прит}}$$

де $q_{\text{прит}}$ – граничне зусилля притискання [1, ст. 248, табл. 12];

$F_{\text{прит}}$ – площа частини заготовки, яка притискається притискачем до матриці.

Згідно довідника [1, ст. 248, табл. 12] при $s > 0,5$ мм для м'якої сталі $q_{\text{прит}} = 2 \text{ Н/мм}^2$.

При цьому врахуємо, що рекомендується притискати частину $D_{\text{прит}} = D_{\text{вн}} + 10r_m = 18 + 10 \cdot 0,5 = 23$ мм. Приймаємо притискання по діаметру 30 мм.

Тоді, площа частини заготовки, яка притискається встановлена в програмі (див. рис. 1.13) – $F_{\text{прит}} = 360,5 \text{ мм}^2$.

Зусилля притискання заготовки при відборткуванні:

$$P_{\text{прит}} = 0,6 \cdot 2 \cdot 360,5 = 433 \text{ Н}$$

Загальне зусилля тоді становить:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{відб}} + P_{\text{прит}} = 8497 + 433 = 8930 \text{ Н} \approx 9 \text{ кН}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля, за яким виконуємо вибір пресу для встановлення штампу для відбортування визначаємо збільшивши на 30% розраховане загальне зусилля:

$$P_{\text{пр}} = 1,3 \cdot P_{\text{заг}} = 1,3 \cdot 9 \approx 11,7 \text{ кН}$$

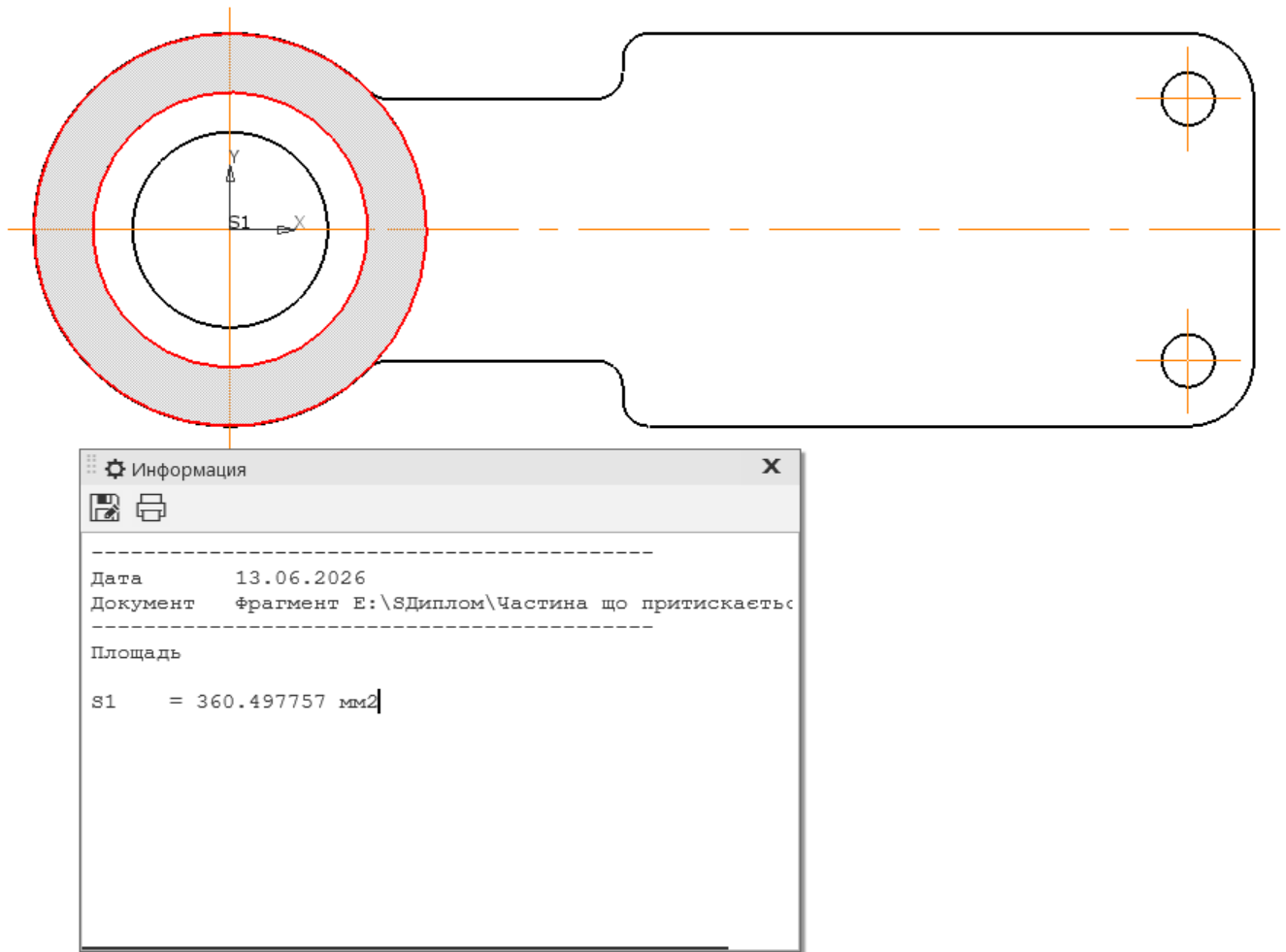


Рис. 1.12. Площа частини заготовки деталі, що притискається до матриці при відбортуванні.

По зусиллю попередньо приймаємо однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі К2114 зусиллям 25 кН [5, ст. 28].

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.4. Зусилля гнуття

Зусилля гнуття розраховується по формулі [1, ст. 211]:

$$P_{\text{гн}} = B_{\text{г}} \cdot s \cdot K_{\text{г}} \cdot \sigma_B \quad (1.9)$$

Товщина матеріалу $s = 1$ мм.

Для сталі 30 границя міцності становить $\sigma_B = 600$ МПа.

Коефіцієнт $K_{\text{г}}$, що залежить від відносного радіуса гнуття при $\frac{r}{s} = \frac{1}{1} = 1$ [1, ст. 212, табл. 2]:

$$K_{\text{г}} = 0,43$$

Довжина лінії згину при гнутті:

$$B_{\text{г}} = 30 \text{ мм}$$

Підставляємо та отримуємо зусилля гнуття:

$$P_{\text{гн}} = 30 \cdot 1 \cdot 0,43 \cdot 600 = 7740 \text{ Н}$$

Зусилля пресу приймаємо на 30% більшим:

$$P_{\text{пр}} = 1,3 \cdot P_{\text{гн}} = 1,3 \cdot 7740 = 10062 \approx 10 \text{ кН}$$

По зусиллю преса попередньо обираємо прес моделі К2114 зусиллям 25 кН [5, ст. 28].

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Штамп послідовної дії для вирубання та пробивання (ДП.АТз21.02.100.00 СК)

2.1.1. Конструювання матриці.

Форма матриці визначається формою та розмірами деталі, що штампується. Розміри прямокутної матриці (орієнтовно) визначають виходячи з розмірів її робочої зони [1, ст. 74]. Робоча зона в нашому випадку показана на рис. 2.1.

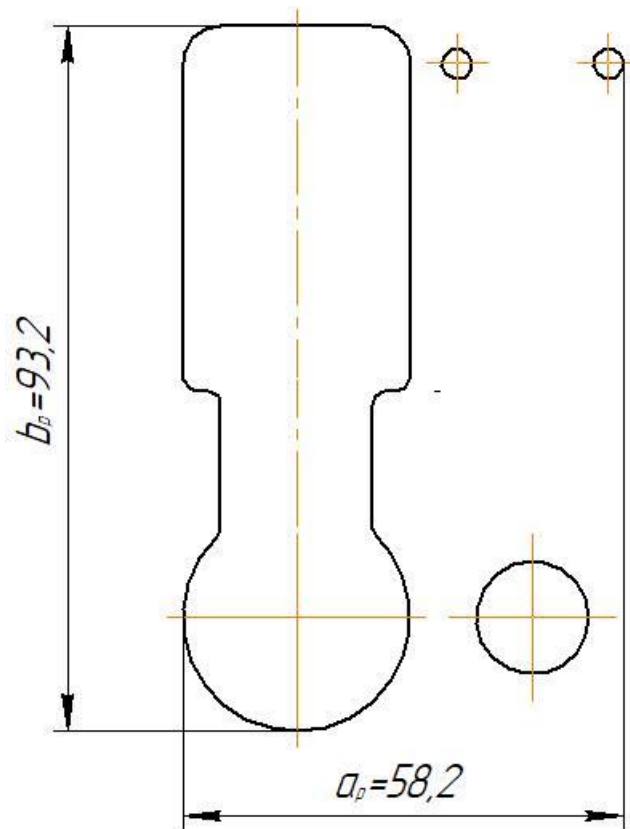


Рис.2.1. Розміри робочої зони матриці для вирубання та пробивання

Товщину матриці спочатку розраховуємо за формулою [1, ст. 76]:

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

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

де $s = 1,0$ мм – товщина матеріалу;

$K_M = 1,3$ – коефіцієнт для σ_B від 500 до 1000 МПа (межа міцності сталі 30 – $\sigma_B = 600$ МПа) [1, ст. 76];

$a_p = 58,2$ мм та $b_p = 93,2$ мм – розміри робочої зони матриці (рис. 2.1).

Підставляємо та розраховуємо:

$$H_M = 1 + 1,3 \cdot \sqrt{58,2 + 93,2} + 7 = 24 \text{ мм}$$

Додатково за формулою (2.2) перевіримо достатність товщини матриці по технологічному зусиллю операції P (в кН) [1, ст. 79]:

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

Загальне зусилля в штампі для вирубування та пробивання, яке порахували в п. 1.5.2:

$$P = 137745 \approx 138 \text{ кН}$$

Підставляємо:

$$H_M = \sqrt[3]{100 \cdot 138} = 24 \text{ мм}$$

За розрахованими значеннями обираємо найближче більше значення товщини матриці із ряду чисел в [1, ст. 79]:

$$H_M = 25 \text{ мм}$$

Користуючись схемою [1, ст. 78, рис. 9] визначимо габаритні розміри матриці. Матрицю для вирубування та пробивання приймаємо із сталі У10А ГОСТ 1435-99. Тоді, із таблиці та схеми для визначення габаритів матриці вказано, що найменша відстань e_6 від краю матриці до країв робочої зони повинна бути:

$$e_6 = 2 \cdot H_M = 2 \cdot 25 = 50 \text{ мм}$$

Габаритні розміри матриці тоді:

$$A_M = a_p + 2 \cdot e_6 = 58,2 + 2 \cdot 50 = 158,2 \text{ мм}$$

$$B_M = b_p + 2 \cdot e_6 = 93,2 + 2 \cdot 50 = 193,2 \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо для штампу для вирубівання та пробивання матрицю габаритами $A_M = 160$ мм, $B_M = 195$ мм та товщиною $H_M = 25$ мм.

Діаметри гвинтів та штифтів і їх координати розташування визначаємо із [1, ст. 77, табл. 18, 19]:

- діаметри гвинтів M10 та штифтів 10 мм ;
- найменші значення координат отворів під гвинти та штифти в залежності від їх діаметрів – $e_1 = 12,5$ мм, $e_2 = 20$ мм та $e_7 = 1,4 \cdot d_{o.v.} = 1,4 \cdot (d_{в.} + 1) = 1,4 \cdot (10 + 1) = 15,4$ мм (приймаємо 16 мм).

Форму та розміри робочих отворів матриці вибираємо з [1, ст.81, табл. 22].

Для вирубівання фігурного контуру рекомендується приймати тип отвору, який показано на рис. 2.2 (а). Для отворів під пробивання рекомендується приймати тип отвору, який показано на рис. 2.2 (б).

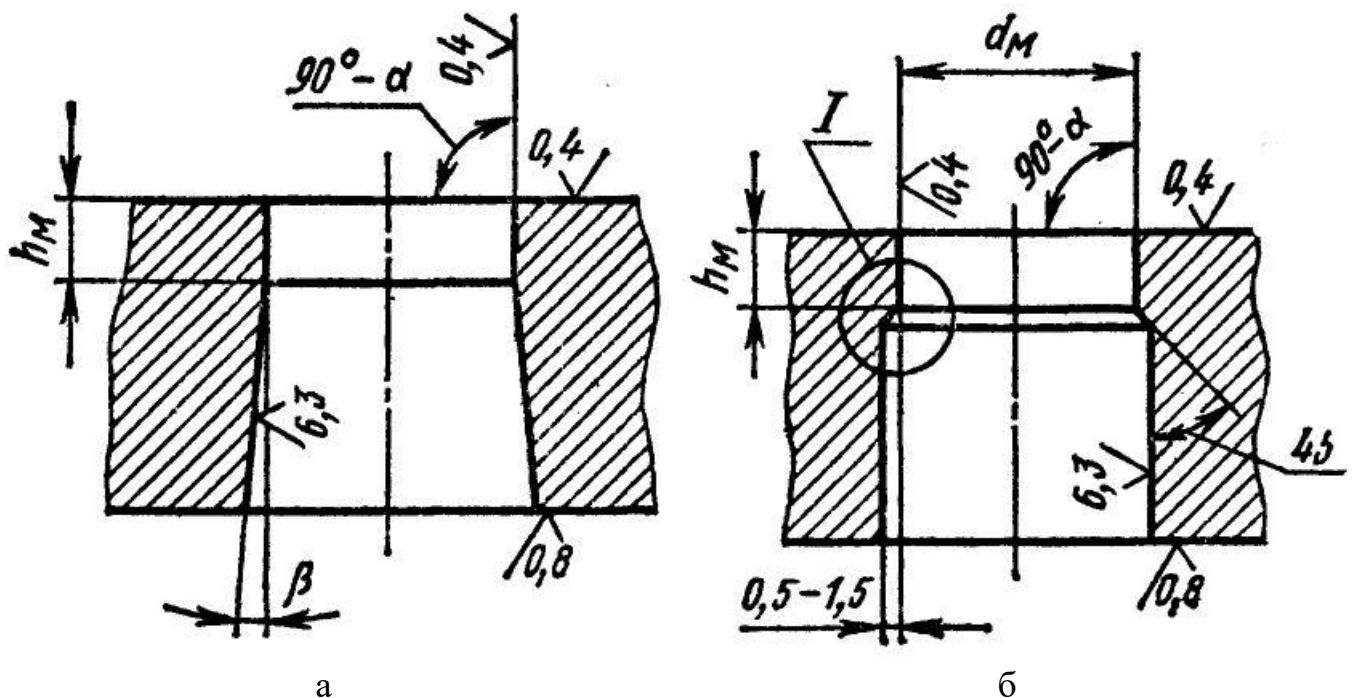


Рис.2.2. Типи отворів в матриці: під вирубівання (а) та пробивання (б)

Приймаємо $h_M = 8$ мм, $\alpha = 20'$ та $\beta = 2^\circ$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ

Арк.

30

2.1.2. Виконавчі розміри матриці та пуансонів.

Розраховуємо виконавчі розміри інструментів для пробивання отворів Ø4 мм та отвору Ø14,9 мм. Розмір зменшується після зношування інструментів.

Приймаємо виготовлення пуансонів та матриць роздільним. Тоді для операції пробивання виконавчі розміри пуансона $L_{\text{п}}$ та матриці $L_{\text{м}}$ розраховуємо за наступними формулами [1, ст. 62, табл. 12]:

$$L_{\text{п}} = (L_{\text{н}} + \Pi_{\text{и}})_{-\delta_{\text{п}}} \quad (2.3)$$

$$L_{\text{м}} = (L_{\text{н}} + \Pi_{\text{и}} + z)^{+\delta_{\text{м}}} \quad (2.4)$$

де $L_{\text{н}}$ – номінальний розмір;

$\Pi_{\text{и}}$ – припуск на зношування інструментів;

z – двосторонній зазор між інструментами (пуансоном та матрицею);

$\delta_{\text{п}}$ та $\delta_{\text{м}}$ – граничні відхилення інструментів (пуансона та матриці) при їх роздільному виготовленні.

Для операції вирубування виконавчі розміри матриці $L_{\text{м}}$ та пуансона $L_{\text{п}}$ розраховуємо за наступними формулами [1, ст. 62, табл. 12]:

$$L_{\text{м}} = (L_{\text{н}} - \Pi_{\text{и}})^{+\delta_{\text{м}}} \quad (2.5)$$

$$L_{\text{п}} = (L_{\text{н}} - \Pi_{\text{и}} - z)_{-\delta_{\text{п}}} \quad (2.6)$$

З [1, ст. 67, табл. 14] визначаємо, що при штампуванні товщини матеріалу 1 мм із сталі 30 ($\sigma_{\text{зр}} = 430$ МПа) двосторонній зазор між пуансоном та матрицею та допуск на нього:

$$z = 0,06 \text{ мм}; \Delta z = +0,02 \text{ мм}$$

Розраховуємо виконавчі розміри інструментів для пробивання отворів Ø4 мм. Для розміру $L_{\text{н}} = \text{Ø}4\text{H}14^{(+0,3)}$ мм припуск на зношування по 14-му квалітету згідно [1, ст. 65, табл. 13]: $\Pi_{\text{и}} = 0,25$ мм. Встановлюємо, що для розміру $L_{\text{н}} = \text{Ø}4\text{H}14^{(+0,3)}$ мм при вирубуванні-пробиванні товщини матеріалу 1,0 мм граничні відхилення пуансона та матриці [1, ст. 71, табл. 13]: $\delta_{\text{п}} = -0,008$ мм та $\delta_{\text{м}} = +0,012$ мм.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, виконавчі розміри пуансона та матриці для розміру $L_H = \emptyset 4H14^{(+0,3)}$ мм:

$$L_{\Pi} = (\emptyset 4 + 0,25)_{-0,008} = \emptyset 4,25_{-0,008} \text{ мм}$$

$$L_M = (\emptyset 4 + 0,25 + 0,06)^{+0,012} = \emptyset 4,31^{+0,012} \text{ мм}$$

Розраховуємо виконавчі розміри інструментів для пробивання отвору $\emptyset 14,9$ мм. Для розміру $L_H = \emptyset 14,9H14^{(+0,43)}$ мм припуск на зношування по 14-му квалітету згідно [1, ст. 65, табл. 13]: $\Pi_{\Pi} = 0,35$ мм. Встановлюємо, що для розміру $L_H = \emptyset 14,9H14^{(+0,43)}$ мм при вирубіванні-пробиванні товщини матеріалу 1,0 мм граничні відхилення пуансона та матриці [1, ст. 71, табл. 13]: $\delta_{\Pi} = -0,008$ мм та $\delta_M = +0,011$ мм.

Отже, виконавчі розміри пуансона та матриці для розміру $L_H = \emptyset 14,9H14^{(+0,43)}$ мм:

$$L_{\Pi} = (\emptyset 14,9 + 0,35)_{-0,008} = \emptyset 15,25_{-0,008} \text{ мм}$$

$$L_M = (\emptyset 14,9 + 0,35 + 0,06)^{+0,011} = \emptyset 15,31^{+0,011} \text{ мм}$$

Далі розрахуємо виконавчі розміри інструментів для вирубівання заготовки. Вирубіванням отримуються розміри $L_H = R2h14_{(-0,25)}$ мм, $L_H = R5h14_{(-0,3)}$ мм, $L_H = 20h14_{(-0,52)}$ мм, $L_H = \emptyset 30h14_{(-0,52)}$ мм, $L_H = 30h14_{(-0,52)}$ мм, $L_H = 48,2h14_{(-0,62)}$ мм та $L_H = 93,2h14_{(-0,87)}$ мм. Розміри збільшуються після зношування інструментів.

Припуски на зношування для розмірів вибираємо з [1, ст. 65, табл. 13] по 14 квалітету:

- $L_H = R2h14_{(-0,25)}$ мм – $\Pi_{\Pi} = 0,21$ мм;
- $L_H = R5h14_{(-0,3)}$ мм – $\Pi_{\Pi} = 0,25$ мм;
- $L_H = 20h14_{(-0,52)}$ мм, $L_H = \emptyset 30h14_{(-0,52)}$ мм та $L_H = 30h14_{(-0,52)}$ мм – $\Pi_{\Pi} = 0,40$ мм;
- $L_H = 48,2h14_{(-0,62)}$ мм – $\Pi_{\Pi} = 0,50$ мм;

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- $L_H = 93,2h14_{(-0,87)} \text{ мм} - \Pi_H = 0,70 \text{ мм}.$

Граничні відхилення пуансону та матриці для розмірів вибираємо з [1, ст. 71, табл. 13] для товщини матеріалу 1 мм:

- $L_H = R2h14_{(-0,25)} \text{ мм} - \delta_M = +0,014 \text{ мм}$ та $\delta_\Pi = -0,006 \text{ мм};$
- $L_H = R5h14_{(-0,3)} \text{ мм} - \delta_M = +0,012 \text{ мм}$ та $\delta_\Pi = -0,008 \text{ мм};$
- $L_H = 20h14_{(-0,52)} \text{ мм}, L_H = \emptyset 30h14_{(-0,52)} \text{ мм}$ та $L_H = 30h14_{(-0,52)} \text{ мм} - \delta_M = +0,013 \text{ мм}$ та $\delta_\Pi = -0,009 \text{ мм};$
- $L_H = 48,2h14_{(-0,62)} \text{ мм} - \delta_M = +0,016 \text{ мм}$ та $\delta_\Pi = -0,007 \text{ мм};$
- $L_H = 93,2h14_{(-0,87)} \text{ мм} - \delta_M = +0,010 \text{ мм}$ та $\delta_\Pi = -0,008 \text{ мм}.$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = R2h14_{(-0,25)} \text{ мм}:$

$$L_M = (R2 - 0,21)^{\frac{+0,014}{2}} = R1,79^{+0,07} \text{ мм}$$

$$L_\Pi = \left(R2 - 0,21 - \frac{0,06}{2} \right)_{\frac{-0,006}{2}} = R1,76_{-0,003} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = R5h14_{(-0,3)} \text{ мм}:$

$$L_M = (R5 - 0,3)^{\frac{+0,012}{2}} = R4,7^{+0,06} \text{ мм}$$

$$L_\Pi = \left(R5 - 0,3 - \frac{0,06}{2} \right)_{\frac{-0,008}{2}} = R4,67_{-0,004} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = 20h14_{(-0,52)} \text{ мм}:$

$$L_M = (20 - 0,4)^{+0,013} = 19,6^{+0,013} \text{ мм}$$

$$L_\Pi = (20 - 0,4 - 0,06)_{-0,009} = 19,54_{-0,009} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = \emptyset 30h14_{(-0,52)} \text{ мм}:$

$$L_M = (\emptyset 30 - 0,4)^{+0,013} = \emptyset 29,6^{+0,013} \text{ мм}$$

$$L_\Pi = (\emptyset 30 - 0,4 - 0,06)_{-0,009} = \emptyset 29,54_{-0,009} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_H = 30h14_{(-0,52)} \text{ мм}:$

$$L_M = (30 - 0,4)^{+0,013} = 29,6^{+0,013} \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\Pi} = (30 - 0,4 - 0,06)_{-0,009} = 29,54_{-0,009} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_{\text{н}} = 48,2h14_{(-0,62)} \text{ мм}$:

$$L_{\text{м}} = (48,2 - 0,5)^{+0,016} = 47,7^{+0,016} \text{ мм}$$

$$L_{\Pi} = (48,2 - 0,5 - 0,06)_{-0,007} = 47,64_{-0,007} \text{ мм}$$

Виконавчі розміри матриці та пуансона для розміру $L_{\text{н}} = 93,2h14_{(-0,87)} \text{ мм}$:

$$L_{\text{м}} = (93,2 - 0,7)^{+0,010} = 92,5^{+0,010} \text{ мм}$$

$$L_{\Pi} = (93,2 - 0,7 - 0,06)_{-0,008} = 92,44_{-0,008} \text{ мм}$$

2.1.3. Вибір та розрахунок інших деталей штампа.

Направляючі планки робимо виступаючими на величину $f = (0,2 \div 0,4)L_c = (0,2 \div 0,4) \cdot 160 = (32 \div 64) \text{ мм}$ [1, ст. 121]. Приймаємо $f = 50 \text{ мм}$. Тоді довжина планок буде $L_c + f = 160 + 50 = 210 \text{ мм}$. Ширина опорної планки за [1, ст. 121] $f' = (0,5 \div 1,0) \cdot f = (0,5 \div 1,0) \cdot 50 = 25 \div 50 \text{ мм}$. Приймаємо $f' = 50 \text{ мм}$. Довжина західних фасок направляючих планок за [1, ст. 121] $u = (0,2 \div 0,4) \cdot f = (0,2 \div 0,4) \cdot 50 = 10 \div 20 \text{ мм}$. Приймаємо $u = 15 \text{ мм}$.

При товщині матеріалу, що вирубується-пробивається $s = 1 \text{ мм}$ та довжині направляючих планок більше 200 мм приймаємо із довідника рекомендовану товщину планок – 8 мм [1, ст. 108, табл. 27].

Відстань між направляючими планками $B_{\text{пл}}$ визначимо за формулою [1, ст. 118]:

$$B_{\text{пл}} = (B_{\text{п}}^{\text{ном}} + z_{\text{н}})^{+\delta'} \quad (2.7)$$

де $B_{\text{п}}^{\text{ном}} = B_{\text{п}} = 99 \text{ мм}$ – ширина смуги (див. п. 1.4);

$z_{\text{н}} = 1,0 \text{ мм}$ – гарантований зазор між направляючими і найбільшою можливою шириною смуги (див. п. 1.4);

$\delta' = 0,35 \text{ мм}$ – допуск на відстань між направляючими планками (див. п. 1.4).

Тоді, відстань між направляючими планками буде:

$$B_{\text{пл}} = (99 + 1,0)^{+0,35} = 100^{+0,35} \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При товщині матеріалу, що вирубується-пробивається $s = 1,0$ мм приймаємо із довідника рекомендовану висоту шляпки грибкового упору, який виконується по ГОСТ 18743-80 – $h_y = 2$ мм [1, ст. 108, табл. 27]. Виконання упору – 1. Позначення в ГОСТі – 1050-0837. Інші розміри: $D = 8h11$ мм, $d = 4n6$ мм, $H = 10$ мм, $c = 0,6$ мм.

Використовуємо в штампі для обмеження подачі смуги на першій позиції стандартний разовий упор (рис. 2.3). Його розміри вибираємо в залежності від товщини направляючих планок по ГОСТ 18741-80.

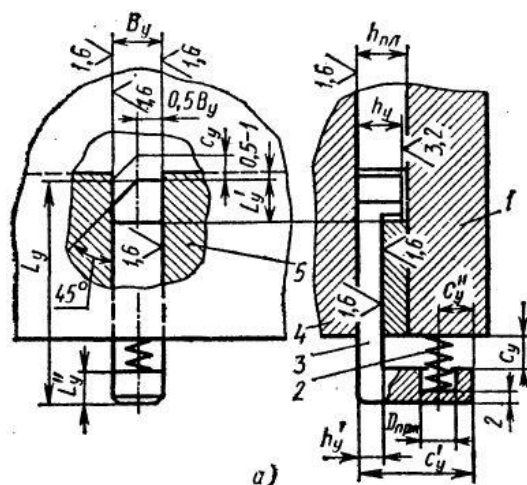


Рис. 2.3. Схема разового упора.

Товщину знімача визначаємо в залежності від товщини матриці за формулою:

$$H_{зн} = 0,8 \cdot H_m = 0,8 \cdot 25 = 20 \text{ мм}$$

Знімач містить в собі отвори під головки гвинтів $M10$ $D_{o.b.} = D_b. + 2 = 16 + 2 = 18$ мм та отвори під гвинти $d_{o.b.} = d_b. + 1 = 10 + 1 = 11$ мм [1, ст. 78, рис. 9,б]. Також в знімачі виконуємо збільшені отвори для пуансонів із двостороннім зазором, який з [1, ст. 113, табл. 28] має бути для $\sigma_{зр} = 430$ МПа та товщини 1 мм не більше:

$$z_c = 1,08 \text{ мм (приймаємо } z_c = 1,0 \text{ мм)}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщину пуансонотримача визначаємо як довжину посадочної частини для нестійких пуансонів (в яких відношення діаметра посадочної частини до довжини пуансона $\frac{D}{L} < 0,5$) за співвідношенням [6, ст. 50]:

$$H_{\text{пт}} = (0,25 - 0,4)L \quad (2.8)$$

L – загальна довжина пуансона, яка складається із товщин пуансонотримача $H_{\text{пт}}$, знімача $H_{\text{зн}}$, направляючих планок $H_{\text{нп}}$ та зазору між знімачем та пуансонотримачем H_3 , а також із відстані, на яку він заходить в матрицю. За рекомендаціями [1, ст. 114, рис.20] ця відстань повинна бути $(0,2 - 0,5)s = (0,2 \div 0,5) \cdot 1 = 0,2 \div 0,5$ мм. Приймаємо зазор $H_3 = 20$ мм та глибину заходу пуансона в матрицю 0,5 мм.

$$L = H_{\text{пт}} + H_{\text{зн}} + H_{\text{нп}} + H_3 + 0,5s$$

$$(2,5 \dots 4)H_{\text{пт}} = H_{\text{пт}} + H_{\text{зн}} + H_{\text{нп}} + H_3 + 0,5s$$

$$(1,5 \dots 3)H_{\text{пт}} = H_{\text{зн}} + H_{\text{нп}} + H_3 + 0,5s = 20 + 8 + 20 + 0,5 = 48,5 \text{ мм}$$

Тоді, товщина пуансонотримача:

$$H_{\text{пт}} = \frac{48,5}{(1,5 \dots 3)} = (16,2 \dots 32,3) \text{ мм}$$

Приймаємо товщину пуансонотримача $H_{\text{пт}} = 25$ мм.

Тоді висота пуансона:

$$L = H_{\text{зн}} + H_{\text{нп}} + H_3 + H_{\text{пт}} + 0,5s = 20 + 8 + 20 + 25 + 0,5 = 73,5 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину пуансону для пробивання $L = 75$ мм і проектуємо по схемі на рис. 2.4 із ГОСТ 16621-80.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

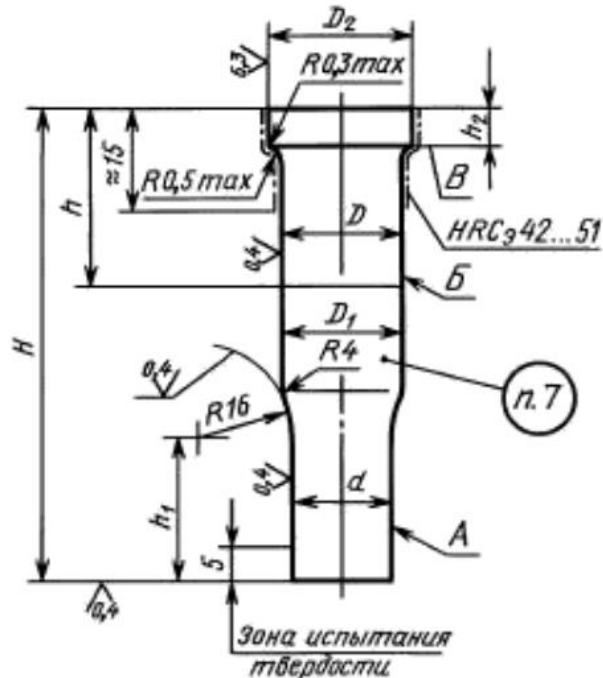


Рис. 2.4. Схема пуансона для пробивання.

Розміри пуансону вибираємо в залежності від $L_{\text{п}} = \varnothing 4,25_{-0,008}^{\text{мм}}$. Із врахуванням прийнятої висоти пуансона $L = 75$ мм приймаємо інші розміри для пуансона із позначенням 1141-2075 довжиною $H = 75$ мм. Інші значення по рис. 2.4: $D = 6,3\text{п}6$, $D_1 = 6,3\text{п}12$, $D_2 = 10$, $h = 28$ мм, $h_1 = 14$ мм, $h_2 = 6$ мм.

Для ступінчастого пробивного пуансону для пробивання отвору $\varnothing 4$ мм отвір в знімачі варто також робити ступінчастим [1, ст. 114, рис.20]. При цьому висоту E потрібно приймати із умови:

$$E \leq h_{\text{п}} - h_{\text{пл}} - 0,5s - \Delta_{\text{п.п.}}$$

де $h_{\text{п}} = h_1 = 14$ мм, $h_{\text{пл}} = 8$ мм, $s = 1$ мм, $\Delta_{\text{п.п.}} = 2 \div 4$ мм – припуск на перешліфовку пуансона (приймаємо $\Delta_{\text{п.п.}} = 2$ мм).

Тоді:

$$E \leq 14 - 8 - 0,5 \cdot 1 - 2 = 3,5 \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

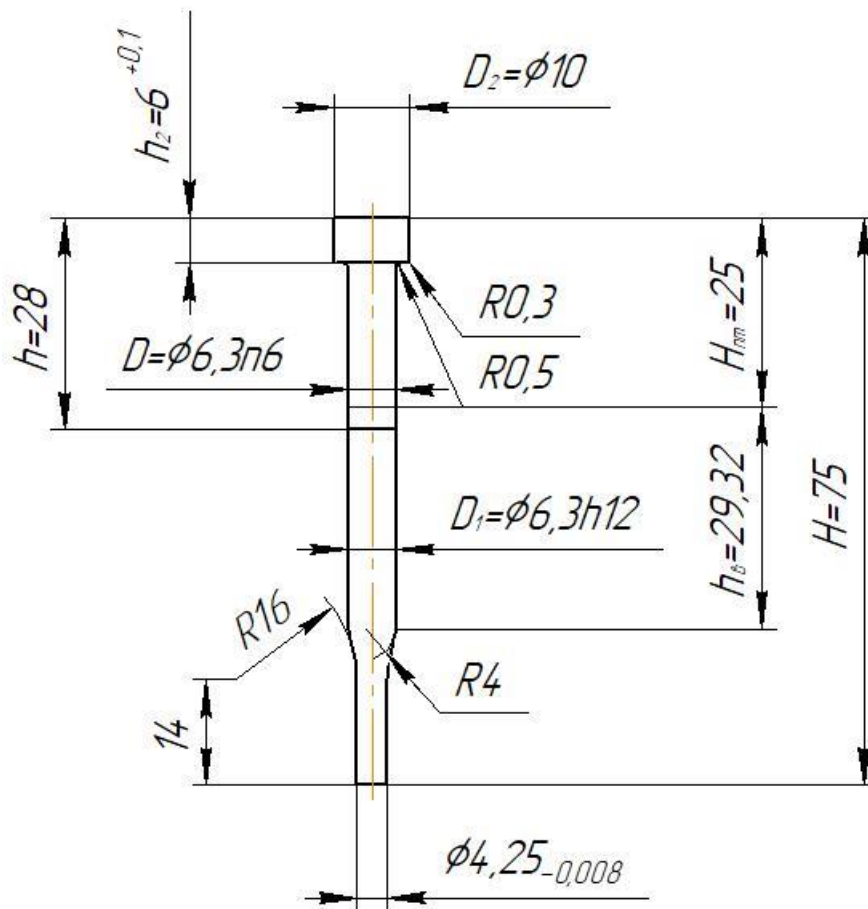


Рис.2.5. Пуансон для пробивання отворів Ø4 мм.

Також спроектуємо по ГОСТ 16621-80 пуансон для пробивання отвору Ø14,9 мм. Розміри пуансону вибираємо в залежності від $L_{\text{п}} = \text{Ø}15,25_{-0,008}$ мм. Із врахуванням прийнятої висоти пуансона $L = 75$ мм приймаємо інші розміри для пуансона із позначенням 1141-2271 довжиною $H = 75$ мм. Інші значення по рис. 2.4: $D = 18n6$, $D_1 = 18h12$, $D_2 = 22$, $h = 28$ мм, $h_1 = 22$ мм, $h_2 = 6$ мм.

Для ступінчастого пробивного пуансону для пробивання отвору Ø14,9 мм отвір в знімачі варто також робити ступінчастим [1, ст. 114, рис.20]. При цьому висоту E потрібно приймати із умови:

$$E \leq h_{\text{п}} - h_{\text{пл}} - 0,5s - \Delta_{\text{п.п.}}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

де $h_{\text{п}} = h_1 = 14 \text{ мм}$, $h_{\text{пл}} = 8 \text{ мм}$, $s = 1 \text{ мм}$, $\Delta_{\text{п.п.}} = 2 \div 4 \text{ мм}$ – припуск на перешліфовку пуансона (приймаємо $\Delta_{\text{п.п.}} = 2 \text{ мм}$).

Тоді:

$$E \leq 22 - 8 - 0,5 \cdot 1 - 2 = 11,5 \text{ мм}$$

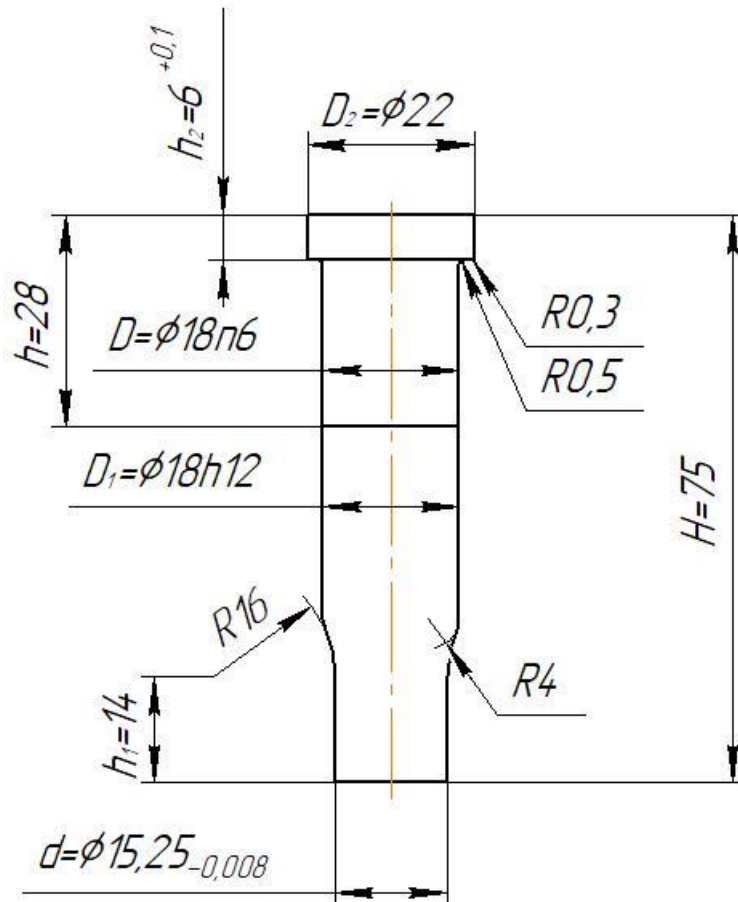


Рис.2.6. Пуансон для пробивання отвору Ø14,9 мм.

Пуансони для пробивання отворів Ø4 мм перевіряємо на стискування по формулі [3, ст. 57]:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{\text{ст}} \quad (2.9)$$

де $P = 7536 \text{ Н}$ – зусилля докладене до пуансона (п. 1.5.2); $F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4,25^2}{4} = 14,18 \text{ мм}^2$ – найменша площа поперечного перетину пуансона ($d = 4,25 \text{ мм}$ –

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

виконавчий діаметр пуансона); $[\sigma]_{\text{ст}}$ – допустимі напруження на стискання; для інструментальної сталі У10А $[\sigma]_{\text{ст}} = 1600$ МПа [1, ст.103].

В результаті отримаємо,

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{7536}{14,18} = 531,5 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{\text{ст}} = 1600 \text{ МПа}$$

З цього виходить, що умова на стиск виконується.

Пробивні пуансони перевіримо на повздовжній згин по формулі [3, ст. 57]:

$$l \leq \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{n \cdot P_{\text{пр}}}} \quad (2.10)$$

де $n = 2$ – прийнятий коефіцієнт запасу для загартованої сталі; $P = 7536$ Н – зусилля, що прикладене до пуансона; $E = 2,1 \cdot 10^5$ Па – модуль Юнга для сталі; момент інерції J визначаємо за формулою:

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 4,25^4}{64} = 16,01 \text{ мм}^4$$

Таким чином, отримаємо:

$$\sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{n \cdot P_{\text{пр}}}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 16,01}{2 \cdot 7536}} = 46,9 \text{ мм}$$

Це означає, що довжина частини пуансона діаметром 4,25 мм $h_1 = 14 \text{ мм} < 46,9 \text{ мм}$ є меншою за допустиму. Тому, умова виконується.

Проведемо перевірку на подовжній згин для частини пуансона діаметром 6,3 мм. Момент інерції:

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 6,3^4}{64} = 77,29 \text{ мм}^4$$

Таким чином, отримаємо:

$$\sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{n \cdot P_{\text{пр}}}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 77,29}{2 \cdot 7536}} = 103 \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина вільної частини пуансона діаметром 6,3 мм (рис. 2.5) $h_b = 29,32 \text{ мм} < 103 \text{ мм}$ є меншою за допустиму. Тому, умова виконується.

Перевіримо опорну поверхню пробивного пуансона на зминання по формулі [3, ст. 57]:

$$\sigma_{зм} = \frac{P_{пр}}{F_k} \leq [\sigma]_{ст} \quad (2.11)$$

тут $F_k = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ мм}^2$ - площа контакту опорної поверхні пуансона;
 $[\sigma]_{ст} = 80 \dots 90 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на зминання верхньої плити штампу, яка виготовлена із чавуну; зусилля пуансона $P_{пр} = 7536 \text{ Н}$.

Тоді:

$$\sigma_{зм} = \frac{7536}{78,5} = 96 \text{ МПа} > [\sigma]_{ст} = 90 \text{ МПа}$$

Умова не виконується. Використовуємо стальну підкладну плитку між пуансонотримачем і верхньою плитою, яку вибираємо товщиною $H_{пп} = 8 \text{ мм}$ із ГОСТ 15861-81 (ст. 59) як для пакета розміром 160x200 мм.

Для штамтів розділювальних операцій використовують фіксатори, що встановлюються в пуансоні для забезпечення центрування контуру вирубівання відносно раніше пробитого отвору [1, ст. 130]. Використовуємо фіксатор по отвору $\varnothing 14,9 \text{ мм}$.

Виконавчий розмір фіксатора d_ϕ визначаємо за формулою [1, ст. 107]:

$$d_\phi = (d_{п} - \delta_{п}) - \frac{\delta_{п}}{2} \quad (2.12)$$

де $d_{п} = L_{п} = \varnothing 15,25_{-0,008} \text{ мм}$ – номінальне значення виконавчого пуансону для пробивання отвору; $\delta_{п} = 0,008 \text{ мм}$ – допуск на розмір пуансона.

Тоді виконавчий розмір фіксатора:

$$d_\phi = (\varnothing 15,25 - 0,008) - \frac{0,008}{2} = \varnothing 15,242_{-0,04} \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо фіксатор із різьбовим отвором (рис. 2.7) по ГОСТ 18770-80 для отворів діаметром від 10 до 18 мм [1, ст. 137, рис. 37, в]. Вибираємо розміри фіксатора, що показані на рис. 2.7 по табл. 46 із [1, ст. 139] в залежності від діаметра його робочої частини d_ϕ . Для $d_\phi = \emptyset 15,242_{-0,004}$ мм:

$$d''_{\phi} = 12 \text{ mm}; h_{\phi} = 10 \text{ mm}; H_{\phi} = 20 \text{ mm}; h''_{\phi} = 10 \text{ mm}; d_{\text{B}} = 6 \text{ mm}$$

2.1.4. Розрахунок центру тиску штамп.

Координати центру тиску визначаємо по формулі [3, ст.54]:

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де P_i – зусилля штампування i -го штампованого елемента, мм;

x_i та y_i – координати точки прикладання зусилля, мм.

Схему з координатами прикладання зусилля показано на рис. 2.9. Координати точки прикладання зусилля вирубкування визначимо в програмі знайшовши центр ваги контуру (рис. 2.8).

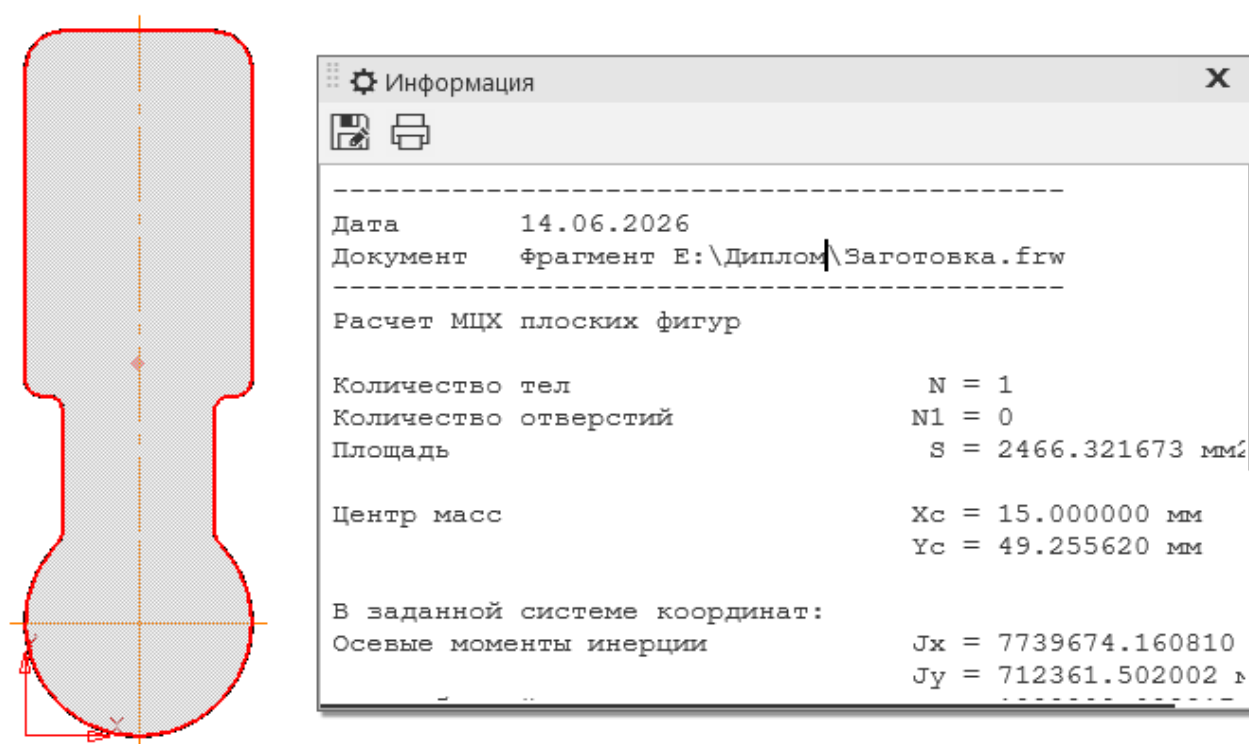


Рис. 2.8. Центр ваги контуру вирубкування.

Зусилля штампування елементів визначили в п. 1.5.2:

$$P_{\text{вир}} = 102555 \text{ Н}$$

$$P_{\text{проб1}} = P_{\text{проб2}} = 7536 \text{ Н}$$

$$P_{\text{проб3}} = 20118 \text{ Н}$$

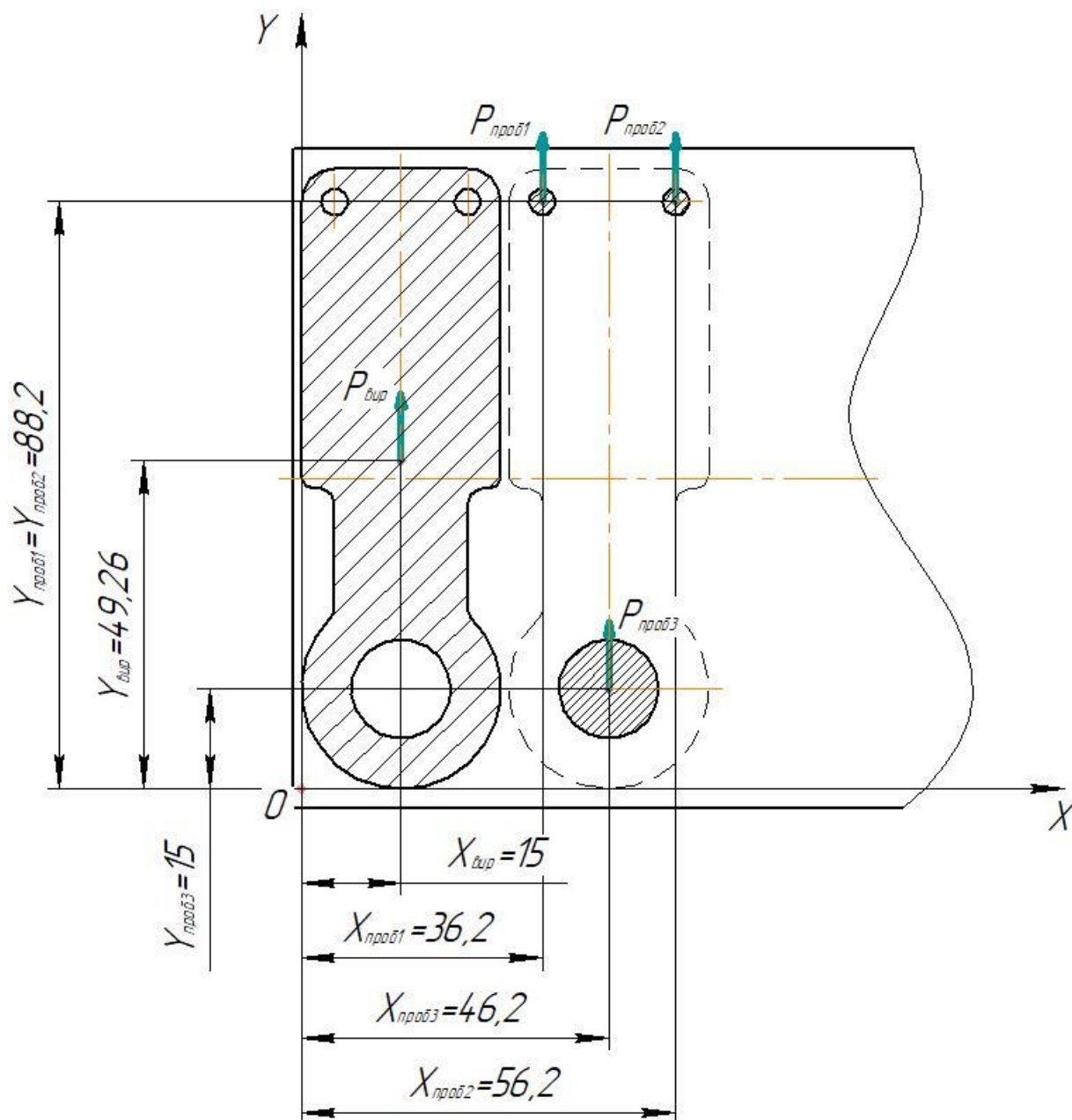


Рис.2.9. Схема з координатами прикладання зусилля

Підставляємо значення і розраховуємо координати центру тиску штамп:

$$X_{ц.т.} = \frac{P_{вир} \cdot x_{вир} + P_{проб1} \cdot x_{проб1} + P_{проб2} \cdot x_{проб2} + P_{проб3} \cdot x_{проб3}}{P_{вир} + P_{проб1} + P_{проб2} + P_{проб3}} = \frac{102555 \cdot 15 + 7536 \cdot 36,2 + 7536 \cdot 56,2 + 20118 \cdot 46,2}{102555 + 7536 + 7536 + 20118}$$

$$= \frac{3164103}{137745} = 22,97 \text{ мм}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ

Арк.

44

$$Y_{ц.т.} = \frac{P_{\text{вир}} \cdot Y_{\text{вир}} + P_{\text{проб1}} \cdot Y_{\text{проб1}} + P_{\text{проб2}} \cdot Y_{\text{проб2}} + P_{\text{проб3}} \cdot Y_{\text{проб3}}}{P_{\text{вир}} + P_{\text{проб1}} + P_{\text{проб2}} + P_{\text{проб3}}} = \frac{102555 \cdot 49,26 + 7536 \cdot 88,2 + 7536 \cdot 88,2 + 20118 \cdot 15}{102555 + 7536 + 7536 + 20118}$$

$$= \frac{6682978}{137745} = 48,52 \text{ мм}$$

2.1.5. Вибір блоку.

Вибір блоку штампу виконуємо за габаритними розмірами пакета штампа та його висоти (рис. 2.10) по ГОСТ 13124-83.

В нашому випадку для пакета габаритами 160x195 мм та висотою $H_{\text{пак}} = 107,5$ мм (рис. 2.10) мм із цього ГОСТу приймаємо блок із позначенням: 1004-3324. Робоча зона блоку 160x200 мм. Діапазон висот пакетів для блоку: 95-115 мм. В цьому ж ГОСТі наведені позначення:

- заготовка нижньої плити по ГОСТ 13110-83: 1022-4081 (товщина 56 мм);
- заготовка верхньої плити по ГОСТ 13111-83: 1022-4241 (товщина 50 мм);
- колонки по ГОСТ 13118-83: 1030-6048 (Ø32 мм) та 1030-6035 (Ø28 мм);
- втулки по ГОСТ 13120-83: 1032-2644 (Ø45 мм) та 1032-2609 (Ø42 мм).

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

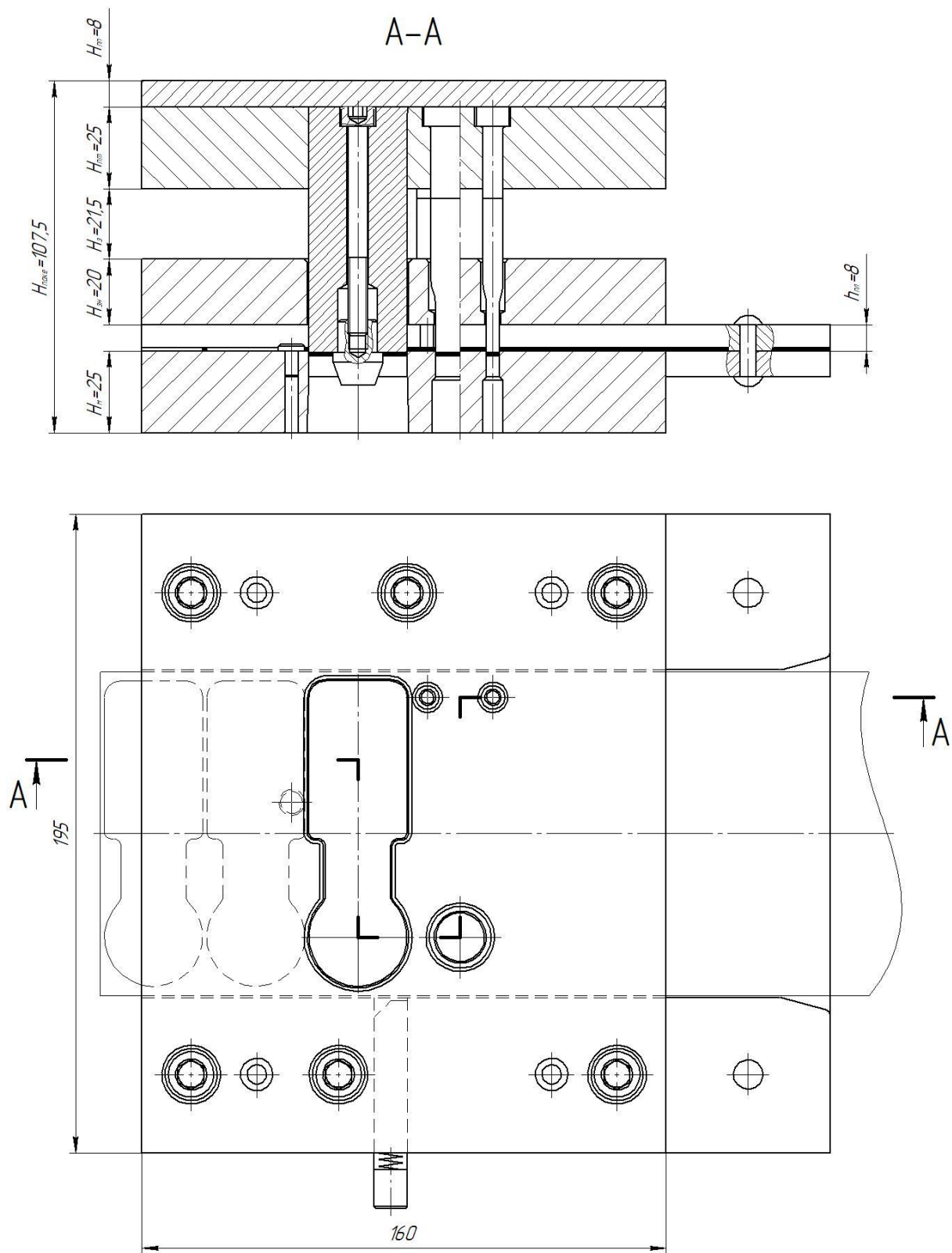


Рис. 2.10. Схема пакета штампа.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

2.2. Штамп для відборткування (ДП.АТз21.02.200.00 СК)

2.2.1. Проектування пакету штампа

Проектування схем відборткування виконуємо за схемою [1, ст. 317, рис.1а]. Для сферичного пуансона приймаємо за формулами [1, ст. 323]:

$$H_{\Pi} = H_{\text{д}} + 2s = 2 + 2 \cdot 1 = 4 \text{ мм}$$

$$r_{\text{п.о.}} = 0,3d_0 = 0,3 \cdot 14,9 \approx 5 \text{ мм}$$

$$R_{\Pi} \cong 2D_{\text{вн}} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ мм}$$

$$D_{\Pi} = D_{\text{вн}} + 10 \cdot r_{\text{м}} = 18 + 10 \cdot 0,5 = 23 \text{ мм}$$

На рис. 2.11 покажемо отриману схему відборткування.

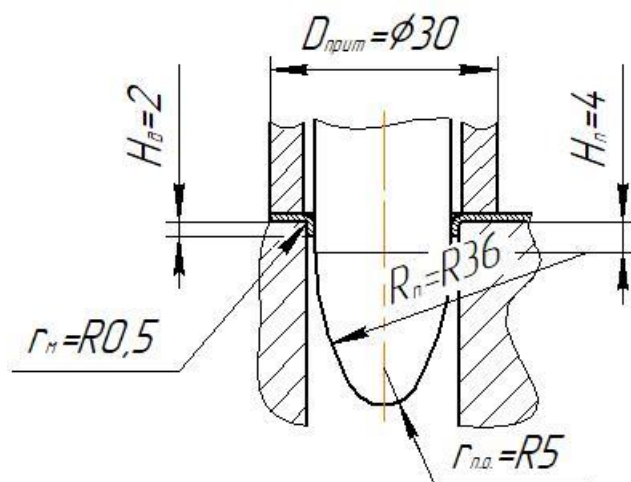


Рис.2.11. Схема відборткування.

Ми раніше встановили, що зусилля притискання заготовки при відбортванні $P_{\text{прит}} = 433 \text{ Н}$. Для забезпечення зусилля притискання заготовки використовуватимемо 2 пружини. Для кожної пружини тоді зусилля буде $P_{\text{пруж}} = \frac{433}{2} = 217 \text{ Н}$. Робочий хід – 25,2 мм. По зусиллю пружини та її робочому ходу вибрали пружини стискання в програмі. Їх характеристики показано на рис. 2.12.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Проектирование цилиндрической пружины сжатия

Файл Построение без расчета Справка

Параметры пружины

Материал пружины:
Проволока Б-2-2,5 ГОСТ 9389-75

Класс пружины: 2

Разряд пружины: 2

Наружный диаметр пружины, мм: 18

Диаметр проволоки, мм: 2,5

Ход пружины, мм: 25,5

Сила пружины при предварительной деформации, Н: 22

Сила пружины при рабочей деформации, Н: 217

Сила пружины при максимальной деформации, Н: 265

Длина пружины при рабочей деформации, мм: 43

Число рабочих витков: 13,5

Проектный расчет

Проверочный расчет

Результаты расчета

Построение

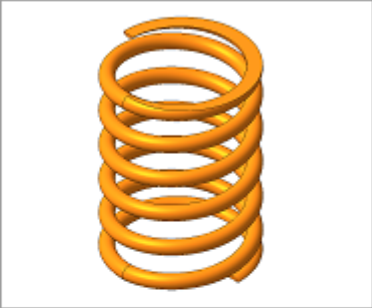


Рис. 2.12. Характеристики пружины.

2.2.2. Виконавчі розміри для відбортуння.

Визначаємо виконавчі розміри пуансону d_{Π} та матриці d_M для відбортуння за наступними формулами [1, ст. 323]:

$$d_{\Pi} = 1,01 \cdot (D_{\text{вн}} + \Delta)_{-0,2 \cdot \Delta}$$

$$d_M = [1,01 \cdot (D_{\text{вн}} + \Delta) + 1,9 \cdot z_{\text{отб}}]^{+0,1 \cdot z_{\text{отб}}}$$

де $D_{\text{вн}} = \varnothing 18$ мм – номінальне значення (за завданням) внутрішнього діаметра борту; $\Delta = 0,43$ мм – допуск по h14 на розмір 18; $z_{\text{отб}} = 0,85$ мм – односторонній зазор при відбортунні між матрицею та пуансоном, який визначили згідно довідника [1, 323, табл. 4] для товщини матеріалу 1,0 мм.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

В результаті, розрахункові виконавчі розміри пуансону та матриці для відборткування будуть:

$$d_{\Pi} = 1,01 \cdot (\varnothing 18 + 0,43)_{-0,2 \cdot 0,43} = \varnothing 18,61_{-0,09} \text{ мм}$$

$$d_{\text{м}} = [1,01 \cdot (\varnothing 18 + 0,43) + 1,9 \cdot 0,85]^{+0,1 \cdot 0,85} = \varnothing 20,23^{+0,09} \text{ мм}$$

2.2.3. Вибір блоку штампа

За габаритними розмірами пакета штампа та його висотою вибираємо розміри блоку штампа з ГОСТ 13126-83. Блок з робочою зоною – 160x100 мм. Найбільша та найменша висота пакета: 90 мм та 110 мм. Позначення блоку: 1004-4771. Позначення колонок: 1030-6046 (Ø32, L=160 мм), 1030-6033 (Ø28, L=160 мм). Позначення втулок: 1032-2643 (D=45 мм, L=100 мм), 1032-2608 (D=42 мм, L=100 мм).

2.3. Штмп для гнуття (ДП.АТз21.02.300.00 СК)

2.3.1. Конструювання пакету штампа

Розміри матриці для товщини матеріалу 1 мм [2, ст. 74]:

- $r_{\text{м}} = 3 \text{ мм};$
- $h = 4 \text{ мм};$
- $H = 20 \text{ мм}.$

Радіус заокруглення в заглибленні матриці [1, ст. 74]:

$$R = (0,6 \div 0,8) \cdot (r + S) = (0,6 \div 0,8) \cdot (1 + 1) = (1,2 \div 1,6) \text{ мм}.$$

Приймаємо $R = 1,5 \text{ мм}.$

Для кріплення матриці для V-подібного гнуття використовуємо гвинти М10 та штифти Ø8 мм.

В результаті конструювання отримали матрицю розмірами 140x125 мм.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До матриці гвинтами М6х10 та штифтами Ø6х16 мм кріпляться трафарети для фіксації заготовки.

Робочий радіус пуансона дорівнює радіусу гнуття деталі – $r_{\text{п}} = 1$ мм.

Ширину дотику пуансона з деталлю повинна бути не більше ширини дотику матриці з деталлю [1, ст. 198]. В результаті приймаємо ширину дотику пуансона з деталлю 7 мм. Ширину пуансона $A_{\text{п}}$ приймається на 5-10 мм більше ширини дотику пуансона зі штампованою деталлю [1, ст. 198]. Приймаємо $A_{\text{п}} = 15$ мм.

Товщина пуансонотримача приймаємо $H_{\text{пт}} = 15$ мм.

Для того, щоб пуансон не впиралися у хвостовик, то використовуємо підкладну плитку між пуансонотримачем і верхньою плитою штампа, яку вибираємо товщиною $H_{\text{пп}} = 4$ мм із ГОСТ 15861-81 (ст. 53) як для пакета розміром 100х80 мм.

2.3.2. Розрахунок кута пружиніння

Оскільки внаслідок пружних деформацій полички деталі відігнуться на певну величину, то розраховуємо величину кута пружиніння за формулою [1, ст. 202]:

$$\text{tg}\Delta\varphi_V = 10^{-4} \cdot K_V \cdot \frac{a_m}{(1 - X_r) \cdot s}$$

де тут $\Delta\varphi_V$ – кут пружиніння; K_V – коефіцієнт, що характеризує властивості матеріалу, що гнеться; a_m – ширина між початками радіусів на матриці; s – товщина матеріалу; X_r – коефіцієнт зміщення нейтрального шару при гнутті.

Для сталі 30 згідно [1, ст. 204, табл. 12] коефіцієнт $K_V = 5,4$. Ширина $a_m = 11,73$ мм. Товщина матеріалу $s = 1$ мм. Коефіцієнт зміщення $X_r = 0,42$ (п. 1.2).

Тоді тангенс кута пружиніння:

$$\text{tg}\Delta\varphi_V = 10^{-4} \cdot 5,4 \cdot \frac{11,73}{(1 - 0,42) \cdot 1} = 0,011$$

Тоді кут пружиніння дорівнює $\Delta\varphi_{\text{п}} = 0^\circ 30'$.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для компенсації кута пружиніння зменшуємо кут на пуансоні та матриці на величину розрахованого кута. Тоді, кут на пуансоні та матриці:

$$90^{\circ} - 0^{\circ}30' = 89^{\circ}30'$$

2.3.3. Вибір блоку штампа

За габаритними розмірами пакета штампа та його висотою вибираємо розміри блоку штампа з ГОСТ 13126-83. Блок з робочою зоною – 200х125 мм. Найбільша та найменша висота пакета: 90 мм та 115 мм. Позначення блоку: 1004-4787. Позначення колонок: 1030-6048 (Ø32, L=190 мм), 1030-6035 (Ø28, L=190 мм). Позначення втулок: 1032-2644 (D=45 мм, L=100 мм), 1032-2609 (D=42 мм, L=100 мм).

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ

3.1. Для штампу послідовної дії для вирубування та пробивання (ДП.АТз21.02.100.00 СК)

Попередньо в п. 1.5.2. ми обрали по зусиллю, що штамп встановлюється на однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі КД2125 зусиллям 250 кН [5, ст. 28].

Перевіримо чи можна встановити штамп послідовної дії для вирубування та пробивання на обраний прес по іншим параметрам, вказаним в [3, ст. 59].

Габаритні розміри підштампової плити пресу [5, ст. 30]:

$$A_{\text{плт}} = 500 \text{ мм}, B_{\text{плт}} = 340 \text{ мм}$$

Габаритні розміри штамп послідовної дії для вирубування та пробивання:

$$A_{\text{шт}} = 250 \text{ мм}, B_{\text{шт}} = 390 \text{ мм}$$

Тому попередньо прийнятий прес моделі КД2124 зусиллям 250 кН не підходить.

Обираємо такий прес, щоб:

- номінальне зусилля преса повинно бути більшим зусилля, яке необхідне для штампування;
- закрыта висота преса повинна відповідати або бути більшою закрытої висоти штампа;
- габаритні розміри стола та повзуна преса повинні давати можливість встановлення та закріплення штампів і подачу заготовок, а отвір у столі преса – дозволяти вільне провалювання штампованих деталей (при штампуванні «на провал»).

Виходячи із того, що для встановлення штампу послідовної дії для вирубування та пробивання потрібен прес із провальним отвором більше 110 мм приймемо однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КД2128 зусиллям 630 кН [5, ст. 32]. В обраному пресі: розміри підштампової плити $A_{\text{плт}} = 710$ мм та $B_{\text{плт}} = 480$ мм; діаметр більшого центрального отвору в підштамповій плиті $D_{\text{плт}} = 170$ мм; діаметр меншого центрального отвору в підштамповій плиті $d_{\text{плт}} = 140$ мм.

Виконуємо перевірочний розрахунок закритої висоти штамп для пресу КД2128.

При номінальній закритій висоті на стіл преса може бути встановлений штамп з найбільшою висотою [5, ст. 22]:

$$H_{\text{max}} = H - H_{\text{пл}} + \frac{h_{\text{max}} - h_{\text{min}}}{2} = 340 - 80 + \frac{100 - 10}{2} = 305 \text{ мм}$$

де $H = 340$ мм – закрита висота пресу [5, ст. 33];

$H_{\text{пл}} = 80$ мм – товщина підштампової плити [5, ст. 33];

$h_{\text{max}} = 100$ мм, $h_{\text{min}} = 10$ мм – відповідно величини найбільшого і найменшого ходів [5, ст. 32].

При номінальній закритій висоті на стіл преса може бути встановлений штамп з найменшою висотою:

$$H_{\text{min}} = H - H_{\text{пл}} - \Delta_{\text{ш}} = 340 - 80 - 80 = 180 \text{ мм}$$

де $\Delta_{\text{ш}} = 80$ мм – величина регулювання положення за рахунок розгвинчування гвинта шатуна (регулювання закритої висоти пресу) [5, ст. 33].

Закрита висота штамп (в нижньому робочому положенні) $H_{\text{шт}} = 213,5$ мм повинна знаходитись між найбільшою H_{max} і найменшою H_{min} закритою висотою пресу:

$$H_{\text{min}} \leq H_{\text{шт}} \leq H_{\text{max}} \rightarrow 180 \text{ мм} \leq H_{\text{шт}} = 213,5 \leq 305 \text{ мм}$$

Отже, отримана після проектування штамп прийнята закрита висота штамп $H_{\text{шт}} = 213,5$ мм задовольняє умову, тому штамп може бути встановлений на вибраний прес КД2128.

Знаючи прес на який буде встановлений штамп, ми можемо вибрати хвостовик під прес. Діаметр хвостовика повинен буди рівний діаметру отвору в повзуні $d_{\text{хв}} =$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$d_{пз} = 50$ мм [5, ст. 34]. Обираємо хвостовик з буртиком по ГОСТ 16715-71 із позначенням: 1034-0633. Розміщуємо хвостовик на одній вісі із розрахованим центром тиску штамп.

Виходячи з розрахункового зусилля та конструктивних особливостей штампу для вирубування та пробивання було вибрано однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі КД2128 зусиллям 630 кН. Основні характеристики пресу наведені в табл. 3.1 [5, ст. 32-34].

Таблиця 3.1. Основні характеристики пресу для встановлення штампу послідовної дії для вирубування та пробивання

Параметри	Модель
	КД2128
Номінальне зусилля, кН	630
Хід повзуна, мм	100...10
Найбільша кількість безперервних ходів за хвилину	90
Найбільша відстань між столом та поковзнем в його нижньому положенні, мм	340
Діаметр більшого провального отвору в підштамповій плиті, мм	170
Діаметр меншого провального отвору в підштамповій плиті, мм	140
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу, мм	50
Товщина підштампової плити, мм	80
Розміри підштампової плити, мм	710x480

3.2. Для штампу для відборткування (ДП.АТз21.02.200.00 СК)

Попередньо в п. 1.5.3. ми обрали по зусиллю, що штамп встановлюється на однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі К2114 зусиллям 25 кН [5, ст. 28].

Перевіримо чи можна встановити штамп послідовної дії для відборткування на обраний прес по іншим параметрам, вказаним в [3, ст. 59].

Габаритні розміри підштампової плити пресу [5, ст. 30]:

$$A_{\text{плт}} = 260 \text{ мм}, B_{\text{плт}} = 170 \text{ мм}$$

Габаритні розміри штампу для відборткування:

$$A_{\text{шт}} = 340 \text{ мм}, B_{\text{шт}} = 150 \text{ мм}$$

Тому попередньо прийнятий прес моделі К2114 зусиллям 25 кН не підходить.

Обираємо такий прес, щоб:

- номінальне зусилля преса повинно бути більшим зусилля, яке необхідне для штампування;
- закрыта висота преса повинна відповідати або бути більшою закрытої висоти штампа;
- габаритні розміри стола та повзуна преса повинні давати можливість встановлення та закріплення штампів і подачу заготовок.

Приймаємо однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі КД2120 зусиллям 100 кН [5, ст. 32]. В обраному пресі: розміри підштампової плити $A_{\text{плт}} = 360 \text{ мм}$ та $B_{\text{плт}} = 240 \text{ мм}$.

Виконуємо перевірочний розрахунок закрытої висоти штампу для пресу КД2120.

При номінальній закритій висоті на стіл преса може бути встановлений штамп з найбільшою висотою [5, ст. 22]:

$$H_{max} = H - H_{пл} + \frac{h_{max} - h_{min}}{2} = 200 - 32 + \frac{50 - 5}{2} = 190,5 \text{ мм}$$

де $H = 200$ мм – закрита висота пресу [5, ст. 33];

$H_{пл} = 32$ мм – товщина підштампової плити [5, ст. 33];

$h_{max} = 50$ мм, $h_{min} = 5$ мм – відповідно величини найбільшого і найменшого ходів [5, ст. 32].

При номінальній закритій висоті на стіл преса може бути встановлений штамп з найменшою висотою:

$$H_{min} = H - H_{пл} - \Delta_{ш} = 200 - 32 - 40 = 128 \text{ мм}$$

де $\Delta_{ш} = 40$ мм – величина регулювання положення за рахунок розгвинчування гвинта шатуна (регулювання закритої висоти пресу) [5, ст. 33].

Закрита висота штампу (в нижньому робочому положенні) $H_{шт} = 174$ мм повинна знаходитись між найбільшою H_{max} і найменшою H_{min} закритою висотою пресу:

$$H_{min} \leq H_{шт} \leq H_{max} \rightarrow 128 \text{ мм} \leq H_{шт} = 174 \leq 190,5 \text{ мм}$$

Отже, отримана після проектування штампу прийнята закрита висота штампу $H_{шт} = 174$ мм задовольняє умову, тому штамп може бути встановлений на вибраний прес КД2120.

Знаючи прес на який буде встановлений штамп, ми можемо вибрати хвостовик під прес. Діаметр хвостовика повинен буди рівний діаметру отвору в повзуні $d_{хв} = d_{пз} = 32$ мм [5, ст. 34]. Обираємо хвостовик з буртиком по ГОСТ 16715-71 із позначенням: 1034-0633. Розміщуємо хвостовик на одній вісі із розрахованим центром тиску штамп.

Виходячи з розрахункового зусилля та конструктивних особливостей штамп для вирубування та пробивання було вибрано однокривошипний двостійковий

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі КД2120 зусиллям 100 кН. Основні характеристики пресу наведені в табл. 3.2 [5, ст. 32-34].

Таблиця 3.2. Основні характеристики пресу для встановлення штампу для відборткування

Параметри	Модель
	КД2120
Номінальне зусилля, кН	100
Хід повзуна, мм	50...5
Найбільша кількість безперервних ходів за хвилину	120
Найбільша відстань між столом та поковзнем в його нижньому положенні, мм	200
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу, мм	32
Товщина підштампової плити, мм	32
Розміри підштампової плити, мм	360x240
Технологічна робота за цикл, кДж	0,29

3.3. Для штампу для гнуття (ДП.АТз21.02.300.00 СК)

Попередньо в п. 1.5.4. ми обрали по зусиллю, що штамп встановлюється на однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі К2114 зусиллям 25 кН [3, ст. 28].

Перевіримо чи можна встановити штамп для гнуття на обраний прес по іншим параметрам, вказаним в [5, ст. 59].

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри підштампової плити пресу [3, ст. 30]:

$$A_{\text{плт}} = 260 \text{ мм}, B_{\text{плт}} = 170 \text{ мм}$$

Габаритні розміри штампу для гнуття:

$$A_{\text{шт}} = 390 \text{ мм}, B_{\text{шт}} = 175 \text{ мм}$$

Попередньо обраний прес не підходить.

Приймаємо прес моделі КД2122 зусиллям 160 кН. Виконуємо перевірочний розрахунок закритої висоти штампу для пресу КД2122.

При номінальній закритій висоті на стіл преса може бути встановлений штамп з найбільшою висотою [3, ст. 22]:

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

де $H = 220$ мм – закрита висота пресу [3, ст. 33];

$H_{\text{пл}} = 40$ мм – товщина підштампової плити [3, ст. 33];

$h_{\text{max}} = 55$ мм, – величина найбільшого ходу преса [3, ст. 32];

$h_{\text{min}} = 5$ мм – величина найменшого ходу, що гарантує виконання операції та видалення деталі в кінці.

При номінальній закритій висоті на стіл преса може бути встановлений штамп з найменшою висотою:

$$H_{\text{min}} = H - H_{\text{пл}} - \Delta_{\text{ш}} = 220 - 40 - 45 = 135 \text{ мм}$$

де $\Delta_{\text{ш}} = 45$ мм – величина регулювання положення за рахунок розгвинчування гвинта шатуна (регулювання закритої висоти пресу) [5, ст. 33].

Закрита висота штампу (в нижньому робочому положенні) $H_{\text{шт}} = 195$ мм повинна знаходитись між найбільшою H_{max} і найменшою H_{min} закритою висотою пресу:

$$H_{\text{min}} \leq H_{\text{шт}} \leq H_{\text{max}} \rightarrow 135 \text{ мм} \leq H_{\text{шт}} = 195 < 205 \text{ мм}$$

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, отримана після проектування штампу прийнята закрита висота штампа $H_{шт} = 195$ мм задовольняє умову, тому штамп може бути встановлений на вибраний прес КД2122.

Знаючи прес на який буде встановлений штамп, ми можемо вибрати хвостовик під прес. Діаметр хвостовика повинен бути рівний діаметру отвору в повзуні $d_{хв} = d_{пз} = 40$ мм [5, ст. 34]. Обираємо хвостовик з буртиком по ГОСТ 16715-71 із позначенням: 1034-0611. Розміщуємо хвостовик на одній вісі із центром тиску штампа.

Виходячи з розрахункового зусилля та конструктивних особливостей штампу для гнуття було вибрано однокривошипний двостійковий ненахиляємий прес із нерухомим столом моделі КД2122 зусиллям 160 кН. Основні характеристики пресу наведені в табл. 3.3 [5, ст. 32-34].

Таблиця 3.3. Основні характеристики пресу для встановлення штампу для гнуття.

Параметри	Модель
	КД2122
Номінальне зусилля, кН	160
Хід повзуна, мм	55...5
Найбільша кількість безперервних ходів за хвилину	120
Найбільша відстань між столом та поковзнем в його нижньому положенні, мм	220
Діаметр центрального отвору у повзуні пресу, мм	40
Товщина підштампової плити, мм	40
Розміри підштампової плити, мм	420x280
Технологічна робота за цикл, кДж	0,4

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів и норм, відповідних їм організаційних, технічних та гігієнічних заходів, направлених на забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі роботи.

Задача охорони праці – звести до мінімальної ймовірності враження чи захворювання робітника з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Продуктивність праці можна підвищити завдяки збереженню здоров'я і працездатності людини, економії живої праці шляхом підвищення рівня використання робочого часу, продовження періоду активної трудової діяльності, економії суспільної праці шляхом підвищення якості продукції, зменшення числа аварій і нещасних випадків на виробництві.

Однією з найбільш важливих характеристик стану виробничої і трудової дисципліни є дотримання норм і правил по охороні праці. Безпека праці забезпечується дотриманням санітарних норм, інструкцій, стандартів з безпеки праці, правил по техніці безпеки. На даний час велике значення має суворе дотримання вимог „Системи стандартів безпеки праці”, що встановлюють загальні вимоги безпеки до виробничих процесів і до груп виробничих процесів.

Тому дуже важливо планомірно здійснювати заходи щодо впровадження наукових методів організації праці, її автоматизації, впровадження робо-техніки, зведення до мінімуму важкої фізичної праці.

В даному розділі розглядається ділянка цеху листового штампування. Дана ділянка розглядається на предмет безпеки умов праці.

На ділянці цеху розташовані наступні види технологічного обладнання:

- однокривошипний двохстійковий ненахиляємий прес з нерухомим столом моделі КД2120 зусиллям 100 кН;

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- однокривошипний двохстійковий ненахиляємий прес з нерухомим столом моделі КД2128 зусиллям 630 кН;
- однокривошипний двохстійковий ненахиляємий прес з нерухомим столом моделі КД2122 зусиллям 160 кН.

Все вище приведене обладнання живиться напругою 380В і 220В. Виходячи з цього, необхідно передбачити умови електробезпеки. Також потрібно забезпечити безпеку працюючому персоналу від інших шкідливих факторів:

- вібрації, які виникають під час роботи пресового обладнання та електромагнітні явища в електроприладах.
- шуму, спричиненого роботою технологічного обладнання.

4.1 Електробезпека

За ступенем ураження людей електричним струмом всі приміщення поділяються на три класи :

- без підвищеної небезпеки ;
- підвищеної небезпеки ;
- особливо небезпечні ;

Дільниця лабораторії згідно „Правил устрою й електричних установок” ПУЕ з небезпеки ураження електрострумом відноситься до особливо небезпечних у тому випадку, якщо виконуються дві чи більше ознаки:

- вологість 75% і більше ;
- температура повітря 30 С і більше ;
- виділяється струмопровідний пил ;
- наявність струмопровідної підлоги ;

Причинами смерті в результаті ураження електричним струмом може бути зупинка роботи серця, зупинка дихання та електричний шок.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з ПУЕ-2009 приміщення дільниці цеха, з точки зору безпеки враження електричним током відноситься до класу найбільш небезпечних. .

Можливими причинами враження людей струмом на ділянці цеху є:

- Однофазне доторкання до струмоведучим частинам.
- Двофазне доторкання до струмоведучих частин.
- Доторканні до заземлених струмоведучих частин, які опинилися під напругою.

В зв'язку з цим, на ділянці використовуються наступні технічні та захисні міри безпеки:

- Використанні малої напруги 24 В різко знижує безпеку враження струмом в разі пошкодження ізоляції й виникнення напруги на корпусі обладнання.
- Контроль та профілактика пошкодження ізоляції – це здійснюється приладами з вимірювальною напругою не більше 20-30 В, а опір ізоляції слід підтримувати на такому рівні, щоб струм, що проходить повз людину, яка доторкнулася до фази, не перевищував допустимого значення.
- Захист від доторкання до струмоведучих частин – вона здійснюється безпосередньо огорожею струмоведучих частин, блокуванням та розміщенням їх на недосяжній висоті чи місці.
- Захисне занулення обладнання.

Зміст занулення полягає в попередньому з'єднанні струмоведучих частин обладнання (наприклад корпусу), які можуть опинитися під напругою. Принцип дії занулення зводиться до того, що пробій напруги на корпусі перетворюється в однофазне коротке замикання, в разі чого спрацьовує безпека струму і пошкоджена фаза вимикається від електричного ланцюга обладнання. Час спрацювання для плавки запобіжників 3...5 секунд, для автоматів 1...2 секунди.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Пожежна безпека

Рідини та матеріали, які використовуються в технологічному процесі, з точки зору пожежної безпеки характеризуються як не згорають.

Категорія пожежної безпеки виробництва на ділянці згідно з класифікацією по ОНТП 24-26 характеризується як категорія „Д”, так як в цеху обробляються матеріали в холодному стані.

На основі класифікації пожежних зон приміщення цеха характеризується як П-ІІІ, в якому не має горючих рідин і температури займання СО не більше 61°C. Тип виконання електрообладнання для ділянки цеху – закрите чи закрите піддуваемо. Пожежні оповіщувачі комбіновані – КІ-1. Місця для куріння позначені біло-голубим знаком, еваковиходи – зелено-білим знаком. Класифікація проведена згідно з ПУЕ-86.

4.3 Освітлення лабораторії

Вірно спроектоване та виконане освітлення забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності, збереження зору людини, нормальний стан його центральної нервової системи та безпеці на підприємстві.

Вибір типу джерела світла для системи загального освітлення приміщення ділянки цеху виконуємо з урахуванням того, що лабораторія(ділянка) має висоту більше 8 метрів і перевагу віддаємо лампам типу ДРЛ (дугові ртутні люмінесцентні). Вони представляють собою ртутні лампи високого тиску з невикривленим випромінюваним спектром світла. Лампа складається з кварцової колби, яка пропускає ультрафіолетові промені, яка під час роботи заповнена парами ртуті при тиску 0,2...0,4 МПа, з двома електродами та зовнішньою скляною колбою, яка вкрита в середині прошарком люмінофору.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Забезпечення безпеки при експлуатації ПТМ

У рамках ділянки цеху для забезпечення технологічного процесу використовується кран-балка вантажопід'ємністю до 5 т та електрокари.

Згідно з нормами, які забезпечують безпеку експлуатації ПТМ приймають слідуючи відстань від ПТМ до частин будівлі та обладнання, для вантажопідйомних машин, які рухаються по підйомним рельсовим путям :

- відстань від виступаючих частин торців крана до колон та стін будівлі, перил прохідних галерей – не менше 60 мм;
- відстань від нижньої габаритної точки вантажопідйомних машин до полу цеха – не менше 2000мм;
- відстань від виступаючих частин кабіни керування до стіни, обладнання трубопроводів, виступаючих частин будівлі, колон, даху підсобних приміщень – 400 мм;
- відстань від консолі підвісу до площадок. на яких можуть знаходитись люди – не менше 2000 мм.

Загроза експлуатації кран-балки обумовлена слідуючи ми факторами:

- можливість наїзду крану або вантажу що переміщується на об'єкти обладнання;
- випадкове падіння вантажу;
- травмування персоналу не огороженими частинами механізмів;
- враження електричним струмом.

Приймаємо ПТМ- з середнім навантаженням (5к), відповідно запас міцності канатів приймаємо $k = 5$. Норма вибракування сталюого канату – кількість зривів жил канату на довжині одного шагу завивки, при яких сталюий канат повинен бути вибракуваним – 12. Звивка крестова.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кран та інші вантажопідйомні машини випробовують по наступним нормам та строкам:

- Статичні випробування випробовують шляхом підвішування вантажу вагою $P_{ст}=1,25 \cdot P_n$ у нерухомому стані на висоті 200 мм від рівня полу. Випробування здійснюють утриманням вантажу на протязі 10 хвилин. При цьому висота підвісу ваги не повинна змінюватися, що засвідчує про нормальний стан металоконструкції крану, нормальній праці гальм. Випробування роблять один раз на рік.
- Динамічні випробування роблять шляхом підвішуванням вантажу вагою $P_{дин} = 1,1 \cdot P_n$ та включенні основних робочих механізмів крану. При цьому результат динамічних вимірів порівнюють з допустимими.

Випробування здійснюються один раз за три роки. Режим роботи канату середній.

Для забезпечення безпеки при експлуатації крану використовуються запобіжні пристрої. Обмеження вантажопідйомність машин з електроприводом – це реле струму, гідро та пневмо привід опорні золотники, запобіжні клапани, запобіжники ходу теліжки в повздовж моста крану, запобіжники ходу моста – все це обладнано кінцевими вимикачами. Обмеження вантажопідйомності настраюється для мостових кранів на 15% вище номінальної вантажопідйомності.

Крім того кран має гальма механізму вантажопідйомної лебідки, звуковим сигналом для попередження людей о переміщення крану, блокуванням виключення електрообладнання при непередбаченому вимкненні світла.

4.5 Забезпечення безпеки на пресовому обладнанні

На ділянці цеху основним обладнанням являються механічні преса. Конструкція пресів, штампової оснастки та пристроїв автоматизації повинна

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити безпеку праці на них. Кожний прес на якому виконується праця одиничними ходами має схему дворучного включення.

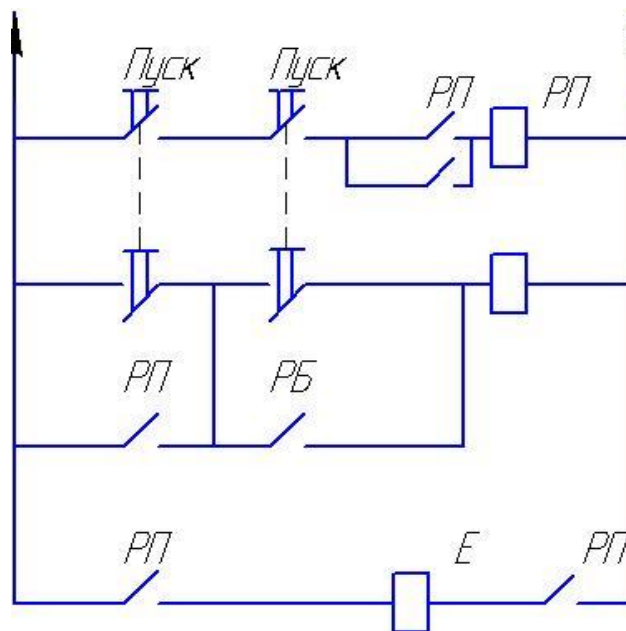


Рис. 4.1 Електрична схема дворучного включення.

Управління пневмомуфтою зчеплення забезпечується електромагнітом – Е, контактами які вмикаються реле РП. Котушка живлення вмикається в сіть тільки після натиснення двох пускових кнопок. Вторинне спрацювання пресу можливе лише після відпускання кнопок та їх повторного натиснення. Ці схеми встановлення на пресах типу: КД2120, КД2128, КД2122.

Для всіх механічних пресів на ділянці цеху, згідно з ГОСТ 12.2.017-83 „ССБТ. Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности.”

виконуються слідуючи вимоги безпеки:

- при відпусканні одної з кнопок обладнання зупиняється або повертається у попереднє положення. Відстань між кнопками управління 300-600 мм.
- кожний наступний пуск виконується після відпускання кнопок та їх наступного натиснення;
- при роботі на пресі – автоматі використовується система блокування

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

доступу до робочої зони штампу під час роботи пресу;

- зусилля на органах управління не перевищує 40Н;
- всі органи управління мають пояснювальні написи та сигнальне фарбування (червона кнопка вимкнення);
- педалі відключення закриті з трьох сторін козирками, зусилля не менше 25Н;
- на всіх пресах встановлений нульовий захист.

Згідно з ГОСТ 12.3.026-81 „ССБТ. Работы кузнечно-пресовые. Требования безопасности.” Пред’являються слідуючи вимоги до технологічного процесу:

- забороняється використовувати методи штампування, котрі не вказані в технології виготовлення даного виробу (робота без пінцету, оброблення одночасно декількох поліс);
 - забороняється технологічні змащення не вказані в технології;
 - штампи повинні мати справне індивідуальну загорожу. Величина зазору між верхньою плитою штампу та загорожею не повинні перевищувати 8 мм у верхньому положенні повзуна;
 - забороняється змінювати конструкцію обладнання без відповідного дозволу.
- Вимоги безпеки до штампу див. нижче.

4.6 Загальні вимоги по техніці безпеки до штампів листового штампування

Вимоги по техніці безпеки до конструкції штампів назначаються в залежності від пресового обладнання та оснащення захисними пристроями, а також від умов праці та виду виробництва, габаритних розмірів, матеріалів. заготовок та призначення штампу.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У маркуванні штампу вказується з якими пристроями чи якими методами що забезпечують безпеку слід працювати наприклад: „Працювати з пінцетом при дворукому включенні” по ГОСТ 12.2.109-89. Існують слідуючи вимоги до основних елементів конструкції штампів:

- Фіксуючі деталі штампів міцно зафіксовані та забезпечують надійну установку штучних заготовок та видалення деталей, для цього трафарети слід виконувати з прийомною фаскою, а фіксатори з прийомним контуром

- В штампах забезпечується співпадання отворів для видалення деталей та відходів зі штампів з отворів в підштамповій плиті(столі) преса. Якщо ця умова не виконується, то конструкція штампу повинна забезпечувати можливість видалення деталей та відходів крізь пази, нахилені лотки.

- В штампах з направляючими колонками виключається схід направляючих втулок та колонок при верхньому положенні повзуна.

- Пружини в штампах слід розміщувати, фіксувати та фіксувати таким чином, щоб виключити можливість травмування оператора при поломці пружини.

- В зоні ручних робіт слід забезпечувати зазори безпеки між рухомими та нерухомими частинами штампу.

- Зазори безпеки повинні бути:

- не більше 8мм при верхньому робочому положенні повзуна;
- не менше 25 мм при нижньому робочому положенні повзуна,

При роботі штампу з ходом повзуна преса 45 мм зазор безпеки в штампі повинен бути збільшений з таким розрахунком , щоб кисть руки не могла бути травмованою при нижньому положенні повзуна.

Захисні пристрої по можливості не повинні:

- Затрудняти укладку заготовок та видалення штампуючи деталей;
- Створити додаткові фізичні навантаження на оператора.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штампи для холодного об'ємного штампування, які обслуговуються оператором, поділяються на три ступеня безпеки згідно з таблицею 6.1. Штампи в залежності від ступеню безпеки мають маркування умовного знаку ступені безпеки, та при необхідності спеціальний сигнальний колір. В якості сигнального кольору використовується жовтий.

Таблиця 4.1.

Характеристика ступені безпеки

Ступінь безпеки	Умовне позначення	Характеристика
1	О	Зона ручних робіт захищена або забезпечені зазори безпеки
2	ОО	Зона ручних робіт захищена не повністю або не повністю забезпечені зазори безпеки
3	ООО	Зона ручних робіт не захищена або не забезпечені зазори безпеки

Умовний знак системи безпеки виконується на нижній плиті штампу. Колір поверхні чорний на жовтому фоні. Сигнальні кольори мають слідуєчі складальні частини штампу:

- Вбудовані в штамп частини пристроїв автоматизації які мають загрозу для персоналу підчас роботи штампу;
- Рухомі з'їздові частини, котрі виступають за габарити плит штампу;
- Торці виступаючих частин верхньої плити по відношенню до нижньої плити штампу;
- Найбільш небезпечні елементи штампів.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

4.7 Мікроклімат ділянки

В лабораторії листового штампування, яка проектується виконуються легкі роботи з категорією по важкості-**1б**, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходом. При цьому енерговитрати складають 121-150 ккал/г. Згідно ГОСТ 12.1.005-88 "ССТБ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарные гигиенические требования." приведені оптимальні і допустимі норми температури повітря, вологості, швидкості руху повітря.

Таблиця 4.2

Період року	Категорія робіт	Температура		Відносна вологість		Швидкість руху повітря	
		оптим. °C	допуст. °C	оптим. %	допуст. %	оптим. м/с	допуст. м/с
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 при $t^{\circ}=24^{\circ}\text{C}$	0,2	$\leq 0,2$

В лабораторії передбачається температура повітря 18-23 °C в холодний період і 22-26 °C в теплий; відносна вологість 55-70 % в теплий період і 40-60, в холодний; швидкість руху повітря в теплий період 0,1-0,2 м/с, в холодний 0,1-0,2 м/с.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под общ. ред. Л.И. Рудмана – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Орлюк М. В. Технологія холодногo штампування та конструювання штампів. Курсова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Прикладна механіка пластичності матеріалів» спеціальності 131 Прикладна механіка / М. В. Орлюк, П. С. Вишневський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,09 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с. – Назва з екрана.
4. Рудман Л.И. Наладка прессов для листовой штамповки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1980. – 219 с.
5. 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.: Техника, 1989. – 231 с.
6. РТМ 105-0-212-83.

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПЕЦИФІКАЦІЇ

					ДП.АТз21.02.000.00 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						Документация			
	A1				ДП.АТз21.02.100.00 СК	Складальне креслення	1		
						Детали			
	БК	1			ДП.АТз21.02.100.01	Плита верхня	1		
	БК	2			ДП.АТз21.02.100.02	Плита нижня	1		
	A1	3			ДП.АТз21.02.100.03	Матриця	1		
	БК	4			ДП.АТз21.02.100.04	Пуансонотримач	1		
	A3	5			ДП.АТз21.02.100.05	Пуансон для вирубування	1		
Подп. и дата	БК	6			ДП.АТз21.02.100.06	Пуансон для пробивання	1		
	БК	7			ДП.АТз21.02.100.07	Пуансон для пробивання	2		
	БК	8			ДП.АТз21.02.100.08	Знімач	1		
	БК	9			ДП.АТз21.02.100.09	Плитка підкладна	1		
	БК	10			ДП.АТз21.02.100.10	Планка направляюча	1		
	БК	11			ДП.АТз21.02.100.11	Планка направляюча	1		
	БК	12			ДП.АТз21.02.100.12	Упор тимчасовий	1		
	БК	13			ДП.АТз21.02.100.13	Пружина	1		
	БК	14			ДП.АТз21.02.100.14	Планка опорна	1		
Взам. инв. №						Стандартные изделия			
Подп. и дата			17			Втулка 1032-2609-20-7 ГОСТ 13120-83	1		
Инв. № подл.						ДП.АТз21.02.100.00			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.	Бруско В.С.				Штамп послідовної дії для вирубування та пробивання	Лист	Лист	Листов
	Пров.	Орлюк М.В.						1	2
	Н.контр.								
		Утв.					КПІ ім. Ізгоря Сікорського НН ММІ, ТВЛА		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.								
					Документация			
Справ. №	A1			ДП.АТз21.02.300.00 СК	Складальне креслення	1		
					Детали			
	БК	1		ДП.АТз21.02.300.01	Плита верхня	1		
	БК	2		ДП.АТз21.02.300.02	Плита нижня	1		
	A2	3		ДП.АТз21.02.300.03	Матриця	1		
	A2	4		ДП.АТз21.02.300.04	Пуансон	1		
	БК	5		ДП.АТз21.02.300.05	Пуансоноутримач	1		
	БК	6		ДП.АТз21.02.300.06	Плитка підкладна	1		
	БК	7		ДП.АТз21.02.300.07	Трафарет	1		
	БК	8		ДП.АТз21.02.300.08	Трафарет	1		
	Подп. и дата							
					Стандартные изделия			
			11		Втулка 1032-2609-20-7 ГОСТ 13120-83	1		
			12		Втулка 1032-2644-20-7 ГОСТ 13120-83	1		
			13		Гвинт М6-6dх10 ГОСТ 11738-84	4		
			14		Гвинт М6-6dх55 ГОСТ 11738-84	4		
			15		Гвинт М10-6dх25 ГОСТ 11738-84	4		
			16		Колонка 1030-6035-20-6 ГОСТ 13118-83	1		
Подп. и дата								
	Инв. № подл.							
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								
Инв. № подл.								

[illegible]