

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри машинобудування,
мехатроніки і робототехніки
канд. техн. наук, доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« » червня 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на тему:

**Технологічне забезпечення виготовлення деталі
«Гільза» в умовах серійного виробництва**

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПМ(ОТ)-21
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D друк»
спеціальності 131 Прикладна механіка
_____ Геннадій САКОВЕЦЬ

Керівник роботи:
канд. техн. наук, доцент
_____ Володимир СВЯЦЬКИЙ

Рецензент:
канд. техн. наук, доцент
_____ Любов ОЛІЙНИЧЕНКО

Кропивницький 2025

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма: Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D друк.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри машинобудування,
мехатроніки і робототехніки
канд. техн. наук, доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
31 січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
Саковцю Геннадію Вікторовичу

Тема роботи:

Технологічне забезпечення виготовлення деталі «Гільза» в умовах серійного виробництва.

Керівник роботи:

канд. техн. наук, доцент Володимир СВЯЦЬКИЙ
Затверджено наказом ЦНТУ від 31 січня 2025 року № 130-02.

Строк подання роботи до захисту:

27 червня 2025 р.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Мета: розробка раціонального технологічного процесу, прогресивного оснащення виготовлення деталі «Гільза».

Завдання: проаналізувати варіанти процесу штампування типових деталей; виконати конструктивно-технологічний аналіз деталі та розрахувати розміри вихідної заготовки; розрахувати силовий режим за операціями штампування та вибрати обладнання, спроектувати оснащення для листового штампування деталі «Гільза». Тип виробництва – серійний.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Опрацювання навчальної та наукової літератури по тематиці роботи	21.04.2025 р.	
2	Виконання загальної частини	02.05.2025 р.	
3	Виконання технологічної частини	09.05.2025 р.	
4	Виконання конструкторської частини	16.05.2025 р.	
5	Розробка креслеників	30.05.2025 р.	
6	Усунення недоліків після перевірки керівником роботи	10.06.2025 р.	
7	Перевірка роботи на академічний плагіат	24.06.2025 р.	
8	Рецензування роботи	25.06.2025 р.	
9	Захист кваліфікаційної роботи	27.06.2025 р.	

Дата видачі завдання 03 лютого 2025 р.

Здобувач вищої освіти _____ Геннадій САКОВЕЦЬ

Керівник роботи _____ Володимир СВЯЦЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Саковець Г. В. Технологічне забезпечення виготовлення деталі «Гільза» в умовах серійного виробництва: кваліфікаційна бакалаврська робота: спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. В. В. Свяцький; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2025. 35 с.

Креслеників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою роботи є розробка раціонального технологічного процесу, прогресивного оснащення виготовлення деталі «Гільза».

Актуальність роботи: розробка оптимального процесу витягування деталі «Гільза», що відповідає сучасним вимогам щодо точності, жорсткості інструментального оснащення та продуктивності процесу.

Практична цінність роботи: виконано всебічний конструкторсько-технологічний аналіз деталі; обґрунтовано та обрано раціональний маршрут технологічного процесу виготовлення; розроблено прогресивний технологічний процес виготовлення деталі типу «Гільза» методом штампування, який передбачає виконання трьох основних операцій та використання відповідного штампувального обладнання із застосуванням штаби; запропонована конструкція штампа може бути слугувати базовою моделлю при проектуванні аналогічних штампів для інших типорозмірів деталей типу «Гільза».

Ключові слова: **технологічний процес, холодне штампування, штампове оснащення, силовий режим, штамп**

ANNOTATION

Hennadii SAKOVETS. Technological support for the manufacture of the "Sleeve" part in serial production : qualification work for the educational level "Bachelor", specialty 131 Applied mechanics / Scientific supervisor Volodymyr SVIATSKYI : Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, 2025. 35 p.

Drawings – summary 3 sheets A1 format.

The purpose of the work is to develop a rational technological process, progressive equipment for the manufacture of the "Sleeve" part.

Relevance of the work: development of an optimal process for drawing the "Sleeve" part, which meets modern requirements for accuracy, rigidity of tooling and process productivity.

Practical value of the work: a comprehensive design and technological analysis of the part was performed; a rational route of the manufacturing process was justified and selected; a progressive technological process for manufacturing a "Sleeve" type part by stamping was developed, which involves the performance of three main operations and the use of appropriate stamping equipment with the use of a staff; the proposed design of the stamp can serve as a basic model when designing similar stamps for other sizes of "Sleeve" type parts.

Keywords: **technological process, cold stamping, die equipment, power mode, die**

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на тему:

**Технологічне забезпечення виготовлення деталі
«Гільза» в умовах серійного виробництва**

КРБ.ПМ.25.16.12.00.00

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПМ(ОТ)-21
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D друк»
спеціальності 131 Прикладна механіка
_____ Геннадій САКОВЕЦЬ

Керівник роботи:
канд. техн. наук, доцент
_____ Володимир СВЯЦЬКИЙ

Кропивницький 2025

ЗМІСТ

Вступ

1. Розробка технологічного процесу на деталь „Гільза”
 - 1.1. Аналіз технологічності деталі
 - 1.2. Визначення розмірів заготовки
 - 1.3. Розкрій матеріалу
 - 1.4. Визначення кількості та послідовності операція виготовлення деталі
 - 1.5. Зусилля процесів
 - 1.6. Змащування в процесі витягування
2. Конструювання штампів для виготовлення деталі „Гільза”
 - 2.1 Вибір технологічної схеми штампа
 - 2.1.1 Штамп для вирубки заготовки
 - 2.1.2 Виконавчі розміри робочих деталей
 - 2.1.3. Розрахунок інших розмірів штампа
 - 2.1.4 Центр тиску штампа
 - 2.2 Штамп для витягування
 - 2.2.1 Вибір конструктивно-експлуатаційного типу штампа
 - 2.2.2 Проектування загального вигляду штампа та його робота
 - 2.2.3. Виконавчі розміри робочих деталей.
3. Вибір обладнання
 - 3.1. Вибір пресу для виготовлення деталі „Гільза”
 - 3.2. Вибір пресу для виготовлення деталі заготовка „Гільза”

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми

У сучасному серійному машинобудуванні спостерігається постійне зростання вимог до ефективності та економічної доцільності технологічних процесів виготовлення просторових деталей. Однією з таких є деталь «Гільза» – циліндричний елемент без отвору в донній частині. За геометричними характеристиками вона відноситься до тонкостінних об'ємних виробів з осьовою симетрією, для яких існує кілька можливих способів виготовлення. У випадку серійного виробництва найбільш доцільним рішенням є застосування технології листового штампування.

Порівняно з іншими методами, листове штампування має низку значних переваг. По-перше, використання холоднокатаних листових заготовок дозволяє зменшити втрати металу та підвищити коефіцієнт його використання. По-друге, штампувальні операції добре піддаються автоматизації та можуть ефективно виконуватись на кривошипних пресах з автоматизованою подачею заготовок, що забезпечує високу продуктивність і стабільність розмірних характеристик виробів. По-третє, у разі великого обсягу виготовлення, собівартість продукції, отриманої методом штампування, значно нижча порівняно з механічною обробкою або литтям.

Використання механічної обробки з цільної заготовки (прутка чи диска) є нераціональним через значні об'єми знімання металу. Лиття ж тонкостінних корпусних елементів супроводжується труднощами досягнення необхідної точності, стабільності механічних властивостей і потребує складного технологічного оснащення, що ускладнює його застосування у серійному виробництві.

З огляду на це, розробка спеціалізованого технологічного процесу листового штампування для деталей типу «Гільза» є актуальним напрямом

удосконалення виробництва тонкостінних металевих корпусів. Такий підхід сприяє зниженню виробничих витрат, скороченню тривалості виготовлення, забезпеченню стабільної якості продукції та підвищенню гнучкості виробничої системи.

Мета і задачі роботи

Мета роботи – розробка раціонального технологічного процесу, прогресивного оснащення та вибір штампувального обладнання для виготовлення деталі «Гільза».

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати варіанти процесів штампування типових деталей;
- виконати конструктивно-технологічний аналіз деталі та розрахувати розміри вихідної заготовки;
- розрахувати силовий режим за операціями штампування та вибрати обладнання;
- спроектувати оснащення для листового штампування деталі «Гільза»;

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

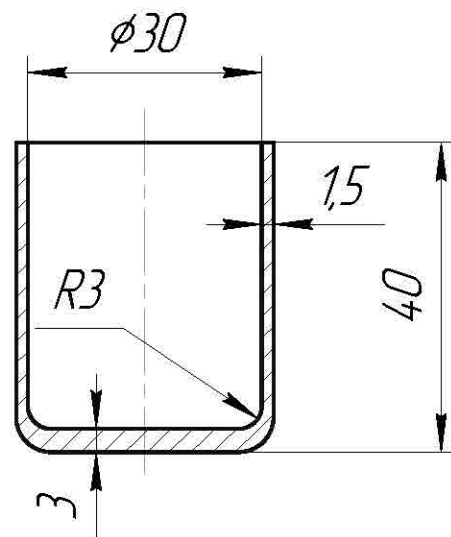
– запропоновано прогресивний технологічний процес штампування деталі «Гільза», в якому обґрунтовано доцільність виконання трьох елементарних операцій та вибрано штампувальне обладнання для роботи зі матеріалом – штабою. Це дає змогу зменшити кількість робочих місць і оснащення, підвищити якість продукції та скоротити терміни підготовки виробництва;

– розроблено складальне креслення прогресивного штампа для операцій вирубання, витягування та формування деталі «Гільза» з використанням штаби як вихідного матеріалу.

1. Розробка технологічного процесу на деталь „Гільза”

1.1. Аналіз технологічності деталі

Для встановлення структури технологічного процесу, необхідно проаналізувати технологічність деталі, визначити розміри та форму вихідної заготовки, вибрати оптимальний тип розкрою, призначити кількість та послідовність технологічних операцій.



Матеріал М1 ГОСТ 859-2001

Рис. 1.1. Деталь „Гільза”.

Проаналізувавши конструкцію деталі, можна прийняти, що спосіб яким виготовляється деталь найбільш раціональним є виготовлення такої деталі витягуванням, а оскільки товщина стінки деталі ($S = 1,5$ мм) менша за товщину дна деталі ($S = 3,0$ мм) тоді отримати таку деталь можливо витягуванням з потоншенням. Можливість та кількість операцій отримання деталі визначається нижче.

Основні технологічні вимоги до конструкції даної деталі ([2], стор. 282):

1. Деталь є простої форми і симетричною;
2. Деталь не має гострих кутів в плані біля дна.

Розміри деталі вказано на кресленні та приймаються згідно технологічних вимог, за якими ведеться розрахунок технологічно процесу виготовлення деталі.

Тому можна зробити висновок, що розміри і форма деталі відповідають технологічним можливостям операцій холодного штампування, в даному випадку – витягування з потоншенням.

1.2. Визначення розмірів заготовки

Визначимо форму і розміри заготовки (виходячи з умови постійності об'ємів заготовки і деталі, об'єм враховується з припуском на обрізку).

$$D_{заг} = 1,13 \sqrt{\frac{V}{S}} \quad ([2], \text{ стор. 116}),$$

де V – об'єм заготовки враховується з припуском на обрізку.

$S=3\text{мм}$ – товщина заготовки.

$$V = V_{вир}(1+a),$$

де $a=0,1$ – коефіцієнт враховуючий відхід при обрізанні ([2], стор. 116).

$$V_{вир} = V_{д.ч} + V_{б.ч},$$

де $V_{б.ч}$ – об'єм стінки деталі;

$V_{д.ч}$ – об'єм дна деталі;

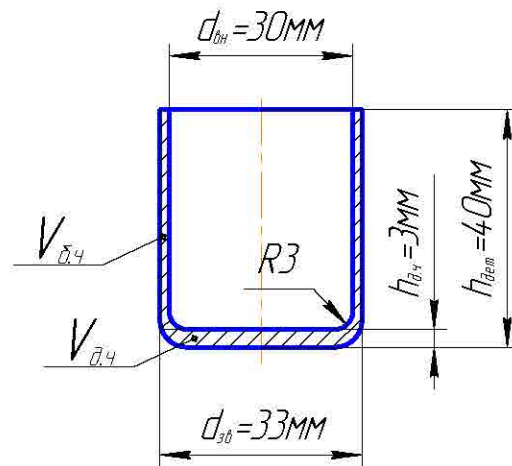


Рис. 1.2. Визначення об'єму деталі.

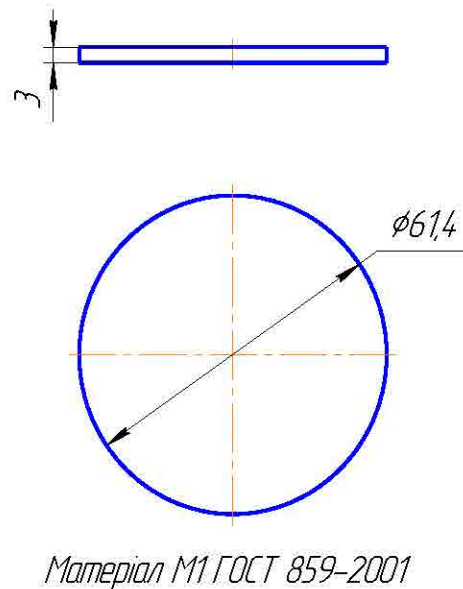


Рис. 1.3. Заготовка до деталі „Гільза”.

$$V_{6.ч} = \frac{\pi(d_{вз}^2 - d_{вн}^2)}{4} h_{ст} = \frac{\pi(33^2 - 30^2)}{4} 37 = 5489,51 \text{ мм}^3$$

$$V_{д.ч} = \frac{\pi d_{зов}^2}{4} h_{д.ч} = \frac{\pi \cdot 33^2}{4} 3 = 2564,6 \text{ мм}^3$$

де $d_{ен} = 30$ мм, – відповідно внутрішній діаметр заготовки;

$$d_{зе} = d_{ен} + 2S = 30 + 2 \cdot 1,5 = 33 \text{ мм} - \text{відповідно зовнішні діаметри}$$

заготовки;

$$h_{д.ч} = S_0 = 3 \text{ мм} - \text{висота донної частини деталі};$$

$$h_{б.ч} = h_{дет} - S_0 = 40 - 3 = 37 \text{ мм} - \text{висота стінки деталі.}$$

$$V_{вир} = 5489,51 + 2564,6 = 8054,11 \text{ мм}^3$$

$$V = 8054,11(1+0,1) = 8859,521 \text{ мм}^3$$

$$D_{заг} = 1,13 \sqrt{\frac{8859,521}{3}} = 61,4 \text{ мм}$$

1.3. Розкрій матеріалу

Розкрій матеріалу – з відходами, адже контур деталі круглий і безвідходне штампування неможливе. Значення перемичок ([2], табл.139, стр. 293):

Тип розкрою – прямий (для деталей простої геометричної форми).

Ширина смуги ([2], табл.142, стр. 296):

– без бокового прижиму.

Значення перемичок ([2], табл.139, стор. 293):

$$a_{min} = 2 \text{ мм}; b_{min} = 3 \text{ мм},$$

де a – значення перемичок по кроку штампування; b – значення бокової перемички при роботі без бокового прижиму.

$$B = D + 2 \times (b + \Delta u) + z = 61,4 + 2 \times (3 + 1,2) + 1,0 = 69,8 \approx 70 \text{ мм},$$

де B – номінальна ширина смуги,

$D = 61,4$ мм – розмір деталі поперек смуги,

$b = b_{min} = 3 \text{ мм}$ – мінімальна величина бокової перемички,

$\Delta w = 1,2 \text{ мм}$ – допуск на ширину смуги на одну сторону ([2], табл.144, стор. 297),

$z = 1,0 \text{ мм}$ – зазор між направляючими та максимально можливою величиною ширини смуги ([2], табл.143, стор. 297).

– з боковим прижимом.

Значення перемичок ([2], табл.139, стор. 293):

$a_{min} = 2 \text{ мм}; b_{min} = 2 \text{ мм}$.

де a – значення перемичок по кроку штампування; b – значення бокової перемички при роботі без бокового прижиму.

$$B = D + 2b + \Delta w = 61,4 + 2 \times 2 + 1,2 = 66,6 \approx 67 \text{ мм},$$

де: B – номінальна ширина смуги,

$D = 61,4 \text{ мм}$ – розмір деталі поперек смуги,

$b = b_{min} = 2,0 \text{ мм}$ – мінімальна величина бокової перемички з боковим прижимом смуги ([2], табл.139, стор. 293),

$\Delta w = 1,2 \text{ мм}$ – допуск на ширину смуги на одну сторону ([2], табл.144, стор. 297),

$z = 1,0 \text{ мм}$ – зазор між направляючими та максимально можливою величиною ширини смуги ([2], табл.143, стор. 297).

Приймаємо ширину штаби $B = 67 \text{ мм}$, як показано на рис. 1.4, з боковим прижимом, що дозволяє зменшення ширини штаби та дозволяє збільшити коефіцієнт використання матеріалу. Внаслідок такого технологічного рішення використання матеріалу виходить значно раціонально, що доводять розрахунки вказані нижче (кількість штаб виходить більшою, а отже і загальна кількість деталей з одного листа збільшується).

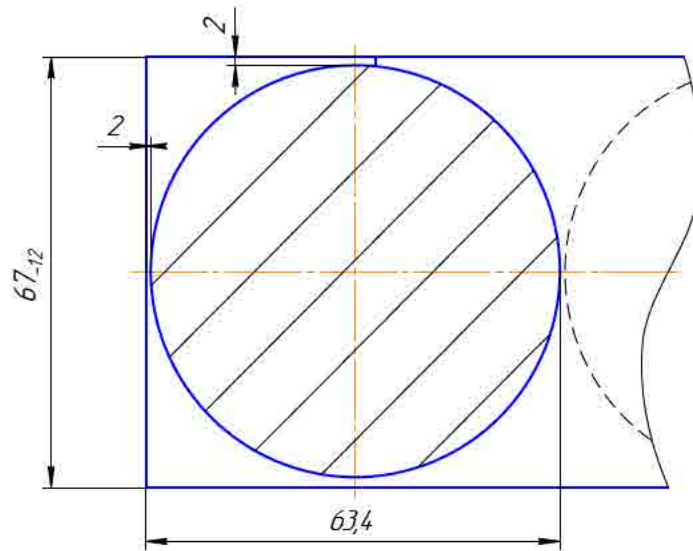


Рис. 1.4. Схема розкрою штаби

Приймаємо лист матеріалу *M1* товщиною *3 мм* з розмірами *1000 × 2000 мм* по *ГОСТ 495-92*.

З кожного листа розмірами *1000 × 2000 мм* отримуємо $n = 2000/67 = 29,85$. Отже кількість смуг що підходять по розмірам виходить $k = 29$ штаб. Розмір штаби *67 × 1000 мм*.

З кожної штаби отримуємо $m = 1000/63,4 = 15,77$. Виходить з однієї штаби $m = 15$ деталей.

Всього з кожного листа виходить $n \cdot k \cdot m = 29 \times 15 = 435$ деталей.

Коефіцієнт використання матеріалу ([2], стр. 291):

$$K_u = \frac{f \times n}{L \times B} \times 100\% = \frac{2959,42 \times 435}{2000 \times 1000} \times 100\% = 64,37\%$$

де $f = \pi \cdot D^2/4 = 3,14 \cdot 61,4^2/4 = 2959,42$ – площа деталі без отворів,

n – загальна кількість деталей з листа,

L – довжина листа,

B – ширина листа.

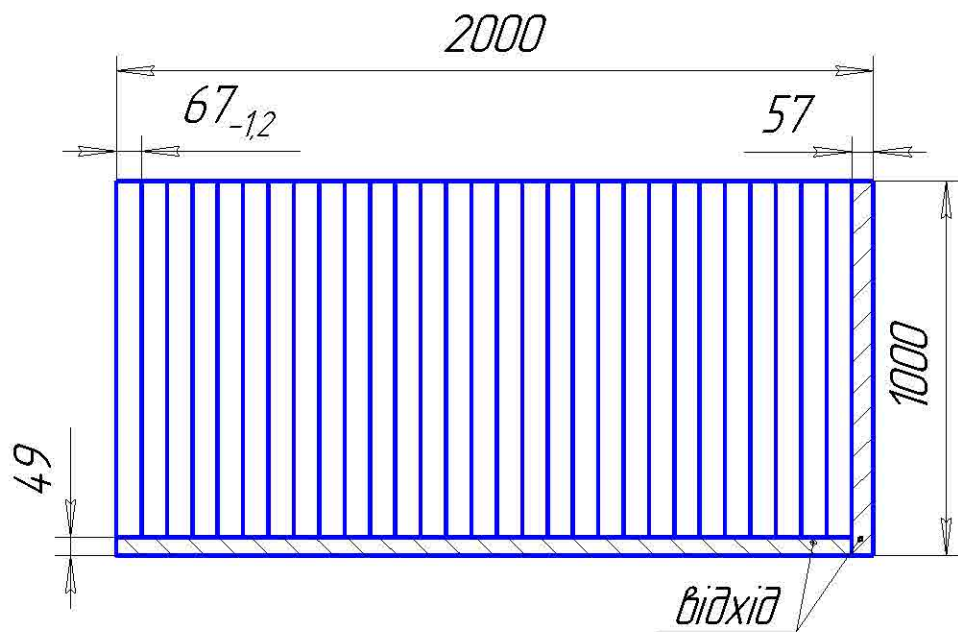


Рис. 1.5. Схема розкрою листа

1.4. Визначення кількості та послідовності операція виготовлення деталі

Можливість отримання деталі витягуванням з потоншенням за один перехід визначається сумарною степеню деформації:

$$\psi = 1 - m_e \times m_s$$

Коефіцієнт витягування:

$$m_e = d_{cp} / D_{32} = 31,5 / 61,4 = 0,51 > [m_{e1}] = 0,46,$$

$[m_{e1}] = 0,46$ - допустимий коефіцієнт витягування на першому переході [2], табл. 45, стор. 118.

Так як $m_e > [m_{e1}]$, то витягування за один перехід, якщо без потоншення можливе.

Коефіцієнт потоншення:

$$m_s = S_k / S_0 = 1,5 / 3 = 0,5 > [m_s] = 0,4,$$

$[m_s] = (0,4 \dots 0,3)$ - допустимий коефіцієнт потоншення на першому переході [2], табл. 71, стор. 160.

Так як $m_s > [m_s]$, то потоншення за один перехід також можливе.

Сумарна ступінь деформації:

$$\psi = 1 - m_g \times m_s = 1 - 0,5 \times 0,51 = 0,745 > [\psi] = 0,7$$

$$[\psi] = 0,6 - 0,7 - [2], \text{ табл. 71, стор. 160.}$$

Так як $\psi > [\psi]$, тому комбіноване витягування на першому переході не можливе.

Визначення висоти заготовки після першого витягування виконуємо за умови постійності площ:

$$f_{\text{дет}} \approx f_{\text{заг}}.$$

Попередньо приймаємо, що на першому переході витягується напівфабрикат – стаканчик з розмірами:

$$[R_{\text{п}}/S] = 2 - \text{радіуса заокруглення витяжної кромки пуансона}$$

$$R_{\text{п}} = 2S = 2 \cdot 3 = 6 \text{ мм},$$

$$S = S_0 = 3 \text{ мм},$$

$d_1 = d_{\text{д.ч}} + 2R_{\text{п}} = 24 + 2 \cdot 6 = 36 \text{ мм}$ – діаметр заготовки на першому переході витягування без потоншення,

де $d_{\text{д.ч}} = d_{\text{дет}} - 2R = 30 - 2 \cdot 3 = 24 \text{ мм}$ – діаметр донної частини деталі без радіусів заокруглення.

$$f_r = \frac{\pi}{4}(2\pi dr + 8r^2) = \frac{3,14}{4}(2 \cdot 3,14 \cdot 24 \cdot 9 + 8 \cdot 9^2) = 1573,52 \text{ мм}^2 \quad - \quad \text{площа}$$

радіусного переходу від стінки до дна заготовки;

$$f_{\text{дн}} = \frac{\pi d_{\text{дн}}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 24^2}{4} = 452,16 \text{ мм}^2 \quad - \quad \text{площа плоскої донної частини}$$

заготовки;

$$f_{\text{заг}} = \frac{\pi d_{\text{заг}}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 61,4^2}{4} = 2959,42 \text{ мм}^2 \quad - \quad \text{площа заготовки, що}$$

вирубуеться;

$$f_{\text{б.н.}} = \pi dh = f_{\text{заг}} - (f_{\text{дн}} + f_r) = 2959,42 - (452,16 + 1573,52) = 933,74 \text{ мм}^2 \quad -$$

площа прямої бічної поверхні заготовки:

$$h_{\text{б.н.}} = \frac{f_{\text{б.н.}}}{\pi d} = \frac{933,74}{3,14 \cdot 39} = 7,63 \text{ мм} \quad - \quad \text{висота прямої бічної поверхні}$$

заготовки;

$$h_{\text{дет}} = h_{\text{б.н.}} + r_{\text{д}} + s_0 = 7,63 + 6 + 3 = 16,63 \text{ мм} \quad - \quad \text{висота заготовки після}$$

витягування.

Приймаємо витягування деталі за 2 переходи.

Тому на першій операції виконується попереднє витягування стаканчика без потоншення, а на другій (останній) операції виконується витягування з потоншенням.

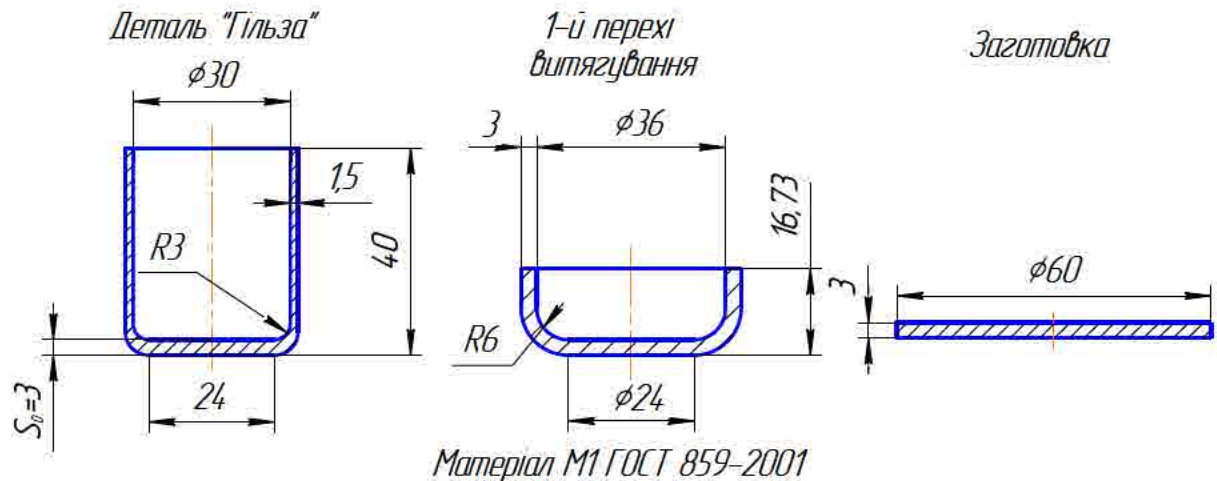


Рис. 1.6. Технологічні переходи отримання деталі „Гільза”.

Коефіцієнт витягування на першому переході:

$$m_e = d_{cp} \div D_{заг} = 36 \div 61,4 = 0,58 > [m_{e1}] = 0,46$$

$[m_{e1}] = 0,46$ – допустимий коефіцієнт витягування на першому переході [2], табл. 45, стор. 118. [2], табл. 45, стор. 118.

Коефіцієнт витягування на другому переході:

$$m_{e1} = d_{дем} \div d_1 = 30 \div 36 = 0,83 > [m_{e2}] = 0,7$$

$[m_{e2}] = 0,7$ – допустимий коефіцієнт витягування на другому переході [2], табл. 45, стор. 118.

Так як $m_e > [m_{e1}]$, то витягування за один перехід можливе.

Коефіцієнт потоншення:

$$m_s = S_k / S_0 = 1,5 / 3 = 0,5 > [m_s] = 0,4$$

$[m_s] = (0,4...0,3)$ – допустимий коефіцієнт потоншення на першому переході [2], табл. 71, стор. 160.

Так як $m_s > [m_s]$, то потоншення за один перехід також можливе.

Сумарна ступінь деформації:

$$\psi = 1 - m_e \times m_s = 1 - 0,5 \times 0,83 = 0,585 < [\psi] = 0,7$$

$$[\psi] = 0,7 - [2], \text{ табл. 71, стор. 160.}$$

Так як $\psi < [\psi]$, то на другому переході (кінцевому) комбіноване витягування можливе.

Приймаємо заготовку $\varnothing 61,4$ мм, товщина заготовки $S = 3$ мм.

Необхідність прижима:

$(S_{заг} \div D_{заг}) \times 100\% = (3 \div 61,4) \times 100\% = 4,9\% > 2,5\%$ - необхідності в прижимі немає.

Деталь отримуємо за три операції – вирубка, та дві операції витягування (витяжка стаканчика-заготовки та кінцева витяжка з потоншенням).

Вирубка заготовки виконується в одному штампі і дві операції витягування виконуються в двох штампах для витягування.

1.5. Зусилля процесів

Різання листа проводиться на гільйотинних ножицях.

Зусилля різання ([2], табл. 2, стор. 10):

$$P = 0,5 \times S^2 \times \sigma_{зр} \div \text{tg}\varphi = 0,5 \times 3^2 \times 18 \div 0,035 = 2313 \text{ кгс} \approx 2,3 \text{ кН}$$

де S – товщина листа (3 мм),

φ - кут нахилу ножа ($\varphi = 2^\circ \dots 5^\circ$), приймаємо $\varphi = 2^\circ$, $\text{tg}2^\circ \approx 0,035$.

$\sigma_{зр}$ – опір зрізу (для відпаленої міді 18 кгс/мм²).

Приймаємо кривошипні гільйотинні листові ножиці, моделі НД3316Г.

Зусилля вирубки:

$$P = L \times S \times \sigma_{зр} = 192,8 \times 3 \times 18 = 1041 \text{ кгс} \approx 1,4 \text{ кН}$$

де L – периметр контура вирубки (рис. 1.7):

$$L = \pi \times D = \pi \times 61,4 = 192,8 \text{ мм};$$

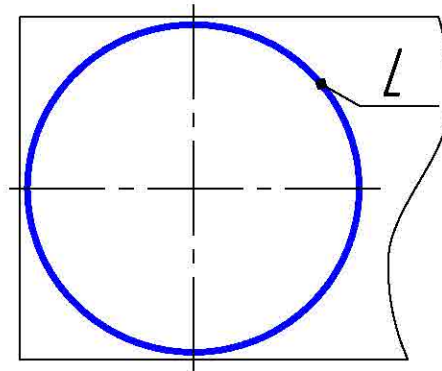


Рис. 1.7. Периметр контуру вирубки.

Зусилля витягування на першому переході:

$$P_{вит} = \pi \times d_{ср} \times S \times \sigma_{в} \times k = \pi \times 39 \times 3 \times 21 \times 1 = 7714,98 \text{ кгс} \approx 77,2 \text{ кН}$$

Зусилля витягування на другому переході (витягування з потоншенням):

Сумарне зусилля процесу буде складатися з зусилля потоншення та зусилля витягування ([2], табл. 72, стор. 172):

$$\begin{aligned} P &= P_{потон} + P_{витяг} = \pi \times D \times (S_{n-1} - S_n) \times \sigma_{в} \times k_y + \pi \times d_{ср} \times S \times \sigma_{в} \times k_1 = \\ &= \pi \times 42 \times (3 - 1,5) \times 21 \times 1,6 + \pi \times 33 \times 3 \times 21 \times 1 = 13174,8 \text{ кгс} \approx 132 \text{ кН} \end{aligned}$$

де:

$\sigma_{в}$ – межа міцності ([2], табл. 222, стор. 510),

(S_{n-1}, S_n) – товщина стінки після n -ї операції,

k_y – коефіцієнт що для міді дорівнює 1,6..1,8 ([2], табл. 72, стор. 172),

k_1 – коефіцієнт для першої витяжки циліндричних деталей ([2], табл.

73, стор. 173).

Зусилля за яким попередньо вибираємо прес:

$$P_{пр}=1,25 \cdot 13174,84=16468,52 \text{ кгс} \approx 164,7 \text{ кН.}$$

1.6. Змащування в процесі витягування

Призначення змащування в формоутворюючих процесах має мету зменшити тертя між матеріалом і інструментом, зменшити напруження в металі та попередження від утворення задирів, подряпин.

В якості змащувальної рідини приймаємо мильно-масляний розчин (емульсію) ([2], табл. 87).

2. Конструювання штампів для виготовлення деталі „Гільза”

2.1. Вибір технологічної схеми штампа

Дану деталь можна виготовити в штампах простої, послідовної та суміщеної дії. Виготовлення деталі в штампах простої дії має низьку продуктивність. За результатами розрахунків відомо, що дану деталь можна виготовити за два переходи. Відтак один штамп для вирубування заготовки і два штампи для витягування. Приймаємо три штампи простої дії для виготовлення деталі „Гільза”.

2.1.1. Штамп для вирубки заготовки

По конструкційним ознакам приймаємо штамп з направляючими колонками. Такий штамп має високу надійність і простоту в експлуатації, зручний при установці, має високу стійкість.

По розташуванню направляючих колонок приймаємо штамп з кутовим розташуванням двох колонок. Це забезпечить легкий доступ до

робочої зони, а також підвищить точність роботи штампа.

За способом подачі заготовок – штамп з ручною подачею смуги.

Видалення готових деталей здійснюється через отвір матриці.

Фіксація подачі смуги в усіх положеннях здійснюється за допомогою постійного упора.

Зняття смуги з пуансонів за допомогою буферного зйомника.

На нижній плиті 1 встановлюється матриця 3 на якій розміщені направляючі планки 8 та зйомник 7. Все кріпиться до нижньої плити 1 гвинтами 16 та штифтами 17. Для контролю кроку подачі в матрицю 3 запресований грибоквий упор 10.

До верхньої плити 2 кріпиться гвинтами 15 та штифтами 14 підкладна плита 6, пуансонотримач 5 в який встановлено пуансон 4.

Для направлення верхньої плити 2 відносно нижньої плити 1 встановлені направляючі колонки 12, запресовані в нижню плиту 1 та втулки 13 – в верхню плиту 2.

Робота штампа для вирубування

Робітник подає смугу в робочу зона до упору 10 і при робочому ході пресу виконується вирубування заготовки на провал.

2.1.2. Виконавчі розміри робочих деталей

Допуски на виготовлення встановлюється по $H7$ для розмірів матриць, по $h6$ для розмірів пуансонів.

$\varnothing 61,4H12^{+0,3}$ (основний інструмент – матриця):

$$D_m = (D_{\max} - k \times \Delta)^{+\delta} = (61,4 - 0,3) = 61,1H7$$

$$d_n = (D_m - z)_{-\delta} = (61,1 - 0,06) = 61,04h6$$

де $z = 0,06$ мм – величина початкового зазору що залежить від товщини матеріалу згідно [2], табл. 9, стор. 25.

2.1.3. Розрахунок інших розмірів штампа

Ширина вирубної матриці знаходиться по формулі ([1], стор.455):

$$B = b + (3 \div 4)H = 61,4 + 3 \cdot 25 = 136,4$$

Приймаємо $B = 140$

Мінімально можлива товщина матриці ([1], табл.206, стор.455):

$$H_m = 0,3 \cdot b = 0,3 \cdot 61,4 = 18,42 \text{ (мм)},$$

Конструктивно приймаємо $H_m = 25$ мм

Мінімально можлива відстань між центрами найближчих кріпильних отворів в матриці:

$$l = 0,8 + \frac{d_1 + d_2}{2},$$

де $d_1 = 18$ мм – діаметр отвору під головку гвинта;

$d_2 = 10,5$ мм – діаметр отвору під штифт;

$$l = 0,8 + \frac{18 + 8}{2} = 13,8 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $l = 20$ мм.

2.1.4. Центр тиску штампа

Центр тиску штампа для вирубки заготовки циліндричної форми буде знаходитись в центрі отвору що вирубється.

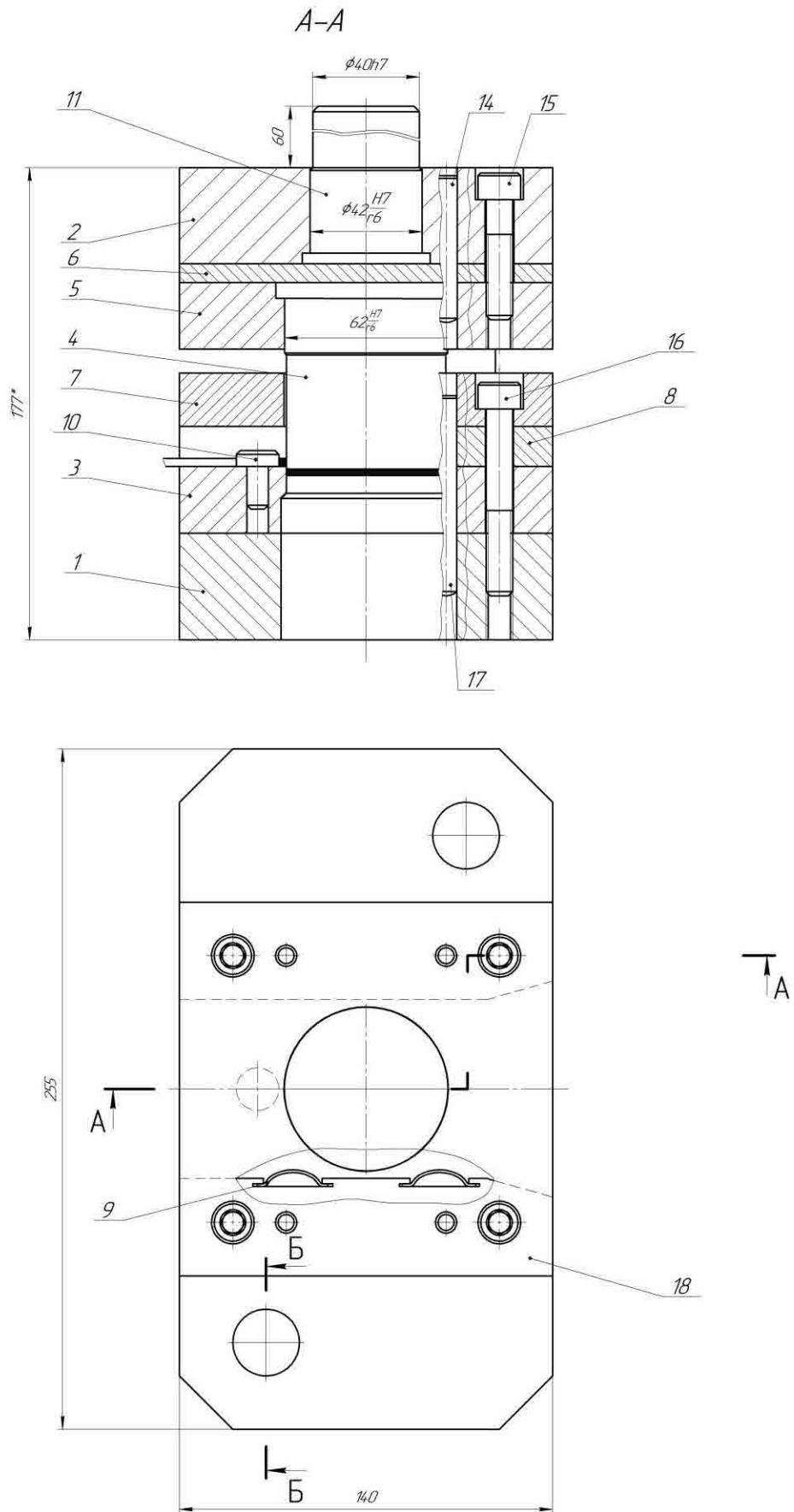


Рис. 2.1. Конструкція штампа для вирубування

2.2. Штамп для витягування

2.2.1. Вибір конструктивно-експлуатаційного типу штампа

По конструкційним ознакам приймаємо штамп з направляючими колонками. Такий штамп має високу надійність і простоту в експлуатації, зручний при установці, має високу стійкість.

По розташуванню направляючих колонок приймаємо штамп з паралельним розташуванням двох колонок. Це забезпечить легкий доступ до робочої зони, а також підвищить точність роботи штампа.

За способом подачі заготовок – штамп з ручною подачею заготовок.

Видалення готових деталей здійснюється через отвір матриці.

2.2.2. Проектування загального вигляду штампа та його робота

Послідовність проектування штампа.

Маючи параметри преса – закриту висоту та розміри стола, визначаємо висоту штампа.

Виходячи з схеми розкрою полоси, викреслюємо контури отвору в матриці на вигляді нижньої половини штампа.

Виходячи з габаритних розмірів матриці та враховуючи розміри стола преса, підбираємо стандартний блок штампа. Викреслюємо його на вигляді нижньої половини штампа, враховуючи розташування центра тиску штампа. Намічаємо лінію розрізу.

Викреслюємо головний вигляд штампа в наступній послідовності: верхню і нижню плиту стандартного блока; стандартні направляючі колонки і втулки; в просторі що залишився між плитами блока, креслимо матрицю, пуансонотримач, пуансон та підкладну плиту; креслимо розрізи, що намічені на вигляді нижньої половини штампа.

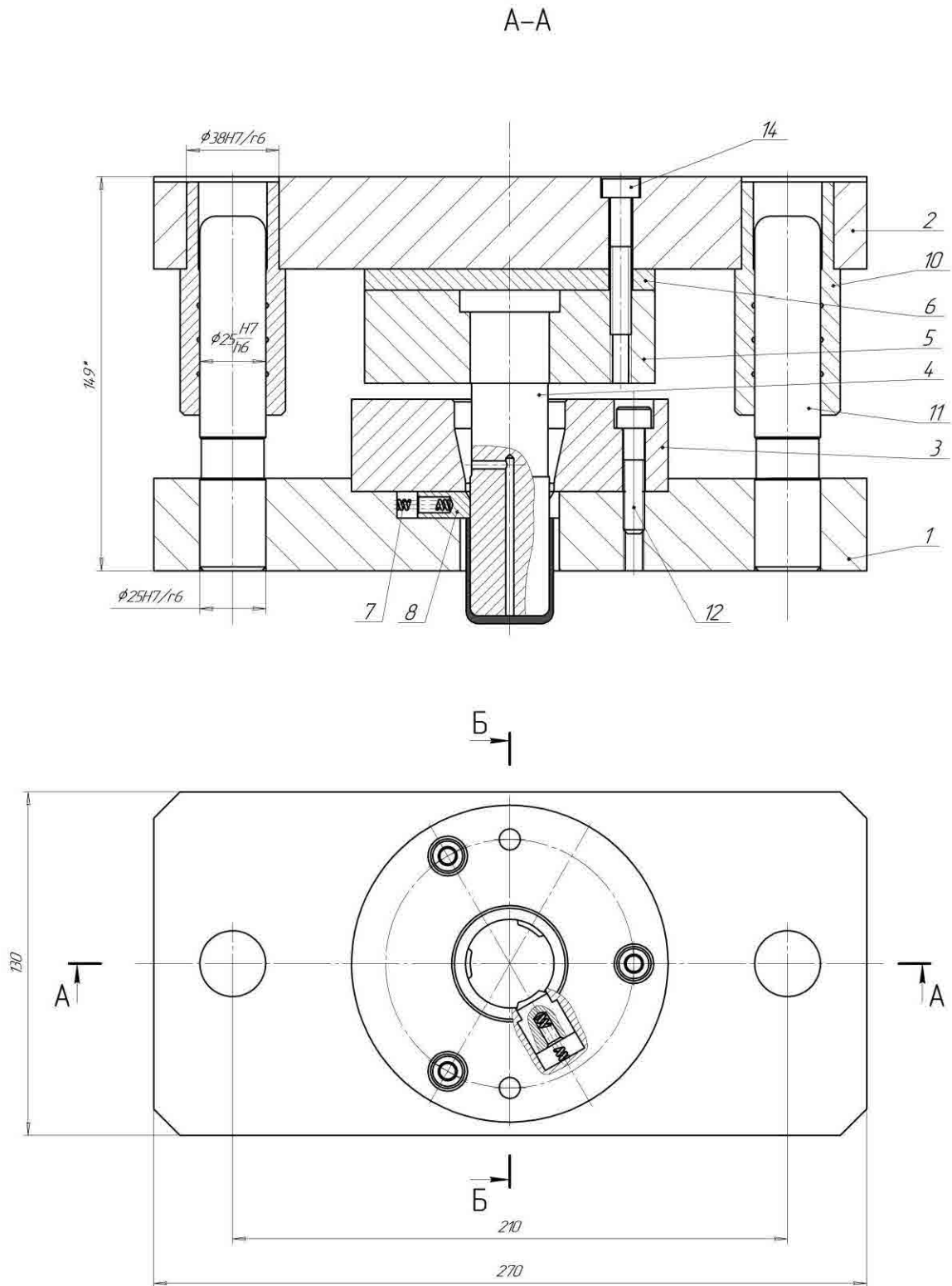


Рис. 2.2. Конструкція штампа для витягування з потоншенням

На нижній плиті 1 встановлюється матриця 3 та зйомник 8, який підпружинюється пружиною 7. Все кріпиться до нижньої плити 2 гвинтами 12 та штифтами 14. Для контролю кроку подачі в матрицю 9 запресований грибоквий упор 10.

До верхньої плити 2 кріпиться гвинтами 14 та штифтами 15 підкладна плита 6, пуансонотримач 5 в який встановлено пуансон 4.

Для направлення верхньої плити 2 відносно нижньої плити 1 встановлені направляючі колонки 11, запресовані в нижню плиту 1 та втулки 10 – в верхню плиту 2.

Робота штампа.

Робітник подає пінцетом заготовку в робочу зону та встановлює в матрицю яка виконана з прийомником, що центрує заготовку. При русі верхньої плити вниз (робочий хід) відбувається витягування з потоншенням. Деталь при ході повзуна вгору знімається з пуансону 4 за допомогою зйомників 8 після робочого ходу випадає в провальні отвори стола преса.

2.2.3. Виконавчі розміри робочих деталей

Розміри матриці ([2], стор.123):

$$D = 43 \text{ мм}$$

$$d = 33 \text{ мм}$$

$$a = 13 \text{ мм}$$

$$R = 2,3 \times a = 29,9 \text{ мм}$$

$$r = 0,5 \times a = 6,5 \text{ мм}$$

$$1,75 \times a = 22,75 \text{ мм}$$

Односторонній зазор ([2], табл. 81, стор. 183):

$$z = S + \delta + (1,5 \dots 2) \times a = 3 + 0,025 + 1,5 \times 0,3 = 3,07 \text{ мм.}$$

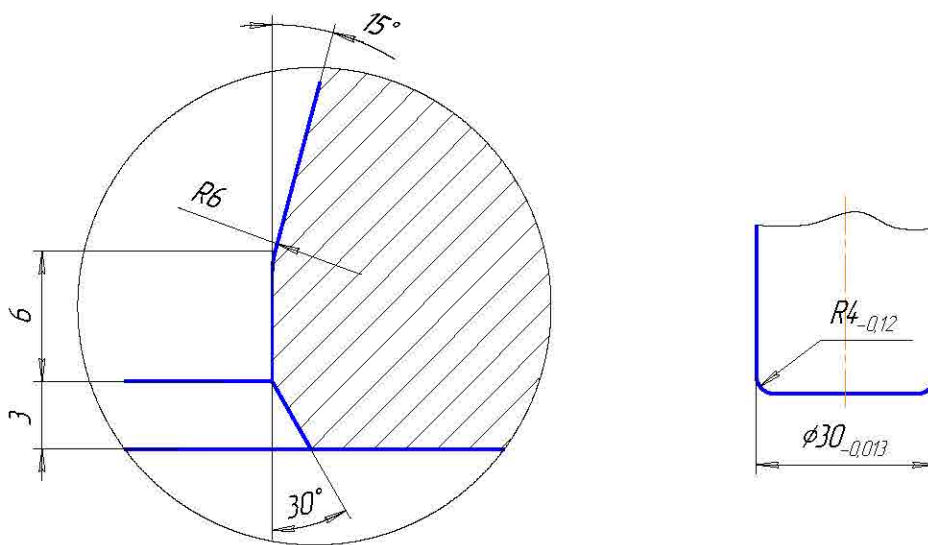


Рис. 2.3. Схема до розрахунку розмірів матриці

3. Вибір обладнання.

3.1. Вибір пресу для виготовлення деталі „Гільза”

Виходячи з величини робочого зусилля, необхідного робочого ходу, приймаємо гідравлічний прес серії НКР.

Технічні характеристики преса:

Таблиця 3.1

Параметр	Значення
Технологічне зусилля, кН	2000
Хід повзуна, мм	800
Відстань між столом и повзуном в его верхньому положенні, мм	1400
Розміри стола и повзуна, мм	800 × 800
Зусилля виштовхувачів, кН	
- верхнього	100
- нижнього	500
Хід виштовхувачів, мм	
- верхнього	180
- нижнього	400

3.2. Вибір пресу для виготовлення деталі заготівка „Гільза”

За габаритними розмірами штампа і розрахованому зусиллю процесу, приймаємо однокривошипний двохстоечний нахилляемий прес з нерухомим столом марки КД2122Е, номінальним зусиллям 16 тс.

Технічна характеристика преса

Таблиця 3.2

Параметри преса	Позначення	Значення
Номінальне зусилля, тс	P_n	16
Найбільша технологічна робота за один хід в режимі безперервних ходів, кДж	A_m	0,266
Величина ходу, мм: мінімальна	h_{min}	10
максимальна	h_{max}	55
Максимальна величина безперервних ходів поковзня, хв. ⁻¹	n_{max}	60
Величина максимального ходу верхнього виштовхувача, мм	$n_{e.e.}$	55
Закрита висота преса, мм	H	200
Товщина підштампової плити, мм	$H_{n.n.}$	40
Діаметр провального отвору в підштамповій плиті, мм	$D_{n.o.}$	80
Діаметр центрального отвору в поковзні преса, мм	d_{nz}	40
Величина регулювання положення поковзня, мм	Δ_m	5

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У сучасному серійному машинобудуванні значна увага приділяється підвищенню ефективності та економічності виготовлення просторових металевих деталей. Одним із прикладів таких виробів є деталь типу «Гільза» — тонкостінна циліндрична конструкція із суцільною донною частиною.

Серед можливих методів виготовлення цієї деталі варто відзначити механічну обробку, лиття, об'ємне й листове штампування. Проведений аналіз показав, що найраціональнішим способом для умов серійного виробництва є саме листове штампування. Цей метод забезпечує зниження витрат матеріалу за рахунок використання холоднокатаних листів, дозволяє досягти високої продуктивності завдяки автоматизації процесів подачі та обробки заготовок, а також забезпечує стабільну якість продукції при мінімальних витратах.

Механічна обробка вважається економічно не вигідною через значний обсяг знімання матеріалу, що супроводжується великою кількістю відходів. Лиття, своєю чергою, поступається за точністю, стабільністю геометрії й вимагає складного формоутворювального оснащення, що ускладнює його застосування у серійному виробництві.

Отже, впровадження технології листового штампування у процес виготовлення деталі «Гільза» є обґрунтованим та відповідає сучасним вимогам серійного виробництва.

2. Розроблено прогресивний технологічний процес виготовлення деталі типу «Гільза» методом штампування, який передбачає виконання трьох основних операцій та використання відповідного штампувального обладнання із застосуванням штаби. Запропоноване технічне рішення дозволяє зменшити кількість задіяних робочих місць та елементів оснащення, покращити якість готової продукції та скоротити терміни підготовки виробництва.

3. Спроектовано складальне креслення штампа дії, призначеного для виконання операцій вирубки та витягування деталі типу «Гільза» зі штаби. Запропонована конструкція може бути впроваджена у виробничий процес після завершення розроблення повного комплексу конструкторської документації або слугувати базовою моделлю при проектуванні аналогічних штампів для інших типорозмірів деталей.

Література

1. Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти : метод. рекомендації з оформлення кваліфікаційної роботи : спец. 131 Прикладна механіка / [уклад. : В. А. Мажара, А. І. Гречка, В. В. Свяцький та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. машинобудування, мехатроніки і робототехніки. Кропивницький : ЦНТУ, 2024 – 40 с.Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. –496 с.: ил. – (Б-ка конструктора).
2. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке / Романовский В. П. – [6-е изд.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979. – 530 с.Стеблюк В. И., Марченко В. Л., Белов В. В., Гривачевский АГ. Технология листовой штамповки. «Курсовое проектирование». 1983 г.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. 5-е изд., перераб. – М.:Машиностроение, 1980. - 728 с. -Т.1.
4. Ковка и штамповка : Справочник. В 4т. Т.4 Листовая штамповка/Под ред. А.Д. Матвеева; Ред. совет: Е.И. Семенов/пред./ и др.-М.: Машиностроение. 1985–1987.–544 с.: ил.
5. Боков В.М. Конструювання та виготовлення штамтів. Штамп як об'єкт проектування. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ “Імекс ЛТД”, 2005. – 236 с.
6. Плєснецов Ю. О. Ковальськo-шtamпувальнe обладнання. Механічні преси: навч. посіб. / Ю.О. Плєснецов, В.О.Маковей – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – 236 с.

Додатки