

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

25 червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Ковпачок»

Виконав здобувач вищої освіти

4 курсу групи ПТ-22-2

ОПП «Прикладна механіка»

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Віктор БАЛАБУШКА

Керівник роботи:

канд. техн. наук, доцент

_____ Олег СІСА

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент

_____ Віктор ПУКАЛОВ

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
13 квітня 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
Балабушкі Віктору Леонідовичу

Тема роботи:

Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Ковпачок».

Керівник роботи:

канд. техн. наук, доцент Олег СІСА

Затверджено наказом ЦНТУ від 01 квітня 2026 року № 199-02.

Строк подання роботи до захисту:

26 червня 2026 р.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Мета: розробка технологічного процесу холодного листового штампування деталі «Ковпачок».

Завдання: зробити опис деталі, що штампується, вибрати та обґрунтувати оптимальний варіант маршрутної технології, розрахувати діаметр вихідної заготовки, перевірити можливість витягування деталі за одну операцію, виконати розкрій листового прокату, розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання, розробити план-схеми організації робочих місць за операціями штампування та виконати технічне нормування, розробити карту технологічного процесу, спроектувати штамп для штампування деталі «Ковпачок», розробити кресленики на його робочі деталі, зробити опис штампа, розрахувати виконавчі розміри інструмента.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Опрацювання навчальної та наукової літератури по тематиці роботи	19.04.2026 р.	
2	Виконання загальної частини	25.04.2026 р.	
3	Виконання технологічної частини	09.05.2026 р.	
4	Виконання конструкторської частини	25.05.2026 р.	
5	Розробка креслеників	18.06.2026 р.	
6	Усунення недоліків після перевірки керівником роботи	19.06.2026 р.	
7	Перевірка роботи на академічний плагіат	22.06.2026 р.	
8	Рецензування роботи	24.06.2026 р.	
9	Захист кваліфікаційної роботи	26.06.2026 р.	

Дата видачі завдання
13 квітня 2026 р.

Здобувач вищої освіти _____ Віктор БАЛАБУШКА

Керівник роботи _____ Олег СІСА

АНОТАЦІЯ

Балабушка В. Л. Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Ковпачок»: кваліфікаційна бакалаврська робота: спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. О. Ф. Сіса; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2026. 31 с.

Креслеників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою роботи є розробка технологічного процесу холодного листового штампування деталі «Ковпачок».

Актуальність роботи полягає в зменшенні собівартості виготовлення деталі за рахунок використання прогресивної маршрутної технології холодного листового штампування деталі «Ковпачок» за дві технологічні операції, яка, порівняно з базовим варіантом, дозволяє: скоротити одну операцію, скоротити один штамп, вивільнити одну одиницю обладнання, вивільнити одного пресувальника та здійснювати штампування з найбільшим (70,21%) коефіцієнтом використання матеріалу за рахунок оптимізації розкрою листа.

В роботі зроблено опис деталі, що штампується, вибрано та обґрунтовано оптимальний варіант маршрутної технології, розраховано діаметр вихідної заготовки, перевірено можливість витягування деталі за одну технологічну операцію, виконано розкрій листового прокату, розраховано технологічні зусилля за операціями штампування та вибрано обладнання, розроблено план-схеми організації робочих місць за операціями штампування та виконано технічне нормування, розроблено карту технологічного процесу, спроектовано штамп суміщеної дії для штампування деталі «Ковпачок», розроблено кресленики на його робочі деталі, зроблено опис штампа, розраховано виконавчі розміри інструмента.

холодне листове штампування, технологічний процес, розкрій листового прокату, технологічні зусилля, витягування, штамп суміщеної дії

ANNOTATION

Viktor BALABUSHKA. Technology and equipment for manufacturing the "Cap" part: qualifying bachelor's thesis: spec. 131 Applied mechanics / scientific director O. F. Sisa; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2026. 31 p.

Drawings - a total of 3 sheets of A1 format.

The purpose of the work is to develop a technological process for cold sheet metal stamping of the "Cap" part.

The relevance of the work lies in reducing the cost of manufacturing the part by using the progressive route technology of cold sheet stamping of the "Cap" part in two technological operations, which, compared to the basic version, allows: to reduce one operation, reduce one die, free up one piece of equipment, free up one presser and perform stamping with the highest (70.21%) material utilization factor by optimizing sheet cutting.

The work describes the part being stamped, selects and justifies the optimal route technology, calculates the diameter of the initial workpiece, checks the possibility of drawing the part in one technological operation, performs cutting of sheet metal, calculates technological efforts for stamping operations and selects equipment, develops plans for the organization of workplaces for stamping operations and performs technical standardization, develops a technological process map, designs a combined action stamp for stamping the "Cap" part, develops drawings for its working parts, describes the stamp, calculates the working dimensions of the tool.

cold sheet metal stamping, technological process, cutting of sheet metal, technological efforts, drawing, combined action stamp

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на тему:

**Технологія та оснащення для виготовлення
деталі «Ковпачок»**

КРБ.ПМ.26.18.12.00.00

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПМ-22-2
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Віктор Балабушка

Керівник роботи:
канд. техн. наук, доцент
_____ Олег СІСА

Кропивницький 2026

ЗМІСТ

ВСТУП		7
1	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КОВПАЧОК»	9
	1.1 Опис та технічна характеристика деталі	9
	1.2 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології	10
	1.3 Розрахунок діаметра вихідної заготовки	11
	1.4 Перевірка можливості витягування деталі за одну технологічну операцію	12
	1.5 Розкрій листового прокату	12
	1.6 Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання	17
	1.7 Технічне нормування	20
	1.8 Розробка карти технологічного процесу	22
2	ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ШТАМПА	23
	2.1 Призначення штампа	23
	2.2 Склад штампа	23
	2.3 Принцип роботи штампа	24
	2.4 Розрахунок виконавчих розмірів інструмента	24
ВИСНОВКИ		34
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ		27
ДОДАТКИ		29
ДОДАТОК А Специфікація «Штамп суміщеної дії»		30
	А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик	30
	А.2 Другий аркуш специфікації на складальний кресленик	31

ВСТУП

Холодне листове штампування є одним із прогресивних технологічних методів виробництва. Воно має ряд переваг перед іншими видами обробки металів як в технічному, так і в економічному відношеннях.

Найбільший ефект від використання листового штампування може бути забезпечений при комплексному вирішенні технічних питань на всіх стадіях підготовки виробництва, починаючи зі створення технологічних конструкцій чи форм деталей.

Листове штампування застосовується для виготовлення деталей із листового матеріалу, наприклад деталей автомобілів, літаків, вагонів, сівалок, тракторів, електроприладів та багатьох деталей широкого вжитку.

Основними операціями холодного листового штампування є розділові (відрізування, вирубування, пробивання та інші) та формозмінні (гнуття, витягування, відборткування, правлення та інші). Суттєвий економічний ефект спостерігається при штампуванні в штампах послідовної та суміщеної дії, які об'єднують декілька операцій.

Листове штампування здійснюється, головним чином, на механічних кривошипних пресах простої та подвійної дії із застосуванням одиночних або автоматичних ходів. Крім того, широку популярність набуло листове штампування з використанням обладнання з числовим програмним керуванням, зокрема координатно-пробивних пресів та гідравлічних листогнуттєвих пресів.

В якості вихідного матеріалу для листового штампування застосовують листи, штаби або стрічки. Матеріал для штампування, що поступає в штампувальні цехи, перед обробки іноді піддають спеціальній підготовці: правці, відпалу, знежиренню, травленню, промиванню, сушінню.

Найбільше розповсюдження холодне штампування отримало у багатосерійному та масовому виробництвах, де великі масштаби випуску

дозволяють використовувати технічно більш сучасні, хоча й більш складні та багато коштовні штампи. Ряд виробів масового виробництва та широкого споживання виготовляються десятками та сотнями мільйонів штук в рік. В теперішній час холодне листові штампування широко використовується і у мало серійному та навіть у одиночному виробництвах.

Розробка технологічних процесів холодного листового штампування та проектування штамів нерозривно зв'язані між собою, хоча й можуть виконуватися різними особами. Технолог повинен добре знати конструкції штамів, а конструктор повинен володіти основними технологічними знаннями щодо холодного штампування.

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КОВПАЧОК»

1.1 Опис та технічна характеристика деталі

Деталь «Ковпачок» (рис. 1.1) використовується для закриття електромагніта в динаміку. Вона особливих навантажень не несе. Основна операція штампування – витягування. Саме тому [1, 2] дану деталь доцільно виготовляти із м'якої листової сталі марки 08 ДСТУ 4041-05.

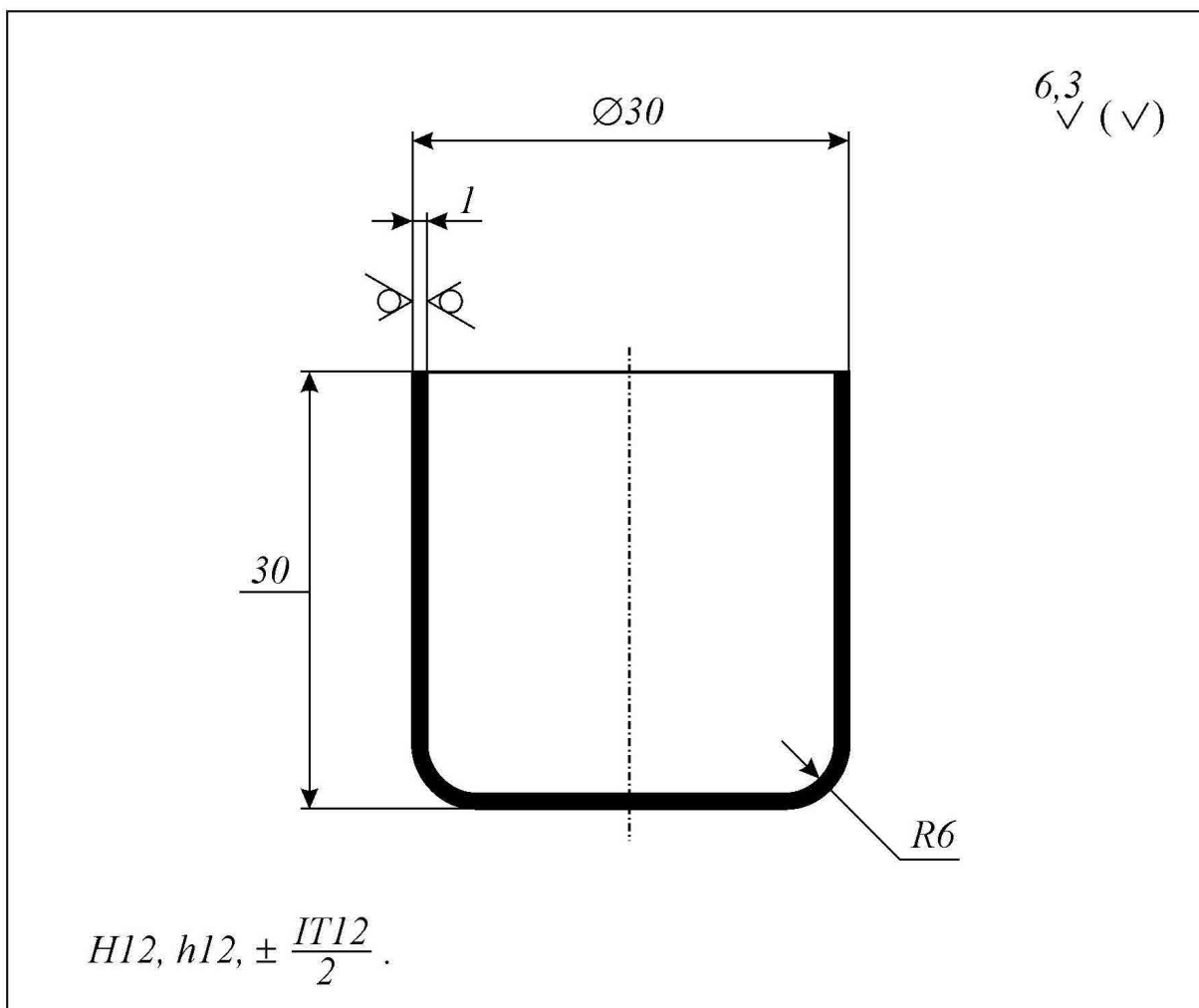


Рисунок 1.1 – Кресленик деталі «Ковпачок»

Таблиця 1.1 – Механічні та фізичні властивості матеріалу [1]

Матеріал	σ_v , МПа	σ_3 , МПа	δ , %	γ , г/см ³
Сталь 08	380	250	30	7,85

Таблиця 1.2 – Хімічний склад матеріалу [2]

Матеріал	C, %	Si, %	Mn, %	Cr не більш, %
Сталь 08	0,05-0,12	0,17-0,37	0,35-0,65	0,10

1.2 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології

I варіант (базовий):

1. Відрізування штаб від листа без оптимізації розкрою.
2. Вирубубання.
3. Витягування.

II варіант (проектний):

1. Відрізування штаб від листа з оптимізацією розкрою.
2. Вирубубання, витягування у штампі суміщеної дії.

Вибираємо II варіант, так як він дозволяє:

- скоротити одну операцію;
- скоротити один штамп;
- вивільнити одну одиницю обладнання;
- вивільнити одного пресувальника;
- штампувати з найбільш можливим коефіцієнтом використання матеріалу за рахунок оптимізації розкрою.
- зменшити собівартість виготовлення деталі.

1.3 Розрахунок діаметра вихідної заготовки

Діаметр вихідної заготовки (рис. 1.2) розраховуємо за формулою (1.1) [4, с. 95]:

$$D = \sqrt{d_2^2 + 4 \cdot d_2 \cdot H - 1,72 \cdot r \cdot d_2 - 0,56 \cdot r^2}, \quad (1.1)$$

де d_2 – діаметр деталі по середній лінії. $d_2 = 29$ мм;

r – радіус закруглення дна деталі за середньою лінією. $r = 65$ мм;

H – висота деталі за середньою лінією. $H = 29,5$ мм.

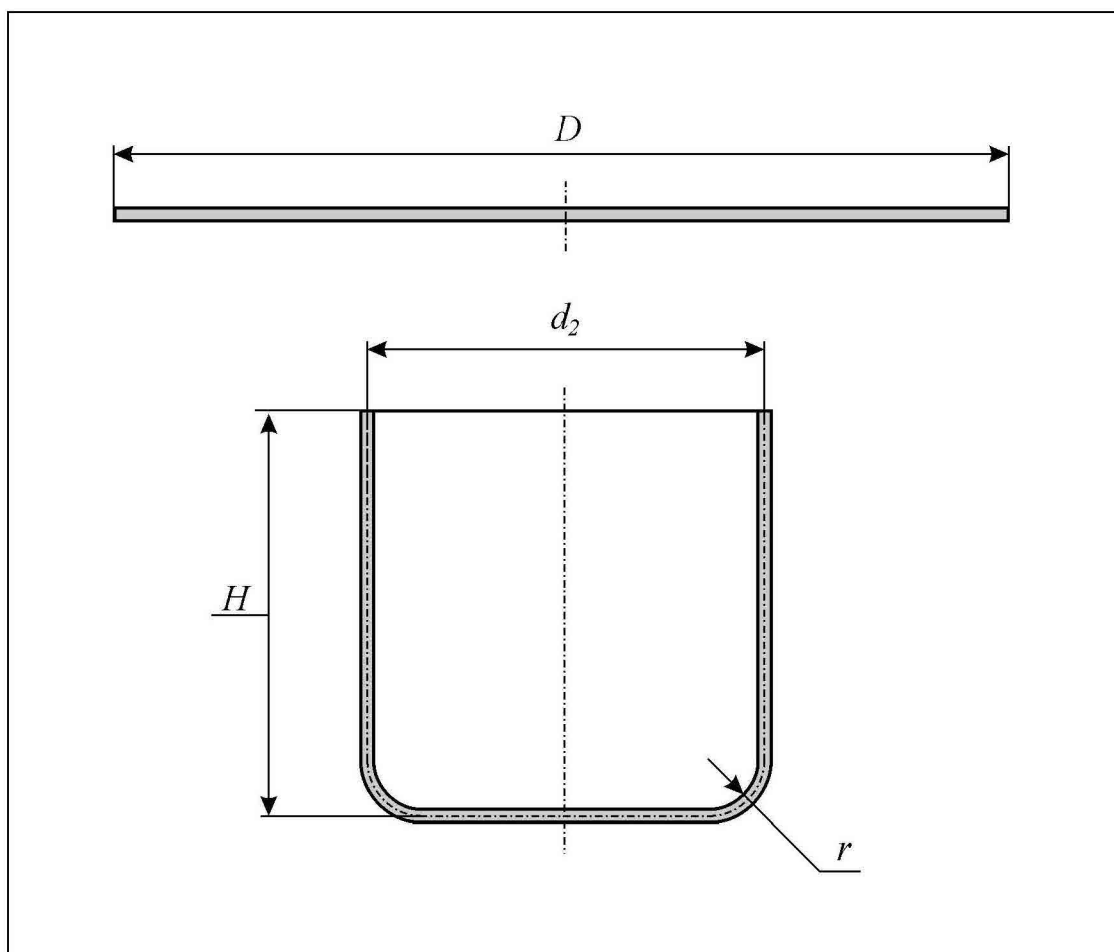


Рисунок 1.2 – До розрахунку діаметра вихідної заготовки

Тоді:

$$D = \sqrt{29^2 + 4 \cdot 29 \cdot 29,5 - 1,72 \cdot 6,5 \cdot 29 - 0,56 \cdot 6,5^2} = 62,57 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D = 62 \text{ мм.}$

1.4 Перевірка можливості витягування деталі за одну технологічну операцію

Можливість витягування деталі з одну технологічну операцію визначається умовою (1.2):

$$m \geq [m_1], \quad (1.2)$$

де: m – розрахунковий коефіцієнт витягування, що дорівнює

$$m = \frac{D_c}{D} = \frac{29}{62} = 0,4677,$$

D_c – середній діаметр витягнутої частини деталі. $D_c = 29 \text{ мм.}$

$[m_1]$ – критичний коефіцієнт першого витягування. При $D/d = 62/29 = 2,13$ та $S/D = 1/62 = 0,0161$, $[m_1] = 0,42$ [6, с. 131].

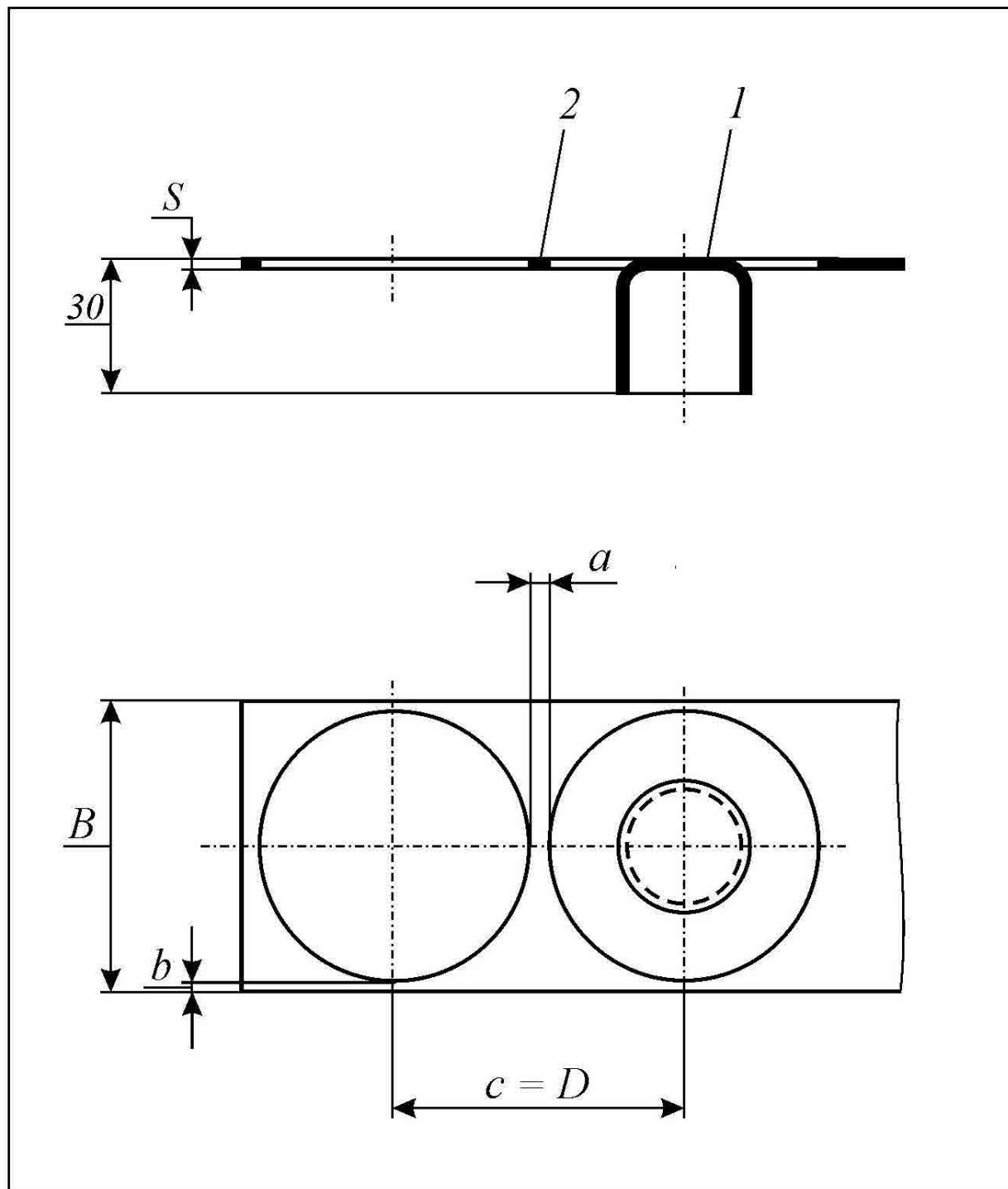
Як бачимо, умова (1.2) виконується, тому витягування деталі за одну технологічну операцію можливе.

1.5 Розкрій листового прокату

Деталь «Ковпачок» виготовляється із листового прокату товщиною 1 мм. За даними роботи [1, 2] промисловість випускає 19 типорозмірів листів

даної товщини. Для вибору оптимального [3] типорозміру листа скористуємося кафедральною комп'ютерною програмою розрахунку [4].

Вихідні дані для розрахунку (рис. 1.3):



1 – деталь; 2 – штаба

Рисунок 1.3 – Схема розкрою штаби

- довжина листа L , мм [1];
- ширина листа A , мм [1];
- товщина листа $S = 1$ мм;
- величина між контурної перемички $a = 1,2$ мм [6];
- ширина деталі $c = D = 62$ мм;
- ширина штаби B , мм. Оскільки процес штампування здійснюється без притиску штаби до напрямних планок, ширину штаби визначаємо за формулою (1.3) [6]:

$$B = B_p + 2\Delta_{ш} + Z, \quad (1.3)$$

де: B_p – розрахункова ширина штаби, мм:

$$B_p = d + 2b = 62 + 2 \cdot 1,2 = 64,4 \text{ мм};$$

b – величина перемички. $d = 1,2$ мм [6];

Z – гарантований зазор між напрямними штампа та максимально можливою шириною штаби. $Z = 1$ мм [6].

Тоді:

$$B = 64,4 + 2 \cdot 1 + 1 = 67,4 \text{ мм};$$

- площа поверхні заготовки, мм²;

$$F_3 = F,$$

де F – площа круга, що дорівнює площі вихідної заготовки діаметром D :

$$F = \frac{\pi \cdot D^4}{4} = \frac{3,14 \cdot 62^2}{4} = 3017,54 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо $F_3 = 3017$ мм;

ρ - густина матеріалу. $\rho = 0,00785$ г/мм³.

Результати розрахунку параметрів розкрою листового прокату зведено до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку параметрів розкрою
листового прокату

L , мм	A , мм	Вид розкрою	n , шт.	m , шт.	η , %	H , г/шт.
1420	600	попереч.	9	21	66,93	35,38
2000	600	попереч.	9	29	65,63	36,09
2000	650	попереч.	10	29	67,31	35,18
1420	670	попереч.	10	21	66,60	35,56
1420	700	попереч.	11	21	70,12	33,77
2000	700	попереч.	11	29	68,75	34,45
1420	710	попереч.	11	21	69,13	34,26
2000	710	попереч.	11	29	67,78	34,94
1600	750	поздовж.	25	11	69,13	34,25
2000	750	поздовж.	31	11	68,59	34,53
1600	800	попереч.	12	23	65,06	36,40
2500	800	попереч.	12	37	66,98	35,36
1700	850	попереч.	13	25	67,86	34,90
1800	900	поздовж.	28	13	67,80	34,93
2000	900	попереч.	14	29	68,06	34,80
1900	950	поздовж.	30	14	70,21	33,73
1800	1000	поздовж.	28	14	65,71	36,04
2500	1000	попереч.	15	37	66,98	35,36
2500	1250	попереч.	19	37	67,88	34,89

Виходячи найбільшого коефіцієнта використання матеріалу η та технологічної доцільності розкрою, вибираємо лист $L = 1900$ мм, $A = 950$ мм $S = 1$ мм з наступними параметрами розкрою:

- вид розкрою: поздовжній (рис. 1.4);
- кількість деталей із штаби $n = 30$ шт.
- кількість штаб із листа $m = 14$ шт.;
- найбільший коефіцієнт використання матеріалу $\eta = 70,21$ %;
- норма витрати матеріалу на одну деталь $H = 33,73$ г/шт.

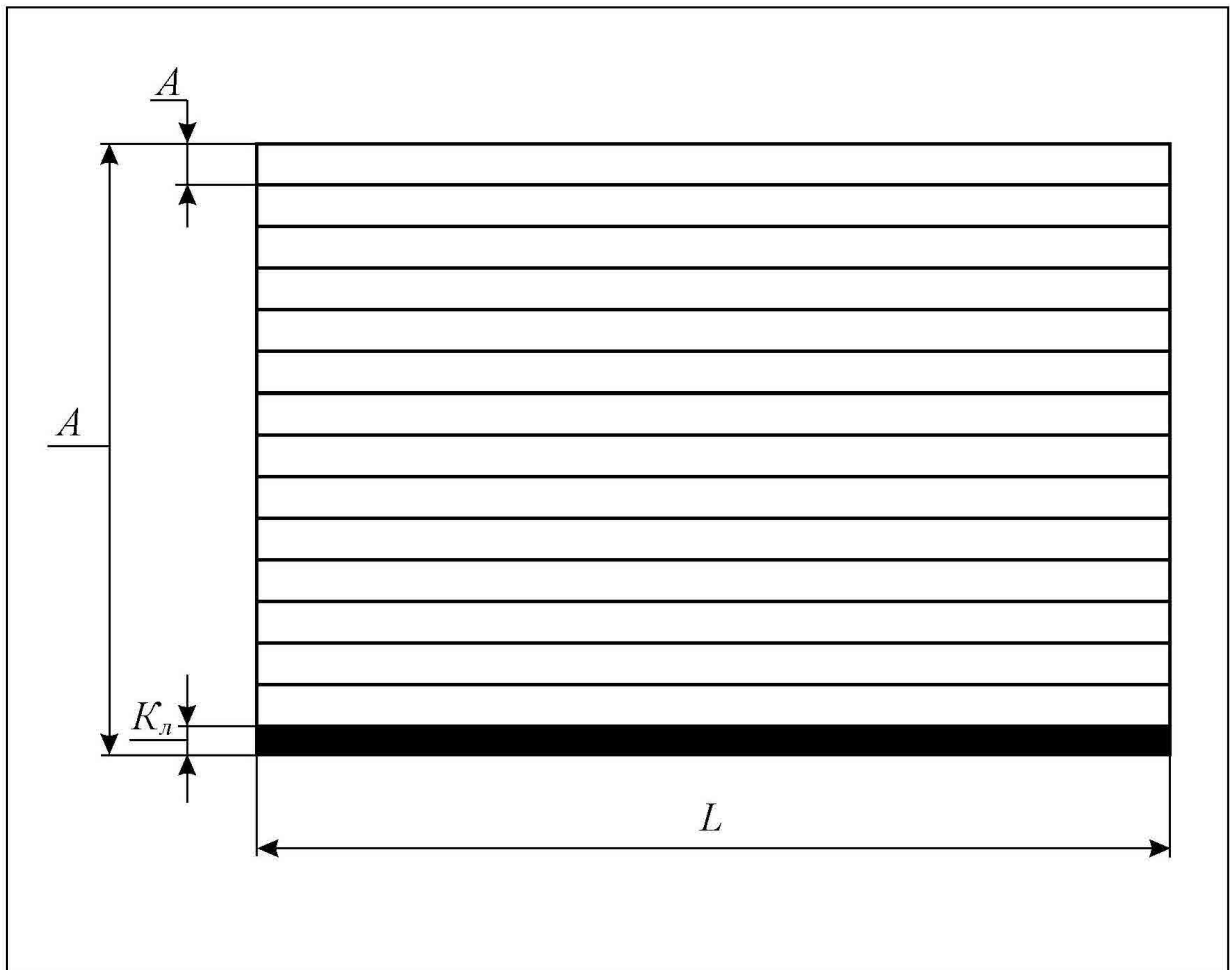


Рисунок 1.4 – Схема поздовжнього розкрою листа

1.6 Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання

1.61. Відрізування штаб від листа

Зусилля відрізування штаб від листа на листових ножицях визначаємо за формулою [6, с. 10]:

$$P = \frac{0,5 \cdot S^2 \cdot \sigma_3}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (1.4)$$

де S – товщина листа. $S = 1$ мм;

φ - кут нахилу верхнього ножа відносно нижнього. $\varphi = 3^\circ$.

Тоді:

$$P = \frac{0,5 \cdot 1^2 \cdot 250}{\operatorname{tg} 3^\circ} = 2385,5 \text{ Н} = 2,38 \text{ кН}.$$

Вибираємо листові ножиці моделі НК3416, виходячі із найбільшої товщини та довжини різку [13].

Технічна характеристика

Найбільша товщина листової сталі, що розрізується, мм	4,0
Найбільша ширина листової сталі, що розрізується, мм	2000
Число ходів ножа у хвилину	65
Кут нахилу рухомого ножа	$1^\circ 30'$
Потужність приводу, кВт	5,6
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	2700

- ширина	1595
- висота	1500
Маса, т	3,2

1.5.2. Вирубубання, витягування у штампі послідовної дії

Зусилля штампування визначаємо за формулою:

$$P = P_{\epsilon} + P_{\text{вум}}, \quad (1.5)$$

де P_{ϵ} – зусилля вирубубання заготовки за контуром, яке визначаємо за формулою:

$$P_{\epsilon} = \kappa \cdot L \cdot S \cdot \sigma_s, \quad (1.6)$$

κ – коефіцієнт, що ураховує притуплення ріжучих кромek. Приймаємо $\kappa = 1,3$;

L – довжина периметра різy:

$$L = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 6 = 194,68 \text{ мм};$$

S – товщина листа. $S = 1 \text{ мм}$.

Тоді:

$$P_{\epsilon} = 1,3 \cdot 194,68 \cdot 1 \cdot 250 = 63271 \text{ Н};$$

P_n – зусилля витягування, що визначаємо за формулою [6, с. 172]:

$$P_{\text{вум}} = \pi \cdot d_2 \cdot S \cdot \sigma_{\epsilon} \cdot \kappa_1, \quad (1.7)$$

d_2 – середній діаметр циліндричної частини деталі. $d_2 = 29$ мм;

κ_1 – коефіцієнт. При $(S/D) \cdot 100 = (1/62) \cdot 100 = 1,61$ та $m_1 = 0,467$, $\kappa_1 = 1,06$ [3, с. 173].

Тоді:

$$P_{\text{вир}} = 3,14 \cdot 29 \cdot 1 \cdot 380 \cdot 1,06 = 36679 \text{ Н};$$

Тоді зусилля штампування:

$$P = 63271 + 36679 = 99950 \text{ Н} = 100 \text{ кН}.$$

Вибираємо однокривошипний двостояковий прес з нерухомим столом моделі КД2328 [11, 12, 13].

Технічна характеристика

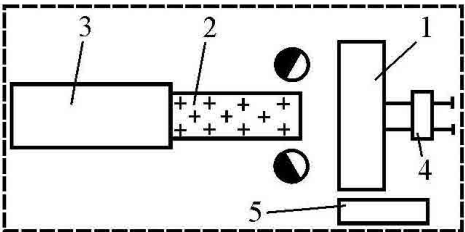
Номінальне зусилля, кН	630
Хід повзуна, мм	100
Число ходів повзуна у хвилину	90
Найбільша відстань між столом та повзуном у крайньому нижньому положенні, мм	340
Товщина нижньої плити, мм	80
Довжина плити стола, мм	710
Ширина плити стола, мм	480
Діаметр отвору під хвостовик, мм	50

1.6 Технічне нормування

1.6.1 Відрізування штаб від листа

Результати технічного нормування операції відрізування штаб від листа на листових ножицях моделі НДЗ416 зведено до таблиці 1.3.

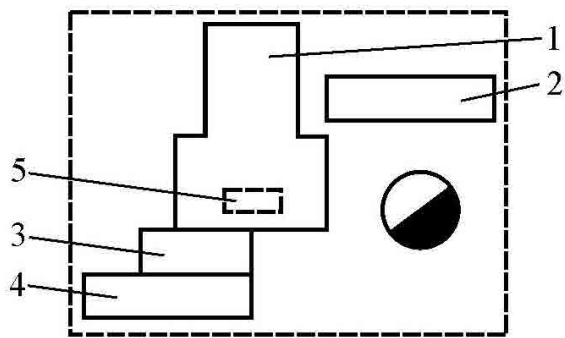
Таблиця 1.3 – Карта технічного нормування

Операція: відрізування штаб від листа на листових ножицях Деталь: «Ковпачок»				
План-схема організації робочого місця				
1 – листові ножиці; 2 – стіл з кульовими опорами; 3 – стіл з листовим прокатом; 4 – візок з ручним приводом; 5 – тара для відходів.				
Вихідні дані				
Розміри листа – 950 × 1900 × 1 мм. Площа листа – 1,8 м ² . Кількість штаб із листа – 14. Число ходів нижниць у хвилину – 65.		Тип муфти вмикання – фрикційна. Спосіб вмикання – педаллю. Розміри штаби – 67 × 1900 × 1 мм.		
Найменування переходів	Література	Час на 1 штабу в хвилинах		
		Основний <i>T_о</i>	Допоміжний <i>T_д</i>	
			Перекритий	Неперекритий
Узяти лист із стопи, покласти на стіл ножиць, встановити за заднім упором, відкласти заготовку	[14, с. 93]	-	-	0,0164
Увімкнути ножиці	[14, с. 21]	-	-	0,015
Відрізати штабу	[14, с. 23]	0,017	-	-
Просунути лист до упора	[14, с. 94]	-	-	0,013
Разом:		0,017	-	0,0464
Норма штучного часу $T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K = (0,017 + 0,0464) \cdot 1,12 = 0,047 \text{ хв.}; K = 1,12 \text{ [14]}$ Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,047 + \frac{15}{1000} = 0,086 \text{ хв.};$ <i>n</i> – кількість деталей у партії, шт. Норма виробітку $H_e = \frac{T_{ш}}{T_{ш-к}} = \frac{480}{0,086} = 5581 \text{ шт./зм.}$				

1.6.2 Вирубування, витягування у штампі суміщеної дії

Результати технічного нормування операції вирубування, витягування у штампі суміщеної дії на пресі моделі КД2328 зведено в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Карта технічного нормування

Операція: вирубування, витягування у штампі суміщеної дії Деталь: «Ковпачок»				
План-схема організації робочого місця				
1 – прес кривошипний; 2 – стіл із штабами; 3 – бункер для деталей; 4 – бункер для відходів; 5 – тара для дрібних відходів.				
Вихідні дані				
Розміри штаби – 67 × 1900 × 1 мм. Крок штампування – 63,2 мм. Кількість деталей із штаби – 30. Число ходів преса у хвилину – 90.		Тип муфти вмикання – фрикційна. Тип штампа – штамп суміщеної дії. Зусилля преса – 250 кН. Спосіб видалення деталей – гачком.		
Найменування переходів	Література	Час на 1 штабу в хвилинах		
		Основний T_o	Допоміжний T_o	
			Перекритий	Неперекритий
Узяти штабу, піднести та встановити у штамп	[14, с. 79]	-	-	0,0028
Увімкнути прес	[14, с. 21]	-	-	0,015
Штампувати деталь	[14, с. 23]	0,012	-	-
Вилучити деталь із штамп-а гачком у бункер	-	-	-	0,033
Просунути штабу на крок	[14, с. 80]	-	-	0,013
Відкинути відхід від штаби у бункер	[14, с. 80]	-	-	0,0007
Разом:		0,012	-	0,0645
Норма штучного часу $T_{ш} = (T_o + T_o) \cdot K = (0,012 + 0,0645) \cdot 1,12 = 0,0856 \text{ хв.}; K = 1,12 \text{ [14]}$ Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,0856 + \frac{15}{3000} = 0,0906 \text{ хв.};$ n – кількість деталей у партії, шт. Норма виробітку $H_e = \frac{T_{ш}}{T_{ш-к}} = \frac{480}{0,0906} = 5298 \text{ шт./зм.}$				

1.7 Розробка карти технологічного процесу

Результати розробки карти технологічного процесу виготовлення деталі «К» представлено у вигляді таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Карта технологічного процесу

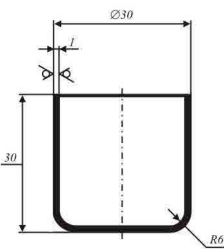
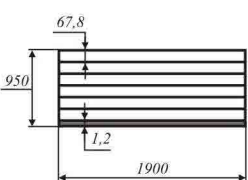
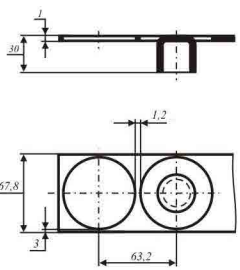
Ескіз деталі 	Міністерство освіти і науки України Центральноукраїнський національний технічний університет Кафедра "ММ і Р"		КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ						Карта №			
			Деталь		Ковпачок				1			
			Кресленик		Кількість штук на виріб	4	Партія, штук	3000	Кількість карт 1			
			Див. пояснов. з-ку									
	Марка матеріалу		Сталь 08		Ширина штаби		67		Укладач			
	Довжина листа		1900		Товщина стрічки		-					
	Ширина листа		950		Маса деталі		33,7 г		Студент	Група	Підпис	Дата
Товщина листа		1		Н-ма вит. мат на 1 дет.		48,0 г/шт.		Балабушка		ПМ-22-2		08.06.26
Кільк. штаб із листа		14		Кільк. дет із рулона		-		Затверджено				
Кільк. дет. із штаби		30										
Кільк. дет. із листа		420						Керівник		Підпис		Дата
Коефіцієнт використ. матеріалу, %		70,21						Сіса О. Ф.				

Схема розкрою, операційний ескіз		№ опер.	Найменування операції та переходів	Обладн.	Пристосування, шаблони	Інструм.	Н. часу, хв.	Спеціал., розряд
		10	Відрізування штаб від листа	Листові ножиці НК3416	Лінійка	Ножі	0,086	Різальник III розряду
		20	Вирубання, витягування в штампі суміщеної дії	Прес КД2328	Штангенциркуль, шаблон	Штамп суміщен. дії	0,090	Пресувальник III розряду

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ШТАМПА

2.1 Призначення штампа

Штамп суміщеної дії (кресленик КРБ.ПМ.26.03.12.01.00) призначено для одночасного виконання операцій вирубівання за контуром та витягування деталі «Ковпачок».

2.2 Склад штампа

Штамп [8, 9, 10] складається із наступних основних деталей та вузлів (див. кресленик КРБ.ПМ.26.03.12.01.00):

- нормалізованого блоку з осьовим розташуванням напрямних вузлів ковзання (поз. 1, 11, 29-32);
- вирубної матриці (поз. 8);
- пуансон-матриці (поз. 4);
- витяжного пуансона (поз. 7);
- противідтискача (поз. 3), який виконує функцію переднього упору;;
- виштовхувача (поз. 3);
- штовхача (поз. 2);
- притискача-виштовхувача (поз. 9);
- пуансонотримачей (поз. 5, 10);
- жорсткого знімача (поз. 6);
- буферного пристрою (поз. 12, 13, 14, 15, 16, 23);
- напрямних планок (поз. 17, 18);
- переднього упора (поз. 19).

2.3 Принцип роботи штампа

Штаба подається в штампі в щілину між дзеркалом вирубної матриці 8 та знімачем 6 до переднього упора 19. Поперечне переміщення штаби обмежено напрямними планками 17, 18.

Після натискання на педаль відбувається переміщення верхньої частини штампа вниз. В результаті цього заготовка деталі вирубється за контуром, а далі витягується під притиском фланця притискачем-виштовхувачем 9, на який діє зусилля буферного пристрою.

При ході повзуна вгору здійснюється знімання відштампованої деталі з витяжного пуансона 7 притискачем-виштовхувачем 9 за рахунок зусилля буферного пристрою. При досяганні повзуном крайнього верхнього положення спрацьовує верхній жорсткий виштовхувач преса, який передає зусилля крізь штовхач 2 до виштовхувача 3. Деталь падає на штабу та вилучається із штампа гачком.

2.4 Розрахунок виконавчих розмірів інструмента

2.4.1 Діаметр вирубної матриці D_m розраховуємо за формулою [7, 8]:

$$D_m = (D_n - P_z)^{+\delta_m}, \quad (2.1)$$

де: D_n – номінальний діаметр матриці. $D_n = 62$ мм;

P_z – припуск на знос інструмента. Для $\varnothing 62$ H12 $P_z = 0,25$ мм;

δ_m – граничне відхилення виконавчого розміру матриці. $\delta_m = 0,030$ мм.

Тоді

$$D_m = (62 - 0,25)^{+0,030} = 61,75^{+0,030} \text{ мм.}$$

2.4.2 Діаметр вирубного пуансона D_n розраховуємо за формулою [7, 8]:

$$D_n = (D_m - z)_{- \delta_n}, \quad (2.2)$$

де z – двобічний нормальний зазор між матрицею та пуансоном. $z = 0,14$ мм [7, 8];

δ_n – граничне відхилення виконавчого розміру пуансона. $\delta_n = -0,019$ мм [7, 8].

Тоді

$$D_n = (61,75 - 0,050)_{-0,019} = 61,25_{-0,019} \text{ мм.}$$

ВИСНОВКИ

1. Зроблено опис та наведено технічну характеристику деталі «Ковпачок» як об'єкта холодного листового штампування.
2. Вибрано та обґрунтовано оптимальний варіант маршрутної технології, яка, порівняно з базовим варіантом, дозволяє: скоротити одну операцію, скоротити один штамп, вивільнити одну одиницю обладнання, вивільнити одного пресувальника та здійснювати штампування з найбільшим (70,21%) коефіцієнтом використання матеріалу за рахунок оптимізації розкрою листа.
3. Розраховано технологічні зусилля за операціями штампування та вибрано обладнання.
4. Розроблено план-схеми організації робочих місць за операціями штампування та виконано технічне нормування.
5. Спроековано та розраховано штамп суміщеної дії для одночасного вирубування та витягування деталі «Ковпачок».
6. Розроблено кресленики на деталі штампа.
7. Зроблено опис штампа, розраховано виконавчі розміри інструмента.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Metal pressure processing Introduction (3rd Edition) General Higher Education second five planning materials / LI SHENG ZHI . LI LONG XU // 2014. Halmos G. T. Roll Forming Handbook / G. T. Halmos. – Boca Raton: Taylor&Francis, 2006. – 583 p.
2. ISO 12004-2:2008. Metallic Materials—Sheet and Strip—Determination of Forming-Limit Curves—Part 2: Determination of Forming-Limit Curves in the Laboratory; ICS: Geneva, Switzerland, 2008.
3. Теорія та проектування процесів холодного штампування [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / уклад. М. В. Шепельський ; Кіровоградський національний технічний ун-т. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – 262 с.: рис., табл. – Бібліогр.: с. 249-253.
4. Боков В. М., Кришкін Б. Б., Мірзак В. Я., Шепельський М. В. Технологія холодного штампування. Курсове проектування. Навчально-методичний посібник / Під ред. М. В. Шепельського. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс ЛТД», 2005. – 210 с.
5. Tang D, Gao B (2007) Feature-based metal stamping part and process design. Part II: Stamping process planning. Int J Prod Res 45:2997–3015. <https://doi.org/10.1080/00207540600693556>
6. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., пере раб и доп. – Л.: Машиностроение. Ленинград. отд-ние, 1979. – 520 с., ил.
7. Боков В. М. Конструювання та виготовлення штамків. Штамп як об'єкт проектування. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс ЛТД», 2005. – 216 с.

8. Боков В. М. Конструювання та виготовлення штампів. Проектування розділових штампів: Навчальний посібник. [Текст] / В. М. Боков. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ «ІмексЛТД», 2006. – 274 с.
9. Швець С. В. Штampi та прес-форми, конструювання та технологія виготовлення : навч. посіб. [Текст] / С. В. Швець, Л. М. Сєдінкін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2005. – 118 с.
10. ДСТУ 3504-97 Штampi для холодного листового штампування. Блоки, плити блоків та пакетів із прокату [Текст] : Типи та основні розміри. – Введ. 1998.01.01.– Офіц. вид. – К. : Вид-во Держстандарту України, 1997. – Різн.паг. – (Державні стандарти України).
11. Роганов, Л.Л. Сучасне ковальсько-пресове обладнання: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090206, 7.090404. – Краматорськ: ДДМА, 2008.– Ч.1. – 56с. ISBN 978-966-379-236-1.
12. Плєснецов, Ю. О. Ковальсько-штампувальне обладнання. Механічні преси : навч. посіб. / Ю. О. Плєснецов, В. О. Маковей – Харків : НТУ «ХПІ», 2014. – 236 с.
13. Справочник по оборудованию для листовой штамповке / Л. И. Рудман, А. И. Зайчук, В. Л. Марченко и др.; Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – К.: Техника, 1989. – 231 с.
14. Общемашиностроительные нормативы времени на холодную штамповку. Изд. второе, допол. и перераб. – М.: Машиностроение , 1964. – 123 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Специфікація «Штамп суміщеної дії»

А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик

Поз.	Позначка	Найменування	Кіл.	Посилання	Матеріал
		<u>Документація</u>			
	КРБ.ПМ.26.18.12.11.00	Складальний кресленик	1		
		<u>Деталі</u>			
1	КРБ.ПМ.26.18.12.11.01	Плита верхня	1		
2	КРБ.ПМ.26.18.12.11.02	Штовхач	1		
3	КРБ.ПМ.26.18.12.11.03	Виштовхувач	1		
4	КРБ.ПМ.26.18.12.11.04	Пуансон-матриця	1		
5	КРБ.ПМ.26.18.12.11.05	Пуансоноутримач	1		
6	КРБ.ПМ.26.18.12.11.06	Знімач	1		
7	КРБ.ПМ.26.18.12.11.07	Пуансон	1		
8	КРБ.ПМ.26.18.12.11.08	Матриця вирубна	1		
9	КРБ.ПМ.26.18.12.11.09	Притискач-виштовхувач	1		
10	КРБ.ПМ.26.18.12.11.10	Пуансоноутримач	1		
11	КРБ.ПМ.26.18.12.11.11	Плита нижня	1		
12	КРБ.ПМ.26.18.12.11.12	Штовхач	4		
13	КРБ.ПМ.26.18.12.11.13	Шайба	2		
14	КРБ.ПМ.26.18.12.11.14	Буфер	4		
15	КРБ.ПМ.26.18.12.11.15	Прокладка	3		
16	КРБ.ПМ.26.18.12.11.16	Шпилька	1		
17	КРБ.ПМ.26.18.12.11.17	Планка права	1		
18	КРБ.ПМ.26.18.12.11.18	Планка ліва	1		
19	КРБ.ПМ.26.18.12.11.19	Упор	1		
20					
21					
22					
Відповідальна організація Кафедра ММР		Технічне узгодження Андрій ГРЕЧКА	Розробник документа Віктор БАЛАБУШКА	Документ затверджено Олег СІСА	Масштаб 1:1
Власник документа Центральноукраїнський національний технічний університет		Вид документа Специфікація		Статус документа Навчальний	
		Назва Штамп суміщеної дії		Ідентифікація КРБ.ПМ.26.18.12.11.00	
		Ід. змін А	Дата видання 2026-18-06	Мова uk	Аркуш 1/2

