

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 «Ручка бункера»**

Виконав здобувач вищої освіти

4 курсу групи ПМ-22-2

ОПП «Прикладна механіка»

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Вадим ЖИЖКА

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
Жижка Вадиму Геннадійовичу

Тема роботи:

Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Ручка бункера».

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 «Ручка».

Завдання: зробити опис деталі, що штампується, вибрати та обґрунтувати оптимальний варіант маршрутної технології, розрахувати довжину вихідної заготовки, 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, спроектувати штамп для штампування деталі «Скоба», 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 _____ Вадим ЖИЖКА

Керівник роботи _____ Олег СІСА

АНОТАЦІЯ

Жижка В. Г. Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Ручка бункера»: кваліфікаційна бакалаврська робота: спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. О. Ф. Сіса; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2026. 39 с.

Креслеників – разом 3 аркуші формату А1.

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

Актуальність роботи полягає в зменшенні собівартості виготовлення деталі за рахунок використання прогресивної маршрутної технології холодного листового штампування деталі «Ручка бункера» за три технологічні операції, яка, порівняно з базовим варіантом, дозволяє: скоротити дві операції, скоротити два штампа, вивільнити дві одиниці обладнання, вивільнити двох пресувальників та підвищити коефіцієнт використання матеріалу з 70,68% до 78 %.

В роботі зроблено опис деталі, що штампується, вибрано та обґрунтовано оптимальний варіант маршрутної технології, 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, спроектовано та розраховано штамп для чотирьох кутового гнуття деталі «Ручка бункера», розроблено кресленики на деталі штампа, зроблено опис штампа, розраховано виконавчі розміри інструмента.

холодне листове штампування, технологічний процес, розкрій листового прокату, зусилля гнуття, штампування із штаби, штамп для чотирьох кутового гнуття

ANNOTATION

Vadym ZHYZHKA. Technology and equipment for manufacturing the "Bunker Handle" part: qualifying bachelor's thesis: spec. 131 Applied mechanics / scientific director O. F. Sisa; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2026. 39 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 "Bunker Handle" 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 "Hunter Handle" part in three technological operations, which, compared to the basic version, allows: to reduce two operations, reduce two dies, free up two units of equipment, free up two press workers and increase the material utilization rate from 70.68% to 78%.

The work describes the part being stamped, selects and justifies the optimal route technology option, cuts 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, designs and calculates a die for four-angle bending of the "Hunter Handle" part, develops drawings for the die parts, describes the die, calculates the tool dimensions.

cold sheet metal stamping, technological process, sheet metal cutting, bending force, stamping from the staff, die for four-corner bending

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 «Ручка бункера»**

КРБ.ПМ.26.23.12.00.00

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

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

ЗМІСТ

ВСТУП		7
1	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «РУЧКА БУНКЕРА»	9
	1.1 Опис деталі	9
	1.2 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології	10
	1.3 Розрахунок довжини вихідної заготовки	11
	1.4 Розкрій листового прокату	13
	1.5 Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання	22
	1.6 Технічне нормування	28
	1.7 Розробка карти технологічного процесу	31
2	ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ШТАМПА	32
	2.1 Призначення штампа	32
	2.2 Склад штампа	32
	2.3 Принцип роботи штампа	32
	2.4 Розрахунок виконавчих розмірів інструмента	33
ВИСНОВКИ		35
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ		36
ДОДАТКИ		38
ДОДАТОК А Специфікація «Штамп для чотирьох кутового гнуття»		39
А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик		39

ВСТУП

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

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

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

Штампування деталей шляхом виконання декілька окремих розділових операцій у більшості випадків економічно не вигідно, внаслідок чого звичайно застосовують методи комбінованого штампування, одночасно поєднуючи дві або декілька деформацій та окремих операцій. Крім того, на виробництві використовуються збірно-штампувальні операції, що засновані на використанні деформацій гнуття, формування та відборткування.

Холодне листове штампування широко застосовується в машинобудівельних та інших галузях промисловості. 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.

Сучасні преси з числовим програмним керуванням дозволяють автоматизувати процес штампування від стрічки, мірної та штучної заготовки, штампувати деталі безпосередньо із листа.

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «РУЧКА БУНКЕРА»

1.1 Опис деталі

Деталь «Ручка бункера» (рис. 1.1) виконує функцію рукоятки кришки зернового бункера сівалки. Вона особливих навантажень не випробує. Головна операція штампування – гнуття. Саме тому [1, 2] її доцільно виготовляти із м'якої листової сталі наступної марки:

$$\text{Лист } \frac{Б-ПН-4 \times 1000 \times 2000 \text{ ДСТУ 19903-05}}{10 \text{ ДСТУ 1577-05}}.$$

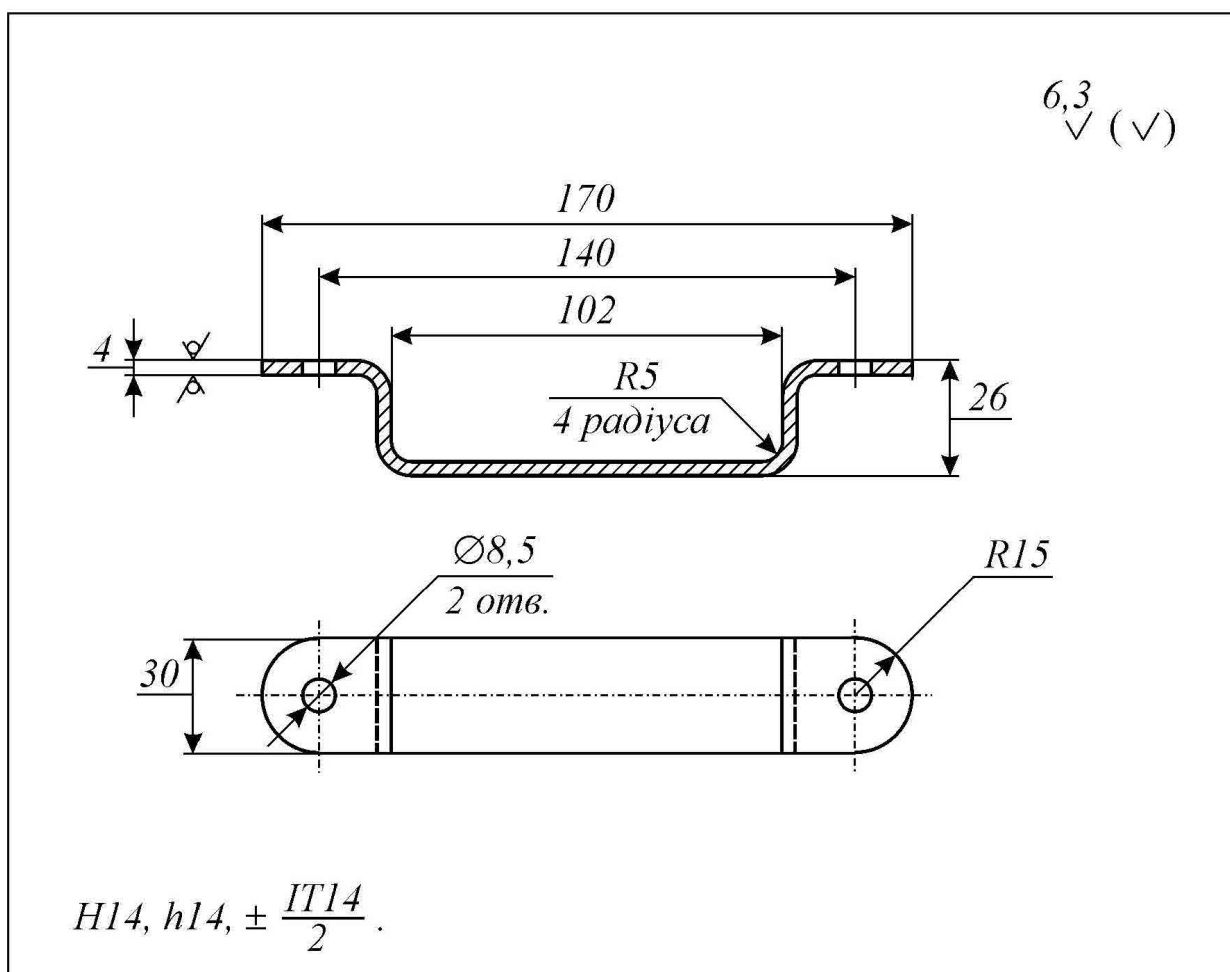


Рисунок 1.1 – Кресленик деталі «Ручка бункера»

Таблиця 1.1 – Механічні та фізичні властивості матеріалу [1]

Матеріал	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{з}}$, МПа	δ , %	γ , г/см ³
Сталь 10	420	270	28	7,85

Таблиця 1.2 – Хімічний склад матеріалу [2]

Матеріал	C, %	Si, %	Mn, %	Cr не більш, %
Сталь 10	0,07-0,14	0,17-0,37	0,35-0,65	0,15

1.2 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології

I варіант (базовий):

1. Відрізування штаб від листа без оптимізації розкрою.
2. Вирубубання.
3. Пробивання.
4. I гнуття.
5. II гнуття.

II варіант (проектний):

1. Відрізування штаб від листа з оптимізацією розкрою.
2. Вирубубання та пробивання у штампі послідовної дії.
3. Чотирьох кутове гнуття.

Вибираємо II варіант, так як він дозволяє:

- скоротити дві операції;
- скоротити два штампа;
- вивільнити дві одиниці обладнання;
- вивільнити двох пресувальників;
- підвищити коефіцієнт використання матеріалу з рахунок оптимізації розкрою;

- зменшити собівартість виготовлення деталі.

1.3 Розрахунок довжини вихідної заготовки

Довжину вихідної заготовки (рис. 1.2) розраховуємо за формулою (1.1):

$$L_3 = 2 \cdot l_1 + 2 \cdot \cup l_2 + 2 \cdot l_3 + 2 \cdot \cup l_4 + 2 \cdot l_5, \quad (1.1)$$

де

$$l_1 = \frac{170-102}{2} - S - r = \frac{170-102}{2} - 4 - 5 = 25 \text{ мм};$$

$$\cup l_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_n \cdot n}{360}, \quad (1.2)$$

R_n – радіус нейтрального шару;

$$R_n = r + x \cdot S. \quad (1.3)$$

При

$$\frac{r}{S} = \frac{5}{4} = 1,25, \quad x = 0,429 \text{ [1]}.$$

Тоді:

$$R_n = 5 + 0,429 \cdot 4 = 6,716 \text{ мм};$$

$$\cup l_2 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,716 \cdot 90}{360} = 10,54 \text{ мм};$$

$$l_3 = 26 - R - r = 26 - 9 - 5 = 12 \text{ мм};$$

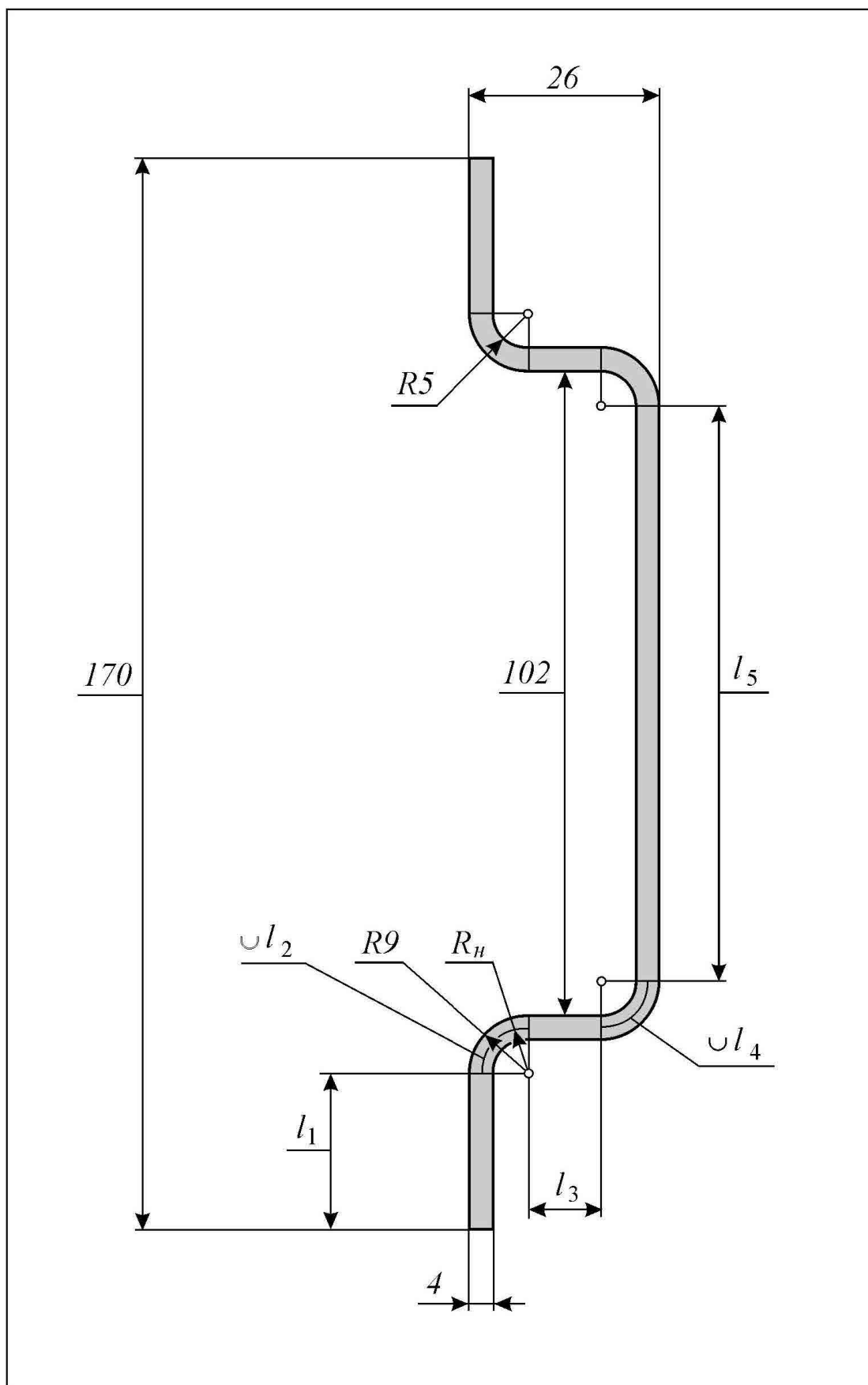


Рисунок 1.2 – До розрахунку довжини вихідної заготовки

$$\cup l_4 = \cup l_2 = 10,54 \text{ мм};$$

$$l_5 = 102 - 2 \cdot r = 102 - 2 \cdot 5 = 92 \text{ мм}.$$

Тоді:

$$L_3 = 2 \cdot 25 + 2 \cdot 10,54 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 10,54 + 92 = 208,16 \text{ мм}.$$

Приймаємо $L_3 = 208 \text{ мм}$.

1.4 Розкрій листового прокату

Деталь «Ручка бункера» штампується із листа розмірами в плані $A \times L = 1000 \times 2000 \text{ мм}$. Оптимізація розкрою [3, 4, 5] полягає у виборі більшого із значінь коефіцієнта використання матеріалу η при поперечному та поздовжньому видів розкрою.

Коефіцієнт використання матеріалу при поздовжньому виду розкрою розраховуємо за формулою (1.4):

$$\eta_{\text{роз}} = \frac{F_{\partial} \cdot q \cdot 100}{F_{\text{л}}}, \quad (1.4)$$

де F_{∂} – площа поверхні деталі (рис. 1.3), що визначається за формулою:

$$F_{\partial} = F_1 + F_2 - 2 \cdot F_3; \quad (1.5)$$

F_1 – площа прямокутника

$$F_1 = (L_3 - 2 \cdot 15) \cdot 30 = (208 - 30) \cdot 30 = 5340 \text{ мм}^2;$$

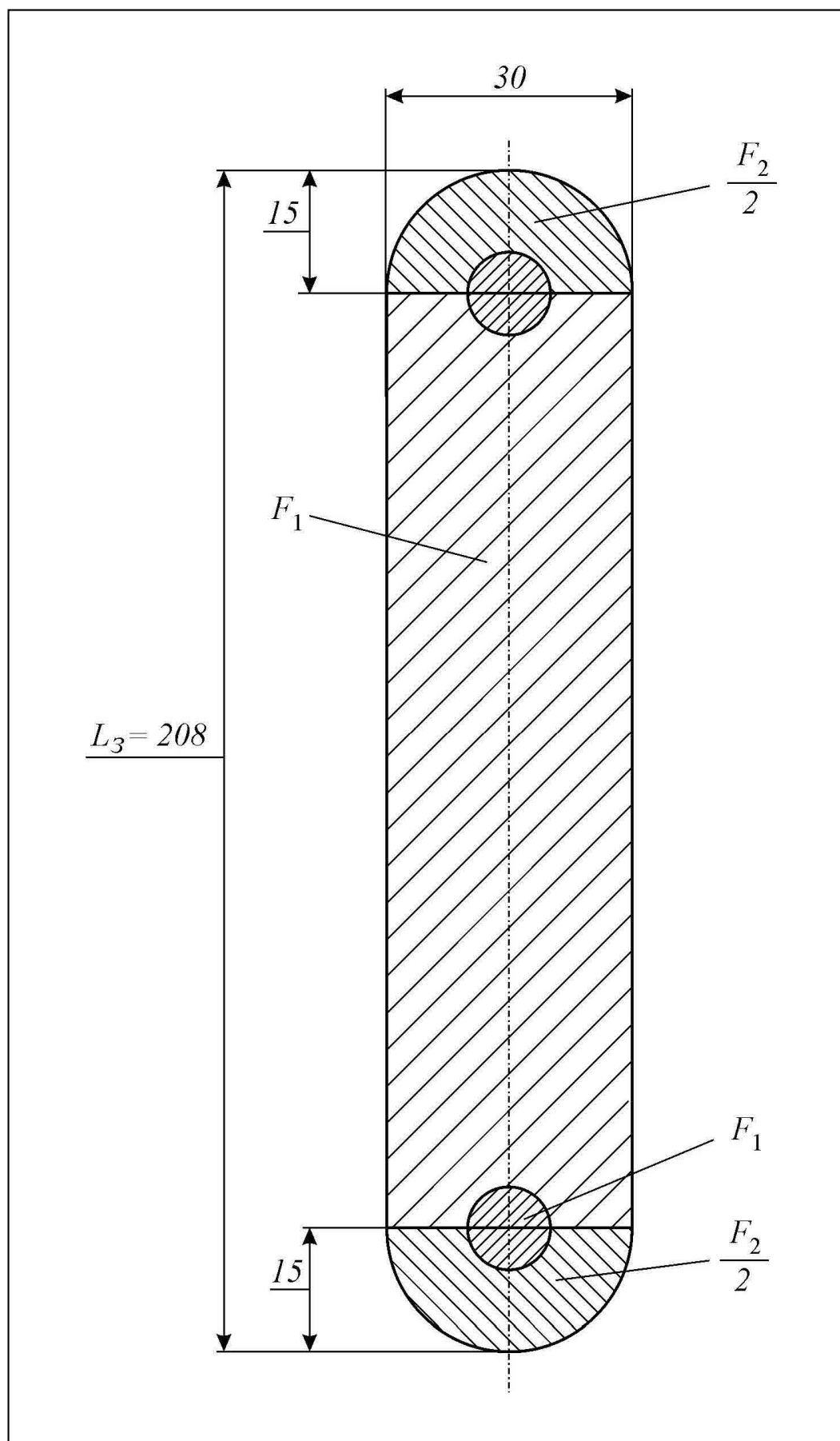


Рисунок 1.3 – До розрахунку площі поверхні деталі

F_2 – площа круга

$$F_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} = 706,5 \text{ мм}^2;$$

F_3 – площа круга

$$F_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8,5^2}{4} = 56,72 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$F_o = 5340 + 706,5 - 56,72 = 5989,78 \text{ мм}^2;$$

q – кількість деталей із листа

$$q = n \cdot m, \quad (1.6)$$

n – кількість деталей із штаби (рис. 1.4)

$$n = \frac{L}{t}, \quad (1.7)$$

t – крок штампування

$$t = c + a, \quad (1.8)$$

a – величина перемички; $a = 3,7 \text{ мм}$ [6].

Тоді

$$t = 30 + 3,7 = 33,7 \text{ мм};$$

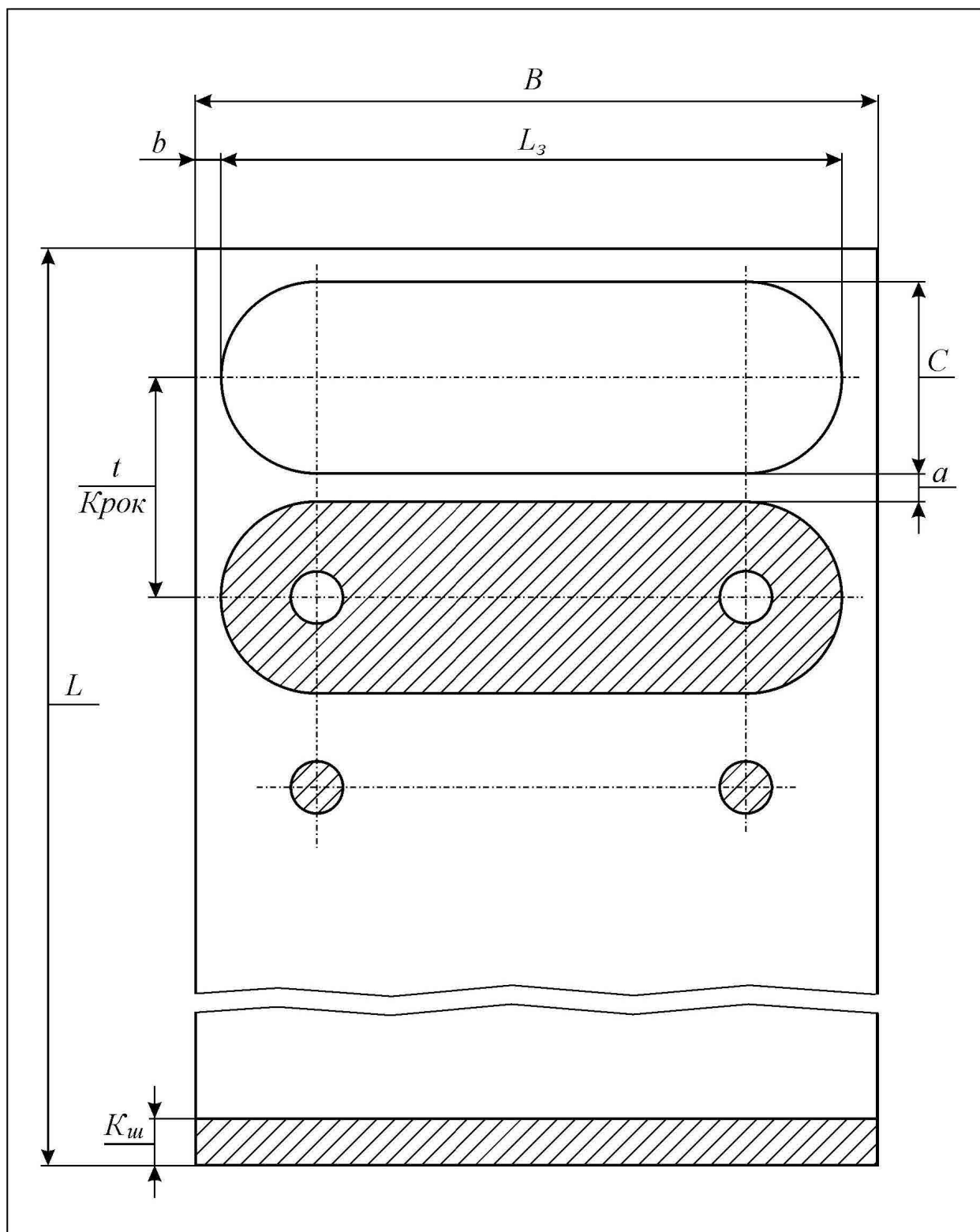


Рисунок 1.4 – Схема розкрою штаби
(поздовжній розкрій листа)

$$n = \frac{2000}{33,7} = 59 \text{ шт.};$$

m – кількість штаб із листа (рис. 1.5)

$$m = \frac{A}{B}, \quad (1.9)$$

B – ширина штаби [6]

$$B = B_p + 2\Delta_{ш} + z, \quad (1.10)$$

B_p – розрахункова ширина штаби

$$B_p = L_3 + 2 \cdot b, \quad (1.11)$$

b – величина перемички. $b = 4,3$ мм [6].

Тоді:

$$B_p = 208 + 2 \cdot 4,3 = 208 + 8,6 = 216,6 \text{ мм},$$

$\Delta_{ш}$ - однобічний допуск на ширину штаби;

$$\Delta_{ш} = 0,8 \text{ мм [6];}$$

z – гарантований зазор між напрямними штампа;

$$z = 1 \text{ мм [6].}$$

Тоді:

$$B = 216,6 + 2 \cdot 0,8 + 1 = 219,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $B = 219$ мм.

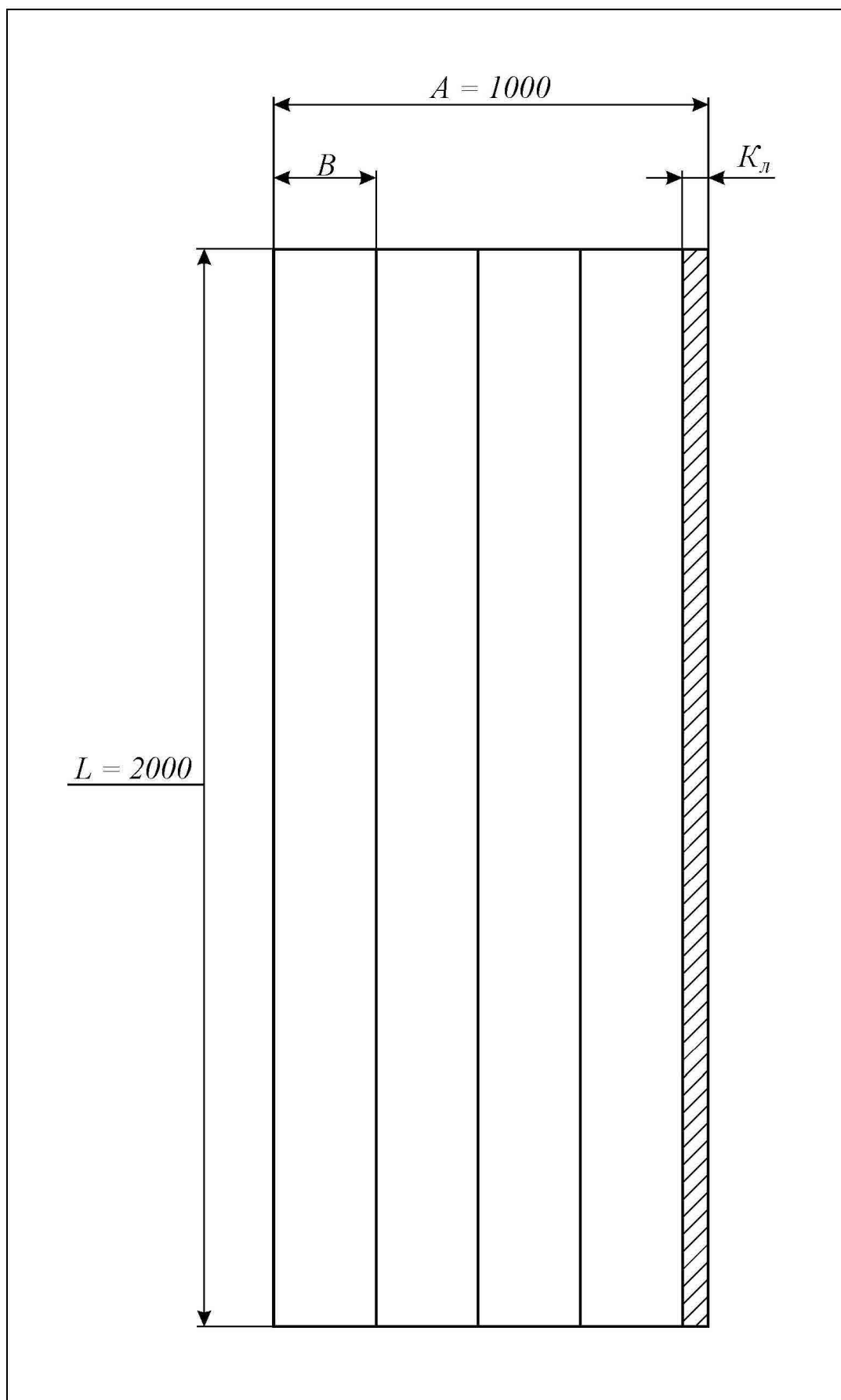


Рисунок 1.5 – Схема позовжнього розкрою листа

Тоді:

$$m = \frac{1000}{219} = 4 \text{ шт.};$$

$$q = 59 \cdot 4 = 236 \text{ шт.};$$

F_n – площа поверхні листа

$$F_n = 1000 \cdot 2000 = 2\,000\,000 \text{ мм}^2.$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу при поздовжньому розкрою листа буде дорівнювати:

$$\eta_{\text{ноз}} = \frac{5989,78 \cdot 236 \cdot 200}{2000000} = 70,68 \text{ \%}.$$

Коефіцієнт використання матеріалу при поперечному виду розкрою листа (рис. 1.6) розраховуємо за формулою (1.12):

$$\eta_{\text{ноз}} = \frac{F_{\delta} \cdot q \cdot 100}{F_n}, \quad (1.12)$$

де: q – кількість деталей із листа

$$q = n \cdot m; \quad (1.13)$$

n – кількість деталей із штаби (рис. 1.7)

$$n = \frac{A}{t} = \frac{1000}{33,7} = 29 \text{ шт.};$$

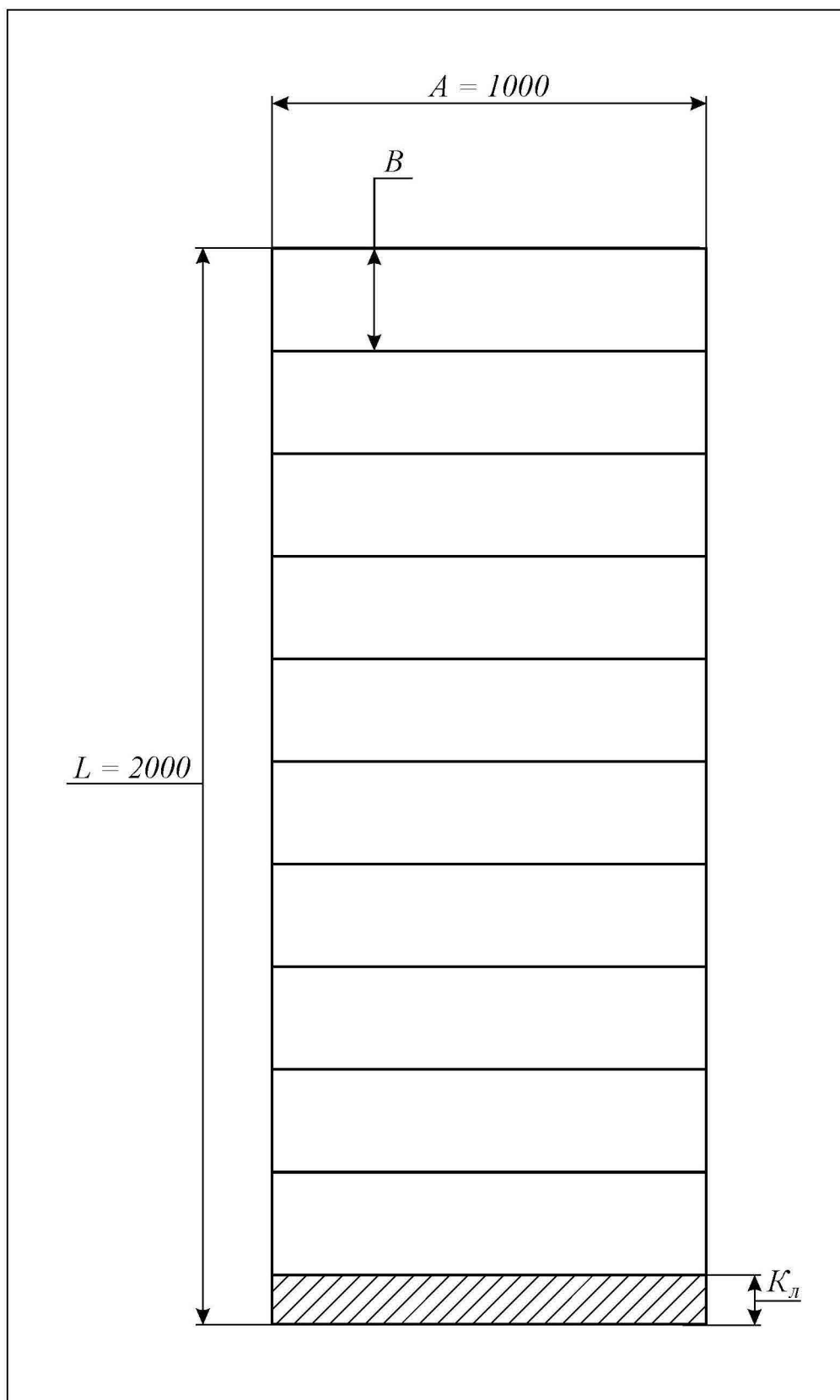


Рисунок 1.6 – Схема поперечного розкрою листа

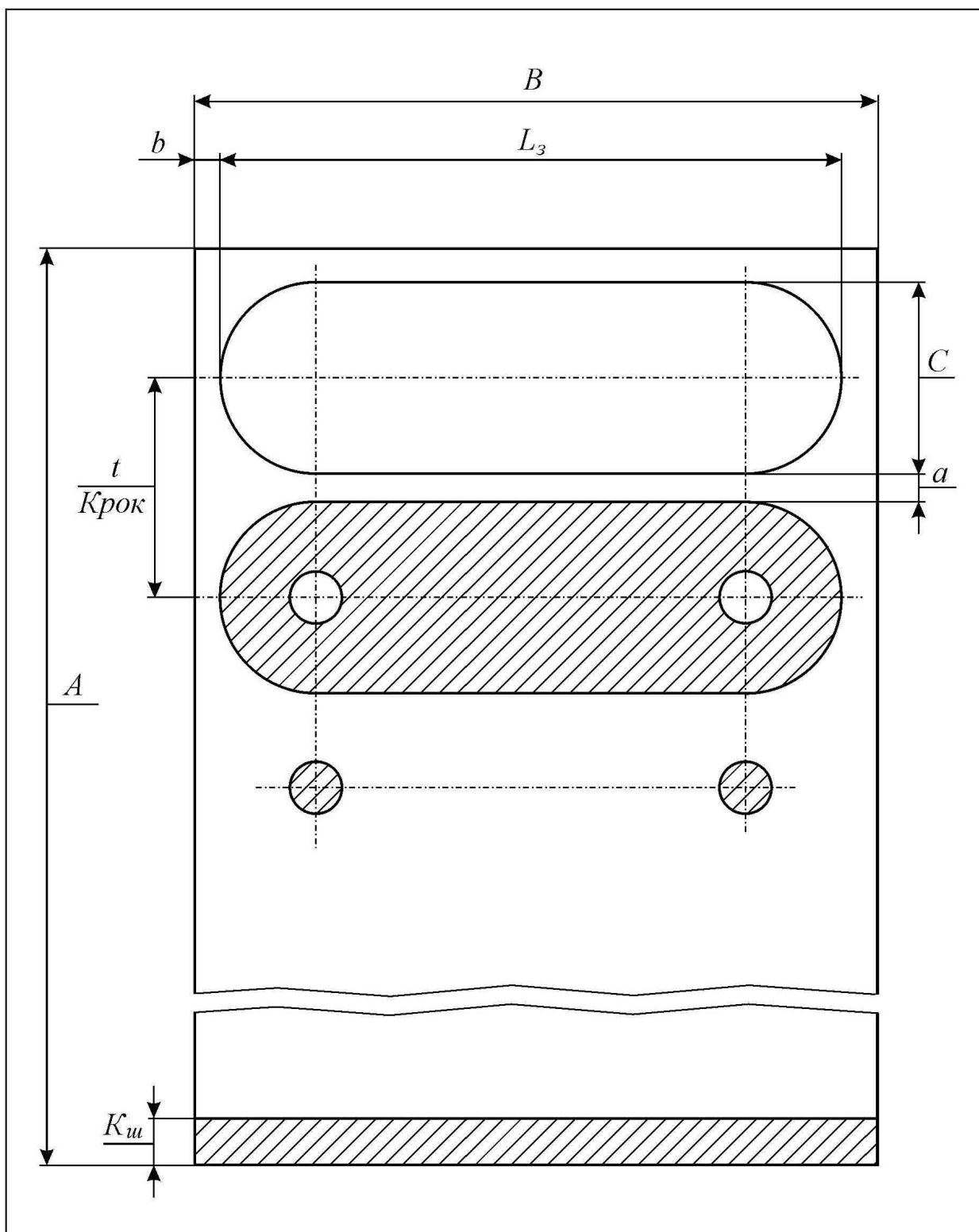


Рисунок 1.7– Схема розкрою штаби
(поперечний розкрій листа)

m – кількість штабів із листа

$$m = \frac{L}{B} = \frac{2000}{219} = 9 \text{ шт.},$$

$$q = 29 \cdot 9 = 261 \text{ шт.}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу при поперечному розкрою листа буде дорівнювати:

$$\eta_{\text{non}} = \frac{5989,78 \cdot 261 \cdot 100}{2000000} = 78 \text{ \%}.$$

Вибираємо поперечний вид розкрою листа, так як він забезпечує більший коефіцієнт використання матеріалу, порівняно з поздовжнім (78 % > 70,68 %).

Норму витрати матеріалу на 1 деталь для поперечного виду розкрою листа розраховуємо за формулою:

$$H = \frac{M_{\text{л}}}{q} = \frac{L \cdot A \cdot S \cdot \rho}{q} = \frac{200 \cdot 100 \cdot 0,4 \cdot 7,85}{261} = 240 \text{ г/шт.}$$

1.5 Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання

1.5.1. Відрізування штабів від листа

Зусилля відрізування штабів від листа на листових ножицях визначаємо за формулою [6]:

$$P = \frac{0,5 \cdot S^2 \cdot \sigma_s}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (1.14)$$

де S – товщина листа. $S = 4$ мм;

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

Тоді:

$$P = \frac{0,5 \cdot 4^2 \cdot 320}{\operatorname{tg} 3^\circ} = 41215 \text{ Н.}$$

Вибираємо листові ножиці моделі НК3416, виходячі із найбільшої товщини та довжини різку [11, 12, 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. Вирубкування та пробивання у штампі послідовної дії

Зусилля штампування визначаємо за формулою:

$$P = P_{\epsilon} + P_n + P_{\text{прош}}, \quad (1.15)$$

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

$$P_{\epsilon} = \kappa \cdot \Pi \cdot S \cdot \sigma_3, \quad (1.16)$$

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

Π – довжина периметра різy:

$$\Pi = \pi \cdot d + 2 \cdot l, \quad (1.17)$$

$$l = 208 - 2 \cdot 15 = 178 \text{ мм.}$$

S – товщина листа. $S = 4 \text{ мм.}$

Тоді:

$$\Pi = 3,14 \cdot 30 + 2 \cdot 178 = 450,2 \text{ мм;}$$

$$P_{\epsilon} = 1,3 \cdot 450,2 \cdot 4 \cdot 270 = 632\,080 \text{ Н;}$$

P_n – зусилля пробивання двох отворів діаметром 8,5 мм:

$$P_n = \kappa \cdot 2 \cdot \Pi_1 \cdot S \cdot \sigma_3, \quad (1.18)$$

Π_1 – периметр отвору діаметром 8,5 мм:

$$l_1 = \pi \cdot d_1 = 3,14 \cdot 8,5 = 26,69 \text{ мм.}$$

Тоді:

$$P_n = 1,3 \cdot 2 \cdot 26,69 \cdot 4 \cdot 270 = 74845 \text{ Н;}$$

$P_{прош}$ – зусилля проштовхування відходів від пробивання крізь пояски матриць, що визначається за формулою [6]:

$$P_{прош} = K_{пр} \cdot P_n \cdot n, \quad (1.19)$$

де $K_{пр}$ – коефіцієнт, що встановлює співвідношення між $P_{прош}$ та P_n .

$$K_{прош} = 0,1 \text{ [6]}$$

n – кількість відходів у пояску матриці:

$$n = \frac{h}{S} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ шт.}$$

Тоді зусилля проштовхування:

$$P_{прош} = 0,1 \cdot 74845 \cdot 2,5 = 18736 \text{ Н.}$$

Тоді зусилля штампування:

$$P = 632080 + 74845 + 18736 = 725761 \text{ Н} = 385 \text{ кН.}$$

Вибираємо однокривошипний двостояковий прес з нерухомим столом моделі КА2330 [13].

Технічна характеристика

Номінальне зусилля, кН	1000
Хід повзуна, мм	130
Число ходів повзуна у хвилину	100
Найбільша відстань між столом та повзуном у крайньому нижньому положенні, мм	400
Товщина нижньої плити, мм	100
Довжина плити стола, мм	850
Ширина плити стола, мм	560
Діаметр отвору під хвостовик, мм	60

1.5.3 Чотирьох кутове гнуття

Зусилля гнуття визначаємо за формулою [6, с. 72]:

$$P_z = 4 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_g \cdot 1,25, \quad (1.20)$$

де B – ширина заготовки. $B = 30$ мм;

$k_2 = 0,16$ [6, с. 72].

Тоді:

$$P_z = 4 \cdot 30 \cdot 4 \cdot 420 \cdot 0,16 \cdot 1,25 = 40320 \text{ Н.}$$

Вибираємо однокривошипний двостояковий ненахиляємий прес з нерухомим столом моделі КД2126, виходячи із габаритних розмірів штампа [13, с. 32-35].

Технічна характеристика

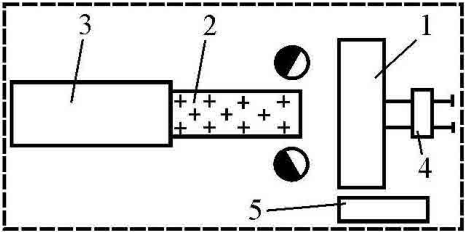
Номінальне зусилля, кН	400
Хід повзуна, мм:	
- мінімальний	10
- максимальний	80
Число ходів повзуна у хвилину	100
Найбільша відстань між столом та повзуном у крайньому нижньому положенні, мм	280
Товщина нижньої плити, мм	65
Довжина плити стола, мм	600
Ширина плити стола, мм	400
Діаметр отвору під хвостовик, 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 НД3416 зведено до таблиці 1.3.

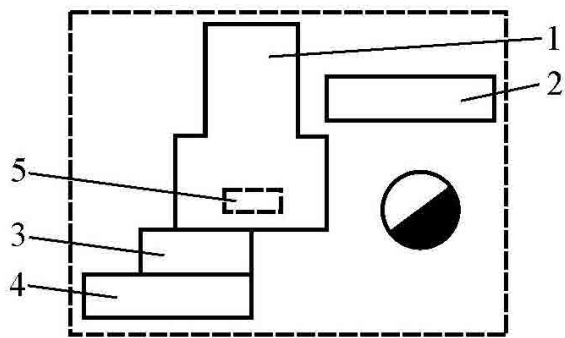
Таблиця 1.3 – Карта технічного нормування

Операція: відрізування штаб від листа на листових ножицях Деталь: «Ручка бункера»				
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 – 1000 × 2000 × 4 мм. Площа листа – 2 м². Кількість штаб із листа – 9. Число ходів нижниць у хвилину – 65.		Тип муфти вмикання – фрикційна. Спосіб вмикання – педаллю. Розміри штаби – 219 × 1000.		
Найменування переходів	Література	Час на 1 штабу в хвилинах		
		Основний T_o	Допоміжний T_d	
			Перекритий	Неперекритий
Узяти лист із стопи, покласти на стіл ножиць, встановити за заднім упором, відкласти заготовку	[14, с. 93]	-	-	$\frac{10}{100 \cdot 9} = 0,011$
Увімкнути ножиці	[14, с. 21]	-	-	0,015
Відрізати штабу	[14, с. 23]	0,017	-	-
Просунути лист до упора	[14, с. 94]	-	-	$\frac{1,3 \cdot 8}{100 \cdot 9} = 0,012$
Разом:		0,017	-	0,038
Норма штучного часу $T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K = (0,017 + 0,038) \cdot 1,12 = 0,0616$ хв.; $K = 1,12$ [8] Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,0616 + \frac{15}{54} = 0,3394$ хв.; n – кількість деталей у партії, шт. Норма виробітку $H_e = \frac{T_{ш}}{T_{ш-к}} = \frac{480}{0,3394} = 1414$ шт./зм.				

1.6.2 Вирубування, пробивання у штампі послідовної дії

Результати технічного нормування операції вирубування, пробивання у штампі послідовної дії на пресі моделі КА2330 зведено в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Карта технічного нормування

Операція: вирубування, пробивання у штампі послідовної дії Деталь: «Ручка бункера»				
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 – 1000 × 219 × 4 мм. Крок штампування – 33,7 мм. Кількість деталей із штаби – 29. Число ходів преса у хвилину – 100.		Тип муфти вмикання – фрикційна. Тип штампа – штамп суміщеної дії. Зусилля преса – 1000 кН. Спосіб видалення деталей – напровал.		
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]	-	-	$\frac{6,0}{100 \cdot 29} = 0,0021$
Увімкнути прес	[14, с. 21]	-	-	0,015
Штампувати деталь	[14, с. 23]	0,011	-	-
Просунути штабу на крок	[14, с. 80]	-	-	$\frac{0,8 \cdot 28}{100 \cdot 29} = 0,0077$
Відкинути відхід від штаби у бункер	[14, с. 80]	-	-	$\frac{1,5}{100} = 0,015$
Разом:		0,011	-	0,0398
Норма штучного часу $T_{ш} = (T_o + T_o) \cdot K = (0,011 + 0,0398) \cdot 1,12 = 0,057 \text{ хв.}; K = 1,12$ [8]				
Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,057 + \frac{15}{1566} = 0,067 \text{ хв.};$				
n – кількість деталей у партії, шт.				
Норма виробітку $H_e = \frac{T_{ш}}{T_{ш-к}} = \frac{480}{0,067} = 7164 \text{ шт./зм.}$				

1.6.3 Чотирьох кутове гнуття

Результати технічного нормування операції гнуття на пресі моделі КД2126 зведено в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Карта технічного нормування

Операція: чотирьох кутове гнуття Деталь: «Ручка бункера»				
План-схема організації робочого місця				
1 – прес кривошипний; 2 – стіл із заготовками; 3 – бункер для деталей.				
Вихідні дані				
Площа деталі – 6000 мм ² . Тип штампа – простий дії. Спосіб видалення деталей – пінцетом.		Тип муфти вмикання – фрикційна. Число ходів преса у хвилину – 100. Зусилля преса – 1000 кН.		
Найменування переходів	Література	Час на 1 штабу в хвилинах		
		Основний T_o	Допоміжний T_d	
			Перекритий	Неперекритий
Узяти штабу, піднести та встановити у штамп	[14, с. 79]	-	-	$\frac{6,3}{100} = 0,063$
Увімкнути прес	[14, с. 21]	-	-	0,022
Штампувати деталь	[14, с. 23]	0,011	-	-
Взяти деталь і відкинути в ящик (вільно)	[14, с. 80]	-	-	$\frac{0,8 \cdot 28}{100 \cdot 29} = 0,0077$
Разом:		0,011	-	0,119
Норма штучного часу $T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K = (0,011 + 0,119) \cdot 1,12 = 0,1456 \text{ хв.}; K = 1,12 \text{ [8]}$ Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,1456 + \frac{15}{1566} = 0,1552 \text{ хв.};$ n – кількість деталей у партії, шт. Норма виробітку $H_v = \frac{T_{ш}}{T_{ш-к}} = \frac{480}{0,1552} = 3092 \text{ шт./зм.}$				

1.7 Розробка карти технологічного процесу

Результати розробки карти технологічного процесу виготовлення деталі «Ручка бункера» представлено у вигляді таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Карта технологічного процесу

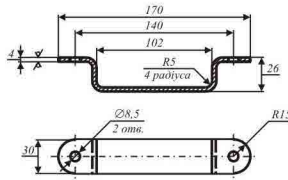
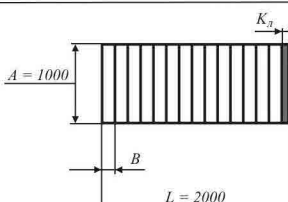
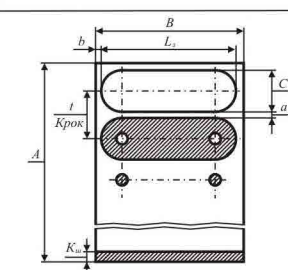
Ескіз деталі 	Міністерство освіти і науки України Центральноукраїнський національний технічний університет Кафедра "ММ і Р"		КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ						Карта №	
			Деталь		Ручка бункера				1	
			Кресленик		Кількість штук на виріб	4	Партія, штук	1566	Кількість карт 1	
			Див. пояснів. 3-ку							
			Марка матеріалу	Сталь 10	Ширина штаби	219	Укладач			
Довжина листа	2000	Товщина стрічки	-	Студент	Група	Підпис	Дата			
Ширина листа	1000	Маса деталі	0,221	Жіжка В	ПМ-22-2	30.05.26				
Товщина листа	4	Н-ма вит. мат на 1 дет.	0,240 кг/шт.	Затверджено						
Кільк. штаб із листа	9	Кільк. дет із рулона	-							
Кільк. дет. із штаби	29			Керівник	Підпис	Дата				
Кільк. дет. із листа	261			Сіса О. Ф.						
Коефіцієнт використ. матеріалу, %	78									

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	0,3394	Різальник III розряду
	20	Вирубання, пробивання в штампі послідовної дії	Прес КА2330	Штангенциркуль, шаблон	Штамп послідов. дії	0,0670	Пресувальник III розряду
Див. ескіз деталі	30	Чотирьох кутове гнуття	Прес КД2126	Штангенциркуль, шаблон	Штамп простої дії	0,1552	Пресувальник III розряду

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ШТАМПА

2.1 Призначення штампа

Спроекований штамп (кресленик КРБ.ПМ.26.05.12.01.00) призначено для чотирьох кутового гнуття деталі «Ручка бункера».

2.2 Склад штампа

Штамп [8, 9, 10] складається із наступних основних деталей та вузлів (див. кресленик КРБ.ПМ.26.05.12.01.00):

- нормалізованого блоку з осьовим розташуванням напрямних вузлів ковзання (поз. 1, 9, 19, 20, 21, 22);
- матриці для гнуття (поз. 2);
- пуансона для гнуття (поз. 8);
- пуансонів для пробивання (поз. 5, 6);
- двох упорів (поз. 7);
- виштовхувача (поз. 6);
- буфера (поз. 4).

2.3 Принцип роботи штампа

Заготовка встановлюється в штамп за упорами 7 пінцетом. При ході повзуна униз здійснюється чотирьох кутове гнуття деталі з попереднім притискуванням центральної частини заготовки виштовхувачем 6. При ході повзуна вгору здійснюється виштовхування деталі із верхньої частини штампа за рахунок спрацьовування верхнього буферного пристрою. Вилучення відштампованої деталі із штампа здійснюється пінцетом.

2.4 Розрахунок виконавчих розмірів інструмента

2.4.1 Робочий розмір матриці для гнуття L_M , як відстань між робочими поверхнями двох матриць поз. 2, розраховуємо за формулою [7, 8, 9]:

$$L_M = (L_\partial - K_\Delta)^{+\delta_M}, \quad (2.1)$$

де L_∂ – номінальний діаметр деталі після гнуття. $L_\partial = 110$ мм;

K_Δ – коефіцієнт, що визначає частку допуску. $K_\Delta = 0,5$ [7, 13];

Δ – межове відхилення розміру деталі. $\Delta = 0,87$ мм [7, 13];

δ_M – межове відхилення на розмір L_M , що визначається із залежності:

$$\delta_M = 0,8 \cdot K_\Delta = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,87 = 0,348 \text{ мм.}$$

Тоді:

$$L_M = (110 - 0,5 \cdot 0,87)^{+0,348} = 109,565^{+0,348} \text{ мм.}$$

2.4.2 Робочий розмір пуансона для гнуття L_n розраховуємо за формулою [7, 13]:

$$L_n = (D_M - 2z)_{-\delta_n}, \quad (2.2)$$

де z – однобічний зазор

$$z = S_{\max} + S \cdot K_z; \quad (2.3)$$

$S_{\max}$ – найбільша можлива товщина листа, із якого штампується деталь.

$$S_{\max} = 4,1 \text{ мм};$$

K_z – коефіцієнт, що визначається за табл. [7, 13]. $K_z = 0,12 \text{ мм};$

δ_n – межеве відхилення на розмір пуансона

$$\delta_n = 0,8 \cdot \delta_m = 0,8 \cdot 0,348 = 0,2784 \text{ мм.}$$

Тоді:

$$z = 4,1 + 4 \cdot 0,12 = 4,5 \text{ мм.}$$

$$L_n = (109,565 - 2 \cdot 4,5)_{-0,2784} = 100,565_{-0,2784} \text{ мм.}$$

ВИСНОВКИ

1. Зроблено опис та наведено технічну характеристику деталі «Ручка бункера» як об'єкта холодного листового штампування.
2. Вибрано та обґрунтовано оптимальний варіант маршрутної технології, яка, порівняно з базовим варіантом, дозволяє: скоротити дві операції, скоротити два штампа, вивільнити дві одиниці обладнання, вивільнити двох пресувальників та підвищити коефіцієнт використання матеріалу з 70,68% до 78 %.
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. Спроектовано та розраховано штамп для чотирьох кутового гнуття деталі «Ручка бункера».
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 для чотирьох кутового гнуття»

А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик

Поз	Позначка	Найменування	Кіл	Посилання	Матеріал
		<u>Документація</u>			
	КРБ.ПМ.26.23.12.11.00	Складальний кресленик	1		
		<u>Деталі</u>			
1	КРБ.ПМ.26.23.12.11.01	Плита верхня	1		
2	КРБ.ПМ.26.23.12.11.02	Матриця	2		
3	КРБ.ПМ.26.23.12.11.03	Ступінчастий гвинт	2		
4	КРБ.ПМ.26.23.12.11.04	Буфер	2		
5	КРБ.ПМ.26.23.12.11.05	Прокладка	1		
6	КРБ.ПМ.26.23.12.11.06	Виштовхувач	1		
7	КРБ.ПМ.26.23.12.11.07	Упор	2		
8	КРБ.ПМ.26.23.12.11.08	Пуансон	1		
9	КРБ.ПМ.26.23.12.11.09	Плита нижня	1		
10					
11					
12					
13					
14					
		<u>Стандартні вироби</u>			
15		Гвинт M10x55-8dх16.56.05	6	DIN 7984	
16		Гвинт M10x60-8dх16.56.05	4	DIN 7984	
17		Гвинт M12x30-8dх16.56.05	6	DIN 7984	
18		Штифт 10т6х60	6	DIN 7	
19		Колонка 1030-6048	1	ДСТУ 13118-05	
20		Колонка 1030-6035	1	ДСТУ 13118-05	
21		Втулка 1032-2643	1	ДСТУ 13129-05	
22		Втулка 1032-2608	1	ДСТУ 13129-05	
23		Хвостовик 1034-0759	1	ДСТУ 16718	
Відповідальна організація Кафедра ММР		Технічне узгодження Андрій ГРЕЧКА	Разробник документа Вадим ЖИЖКА		Документ затверджено Олег СІСА
					Масштаб 1:1
Власник документа Центральноукраїнський національний технічний університет		Вид документа Специфікація		Статус документа Навчальний	
		Назва Штамп для чотирьох кутового гнуття		Ідентифікація КРБ.ПМ.26.23.12.11.00	
				нд. змін А	Дата видання 2026-18-06
				Мова uk	Аркуш 1/2