

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра “Машинобудування, мехатроніки і робототехніки”

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

**«Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кришка»»
«Development of equipment for the manufacture of the "Cover" part»**

Виконала здобувачка вищої освіти 4-
го курсу групи ПМ(ОТ)-20
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна
механіка»

Токій Дарія Ігорівна

Керівник роботи (вчений ступінь,
посада)

канд техн наук, доцент

Шмельов Віталій Миклайович

Рецензент:

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР

_____ А. Гречка
«09» квітня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Токій Дарія Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кришка»**

2. Керівник роботи: канд. техн. наук, доц. Віталій ШМЕЛЬОВ

3. Строк подання роботи до захисту 20.06.2024

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи

Розробити оснащення для виготовлення деталі
«Кришка»

Завдання:

- Розрахувати геометричні параметри заготовки за переходами штампування
- Розрахувати розкрій металопрокату
- Розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання
- Розробити конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кришка»
- Виконати технічне нормування

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	15.04.2024	
2.	Характеристика об'єкта виробництва	16.04.2024	
3.	Розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування	06.05.2024	
4.	Розрахунок розкрою металопродукту	10.05.2024	
5.	Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання	17.05.2024	
6.	Розробка конструкції оснащення	01.06.2024	
7.	Технічне нормування	04.06.2024	
8.	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2024	
9.	Оформлення презентації роботи	19.06.2024	
10.	Здача роботи на кафедрі та перевірка наявності запозичень	20.06.2024	
11.	Захист кваліфікаційної роботи	25.06-30.06.2024	

Дата видачі завдання «_____» _____ 20__ р.

Керівник роботи _____ Віталій ШМЕЛЬОВ
(підпис)

Завдання прийнято до виконання «_____» _____ 20__ р.

Здобувач вищої освіти _____ Дарія ТОКІЙ
(підпис)

Анотація

Дарія Токій. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кришка». Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр», спеціальність 131 «Прикладна механіка», ОПП - «Прикладна механіка»: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2024.

Метою роботи є розробка оснащення для виготовлення деталі «Кришка».

В роботі виконано розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування; розрахунок розкрою металопрокату; розрахунок технологічних зусиль за операціями; розроблено конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кришка»; виконано технічне нормування.

Практичне значення: розроблено удосконалений технологічний процес виготовлення деталі «Кришка», розроблено конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кришка», що дозволило знизити собівартість її виготовлення .

Ключові слова: штамп, пуансон, матриця, пуансон-матриця, кришка, переходи штампування, технологічний процес.

Annotation

Dariia TOKII. Development of equipment for the manufacture of the "Cover" part. Qualification work for the educational degree "Bachelor", specialty 131 "Applied Mechanics", EP - "Applied Mechanics": Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, 2024.

The purpose of the work is the development of equipment for the manufacture of the "Cover" part.

In the work, the geometric parameters of the workpiece are calculated according to the stamping transitions; calculation of cutting of rolled metal; calculation of technological efforts by operations; developed equipment designs for the manufacture of the "Cover" part; technical standardization has been carried out.

Practical significance: an improved manufacturing process of the "Cover" part was developed, equipment designs were developed for the production of the "Cover" part, which made it possible to reduce the cost of its production.

Key words: stamp, punch, matrix, punch-matrix, cover, transitions of stamping, technological process.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. Розробка технологічного процесу штампування.....	9
1.1. Характеристика об'єкту виробництва.....	9
1.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка»...	12
Розділ 2. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кришка».....	32
2.1. Штамп суміщеної дії	32
2.2. Штамп суміщеної дії	33
ВИСНОВКИ.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39
ДОДАТКИ.....	40
Додаток А. Ескіз деталі «Кришка».....	41
Додаток Б. Штамп суміщеної дії.....	42
Додаток В. Штамп суміщеної дії.....	43
Додаток Г. Деталі штампу.....	44

ВСТУП

Холодне листове штампування є одним з найбільш прогресивних технологічних методів виробництва. Воно має ряд переваг перед іншими видами обробки металів як у технічному, так і в економічних відносинах.

У технічному відношенні холодне штампування дозволяє:

- одержувати деталі складних форм, виготовлення яких іншими методами обробки неможливо чи ускладнено;
- створювати міцні і тверді, але легкі по масі конструкції деталей при невеликій витраті матеріалу;
- одержувати взаємозамінні деталі з досить високою точністю розмірів, переважно без наступної механічної обробки.

З економічної точки зору холодне листове штампування має наступними переваги:

- ощадливе використання матеріалу з порівняно невеликими відходами;
- висока продуктивність устаткування; застосування механізації та автоматизації виробничих процесів;
- масовий випуск і низька вартість виготовлених виробів.

Найбільший ефект від застосування холодного штампування може бути забезпечений при комплексному рішенні технічних питань на всіх стадіях підготовки виробництва, починаючи зі створення технологічних форм деталей, що допускають економічне їх виготовлення.

Холодне листове штампування поєднує велику кількість різноманітних операцій, що можуть бути систематизовані по технологічних ознаках. По характеру деформацій холодне листове штампування поділяється на дві основні групи: деформації з поділом матеріалу і пластичні деформації.

Перша група поєднує деформації, що приводять до місцевого поділу матеріалу шляхом зрізу з відділенням однієї його частини від

іншої. Група пластичних деформацій холодного листового штампування включає операції по зміні форми гнутих і порожнистих листових деталей.

Відомі чотири основних види деформацій холодного листового штампування:

- відрізування - відділення однієї частини матеріалу від іншої за замкнутим чи незамкнутим контуром;

- гнуття - перетворення плоскої заготовки в об'ємну вигнуту деталь;

- витягування - перетворення плоскої заготовки в порожнисту деталь будь-якої форми чи подальша зміна її розмірів;

- формування - зміна форми заготовки чи деталі шляхом місцевих деформацій різного характеру.

Холодне листове штампування широко застосовується в машинобудівній, приладобудівній і іншій галузях промисловості. Найбільше поширення холодне штампування одержало в крупносерійному і масовому виробництвах, де великі масштаби випуску дозволяють застосовувати технічно більш зроблені, хоча і більш складні і коштовні штампи.

Багато виробів масового виробництва і народного споживання виготовляються десятками і сотнями мільйонів штук у рік. Поряд з цим у даний час холодне листове штампування широко застосовується в дрібносерійному і навіть одиничному виробництвах.

Розширення області застосування холодного листового штампування, з одного боку, характеризується значним збільшенням габаритів деталей, що штампуються, до 10 м і більш, а з іншого боку різким зменшенням розмірів (мініатюризацією) деталей.

Основним прогресивним конструктивним показником, що характеризує ефективність застосування холодного листового штампування, є зниження маси при збільшенні міцності і твердості штампованих з листа деталей у порівнянні з литими, кованими чи обробленими із сортового прокату.

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

Прогресивність тих чи інших технологічних методів нерозривно зв'язана із серійністю і конкретними умовами даного виробництва, а отже, є не стільки технологічним, скільки організаційно-технічним поняттям.

У крупносерійному і масовому виробництвах розвиток холодного штампування характеризується:

- застосуванням штампів складної дії (послідовної, суміщеної та послідовно-суміщеної);
- застосуванням багатопозиційного послідовного штампування в стрічці;
- механізацією й автоматизацією процесів штампування;
- створенням швидкохідних автоматичних пресів і спеціальних автоматів;
- удосконалюванням і розвитком методів, що дають підвищену точність і продуктивність обробки, що заміняють обробку різанням (чистове вирубування, зачищення в штампах, холодне видавлювання).

У дрібносерійному й одиничному виробництвах холодне листове штампування характеризується використанням універсальних і малокоштовних спрощених штампів (пластинчастих, листових, неметалевих), а також застосуванням нових технологічних методів (штампування гумою, гідравлічного штампування, штампування вибухом, гідроелектричним розрядом, магнітними імпульсами тощо).

Мета роботи: розробити оснащення для виготовлення деталі «Кришка».

Для реалізації мети роботи необхідно виконати наступні завдання: Розрахувати геометричні параметри заготовки за переходами штампування; Розрахувати розкрій металопрокату; Розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання; Розробити конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кришка»; Виконати технічне нормування.

Розділ 1. Розробка технологічного процесу штампування

1.1. Характеристика об'єкту виробництва

- Причіп одновісний П-2 (рис. 1.1.) призначений для перевезення вантажу вагою до 360 кг.



Рис. 1.1. Причіп П-2

Таблиця 1.1

Технічна характеристика причепа П-2

Споряджена маса причепа, кг	140
Маса вантажу, що перевозиться, кг	360
Габаритні розміри кузова, мм	
- довжина	1700
- ширина	1240
- висота	300
Колія коліс, мм	1445

1.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі „Кришка”

1.2.1. Опис та технічна характеристика деталі

Деталь „Кришка” застосовується в вузлі для огороження рухомих елементів. Вона суттєвого навантаження не несе. Головною операцією по виготовленню деталі є витягування, саме тому, доцільно виготовляти деталь із наступного м'якого листового прокату:

Таблиця 1.2 Механічні та фізичні властивості матеріалу

Матеріал	σ_B , МПа	σ_s , МПа	δ_{10} %	γ , г/см ³
Сталь 08 кп	380	250	30	7,85

1.2.2. Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології

I варіант: базовий

1. Відрізання штаб від листа на листових ножицях без оптимізації розкрою.
2. Вирубубання.
3. Витягування.
4. Обрізування.
5. Пробивання.

II варіант: проектний

1. Відрізування штаб від листа на листових ножицях з оптимізацією розкрою.
2. Вирубубання, витягування в штампі суміщеної дії.
3. Обрізування, пробивання в штампі суміщеної дії.

Вибираємо II варіант, так як він дозволяє:

- скоротити дві операції;
- скоротити два штампи;
- вивільнити двох пресувальників;
- підвищити коефіцієнт використання матеріалу;
- зменшити собівартість виготовлення деталі.

1.2.3. Розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування.

З аналізу форми деталі „Кришка” (див. креслення П 00.4062) витікає, що формоутворення в правій і лівій частині заготовки відбувається за рахунок витягування, а середньої за рахунок гнуття бортів. Для побудови креслення вихідної заготовки доцільно визначити:

- умовний діаметр вихідної заготовки правої частини D_3 ;
- максимальну ширину розгортки деталі по полкам A_r , що отримується в штампі за рахунок гнуття.

Діаметр умовної заготовки D_3 (рис. 2.1.) визначаємо за формулою[2, с. 91]:

$$D_3 = 1,13\sqrt{F} = 1,13\sqrt{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}$$

де F - загальна площа поверхні виробу по середній лінії, мм^2 ;

F_1 - площа циліндра

$$F_1 = \pi D_1 \cdot h_1 = 3,14 \cdot 85 \cdot (15 - 8) = 1868,30 \text{ мм}^2;$$

F_2 - площа сферичного кільця [2, с. 93]

$$F_2 = \pi(d \cdot 0,017r\alpha + 2rh) = 3,14[(85 - 16) \cdot 0,017 \cdot 8 \cdot 90 + 2 \cdot 8 \cdot 8] = 3001,84 \text{ мм}^2;$$

F_3 - площа кільця [2. с. 92]

$$F_3 = \frac{\pi}{4}(d^2 \cdot d_1^2) = \frac{3,14}{4}((84 - 16)^2 - 84 \cdot 92^2) = 1935,50 \text{ мм}^2;$$

d_1 - діаметр, що визначено графоаналітичним методом. $d_1 = 84,92 \text{ мм}$

F_4 - частина вогнутого сферичного кільця [2, с. 93]

$$F_4 = \pi(d_1 \cdot 0,017r_1h - 2r_1h) = 3,14(84,92 \cdot 0,017 \cdot 9,5 \cdot 41,42 - 2 \cdot 9,5 \cdot 9,5) = 1216,94 \text{ мм}^2;$$

F_5 - площа кулькового сегменту [2, с. 92]

$$F_5 = \pi d_2 h = 3,14 \cdot 61 \cdot 10 = 1915,40 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$D_3 = 1,13\sqrt{1868,3 + 3001,84 + 1935,5 + 1216 + 1915,4} = 112,64 \text{ мм.}$$

Приймаємо $D_3 = 113 \text{ мм}$.

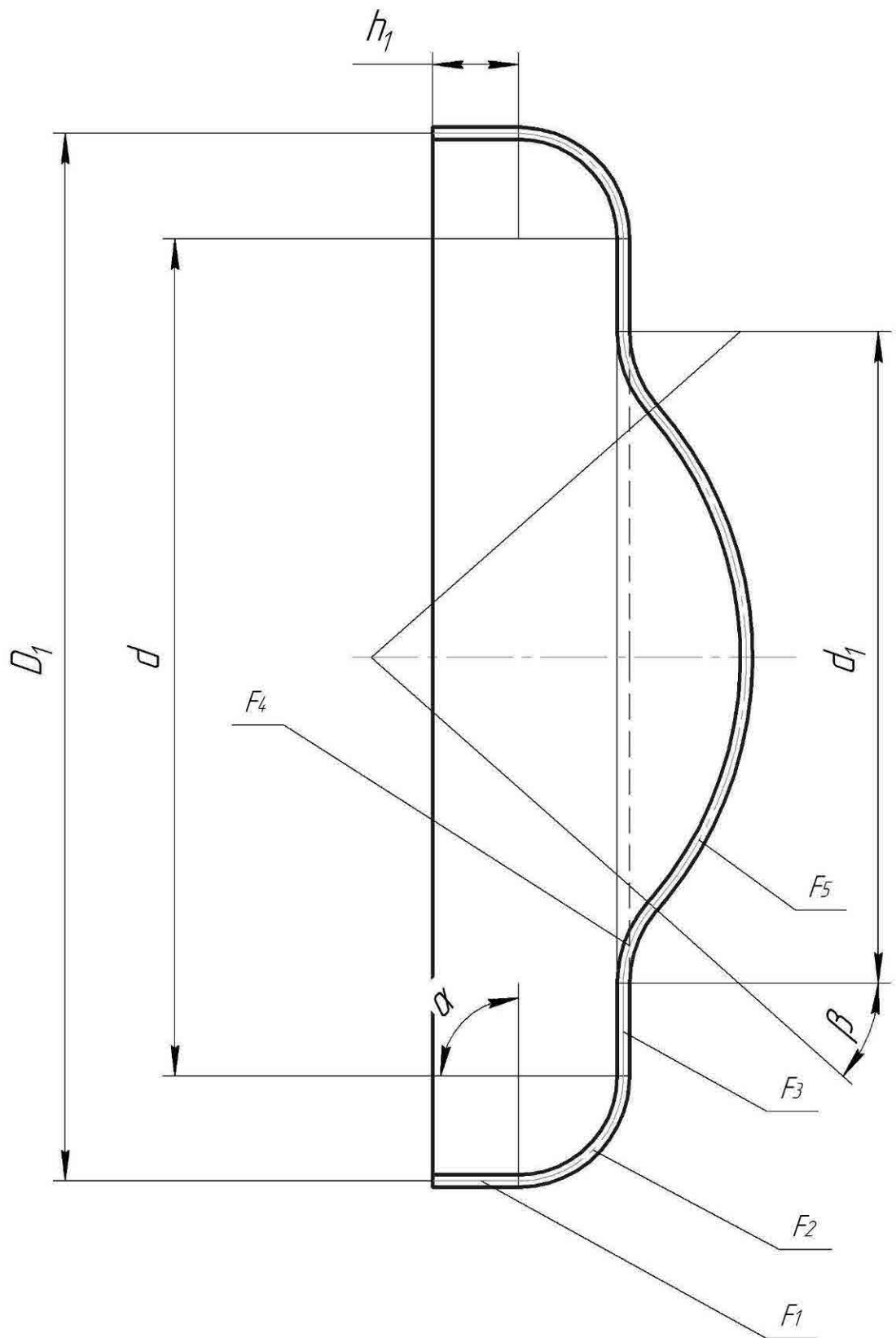


Рис.1.1. До розрахунку умовного діаметра
вихідної заготовки D_3

Максимальну ширину розгортки деталі по полкам A_{Γ} (рис. 1.2), що отримується в штампі за рахунок гнуття, визначаємо за формулою:

$$A_{\Gamma} = 2L_{\Gamma} + 68,$$

де

L_{Γ} – довжина розгортки полки;

$$L_{\Gamma} = L_1 + \cup L_2;$$

$$L_1 = 15 - 8 = 7 \text{ мм};$$

$$\cup L_2 = \frac{2\pi R_H \cdot h}{360};$$

R_H – радіус нейтрального шару.

$$R_H = R + xS$$

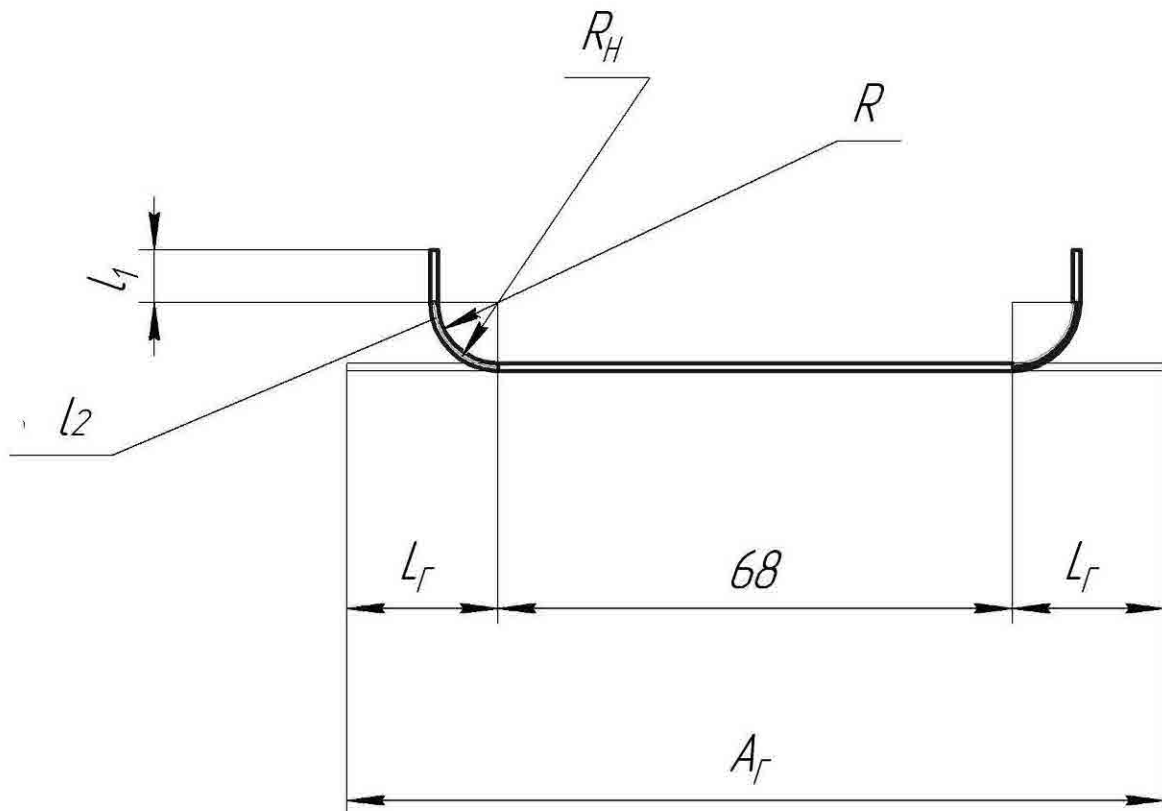


Рис.1.2. До розрахунку максимальної ширини розгортки деталі по полкам A_{Γ} , що отримується в штампі за рахунок гнуття

$$\text{При } \frac{R}{S} = \frac{8}{1} = 8 \quad x = 0,49,$$

Тоді

$$R_H = 8 + 0,49 \cdot 1 = 8,49 \text{ мм};$$

$$\cup L_2 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 8,49 \cdot 90^\circ}{360} = 13,32 \text{ мм}.$$

Тоді

$$L_T = 7 + 13,32 = 20,32 \text{ мм};$$

$$A_T = 2 \cdot 20,32 + 68 = 108,68 \text{ мм}.$$

Приймаємо $A_T = 109$ мм.

Як бачимо, умовний діаметр (ширина) ($D_3 = 113$ мм) мало відрізняється від максимальної ширини розгортки деталі по полкам ($A_T = 109$ мм). Тому, для спрощення форми вихідної заготовки, розрахунок її геометричних параметрів здійснюємо з урахуванням максимального розміру, зокрема $D_3 = 113$ мм, та симетричного виконання (рис. 1.3).

Тоді:

- довжина заготовки

$$L_p = D_3 + 160 + 2l = 113 + 160 + 2 \cdot 5 = 283 \text{ мм} ;$$

- ширина заготовки

$$A_p = D_3 + 2l = 113 + 2 \cdot 5 = 123 \text{ мм}.$$

1.2.4. Перевірка можливості витягування деталі за одну технологічну операцію

Перевірку здійснюємо за формулою:

$$m \geq [m] \tag{1.1}$$

де m – розрахунковий коефіцієнт витягування

$$m = \frac{d}{D_3} = \frac{85}{113} = 0,752,$$

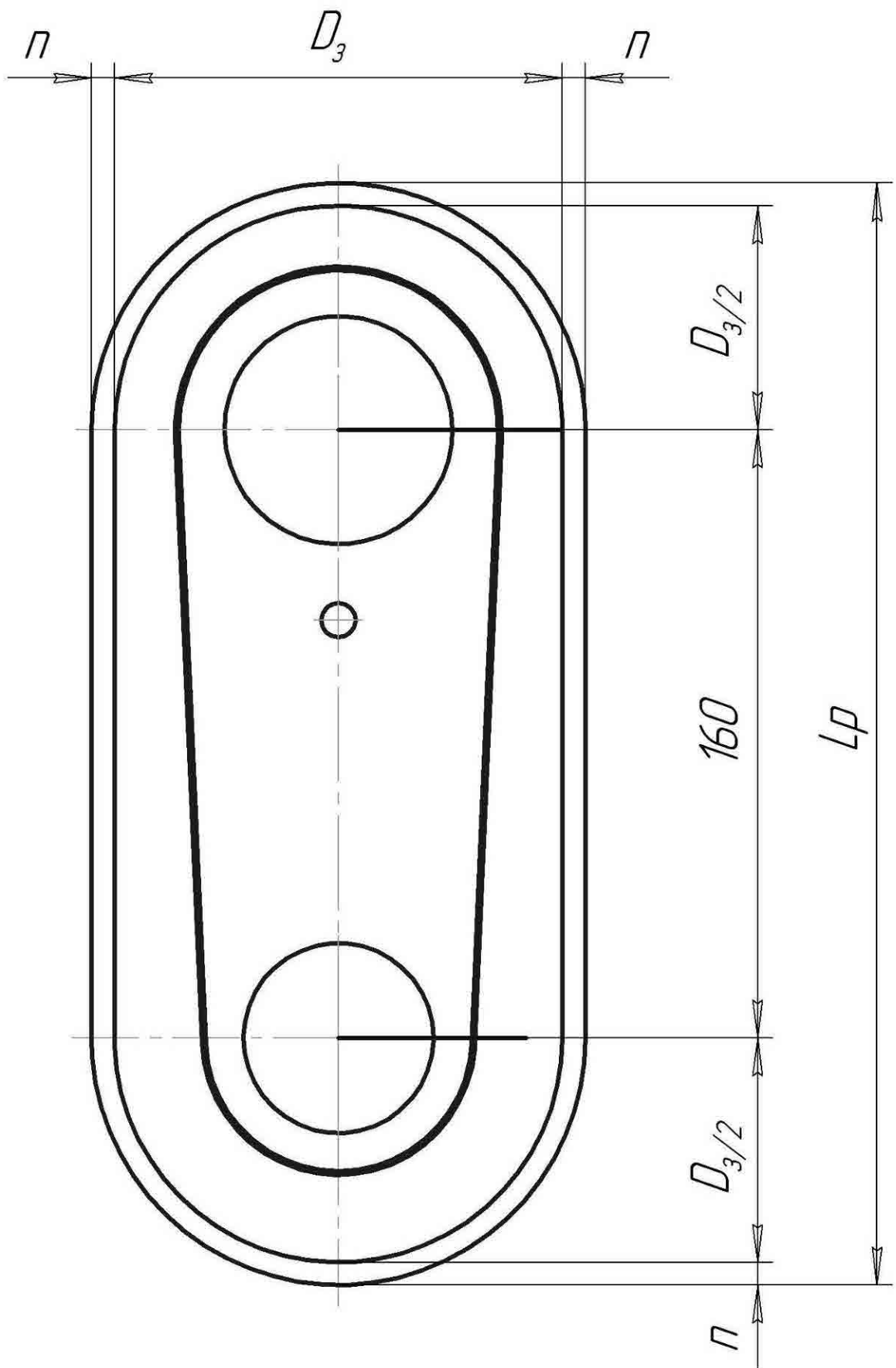


Рис.1.3. До розрахунку геометричних параметрів вихідної заготовки

$[m]$ – критичне значення коефіцієнта витягування для
Г операції [2]

$$m = \frac{d}{D_s}$$

при

$$\frac{S}{D_s} = \frac{1}{113} = 0,0088, [m] = 0,47 \quad [2].$$

Як бачимо, умова (1.1) виконується, тому витягування за одну операцію можливе.

1.2.5. Розкрій металопрокату

Деталь „Кришка” виготовляється із листового прокату. Промисловість випускає 17 типорозмірів сталевого листа товщиною 1,0 мм.

Для оптимізації розкрою листового прокату, скористуємося засобами автоматизованого розрахунку.

Вихідні дані для розрахунку:

- довжина листа L [3];
- ширина листа A [3];
- товщина листа $S=1$ мм;
- міжконтурна перемичка a , мм (рис. 1.4). $a=1,5\dots$ мм [4.];
- ширина заготовки $c=123$ мм;
- ширина штаби B , мм

$$B = d + 2b;$$

$$d=283 \text{ мм};$$

b – перемичка.

$$b = 2 \text{ мм. [4];}$$

$$B = 283 + 2 \cdot 2 = 287 \text{ мм};$$

$F_{заг}$ - площа поверхні заготовки, мм². (рис. 1.5)

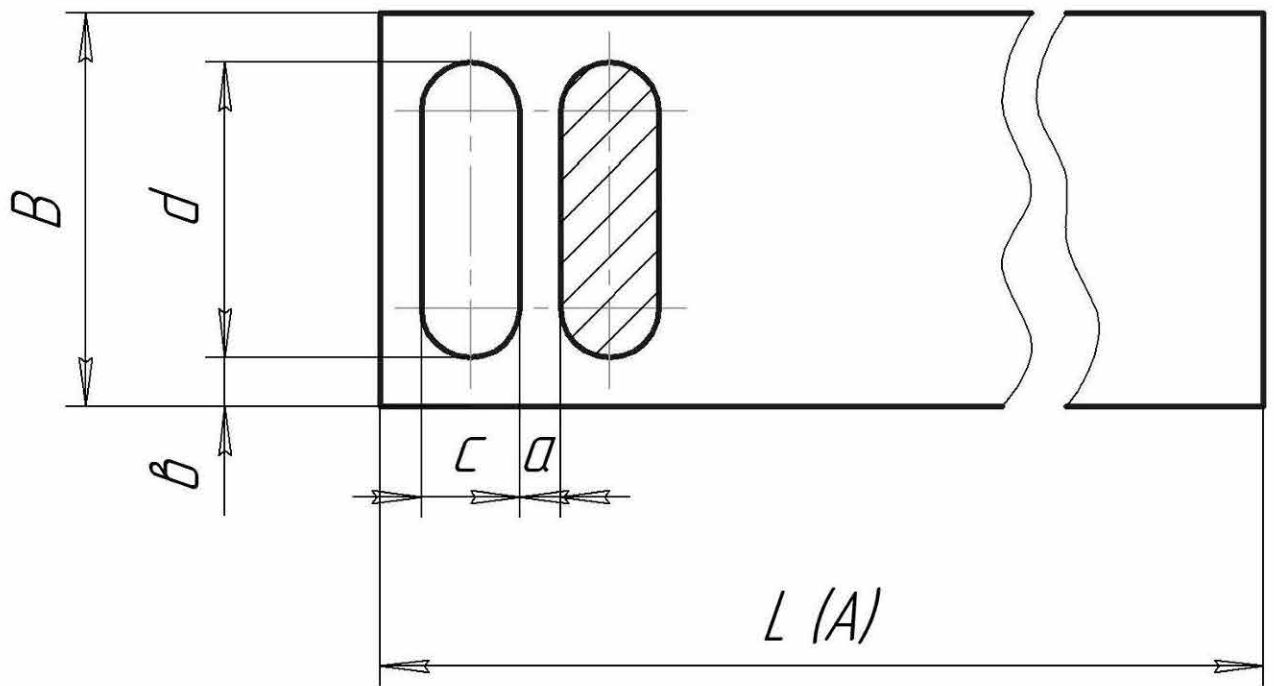


Рис. 1.4. Схема розкрою штаби

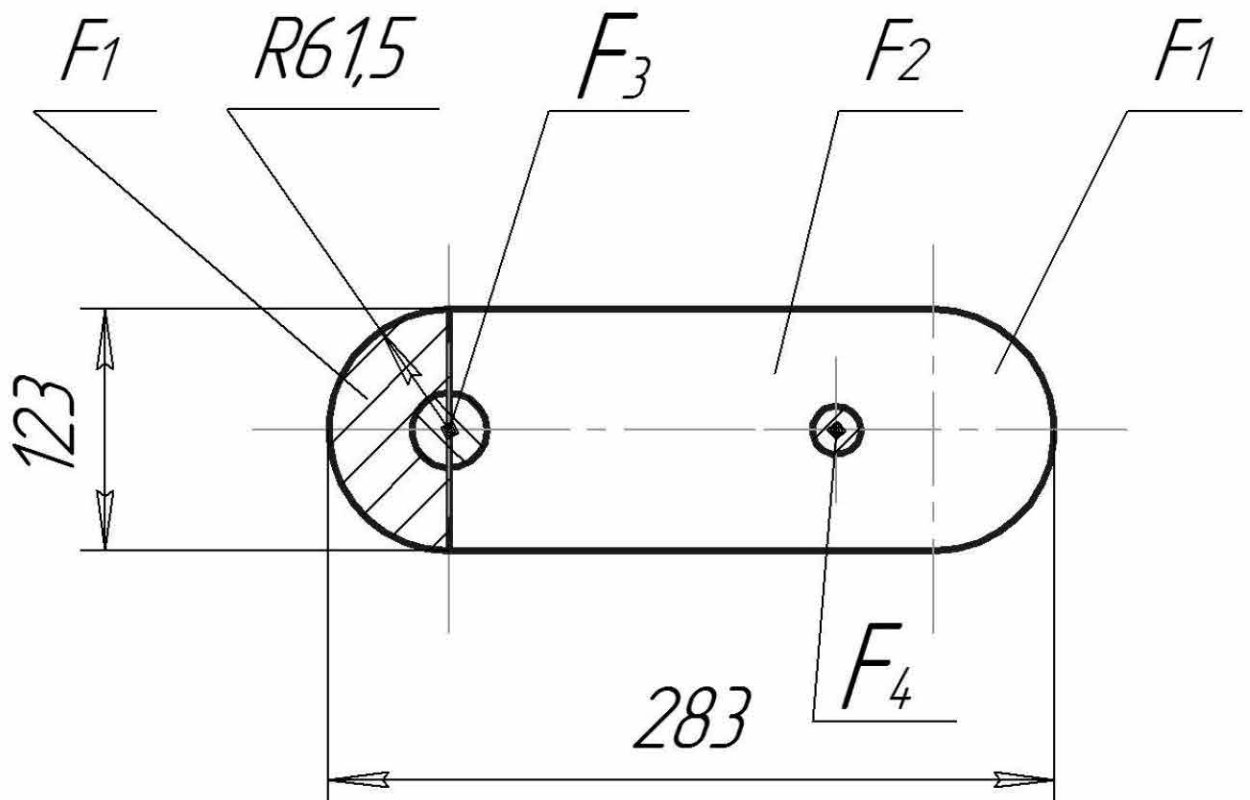


Рис. 1.5. До розрахунку площі заготовки

$$F_{\text{заг}} = 2F_1 + F_2 - F_3 - F_4$$

$2F_1$ - площа круга

$$2F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 123^2}{4} = 11876,2 \text{ мм}^2$$

F_2 - площа прямокутника, мм^2 ;

$$F_2 = (283 - 123) \cdot 123 = 19680 \text{ мм}^2$$

F_3 – площа отвору $\varnothing 50$ мм

$$F_3 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 50^2}{4} = 1963,5 \text{ мм}^2;$$

F_4 – площа отвору $\varnothing 9$ мм

$$F_4 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 9^2}{4} = 63,6 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$F_{\text{заг}} = 11876,2 + 19680 - 1963,5 - 63,6 = 29529,1 \text{ мм}^2;$$

Густина матеріалу $\rho = 0,00785 \text{ кг/мм}^3$.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.3

Таблиця 1.3. Результати розрахунку розкрою металопрокату

Розмір листа	п, шт.	м, шт.	η_2 , %	Н, г	Тип розкрою
1420x600	11	2	81,483	22,222	Подовжній
2000x600	16	2	84,14	294,375	Подовжній
2000x650	16	2	77,67	318,90	Подовжній
1420x670	11	2	72,96	339,47	Подовжній
1420x700	11	2	69,84	354,67	Подовжній
2000x700	16	2	72,12	343,43	Подовжній
1600x750	6	5	78,89	314	Поперечний
2000x750	6	6	75,73	327,08	Поперечний
1600x800	6	5	73,95	334,9	Поперечний
2500x800	6	8	75,73	392,5	Поперечний
1700x850	6	5	65,51	378,10	Подовжній
1800x900	14	3	81,81	302,78	Подовжній
2000x900	16	3	84,13	294,36	Подовжній
1900x950	15	3	76,65	323,15	Поперечний
1800x1000	8	6	84,11	294,35	Поперечний
2500x1000	8	8	80,78	327,08	Подовжній
2500x1250	20	4	80,78	306,64	Поперечний

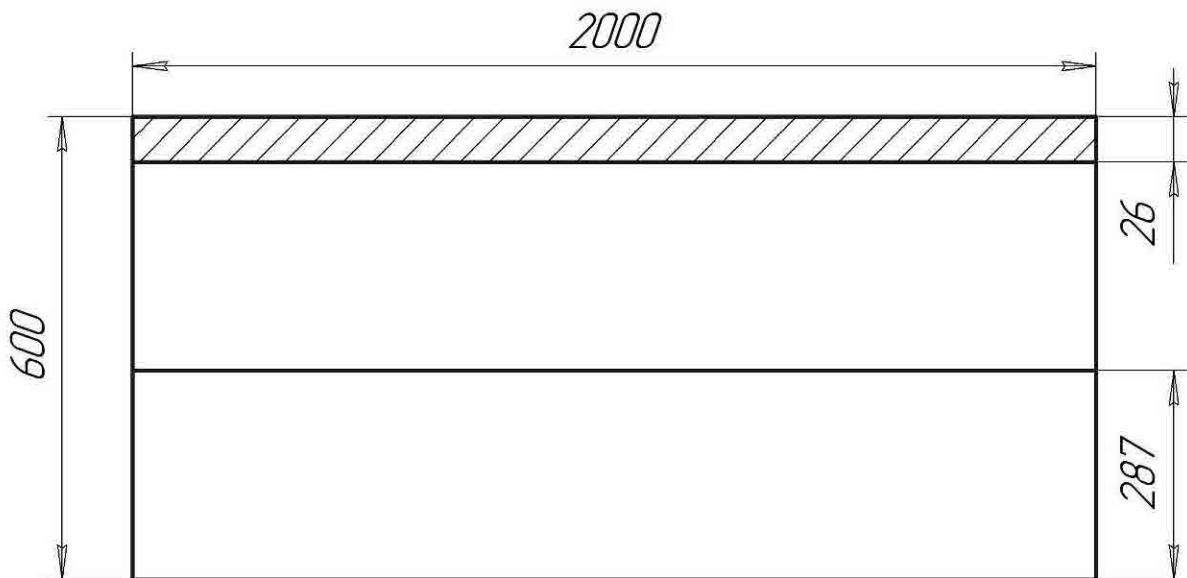


Рис. 1.6. Схема подовжнього розкрою листа

Вибираємо лист 2000х600х1, який при повздовжньому розкрою забезпечує найбільший коефіцієнт використання матеріалу ($\eta = 84,15\%$). При цьому:

- кількість деталей із штаби – 16 шт.;
- кількість штаб із листа – 2 шт.;
- норма витрати матеріалу на одну деталь – 304 г.

Схему розкрою листа представлено на рис.1.6.

1.2.6. Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання

1.2.6.1. Відрізування штаб від листа

Зусилля відрізування штаб від листа на листових ножицях визначаємо за формулою [2]

$$P = 0,5 \frac{S^2}{\text{tg}\varphi} \cdot \delta_s = 0,5 \frac{1^2}{\text{tg}5^\circ} \cdot 250 = 1430,2 \text{ Н}$$

де S – товщина листа, $S = 1\text{мм}$; φ – кут створа ножів ножиць $\varphi = 5^\circ$ [2].

Вибираємо листові ножиці моделі НА 3218, виходячи із найбільшої товщини та довжини різку [6].

Технічна характеристика:

- найбільша товщина листа, що розрізається, мм6,3
- найбільша ширина листа, що розрізається, мм2000
- число ходів повзуна в хв.65
- потужність приладу, кВт3
- габаритні розміри, мм2340x1920x1320
- маса, т2,8

1.2.6.2. Вирубання, витягування в штампі суміщеної дії

Зусилля штампування визначаємо за формулою:

$$P = P_e + P_1,$$

де

P_e – зусилля вирубання заготовки за контуром

$$P_e = \kappa \cdot L \cdot S \cdot \delta_s$$

κ – коефіцієнт, що враховує притушення ріжучих кромки.

Приймаємо $\kappa = 1,3$;

L – довжина периметру різку.

$$L = 2 \cdot 123 + 2 \cdot 283 = 812 \text{ мм.}$$

Тоді:

$$P_e = 1,3 \cdot 812 \cdot 1 \cdot 250 = 263900 \text{ Н} = 263,9 \text{ кН.}$$

P_1 – зусилля витягування, що визначаємо за формулою [2]

$$P_{\text{внт}} = P_1 + P_{\text{пр}}$$

$$P_1 = \pi d_{\text{сер}} S \delta_e k_1,$$

де

P_1 - зусилля витягування

$d_{сер}$ - середній діаметр деталі після витягування

$$d_{сер} = \frac{(160 + 35,5 + 42,5 + 10) + (85 + 10)}{2} = 171,5 \text{ мм}$$

k_1 коефіцієнт. При $\frac{d_{сер}}{S} = \frac{203}{1} = 203$ $m_1 = \frac{d_{сер}}{d_{сер з-к}} = \frac{171,5}{\frac{123 + 283}{2}} = 0,84,$

$k_1 = 0,5$ [2, с. 173]

Тоді

$$P_1 = 3,14 \cdot 171,5 \cdot 1 \cdot 380 \cdot 0,5 = 102316,9 \text{ Н} = 102,3 \text{ кН.}$$

P_{np} - зусилля притиску фланця, що визначаємо за формулою [2];

де

$$P_{np} = F_{\phi} \cdot q$$

F_{ϕ} - площа фланця (рис. 2.7):

$$F_{\phi} = F_3 - F_{\delta}$$

F_3 - площа з-ки, мм^2 , $F_3 = 31556,2 \text{ мм}^2$ (див. підрозділ 2.2.5);

F_{δ} - площа деталі (рис. 2.7):

$$F_{\delta} = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_1 = \frac{\pi R_1^2 \cdot \alpha}{360} = \frac{3,14159 \cdot 40^2 \cdot 174,983^\circ}{360} = 2441,98$$

$\alpha = 174^\circ 59'$ (визначаємо графоаналітичним методом);

$$F_2 = \frac{\pi R_2^2 \cdot \beta}{360} = \frac{3,14159 \cdot 47^2 \cdot 185,017^\circ}{360} = 3564,79$$

$\beta = 185^\circ 1'$ (визначаємо графоаналітичним методом);

$$F_3 = \frac{2(R_1 + R_2)}{2} \cdot h = \frac{2(40 + 47)}{2} \cdot 159,85 = 13906,95$$

h - висота трапеції

$h = 159,85 \text{ мм}$ (визначаємо графоаналітичним методом);

q - питоме зусилля притиску фланця, $q = 2 \text{ Н/м}^2$ [2]

$$F_{\partial} = 2441,98 + 3564,79 + 13906,95 = 19913,69 \text{ мм}^2$$

$$F_{\phi} = 31556,2 - 19913,69 = 11642,51 \text{ мм}^2$$

$$P_{np} = 11642,51 \cdot 2 = 23285,02 \text{ Н} = 23,285 \text{ кН}$$

$$P = 263,9 + 102,3 = 366,2 \text{ кН.}$$

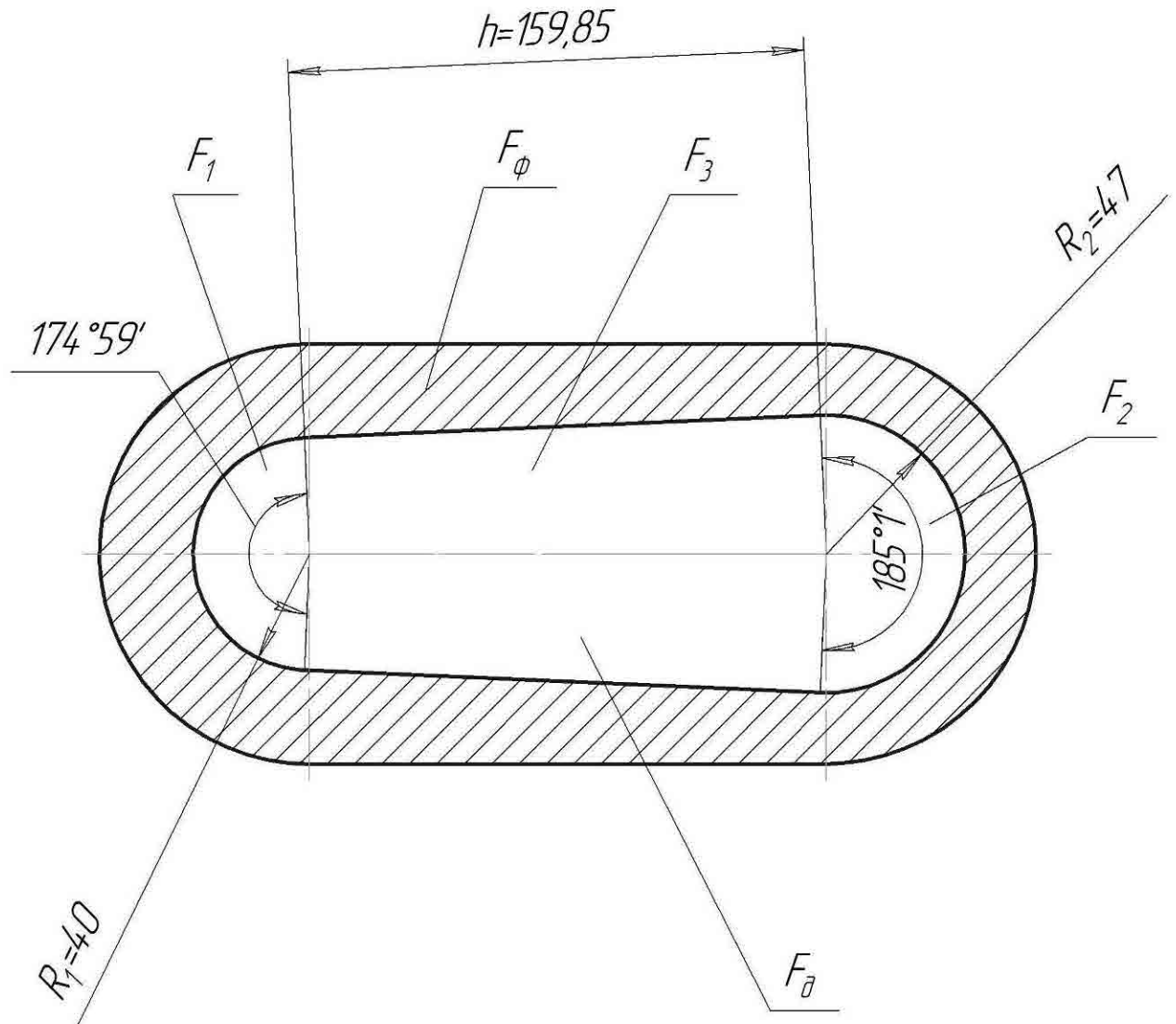


Рис. 2.7. До розрахунку площі фланця

Вибираємо одно кривошипний відкритий прес простої дії моделі КМ 2134 виходячи із зусилля та габаритних розмірів штампа.

Технічна характеристика:

- номінальне зусилля, кН.2500
- хід повзуна, мм200
- число ходів повзуна в хвилину61
- найбільша відстань між столом повзуном в його нижньому положенні, мм560
- розміри стола, мм:
 - зліва на право850
 - спереду назад1120
- потужність двигуна привода, кВт25

1.2.6.3. Обрізування, пробивання в штампі суміщеної дії

Зусилля штампування визначаємо за формулою:

$$P = P_o + P_n + P_{np} + P_p$$

де

P_o – зусилля обрізування деталі за контуром

$$P_o = \kappa \cdot \Pi \cdot S \cdot \delta_s$$

κ – коефіцієнт, що ураховує притушення ріжучих кромки. Приймаємо

$\kappa = 1,3$;

Π – периметр контуру, що обрізається, який розраховується за формулою (рис1.7):

$$\Pi = \cup l_1 + 2L + \cup l_2$$

$$\cup l_1 = \frac{2\pi R_1 \alpha}{360} = \frac{2 \cdot 3,14159 \cdot 36 \cdot 174,9}{360} = 109,89$$

$L = 159,8$ мм (див. рис. 2.7);

$$\cup l_2 = \frac{2\pi R_2 \beta}{360} = \frac{2 \cdot 3,14159 \cdot 43 \cdot 185,017}{360} = 138,85$$

Тоді

$$L = 109,8 + 2 \cdot 159,85 + 138,85 = 568,35 \text{ мм};$$

$$P_o = 1,3 \cdot 568,3 \cdot 1 \cdot 250 = 184713,75 \text{ Н} = 184,7 \text{ кН}$$

P_{np} – зусилля проштовхування від пробивання крізь поясок матриці, що визначається за формулою [2]:

$$P_{np} = k_{np} \cdot P_n \cdot n$$

де k_{np} – коефіцієнт, що враховує співвідношення між P_{np} і P_n . Приймаємо

$$k_{np} = 0,1 \text{ [2];}$$

P_n – зусилля пробивання двох отворів.

$$P_n = 145,5$$

n – кількість деталей що знаходиться в пояску матриці

$$n = \frac{h}{S} = \frac{7}{1} = 7$$

h – висота пояска матриці. $h = 7$ мм;

Тоді

$$P_{np} = 0,1 \cdot 145,5 \cdot 7 = 101,85$$

P_n – зусилля пробивання двох отворів

$$P_n = k \cdot \Pi_1 \cdot S \cdot \delta_s$$

Π_1 – сумарний периметр двох отворів

$$\Pi_1 = \pi(D + d) = 3,14159 \cdot (50 + 9) = 185,3 \text{ мм}$$

Тоді

$$P_n = 1,3 \cdot 185,3 \cdot 1 \cdot 250 = 145534,27 \text{ Н} = 145,5 \text{ кН}$$

P_p – зусилля розрізування відходу на дві частини, яке можна оцінити за формулою [2]:

$$P_p = 2 \left(0,5 \frac{S^2}{\operatorname{tg}\varphi} \cdot \delta_3 \right) = 2 \left(0,5 \frac{1^2}{\operatorname{tg}50^\circ} \cdot 250 \right) = 209,90 \text{ Н} = 0,2 \text{ кН}$$

Тоді

$$P = 184,7 + 145,5 + 101,85 + 0,2 = 432,25 \text{ кН.}$$

Вибираємо одно кривошипний відкритий прес простої дії моделі КД 2130В виходячи із зусилля та габаритних розмірів штамп.

Технічна характеристика:

- номінальне зусилля, кН.1000
- хід повзуна, мм130
- число ходів повзуна в хвилину90
- найбільша відстань між столом повзуном в його нижньому положенні, мм400
- розміри стола, мм:
 - зліва на право560
 - спереду назад850
- потужність двигуна привода, кВт7,8

1.2.7. Технічне нормування

1.2.7.1. Відрізування листа на листових ножицях з оптимізацією розкрою.

План схема організації робочого місця різальника показана на рис. 1.8.

Вихідні дані:

- довжина листа – 2000 мм;
- ширина листа – 600 мм;
- товщина листа – 1 мм;
- площа листа – $1,12 \text{ м}^2$;
- ширина штаби – 287 мм;
- кількість штаб із листа – 2 шт.;

- вид розкрою повздовжній;
- кількість ходів на хв. ножа листових ножиць - 65.

Таблиця 1.4. Розрахунок норми штучного часу [7]

№ карти	№ позиції, індекс	Найменування переходів	Час на 1 лист хв.		
			Основне T_0	Допоміжне T_d	
				перекрите	не перекрите
65	1г	Взяти лист зі стопи, встановити по задньому упору, відкласти чи проштовхнути заготовку за ножиці			$7,8:100=0,078$
66	5в	Про двинути лист до упору			$2,3:100=0,023$
1	2а	Увімкнути ножиці			$0,015 \times 2=0,03$
2	18д	Відрізати заготовку	$0,015 \times 2=0,030$		
Разом:			0,030		0,031

Визначаємо норму штучного часу за формулою:

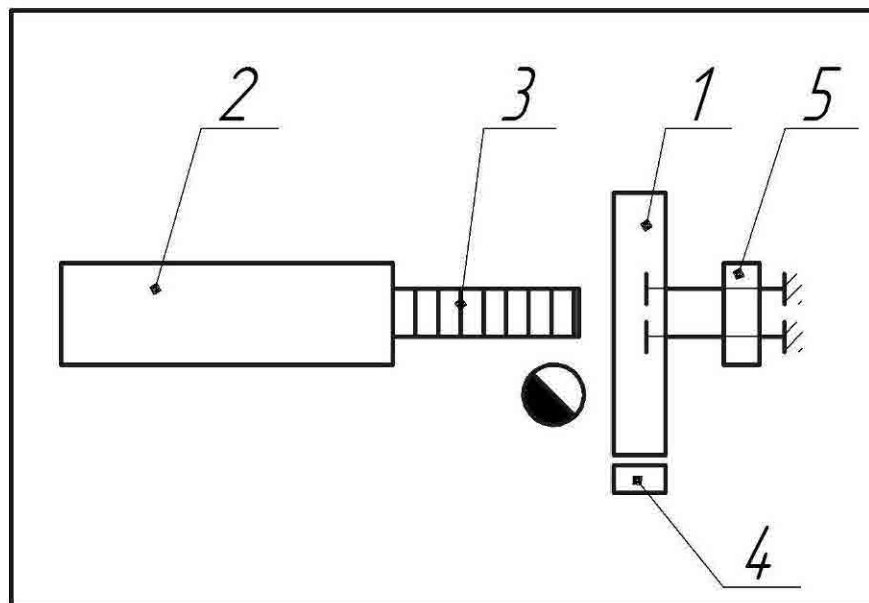


Рис.1.8. План-схема організації робочого місця різальника:

1 - листові ножиці; 2 - стелаж з листами; 3 - рольганг; 4 - бункер для відходів; 5 - візок на рейках.

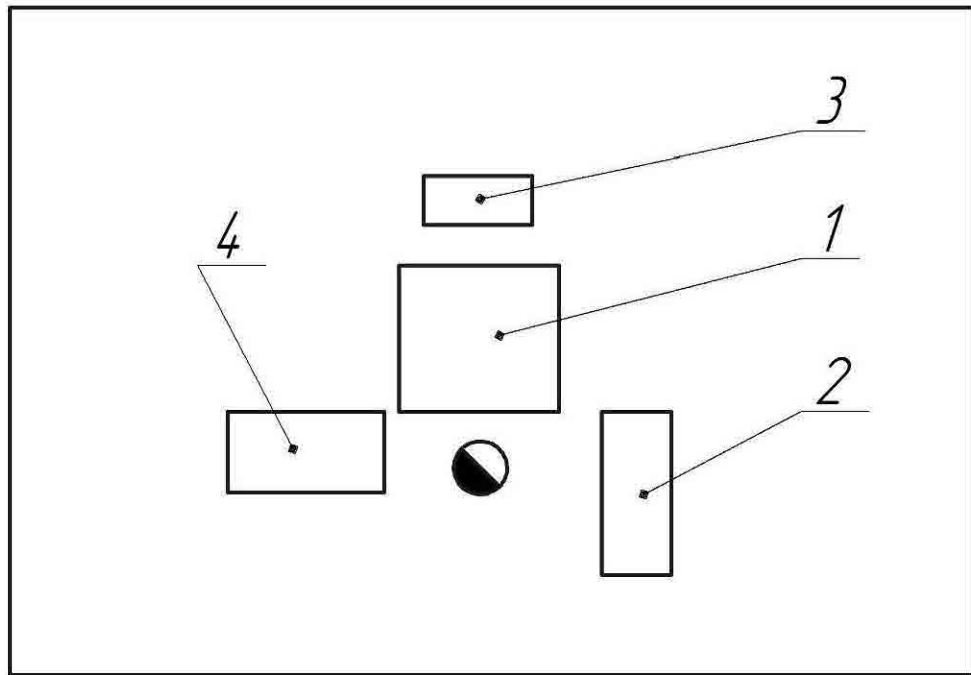


Рис. 1.9. План-схема організації робочого місця штампувальника:

1 - прес КМ2134; 2 - стіл зі штабами; 3 - бункер для деталей; 4 - бункер для відходів

$$T_{ш} = (T_o + T_{\delta}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{отл}}{100} \right),$$

де

T_o – основний час, хв.;

T_{δ} – допоміжний час, хв.;

$a_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця у відсотках від оперативного часу

$$T_{он} = T_o + T_{\delta};$$

$a_{отл}$ – час на відпочинок та особисті потреби у відсотках від оперативного часу.

Тоді

$$T_{ш} = (0,030 + 0,131) \cdot \left(1 + \frac{3+9}{100} \right) = 0,180 \text{ хв. на 1 лист} = 0,09 \text{ хв. на штабу}$$

Визначаємо норму штучного часу, за формулою:

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з}}{n_{ш}},$$

де

$T_{п.з}$ – підготовчо заключний час на партію деталей в хв.;

$n_{ш}$ – кількість деталей в партії

Тоді

$$T_{ш.к} = 0,09 + \frac{15}{400} = 0,1275 \text{ хв.}$$

Визначаємо змінну норму виробітку.

$$H = \frac{T_{зм}}{T_{ш.к}} = \frac{420}{0,1275} = 3294 \text{ шт./зміну.}$$

1.2.7.2. Вирубання витягування в штампі суміщеної дії

План схема організації робочого місця штампувальника показана на рис. 1.9.

Вихідні данні:

- розмір штаби - 1x287x2000 мм;
- крок штампування – 124,5 мм;
- кількість деталей із штаби – 16 шт;
- число подвійних ходів преса в хв. – 17;
- тип штамп – суміщеної дії;
- положення штампувальника – стоячі

Таблиця 1.5. Розрахунок норми штучного часу [7.]

№ карти	№ позиції, індекс	Найменування переходів	Час на 1 лист хв.		
			Основне T_0	Допоміжне T_d	
				перекрите	не перекрите
29	1а	Взяти полосу, піднести і встановити в штамп		$\frac{6,1 \cdot 1,025}{100 \cdot 16} = 0,0039$	
1	2а	Увімкнути прес		0,015	
2	13а	Штампувати	0,059		
-	-	Вилучити деталь зі штампа в тару гачком		0,066	
30	3е	Продвинути полосу на крок		$1,7/100=0,017$	
45	4у	Відкинути відхід зі стола преса в тару		$4,9/100=0,049$	
Разом:			0,059	0,1809	

Визначаємо норму штучного часу за формулою:

$$T_{ш} = (T_o + T_o) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{обс} + \alpha_{отл}}{100}\right) = (0,059 + 0,1809) \cdot \left(1 + \frac{3+9}{100}\right) = 0,268 \text{ хв. на одну деталь}$$

Визначаємо норму штучного часу, за формулою:

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з}}{n_{ш}} = 0,268 + \frac{15}{4400} = 0,239 \text{ хв. на одну деталь}$$

Визначаємо змінну норму виробітку.

$$H = \frac{T_{зм}}{T_{ш.к}} = \frac{420}{0,239} = 1757 \text{ шт./зміну.}$$

1.2.7.3. Обрізування, пробивання в штампі суміщеної дії

План схема організації робочого місця показана на рис. 1.10.

Вихідні данні:

- розмір заготовки 283x123x27 мм;
- площа заготовки – 0,034 м²;
- прес зусиллям – 1000 кН;
- число подвійних ходів в хв. – 17;
- положення штампувальника – стоячи.

Таблиця 1.6. Розрахунок норми штучного часу [7.]

№ карти	№ позиції,	Найменування переходів	Час на 1 деталь		
			Основне T _o	Допоміжне T _д	
				перекрите	не перекрите
40	2ж	Взяти заготовку і встановити в штамп по шпильках			6/100=0,06
1	2а	Увімкнути прес			0,015
2	13а	Штампувати	0,059		
44	3ш	Зняти деталь, і скинути в ящик			2,2/100=0,022
45	1ф	Зіштовхнути відхід зі штампа			0,78/500=0,00156
Разом:			0,059		0,09856

Визначаємо норму штучного часу за формулою:

$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс} + a_{омл}}{100}\right) = (0,059 + 0,09856) \cdot \left(1 + \frac{3+9}{100}\right) = 0,176 \text{ хв. на}$$

деталь

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу, за формулою:

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{н.з}}{n_{ш}} = 0,176 + \frac{15}{4400} = 0,179 \text{ хв./ одну деталь}$$

Визначаємо змінну норму виробітку.

$$H = \frac{T_{зм}}{T_{ш.к}} = \frac{420}{0,179} = 2346 \text{ шт./зміну.}$$

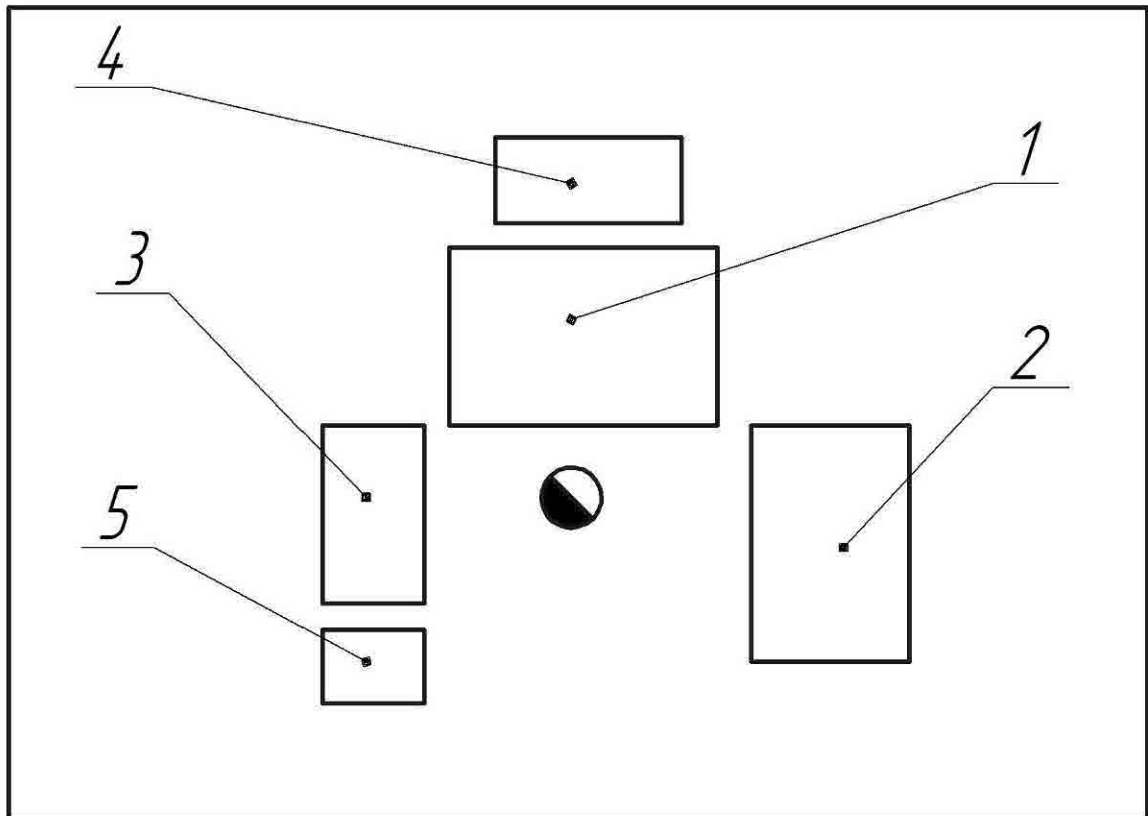


Рис. 2.10. План-схема організації робочого місця штампувальника:

- 1 - прес КД2130В;
- 2 - стіл з заготовками;
- 3 - бункер для деталей;
- 4 - бункер для відходів
- 5 - бункер для відходів

Розділ 2. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кришка»

2.1. Штамп суміщеної дії

2.1.1. Призначення штампа

Штамп суміщеної дії (Додаток Б) призначено для одночасного виконання вирубування за контуром деталі „Кришка” та подальшого її витягування.

2.1.2. Склад штампа

Штамп складається з наступних деталей і вузлів:

- нормалізованого блоку з чотирма направляючими вузлами ковзання (поз. 1,8,33,34);
- вирубної матриці (поз.21);
- пуансон матриці (поз16), що виконує функції вирубного пуансона та витяжної матриці;
- витяжних пуансонів (поз.13,14);
- жорсткого знімача (поз. 6) для знімання відходу від штаби с пуансон-матриці поз.16;
- система виштовхування деталі з верхньої частини штампа, яка включає в себе штовхач поз. 4, траверсу поз. 3, чотири штовхача поз.2 та матриці - виштовхувача поз. 17;
- притискача-виштовхувача поз. 15, штовхачів поз. 11, траверси поз. 10 та штовхачів поз. 9.

2.1.3. Робота штампа

Штамп працює таким чином . Штаба подається в штамп між двома направляючими планками поз.7, 12 вщелину під знімачем поз.

6 та фіксується в напрямку подачі переднім грибоквим упором поз. 22. При ході повзуна в низ відбувається спочатку вирубування заготовки деталі „Кришка” за контуром с подальшим її витягуванням. В процесі витягування фланець деталі потужно затискається між торцевою поверхністю пуансон-матриці поз.16 та торцевою поверхнею притискачем-виштовхувачем поз. 15, що діє від пневматичної подушки, яка в монтована під столом преса, це запобігає гофроутворенню та забезпечує якість штампування. При ході повзуна в гору здійснюється виштовхування деталі із нижньої частини штампа притискачем-виштовхувачем поз. 15, який спрацьовує в зворотньому напрямку під дією пневматичної подушки преса через проміжні деталі поз. 11,10,9;

При досяганні повзуном крайнього верхнього положення спрацьовує верхній жорсткий виштовхувач преса. Він передає зусилля крізь штовхач поз.4, траверсу поз.3, штовхач поз.2, матриці-виштовхувача поз. 17 до відштампованої деталі та виштовхує її з верхньої частини штампа. Деталь падає на перемичку штаби і вилучається із робочої зони штампа гачком.

2.1.4. Розрахунок виконавчих розмірів інструмента

Поздовжній розмір вирубної матриці для вирубування заготовки з поздовжнім розміром $L_m=283\text{мм}$ розраховуємо за формулою [1]:

$$L_{m(\text{нозд})} = (L_n - \Pi_i)^{+\delta\epsilon},$$

де

Π_i – припуск на знос матриці і пуансона. $\Pi_i=0,95\text{ мм}$ [1];

σ_m – межеве відхилення розміру матриці. $\sigma_m=10,052\text{ мм}$ [9].

Тоді

$$L_{m(\text{нозд})} = (283 - 095)^{+0,052} = 282,05^{+0,052}\text{ мм}$$

Поперечний розмір вирубної матриці для вирубання заготовки з поперечним розміром $L_n = 123$ мм визначаємо за формулою [1]

$$L_{m(non)} = (L_n - \Pi_i)^{+\delta_m} = (123 - 0,80)^{+0,040} = 122,2^{+0,040} \text{ мм}$$

Поздовжній розмір вирубного пуансона для вирубання заготовки з поздовжнім розміром $L_n = 283$ мм визначаємо за формулою [1]

$$L_{n(позд)} = (L_{m(позд)} - Z)_{-\delta_n},$$

де

z - двобічний номінальний зазор між матрицею та пуансоном $z = 0,050$ мм [1];

$-\delta_n = -0,032$ мм [9].

Тоді

$$L_{n(позд)} = (282,05 - 0,050)_{-0,032} = 282_{-0,032} \text{ мм}$$

Поперечний розмір пуансона для вирубання заготовки з поперечним розміром $L_n = 123$ мм визначаємо за формулою [1, с.62]:

$$(L_{m(non)} - z) = (122,2 - 0,050)_{-0,025} = 122,15_{-0,025} \text{ мм.}$$

2.2. Штамп суміщеної дії

2.2.1. Призначення штампа

Штамп суміщеної (Додаток В) призначений для одночасного виконання операції обрізування деталі за контуром пробивання отвору діаметром 9 та діаметром 50мм.

2.2.2. Склад штампа

Штмп складається з наступних деталей та вузлів:

- нормалізованого блоку з діагональним розташуванням напрямних вузлів ковзання (поз. 1,18,37,38,39,40);
- обрізної матриці поз. 3;
- пуансон-матриці поз. 12 яка виконує функцію обрізного пуансона та пробивної матриці;
- пуансонів поз. 5,9 для пробивання отворів;
- трьох знімачів поз. 15 які підпружинено пружинами поз. 17;
- двох ножів поз. 42 для розрізання відходів;
- система виштовхування виштампованої деталі з верхньої частини штампа яка включає в себе штовхач поз. 6, траверсу поз. 7, чотири штовхачі поз. 8, та виштовхувач поз. 4;
- лотка поз. 14 для збирання відходів від пробивання;
- двох кільцевих обмежувачів закритої висоти штампа поз.10.

2.2.3. Робота штампа

Штмп працює таким чином. Заготовка деталі „Кришка” встановлюється в штмп спозиціюванням по пуансон-матриці поз.12 приході повзуна вниз здійснюється одночасно обріз деталі за контуром та пробивання отворів. Відход штаби від обрізання перерізається ножами на дві частини поз. 42 після штампування третьої та подальшої деталі. Відходи від пробивання вилучаються із штампа крізь провальний отвір пуансон-матриці поз. 12 на нижню плиту поз. 18 і накопичується в лотку поз. 14. Із лотка відхід періодично вилучається в бункер для відходів. При ході повзуна преса в гору здійснюється знімання деталі пуансона матриці поз. 12 трьома знімачами поз. 15. При досягненні повзуна крайнього

верхнього положення здійснюється виштовхування деталі з верхньої частини штампа. При цьому зусилля від жорсткого виштовхувала преса передається крізь штовхач поз. 6, траверсу поз. 7, штовхачі поз. 8, виштовхувала поз. 4, який власне безпосередньо відштампує деталь. Деталь падає на дзеркало штампа та вилучається з нього гачком.

2.2.4. Розрахунок пуансона для пробивання отвору діаметром 9мм на міцність

У відповідності з ГОСТ16675-80 рекомендуємий розрахунок пуансона на міцність із умови

$$P_{дон} \geq P_{пр} ,$$

де

$P_{дон}$ - допускаєме навантаження на стиснення;

P_c – потрібне технологічне зусилля штампування

Допустиме навантаження на стиснення та усталеність робочої частини пуансона визначаємо за формулою [10]

$$P_{дон} = \varphi \cdot F_k [\sigma]_{ст} ;$$

де

φ - коефіцієнт пониження допускаємого напруження що залежить від умов гнучкості. При співвідношенні

$$\frac{\mu h}{I_{\min}} = \frac{0,7 \cdot 20}{2,25} = 6,22 \quad \varphi = 0,80 [10];$$

F_k - площа контакту робочого торця пуансона зі штампуємим матеріалом. При $s/d \frac{1}{9} = 0,11 \leq 1$, площа контакта приймається рівною

площі пояска шириною $0,5S$ по усьому периметру робочого торця пуансона [10].

Для круглого контуру

$$F_k = \frac{\pi S(2d - S)}{4} = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 9 - 1)}{4} = 13,345 \text{ мм}^2;$$

$[\sigma]_{ст.}$ – допускаєме напруження на стиснення $[\sigma]_{ст.} = 1600 \text{ мПа}$ [10, с.33].

Тоді

$$P_{дон} = 0,80 \cdot 13,345 \cdot 1600 = 17081,6 \text{ Н.}$$

Так як $P_{дон} > P_n$, умова усталеності виконується.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологічний процес виготовлення деталей «Кришка» запропоновано виконати оптимізацію розкрою металопрокату, сумістити операції витягування та вирубаня, а також обрізання та пробивання, що дозволить зменшити норму витрати матеріалу на одну деталь, вивільнити двох пресувальників, скоротити два штампи, підвищити точність штампування, вивільнити дві одиниці обладнання.

2. Розроблено оснащення оригінальної конструкції для вирубування-витягування, обрізання-пробивання деталі «Кришка».

3. Виконана робота по розробці графічних елементів штампового оснащення.

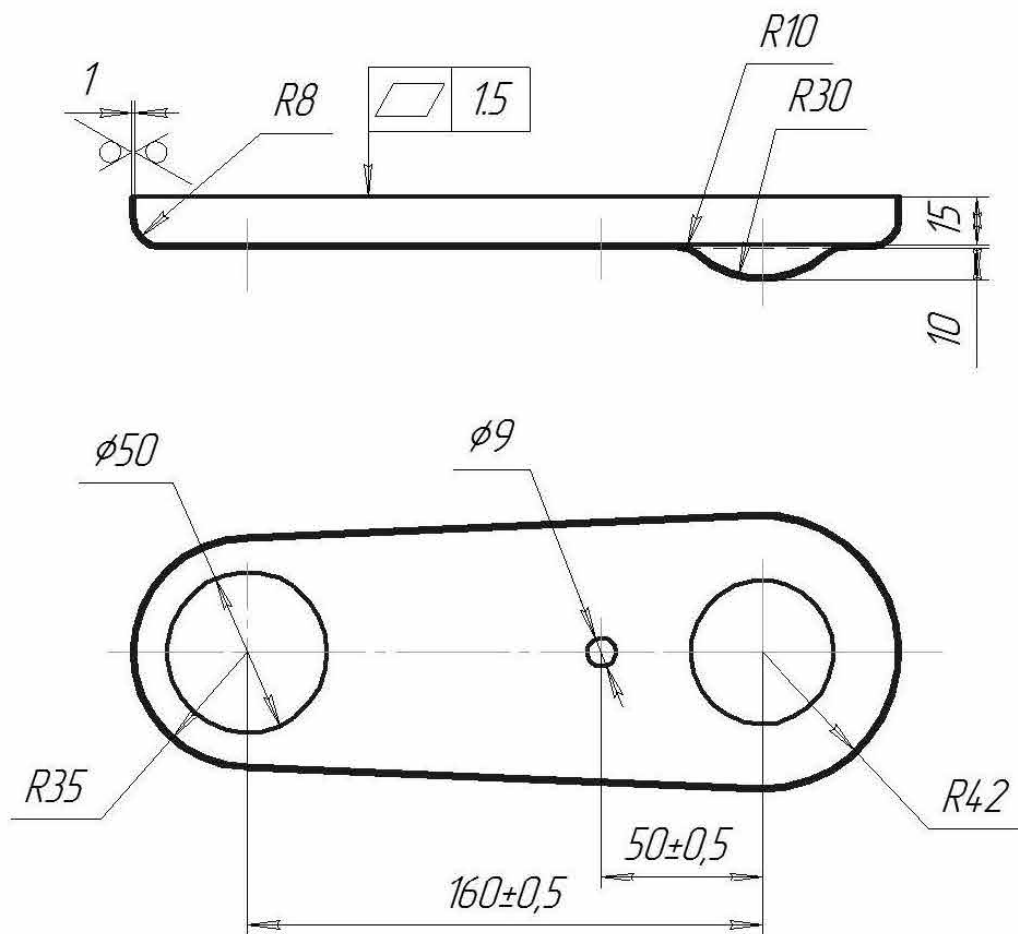
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боков В.М., Кришкін Б.Б., Мірзак В.Я., Носуленко В.І., Чумаченко О.С., Шепельський М.В. Дипломне проектування / Під ред. В.І. Носуленка. – Кіровоград: ТОВ «Імекс-ЛТД», 2005. – 148 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. 5-е изд., перераб.-М.Машиностроение, 1980.-723 с.-Т1.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. 5-е изд., перераб.-М.Машиностроение, 1980.-653 с.-Т.3.
4. Справочник по оборудованию для листовой штамповки /Л.И. Рудман, А.И. Зайчук, В.Л. Марченко и др.; Под ред. Л.И.Рудмана.-К.: Технжа, 1989.-231с.
5. Кузнечно-пресовые линии: Справочно-информационный материал/ Сост. Каржан В.В. и др.-Воронеж: НПО "ЭНИКМАШ", 1992.-200 с.
6. Кузнечно-штамповочное оборудование / А.Н.Банкетов, Ю.А. Бочаров, Н.С. Добринский и др.: Под ред. А.Н.Банкетова, Б.Н.Ланского. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1982, -575 с.
7. ГОСТ 10026-75. Прессы однокривошипные закрытые простого действия. Основные параметры и размеры.
8. Методические указания по использованию вычислительной техники для расчета кузнечно-пресового оборудования с элементами САПР при курсовом и дипломном проектировании для студентов специальности 0503 "Машины и технология обработки металлов давлением"/ Сост, В.С. Запорожченко, - Кіровоград: КИСХМ, 1987.-48 с.
9. Методические указания по расчету кривошипных и гидравлических прессов с применением вычислительной техники для студентов специальности 0503 "Машины и технология обработки металлов давлением"/ Сост. В.С.Запорожченко, Л.А. Шульга,-Кіровоград: КИСХМ, 1988, - 64 с.
- 10.Методические указания по применению программ расчета деталей кузнечно-пресового оборудования на микрокалькуляторах и ЭВМ для студентов специальности 0503 /Запорожченко В.С., Крышкин Б.Б., Позняков С.Н.- Кіровоград: КИСХМ, 1988.

ДОДАТКИ

Додаток А.

6,3
√(✓)



1. H14, h14, $-\frac{+IT14}{2}$

2. Допускаються плавні гофри по торцю деталі.

3. Лист $\frac{Б-ПН-0-1,0 \text{ ГОСТ } 19904-74}{4III 08 \text{ кн } \text{ГОСТ } 16523-70}$

Додаток Г. Деталі штампу

