

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

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММіР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:
«Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кулачок»»

Виконав здобувач вищої освіти 4
курсу групи ПМ-22мб-2
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна
механіка»
_____ Ігор ЛУГОВИЙ

Керівник роботи к.т.н., доцент
_____ Віталій ШМЕЛЬОВ

Рецензент:

Кропивницький 2025

Факультет	Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра	Механіко-технологічний
Рівень вищої освіти	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Галузь знань	перший (бакалаврський)
Спеціальність	13 Механічна інженерія
Освітньо-професійна програма	131 Прикладна механіка
	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА

« ____ » _____ 2025 р.

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

Лугового Ігора Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Керівник роботи: к.т.н., доцент, Віталій ШМЕЛЬОВ

3. Строк подання роботи до захисту « ____ » червня 2025 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:
Розробити оснащення для виготовлення деталі «Кулачок»

Завдання:

- Розрахувати геометричні параметри заготовки за переходами штампування
- Розрахувати холодну і гарячу поковку
- Розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання
- Розробити конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кулачок»

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	При-мітка
1	ВСТУП	Травень 2025	
2	Основні розділи	Травень 2025	
3	ВИСНОВКИ	Червень 2025	
4	ДОДАТКИ	Червень 2025	
5	Графічна частина та оформлення	Червень 2025	

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

Віталій ШМЕЛЬОВ

(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2025 р.

Здобувач

Ігор ЛУГОВИЙ

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Луговий І.М. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кулачок» : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. В. М. Шмельов ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2025. 33 с.

Кресленників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою даної роботи є розробка оснащення для виготовлення деталі «Кулачок».

В роботі виконано розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування; розрахунок епюр перерізу та розрахункової заготовки; розрахунок технологічних зусиль; розроблено конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кулачок».

Практичне значення: розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Кулачок», розроблено конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кулачок», що дозволило отримувати якісні деталі з необхідними геометричними розмірами та механічними властивостями.

молотовий штамп, пуансон, матриця, кулачок, переходи штампування, технологічний процес, епюри перерізів, рівчаки.

ANNOTATION

Ihor LUHOVYI Development of equipment for manufacturing the "Cam" part : qualifying bachelor's thesis: speciality 131 Applied mechanics / scientific director A. R. Aparakin; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2025. 33 p.

Drawings - a total of 3 sheets of A1 format.

The work includes the calculation of the geometric parameters of the workpiece according to the stamping transitions; calculation of cross-sectional diagrams and the calculated workpiece; calculation of technological efforts; development of equipment designs for the manufacture of the "Cam" part.

Practical significance: the technological process for manufacturing the "Cam" part has been developed, the design of equipment for the manufacture of the "Cam" part has been developed, which allowed obtaining high-quality parts with the required geometric dimensions and mechanical properties.

hammer stamp, punch, matrix, cam, stamping transitions, technological process, cross-sectional diagrams, grooves.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на тему:

«Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кулачок»»

КРБ.ПМ.25.62.22.00.00

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу
групи ПМ-22мб-2
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Ігор ЛУГОВИЙ

Керівник роботи к.т.н., доцент

_____ Віталій ШМЕЛЬОВ

Кропивницький 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1. Розробка поковки.....	8
1.1 Розробка креслення поковки.....	8
Розділ 2. Вибір переходів штампування та обладнання.....	10
2.1 Товщина облою на містку облойної канавки.....	10
2.2 Побудова розрахункової заготовки та епюри перерізів	11
2.3 Вибір виду і визначення розмірів вихідної заготовки. Вибір обладнання для розкрою металу на вихідні заготовки.....	16
2.4 Вибір режимів нагрівання охолодження поковки.....	17
2.5 Вибір штампувального обладнання	18
2.6 Вибір виду обрізання облою	19
2.7 Вибір режимів термообробки поковок.....	20
2.8 Вибір способу і обладнання для очищення поковок від окалини	20
2.9 Вибір способу і обладнання для правки поковок.....	20
2.10 Вибір методів контролю та вимірювального інструмента	21
2.11 Розробка планування штампувальної дільниці	21
2.12 Встановлення складу робочої бригади та розрахунок норм часу на штампування	21
Розділ 3. Конструювання штампів.....	25
3.1 Розрахунок та конструювання молотового штампа.....	25
3.2 Розрахунок та конструювання штампа для обрізання облою.....	27
ВИСНОВКИ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	31
ДОДАТКИ.....	33

ВСТУП

В сучасному машинобудуванні куванням і штампуванням виготовляють заготовки і деталі масою від грама до сотень тон і розмірами від міліметра до десятків метрів. Тенденції промисловості направлені на метало- і енергозберігаючу технологію.

Деталі виготовленні гарячим об'ємним штампуванням мають значно більш високі механічні характеристики, значно меншу кількість метала переводиться в відхід порівняно з обробкою різанням. Гаряче об'ємне штампування відрізняється значно більшою продуктивністю порівняно з обробкою різанням. Обробка різанням повинна застосовуватися лише на чистових, завершальних операціях.

Мета роботи: розробка оснащення для виготовлення деталі «Кулачок»

Завдання:

- Розрахувати геометричні параметри заготовки за переходами штампування;
- Розрахувати холодну і гарячу поковку;
- Розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання;
- Розробити конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кулачок» .

Розділ 1. Розробка поковки

1.1 Розробка креслення поковки

З урахуванням експлуатаційних вимог до деталі приймається необхідне чи бажане розташування волокон в поковці та варіант (спосіб) штампування.

Спосіб штампування по завданню це штампування на молоті.

Волокна розташовані вздовж повздовжньої вісі симетрії [4, с. 51-52]

Вибираємо матеріал Сталь45 ГОСТ 1050-60 [4, с.22]

Приймаємо установочні бази.

Установочні бази приймаємо на бічних поверхнях кулачка, яка не обробляється [2, с. 8, рис.3]

Установлюємо лінію розняття та вирішуємо питання, яка частина поковки розміщується в верхній, а яка в нижній половині штампа.

Установлюємо лінію розняття вздовж повздовжньої вісі симетрії поковки [2, с. 37-40,45,46] Розміщення частин поковки у верхній та нижній половинці штампа дивитись на кресленні поковки.

Призначаємо припуски на механічну обробку і допуски.[2, с. 7-22,40]

Маса поковки - $G_n = 1,25 \cdot G_d = 1,25 \cdot 0,101 = 0,126 \text{ кг}$

Ступінь складності -С4 $C = \frac{G_n}{G_\phi} = \frac{0,126}{0,923} = 0,14$

Група - М1

Точність - нормальна - 2

Призначаємо припуски:

Для розміру 40мм припуск = 0,8 мм;

Для розміру 7 мм припуск = 0,8 мм;

Для розміру 21 мм припуск = 0,8 мм;

Призначаємо допуски:

Для розміру 84 мм допуск = $\begin{matrix} +0,9 \\ -0,5 \end{matrix}$

Для діаметра 18мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для розміру 35 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для розміру 20 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для розміру 15 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для розміру 7 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для розміру 5 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для розміру 40 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для діаметру 15 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Для діаметру 11 мм допуск = $\begin{matrix} +0,8 \\ -0,4 \end{matrix}$

Призначаємо штампувальні уклони. [2, с. 8, 14, 41, 42]

Зовнішні штампувальні уклони $\alpha_1 = 7^\circ$

Призначаємо радіуси закруглень $r = 2,5 \text{ мм}$

$R = 6 \text{ мм}$

Конструюємо намітки отворів та перемички для прошивання. Так як діаметри отворів менші за 30 мм то намітки отворів та перемички не конструюємо.

Оформлюємо креслення поковки [2, с 23-28, 46]

Розміри поковки, мм:

$$40 + 2 \cdot 0,8 = 41,6_{-0,4}^{+0,8}$$

$$7 + 2 \cdot 0,8 = 8,6_{-0,4}^{+0,8}$$

Розміри поверхонь, що знаходяться у площині роз'ємну штампа, розраховують з урахуванням того, що зовнішній штамповий уклін дорівнює 7°

$$15 + 2(5 \operatorname{tg} 7^\circ) = 23,714 \text{ мм}$$

Допуск на необумовлені розміри - $\pm 1,6$ мм; на зовнішній радіус $R2,5^{+2}$.

Задирка по периметру зрізу 1,0 мм; зміщення по лінії роз'ємну штампа 0,7мм.

Група поковок і інші технічні умови – по ГОСТ 8479 – 70.

Порядок нанесення технічних умов на креслення – по ГОСТ 2.316 – 68.

Розділ 2. Вибір переходів штампування та обладнання

2.1 Товщина облою на містку облойної канавки

$$h_o = 0,015 \sqrt{F_n}$$

$$h_o = 0,015 \sqrt{732} = 0,4$$

F_n – площа поковки в площині

За таб. 7 [2. ст65] вибираємо розміри облойної канавки

№1(б)

За табл.8 [2.ст67]

об'єм облою визначаємо

$$V_o = \xi \cdot S_{об.к} \cdot P_{\Pi}$$

$$V_o = 0.4 \cdot 61 \cdot 221.86 = 5413,3$$

де ξ - коефіцієнт заповнення облойної канавки;

P_{Π} - периметр поковки по лінії роз'ємна

$$S_{об.к} = 0,61 \text{ см}^2$$

2.2 Побудова розрахункової заготовки та епюри перерізів.

$$S_9 = S_{\Pi} + 2S_o = S_{\Pi} + 2\xi S_{об.к}$$

де S_{Π} - площа поперечного перерізу поковки;

S_o - площа перерізу облою;

$$S_{91} = 3\xi S_{об.к} = 3 \cdot 0,4 \cdot 61 = 73,2 \text{ мм}^2,$$

$$S_{92} = S_{\Pi} + 2S_o = S_{\Pi} + 2\xi S_{об.к} = 208 + 2 \cdot 0,4 \cdot 61 = 256,8 \text{ мм}^2,$$

$$S_{93} = 765,65 \text{ мм}^2,$$

$$S_{94} = 560,75 \text{ мм}^2,$$

$$S_{95} = 284,8 \text{ мм}^2,$$

$$S_{96} = 123,8 \text{ мм}^2,$$

$$S_{97} = 130,37 \text{ мм}^2,$$

$$S_{98} = 163,76 \text{ мм}^2,$$

$$S_{99} = 230,75 \text{ мм}^2,$$

$$S_{910} = 274,99 \text{ мм}^2,$$

$$S_{911} = 240,51 \text{ мм}^2,$$

$$S_{912}=198,42\text{мм}^2,$$

$$S_{913}=185,45\text{мм}^2,$$

$$S_{914}=140,6\text{мм}^2,$$

$$S_{915}=130,37\text{мм}^2,$$

$$S_{916}=163,76\text{мм}^2,$$

$$S_{917}=212,2\text{мм}^2,$$

$$S_{918}=73,2\text{мм}^2.$$

Визначаємо діаметр розрахункової заготовки

$$S_9 = \frac{\pi d_9^2}{4},$$

$$d_{91} = 1,13\sqrt{S_9} = 1,13\sqrt{73,2} = 9,668\text{мм},$$

$$d_{92}=18,108\text{мм},$$

$$d_{93}=31,268\text{мм},$$

$$d_{94}=26,759\text{мм},$$

$$d_{95}=17,359\text{мм},$$

$$d_{96}=12,573\text{мм},$$

$$d_{97}=12,902\text{мм},$$

$$d_{98}=14,46\text{мм},$$

$$d_{99}=17,165\text{мм},$$

$$d_{910}=18,739\text{мм},$$

$$d_{911}=17,524\text{мм},$$

$$d_{912}=15,917\text{мм},$$

$$d_{913}=15,388\text{мм},$$

$$d_{\text{э}14}=13,399\text{мм},$$

$$d_{\text{э}15}=12,902\text{мм},$$

$$d_{\text{э}16}=14,46\text{мм},$$

$$d_{\text{э}17}=16,461\text{мм},$$

$$d_{\text{э}18}=9,668\text{мм}.$$

$$h_{\text{э}1} = \frac{S_{\text{э}1}}{M} = \frac{73.2}{20} = 3.66\text{мм},$$

$$h_{\text{э}2}=12,84\text{мм},$$

$$h_{\text{э}3}=38,282\text{мм},$$

$$h_{\text{э}4}=28,038\text{мм},$$

$$h_{\text{э}5}=14,24\text{мм},$$

$$h_{\text{э}6}=6,19\text{мм},$$

$$h_{\text{э}7}=6,519\text{мм},$$

$$h_{\text{э}8}=8,188\text{мм},$$

$$h_{\text{э}9}=11,537\text{мм},$$

$$h_{\text{э}10}=13,75\text{мм},$$

$$h_{\text{э}11}=12,025\text{мм},$$

$$h_{\text{э}12}=9,921\text{мм},$$

$$h_{\text{э}13}=9,272\text{мм},$$

$$h_{\text{э}14}=7,03\text{мм},$$

$$h_{\text{э}15}=6,519\text{мм},$$

$$h_{\text{э}16}=8,188\text{мм},$$

$$h_{\text{э}17}=10,61\text{мм},$$

$$h_{\text{э18}}=3,66\text{мм},$$

За цими даними будемо розрахункову заготовку та епору перерізів

Підрахувавши площу епори перерізів маємо об'єм заготовки

$$V_{\text{заг.}}=F_{\text{э}} \cdot M=1055,9 \cdot 20=2,112 \cdot 10^4 \text{мм}^3$$

Площа перерізу середньої розрахункової заготовки

$$S_{\text{ср.}} = \frac{V_{\text{заг.}}}{L_{\text{заг.}}} = \frac{2,112 \cdot 10^4}{84} = 251,429 \text{мм}^2$$

Діаметр середньої розрахункової заготовки

$$d_{\text{ср.}} = 1,13 \sqrt{251,429} = 17,918 \text{мм}$$

Висота епори середнього перерізу

$$h_{\text{э,ср.}} = \frac{F_{\text{э}}}{l_{\text{э}}} = \frac{1055,9}{84} = 12,57 \text{мм}$$

Так як головка та стержень мають різкі виступи то їх потрібно привести до плавної форми в зв'язку з цим будемо приведені епору перерізів та розрахункову заготовку.

$$\text{Тоді } h_{\text{max}}=34,402\text{мм}, S_{\text{max}}=688,04\text{мм}^2, d_{\text{max}}=29,64\text{мм}, d_k=17,918\text{мм}.$$

Конусність стержня

$$K = \frac{d_k - d_{\text{min}}}{l_c} = \frac{17,918 - 9,668}{67,092} = 0,12297$$

Коефіцієнт підкатки

$$K_{\text{по}} = \frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{ср}}} = \frac{688,04}{251,429} = 2,737$$

За діаграмою Ребельського вибираємо переходи штампування

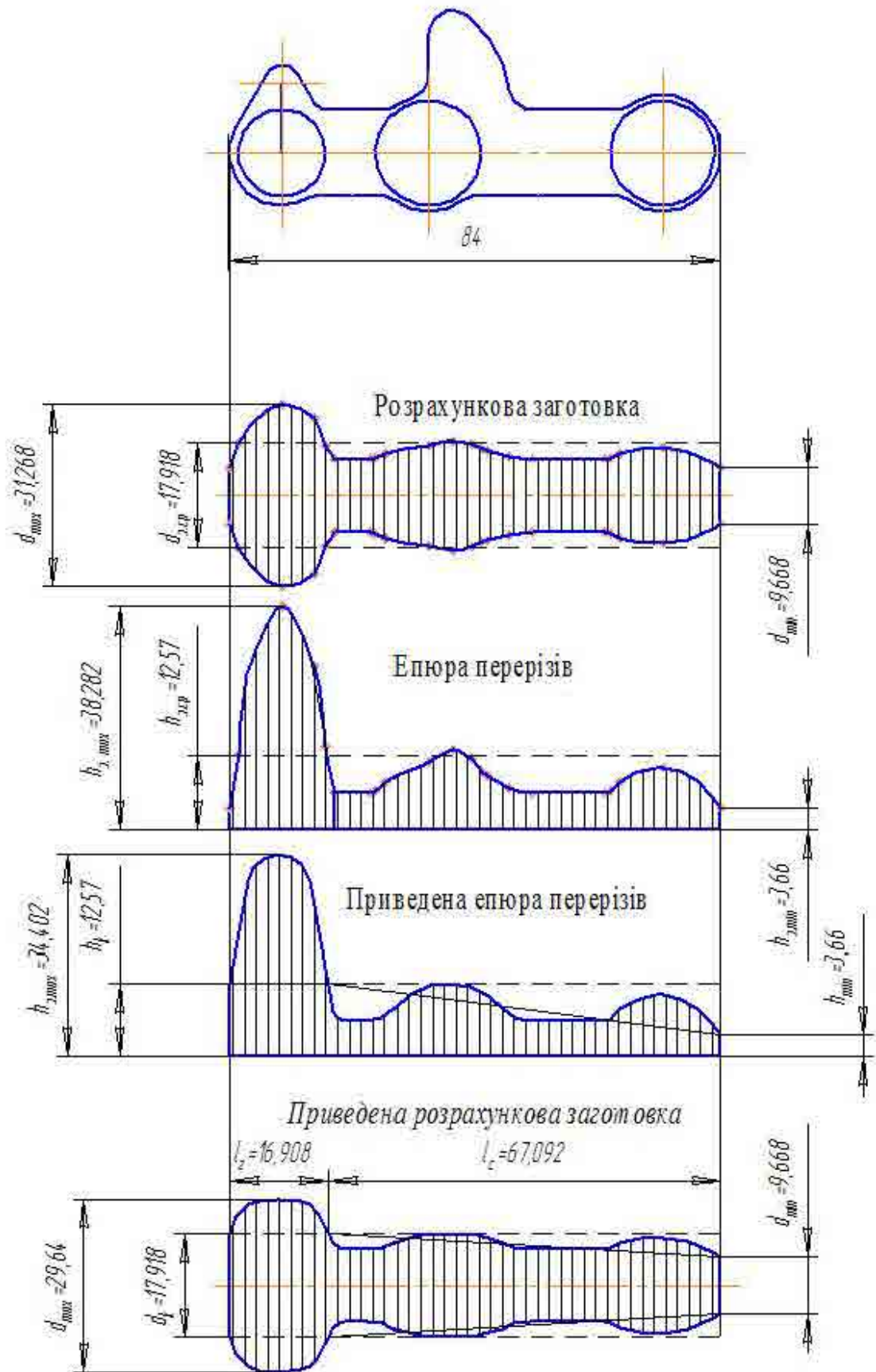


Рисунок 1.1 Розрахункової заготовки та епюри перерізів

$$\alpha = \frac{d_{\max}}{d_{\text{cp}}} = \frac{29,64}{17,918} = 1,6542$$

$$\beta = \frac{L}{d_{\text{cp}}} = \frac{84}{17,918} = 4,688$$

Вибираємо рівчаки: відрубувальний, підкатувальний закритий, заготівельний-попередній рівчак, чорновий, чистовий.

2.3 Вибір виду і визначення розмірів вихідної заготовки. Вибір обладнання для розкрою металу на вихідні заготовки.

Об'єм заготовки із врахуванням втрат:

$$V'_{\text{зг}} = V_{\text{п.о}} \cdot \frac{100 + \delta}{100} = 21120 \cdot \frac{100 + 1}{100} = 21330 \text{ мм}^3$$

За діаграмою меж використання різних заготовок, штампування слід здійснювати із подальшим відрубанням поковки на ножі.

За табл. 10[2] $S_{\text{зг}} = (1,02 \dots 1,2) S_{\text{cp}} = 1,1 \cdot 251,429 = 276,5719 \text{ мм}^2$

Вибір профіля перерізу вихідної заготовки і розміру профіля:

У якості вихідного матеріалу вибираємо Сталь калібровану квадратну (ГОСТ 8559-75) сторона квадрата, мм

$$A'_{\text{зг}} = \sqrt[3]{\frac{V'_{\text{зг}}}{m}} = \sqrt[3]{\frac{21330}{2,8}} = 19,676 \text{ мм}$$

Приймаємо $A'_{\text{зг}} = 20_{-0,084}$

Уточнюємо довжину заготовки

$$L'_{\text{зг}} = \frac{V'_{\text{зг}}}{S_{\text{зг}}} = \frac{21330}{20^2} = 53,325 \text{ мм}$$

Приймаємо штампування від прутка, кількість поковок в прутку 4шт.

Визначаємо зусилля, необхідне для розрізання прокату на сортових ножицях.

$$P = K F_{зр} \sigma_{зр} = (1,2 \dots 1,4) F_{зр} \sigma_{зр} = 1,4 \cdot 20^2 \cdot 488 = 2,733 \cdot 10^5 \text{ Н} = 0,2733 \text{ МН}$$

Ножиці сортові для розрізання сортового прокату на заготовки Модель НБ 1425

Найбільший розмір перерізу розрізає мого прокату $A=32\text{мм}$, Число ходів за хвилину $n=63 \text{ ход/хв}$, Потужність привода $P=2,5 \text{ кВт}$, Габаритні розміри, мм $1090 \times 900 \times 1350$, Маса $G=1,24\text{т}$.

2.4 Вибір режимів нагрівання охолодження поковки

Температурний інтервал штампування (1 с.220)

Для сталі 45 максимальна температура нагрівання на початку кування - 1250°C

Мінімальна температура завершення процесу - 750°C

Тривалість нагрівання (1 с.225) при температурі робочого простору $1300\text{C}-3\text{хв}$ $1400\text{C}-1.5\text{хв}$

Режим охолодження поковки –на повітрі (7.с.110)

Спосіб нагрівання і тип нагрівального пристрою тут можливі варіанти, оскільки в умовах виробництва використовують те що є.

А) Піч циліндра одно-або двокамерна, тепло відходячих газів з якої використовуються в рекунаторі

Б) Індукційне нагрівання

Приймаємо нагрівання в індукційному нагрівачі КИН10-250/10П:
Потужність 250кВт, Частота 10кГц, Витрата води 4м³, Витрата повітря 6,5м³,
довжина індуктора 1000мм, Розміри заготовок: діаметр 15-45мм, довжина 70-
250, Продуктивність 50кг/год.

2.5 Вибір штампувального обладнання

Необхідну для штампування масу падаючих частин молота визначаємо за формулами [2.с.145-147]

$$\begin{aligned} G_m &= 5.6 \cdot 10^{-4} \sigma (1 - 0.0005 D_{np}) \times \\ &\times \left[3.75 \left(b + \frac{D_{np}}{4} \right) (75 + 0.001 D_{np}^2) + D_{np} \left(\frac{b^2}{2} + \frac{b D_{np}}{4} + \frac{D_{np}^2}{50} \right) \ln \left[1 + \frac{2.5 (75 + 0.001 D_{np}^2)}{D_{np} h_o} \right] \right] \times \\ &\times \left(1 + 0.1 \sqrt{\frac{l_n}{b_{cp}}} \right) = 5.6 \cdot 10^{-4} \cdot 27 (1 - 0.0005 \cdot 22.6) \times \\ &\times \left[3.75 \left(6 + \frac{22.6}{4} \right) (75 + 0.001 \cdot 22.6^2) + 22.6 \left(\frac{6^2}{2} + \frac{6 \cdot 22.6}{4} + \frac{22.6^2}{50} \right) \ln \left[1 + \frac{2.5 (75 + 0.001 \cdot 22.6^2)}{22.6 \cdot 0.6} \right] \right] \times \\ &\times \left(1 + 0.1 \sqrt{\frac{84}{20}} \right) = 127.766 \text{ кг} \end{aligned}$$

де σ , Мпа - межа течії матеріалу поковки;

b , мм - ширина містка облойної канавки;

h , мм - товщина містка облойної канавки;

l_n , мм – довжина поковки в плані;

b_{cp} , мм – середня ширина поковки в плані.

Вибираємо машину більшого зусилля порівняно із розрахунковим.

Штампувальний пароповітряний молот ГОСТ (7024-65) Номінальна вага падаючих частин 1т, Енергія удару 25кДж, Число ударів за хвилину 90, Розмір між напрямними в світлі $B=500\text{мм}$, Найменша висота штамп без хвостовика $H=220\text{мм}$, Розмір баби $L=450\text{мм}$, Розмір штампотримача $L_1=670\text{мм}$, Розмір від рівня полу до площини роз'єму штамп при найменшій його висоті $H_1=800\text{мм}$.

2.6 Вибір вида обрізання облою

Вибір обрізного преса.

Оскільки поковка невелика і штампується на машинах масою падаючих частин 1т, а матеріал –вуглецева сталь із кількістю вуглеця до 0,45%, то обрізання облою краще проводити в холодному стані.

При холодному обрізанні ритм штампування поковок не пов'язане з ритмом обрізання. Тому з метою підвищення продуктивності процесу преси для холодного обрізання слід встановити на окремій ділянці гарячештампувального цеха або виносять в інше приміщення.

Обрізні преси закріплюють за штампувальними молотами, виходячи із наступних міркувань:

Зусилля обрізного преса повинно дорівнювати H :

$$P=(1,5 \dots 1,8)S \cdot t \cdot \sigma_B = 1,5 \cdot 221,86 \cdot 2,77 \cdot 610 = 5,623 \cdot 10^5 \text{Н} = 0,5623 \text{МН}$$

де S – периметр зрізу, мм,

t – товщина зрізу облою, мм $t = z + n = 1,97 + 0,8 = 2,77$,

σ_B – межа міцності матеріалу, МПа

Вибираємо однокривошипний двостояковий прес КД2328 номінальне зусилля 630 кН: Хід повзуна 100мм, Число ходів повзуна за хвилину 90, Найбільша відстань між столом і повзуном в його нижньому положенні 340мм, Розмір стола, мм 710×480, потужність привода 9кВт.

2.7 Вибір режимів термообробки поковок

Для отримання необхідних якостей дана поковка відлягає нормалізації.

Твердість поковки після обробки має бути в межах 140..180 НВ

2.8 Вибір способу і обладнання для очищення поковок від окалини

Поковку можна вважати „із тонким полотнами” і глибиною порожниною, тому її доцільно очищати дробом.

Дробометальна камера неперервної дії 42723: Вантажепідъемність 315кг, Максимальний розмір деталей що очищуються 800×1400, Продуктивність 72 підвісок/год, Число дробометальних апаратів 8, Продуктивність дробометальних апаратів 250 кг/хв., Габаритні розміри, мм 14000×12000×7300.

2.9 Вибір способу і обладнання для правки поковок

Для даної поковки доцільно використовувати холодну правку на штампувальному фрикційному молоті, чи фрикційному гвинтовому пресі.

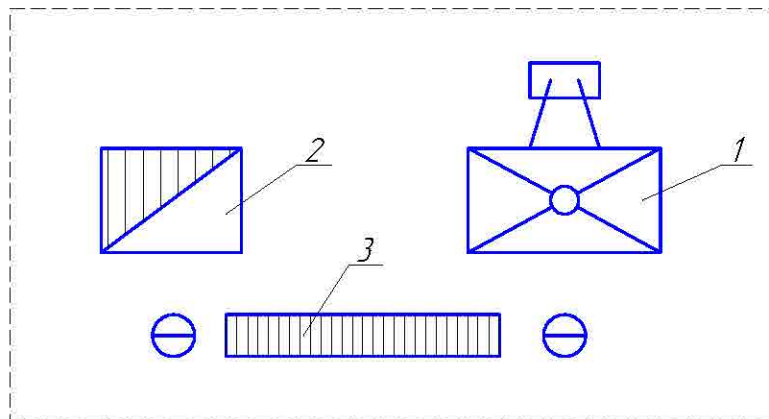
Калібрування не потрібне.

2.10 Вибір методів контролю та вимірювального інструмента

1. Огляд форми заусенця на перших поковках, виявлені рівномірності розподілу метала в заготівельних рівчаках.
2. Правлення перших поковок з метою виявлення затисків.
3. Перевірка мікроструктури по основних перерізах.

Інструменти: універсальні та спеціальний.

2.11 Розробка планування штампувальної дільниці



1 – молот, 2 – нагрівальна піч, 3 – транспортер.

Рисунок 2.1 План схема штампувальної дільниці

2.12 Встановлення складу робочої бригади та розрахунок норм часу на штампування

Норма штучного часу на гаряче штампування

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_v) (1 + (a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}) / 100) \quad \text{аб.}$$

Де T_o – основний час на одну поковку в аб.,

T_B – допоміжний час на одну поковку в аб.,

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

$a_{отл}$ – час на відпочинок і особисті потреби в відсотках від оперативного часу,

Склад бригади –Штампувальник – 1л., Нагрівальник – 1л..

Таблиця 2.1 Норми часу.

№ карти	№ позиц індекс	Зміст роботи	Врахований фактор	Повторює. Приймів	Час хв..	
					Осн Т _о	Допом Т _в
15	бп	Допоміжний час нагрівання метала.				
5		абл. заготовку з тари руками, піднести і завантажити на площадку і проштовхнути в піч	Маса заготовки 0,8 кг	1		0.05
9	9п	Вивантажити заготовку з печі на транспортер кліщами	Маса заготов 0,8кг	1		0.04
		Всього:				
16		Оперативний час коваля-штампувальника				0.09
4	3п	абл. заготовку кліщами з транспортера, встановити в рівчак, натиснути педаль	Маса заготовки 0,8кг	1		0.033
		Штампувати заготовку в заготівельному рівчаку	Молот 1т			
8	бп	Перекласти поковку кліщами із заготівельного рівчака в попередній, натиснути педаль		4	0.012	
5		Штампувати поковку в попередньому рівчаку	Маса заготовки 0,8кг	1		0.033
		Перекласти поковку кліщами із заготівельного рівчака в попередній, натиснути педаль	Молот 1т	3	0.012	
5		Штампувати поковку в попередньому рівчаку	Маса заготовки 0,8кг	1		0.033

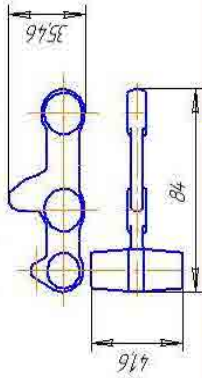
	Перекласти поковку кліщами в чистовий рівчак і натиснути педаль	Молот 1т	3	0.012	
	Штампувати поковку в чистовому рівчаку	Маса поковки 0,8кг	1		0.033
	Вийняти поковку з рівчака, покласти у відрубний рівчак, натиснути педаль	Молот 1т	3	0.012	
	Відрубати поковку на ножі	Маса поковки 0,8кг	1		0.033
	Всього:	Молот 1т	3	0.009	
				0.135	0.255

$$T_{\text{ш}}=(0.135+0.255)\cdot 1.24=0.4836 \text{ хв.}$$

$$\text{Норма виробітку } N_{\text{в}}=420/T_{\text{ш}}=420/0.4836=868.48=868 \text{ шт}$$

$$\text{Норма виробітку на бригаду } 0.4836\cdot 868\cdot 2=839.53=839 \text{ людино-годин}$$

ЕСКІЗ ПОКОВКИ



№ п/п		Назва операції, переходу	Ескіз переходів	Температурний режим кування, термообробки				Інструмент		Обладнання		Норма		професія	Робоча сила	кількість
				Значення задана	Темп-режим розроб	Темп-режим розроб	час під-роботи	Темп-нагрівання допечи	нагрівання допечи	нагрівання допечи	нагрівання допечи	Технічно-характеристика	хвил.шт.			
005		Технічний контроль - перевірка штанги загідно сертифікату						Линька 1000 ГОСТ4.27-75	Кран 10т				Різальник	3	1	
010		Транспортикування, переміщення штанги для розрізання														
015		Розрізання, розрізати штангу на заготовки (250±2)							Линька 1000 ГОСТ4.27-75	Ножичі сортової А-32мм					3	1
020		Транспортикування, переміщення заготовки до нагрівальної печі								Кран 10т				Нагрівальник	3	1
025		Нагрівання, Нагрівання заготовки						1250 ±20	Фотопроєктор	Ліч. нагрівальна					4	1
030		Штангування, підкатування							Молот танталовий 1т				Штангувальник	3	1	
035		Транспортикування, переміщення заготовки до адрічного преса												3	1	
040		Штангування, адрічний прес												3	1	
045		Транспортикування, переміщення заготовки до нагрівальної печі												3	1	
050		Термообробка: Нормалізація												3	1	

КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Поківка	Кількість шток на вхід	1	Партія шток	Склад	Картка №
№ креслення	Марка	Сталь-45	студент	дата	Всього карт
Заготовка	Маса	0,165	Лекції	ПМ-22мб-2	
Вихідні матеріал	Висота	1	Керівник		
Відходи у відстогах	Об'єм	17,58	Шмельов		
Кількість поковок	пачок	1250			
№ спец. урив	кубів	750			

Міністерство освіти і науки України	Кіровоградський державний технічний університет	Кафедра "Обробки металів тиском"	Міністерство освіти і науки України	Кіровоградський державний технічний університет	Кафедра "Обробки металів тиском"
На одну поковку	Маса	0,165	Вихідні матеріал	Маса	0,165
Кількість поковок	Висота	1	Відходи у відстогах	Об'єм	17,58

Розділ 3. Конструювання штамів

3.1 Розрахунок та конструювання молотового штампа.

1) розрахунок рівчаків:

Чистовий рівчак

Виготовляється за кресленням гарячої поковки, всі розміри проставляються із урахуванням усадки

$$a=L(1+\alpha t),$$

де L – розмір,

α - коефіцієнт усадки;

t – температура кінця штампування.

Для сталі усадка приймається 1,5%, для тонких, видовжених ділянок-1-1.2%

Заготівельно-чорновий

Виготовляється із радіусами заокруглень більшими ніж у чистовому

Виймка під кліщовину

(4 ст.350) за абл... 58 вибираємо по $D_{зг}=20\text{мм}$ стандартну виймку під кліщовину та форму литкової канавки ($G=0.1668\text{ кг}$)

Виймка №2

$$B=40\text{ мм}$$

$$A=26\text{ мм}$$

$$R=10\text{ мм}$$

Нормальна литкова канавка №1

$$f=5\text{мм}$$

$$c=1\text{ мм}$$

2) заготівельні рівчаки

Закритий підкатувальний рівчак

Контур повздовжнього перерізу рівчака будують по контуру розрахункової заготовки, при цьому висота рівчака:

$$\text{На ділянках набору при } d_{pz} > d_{cp} \quad H = (1 \dots 1,1) d_{pz}$$

$$\text{На ділянках витиснення металу } d_{pz} < d_{cp} \quad h = (0,8 \dots 0,7) d_{pz}$$

$$\text{Ширина рівчака } B = 1,15 S_{zar} / h_{min} = 1,15 \cdot 400 / 9,668 = 47,58\text{мм} \quad \text{приймаємо}$$

$$B = 1,9A = 1,9 \cdot 20 = 38\text{мм}$$

Відрубний

Приймаємо правий задній під кутом 30° , Ширина рівчака 35мм, ширина ножа $a=5\text{мм}$, висота рівчака $h=60\text{мм}$

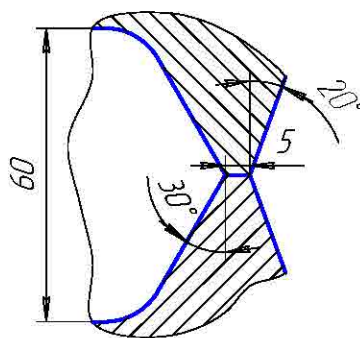


Рисунок 3.1 Ескіз відрубного ножа

3) Визначення товщини стінок

[4.ст.375] за допомогою величини T (ф.85) Відстань від крайнього рівчака до краю штампа $S=T=38$ ($\alpha_1 = 7^\circ$ $h=20\text{мм}$) Товщина стінки між рівчачками $S=T\cos\alpha_2$ $\alpha_2 = 7^\circ$ $S=38\cos 7^\circ = 28,648\text{мм} \approx 29\text{мм}$

4) Габарити штампа

[4.ст.377] Визначаємо мінімальну ширину:

$$B = 38 + 38 + 29 + 37 + 29 + 75 + 29 + 37 + 38 = 349\text{мм}$$

$$A = 40 + 124 + 38 = 202\text{мм}$$

$$\text{Мінімальна висота кубика } H_{\min} = 6h_{\max} = 6 \cdot 20,8 = 124,8\text{мм}$$

За цими даними по нормалі (ф.89) підбираємо розміри кубика.

$$B = 350\text{мм}$$

$$A = 225\text{мм}$$

$$H = 200\text{мм}$$

Вільна від рівчаків та замків площа поверхні повинна бути не менше ніж 300см^2 на 1т падаючих частин:

$$S_{\text{віль}} = 521,69\text{см}^2, \text{ умова виконується.}$$

3.2 Розрахунок та конструювання штампа для обрізання облою

Конструювання ріжучих кромок матриці та пуансона

Оскільки обрізання облою відбувається в холодному стані усадку враховувати не треба.

Величина зазору між пуансоном і матрицею $\delta = 2\text{мм}$,

Конструювання ріжучої кромки матриці

де $H_{\text{нп}}$ – товщина нижньої плити, мм;

$H_{\text{м}}$ – товщина матриці, мм;

$H_{\text{д}}$ – товщина пуансонотримача, мм.

Відстань від дзеркала матриці до знімача

$$H_{\text{с}} = H_{\text{п}} + (3 \dots 5) = 41,6 + 5 = 46,5 \text{ мм}$$

Конструктивно приймаємо $H_{\text{с}} = 60 \text{ мм}$,

де $H_{\text{п}}$ – висота поковки, мм.

ВИСНОВКИ

1. Виконано розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування; розрахунок ешор перерізу та розрахункової заготовки; розрахунок технологічних зусиль.

2. Розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Кулачок», розроблено молотовий штамп і штамп для обрізання облою оригінальної конструкції для виготовлення деталі «Кулачок», що дозволило отримувати якісні деталі з необхідними геометричними розмірами та механічними властивостями.

3. Виконана робота по розробці графічних елементів штампного оснащення для виготовлення деталі «Кулачок».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ