

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:

**Підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі
«Важіль» в умовах крупносерійного виробництва**

КРБ.ПМ.24.68.000.00.00.00 КР

Виконав здобувач вищої освіти 4-го
курсу групи ПМ(ОТ)-21-3СК
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна
механіка»

Мирошніченко Р. В.
Керівник роботи (вчений ступінь,
посада)

к.т.н., доцент, Володимир МІРЗАК

Рецензент:

Кропивницький – 2024

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
« ____ » _____ 2024 р.

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

Мирошніченка Родіона Вадимовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: ***Підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі «Важіль» в умовах крупносерійного виробництва.***

2. Керівник роботи: ***Володимир МІРЗАК***

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи

Мета роботи – підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі «Важіль»

Завдання:

– розробити прогресивний технологічний процес штампування деталі «Важіль» на основі кресленника деталі (крупносерійне виробництво);

– розробити конструкцію штампу КГШП для виготовлення деталі «Важіль»;

– розробити конструкцію штампу для обрізування облою для деталі «Важіль»

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.	Патентний огляд	14.04.2024	
2.	Огляд літературних джерел	21.04.2024	
3.	Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології виготовлення деталі «Вилка»	22.04.2024	
4.	Розрахунок вихідної заготовки та вибір схеми розкрою	24.04.2024	
5.	Розрахунок зусиль штампування, вибір обладнання	25.04.2024	
6.	Проектування штампу КГШП	12.05.2024	
7.	Проектування штампу для обрізування облою	24.05.2024	
8.	Оформлення пояснювальної записки	27.05.2024	
9.	Оформлення презентації роботи	03.06.2024	
10.	Здача роботи на кафедрі та перевірка наявності запозичень	12.06.2024	

Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ р.

Керівник роботи _____ Володимир МІРЗАК
(підпис)

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

Здобувач вищої освіти _____ Родіон МИРОШНІЧЕНКО
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Мирошніченко Р. В. Підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі «Важіль» в умовах крупносерійного виробництва. Кваліфікаційна робота освітнього рівня – бакалавр, на правах рукопису. Спеціальність – 131 «Прикладна механіка», ОПП – «Прикладна механіка», Центральноукраїнський національний технічний університет, кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки, Кропивницький, 2024. – 54 с., 4 табл., 9 рис., список використаних джерел з 10 найменувань, 2 розділи, 13 підрозділів, 4 додатків, 4 листи кресленників, ф. А1, 10 слайдів презентації

Темою роботи є підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі «Важіль» в умовах крупносерійного виробництва. Мета роботи – підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі «Важіль».

У першому розділі роботи описується послідовність розробки технологічного процесу, а саме: вибір і обґрунтування способу штампування, розробка креслення поковки, вибір переходів штампування, визначення розмірів вихідної заготовки, визначення необхідності вальцювання, побудова вальцьованої заготовки, розкрій металу та розрахунок відходів, переходи штампування, енерго-силові характеристики процесу, розрахунки елементів штампового оснащення, розрахунок продуктивності штампування.

У другому розділі розглядається конструкторська частина: проектування складального креслення штампу КГШП та креслеників його основних робочих елементів (вставки) і складального креслення штампу простої дії для обрізування облою. Розрахунок технологічного процесу та конструкторські розрахунки виконувались з використанням програми Mathcad.

Результатом розробки технології виготовлення деталі «Важіль» стало – удосконалення технологічного процесу, розроблений складальний кресленик штампу КГШП з креслениками основних робочих деталей та складальний кресленик штампу простої дії для обрізування облою по контуру. Застосування даного проекту в умовах виробництва дозволить підвищити якість поковок, підвищити продуктивність праці, покращити умови праці в порівнянні з роботою на молотах та застосувати засоби автоматизації.

Ключові слова: гаряче штампування, допуски, модель поковки, обрізування облою, окалина, припуски, переходи штампування, поковка, розрахункова заготовка, штамп КГШП

ANNOTATION

Myroshnichenko R. V. Increasing the Productivity and Quality of Manufacturing the "Lever" Part in Large-scale Production Conditions. Qualification Work for the Bachelor's Degree, Manuscript. Specialty – 131 "Applied Mechanics", Educational Program – "Applied Mechanics", Central Ukrainian National Technical University, Department of Mechanical Engineering, Mechatronics, and Robotics, Kropyvnytskyi, 2024. – 54 pages, 4 tables, 9 figures, list of references with 10 sources, 2 chapters, 13 sections, 4 appendices, 4 A1 format drawing sheets, 10 presentation slides.

The topic of the work is increasing the productivity and quality of manufacturing the "Lever" part in large-scale production conditions. The aim of the work is to increase the productivity and quality of manufacturing the "Lever" part.

The first chapter of the work describes the sequence of developing the technological process, namely: selection and justification of the stamping method, development of the forging drawing, selection of stamping transitions, determination of the dimensions of the initial billet, determination of the necessity of rolling, construction of the rolled billet, metal cutting and waste calculation, stamping transitions, energy and force characteristics of the process, calculations of the stamping equipment elements, and productivity calculation of the stamping process.

The second chapter discusses the design part: the design of the assembly drawing of the KGSHP die and the drawings of its main working elements (inserts), and the assembly drawing of the simple-action die for trimming the flash. The calculation of the technological process and design calculations were performed using Mathcad software.

Keywords: hot stamping, tolerances, forging model, flash trimming, scale, allowances, stamping transitions, forging, calculated billet, KGSHP die.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА **до кваліфікаційної роботи на тему:**

**Підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі
«Важіль» в умовах крупносерійного виробництва**

КРБ.ПМ.24.68.000.00.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти 4-го курсу
групи ПМ(ОТ)-21-3СК
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Мирошніченко Р. В._____

Керівник роботи (вчений ступінь, посада)

к.т.н., доцент, Володимир МІРЗАК_____

Кропивницький – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	10
Розділ 1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	
1 ШТАМПУВАННЯ ПОКОВКИ «ВАЖІЛЬ».....	13
1.1 Вибір та обґрунтування способу штампування	13
1.2 Розробка креслення поковки	15
1.3 Вибір переходів штампування	18
1.4 Вибір виду та визначення розмірів вихідної заготовки. Розкрій металу та розрахунок відходів	27
1.5 Вибір способу та режимів нагрівання заготовок і охолодження поковок. Вибір нагрівального обладнання.....	29
1.6 Визначення зусилля штампування. Вибір штампувального обладнання	30
1.7 Визначення зусиль та вибір устаткування для завершальних операцій	31
1.8 Вибір методів контролю та вимірювального інструменту	35
1.9 Розробка плану штампувальної ділянки	35
1.10 Установлення складу робочої бригади та розрахунок норм часу на штампування	37
1.11 Складання карти технологічного процесу гарячого штампування.....	40
Розділ 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	41
2 2.1 Проектування штампу КГШП	38
2.2 Проектування обрізного штампу	41
Перелік джерел посилання	47
ДОДАТКИ	48
Додаток А Кресленик деталі «Важіль».....	49
Додаток Б. Технологічна карта на виготовлення деталі «Важіль».....	50
Додаток В. Специфікація до складального кресленника штампу КГШП.....	52
Додаток Г. Специфікація до складального кресленника штампу для обрізування облою.....	54

ВСТУП

Актуальність теми

Гаряче штампування важелів вигнутої форми - це процес, який використовується для виробництва деталей складної форми з високою міцністю та точністю.

Розглянемо основні етапи та особливості цього процесу:

– нагрівання заготовки: заготовка (зазвичай металевий пруток круглої або квадратної форми поперечного перерізу) нагрівається до температури, за якої матеріал стає пластичним. Температура залежить від типу металу, але становить від 800 до 1200°C для сталі;

– подача в штамп: нагріта заготовка подається в штамп, який складається з двох половин - верхньої та нижньої. Штамп має порожнини (струми), які відповідають формі майбутньої деталі;

– процес штампування: під високим тиском штамп стискає заготовку, надаючи їй потрібної форми. За рахунок високої температури та тиску метал тече, заповнюючи всі порожнини штампу;

– охолодження та вилучення деталі: після штампування деталь охолоджується. Залежно від матеріалу та необхідних властивостей, охолодження може бути швидким (загартування) або повільним.

Особливістю процесу є висока міцність деталей. За рахунок рекристалізації структури металу при високих температурах і тиску деталі, отримані методом гарячого штампування, мають високу міцність і довговічність. Процес штампування сприяє рівномірному розподілу зерен металу, що покращує його властивості.

Також слід відзначити високу точність та повторюваність розмірів деталей. Сучасне штампувальне обладнання забезпечує високу точність виготовлення, що дозволяє отримувати деталі з мінімальними допусками та високою повторюваністю.

Гарячим штампуванням вдається отримувати деталі складної форми, які важко отримати іншими методами обробки

Економічність при масовому виробництві: при великих обсягах виробництва гаряче штампування стає економічно вигідним за рахунок високої продуктивності та низької собівартості однієї деталі.

До недоліків гарячого штампування можна віднести:

– високі витрати на обладнання: потрібні потужні преси та якісні штампи, що веде до значних капітальних витрат;

– складність процесу: процес вимагає точного контролю температури та часу, щоб уникнути дефектів та шлюбу;

– вимоги до кваліфікації персоналу: оператори та інженери, які працюють з обладнанням для гарячого штампування, повинні мати високий рівень кваліфікації та досвіду.

Гаряче штампування найчастіше проводиться на молотах або пресах. Вибір між молотами та пресами для гарячого штампування важелів вигнутої форми залежить від конкретних вимог виробництва. Молоти більш гнучкі та економічні для малих серій та складних форм, тоді як преси забезпечують кращу точність, повторюваність та якість поверхні для масового виробництва.

Гаряче штампування широко використовується в автомобільній промисловості (важелі підвіски, колінвали, шатуни), авіаційній промисловості (елементи шасі, структурні елементи), а також у виробництві важкого обладнання та машинобудування.

Завдяки розвитку технологій та автоматизації, процеси гарячого штампування продовжують покращуватися, розширюючи свої можливості та сферу застосування. Тому роботи, здійснювані у цьому напрямку є актуальними і мають практичну цінність

Мета і задачі роботи

Мета роботи – підвищення продуктивності та якості виготовлення деталі «Важіль».

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

- розробити прогресивний технологічний процес штампування деталі «Важіль» на основі кресленика деталі (крупносерійне виробництво);
- розробити конструкцію штамп КГШП для виготовлення деталі «Важіль»;
- розробити конструкцію штамп для обрізування облою для деталі «Важіль».

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- розроблено прогресивний технологічний процес виготовлення деталі «Важіль», де обґрунтовується можливість її штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі, що дозволяє підвищити якість штампування та продуктивність процесу;
- спроектовано складальний кресленик штамп КГШП та робочий кресленик вставки з кінцевим рівчаком, що може бути використано після доробки (проекування повного комплексу документації) у реальному виробництві;
- спроектовано складальний кресленик штамп простої дії для обрізування облою, що дозволяє покращити якість поковки.

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ ПОКОВКИ «ВАЖІЛЬ»

1.1 Вибір та обґрунтування способу штампування

1.1.1 Призначення та область застосування деталі. Складання креслення ПОКОВКИ

Деталь "Важіль" призначена для передачі неспіввісних зусиль в механічних системах. Застосовується в вузлах передач вантажних автомобілів, тракторів, самохідних установках. Працює в умовах середнього циклічного навантаження.

1.1.2 Конструктивно-технологічний аналіз деталі

Деталь має достатньо складну просторову форму. В деталі є отвори діаметрами 6, 14, 30 мм. Інші конструктивні елементи деталі (радіуси закруглень, ухили) виконані по існуючим нормативам. Характер діючих зусиль вимагає розташування волокон вздовж осі деталі.

1.1.3 Короткі відомості про матеріал деталі

Важіль виготовляється із сталі 20 ГОСТ 1050-74. Сталь 20 відноситься до вуглецевої якісної конструкційної сталі. Хімічний склад сталі наведений в таблиці 1.1., а механічні характеристики в таблиці 1.2 [1, 3].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 20

Хімічний склад, %								
C	Mn	Si	Cu	Ni	Cr	N	P	S
0,17- 0,24	0,35- 0,65	0,17- 0,37	≤0,3	≤ 0,3	≤0,25	≤0,008	≤0,035	≤0,04

Таблиця 1.2 – Механічні характеристики матеріалу

Марка матеріалу	Механічні характеристики			
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	$\sigma_{зр}$, МПа	δ_1 , %
Сталь 20	420 (110)	245 (92)	360	20
Примітка: у дужках позначені характеристики при температурі кінця штампування - 800°C.				

Креслення деталі та її твердотілова модель наведені нижче.

1.1.4 Прийняття установчих баз

За узгодженням з замовником приймаємо вихідні установчі бази. [2].

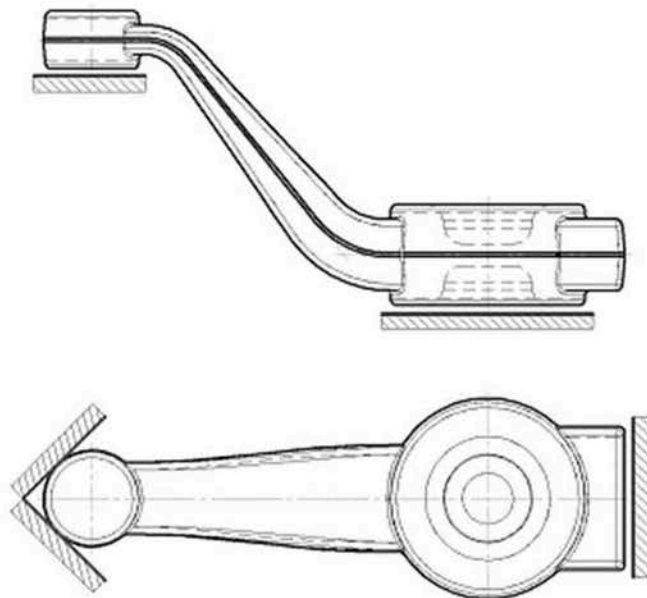


Рисунок 1.1 – Розташування установчих баз

1.1.5 Вибір та обґрунтування оптимального способу штампування

На основі вимог до деталі та програми випуска поковок встановлюємо масовий тип виробництва. За таких умов доцільно вибрати спосіб штампування на

кривошипних гарячештампувальних машинах, як такий, що забезпечує найбільшу продуктивність та підвищену точність штампування.

1.2 Розробка креслення поковки

Поковка відноситься до другого класу точності, група сталі М1(вуглецева) з видовженою поверхнею роз'єму. Маса деталі - 683,0 гр. (визначена засобами графічного редактора по побудованій твердотільній моделі (рис. 1.2) на основі креслення деталі). Перед штампуванням поковку нагрівають в установці індукційного нагріву.

1.2.1 Визначення ступеню складності поковки.

Ступінь складності поковки С розраховуємо по формулі:

$G_d := 683.0$ – маса деталі, гр. (визначена засобами графічного редактора)

$G_p := 1.25 \cdot G_d$ – маса поковки, гр;

$G_p = 853.75$ гр;

$G_f := 5502$ – маса фігури, в яку вписується поковка, гр (визначена засобами графічного редактора).

$$C := \frac{G_p}{G_f} \quad C = 0.155 \blacksquare$$

Приймаємо складність поковки С4 [2]

Припуски і допуски на обробку різанням призначаємо на поверхні які обробляються з врахуванням класу точності поковки, групи сталі, ступені складності, маси поковки, шорсткості і розмірів поверхонь і розмірів деталі [2, 5]

Припуски і допуски на поковку "Вилка" наведені нижче.

Намітку під прошивку в поковці виконуємо, так як один з отворів в деталі має розмір по діаметру 30 мм. Товщину плоскої перемички визначаємо за допомогою таблиці 2 [2]



Рисунок 1.2 –Тривимірна твердотілова модель деталі "Вагіль"



Рисунок 1.3 –Тривимірна твердотілова модель поковки "Вагіль"

Таблиця 1.3 – Припуски та допуски

Розмір деталі, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Кінцевий розмір, мм
Ø30	2.1	+1,3 -0,7	Ø 25.8 ^{+1,3} _{-0,7}
Ø54	-	+1,5 -0,7	Ø 54 ^{+1,5} _{-0,7}
12	2.1	+1,3 -0,7	16.2 ^{+1,3} _{-0,7}
24	2.1	+1,3 -0,7	28.2 ^{+1,3} _{-0,7}
27	-	+1,3 -0,7	27 ^{+1,3} _{-0,7}
56	-	+1,5 -0,7	56 ^{+1,5} _{-0,7}
40	-	+1,3 -0,7	40 ^{+1,5} _{-0,7}
Ø26	-	+1,3 -0,7	Ø 26 ^{+1,3} _{-0,7}
20	-	+1,3 -0,7	20 ^{+1,3} _{-0,7}
30	-	+1,3 -0,7	30 ^{+1,3} _{-0,7}
24	-	+1,3 -0,7	24 ^{+1,3} _{-0,7}
9	-	+1,3 -0,7	9 ^{+1,3} _{-0,7}
8	-	+1,3 -0,7	8 ^{+1,3} _{-0,7}
R17	-	+1,3 -0,7	R17 ^{+1,3} _{-0,7}
R36	-	+1,3 -0,7	R36 ^{+1,3} _{-0,7}
R10	-	+1,3 -0,7	R10 ^{+1,3} _{-0,7}
R19	-	+1,3 -0,7	R19 ^{+1,3} _{-0,7}
161,5	-	+1,6 -0,8	161.5 ^{+1,6} _{-0,8}

Найменші радіуси зовнішніх закруглень - 1,5 мм.

Штампувальні ухили зовнішні - 5°, внутрішні - 7°.

Допуски на міжцентрові відстані - 0,3 – 0,4 мм.

Допуски на кутові відхилення - 3°.

Допуски на радіуси закруглень: зовнішні +2, внутрішні +3.

Зміщення – 0,7 мм.

Задирка – 1,0 мм.

Будуємо модель поковки з врахуванням припусків і допусків (рис. 1.3.) використовуючи графічний редактор Компас-Графік. Розраховуємо масо-центровочні характеристики моделі. Роздруковка масо-центровочних характеристик наводиться в додатку.

Маса поковки з врахуванням призначених припусків і допусків складає 0.851 гр., що вписується в раніше вибраний діапазон від 0.63 кг до 1.0 кг. Перерахувати ступінь складності поковки і припуски не потрібно.

1.3 Вибір переходів штампування

1.3.1 Побудова розрахункової заготовки та ешюри перерізів

Розрахунковою заготовкою називається умовна заготовка з круглими перерізами, площі яких дорівнюють сумі площин відповідних перерізів поковки і облою.

$$S_e = S_{\Pi} + 2S_{об} = S_{\Pi} + 2h_3(b+B).$$

де S_e – площа перерізу розрахункової заготовки у будь якому місці;

S_{Π} – площа перерізу поковки у будь якому місці, яка розрахована по номінальним розмірам з додатком до вертикальних розмірів половини позитивного відхилення;

$S_{об}$ – площа перерізу облою, мм²;

h_3 – висота містка облойної канавки, мм;

b - ширина містка, мм;

B - ширина облою в магазині, мм

1.3.1.1 Вибір облойної канавки та розрахунок параметрів облою

Перед вибором облойної канавки розраховуємо зусилля штампування. Для попереднього розрахунку зусилля вибираємо формулу, що рекомендується для штампувальних молотів, вважаючи що 1 тона маси падаючих частин молота еквівалентна 1000 тс КГШП.

$F_{\Pi} := 5308$ – площа поковки в плані, мм^2 (визначається засобами графічного редактора)

$$G_{\text{М}} := 5 \cdot \frac{F_{\Pi}}{100} \quad G_{\text{М}} = 265.4$$

$$G_{\text{пр}} := \frac{G_{\text{М}}}{100} \quad G_{\text{пр}} = 2.654$$

Приймаємо найближчий прес номінальним зусиллям 6.3 МН.
 Вибираємо перший тип облойної канавки [2, 6]. Схема облойної канавки та її параметри наведені на рис. 1.4.

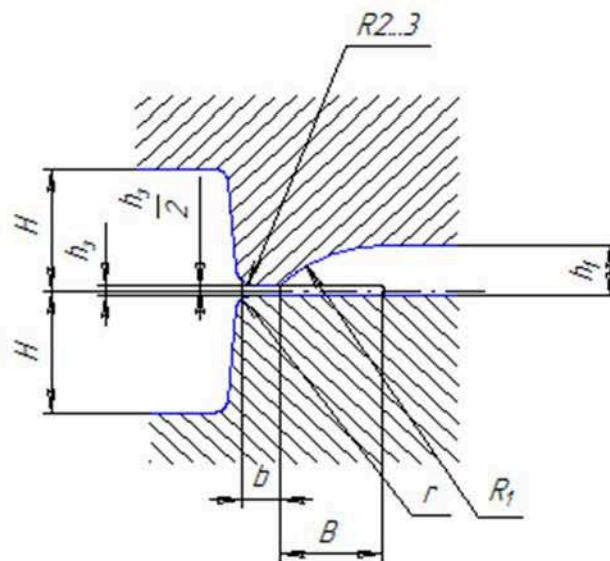


Рисунок 1.4 – Схема облойної канавки

Розміри облойної канавки вибираємо по [2, 3].

$$h_3 := 1.0 \text{ мм} \quad b := 4.0 \text{ мм} \quad h_1 := 5 \text{ мм} \quad B := 15 \text{ мм} \quad R_1 := 15 \text{ мм}$$

$$S_{об} := h_3 \cdot (b + B) \quad S_{об} = 19 \text{ мм}^2$$

Проводимо через модель поковки перерізи в характерних точках (рис.1.5.) і визначаємо площини перерізів засобами Компас-Графік.

Отримані результати зводимо у табл. 1.4.

Будуємо епюру перерізів відклавши в масштабі M величини площин характерних перерізів S_e в вигляді відрізків h_e , що дорівнюють:

$$M := 15$$

Таблица 1. 4 – Вихідні дані до побудови епюри перерізів

№ перерізу	$S_n, \text{мм}^2$	$S_{з.к}, \text{мм}^2$	ξ	$S_e, \text{мм}^2$	$M, \text{мм}^2/\text{мм}$	$h_e, \text{мм}$	$d_e, \text{мм}$
1	0,00	19,00	1,00	38,00	15,00	2,53	6,97
2	370,00	19,00	1,00	408,00	15,00	27,2	22,82
3	426,00	19,00	1,00	464,00	15,00	30,93	24,34
4	380,00	19,00	1,00	418,00	15,00	27,87	23,10
5	313,00	19,00	1,00	351,00	15,00	23,40	21,17
6	247,00	19,00	1,00	285,00	15,00	19,00	19,08
7	545,00	19,00	1,00	583,00	15,00	38,87	27,28
8	780,00	19,00	1,00	818,00	15,00	54,53	32,32
9	1303,00	19,00	1,00	1341,00	15,00	89,40	41,38
10	1003,00	19,00	1,00	1041,00	15,00	69,40	36,46
11	1303,00	19,00	1,00	1341,00	15,00	89,40	41,38
12	1100,00	19,00	1,00	1138,00	15,00	75,87	38,12
13	782,00	19,00	1,00	820,00	15,00	54,67	32,36
14	40,00	19,00	1,00	78,00	15,00	5,2	9,98

Об'єм всієї розрахункової заготовки дорівнює:

$Fe := 7839$ – площа епюри розрахункової заготовки, мм^2 (визначається засобами графічного редактора):

$$Ve := Fe \cdot M \quad Ve = 1.176 \times 10^5 \text{ мм}^3$$



a)

б)

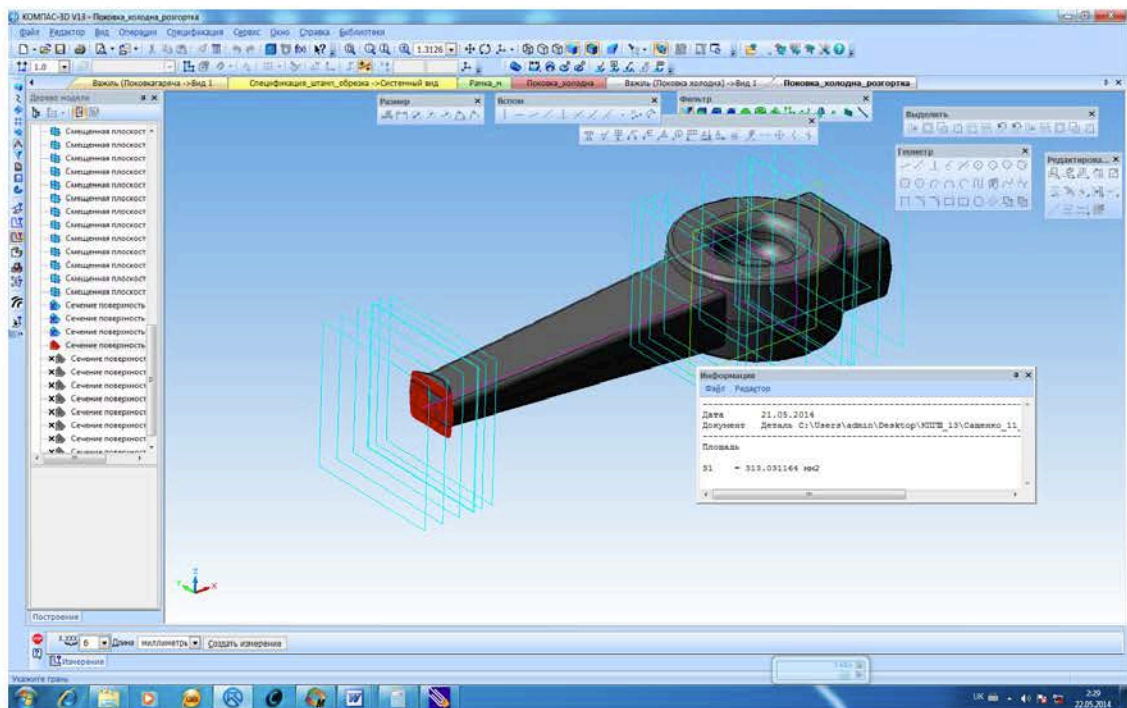


Рисунок 1.5 – До розрахунку епюри перерізів поковки "Важиль" засобами САПР: а) –переріз №2; б) –переріз №5.

Середньою розрахунковою заготовкою називають циліндр діаметром d_{cp} , довжиною, яка дорівнює довжині поковки ($l_e = l_{п}$) і об'ємом, який дорівнює сумі об'ємів поковки $V_{п}$ і облою V_o .

Площина перерізу середньої розрахункової заготовки, mm^2 :

$$l_e := 187.5 \quad mm$$

$$S_{cp} := \frac{V_e}{l_e} \quad S_{cp} = 627.12$$

$$h_{cp} := \frac{S_{cp}}{M} \quad h_{cp} = 41.808$$

Діаметр середньої розрахункової заготовки, d_{cp} :

$$d_{cp} := 1.13\sqrt{S_{cp}} \quad d_{cp} = 28.298 \quad mm$$

Згідно виконаних розрахунків та графічних побудов (див. епюру перерізів, рис. 1.6) визначаємо, що розрахункова заготовка відноситься до простих, тому що має одну головку і один стрижень.

1.3.2 Визначення необхідності вальцювання

Враховуючи тип виробництва та групу поковки (III гр. 2 підгрупа) варто в якості заготівельної операції попередньо застосувати вальцювання. Для остаточного визначення необхідності вальцювання скористаємося діаграмою [1, стор. 368].

Визначаємо коефіцієнти α і β для елементарної заготовки:

$$d_{1max} := 40.8 \quad l_{le} := 187.5$$

$$\alpha_1 := \frac{d_{1max}}{d_{cp}} \quad \beta_1 := \frac{l_{le}}{d_{cp}}$$

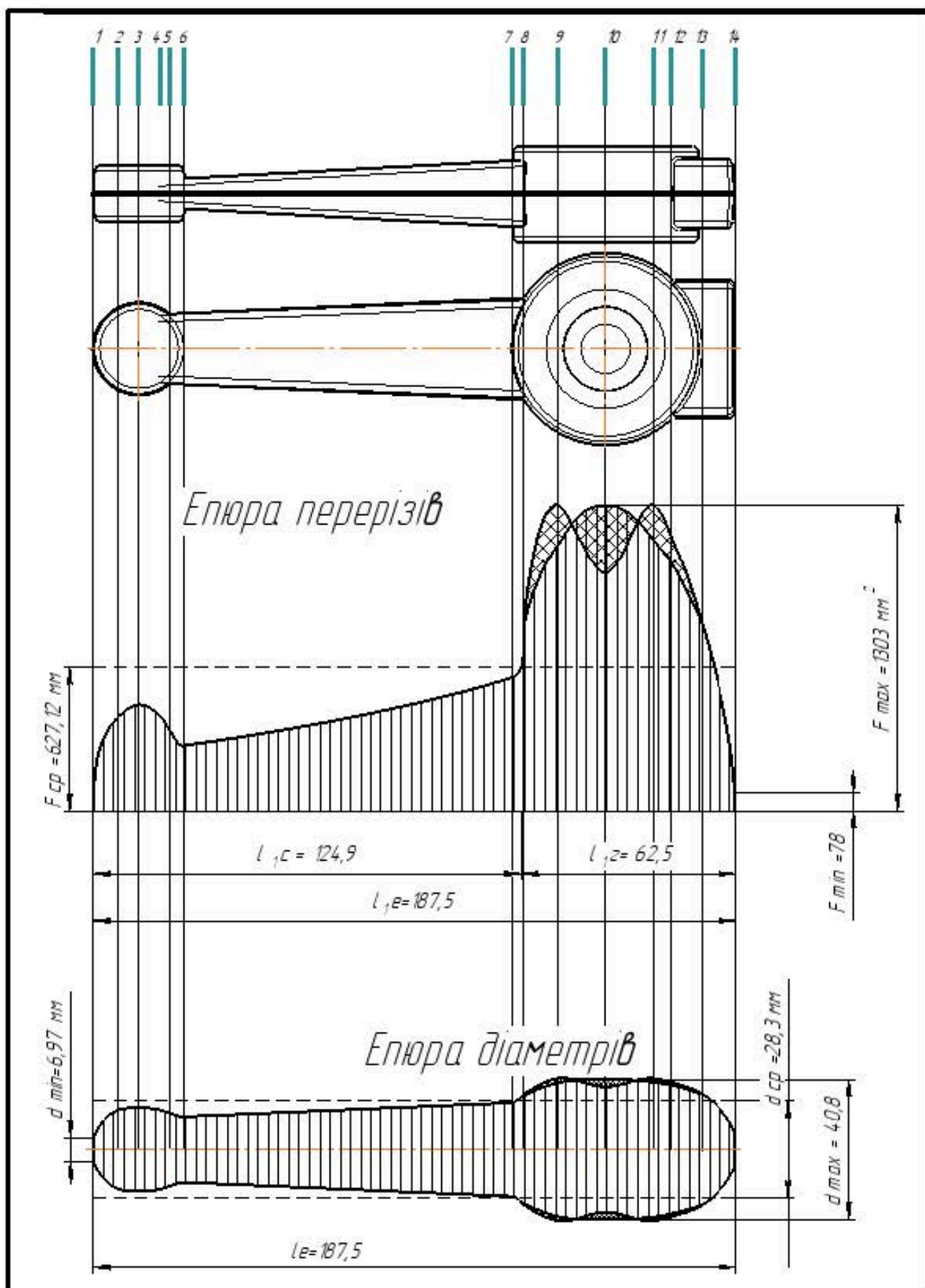


Рисунок 1.6 – Розрахункова заготовка

$$\alpha_1 = 1.442 \quad \beta_1 = 6.626$$

Елементарна заготовка попадає в зону необхідності використання вальцювання.

1.3.3 Побудова вальцьованої заготовки

Виходячи з епюри перерізів розрахункової заготовки виконуємо побудову епюри перерізів вальцьованої заготовки (рис. 1.7.). При цьому з метою спрощення конструкції рівчаків штампів вальців криволінійні участки епюри перерізів розрахункової заготовки замінюємо прямолінійними з врахуванням рівності об'ємів в цій зоні.

Розміри заготовки під вальцювку вибираємо по участку епюри перерізів з найбільшою площиною поперечного перерізу F_{\max} . Враховуючи вплив на вибір заготовки під вальцювку угару і теплового розширення можна площину поперечного перерізу заготовки F_B прийняти рівною максимальній площині на епюрі перерізів F_{\max} .

Вибираємо квадратний профіль поперечного перерізу заготовки.

Сторона квадрата C_B :

$$F_B := 1210 \text{ мм}^2$$

$$C_B := \sqrt{F_B} \quad C_B = 34.785 \text{ мм}$$

По сортаменту (ГОСТ 2591-80) приймаємо сталь гарячекатану квадратну з стороною квадрата,

$$C_B := 35 \text{ мм}$$

Перераховуємо площину поперечного перерізу заготовки

$$F_B := C_B^2$$

$$F_B = 1.225 \times 10^3 \text{ мм}^2$$

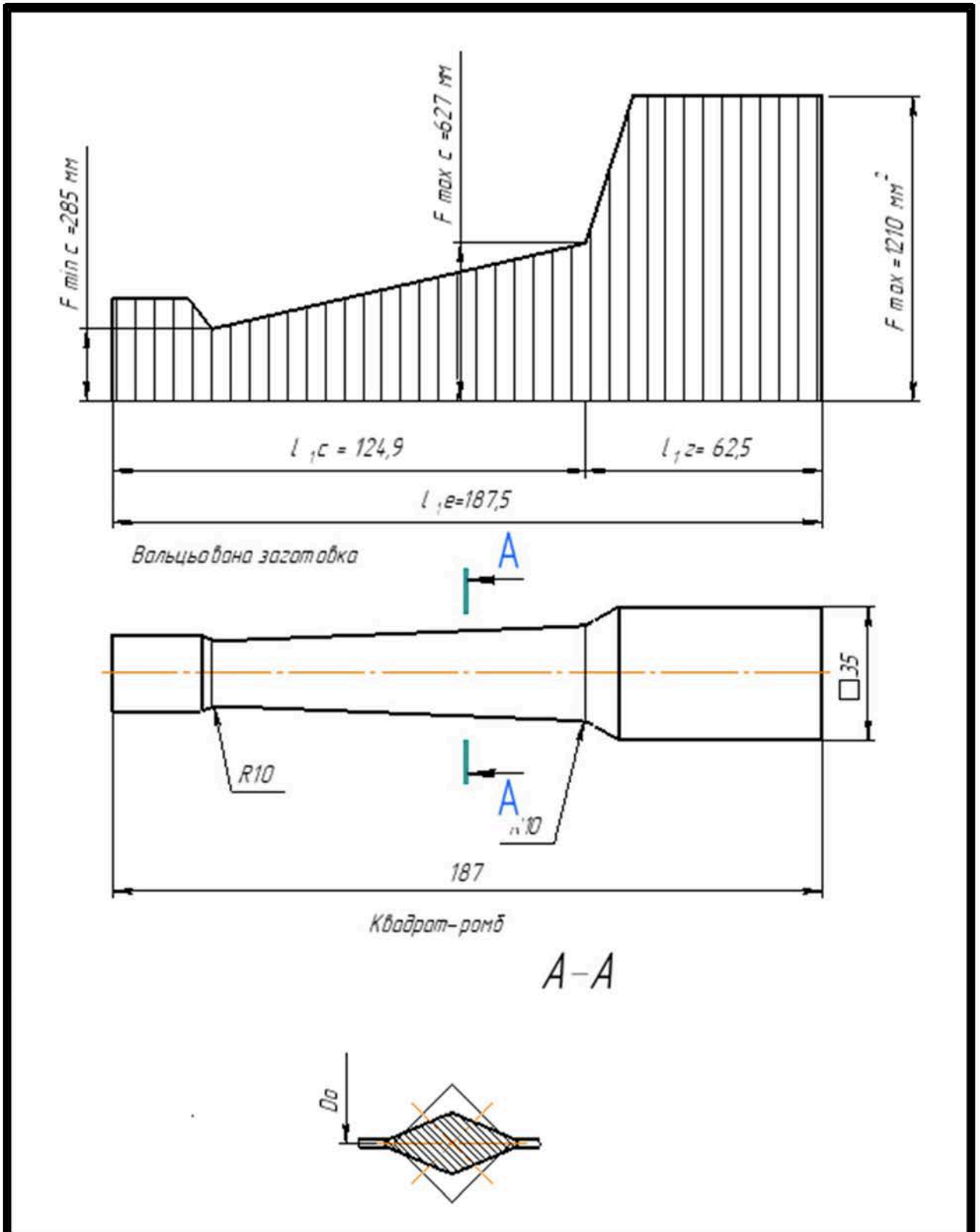


Рисунок 1.7 – Епюра перерізів вальцьованої заготовки

1.3.3.1 Розміри заготовки

Об'єм заготовки

$V_{\Pi} := 117600$ – об'єм поковки разом з облоєм, див. додаток 2 (визначено засобами графічного редактора по параметричній твердотіловій моделі), мм^3 ;

$V_{\text{УГ}} := 0.1 \cdot V_{\Pi}$ – втрати на випал, мм^3 ;

$$V_{\text{ЗГ}} := V_{\Pi} + V_{\text{УГ}}$$

$$V_{\text{ЗГ}} = 1.294 \times 10^5 \text{ мм}^3$$

Довжина заготовки

$$l_{\text{З}} := \frac{V_{\text{ЗГ}}}{F_{\text{В}}} \quad l_{\text{З}} = 105.6$$

Приймаємо $l_{\text{З}} := 106$ мм.

Враховуючи складність заготовки, вальцювання проводимо в наступній послідовності. Відтягуємо стрижень з максимальним поперечним перерізом $F_{\text{max}} c = 627 \text{ мм}^2$ до $F_{\text{min}} c = 285 \text{ мм}^2$ ліворуч від головки, що не обтискується.

Приймаємо наступну послідовність калібрів квадрат-ромб. Вальцювання намічаємо проводити на вальцях з міжосьовою відстанню $D_0 = 320$ мм.

1.3.4 Вибір обладнання для вальцювання

Вибираємо кувальні вальці з наступною технічною характеристикою:

1. Міжцентрова відстань, мм	320
2. Діаметр вала, мм	250
3. Довжина консолі, мм	500
4. Найбільший діаметр заготовки, мм	85
5. Довжина вальцьованої заготовки, мм	
мінімальна	100
максимальна	800
6. Число обертів в хвилину	50
7. Номінальне зусилля, кН	800

1.4 Вибір виду та визначення розмірів вихідної заготовки. Розкрій металу та розрахунок відходів.

Згідно розрахунку вибираємо прокат квадратного поперечного перерізу зі стороною квадрату 35 мм та довжиною 3750 м, з граничним відхиленням по довжини +30мм, сортамент ГОСТ 2591-88.

З одного прутка отримаємо 35 заготовки довжиною 106 мм.

Найбільш продуктивним металозберігаючим і економічним способом поділу прокату на точні заготовки є різання на сортових ножицях.

Необхідне для різання зусилля сортових ножиць визначається за формулою:

$$K_p := 1.4 \quad \sigma_B := 420 \text{ МПа} \quad F := 1225 \text{ мм}^2$$

$$P := K_p \cdot \sigma_B \cdot F \quad P = 7.203 \times 10^5 \text{ Н}$$

Вибираємо ножиці зусиллям, більшим порівняно з розрахованим, модель НБ 1425

Номінальне зусилля, тс (МН)	40 (0,4)
Сторона квадрата прутка, мм	32
Найбільша довжина відрізаємої заготовки, мм	1000
Число ходів в хвилину	63
Потужність приводів, кВт	2,5
Габаритні розміри, мм :	
Довжина	1090
Ширина	900
Висота	1350
Вага, т	1,24

1.4.1 Розрахунок витрат і розкрою метала

Згідно [3, с. 87, табл. 46] приймаємо $L_{p,y} = 3750 \text{ мм}$.

Вирішуємо питання раціонального розкрою металу та точності заготовки:

Коефіцієнт використання металу:

$$\eta_3 = \frac{L_n}{L_{p,y}} = \frac{3683}{3750} = 0,98$$

де L_n - корисна довжина прутка, мм [3,].

$$L_n = L_{p,y} - \sum_{л.н} = 3750 - 67 = 3683 \text{ мм}$$

де $\sum_{л.н}$ - сума абсолютних лінійних втрат металу при різанні.

$$\sum_{л.н} = l_{від} + l_{обр} = 53 + 14 = 67 \text{ мм}$$

За допомогою формули [3] визначаємо довжину торцевого обрізу:

$$l_{обр} = (0,3 \div 0,5) \cdot a = 0,4 \cdot 35 = 14 \text{ мм},$$

де d – діаметр заготовки, мм.

Кількість заготовок із прутка визначаємо із співвідношення:

$$n = \frac{L_{p,y} - l_{обр}}{L} = \frac{3750 - 14}{106} = 35 \text{ шт},$$

де L - довжина заготовки, мм.

Визначаємо довжину відходу:

$$L = L_{p,y} - l_{обр} - (n_{зе} \cdot L_{зе}) = 3750 - 14 - (35 \cdot 106) = 26 \text{ мм}$$

Визначаємо розхідний коефіцієнт:

$$k = \frac{L_{p.y}}{L_{p.y} - \sum_{л.н}} = \frac{3750}{3750 - 67} = 1,018$$

Сумарну вагу відходів на кожний пруток отримаємо з рівняння:

$$\sum Q' = \frac{q \cdot \sum_{л.н}}{1000} = \frac{9,56 \cdot 67}{1000} = 0,641 \text{ кг},$$

де q – вага 1 м. прутка.

Визначаємо вагу прутка згідно [3]: $Q_{np} = \frac{q \cdot L_{p.y}}{1000} = \frac{9,56 \cdot 3750}{1000} = 35,85 \text{ кг}$

Норма витрати на одну деталь;

$$N = Q_s / n = 35,85 / 35 = 1,02 \text{ кг};$$

Допуски на довжину заготовки згідно [1, 3]: $\Delta = \pm 0,8 \text{ мм}$.

1.5 Вибір способу та режимів нагрівання заготовок і охолодження поковок. Вибір нагрівального обладнання

1.5.1 Температурний інтервал кування

Для сталі 20 максимальна температура нагрівання металу перед куванням 1280 °С.

Після кувальних вальців і на початку обробки на КГШП температура дорівнює 1200 °С.

Температура закінчення кування – 750 °С.

Обрізання облою та подальша правка відбувається в холодному стані поковки.

1.5.2 Вибір нагрівального обладнання

Вибираємо індукційний нагрів так як при індукційному нагріванні втрати металу складають 0,2-0,4% маси нагріваного металу, що в 10 раз менше, ніж при нагріванні в полумєневих печах. Зменшення окалини покращує якість поковок та збільшує стійкість штампів ковальсько-пресового обладнання.

Вибираємо індукційний нагрівач безперервної дії КИН10-250/10П [1, 3] з наступними параметрами:

діаметр заготовки ,мм	15-45
найбільша довжина заготовки ,мм	70-600
довжина індуктора,мм	1000
потужність установки, кВт	250
частота, кГц	10
продуктивність, кг/ч	500

3. Мінімальна тривалість нагрівання заготовки, виходячи з продуктивності обладнання ТВЧ-62 сек.

1.6 Визначення зусилля штампування. Вибір штампувального обладнання [2, 4, 6, 7, 9]

$\sigma_t := 92$ – межа текучості металу при температурі штампування, МПа;

$\mu_0 := 0.5$ – коефіцієнт зовнішнього тертя на містку облою;

$F_0 := 1600$ – площа проєкції містка облою, мм² (визначається засобами графічного редактору);

$F_{\Pi} := 5300$ – площина проєкції поковки на площину роз'єму, мм² (визначається засобами графічного редактору);

$L_{\Pi} := 161.5$ – максимальний габаритний розмір поковки в плані, мм;

$a := \frac{F_{\Pi}}{L_{\Pi}}$ – розмір поковки по ширині, мм;

$$a = 32.817 \text{ мм}$$

$$P := 1.15 \cdot \sigma_t \left[\left(1 + \mu_o \cdot \frac{b}{h_3} \right) \cdot F_o + \left[\left(-0.25 + \frac{2 \cdot \mu_o \cdot b}{h_3} \right) + 1.25 \ln \left(\frac{a}{h_3} \right) \right] \cdot F_{II} \right]$$

$$P = 5.058 \times 10^6 \text{ Н}$$

Враховуючи розрахункове зусилля і габарити штампа КГШП вибираємо КГШП зусиллям 10 МН.

Технічна характеристика :

Номінальне зусилля, кН	10000
Хід повзуна, мм	250
Частота ходів повзуна, 1/хв :	
безперервних	90
Розмір регулювання відстані між підштамповою плитою та повзуном, мм	560
Розмір стола, мм	770x990
Розміри повзуна, мм	720x720
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	55
Маса, кг	65000

1.7 Визначення зусиль та вибір устаткування для завершальних операцій

1.7.1 Визначення зусилля для обрізання облою

Обрізання облою виконуємо за 2 переходи. Спочатку обрізається облой по зовнішньому контуру, а потім прошивається перетинка.

Обрізання облою і прошивання може виконуватися на двох простих штампах, які можуть бути одночасно встановлені на двохкривошипний прес з широким столом.

Необхідне для обрізання облою зусилля обрізного пресу визначається за формулою:

$S := 445$ – периметр різку, мм (визначається засобами графічного редактору);

z – розмір який визначається графічно по лінії зрізу облою (визначається засобами графічного редактору);

n – можливе недоштамбування, яке приймають рівним позитивному допуску на розмір поковки по висоті.

$z := 4$ мм

$n := 1.3$ мм

$t_o := z + n$ – товщина облою мм

$t_o = 5.3$ мм

$$P_{об} := 1.8 \cdot 10^{-6} S \cdot t_o \cdot \sigma_B \quad P_{об} = 1.783$$

$S_{пр} := 75.4$ мм

$z := 15$ мм

$n := 1.3$ мм

$t_o := z + n$ – товщина облою, мм

$t_o = 16.3$ мм

$$P_{пр} := 1.8 \cdot 10^{-6} S_{пр} \cdot t_o \cdot \sigma_B \quad P_{пр} = 0.929 \text{ МН}$$

$$P_c := P_{об} + P_{пр}$$

$$P_c = 2.712 \text{ МН}$$

Оскільки номінальне зусилля обрізного пресу знаходиться в межах норми приймаємо холодний спосіб обрізання облою та прошивання отворів, так як він має ряд суттєвих переваг, а саме:

- полегшує автоматизацію і механізацію процесу;
 - дозволяє збільшити продуктивність обрізних пресів;
 - можна отримати більш точні розміри поковок з більш гладкою поверхнею,
- а також збільшити стійкість штампів.

Вибираємо обрізний двохкривошипний прес зусиллям 3150 кН

Технічна характеристика :

Номінальне зусилля, кН	3150
Хід повзуна, мм	250
Частота ходів повзуна, 1/хв :	
безперервних	50
Розмір регулювання відстані між підштамповою плитою та повзуном, мм	800
Розмір стола, мм	1250 x900
Потужність привода, кВт	30

1.7.2 Вибір виду та режиму термообробки

Для вилучення внутрішніх напруг, наклепу та покращення механічних властивостей застосовують термічну обробку - нормалізацію.

Нормалізація включає нагрівання доєвтектоїдної сталі на 30-50°C вище точки Ас3 з охолодженням в повітрі для отримання тонкопластинчастої перлітної структури. Нагріваємо поковку до температури 750-870°C у відповідному обладнанні. Охолоджуюче середовище- повітря.

Вибираємо обладнання для нагрівання :

Камерна електропіч опору : Модель 1СН3-8,5.14.6,5/8,5	
Установлена потужність, кВт	100
Номінальна температура, °C	900

Розміри робочого простору, мм :

ширина	850
довжина	1400
висота	650
Напруга живильної мережі, В	380
Число фаз	3
Маса електропечі, т	8,72
Потужність холостого ходу, кВт	15,4

1.7.3 Вибір способу та обладнання для очистки поковок від окалини

Щоб надати поковкам товарного вигляду та полегшити наступну обробку різанням передбачаємо очистку від окалини. Є три основні способи очистки поковок від окалини : дробом, травленням та в галтовочних барабанах. Вибираємо при масовому виробництві очистку дробом [1, 3].

Модель дробеструмінного апарату-	334 М
Об'єм робочої камери, л	140
Робочий тиск, Па	$600 \cdot 10^3$

1.7.4 Вибір способу та обладнання для правки поковок

Передбачаємо правку поковок [2].

Зусилля преса:

$$P = q_k \cdot F$$

де q_k – питоме зусилля правки, МПа;

F – початкова площа поверхні правки, мм²

$$q_k := 200 \text{ МПа} \quad F_{\text{п}} := 5972 \text{ мм}^2$$

$$P := q_k \cdot F_{п} \quad P = 1.194 \times 10^6 \text{ Н}$$

Вибираємо гвинтовий прес по ГОСТ 713Е-81.

Технічна характеристика:

Номінальне зусилля, МН	1,6
Ефективна номінальна енергія, кДж, не менше	6,3
Найбільший хід повзуна S мм, не менше, мм	320
Число ходів повзуна в хвилину	36
Відстань між напрямними в світлі, мм	500
Розмір повзуна L, мм	500
Розмір стола, мм	650x580
Відстань між підштамповою плитою стола і повзуном в його нижньому крайньому положенні Н, мм	320

1.8 Вибір методів контролю та вимірювального інструменту

Задачами контролю є попередження браку поковок, своєчасне виявлення та ізоляція дефектних та бракованих поковок, облік та технічний аналіз причин дефектів та браку поковок. При виборі методів контролю та вимірювального інструменту користуємось рекомендаціями [2, 4, 6, 7].

Вибираємо штангенциркуль ШЦ-11 ГОСТ 166-80 0-250 мм;

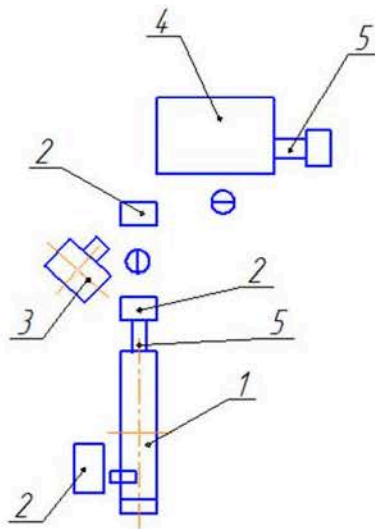
Лінійка 1000 ГОСТ 427-75;

Фотопірометр.

Для вимірювання радіусів закруглення використовуємо набір радіусних шаблонів.

1.9 Розробка плану штампувальної ділянки

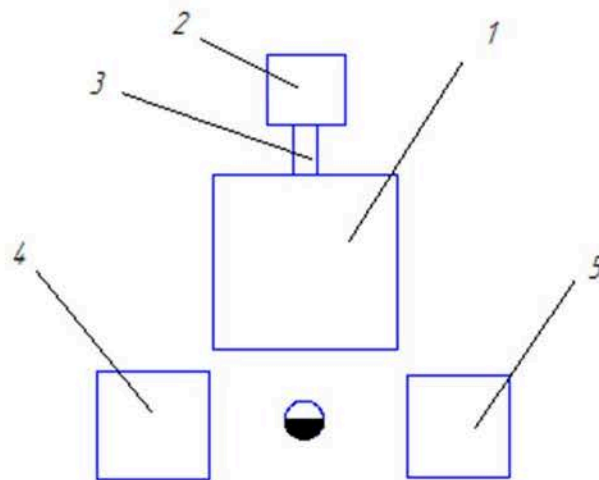
При розробці плану штампувальної ділянки користуємося типовими планами ділянок [6].



1 – індуктор; 2 – тара; 3 – кувальні вальці; 4 – КГШП; 5 – склизи

Рисунок 1.8 – План штампувальної дільниці

Після штампування поковки передаються на участок обрізання облою, який знаходиться окремо від участка штампування. Організація робочого місця при обрізанні облою наведена на рис. 1.9.



1 – обрізний прес; 2 – тара для поковок; 3 – склиз; 4 – тара для заготовок; 5 – тара для облою

Рисунок 1.9 – Організація робочого місця штампувальника

1.10 Установлення складу робочої бригади та розрахунок норм часу на штампування

Склад робочої бригади приймаємо на основі розробленого плану штампувальної дільниці. Розрахунки норм часу на штампування на кожного члена бригади виконуємо з врахуванням особливостей організацій робочих місць [8]. Продуктивність штампувальної ділянки визначаємо по найбільш завантаженому робітнику бригади.

Вихідні дані :

Деталь - важіль
Матеріал Сталь 20
Вага заготовки, кг 1,12
Вага поковки, кг 0,917
Зусилля кувальних вальців, МН 0,8
Зусилля КГШП, МН 10,0
Кількість рівчаків в штампі 3
Зусилля обрізного пресу, МН 3,15
Бригада – 2 робітника

Найменування переходів	Вага заготовки	Повтор прийомів	час, хв
			Оснoв Допом

Оперативний час вальцювальника

1.Взяти заготовку з транспортера кліщами та встановити в рівчак кувальних вальців	1,12	-	0,036
---	------	---	-------

2.Прокатати заготовку в двух рівчаках	1,12	2	0,052	-
3. Зняти заготовку зі сто- лу кувальних вальців та скинути на транспортер	1,12	1	-	0,016
Разом.....			0,052	0,052

$$T_{оп.в.}=(T_{о}+T_{в})=(0,052+0,052)=0,104 \text{ хв}$$

Оперативний час штампувальника КГШП

1. Взяти заготовку кліща- ми з транспортера , вста- новити в рівчак та натиснути педаль	1,12	1	-	0,052
2. Штампувати заготов- ку в 3-х рівчаках	1,12	3	0,033	-
2.1. Перекласти поковку в попередній рівчак та натиснути педаль	1,12	1	-	0,018
2.2. Перекласти поковку з попереднього рівчака в кінцевий та натиснути пе- даль	1,12	1	-	0,018
5. Винути поковку з рівчака та кинути на склиз	1,12	1	-	0,015
Всього.....			0,033	0,103

$$T_{оп.в.} = T_o + T_v = (0,033 + 0,103) = 0,136 \text{ хвл}$$

Оперативний час пресувальника по обрізанню облою

1. Взяти поковку кліщам ми з транспортера, по- класти на штамп та нажати педаль	1,12	1	-	0,052
2. Обрізати	1,12	1	0,02	-
3. Зняти облою зі штампа кліщами та відкинути в тару	0,203	1	-	0,018
4. Винути поковку з з матриці кліщами та відкинути на склиз	0,917	1	-	0,052
			Всього.....	0,02 0,192

$$T_{оп.в.} = T_v + T_o = (0,02 + 0,192) = 0,212$$

Оперативний час пресувальника по правці поковки

1. Взяти поковку кліщам, покласти на штамп та натиснути педаль, здійсни- ти правку	0,917	1	0,028	0,052
2. Винути поковку з штампу та відкинути в тару	0,917	1	-	0,028

Всього..... 0,028 0,08

$$T_{\text{оп.в}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} = 0,028 + 0,08 = 0,108 \text{ хвл}$$

Розрахунок норми штучного часу здійснюємо по найбільш завантаженому робітнику- штампувальнику:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп.х}} \cdot K = 0,136 \times 1,27 = 0,173 \text{ хвл.}$$

Норма виробітки визначається з формули:

$$N_{\text{в}} = 420 \text{ хвл} / T_{\text{ш}} = 420 / 0,173 = 2427 \text{ шт.}$$

1.11 Складання карти технологічного процесу гарячого штампування

Результати розробки технологічного процесу штампування фіксуємо в технологічній карті, яка містить основні відомості по розробленому технологічному процесу (див. Додаток Б).

2 КОНСТРУЮВАННЯ ШТАМПІВ

2.1 Проектування штампу КГШП

2.1.1 Визначення розмірів гарячої поковки

Розмір гарячої поковки з врахуванням усадки визначається по формулі:

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

де l - розмір холодної поковки, мм;

α – коефіцієнт лінійного розширення металу поковки;

t - температура кінця штампування, град.

$$l := 161.5 \text{ мм}$$

$$\alpha := 12 \cdot 10^{-6}$$

$$t := 800$$

$$a := l \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

$$a = 163.05 \text{ мм}$$

Результати розрахунку інших розмірів наведені нижче.

Розміри холодної поковки, мм

Розміри гарячої поковки, мм

φ25.8	φ26.3
φ53	53.5
16.2	16,4
28.2	28.5
27.0	27.3
56.0	56.5
40	40.4
φ26	φ26.1
20	20.2
30	30.3
24	24.2
9	9.1
8	8.1
R17	R17.2
R36	R36.4
R10	R10.1
R19	R19.2
110	111.1
60	60.6

2.1.2 Розрахунок та конструювання штампувальних ривчаків

Штампувальні ривчаки виготовляємо за кресленням гарячої поковки, яке складаємо згідно відповідних правил [2, 3]:

1. Креслення гарячої поковки виконуємо в масштабі 1:1 за кресленням холодної поковки з врахуванням усадки сталі, яка складає 1,5%.

2. В примітці до креслення зазначаємо:

Штампувальні ухили – 5°;

Невказанні радіуси закруглень – 1,5°;

Усадка врахована – 1,5%.

Чистовий рівчак виготовляємо за кресленням гарячої поковки згідно рекомендацій [2, 6, 7].

Чорновий рівчак конструюємо згідно [2, 4] за

кресленням гарячої поковки. Штампувальні уклони - 5°.

Заокруглення кромки фігури приймаємо на 2мм більше ніж у чистовому рівчаку, $R = 4\text{мм}$.

2.1.3 Опис конструкції штампа КГШП

Виходячи з габаритів поковки розраховуємо ширину та довжину вставок КГШП та по нормалі вибираємо найближчі за розмірами.

Штамп КГШП складається з наступних деталей:

1- корпус нижній; 2- корпус верхній; 3- планка; 4- планка; 5- планка; 6- плитка опорна; 7- клин; 8 - клин; 9 - колонка; 10 - втулка; 11 - шайба брудозахисна; 12 - кришка; 13 - кришка; 14 - двоплечий важіль; 15 - корпус підшипника; 17 - гільза; 18 - штовхач; 19 - пружина; 20 - відлипач; 21 - вставки.

Штамп КГШП працює наступним чином. Заготовка подається в робочу зону штампа штампувальником. За першим ходом преса відбувається штампування в гнугтєвому рівчаку, за другим ходом у попередньому рівчаку, за третім ходом у кінцевому рівчаку.

Вилучення поковки з попереднього та кінцевого рівчаків відбувається за допомогою відлипачів 20, які спрацьовують від штовхачів 18, що в свою чергу, приводяться в дію від двоплечих важелів. Напрямок верхньої плити відносно нижньої забезпечується напрямними колонками 9 та втулками 10 з заднім розташуванням.

Дві напрямні колонки виконуються позаду, щоб вони не заважали штампувальнику.

Для захоплення поковки кліщами за облою у вставках виконуються виїмки.

Для запобігання плити блока від зносу між вставками та плитами встановлюються ковані термічно оброблені підкладні плити, які виконані з легованої сталі. Товщина підкладної плитки 80 мм згідно [2, с.141].

Габаритні розміри вставок вибираються згідно зусилля преса та розміру заготовки: ширина 80 мм, довжина 220 мм, висота 100 мм.

Для вставок використовується сталь підвищеної теплостійкості і в'язкості 4X5B2ФС, яка широко використовується для інструменту гарячого деформування, в умовах тривалого циклічного нагрівання до температур 600-630 °С.

Відмінною особливістю сталі від сталей помірної теплостійкості є підвищений зміст карбідоутворюючих елементів (Cr, Mo, W, V та інші) при 0,4 % вуглецю. Рекомендована температура гартування сталі 1040 °С, твердість від 53 HRCe до 56 HRCe, відпуск при температурі від 560 °С до 580 °С, на твердість від 48 HRCe до 50 HRCe. Тривалість відпуску 1,5 години.

Допустима температура тривалого розогріву для сталі 4X5B2ФС не повинна перевищувати від 620 °С до 630 °С.

Вставки штампу для запобігання хрупкого руйнування необхідно підігрівати перед початком роботи до температури від 300 °С до 350 °С.

Плиту верхню та нижню виконуємо із сталі 30Л (ГОСТ 977-88), твердість від HB 255 до HB 280.

2.2 Проектування обрізного штампу

Обрізання облою будемо виконувати у холодному стані, оскільки поковка відноситься до середніх по розміру і має вміст вуглецю до 0.4%. Для обрізання облою вибираємо штамп простої дії. Обрізання облою виконується на окремому участку гарячештампувального цеху.

Виходячи з габаритів поковки розраховуємо ширину та довжину матриці та визначаємось з розмірами штампового блоку.

Штамп обрізний складається з наступних деталей (див. складальне креслення штампю)

1 – корпус нижній; 2 – корпус верхній; 3 – пуансон; 4 – хвостовик; 5 – плитка підкладна; 6 – колодка; 7 – втулка напрямна; 8 – колонка напрямна; 9 – колодка; 10 – матриця обрізна; 11 – гвинт упорний.

Штамп обрізний працює наступним чином. Поковка подається в робочу зону штампю штампувальником. Поковка укладається в обрізну матрицю 10 і при ході повзуна пресу униз відбувається обрізання облою пуансоном 3. Поковка провалюється через провальний отвір на підкладну плиту і вилучається штампувальником. Облой залишається на матриці і кліщами вилучається в тару для відходів.

Величину зазору між пуансоном і ріжучим контуром матриці знаходимо по [2] $\delta = 1,0$ мм.

Матрицю виконуємо по розмірах холодної поковки, а розмір пуансона зменшуємо на величину зазора.

Матрицю виконуємо суцільною, оскільки контур поковки не є складним. Ріжучий контур матриці виготовляємо по контуру поковки в площині роз'єму з припуском на слюсарну підгонку по розмірах поковки, що обрізається.

Матрицю закріплюємо гвинтами, направленими під кутом 5° до її опорної поверхні, які розташовані в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

В нашому випадку пуансон є давлячим інструментом і не входить до матриці. Щоб запобігти вигину та зім'яття виступаючих частин обрізаємої поковки необхідно, щоб опорні поверхні пуансону прилягали до відповідних поверхонь поковки. Конфігурацію опорної поверхні в пуансоні виконуємо по кресленню поковки з наступною слюсарною підгонкою по поковці або контрольної відливки з кінцевого рівчака штампю. По неопорним поверхням між поковкою і пуансоном передбачається зазор який приймається рівним половині верхнього відхилення допуску на відповідний горизонтальний розмір поковки із збільшенням його на 0,3...0,5 мм.

Між пуансоном та верхньою плитою штампу встановлюємо підкладну плитку товщиною 8 мм. Пуансон закріплюємо 4-ма болтами, які проходять крізь пуансонотримач до верхньої плити штампа і фіксуємо двома штифтами.

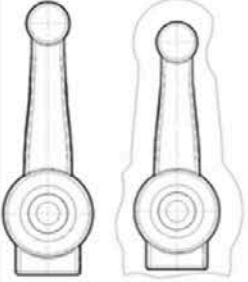
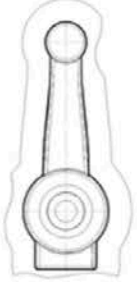
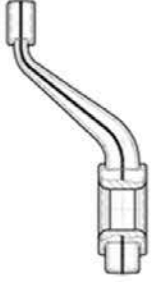
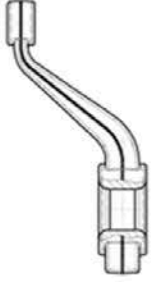

Матеріал для нижньої та верхньої плити сталь 30Л (ГОСТ 977-75); твердість $HB \leq 255$. Плити вибираємо згідно розмірів поковки [2,с. 515,516]. Матеріал колонок сталь 20 (ГОСТ 1050) з наступною цементацією [2,с. 517]. Матеріал втулок сталь 20 з наступною цементацією на глибину 0,5-1 мм HRC 58-68 [2,с.518]. Знімач виконуємо із сталі 45 (ГОСТ 1050-83), твердість HB 229-285. Для матриці вибираємо матеріал X12M (ГОСТ 5950-84), для пуансону – 8ХФ. Температура гартування сталі X12M 850-880°C, охолодження в маслі, твердість 54 HRCe. Твердість після відпуску 38-44 HRC з температури від 480 °C до 520 °C.

Перелік джерел посилання

1. Ковка и штамповка. Справочник в 4 т. / Под ред. Е.И. Семенова.- Т.1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка.-М.: Машиностроение,1985.-567 с.
2. Ковка и штамповка . Справочник в 4 т. / Под ред. Е.И. Семенова.-Т.2. Горячая объемная штамповка.-М.: Машиностроение,1986.-592 с.
3. Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в 2 т./ Под.ред. Сторожева М.В. –Т.1, –М.: Машиностроение, 1967 г., –435 с.
4. Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в 2 т. / Под. ред. Сторожева М.В. – Т.2, -М.: Машиностроение , 1968 г., - 448 с.
5. ГОСТ 7505-74. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
6. Носуленко В. І. Кування і гаряче об'ємне штампування : Навчальний посібник. – Кропивницький, : ЦНТУ, 2017, – 224 с.
7. Кухар В. В. Технологічні процеси за фахом. Кування і штампування : навчальний посібник / В. В. Кухар, Б. С. Каргін, О. С. Аніщенко, С. Б. Каргін, А. Г. Присяжний. – Маріуполь : ПДГУ, 2017. – 144 с.
8. ГОСТ 3.1403-74. Правила оформления документов на ковку и штамповку.
9. Методичні рекомендації до практичних занять та курсового проектування з дисципліни “Кування і гаряче об'ємне штампування” / Укл. В.І. Носуленко, В.Я. Мірзак – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 36 с.
10. Методичні рекомендації до практичних занять та курсового проектування з дисципліни “Кування і гаряче об'ємне штампування” для студентів спеціальності 131 - “Прикладна механіка”. Альбом завдань. /Укл. В. І. Носуленко, В. Я. Мірзак – Кіровоград: ЦНТУ, 2019. – 95

Додатки

Б.2 Другий аркуш технологічної карти

№	Назва операції, переходу	Ескіз переходів	Температурний режим кування і термообробки				Інструмент	Облаштування	Норма		Робоча сила		
			одокучне температура	час підгрівання	температура ванни	нагрівання у ванні			шт.	шт.	професія	розряд	кількість
6.2	Попереднє штамування												
6.3	Кінцеве штамування												
7.	Контроль						Шаблон, Штампеміркуль				Контролер		
8.	Допоміжна операція												
8.1	Обрізання об'ємю				800		Прес обрізний дії	Прес обрізний 2,5 МН			Штампемірник	IV	
9.	Контроль						Шаблон, Штампеміркуль				Контролер	III	
10.	Термообробка							Камера електротопочного опору ІСНЗ-8,5.14.6.5.8,5			Нагрівальник	II	
11.	Контроль						Термоміір по Бурману						
12.	Очищення							Дробоструйний апарат 33-4М			Дробоструйник	III	
13.	Правка холодна						Шаблон	Ганцковий прес Рр=1,6 МН			Штапувальник	IV	
14.	Контроль										Контролер		

ДОДАТОК В
 Специфікація до складального креслення
 штаму КГШП

В.1 Перший аркуш специфікації

Формат	Знач.	Лист.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<i>Документація</i>		
			КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.00 СК	Складальне креслення		
				<i>Деталі</i>		
		1	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.01	Плита нижня	1	
		2	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.02	Плита верхня	1	
		3	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.03	Планка бокова	2	
		4	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.04	Планка задня	2	
		5	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.05	Планка передня	2	
		6	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.06	Плита підкладна	2	
		7	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.07	Притискувач боковий	4	
		8	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.08	Притискувач	6	
		9	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.09	Колонка напрямна	2	
		10	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.10	Втулка напрямна	2	
		11	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.11	Сальник	2	
		12	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.12	Кришка сальника	2	
		13	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.13	Шайба дрцдозахисна	2	
		14	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.14	Важіль двуплечий	4	
		15	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.15	Підшипник	4	
		16	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.16	Кришка підшипника	4	
		17	КРБ.ПМ.24.69.100.00.00.17	Стакан	8	
		18	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.18	Штовхач	8	
		19	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.19	Прцжина	8	
		20	КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.20	Штовхач	8	
			КРБ.ПМ.24.68.100.00.00.00			
Зм.	Арж.	№ док.	Підп.	Дата		
Розроб.	Муромчиченко			18.10.		
Перев.	Міраж			18.10.		
Н.контр.						
Затв.	Гречка			18.10.		
Штамп КГШП					Літ.	Аржш
						Аржшд
						1
					ЦНТУ	
					зр. ПМ(ІТ)-21-ЗСК	

