

**Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний
університет**

Кафедра обробки металів тиском та спецтехнологій

**КУВАННЯ І ГАРЯЧЕ
ОБ'ЄМНЕ ШТАМПУВАННЯ**

Методичні рекомендації до практичних занять
та курсового проектування для студентів
спеціальності 131 "Прикладна механіка"
денної та заочної форм навчання

Кропивницький
2019

Методичні рекомендації до практичних занять та курсового проектування з дисципліни “Кування і гаряче об'ємне штампування” для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка" денної та заочної форм навчання / Укл. В. І. Носуленко, В. Я. Мірзак – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 39 с.

Затверджено
на засіданні кафедри “ОМТ та СТ”
Протокол № 5 від 26.02.2019 р.

Укладачі: д.т.н., проф. В. І. Носуленко
к.т.н., ст. викладач В. Я. Мірзак

Відповідальний за випуск В. І. Носуленко

Рецензент: к.т.н., проф. В. М. Боков
Комп'ютерний набір та верстка: В. Я. Мірзак

© Кування і гаряче об'ємне
штампування
Укладачі: В. І. Носуленко,
В. Я. Мірзак, 2019

1. Тематика та зміст практичних занять

Тематика практичних занять з дисципліни “Кування і гаряче об’ємне штампування” включає в себе розробку технологічних процесів гарячого об’ємного штампування. Практичні заняття виконуються згідно індивідуального завдання, що видається студентові, В завданні наводяться такі вихідні дані: креслення деталі, характер виробництва та вид штампувального обладнання, що рекомендуються. Креслення деталі може бути надане з додатку А. Так, наприклад, в завданні може бути зазначено:

Креслення деталі №5, р. 1-4, в.2; р. 5-7, в. 4, р. 8-11, в. 6.

Це означає, що деталь №5 креслиться з розмірами D_1 , d_1 , D_2 , d_2 по варіанту 2; з розмірами D_3 , A_1 , A_2 – по варіанту 4; з розмірами H_1 , H_2 , H_3 , h – по варіанту 6.

В результаті виконання практичних занять студент представляє пояснювальну записку (приблизно на 20 листах паперу формату А4) та необхідні графічні матеріали (креслення деталі, креслення поковки, розрахункову заготовку і епюри перерізів, карту технологічного процесу).

Пояснювальна записка та графічні матеріали виконуються згідно вимог до технічної документації (додатки Б, В).

2. Тематика та зміст курсового проекту

Тематика курсових проектів з дисципліни “Кування і гаряче об’ємне штампування” включає в себе розробку технологічних процесів гарячого об’ємного штампування та конструювання штампів. Курсовий проект виконується згідно завдання, що видається студентові і в якому наводяться такі вихідні дані: креслення деталі, характер виробництва, вид штампувального обладнання, що рекомендується. Креслення деталі може бути надане з додатку А або [16].

Курсовий проект складається з пояснювальної записки об’ємом 30...40 сторінок рукописного тексту, що виконується на листах паперу формату А4, та графічної частини об’ємом 4 листа формату А1.

Пояснювальна записка включає:

- титульний лист;
- завдання;
- зміст;
- вступ;
- креслення деталі;

- розробка технологічного процесу;
- конструювання штампів;
- література;
- карта технологічного процесу штампування;
- альбом специфікацій.

Графічна частина проекту включає:

- креслення деталі, креслення поковки, креслення гарячої поковки, переходи штампування;
- загальний вид штампа (молотового, КГШП, ГKM);
- загальний вид штампа для обрізання облою та прошивання отворів або для калібровки чи правки поковок;
- деталювання робочих деталей штампів.

В залежності від характеру завдання склад і зміст графічної частини можуть бути доповнені і змінені керівником курсового проекту.

Пояснювальна записка та графічні матеріали виконуються з використанням розрахункових та графічних модулів САПР та згідно вимог, що пред'являються до технічної документації (додатки Б, В).

3. Розробка технологічного процесу штампування

Розробка технологічного процесу гарячого об'ємного штампування включає в себе:

- вибір та обґрунтування способу штампування;
- розробку креслення поковки;
- вибір переходів штампування;
- вибір виду та визначення розмірів вихідної заготовки, вибір обладнання для різання металу на мірні заготовки;
- вибір способу та режимів нагрівання заготовок та охолодження поковок, вибір нагрівального обладнання;
- вибір штампувального обладнання;
- вибір виду обрізання облою та прошивання отворів в поковках, вибір обрізного преса;
- вибір режимів термообробки поковок;
- вибір способу та обладнання для очистки поковок від окалини;
- вибір способу та обладнання для правки поковок;
- вибір способу та обладнання для калібровки поковок;
- вибір методів контролю та вимірювального інструменту;
- розробка плану штампувальної дільниці;
- вибір складу робочої бригади та розрахунки норм часу на

штамбування;

– складання карти технологічного процесу штампування.

3.1. Вибір та обґрунтування способу штампування

Спосіб виготовлення поковок вибирається таким, щоб забезпечити:

– міцність і надійність деталі в роботі. Для цього враховується експлуатаційні вимоги до деталі, приймається необхідне або бажане розташування волокон в поковці і на підставі цього вибирається спосіб штампування [4, с. 51-52];

– мінімальну собівартість поковок, для чого необхідно порівняти декілька можливих варіантів їх виготовлення на основі техніко-економічних розрахунків [4, с. 389-393] і вибрати найбільш доцільний.

3.2. Розробка креслення поковки

Вихідні дані:

– креслення деталі;

– характер виробництва (серійне чи масове) або програма запуску партії поковок;

– технічні умови на поковку;

– відомості про умови роботи деталі;

– тип штампувального обладнання.

При розробці креслення поковки необхідно:

1. Створити тривимірну параметричну твердотільну модель деталі у креслярсько-графічному редакторі КОМПАС-ГРАФІК 3D (див. Азбука КОМПАС-3D, урок 1, меню «Довідка»), вибрати матеріал деталі з довідника матеріалів редактора та активувавши інструментальну панель «Вимірювання та діагностика» отримати масо-центровочні характеристики моделі (об'єм, масу, центр ваги) і зберегти їх у текстовому файлі. З тривимірної моделі створити заготовку двовимірного креслення деталі з двонаправленим асоціативним зв'язком з необхідною кількістю видів та проєкцій (див. Азбука КОМПАС-3D, урок 2, меню «Довідка») в масштабі 1:1 на форматі А3 та оформити його згідно вимог ЄСКД (проставити розміри, шорсткості, привести технічні вимоги, заповнити основний надпис). Приклад тривимірної твердотільної параметричної моделі деталі "Важіль" наведено на рис.1.

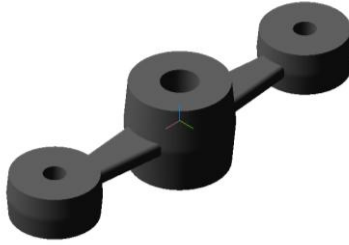


Рисунок 1 – Приклад тривимірної твердотільної параметричної моделі деталі "Вагіль", побудованій в середовищі КОМПАС-ГРАФІК-3D

2. З урахуванням експлуатаційних вимог до деталі приймається необхідне чи бажане розташування волокон в поковці та варіант (спосіб) штампування [4, с. 51-52].

3. По узгодженню з замовником приймаються установочні бази [2, с. 8, рис. 3].

4. Установлюється лінія розняття та вирішується питання, яка частина поковки розміщується в верхній і яка в нижній половинці штампа [2, с. 37-40, 45, 46].

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

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

7. Призначаються радіуси закруглень [2, с. 8, 14, 41].

8. Конструюються (у разі необхідності) намітки отворів та перемички для прошивання [2, с. 42-46; 4, с. 154-156].

9. На базі тривимірної твердотільної параметричної моделі деталі засобами креслярсько-графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК-3D в режимі редагування будується тривимірна модель поковки з доданими припусками та визначаються її масо-центровочні характеристики. З тривимірної моделі створюється асоціативна заготовка двовимірного креслення поковки в масштабі 1:1 на форматі А3 та оформлюється креслення поковки згідно вимог ЄСКД (проставляються розміри з врахуванням призначених припусків і допусків, приводяться технічні вимоги, заповнюється основний надпис) [2, с. 23-28, 46]. Приклад тривимірної твердотільної параметричної моделі поковки "Вагіль" наведено на рис.2.

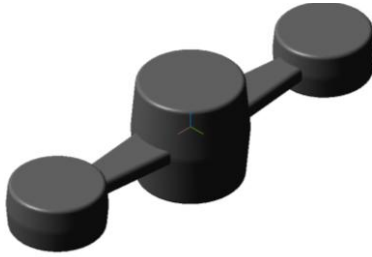


Рисунок 2 – Приклад тривимірної твердотільної параметричної моделі поковки "Важіль", побудованій в середовищі КОМПАС-ГРАФІК-3D

Креслення поковки є основним документом для технологічних розрахунків, а також для конструювання штампів та пристроїв для механічної обробки

3.3. Вибір переходів штампування


Вибір переходів штампування визначається формою і розмірами поковки та типом штампувального обладнання. Найбільш характерними при штампуванні на молотах та кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП) є поковка видовженої форми (характеризуються значним співвідношенням довжини поковки до її середньої ширини в плані), поковки круглі і квадратні в плані та близькі до них (два взаємно перпендикулярні розміри поковки в плані приблизно однакові).

3.3.1. Вибір переходів штампування на молотах та КГШП для поволок видовжених форм

Необхідність застосування того чи іншого рівчачка визначається перш за все його призначенням. Так, наприклад, чистовий рівчак застосовується завжди, чорновий рівчак є бажаним, але не обов'язковим; області застосування заготівельних рівчаків, таких як формувальний, гнуттєвий, площадка для осадки та площадка для розплющення, є очевидним і повністю визначаються формою та розмірами поковки. Для вибору заготівельних рівчаків першого виду, призначених для перерозподілу об'єму заготовки вздовж осі (перезимного, підкатувального, протягувального) доцільно використовувати *діаграму Ребельського* [4, с. 167; 5, с. 357], чи так звані *коефіцієнти підкатування* [2, с. 71,72], для чого попередньо необхідно побудувати розрахункову заготовку та епюру її перерізів [4, с. 166-171; 2, с. 67-74].

При побудові розрахункової заготовки та її епюри перерізів для випадку штампування на КГШП розміри облою та облойної канавки приймаються в залежності від зусилля преса [2, с. 183-184], яке може бути визначено за формулою [7, с. 434].

Розрахунки по розрахунковій заготовці та епюри перерізів відрізняються помітною трудомісткістю і тому доцільно використовувати для цього розрахункові та графічні модулі САПР.

Для отримання площ поперечних перерізів поковки використовується раніше створена у КОМПАС-3D тривимірна модель поковки. За допомогою інструментальної панелі  "Допоміжна геометрія командою "Зміщена площина" з використанням ортогональних площин будується необхідна кількість (в залежності від складності поковки) паралельних площин перпендикулярно до осі поковки. Створені площини висвітлюються у дереві моделі. За допомогою інструмента "Переріз поверхнею" за отриманими раніше площинами отримуються потрібні перерізи (Рис. 3). Площі отриманих перерізів визначаються за допомогою групи інструментів "Вимірювання і діагностика" командою "Виміряти площину". Для послідовного переходу від одного перерізу до іншого використовується команда "Виключити з розрахунку" у дереві моделі. Отримані значення площ перерізів заносяться у розрахункову таблицю офісної програми Excel, де розраховуються площі перерізів разом з облоєм і масштабним коефіцієнтом та діаметри розрахункової заготовки (приклад наведений на рис. 4). По отриманим табличним значенням засобами креслярсько-графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК-2D будується епюра перерізів та епюра діаметрів з використанням інструментів допоміжних побудов, точок, кривих Безьє та NURBS-кривих.

Приклад епюри перерізів наведений у додатку Г.

При штампуванні на КГШП протягування та підкатування не застосовують. При цьому фасонну заготовку з необхідним перерозподілом об'єму заготовки вздовж осі отримують на кувальних вальцях.

Необхідність вальцювання заготовки може бути визначена за діаграмою [2, с. 368]. Переходи вальцювання можна вибрати згідно методики [2, с. 365-379].

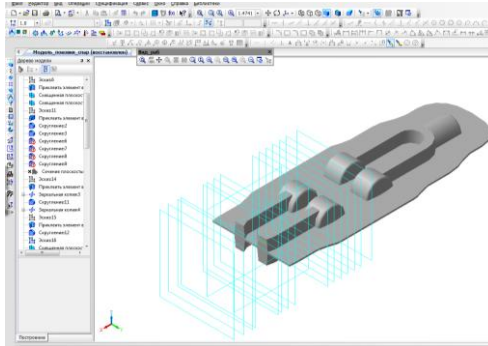


Рисунок 3 – Приклад отримання перерізів спареної поковки у середовищі креслярсько-графічного редактору КОМПАС-3D

№ 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	52,00	0,40	41,60	4,00	10,4	7,288281
2	84,80	52,00	0,40	126,40	4,00	31,6	12,70434
3	113,10	52,00	0,40	154,70	4,00	38,675	14,05477
4	84,80	52,00	0,40	126,40	4,00	31,6	12,70434
5	21,20	52,00	0,40	62,80	4,00	15,7	8,954849
6	19,60	52,00	0,40	61,20	4,00	15,3	8,840038
7	34,60	52,00	0,40	76,20	4,00	19,05	9,864065
8	43,30	52,00	0,40	84,90	4,00	21,225	10,41196
9	122,30	52,00	0,40	163,90	4,00	40,975	14,46665
10	256,50	52,00	0,40	298,10	4,00	74,525	19,5101
11	314,10	52,00	0,40	355,70	4,00	88,925	21,31181
12	269,60	52,00	0,40	311,20	4,00	77,8	19,93417
13	0,00	52,00	0,40	41,60	4,00	10,4	7,288281

Рисунок 4 – Приклад розрахункової таблиці Excel для епюри перерізів поковки, що штампується на молоті

3.3.2. Вибір переходів штампування на молотах та КГШП для поволок круглих та квадратних в плані

Поковки круглі та квадратні в плані штамнують за один, два, три, рідко – чотири переходи. За один перехід штамнують поковки порівняно простих форм, причому при штампуванні на молотах з метою видалення з бічної поверхні заготовки окалини доцільно перший удар наносити по заготовці, яку ставлять поза рівчаком. За два переходи (осадка та чистове штампування) отримують поковки достатньо складних форм. При виборі переходів штампування для поволок цієї групи слід користуватись даними довідкової літератури [2, с. 77-79, 185-201].

3.3.3. Вибір переходів штампування, визначення розмірів вихідної заготовки та конструювання штампів для поковок, що штампуються на ГKM

При виборі переходів штампування, визначенні розмірів вихідної заготовки та конструювання штампів для поковок, що штампуються на ГKM, необхідно користуватись методиками [2, с. 266-336; 7, с. 491-570]

3.4. Вибір виду та визначення розмірів вихідної заготовки

Вибір обладнання для поділу металу на мірні заготовки.

Розрізняють:

- багатоштучне штампування;
- штампування від прутка;
- штампування з поворотом заготовки;
- штампування з штучної заготовки.

При виборі вказаних різновидів в штампування треба використати дані довідкової літератури [2, с. 74; 4, с. 171-173].

Як вихідний матеріал застосовують:

- прокат круглого або квадратного поперечного перерізу; при цьому доцільно застосовувати прокат квадратного поперечного перерізу, який дешевший;
- фасонні заготовки, які отримують на інших штампувальних машинах (кувальних вальцях та ГKM);
- прокат періодичного профілю;
- заготовки, які отримують куванням;
- заготовки, які отримують литвом.

Найбільш часто застосовують прокат круглого або квадратного поперечного перерізу. Розрахунки розмірів вихідної заготовки включають в себе визначення об'єму заготовки, площі та розмірів її поперечного перерізу, а також довжини.

Для поковок видовжених форм площа поперечного перерізу вихідної заготовки визначається в залежності від розмірів розрахункової заготовки та прийнятої комбінації переходів штампування [2, с. 75-77]

Для поковок круглих та квадратних в плані діаметр чи сторону квадрата вихідної заготовки визначають за формулами [2, с. 79]. Отримане розрахунком значення площі поперечного перерізу заготовки коригується згідно сортаменту прутків [1, с. 73-94].

Довжина заготовки визначається згідно об'єму та скоригованої площі поперечного перерізу вихідної заготовки.

При вирішенні питань раціонального розкрою металу та точності заготовки слід користуватись довідковими даними [1, с.189-193, 211-214]. Найбільш продуктивним металозберігаючим і економічним способом поділу прокату на точні заготовки є різання на сортових ножицях та в штампах на кривошипних пресах.

Необхідне для різання зусилля сортових ножиць або кривошипного преса визначають за формулами і графіками [1, с. 175]. Потім вибирають ножиці (або прес) зусиллям, ближнім більшим порівняно з розрахованим [1, с. 194, 195].

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

Для якісного нагрівання металу необхідно:

- вибрати спосіб нагрівання та тип нагрівального обладнання [1, с. 238-286].
- установити температурний інтервал штампування [1, с. 219-223].
- установити тривалість нагрівання [1, с. 225-227].
- установити режим охолодження поковок після штампування [7, с. 135, 136; 5, с. 107,108].

3.6. Вибір штампувального обладнання

Необхідна для штампування маса падаючих частин молота визначається за формулами [2, с. 145-147], необхідне для штампування зусилля КГШП за формулами [2, с. 258]. Потім по довідкових даних вибирають машини зусиллям, більшим порівняно з розрахунковим [2, с. 287-313]. При цьому перевіряють можливість розміщення штампа по габаритах в штамповому просторі вибраної по зусиллю машини.

3.7. Вибір виду обрізання облою та прошивання отворів. Вибір обрізного преса

При виборі виду (холодне чи гаряче) обрізання облою та прошивання отворів (видалення перемичок) в поковках треба користуватись рекомендаціями [2, с.481]. Необхідне для обрізання облою та прошивання отворів зусилля обрізного пресу визначається за формулами [2, с. 482]. Потім по довідковим даним згідно рекомендацій [2, с. 298, 404] вибирають обрізний прес.

3.8. Вибір режимів термообробки поковок

Після обрізання облою та прошивання отворів поковки підлягають термічній обробці. При виборі режимів термообробки треба користуватись відповідними рекомендаціями [1, с. 405...415; 4, с. 366, 367; 7, с. 777...798].

3.9. Вибір способу та обладнання для очистки поковок від окалини

Щоб надати поковкам товарного виду та полегшити послідовую обробку різанням передбачається їх очистка від окалини. Є три основні способи очистки поковок від окалини: дробом, травленням та в галтовочних барабанах. При виборі способу та устаткування для очистки поковок від окалини треба користуватись даними довідкової літератури [2, с. 542...552].

3.10. Вибір способу та обладнання для правки поковок

При необхідності передбачається правка поковок [2, с. 531]. При виборі способу правки та обладнання для цього треба користуватись рекомендаціями [2, с. 531, 532; 4, с. 370...372].

3.11. Вибір способу та обладнання для калібровки поковок

Калібровку поковок застосовують з метою підвищення якості поверхні та точності їх розмірів. При виборі способу калібровки та обладнання треба користуватись довідковими даними [2, с. 533...542].

3.12. 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 треба користуватись рекомендаціями [2, с. 568...585].

3.13. Розробка плану штампувальної дільниці

При розробці плану штампувальної дільниці треба користуватись типовими планами таких дільниць, зокрема при штампуванні на молотах [4,с.211-213],при штампуванні на КГШП [4, с. 255...257],при штампуванні на ГKM [4, с. 297, 298].

3.14. Установлення складу робочої бригади та розрахунок норм часу на штампування

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

3.15. Складання карти технологічного процесу гарячого штампування

Результати розробки технологічного процесу штампування фіксують в технологічній карті, яка незалежно від прийнятої форми [2, с. 148...153; 5, с. 416; 7, с. 420, 421] повинна містити основні відомості по розробленому технологічному процесу (додаток Д).

4. Конструювання штампів

4.1. Загальні рекомендації використання САПР КОМПАС

Рекомендована послідовність застосування САПР КОМПАС у конструюванні штампового оснащення може бути наступною:

1. Використання фрагментів отриманих креслень при проектування складальних креслень штампів (розташування рівчаків на дзеркалі штампів, розрізи по профілям рівчаків, копіювання схожих фрагментів і т.і.). Бібліотека зовнішніх фрагментів формується шляхом виділення відповідних контурів на кресленні поковки, наступного їх копіювання у буфер обміну та вставлення у документ-фрагмент з присвоєнням йому відповідного імені та записом на жорсткий диск ПК. Для зручності користування бібліотекою фрагментів бажано об'єднувати їх перед записом у макроелементи. У разі потреби макроелемент після вставки у відповідне місце креслення завжди можна зруйнувати.

2. Використання параметричних бібліотек стандартних деталей (болти, гвинти, шайби, штифти, плити, колонки, втулки, пружини), бібліотек конструктивних елементів (канавки для виходу шліфувального круга, місця під болти та гвинти, проточки, центрові отвори і т.ін) та бібліотек матеріалів та сортamentів.

3. Використання фрагментів отриманих з моделей креслень для проектування профілей та планів робочих деталей штампо-

вого оснащення.

4. Використання бібліотек квалітетів точності при простановці розмірів на робочих кресленнях деталей штампового оснащення та бібліотек відхилення форми та розташування.

5. Використання бібліотек текстових шаблонів при розробці технічних вимог на креслення, оформленні основного надпису і т.і..

6. Використання бібліотек параметрів шорсткості при оформленні робочих креслень деталей штампового оснащення.

7. Використання бібліотек оформлення документації (рамки стандартних форматів, форми перших та наступних листів специфікації, рамки текстових документів і т.і..)

8. Вставка з використанням технологій OLE у пояснювальну записку фрагментів креслень та зображень з метою надання наочності відповідним розрахункам та описам.

9. Використання розрахункових модулів САПР КОМПАС (КОМПАС-SHAFT 2D – деталі типа валів та всі види передач, КОМПАС-SHAFT 3D – тривимірні моделі валів та елементів передач, КОМПАС-SPRING – проектування пружин) при проектуванні деталей штампового оснащення та використання модуля АРМ FEM (міцностний аналіз) для перевірки напружено-деформованого стану елементів та зборок штампового оснащення.

10. Використання математичних прикладних програм типу MathCad з метою програмування типових та громіздких розрахунків при розробці технології та проектуванні штампового оснащення.

4.2. Розрахунок та конструювання молотових штампів

Розрахунок та конструювання молотових штампів здійснюються в такій послідовності:

1. Розрахунок та конструювання штампувальних рівчаків: чистового [2, с. 83...89; 5, с. 374], чорнового або заготівельно-чорнового [5, с. 376, табл. 13]. Спереду штампувальних рівчаків передбачається виїмка під кліщовину та ливникова канавка [5, с. 380, табл. 14]. Штампувальні рівчаки виготовляють по так званому кресленню поковки для виготовлення штампа (кресленню гарячої поковки), яке складають згідно відповідних правил [2, с. 83, 89; 5, с. 374, 375].

2. Розрахунок та конструювання заготівельних рівчаків [2, с. 89...109; 5, с. 381...396, табл. 15]. При конструюванні підкатних рівчаків доцільно використовувати розрахункову таблицю

офісної програми Excel (рис. 5.), вихідні дані до якої беруться з таблиці (див. рис. 4, зокрема параметр d_e епюри діаметрів).

3. Розташовують рівчаки на дзеркалі штампа [2, с. 109...125; 5, с. 398...400].

4. Конструюються контрзамки, замки та вставки [2, с. 109...125; 5, с. 399...408].

5. Визначається товщина стінок та дна штампа [2, с. 112...115; 5, с. 408...411].

6. Визначаються габаритні розміри штампа [2, с. 114...116; 5, с. 409, 411] та розміри штапового кубика (заготовки для штампа) по ГОСТ 7831-78. Перевіряється відповідність розмірів вибраного кубика розмірами штапового простору молота по ГОСТ 7024-75. Визначаються розміри місць кріплення штампа на молоті, хвостовиків, клинів, шпоночних пазів та підйомних отворів по ГОСТ 6039-82.

№ перерізу	Розмір d_e по епюрі в мм.	Значення коефіцієнта μ	Висота рівчака $h=\mu \times d_e$ в мм.
1	16.14	0,8	12,91
2	45.43	0,8	36,34
3	48.77	0,8	39,02
4	45.43	0,8	36,34
5	19.44	0,8	15,55
6	22.20	0,8	17,76
7	70.95	1,05	74,50
8	76.67	1,05	80,50
9	70.96	1,05	74,51
10	22.20	0,8	17,76
11	19.44	0,8	15,55
12	45.43	0,8	36,34
13	48.77	0,8	39,02
14	45.43	0,8	36,34
15	16.14	0,8	12,91

Рисунок 5 – Приклад розрахункової таблиці Excel для підкатних рівчаків

7. Оформляється креслення штампа в масштабі 1:1 (як видіток в масштабі 1:2), а саме: вид спереду на обидві половини штампа в зімкнутому стані, вид згори на нижню половину штампа, всі необхідні розміри та перерізи рівчаків, що забезпечують виготовлення штампа. Перерізи можуть бути накладені на заготовительні рівчаки, якщо це захарашує креслення.

Всі чотири бічні грані штампового кубика, як правило, не підлягають механічній обробці, за виключенням контрольного кута. Глибина стругання контрольного кута приймається 5 мм, а висота – 50...60 мм від площини розняття. Розміри на кресленні штампа проставляються з врахуванням їх розмітки від контрольного кута.

Розміри штампувальних рівчаків на кресленні штампа, як правило, не проставляють. Взамін них примітці до креслення штампа зазначається, що штампувальні рівчаки виготовляються по кресленню поковки для виготовлення штампа. Проте на чорнових та заготівельно-чорнових рівчаках проставляються ті розміри, якими вони відрізняються від чистового рівчака.

Допуски на розміри та шорсткість поверхонь (знаки обробки), як правило, не проставляються, оскільки вони обумовлюються загальними технічними вимогами на виготовлення молотових штампів, які є обов'язковими доповненнями до креслення штампа, що і зазначається в примітці до креслення штампа.

Матеріал штампа, вставок, їх твердість вибираються в залежності від умови роботи та маси падаючих частин молота [6, с. 367...375].

4.3. Розрахунок та конструювання штампів КГШП

Відсутність ударних навантажень та висока жорсткість КГШП дозволяють використати складені штампи з блока та закріплені в ньому рівчakovих вставок [2, с. 203...209]. Основні положення конструювання рівчаків такі ж, як і для молотових штампів [див. 4.1]. Проте при конструюванні рівчаків треба враховувати особливості штампування на КГШП [6, с. 41...46].

При розміщенні штовхачів в рівчakovих вставках необхідно забезпечити їх співпаданням з виштовхувачами блока. Якщо ж розташування штовхачів не співпадає з розташуванням виштовхувачів блока, то передача руху здійснюється за допомогою траверси [6, с. 58, рис. 98]. Виштовхування поковки може здійснюватись дією штовхача вставки на поковку, на перемичку для прошивання або ж на облой. Для зручностей захоплення поковок кліщами за облой на вставках передбачаються виїмки типу лисок [6, с. 44, рис. 65].

Креслення штампа КГШП повинно мати вид на нижню половину штампа зверху, вид спереду та збоку в розрізі на обидві половини штампа в зімкненому стані. Креслення штампа повинно давати повну уяву про устрій виштовхуючих механізмів блока

та вставок. Габарити штампа необхідно пов'язати з розмірами штампового простору вибраного КГШП.

На деталюванні необхідно показати вид спереду на вставки в зборі, види на нижню вставку зверху і на верхню вставку знизу з усіма необхідними розрізами та перерізами, вказати матеріал, твердість [6, с. 375, табл. 8], допуски на виготовлення та шорсткість поверхні.

4.4. Конструювання штампів для обрізання облою та прошивання отворів

Обрізання облою та прошивання отворів (видаленні перемичок для пробивання) можна здійснювати в штампах простої, послідовної та суміщеної дії.

Конструювання елементів деталей та обрізних штампів в цілому здійснюють згідно положень [2, с. 483...531] і в наступній послідовності:

1. Конструювання ріжучого контуру матриці [10, с. 40], вибір форми ріжучих кромek [10, с. 13, 47] та визначення габаритних розмірів матриці [10, с. 44], які уточнюються по розмірам гнізда башмака [10]. При складній конфігурації поковки, яка обрізається, матрицю конструюють складеною (секційною) [10, с. 52].

2. Конструювання робочої частини пуансона [10, с. 43] з врахуванням зазорів поміж пуансоном і матрицею [10, табл. 2-4].

3. Вибір способів кріплення матриці і пуансона [10, с. 54...61].

4. Розробка способу знімання та видалення обрізаного облою з пуансона [10, с. 62].

5. Вибір типу штампа: з напрямними колонками і втулками [10, с. 96] або без них [10, с. 72].

При конструюванні ріжучого контуру матриці та робочої частини пуансону рекомендується використовувати фрагменти профілю та видів у плані поковки з її креслення, отриманного засобами креслярсько-графічного редактора КОМПАС-ГРАФІК. Бібліотека зовнішніх фрагментів формується шляхом виділення відповідних контурів на кресленні поковки, наступного їх копіювання у буфер обміну та вставлення у документ-фрагмент з присвоєнням йому відповідного імені та записом на жорсткий диск ПК. Для зручності користування бібліотекою фрагментів бажано об'єднувати їх перед записом у макроеlementи. У разі

потреби макроелемент після вставки завжди можна зруйнувати.

Штампи для прошивання отворів (видалення перемичок) в поковках конструюють згідно рекомендацій [6, с. 279; 10, с. 115].

Штампи для обрізання-прошивання поковок креслять зібраними з необхідними видами, розрізами, габаритними розмірами та розмірами посадок. Проставляється закрита висота штампа. В примітці до креслення штампа зазначають, що штамп виготовляється згідно технічних вимог на виготовлення штампів для обрізання-прошивання поковок, приводиться тип та зусилля обрізного преса. Надається специфікація (додаток В).

4.5. Конструювання штампів для правки та калібровки поковок

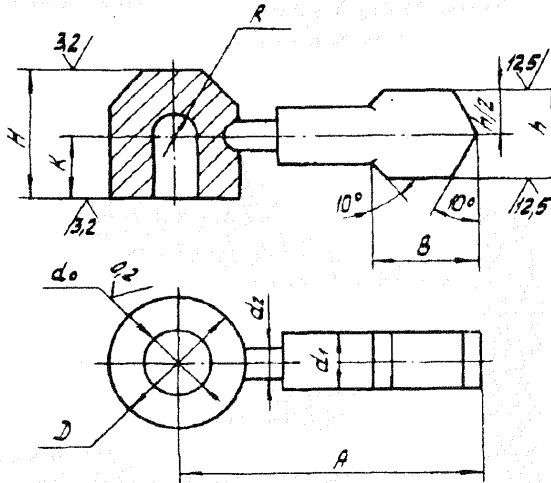
Правильний рівчак звичайно виготовляють по номінальним розмірам поковки [2, с. 531-233; 6, с. 287-289]. При конструюванні неробочих елементів правильних штампів для правки на молотах, обрізних пресах та іншому обладнанні треба керуватись правилами конструювання штампів для цього обладнання [6, с. 289].

Для калібрувальних штампів треба використовувати нормалізовані плити [2, с. 537-242; 6, с. 289-299] та леговані штампові сталі [6, с. 380, табл. 14].

ДОДАТКИ

Деталь № 1

Додаток А

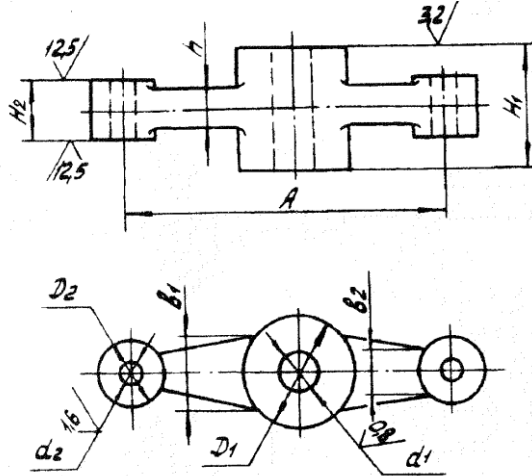


1. $H\ 12, h\ 12, \pm IT\ 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	D	d_0	d_1	d_2	A	B	H	K	h
Розміри, мм									
1	20	10	15	13	50	15	20	5	40
2	35	18	20	15	80	20	30	7,5	45
3	50	30	25	20	100	25	40	10	50
4	60	40	30	25	125	30	50	15	55
5	70	50	35	30	150	35	60	20	60
6	80	60	40	35	200	40	65	25	65

Продовження додатку А

Деталь № 2

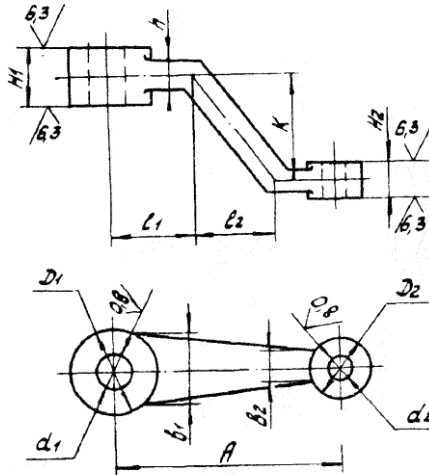


1. H 12, h 12, $\pm IT$ 12/2
2. Незначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	D_1	d_1	D_2	d_2	A	b_1	b_2	H_1	H_2	h
Розміри, мм										
1	60	15	55	10	200	20	15	55	25	5
2	70	25	60	15	220	30	20	60	30	10
3	80	35	65	25	230	35	30	65	35	15
4	90	45	70	35	240	40	40	70	40	20
5	100	50	75	40	250	50	50	75	45	21
6	120	60	80	50	260	60	55	80	50	22

Продовження додатку А

Деталь № 3

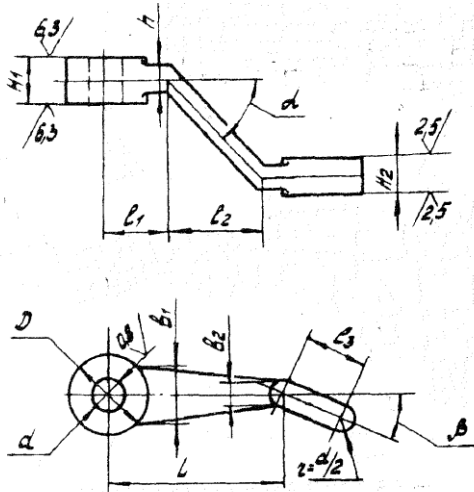


1. $H\ 12, h\ 12, \pm IT\ 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	D_1	d_1	D_2	d_2	A	b_1	b_2	H_1	H_2	h	l_1	l_2	K
Розміри, мм													
1	60	15	25	10	140	15	10	30	16	10	30	15	5
2	65	20	30	15	160	20	12	35	18	11	35	25	10
3	70	30	35	20	180	30	15	40	20	12	38	35	15
4	80	40	40	25	200	40	18	50	25	13	40	50	20
5	85	50	45	30	220	50	20	60	30	14	45	60	30
6	90	60	50	35	240	60	25	70	35	15	50	65	35

Продовження додатку А

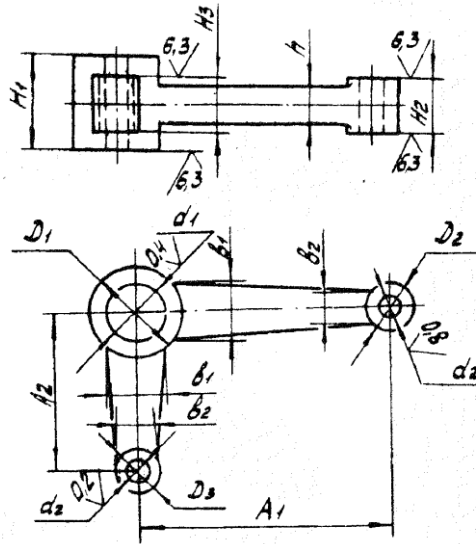
Деталь № 4



1. $H\ 12, h\ 12, \pm IT\ 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	D	d	L	l_1	l_2	l_3	b_1	b_2	H_1	H_2	h	α	β
Розміри, мм													
1	40	20	120	40	20	15	15	10	30	15	10	5°	10°
2	45	22	130	45	25	20	20	12	35	18	11	10°	15°
3	50	23	140	50	30	25	25	15	40	20	12	15°	20°
4	55	25	150	60	35	30	30	17	45	23	13	20°	30°
5	60	30	160	70	40	40	35	18	50	25	14	30°	45°
6	80	35	200	80	45	45	40	20	60	30	15	35°	50°

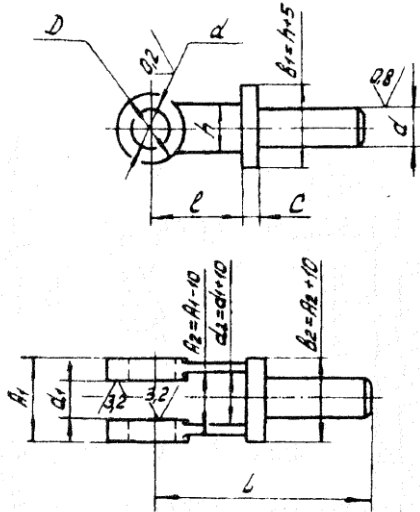
Деталь № 5



1. $H\ 12, h\ 12, \pm IT\ 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	D_1	d_1	D_2	d_2	D_3	A_1	A_2	H_1	H_2	H_3	h
	Розміри, мм										
1	20	10	10	5	10	80	85	15	11	10	5
2	30	15	20	10	18	90	90	25	18	15	6
3	40	20	30	15	25	100	95	40	25	20	7
4	50	30	40	20	35	110	100	50	30	25	8
5	70	40	50	25	45	120	110	60	40	30	9
6	90	50	65	30	55	150	120	80	50	40	10

Деталь № 6

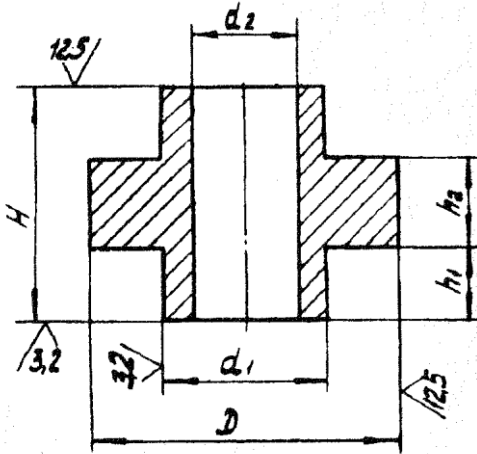


1. Н 12, h 12, $\pm IT 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8
	D	d	L	l	C	A_1	d_1	h
	Розміри, мм							
1	40	10	80	40	5	60	20	15
2	45	15	90	44	8	65	25	20
3	50	18	100	47	10	70	35	30
4	55	20	110	50	12	75	40	35
5	60	25	120	55	18	80	45	40
6	65	30	130	60	20	90	50	45

Продовження додатку А

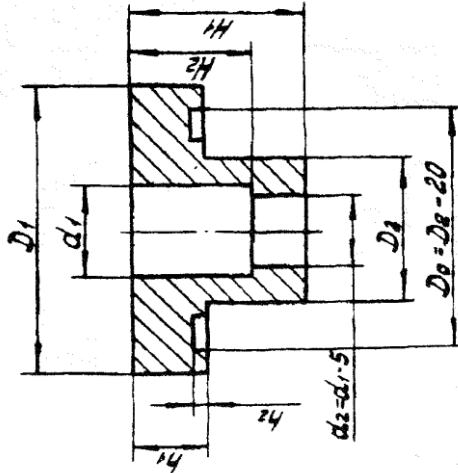
Деталь № 7



1. $H\ 12, h\ 12, \pm IT\ 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6
	D	d_1	d_2	H	h_1	h_2
Розміри, мм						
1	70	65	10	70	0	5
2	80	70	25	75	5	10
3	90	75	30	80	10	15
4	100	80	40	85	15	20
5	120	90	50	90	20	30
6	150	100	60	100	25	40

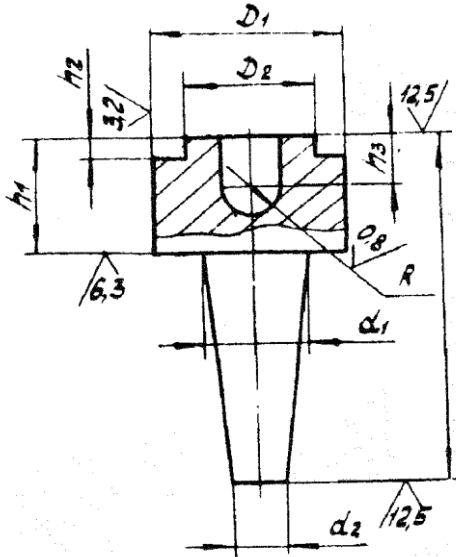
Деталь № 8



1. $H\ 12, h\ 12, \pm IT\ 12/2$
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8
	D_1	D_0	D_2	d_1	H_1	H_2	h_1	h_2
Розміри, мм								
1	130	40	60	25	45	20	15	0
2	140	60	70	30	50	25	20	5
3	150	80	75	35	60	35	25	8
4	160	110	80	40	80	37	30	10
5	180	115	90	45	90	39	35	11
6	300	120	100	50	100	40	40	12

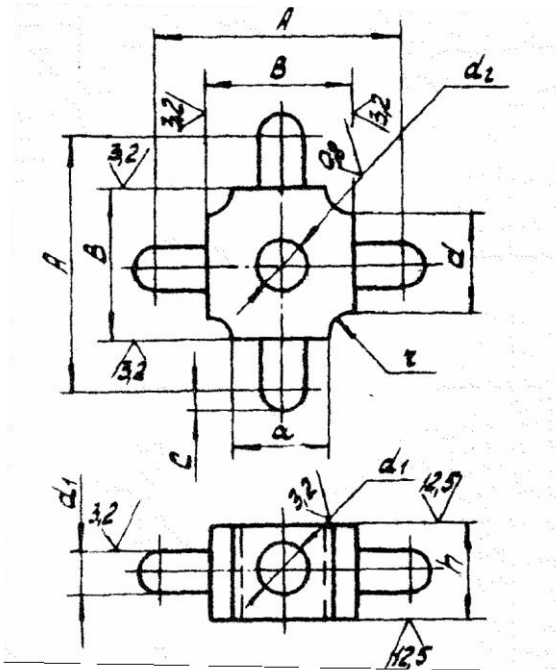
Продовження додатку А
Деталь № 9



1. Н 12, h 12, $\pm IT 12/2$
2. Незначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	D_1	D_2	d_1	d_2	H	h_1	h_2	h_3	R
	Розміри, мм								
1	40	35	10	5	80	20	5	0	5
2	45	40	14	8	90	30	10	5	10
3	50	45	18	10	100	40	12	8	12
4	55	50	20	14	120	50	13	10	13
5	60	60	25	18	140	60	14	13	14
6	80	70	30	20	175	75	15	15	15

Продовження додатку А
Деталь № 10



1. Н 12, h 12, ±IT 12/2
2. Незазначені радіуси закруглень – 2 мм

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8
	A	B	a	d ₁	d ₂	c	h	r
Розміри, мм								
1	100	45	35	5	8	1	30	2
2	110	50	36	10	10	2	35	3
3	120	60	37	15	12	3	40	4
4	130	70	39	20	18	4	45	5
5	140	80	40	25	25	5	50	8
6	150	90	43	30	30	6	60	10

Приклади заповнення основних написів на кресленні

а) перший лист складального креслення

					КПГШ.17.06.200.00.00 СК			
№м. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Штамп обрізний Складальне креслення	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.	Прізвище				Н	252	1:2	
Проб.	Прізвище				Лист	Листов 1		
Т контр.					ЦНТУ зр. ПМЮТ)-17			
Н контр.				Копіював			Формат А1	
Чтб.								

б) другий лист складального креслення

					КПГШ.17.06.200.00.00 СК		Лист
№м. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
				Копіював			Формат А4

в) робоче креслення

					КПГШ.17.06.200.00.01			
№м. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Матриця	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.	Прізвище				Н	11,5	1:1	
Проб.	Прізвище				Лист	Листов 1		
Т контр.					ЦНТУ зр. ПМЮТ)-17			
Н контр.				Сталь Х12М ГОСТ 5950-73			Формат А2	
Чтб.				Копіював				

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>							
А				КПГШ.17.06.200.00.00 СК	Складальне креслення		
<i>Деталі</i>							
Б		1		КПГШ.17.06.200.00.01	Матриця	1	
		2		КПГШ.17.06.200.00.02	Плита верхня	1	
		3		КПГШ.17.06.200.00.03	Колонка напрямна	2	
		4		КПГШ.17.06.200.00.04	Хвостовик	1	
		5		КПГШ.17.06.200.00.05	Плитка підкладна	1	
		6		КПГШ.17.06.200.00.06	Колодка затискна	1	
		7		КПГШ.17.06.200.00.07	Втулка напрямна	2	
		8		КПГШ.17.06.200.00.08	Плита нижня	1	
		9		КПГШ.17.06.200.00.10	Пуансон	1	
		10		КПГШ.17.06.200.00.01	Колодка затискна	1	
<i>Стандартні вироби</i>							
						Болти ГОСТ 7798-70	
		14			M16×70	4	
		15			M20×170	2	
				КПГШ.17.06.200.00.00			
Ізв. Лист		№ докум.		Подп.		Вітка	
Разроб.		Прізвище					
Прод.		Прізвище					
Н.контр.							
Утв.							
Штамн обрізний						Лист 1	
<i>Копія</i>						ЦНТУ зр. ПМ(ОТ)-17	
<i>Фотомат</i>						A4	

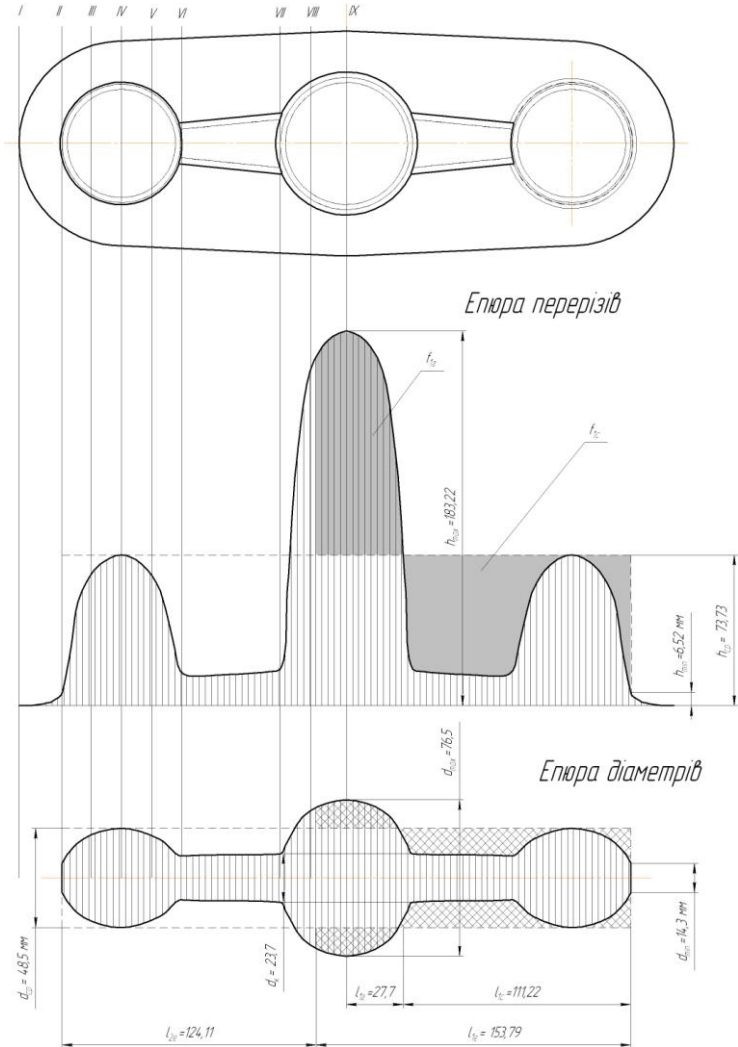
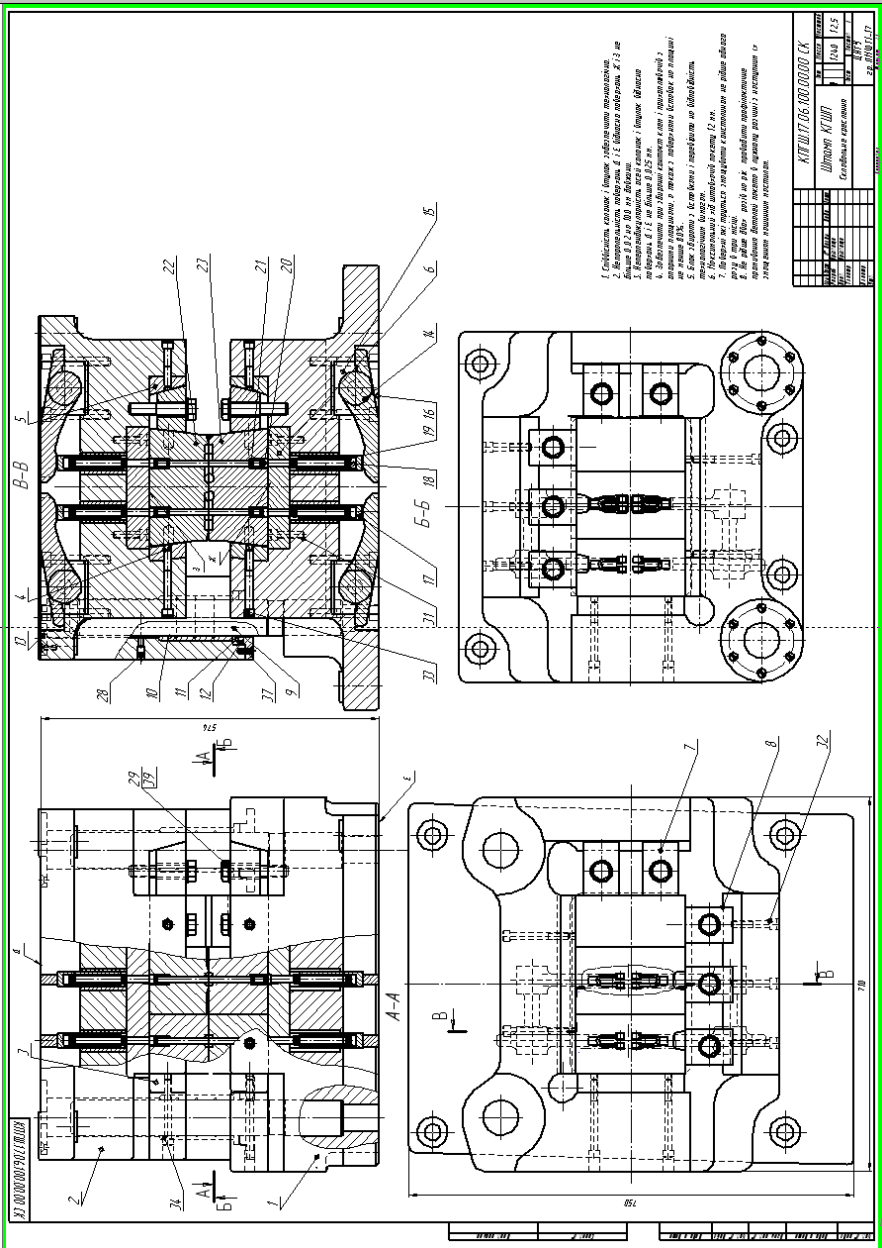


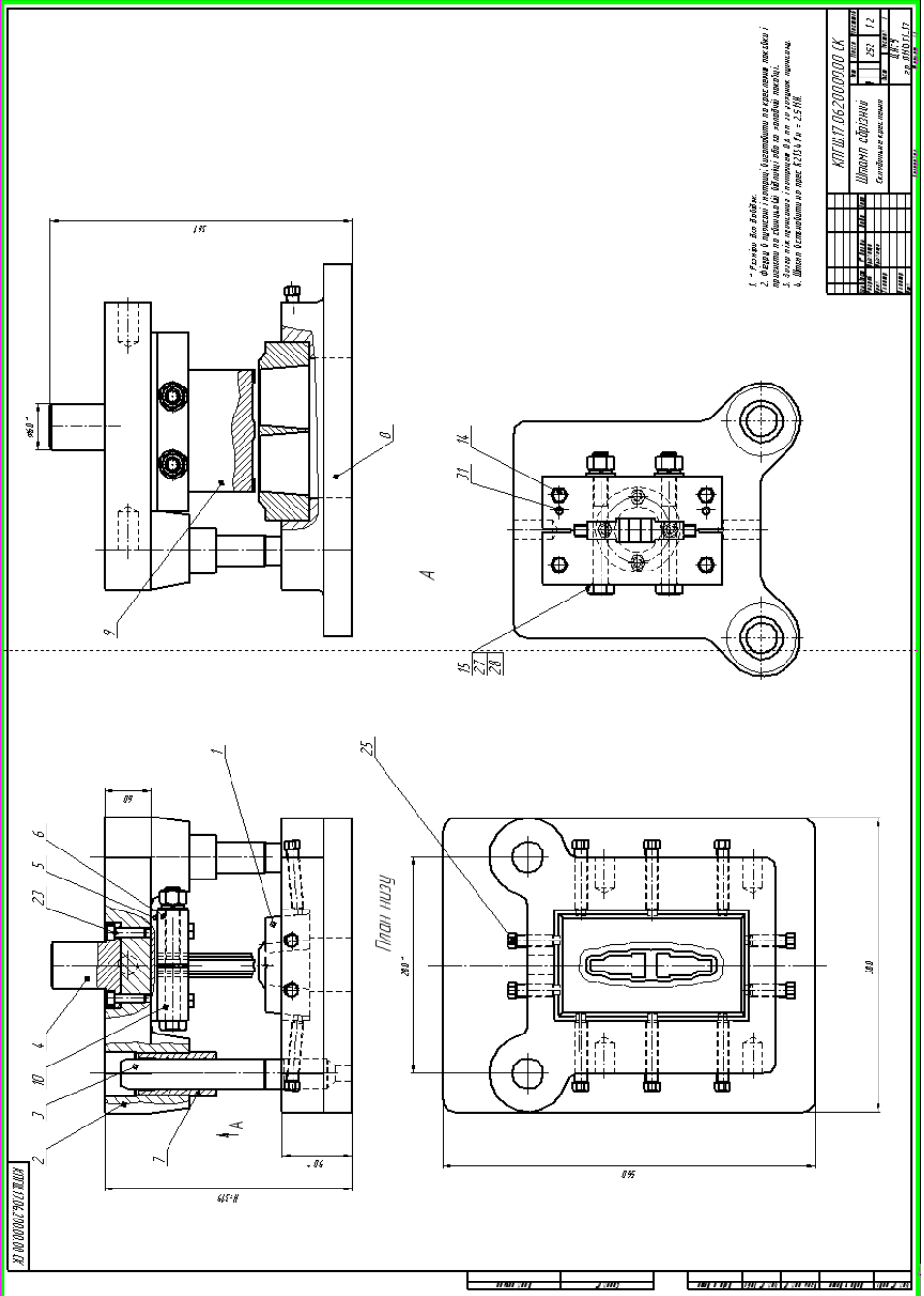
Рисунок Г1 – Приклад побудови розрахункової заготовки в середовищі КОМПАС-ГРАФІК-2D

Продовження додатку Е



Контурний номер		Контурний номер	
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100
101	102	103	104
105	106	107	108
109	110	111	112
113	114	115	116
117	118	119	120
121	122	123	124
125	126	127	128
129	130	131	132
133	134	135	136
137	138	139	140
141	142	143	144
145	146	147	148
149	150	151	152
153	154	155	156
157	158	159	160
161	162	163	164
165	166	167	168
169	170	171	172
173	174	175	176
177	178	179	180
181	182	183	184
185	186	187	188
189	190	191	192
193	194	195	196
197	198	199	200
201	202	203	204
205	206	207	208
209	210	211	212
213	214	215	216
217	218	219	220
221	222	223	224
225	226	227	228
229	230	231	232
233	234	235	236
237	238	239	240
241	242	243	244
245	246	247	248
249	250	251	252
253	254	255	256
257	258	259	260
261	262	263	264
265	266	267	268
269	270	271	272
273	274	275	276
277	278	279	280
281	282	283	284
285	286	287	288
289	290	291	292
293	294	295	296
297	298	299	300
301	302	303	304
305	306	307	308
309	310	311	312
313	314	315	316
317	318	319	320
321	322	323	324
325	326	327	328
329	330	331	332
333	334	335	336
337	338	339	340
341	342	343	344
345	346	347	348
349	350	351	352
353	354	355	356
357	358	359	360
361	362	363	364
365	366	367	368
369	370	371	372
373	374	375	376
377	378	379	380
381	382	383	384
385	386	387	388
389	390	391	392
393	394	395	396
397	398	399	400
401	402	403	404
405	406	407	408
409	410	411	412
413	414	415	416
417	418	419	420
421	422	423	424
425	426	427	428
429	430	431	432
433	434	435	436
437	438	439	440
441	442	443	444
445	446	447	448
449	450	451	452
453	454	455	456
457	458	459	460
461	462	463	464
465	466	467	468
469	470	471	472
473	474	475	476
477	478	479	480
481	482	483	484
485	486	487	488
489	490	491	492
493	494	495	496
497	498	499	500

Продовження додатку Е



1. Фланец; 2. Шпindel; 3. Шпindel; 4. Шпindel; 5. Шпindel; 6. Шпindel; 7. Шпindel; 8. Шпindel; 9. Шпindel; 10. Шпindel; 11. Шпindel; 12. Шпindel; 13. Шпindel; 14. Шпindel; 15. Шпindel; 16. Шпindel.

Котловий агрегат		Котловий агрегат	
№	Котловий агрегат	№	Котловий агрегат
1	Котловий агрегат	2	Котловий агрегат
3	Котловий агрегат	4	Котловий агрегат
5	Котловий агрегат	6	Котловий агрегат
7	Котловий агрегат	8	Котловий агрегат
9	Котловий агрегат	10	Котловий агрегат
11	Котловий агрегат	12	Котловий агрегат
13	Котловий агрегат	14	Котловий агрегат
15	Котловий агрегат	16	Котловий агрегат
17	Котловий агрегат	18	Котловий агрегат
19	Котловий агрегат	20	Котловий агрегат
21	Котловий агрегат	22	Котловий агрегат
23	Котловий агрегат	24	Котловий агрегат
25	Котловий агрегат	26	Котловий агрегат
27	Котловий агрегат	28	Котловий агрегат
29	Котловий агрегат	30	Котловий агрегат
31	Котловий агрегат	32	Котловий агрегат
33	Котловий агрегат	34	Котловий агрегат
35	Котловий агрегат	36	Котловий агрегат
37	Котловий агрегат	38	Котловий агрегат
39	Котловий агрегат	40	Котловий агрегат
41	Котловий агрегат	42	Котловий агрегат
43	Котловий агрегат	44	Котловий агрегат
45	Котловий агрегат	46	Котловий агрегат
47	Котловий агрегат	48	Котловий агрегат
49	Котловий агрегат	50	Котловий агрегат
51	Котловий агрегат	52	Котловий агрегат
53	Котловий агрегат	54	Котловий агрегат
55	Котловий агрегат	56	Котловий агрегат
57	Котловий агрегат	58	Котловий агрегат
59	Котловий агрегат	60	Котловий агрегат
61	Котловий агрегат	62	Котловий агрегат
63	Котловий агрегат	64	Котловий агрегат
65	Котловий агрегат	66	Котловий агрегат
67	Котловий агрегат	68	Котловий агрегат
69	Котловий агрегат	70	Котловий агрегат
71	Котловий агрегат	72	Котловий агрегат
73	Котловий агрегат	74	Котловий агрегат
75	Котловий агрегат	76	Котловий агрегат
77	Котловий агрегат	78	Котловий агрегат
79	Котловий агрегат	80	Котловий агрегат
81	Котловий агрегат	82	Котловий агрегат
83	Котловий агрегат	84	Котловий агрегат
85	Котловий агрегат	86	Котловий агрегат
87	Котловий агрегат	88	Котловий агрегат
89	Котловий агрегат	90	Котловий агрегат
91	Котловий агрегат	92	Котловий агрегат
93	Котловий агрегат	94	Котловий агрегат
95	Котловий агрегат	96	Котловий агрегат
97	Котловий агрегат	98	Котловий агрегат
99	Котловий агрегат	100	Котловий агрегат

Котловий агрегат

Площ. НУЗУ

ЛІТЕРАТУРА

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 объёмная штамповка. – М.: Машиностроение, 1986. – 592 с.
3. ГОСТ 7505-74. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
4. Брюханов А. Н. Ковка и объёмная штамповка. – М.: Машиностроение, 1975. – 408 с.
5. Ковка и объёмная штамповка стали. Справочник в 2 т. / Под ред. Сторожева М. В. – Т. 1. – М.: Машиностроение, 1967. – 435 с.
6. Ковка и объёмная штамповка стали. Справочник в 2 т. / Под ред. Сторожева М. В. – Т. 2. – М.: Машиностроение, 1968. – 448 с.
7. Технологический справочник по ковке и объёмной штамповке / Под ред. Сторожева М. В. – М.: Машгиз, 1959. – 966 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени на горячую штамповку. Массовое, крупносерийное, серийное и мелкосерийное производство. – М.: НИИ труда, 1981. – 136 с.
9. ГОСТ 3.1403-74. Правила оформления документов на ковку и штамповку.
10. Атрошенко А. П., Салов С. Н., Хесин С. М. Современные штампы для обрезки облоя. – М. – Л.: Машиностроение, 1966. – 200 с.
11. Бабенко В. А., Бойцов В. В., Волик Ю. П. Объёмная штамповка // Атлас схем и типовых конструкций штампов. – М.: Машиностроение, 1982. – 104 с.
12. Вербицкий Е. И., Добровольский И. Г. Курсовое проектирование по горячей штамповке. – Минск: Вышейш. шк., 1978 – 208 с.
13. Тетерин Г. П., Полухин П. И. Основы оптимизации и автоматизации проектирования технологических процессов горячей объёмной штамповки. – М.: Машиностроение, 1979. – 284 с.
14. ГОСТ 15830-84. ГОСТ 18970-84. Обработка металлов давлением. Термины и определения.
15. ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеро-

дистой и легированной стали. Технические условия.

16. 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. – 36 с.

ЗМІСТ

1. Тематика та зміст практичних занять	3
2. Тематика та зміст курсового проекту	3
3. Розробка технологічного процесу штампування	4
4. Конструювання штампів	14
5. Додатки	20
6. Література	38