

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**НТУУ  
"КИЇВСЬКИЙ  
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ"**



**МЕХАНІКО-  
МАШИНОБУДІВНИЙ  
ІНСТИТУТ**



**КАФЕДРА  
ТЕХНОЛОГІЇ  
МАШИНО-  
БУДУВАННЯ**

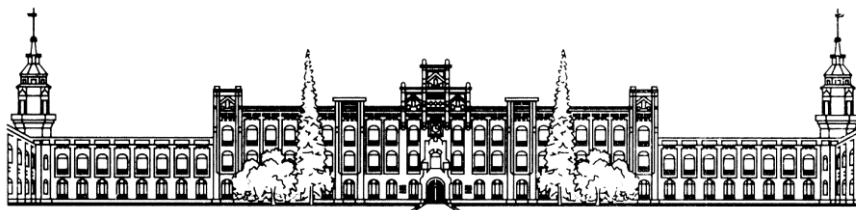


**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ  
З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК»**

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КРЕСЛЕННЯ  
ШТАМПОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ**

**ЧАСТИНА II  
(ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ)**

**НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
2017**



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО "**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З  
ДИСЦИПЛІНИ "ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО ЗАГОТОВОК"**

Для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка».

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КРЕСЛЕННЯ  
ШТАМПОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ**

Затверджено методичною радою ММІ НТУУ „КПІ”

**НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»**

**2017**

Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів 131. «Прикладна механіка». для студентів 131. «Прикладна механіка». Розробка креслення та технології виготовлення штампованої заготовки. (Частина II, довідковий матеріал). Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М. к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ», 2017. - 81ст. Затверджено Методичною радою НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». [Електронний ресурс].

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Проектування та виробництво штампованих заготовок.  
(Частина II).

Укладачі: Добрянський Станіслав Спиридонович,  
канд. техн. наук, доцент;  
Малафєєв Юрій Михайлович,  
канд. техн. наук, доцент;

Відповідальний редактор: Ю.В. Петраков, д-р техн. наук, професор

Рецензенти: В.А. Ковальов, канд. техн. наук, доцент  
В.П. Котляров, д-р техн. наук, професор

Важливе місце у вирішенні задач економічного та соціального розвитку України відводиться машинобудуванню.

У цій галузі одним з найбільш економічних та продуктивних методів формування деталей машин є обробка металів тиском. У результаті обробки тиском поліпшуються механічні властивості металу, тому відповідальні деталі машин виготовляють переважно куванням або штампуванням.

Для скорішого вирішення проблем машинобудування необхідно значно підвищити питому вагу обробки металів тиском, широко застосувати в машинобудуванні об'ємне штампування, прискорити розвиток виробництва ковальсько-штампувального обладнання для виготовлення точних поковок.

## 1.МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Розробка технології виготовлення та креслення ковальної або штампованої заготовки – робота, яку студенти виконують самостійно або на практичних заняттях паралельно з слуханням курсу лекцій. Робота є вирішенням комплексної задачі – розробки схеми технологічного процесу виготовлення поковки і складання її креслення.

### **Основна мета роботи:**

Закріпити теоретичні знання, набуті при вивченні дисципліни; навчити студентів застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних задач;

набути навичок самостійного вирішення інженерних задач при виборі оптимального технологічного процесу, визначенні вартості заготовки, розробці схеми технологічного процесу, виборі необхідного обладнання, складанні креслення кованої або штампованої заготовки;

прищепити студентів навички роботи з довідниками, в тому числі з Єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД), Єдиною системою технологічної документації (ЄСТД) та єдиною системою технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), а також з спеціальною літературою;

підготувати студента до виконання окремих розділів курсового проекту з технології машинобудування і дипломного проекту:

надати студентів можливість виявити свої творчі здібності в конструкторській, технологічній та науково-дослідній роботі.

### **Основні завдання роботи:**

на базі вихідних даних призначити найбільш підходящий метод і спосіб виготовлення заготовки (при цьому в першу чергу враховують матеріал і масу деталі, її конфігурацію і програму випуску);

економічно обґрунтувати правильність виробу заготовки за укрупненими показниками;

розробити схему технологічного процесу;

підібрати ковальсько-штампувальне обладнання та оснастку;

розробити ескіз штампа та умови штампування;

розробити креслення штампованої заготовки та технічні вимоги до її виготовлення;

контроль якості штампованої заготовки.

Розрахунково-графічна робота або її частина можуть бути науково-дослідною роботою, яка виконується за госпдоговірною або держбюджетною тематикою кафедри, бути частиною комплексної роботи, яку виконує студентське навчально-науково-виробниче об'єднання (СННВО) і т.п.. У цьому випадку обсяг та зміст роботи додатково узгоджуються з викладачем.

## 2. ТЕМАТИКА ТА ОБСЯГ РОБОТИ

Тема другої частини розрахунково-графічної роботи (або другої контрольної роботи для студентів заочної форми навчання) - розробка технології виготовлення та креслення штампованої заготовки... (найменування та шифр деталі).

Завдання на розрахунково-графічну роботу оформляється на бланку для курсових робіт і включає:

креслення деталі, матеріал, масу і технічні умови (ТУ) на її виготовлення;

річну програму випуску в штуках, групу серійності або тип виробництва;

рекомендовані методичні вказівки, літературу, довідники, стандарти, прейскуранти, каталоги і т.п.;

конкретний зміст пояснювальної записки та графічної частини;

етапи та строки виконання роботи та її захисту.

Друга частина розрахунково-графічної роботи включає пояснювальну записку обсягом 15-25 сторінок, креслення деталі, ескізи штамів або заготовки по переходах та креслення заготовки. Конкретний зміст графічної документації визначається керівником і указується в завданні.

### **Склад пояснювальної записки:**

титульний аркуш;

зміст;

вступ, у якому необхідно коротко викласти завдання, які стоять перед машинобудуванням і обробкою тиском, зокрема :

опис призначення та конструктивних особливостей виготовлюваної деталі, хімічного складу і фізико-механічних властивостей її матеріалу;

обґрунтування вибраного методу і способу виготовлення заготовки, визначення її складності і типу виробництва;

визначення вартості виготовлення заготовки та економічне обґрунтування прийнятого способу штампування в порівнянні з іншими способами (при цьому відносна вартість механічної обробки визначається за узгодженням з керівником роботи);

розробка схеми технологічного процесу з складанням ескізів штампа або заготовок по переходах, підбір обладнання та оснастки;

розробка креслення штампованої заготовки та ТУ на її виготовлення і контроль;

контроль якості штампованої заготовки з указанням застосовуваних методів і засобів контролю;

заходи по охороні праці при виготовленні штампованих заготовок;

висновок, у якому коротко підбивають підсумок по виконаній роботі і одержаних результатах;

список використаної літератури.

### 3. ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗАХИСТ РОБОТИ

Графічна частина роботи виконується у відповідності до вимог ЄСКД олівцем або тушшю на ватматі формату А2 розміром 420x594 мм, або на аркушах інших форматів переважно в масштабі 1:1.

Основні написи виконують за ГОСТ 2.104-68.

Пояснювальна записка повинна бути розбірливо написана темними чорнилами або кульковою ручкою на аркушах формату А4 з одного боку. Поля обмежені рамкою: зліва - 35, справа - 10, знизу і зверху - по 20 мм.

Усі формули повинні бути написані стандартним шрифтом. Усі символи необхідно розшифрувати і указати джерела, звідки взяті ці залежності або числові значення параметрів.

Посилання на використані джерела є обов'язкові, і в них необхідно вказати порядковий номер джерела у списку літератури, сторінку і номер таблиці. Наприклад: /4, с.7, табл. 3/.

Пояснювальна записка повинна включати матеріали, указані в розділі 2, формули і необхідні розрахунки, допоміжні графічні матеріали до розрахунків і пояснень, ескізи для розрахунку маси вихідної заготовки та поковки, креслення деталі та поковки.

Технічні характеристики вибраного обладнання оформляють у вигляді таблиць, в яких указують параметр, його розмірність та числове значення.

У списку літератури наводять: прізвище автора (ів), його (їх) ініціали, назву книжки, місце видання, видавництво, рік видання і кількість сторінок.

Виконана у повному обсязі друга частина курсової роботи (друга контрольна робота для студентів-заочників) підписується студентом та керівником і комплектується у вигляді пояснювальної записки.

Послідовність комплектування пояснювальної записки (формат А4):  
Титульний аркуш, оформлений згідно з дод. 1.

2. Завдання на курсову роботу.

3. Зміст.

4. Вступ.

5. Призначення та конструктивні особливості деталі.

6. Вибір та обґрунтування способу виготовлення поковки.

7. Економічне обґрунтування вибору заготовки.

8. Розробка схеми технологічного процесу виготовлення штампованої заготовки.

9. Вибір обладнання та оснастки.

10. Розробка креслення штампованої заготовки та ТУ на її виготовлення і контроль.



11. Контроль якості шампованої заготовки.
12. Охорона праці.
13. Висновки.
14. Список літератури.
15. Додатки (креслення деталі, ескізи штампів або заготовок за переходами).

Повністю оформлену другу частину роботи у вигляді пояснювальної записки з додатками студент укладає в папку (на ній послідовно указують: Міністерство освіти і науки України; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"; Кафедра технології машинобудування; Розрахунково-графічна робота з дисципліни "Проектування та виробництво заготовок". Частина 2. Розробка технології виготовлення та креслення штампованої заготовки; Виконав студент гр. ...(підпис), /Прізвище та ініціали/; Прийняв (дата) з оцінкою "..." (підпис), /Прізвище та ініціали/; Київ - 1998).

Студент захищає другу частину розрахунково-графічної роботи перед викладачем не пізніше 25 травня в присутності інших студентів. Захист складається з короткої доповіді студента (3-5 хв.), в якій він викладає зміст виконаної роботи, а після відповідає на запитання.

Друга частина розрахунково-графічної курсової роботи оцінюється за чотирьохбальною системою і виводиться загальна оцінка курсової роботи. Контрольна робота студентів-заочників оцінюється за системою "зараховано" - "не зараховано".

Студенти, які не здали розрахунково-графічну роботу, до складання заліку з дисципліни "Проектування та виробництво заготовок" не допускаються.

## 4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДРУГОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

### 4.1. Призначення та конструктивні особливості деталі

На основі креслення деталі та ТУ на її виготовлення описують її призначення (на розсуд студента) і технологічні особливості. Особливу увагу звертають на конфігурацію деталі, точність і шорсткість її поверхонь, можливість максимального наближення форми заготовки до форми деталі при різних методах і способах виготовлення заготовки. Використовуючи стандарти на матеріали (див. /1/, дод.2, /3/), визначають хімічний склад та фізико-механічні властивості матеріалу деталі і складають відповідну таблицю . Визначають необхідність, можливість та доцільність заміни матеріалу деталі на інший , більш підхожий за фізико-механічними, технологічними та іншими властивостями. За дод.3 визначають групу серійності (тип виробництва).

Більш детально ці питання висвітлені в /1, с.126-131; 2, с.162-173; 10, с.5-8, 34, 124-126/.

### 4.2. Вибір та обґрунтування способу виготовлення заготовки

У машинобудуванні поряд з литтям та зварюванням для виготовлення заготовок широко застосовується обробка металів тиском. Однак цей метод має ряд способів, вибір яких залежить від маси деталі, її матеріалу і конфігурації, програми випуску і т.п. Особливо широко при виготовленні заготовок застосовують кування та об'ємне штампування /12/.

Вільним куванням виготовляють поковки простої конфігурації масою від 150 г до 250 т. Дрібні та середні поковки випускають тільки в малосерійному виробництві, а великі - в усіх типах виробництва. При

виготовленні дрібних і середніх поковок для підвищення продуктивності праці використовують підкладні штампи (рентабельна партія 50-200 шт.).

Поковки масою понад 70 кг виготовляють на кувальних гідравлічних пресах, масою 8...700 кг - на пароповітряних молотах, дрібні поковки - на пневматичних та ресорно-пружинних молотах.

У порівнянні з куванням гаряче об'ємне штампування має такі переваги:

поковки, які виготовлені штампуванням, мають більш складну форму і кращу якість поверхонь; шорсткість поверхонь  $Ra = 20...5$  мкм, а при застосуванні холодного калібрування  $Ra = 2.5...0.4$  мкм;

точність штампованих заготовок значно вища, а припуски на механічну обробку значно нижчі (в 2-3 рази), ніж у кованих;

значно підвищується продуктивність праці (десятки і сотні поковок за годину);

за рахунок наявності в конструкції штампів виштовхувачів, штампувальні уклони значно менші, ніж при куванні.

Однак маса штампованих заготовок обмежена, оскільки для гарячого штампування потрібні більші зусилля деформації, ніж для кування; інструмент (штамп) є більш складним і дорогим, ніж універсальний інструмент для кування.

Гаряче об'ємне штампування буває різних видів у залежності від типів штампів, обладнання, вихідної заготовки, способу установки заготовки в штампі тощо. Розглянемо тільки фактори, які визначають конфігурацію поковки та точність її виготовлення, тобто впливають на типи штампів та обладнання.

У залежності від обладнання розрізняють такі види об'ємного штампування: на штампувальних пароповітряних молотах подвійної дії; кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП); горизонтально-кувальних машинах (ГКМ); гідравлічних пресах; високошвидкісних

молотах і на спеціальних машинах (кувальних вальцях, горизонтально-згинальних машинах-бульдозерах, ротаційно-обтискних і радіально-обтискних машинах, електровисаджувальних машинах, розкочувальних машинах).

Для виготовлення одних і тих же заготовок застосовують різне обладнання, при цьому можна значно змінити конфігурацію поковки, розміри припусків і допусків, напуски і точність виготовлення.

У залежності від типу штампа штампування розділяють на такі види: у відкритих штампах; у закритих штампах; у штампах для видавлювання (найбільш прогресивне). Вибір типу штампа визначається конфігурацією і складністю деталі, її масою та матеріалом, характером виробництва /12/.

Гаряче штампування у відкритих штампах (облойне) застосовують на пароповітряних молотах простої та подвійної дії, безшаботних молотах, кривошипних і фрикційних пресах.

Штампуванням у закритих штампах (безоблойним) звичайно виготовляють поковки, які мають форму тіл обертання або близьку до них. Можливе виготовлення і складних поковок. У цьому випадку поковки одержують із заготовок, які відковують у спеціальних штампах.

Штампуванням на ГKM одержують поковки типу стержнів з потовщенням, кілець, втулок гладких та з одним або двома буртиками, поковки з глухою порожниною, поковки типу стержнів з потовщенням та глухою порожниною, поковки з глибокими порожнинами і наскрізними отворами, поковки з труб. Маса поковок 0.1...100 кг, максимальний діаметр заготовки - 315 мм. Штампування виконують, як правило, з круглого прокату підвищеної точності, труб і значно рідше з штучних заготовок. Перевага штампування на ГKM - висока продуктивність (до 400 поковок за годину) та економне використання металу.

У тих випадках, коли поковку неможливо виготовити на ГКМ, необхідно проектувати штампування на кривошипних пресах. На пресах штамнують заготовки масою до 200 кг типу плоских поковок (штамують в торець), шестерень, хрестовин з круглою маточиною, круглих і квадратних фланців з маточинами, ступінчастих валів, валів- шестерень, важелів, шатунів, поворотних кулаків тощо.

Штампування на кривошипних пресах у 2-3 рази продуктивніше, припуски і допуски на 20...35% менші в порівнянні з штампуванням на молотах, витрата металу на поковки знижується на 10-15%.

Штампування на молотах в основному застосовують у середьсерійному та великосерійному виробництвах поковок масою 0.1...1000 кг. Штампування на КГШП найбільш доцільне у великосерійному та масовому виробництвах деталей складної форми масою до декількох сотень кілограмів.

При оцінці ефективності гарячого об'ємного штампування слід урахувати вартість штампувальної оснастки (її доля в залежності від типу виробництва складає 10...60% від вартості поковки).

Гідравлічні преси забезпечують неударний характер роботи, однак вони значно тихохідніші, дорожчі і менш продуктивні, ніж штампувальні молоти. Тому їх застосовують тільки там, де неможливо використати молоти: при штампуванні великих заготовок; малопластичних сплавів, які не допускають великих швидкостей деформування; при різних видах штампування видавлюванням, де потрібний великий хід робочого інструмента; для штампування поковок циліндричної форми типу втулок, стаканів і дуже складних форм у рознімних матрицях.

Штампування на горизонтально-згинальних машинах застосовують для одержання заготовок з сортового круглого або штабового матеріалу великих габаритів.

Докладніше ці питання висвітлені в / 1, с.134-160; 2, с.162-172; 3, с.134-145; 4, с.41-47; 9; 10, с.68-115; 11, с.144-230; 12, с.59-64/; дод.2 та 5.

На основі викладеного необхідно вибрати спосіб виготовлення поковки, при цьому враховують ступінь її складності згідно з ГОСТ 7505-89.

#### 4.3. Економічне обґрунтування вибору заготовки

Для правильного вибору способу виготовлення заготовки необхідно визначити собівартість готової деталі з урахуванням механічної обробки заготовки. Якщо технологічний процес механічної обробки різанням не змінюється, то порівнюють тільки собівартість виготовлення заготовок, у іншому разі - в кожному конкретному випадку питання вирішується з викладачем.

Вартість виготовлення поковки необхідно визначити за Прейскурантом № 25-01 , 1991 р./8/. Методика визначення відпускної ціни на поковки за /8/ у скороченому вигляді викладена в дод.4. Результати розрахунків за цією методикою необхідно навести в пояснювальній записці до курсової роботи.

Іноді для визначення вартості поковок застосовують спеціальні таблиці /1, табл.3.20/ або методику, викладену в /1, с.179-187; 6; 7/.

#### 4.4. Розробка схеми технологічного процесу виготовлення штампованої заготовки

Обробка металів тиском виконується у відповідності з розробленим технологічним процесом. Приблизний зміст етапів розробки технологічного процесу такий /12, 14/:

технічне та економічне співставлення можливих варіантів кування і штампування і орієнтовний вибір способу штампування (підрозд. 4.2 і 4.3); складання креслення штампованої заготовки за кресленням деталі з урахуванням відповідних технічних умов;

призначення величини необхідного уковування;  
визначення об'єму і маси вихідної заготовки за кресленням поковки з урахуванням відходів металу при виготовленні штампованої заготовки;  
визначення виду, кількості та послідовності ковальських операцій для виготовлення штампованої заготовки, а також вибір або конструювання відповідного інструменту;  
розробка теплового режиму нагрівання, підігрівання заготовки і охолодження поковки;  
призначення типів і розмірів обладнання;  
коректування креслення поковки і технічних вимог до неї;  
розробка заходів по контролю якості заготовки;  
визначення вартості виробництва заготовок;  
охорона праці.

Перед тим, як приступати до розробки технологічного процесу, необхідно установити, яким способом буде виготовлена заготовка. У багатьох випадках це питання вирішується без будь-яких розрахунків. Якщо маса і габарити заготовок перевищують допустимі для штампування, то кування неминуче. При меншій масі поковок вирішальним фактором є серійність виробництва (задана програма або величина заказу на поковки), причому, якщо серійність обчислюється багатьма сотнями виробів, то може бути застосоване штампування, а якщо десятками - то кування або кування з частковим підштампуванням. Додатковим фактором є конфігурація поковки, складність якої ураховується при уточненні прийнятого способу виготовлення.

Приступаючи до розробки технологічного процесу, в першу чергу вибирають спосіб штампування (з облоєм або без нього) в залежності від наявного обладнання, серійності виробництва, форми, розмірів і точності виготовлення деталі та інших умов /16/.

Креслення холодної поковки, за яким вона приймається контролером ВТК, складають за кресленням деталі у відповідності з ГОСТ 7505-89 та ГОСТ 3.1126-88. Креслення гарячої поковки, яке є основою для проектування і виготовлення чистового рівчака штампа, складають з урахуванням теплового розширення металу.

При складанні креслення поковки у відповідності з ГОСТ 7505-89 визначають ступінь складності поковки, установлюють клас точності її виготовлення, ураховують групу сталі і конфігурацію поверхні рознімання штампа, відносячи її до плоскої або зігнутої, визначають значення вихідного індексу. При цьому прагнуть до раціонального розміщення волокон у поковці у відповідності з механічними властивостями і умовами роботи деталі.

Призначають припуски на механічну обробку з урахуванням вихідного індексу, характеру і розмірів елементів поковки, шорсткості поверхонь деталі. Визначають допуски на розміри поковки, а також вихідну (чорнову) базу для обробки різанням. За чорнові бази приймають поверхні поковки, котрі визначають положення поковки відносно різального інструменту на перших операціях механічної обробки.

Визначивши лінію рознімання, виходячи з умови доброго заповнення чистового рівчака штампа і вільного виймання поковки з нього, призначають штампувальні уклони і радіуси заокруглень усіх поверхонь поковки, що перетинаються. Ці радіуси полегшують течію металу при штампуванні, сприяють плавному розміщенню волокон у поковці, запобігають утворенню заковів і складок. Такі ж радіуси в рівчаках штампа зменшують концентрацію напруг і захищають штампи від передчасного руйнування.

У поковок для деталей з отворами визначають розміри перемичок під пробивання. Після цього знаходять об'єм і масу поковки. Об'єм поковки



складної форми підраховують як суму елементарних об'ємів простої форми, з яких вона складається.

Креслення поковки оформляють з указанням у технічних вимогах групи поковки за ГОСТ 8479-70: ступеня складності, класу точності, групи сталі і вихідного індексу за ГОСТ 7505-89; штампувальних уклонів, радіусів заокруглень, допустимих відхилень розмірів і форми, твердості, термічної обробки, місць клеймування тощо.

Після цього вибирають найбільш доцільний варіант переходів штампуння /9, 14, 15/, визначають вид, масу і розміри вихідної заготовки (з урахуванням облою, кліщовини, перемичок тощо). За маркою матеріалу заготовки вибирають температурний інтервал гарячої обробки тиском - температуру початку і кінця штампуння /4, с.39-40; 10, с.37; 11, с.63-66; 15/.

У залежності від прийнятого способу нагрівання, марки сталі, розмірів заготовки, способу укладання в печі, призначають режим нагрівання - його швидкість, тривалість витримки при температурі кування, загальний час нагрівання заготовки.

Нарешті, в залежності від матеріалу, розмірів поковки та організації виробництва, вирішують питання, в якому стані (холодному або гарячому) буде обрізуватися облой і визначають потужність необхідного обладнання. Витрати часу на виготовлення поковки визначають за методикою, наведеною в /5, с.105-116/.

Докладніше ці питання висвітлені в /1, с.136-152; 4, с.37-40; 9; 10, с.37-52; 11, с.55-67; 14; 15/, а також у дод.2 і 5-10.

#### 4.5. Визначення маси і розмірів заготовки. Вибір обладнання

Маса вихідної заготовки  $G_{заг}$ , необхідна для одержання штампунної заготовки на молоті або пресі, визначається за формулою :

$$G_{заг} = G_{пок} + G_{обл} + G_{пер} + G_{уг} + G_{кл}$$

де  $G_{\text{пок}}$  - маса поковки;  $G_{\text{обл}}$  - маса облою;  $G_{\text{пер}}$  - маса перемички під пробивання отвору;  $G_{\text{вуг}}$  - маса відходу матеріалу на вигар;  $G_{\text{кл}}$  – маса відходу матеріалу на кліщовину. При виготовленні поковок осадкою в торець кліщовина відсутня.

Масу облою орієнтовно визначають за формулою :

$$G_{\text{обл}} = (0,5...0,8)\gamma F_{\text{обл}} L$$

Де  $\gamma$  - густина металу;  $F_{\text{обл}}$  - площа поперечного перерізу канавки для облою;  $L$  - довжина периметра поковки по лінії рознімання штампа.

Орієнтовно площу поперечного перерізу канавки для облою  $F_{\text{обл}}$  в залежності від маси поковки визначають за /13/:

$G_{\text{пок}}, \text{кг}$	До 0,5	0,5...1,5	1,5...5	5...12	12...25	25...40	40...100	Понад 100
$F_{\text{обл}}, \text{см}^2$	1,1	1,6	2,4	3,2	4,2	5,3	11,2	19,5

Маса відходу металу на вигар при нагріванні в полуменевій печі приймається 1,5-3 % від маси поковки з облоєм, перемичкою і кліщовиною, а при електронагріванні - 0.5...1.0 %.

Площа поперечного перерізу вихідної заготовки при штампуванні поперек осі (плазом) :

$$F_{\text{заг}} = k V_{\text{заг}} / L_{\text{пок}},$$

де  $k$  - коефіцієнт, який ураховує переміщення металу заготовки уздовж її осі;  $V_{\text{заг}}$  - об'єм заготовки без кліщовини.

Значення  $k$  приймають 1.02...1.05 при відсутності заготовчих рівчаків; 1,3 – при перетискному рівчаку; 1,05 - при формувальному рівчаку; 1.05...1.2 - при підкатному рівчаку; 1.05...1.1 - при згинальному рівчаку (  $L_{\text{пок}}$  в цьому випадку визначають за середньою лінією розгортки).

Якщо застосовують один протяжний рівчак без інших заготовчих рівчаків, за винятком згинального або формувального, то площу поперечного перерізу заготовки приймають рівною максимальній площі поперечного перерізу поковки з облоєм.

Довжина заготовки:  $L_{ЗАГ} = V_{ЗАГ} / F_{ЗАГ}$ .

Довжина кліщовини повинна бути не меншою 25 мм і дорівнювати 0.6...1.0 від діаметра або сторони квадрата заготовки. При штампуванні з кліщовиною до довжини заготовки додають довжину кліщового кінця.

При виготовленні поковок осадкою в торець відношення  $m$  довжини  $L_{ЗАГ}$  до діаметра  $d_{ЗАГ}$  ( або до сторони  $A$  квадратної заготовки) повинно складати :

$m = L_{ЗАГ} / d_{ЗАГ}$  (до 3), (найчастіше приймають 2.0...2.5).

Задавши значення  $m$ , знаходять діаметр заготовки  $d_{ЗАГ} = 1.08 (V_{ЗАГ} / m)^{1/3}$  та її довжину  $L_{ЗАГ} = 4 V_{ЗАГ} / \pi d_{ЗАГ}^2$  або сторону квадратної заготовки  $A = (V_{ЗАГ} / m)^{1/3}$  та її довжину  $L_{ЗАГ} = V_{ЗАГ} / A^2$ .

Масу  $G$  кг падаючих частин штампувальних молотів орієнтовно підраховують за формулою  $G = \alpha F$ , де  $\alpha = 5...6$  коефіцієнт для молотів подвійної дії, та  $\alpha=10$  - для молотів простої дії;  $F$   $см^2$  - площа проекції поковки з облоєм у плані.

Зусилля штампування на КГШП орієнтовно визначають за формулою  $P = k F$ , де  $P$  - зусилля штампування, кН;  $F$  - площа проекції штампованої заготовки з облоємним мостиком,  $см^2$ ;  $k$  - коефіцієнт, який ураховує складність поковки,  $k = 64...73$ .

При виготовленні поковок з облоєм маса падаючих частин молота подвійної дії в 1 т за ефективністю еквівалентна 10000 кН ( 1000 тс ) зусилля КГШП. При штампуванні на молотах і КГШП у закритих штампах масу падаючих частин молота або відповідно зусилля преса, які визначені за наведеною раніше методикою, зменшують на 20...25 %, тому що відсутня робота, що затрачується на деформацію облою.

Зусилля штампування на ГKM у залежності від найбільшого діаметра D поковки визначають:

Зусилля ГKM,кН	1	1600	2500	4000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	25000
D поковки, мм	40	55	70	100	135	155	175	195	225	255	272

Зусилля штампування на гвинтових фрикційних пресах визначають за формулою  $P = 10 \sigma_B F_n$ ;

де  $\sigma_B$  - границя міцності металу при температурі закінчення штампування, кГс/мм<sup>2</sup>;  $F_n$  - площа поковки в плані, мм<sup>2</sup>.

Від того, правильно чи неправильно вибрана потужність штампувального обладнання, залежить витрата енергії, продуктивність праці, якість поковок і стійкість штампів, тобто собівартість поковок.

Докладно ці питання висвітлені в / 9, с.11-18; 3, с.134; 4, с.54-55; 10, с.65,90,96,105-108; 11, с.68-116, 181-194; 15, 16, с.93-96 /, а також у дод. 2 і 5.

#### 4.6. Розробка креслення штампованої заготовки та технічних вимог до її виготовлення та контролю

Розробка креслення штампованої заготовки включає вибір положення площини (площин) рознімання штампів, призначення припусків, допусків, технологічних напусків, визначення штампувальних уклонів, радіусів заокруглень, конструювання отворів та їх позначень.

Штамповану заготовку рекомендується показувати на кресленні в масштабі 1:1. Для наочності в креслення поковки вписують тонкою штрихпунктирною лінією з двома точками (ГОСТ 3.1126-88) контур готової деталі. На кресленні поковки також указують вихідні (чорнові)

технологічні бази, які визначають положення заготовки на перших операціях обробки різанням.

Положення площини рознімання штампів позначається знаками х-----х і повинно забезпечувати максимальну точність поковки; мінімальний об'єм напусків, у тому числі за рахунок штампувальних уклонів; мінімальний відхід металу з облоєм; легке заповнення порожнин та мінімальну кількість переходів при штампуванні; максимальну простоту конструкції формотворного і обрізного інструменту; сприятливу мікроструктуру поковки, високу стійкість інструменту /9/.

Основними перевагами штампування в закритих штампах є зменшення розходу металу і сил деформування, скорочення кількості операцій, підвищення пластичності матеріалу, що штампується. Однак на долю закритих штампів припадає менше 10 % штампованих заготовок, що пояснюється рядом вимог до форми поковки, заготовки і переходів. Штампування в закритих штампах доцільне тільки в тих випадках, коли форма поковки, заготовки і переходів забезпечує заповнення в останню чергу частини ривчака, яка безпосередньо прилягає до поверхні рознімання штампів, і метал заготовки виходить до усієї площини рознімання одночасно. Тому лінію рознімання по зовнішній боковій поверхні установлюють біля верхньої або нижньої кромки так, щоб штампувальні уклони були направлені тільки в одну сторону.

Поковки з точними розмірами і якісною поверхнею одержують видавлюванням, для якого потрібна обмежена початкова швидкість деформації і повільна її зміна протягом робочого ходу. Проте високі тиски і низька стійкість інструменту обмежують застосування цього процесу.

Для штампувального обладнання з вертикальним рухом деформуючого інструменту (наприклад, молоти) відхилення розмірів усіх елементів поковки, які формуються в напрямі цього руху, однакові. Тому звичайно допуск ставиться для крайніх (найбільших) розмірів, а в надписі

на кресленні поковки указують, що його величина стосується усіх однонаправлених (за висотою) розмірів.

У загальних випадках припуски та допуски призначають за такими стандартами:

ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные (допуски, припуски и кузнечные напуски);

ГОСТ 7829-70. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые свободной ковкой на молотах (припуски и допуски);

ГОСТ 7062-79. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготовляемые ковкой на прессах (припуски и допуски).

Максимальна величина штампувальних уклонів регламентована в ГОСТ 7505-89. Застосування в пресових штампах виштовхувачів дозволяє зменшити штампувальні уклони до ближніх менших з нормального ряду  $2^\circ$ ,  $3^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $7^\circ$ ,  $10^\circ$ .

Уклони на елементах поковки, яка виготовляється на ГKM, залежать від довжини цих елементів і не перевищують  $7^\circ$  для внутрішніх і  $5^\circ$  для зовнішніх поверхонь. Елементи, які витискаються, можуть бути одержані без уклонів. Перехідні поверхні виконують з кутом при вершині конуса не більшим  $120^\circ$ .

У відповідності до ГОСТ 7505-89 наскрізні отвори (заглибини) в поковках, що виготовляються на пресах та молотах, обов'язкові в тих випадках, коли осі цих отворів (заглибин) співпадають з напрямом руху повзуна, а розміри (діаметри) їх більші або дорівнюють висоті поковки, але не менші 30 мм. Заглибини виконують загальною глибиною не більшою 0,8 від їх діаметра.

При виготовленні поковок на ГKM наскрізні отвори (заглибини) обов'язкові тоді, коли їх осі співпадають з напрямом руху висаджувального

повзуна, розміри (діаметри) складають не менше 30 мм, а довжина не перевищує трьох діаметрів.

Недостатня величина зовнішніх радіусів заокруглень поковки приводить до зростання сил штампування і концентрації напруг у кутах штампа, що викликає його руйнування. Найменші значення радіусів заокруглень зовнішніх кутів поковок указані в ГОСТ 7505-89.

Недостатня величина внутрішніх радіусів заокруглень поковки викликає перерізання волокон матеріалу заготовки, швидкий знос штампа і залипання поковок. Тому такі радіуси повинні бути не меншими  $R_g - R_{\min}$ , де  $R_g$  - радіус спряження відповідного кута деталі;  $R_{\min}$  - менший з припусків на поверхнях, що сполучуються /9/.

Радіуси заокруглень внутрішніх кутів поковок призначаються за домовленістю з замовником, а при виконанні курсової роботи їх приймають в 2-3 рази більшими ніж радіуси заокруглень зовнішніх кутів, визначених за ГОСТ 7505-89.

Креслення поковки виконується з достатньою кількістю проєкцій і супроводжується технічними вимогами, які групуються за загальними ознаками. Крім груп поковки за ГОСТ 8479-70, класу точності, ступеня складності, групи сталі та вихідного індексу за ГОСТ 7505-89, у технічних вимогах можуть обумовлюватись: термообробка та спосіб очищення від окалини; неуказані уклони, радіуси заокруглень і допуски на них, а також на необумовлені параметри поковок; допуски на зміщення, залишок облою по периметру зрізу; величини торцевих рубців по лінії рознімання закритого штампа та облою по периметру прошитого на ГKM отвору, а також рубців у площині рознімання напівматриць; допуски на неспіввісність прошитих отворів, на кутові відхилення елементів, допустимі відхилення по зігнутості, неплоскостності та непрямолінійності, а також по радіальному биттю /9/.

На кресленні поковки під розміром заготовки рекомендується в дужках проставити відповідний розмір деталі.

Приклади оформлення креслень штампованих заготовок наведені в ГОСТ 7505-89; /13, мал.18.4/.

Докладніше ці питання висвітлені в /1, с.136-160; 2, с.172-173; 3, с.134-149; 4, с.48-54; 9, с.25-32; 10, с.73-74; 11, с.194-195; 12, с.64-73; 15/ та в дод.2.

#### 4.7. Оформлення карти технологічного процесу

Усі відомості, які мають відношення до виготовлення поковки, починаючи з вихідного матеріалу і закінчуючи її прийманням органами технічного контролю, заносяться в карту технологічного процесу. Правила оформлення карти технологічного процесу установлені ЄСТД. Форма карти наведена в ГОСТ 3.1403-74. Вона вміщає 52 графи і складена з урахуванням можливості використання вміщених в ній відомостей для виконання розрахунків за допомогою обчислювальної техніки.

При розробці технологічного процесу виготовлення поковки іноді необхідно також передбачити викінчуючі операції: обрізку облою та пробивання отвору, очищення поковок від окалини, їх правлення та калібрування, травлення та термообробку і т.п.

Докладніше ці питання висвітлені в / 10, с.69-112, 119-122; 11; 14; 15/, а також в дод.2.

#### 4.8. Визначення кількості переходів при штампуванні

Визначення оптимальної кількості переходів - відповідальна і складна задача, тому що її результати впливають на трудомісткість виготовлення поковки, її якість, складність та вартість штампів.

Переходи штампування приймають на основі досвіду виготовлення аналогічних поковок та літературних джерел.



Докладніше ці питання висвітлені в / 9, с.34-37, 46-48, 60-69; 10, с.76-89; 11, с.181-196; 14; 15/ та в дод. 2 і 5.

#### 4.9. Види браку і контроль якості поковок

Брак виробів ковальсько-штампувальних цехів звичайно розділяють на такі види: за вихідним матеріалом; який виник у результаті різання металу на вихідні заготовки; який виник: а) при нагріванні заготовки під штампування; б) при штампуванні, обрізуванні, прошивці; в) при термічній обробці; г) при очищенні від окалини, а також при фінішних операціях - правці, калібруванні і т.п.; що виявляються в механічних цехах при обробці різанням.

Загальні вимоги до поковок з конструкційної та легованої сталі, що виготовляються куванням та гарячим об'ємним штампуванням, установлені в ГОСТ 8479-70. Згідно з цим стандартом поковки в залежності від їх призначення та умов роботи деталей, які з них виготовляються, розділяють за видами випробувань на п'ять груп.

Для контролю якості поковок в ковальсько-штампувальних цехах застосовують візуальний контроль (огляд); вимірювання геометричних параметрів заготовок; неруйнівні методи контролю - магнітопорошковий і люмінесцентний, рентгенівську, ультразвукову та гамма-дефектоскопію; контроль хімічного складу вихідного матеріалу та готових поковок.

Докладніше ці питання висвітлені в / 9; 11, с.236-239; 14; 15/ та дод.2.

#### 4.10. Охорона праці

Організація робочого місця при гарячому об'ємному штампуванні та куванні повинна забезпечити максимальні зручності для працюючих, вільну та легку передачу нагрітих заготовок від печі до обладнання, задовольняти вимоги безпеки.

Найбільш високі вимоги з техніки безпеки пред'являються при роботі на молотах. Необхідно постійно стежити за технічним станом молотів і кріпленням штампів; виставляти металеві щити, що захищають людей, які знаходяться поблизу, від відлітаючої окалини; при штампуванні працювати в шоломі, окулярах, рукавицях, спеціальному одязі та взутті; уважно стежити за станом штампів, щоб попередити випадки викришування інструменту в процесі роботи. Забороняється вводити руки у штампувальну зону без попереднього устанавлення баби на підпірку і виключення привода молота.

У роботі необхідно коротко описати вимоги з техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.

Докладніше ці питання висвітлені в / 14; 15/.

Форма і зразок заповнення титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра технології машинобудування

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА КРЕСЛЕННЯ  
ШТАМПОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ

Курсова (контрольна) робота з дисципліни

"Проектування та виробництво заготовок"

Розробив студент гр. МТ-... (підпис) /Савченко І.А./

"... " ..... 2014 р.

Керівник роботи .....

(прізвище, ініціали)

Робота захищена з оцінкою "....." "...." ..... 2014р.

Підпис керівника

Київ 2014

## ОСНОВНІ СТАНДАРТИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

### 1. Стандарти з питань термінології та оформлення документації ковальсько-штампувального виробництва

3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий

18970-84 Обработка металлов давлением. Операцииковки и штамповки. Термины и определения.

3.1701-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Холодная штамповка.

15830-84 Обработка металлов давлением. Штампы. Термины и Определения.

18323-86 Оборудование кузнечно-прессовое. Термины и Определения

2.424-80 ЕСКД. Правила выполнения чертежей штампов (для листовой и холодной объемной штамповки).

3.1429-77 ЕСТД. Правила оформления документов, применяемых при автоматизированном проектировании процессов. Ковка и штамповка.

8479-70 Поковки из конструкционной и легированной стали.

Технические требования.

7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

7829-70 Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах. Припуски и допуски.

7062-79 Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на прессах. Припуски и допуски.

2.105-68 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

2.106-68 ЕСКД. Текстовые документы.

- 2.429-84 ЕСКД. Правила выполнения чертежей поковок.
- 25064-81 Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия.
- 26131-84 Поковки из жаропрочных и жаростойких сплавов. Общие технические условия.

## 2. Материалы заготовок

- 380-71 Сталь углеродистая общего назначения. Марки и технические требования.
- 1050-74 Сталь углеродистая качественная, конструкционная. Технические условия.
- 4543-71 Сталь легированная, конструкционная. Технические условия.
- 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные. Марки и технические требования.
- 4784-74 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки
- 14957-76 Сплавы магниевые деформируемые. Марки.
- 18175-78 Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки
- 15527-70 Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки.
- 19807-74 Титан и титановые сплавы, обрабатываемые давлением. Марки.
- 492-73 Никель, сплавы никелевые и медно-никелевые, обрабатываемые давлением. Марки.
- 535-79 Прокат сортовой из стали углеродистой обыкновенного качества. Технические условия.
- 2590-71 Сталь горячекатанная круглая. Сортамент.
- 2591-71 Сталь горячекатанная квадратная. Сортамент.
- 2879-69 Сталь горячекатанная шестигранная. Сортамент.
- 5157-83 Профили стальные горячекатаные разных назначений. Сортамент
- 52670-78 - 5267.15-78 Профили стальные для вагоностроения. Сортамент.

8239-72 Сталь горячекатанная. Балки двутавровые. Сортамент.  
8240-72 Сталь горячекатанная. Швеллеры. Сортамент.  
8319.0-75 -8319.13-75 Стальные профили для автомобилей.  
8509-72 Сталь прокатная угловая равнополочная. Сортамент.  
8510-72 Сталь прокатная угловая неравнополочная. Сортамент.  
12492.0-72 - 12492.21-72 Стальные профили для сельхозмашин.  
82-70 Сталь прокатная широкополосная. Сортамент.  
103-76 Полоса стальная горячекатанная. Сортамент.  
550-75 Трубы стальные бесшовные для нефтепереработки и  
нефтехимической промышленности. Технические условия.  
8731-74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные.  
Технические условия.  
8732-78 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные.  
Сортамент.  
8734-75 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные.  
Сортамент.  
11017-80 Трубы стальные бесшовные высокого давления. Технические  
условия.

### 3. Обладнання

712-82 Молоты ковочные пневматические. Основные параметры и  
размеры.  
713-81E Прессы винтовые. Основные параметры и размеры.  
5384-84E Прессы холодноштамповочные кривошипно-коленные.  
Основные параметры и размеры.  
6039-82E Молоты ковочные и штамповочные. Размеры элементов  
крепления штампов и бойков в бабе и подушке.  
6809-70E Прессы горячештамповочные кривошипные. Основные  
параметры и размеры.

- 7023-70     Машины горизонтально-ковочные с вертикальным разъемом матриц. Основные параметры и размеры.
- 7024-75     Молоты штамповочные паровоздушные. Основные параметры и размеры.
- 7284-80E   Прессы гидравлические ковочные. Основные параметры и размеры.
- 7600-85E   Машины кузнечно-прессовые. Общие технические условия.
- 7639-75E   Прессы однокривошипные закрытые двойного действия. Основные параметры и размеры.
- 7766-83E   Прессы двухкривошипные закрытые простого действия. Основные параметры и размеры.
- 7879-79E   Прессы листогибочные кривошипные. Основные параметры и размеры.
- 8247-70     Прессы двухкривошипные закрытые двойного действия. Основные параметры и размеры.
- 9222-80     Прессы двухкривошипные открытые простого действия. Основные параметры и размеры.
- 9408-83E   Прессы однокривошипные простого действия открытые. Основные параметры и размеры.
- 9226-79E   Прессы листоштамповочные. Размеры и расположение пазов и отверстий для крепления штампов.
- 9752-75     Молоты ковочные паровоздушные двойного действия арочного и мостового типов. Основные параметры и размеры.
- 9861-83     Автоматы холодноштамповочные четырехпозиционные для крепежных изделий стержневого типа. Основные параметры и размеры.
- 10026-75E  Прессы однокривошипные закрытые простого действия. Основные параметры и размеры.
- 10480-83E  Автоматы механические для прессования изделий из

металлических порошков. Основные параметры и размеры. Нормы точности.

10560-83 Прессы листогибочные гидравлические. Основные параметры и размеры.

10663-83 Автоматы правильно-отрезные с вращающейся правильной рамкой. Основные параметры.

10664-82 Машины листогибочные трех- и четырехвалковые. Основные параметры.

10739-84E Автоматы листоштамповочные с нижним приводом. Основные параметры и размеры, нормы точности.

11186-75E Машины трубогибочные. Основные параметры и размеры

11370-75 Зигмашины. Основные параметры и размеры.

12933-79E Автоматы холодновысадочные двухударные с цельной матрицей. Основные параметры.

12934-83E Машины сортогибочные роликовые. Основные параметры.

15032-84E Ножницы аллигаторные. Основные параметры.

16114-80 Прессы гидравлические для пластмасс. Размеры и расположение пазов для крепления пресс-форм.

16268-84E Прессы четырехкривошипные закрытые двойного действия. Основные параметры и размеры.

16432-70 Прессы горячештамповочные кривошипные. Размеры и расположение пазов и отверстий для крепления штампов.

16433-81E Прессы холодноштамповочные кривошипноколенные. Размеры и расположение пазов и отверстий для крепления штампов.

16434-80E Вальцы ковочные консольные. Основные параметры и размеры.

16435-80 Вальцы ковочные закрытые. Основные параметры и размеры.

16509-84E Машины листогибочные с поворотной гибочной балкой. Основные параметры и размеры.



24367-80 Машины радиально-обжимные. Основные параметры и размеры.

#### 4. Оснастка та інструменти

Через велику кількість стандартів їх номери та найменування не наведені. Інструменти та пристрої для гарячої обробки тиском віднесені до групи Г21, а для холодної обробки тиском - до групи Г22 (див.перелік стандартів СРСР).

#### 5. Методи випробувань

1763-78 Сталь. Методы определения глубины обезуглероженного слоя

17745-72 Стали и сплавы. Метод определения содержания газов.

1778-70 Стали. Металлографические методы определения неметаллических включений.

8233-56 Сталь. Эталоны микроструктуры.

10243-75 Сталь. Методы испытаний и оценки микроструктуры.

5639-82 Сталь. Методы выявления и определения величины зерна.

22838-77 Сплавы жаропрочные. Метод контроля и оценки макроструктуры.

2999-75 Металлы. Методы измерения твердости алмазной пирамидой по Виккерсу.

9012-59 Металлы. Методы испытаний. Измерение твердости по Бринеллю

9013-59 Металлы. Методы испытаний. Измерение твердости по Роквеллу.

21073.0-75 - 21073.4-75 Металлы цветные. Определение величины зерна.

8817-82 Металлы. Метод испытания на осадку.

10510-80 Металлы. Метод испытания на выдавливание листов и лент по Эриксену.

12503-75 Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.

14019-80 Металлы и сплавы. Методы испытаний на изгиб.

20415-82 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие

Требования.

20426-82 Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения.

23273-78 Металлы и сплавы. Измерение твердости методом упругого отскока бойка (по Шору).

24507-80 Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов Методы ультразвуковой дефектоскопии.

Додаток 3

## ВИЗНАЧЕННЯ ГРУПИ СЕРІЙНОСТІ І СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ШТАМПОВАНИХ ЗАГОТОВОК

Найбільш розповсюджені способи виготовлення поковок наведені в / 2, табл.11, 12, с. 163-168; 3, табл. 21, с. 138-140; 4, с. 42-47; 13, табл. 1.5, с. 9-10/ та ін.

Певний спосіб виготовлення поковки призначають з урахуванням її конфігурації, маси, серійності випуску, ступеня складності і точності.

Таблиця Д. 3.1

## Група серійності для заготовок, що виготовляються гарячим штампуванням

Маса однієї поковки, кг	Річна кількість поковок одного найменування при виробництві				
	масове	великосерійне	серійне	малосерійне	одичитне
	група серійності				
	1	2	3	4	5
До 0,25	Понад 500 000	15 001 ... 500 000	6 001 ... 15 000	4 001 ... 6 000	4 000 та менше
0,25 ... 0,63	300 000	8 001 ... 300 000	3 001 ... 8 000	2 001 ... 3 000	2 000
0,63 ... 1,6	150 000	5 001 ... 150 000	1 501 ... 5 000	801 ... 1 500	800
1,6 ... 2,5	120 000	4 501 ... 120 000	1 401 ... 4 500	701 ... 1 400	700
2,5 ... 4,0	100 000	4 001 ... 100 000	1 251 ... 4 000	651 ... 1 250	650
4,0 ... 10,0	75 000	3 501 ... 75 000	1 001 ... 3 500	501 ... 1 000	500
10 ... 25	50 000	3 001 ... 50 000	751 ... 3 000	401 ... 750	400
25 ... 63	30 000	2 001 ... 30 000	501 ... 2 000	301 ... 500	300
63 ... 160	1 000	601 ... 1 000	401 ... 600	301 ... 400	300
160 ... 400	600	401 ... 600	301 ... 400	-	300
400 і більше	400	301 ... 400	-	-	300

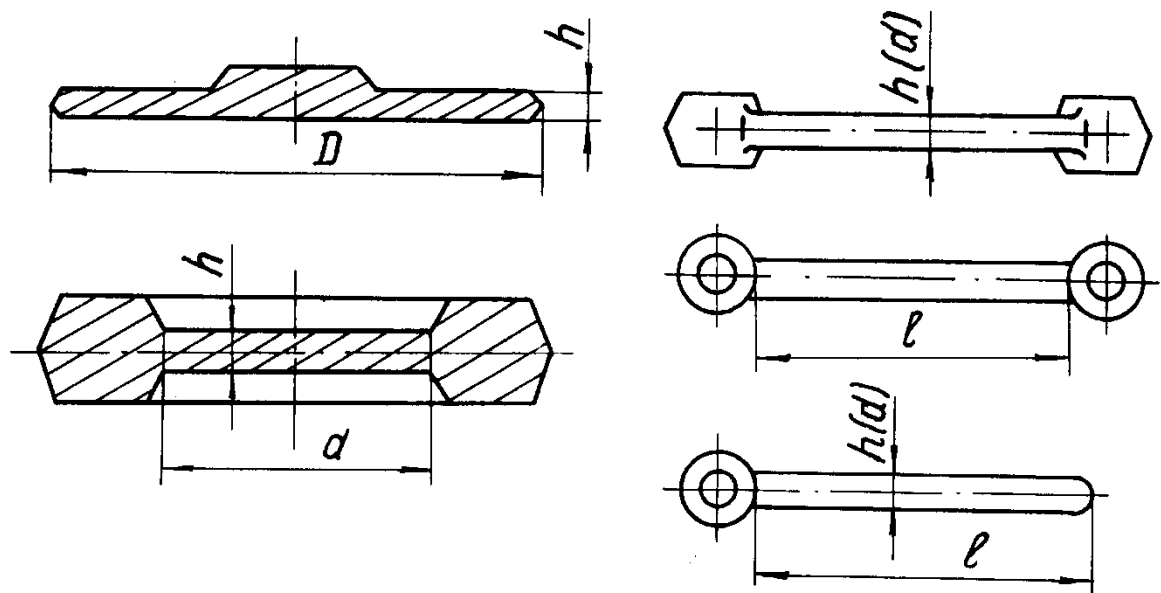


Рис. Д.3.1. Поковки з тонкими елементами

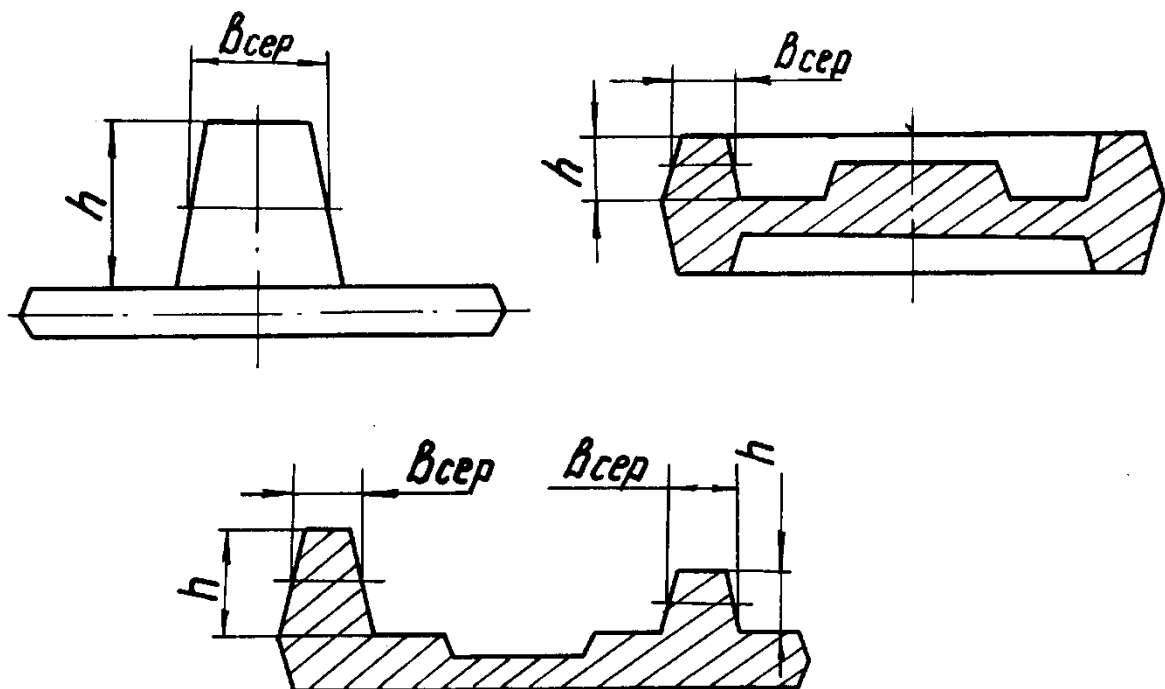


Рис. Д.3.2. Поковки з ребрами та виступами

Групу серійності (тип виробництва) для штампованих заготовок у залежності від їх маси і річної програми випуску визначають за преїскурантом № 25-01, 1991 р. /8/ табл. Д. 3.1.

За ступенем складності штамповані поковки згідно з ГОСТ 7505-89 розділяють на чотири ступені - С1, ... , С4.

Для визначення ступеня складності штампованої заготовки використовують згідно з /8/ шість критеріїв, які подані нижче.

1. Відношення маси (об'єму) гарячої поковки до маси (об'єму) геометричної фігури, в яку вписується гаряча поковка,  $G_n / G_f$  (детально див. ГОСТ 7505-89, дод. 2).

При двосторонній висадці на ГKM за масу (об'єм) приймають суму мас (об'ємів) тільки тих елементів, які висаджуються (тобто без недеформованої частини вихідної заготовки), а за масу (об'єм) описуючої фігури приймають суму мас (об'ємів) двох фігур.

2. Наявність тонких елементів. Установлюється 4-а група складності для поковок з тонкими елементами (круглі та некруглі диски, фланці, кільця (рис. Д. 3.1), у тому числі з перемичками, які пробиваються), а також на гарячі штамповані поковки з тонкими стержневими елементами, якщо відношення  $h / D$  ( $d$ );  $h / l$ ;  $h / D - D_T$  не перевищує 0,20 і  $h$  не більше 25 мм (де  $h$  - товщина тонкого елемента,  $D$  або  $d$  - найбільший розмір тонкого елемента,  $l$  - довжина тонкого елемента,  $D_T$  - діаметр елемента штампованої заготовки, товщина якого перевищує величину  $h$ ).

3. Наявність ребер, виступів. Група складності для гарячих штампованих заготовок з наявністю ребер, виступів, у тому числі ободів, маточин та інших елементів установлюється відношенням  $h/b_{\text{СЕР}}$  у відповідності з табл. Д. 3.2, де  $h$  - висота елементів,  $b_{\text{СЕР}}$  - середня ширина елементів (рис. Д. 3.2).

Таблиця Д. 3.2

Група складності поковок при наявності ребер та виступів

Група складності	1	2	3	4
$h / b_{\text{СЕР}}$	До 0,3 вкл	Понад 0,3-1 вкл	Понад 1-1,5 вкл	Понад 1,5

4. Наявність заглибин. Для штампованих поковок з заглибинами група складності встановлюється за величиною відношення  $h/d_{\text{СЕР}}$  відповідно до табл. Д. 3.3, де  $h$  – глибина заглибини,  $d_{\text{СЕР}}$  - середній діаметр заглибини або найменший розмір її поперечного перерізу (рис. Д. 3.3).

Таблиця Д. 3.3

Група складності поковок при наявності заглибин

Група складності	1	2	3	4
$h / b_{\text{СЕР}}$	До 0,3 вкл	Понад 0,3-0,5 вкл	Понад 0,5-0,7 вкл	Понад 0,7

5. Наявність отворів, які прошиваються. Для штампованих заготовок з отворами, що прошиваються, група складності встановлюється за величиною відношення  $h/d$  (табл. Д. 3.4), де  $h$  - максимальна висота поковки,  $d$  - діаметр отвору, що прошивається (рис. Д. 3.4 а).

Таблиця Д. 3.4

Група складності поковок з отворами, які прошиваються

Група складності	1	2	3	4
$h / b_{\text{СЕР}}$	-	До 0,5 вкл	Понад 0,5–0,8 вкл	Понад 0,8

При прошивці (пробиванні) отворів у тонких елементах (рис. Д. 3.4 б) група складності для поковок 2 та 3 груп повинна бути підвищена на одну, для групи 4 оптові ціни устанавлюються за домовленістю.

6. Кількість технологічних переходів при виготовленні штампованої поковки. Для штампованих поковок допускається устанавлення групи складності в залежності від кількості технологічних переходів згідно з табл. Д. 3.5.

Таблиця Д. 3.5

Група складності поковок у залежності від кількості переходів

Група складності	1	2	3	4
Кількість переходів	До 2 вкл	3	4	5

При виготовленні штампованих поковок за 6 та більше переходів оптові ціни устанавлюються за домовленістю.

При виготовленні штампованих поковок на двох і більше видах основного ковальсько-пресового обладнання для визначення групи складності приймається сумарна кількість переходів.

При визначенні груп складності штампованих поковок використовують усі шість критеріїв, починаючи з першого. Якщо результати розходяться, то приймають найбільше значення групи складності.

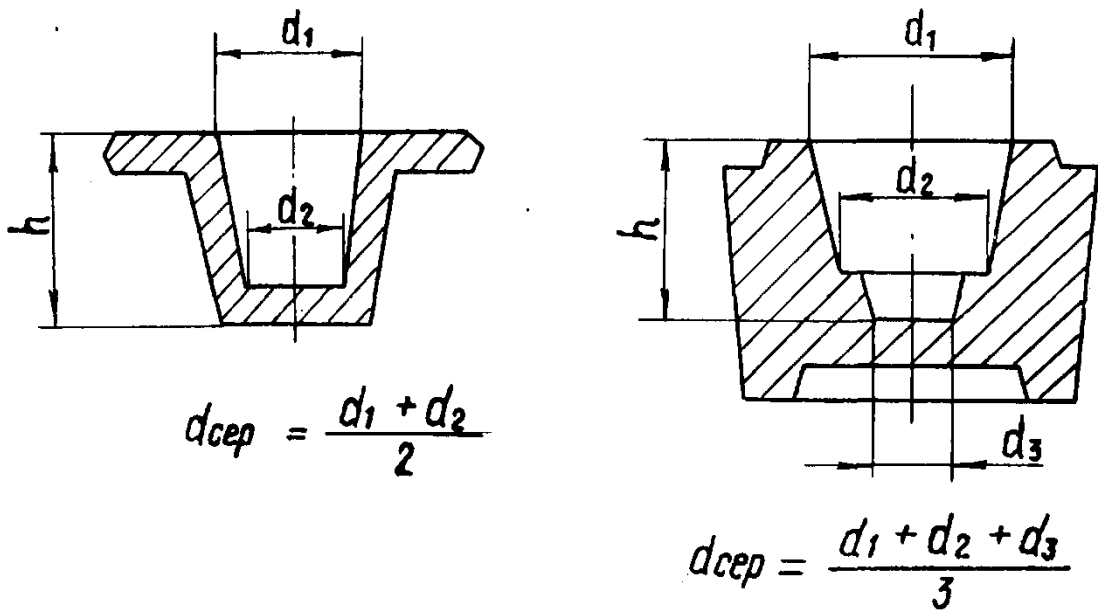


Рис. Д.3.3. Поковки з заглибинами

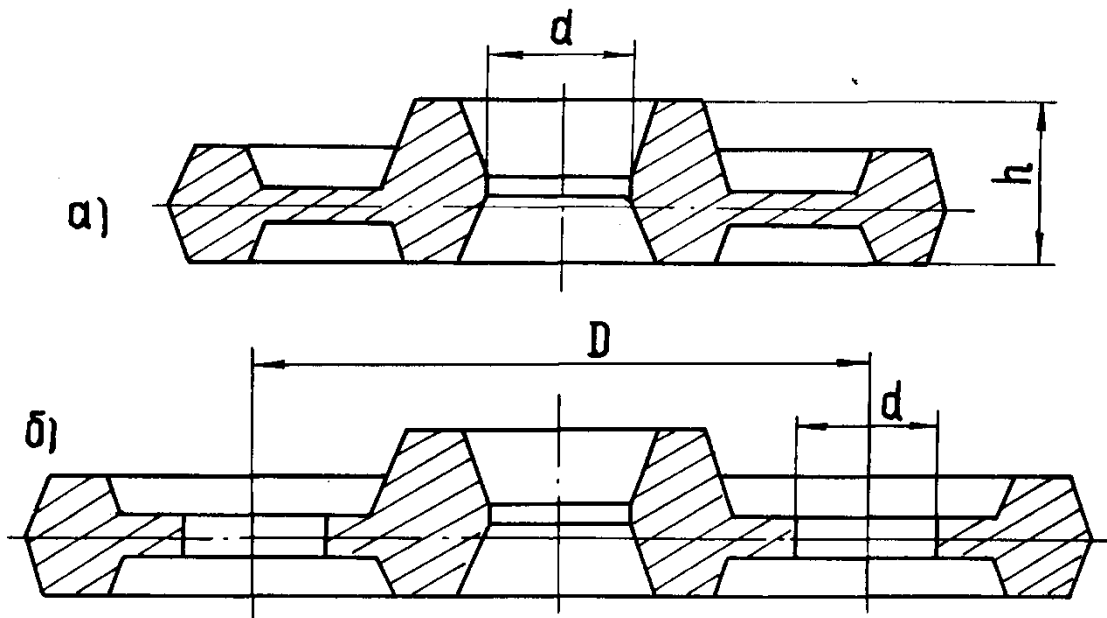


Рис. Д.3.4. Поковки з прошитими отворами



Для поковок з зігнутою лінією рознімання штампів група складності підвищується на одну відносно установленної за сукупністю попередніх критеріїв.

Згідно з наведеним в /3, с. 151/ для заготовок з конструкційних вуглецевих та легованих сталей застосування штампування замість кування економічно доцільне для заготовок простої конфігурації уже при розмірі партії 350-400, а для заготовок складної конфігурації - 150-165 і більше виробів.

За точністю виготовлення згідно з ГОСТ 7505-89 усі сталеві штамповані заготовки розділяють на п'ять класів точності – Т1..., Т5. Точність штампованої заготовки залежить від обладнання та інструменту, способу нагрівання, типу виробництва та інших факторів.

Додаток 4

## ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ШТАМПОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ

У зв'язку з тим, що форма, конфігурація та спосіб виготовлення заготовки суттєво впливають на матеріалоемкість та трудомісткість механічної обробки, при обґрунтуванні правильності вибору заготовки необхідно виходити з того, що повна вартість деталі складається з вартості матеріалу, вартості виготовлення заготовки та вартості її обробки різанням.

При визначенні вартості штампованої поковки рекомендується користуватися методикою, наведеною в Прейскуранті № 25-01, 1991 р. /8/. Нижче в скороченому вигляді наведена ця методика, за якою вартість поковки визначається в планах 1990 р. Для визначення вартості в поточних цінах за рекомендацією викладача вводиться коефіцієнт індексації.

Оплата гарячих штампованих заготовок диференційована за видом вихідного матеріалу, марками сплавів, масою, складністю, серійністю

річного заказу, механічними властивостями, характеристиками точності та якості.

Оплата штампованих заготовок проводиться за оптовими цінами, які включають: табличні оптові ціни (наведені нижче), або оптові ціни, що визначаються через коефіцієнт розрахунку; доплати та знижки, що передбачені цими розрахунковими умовами.

За конструктивно-технологічною складністю штамповані поковки розділяються на чотири групи, що визначаються за ГОСТ 7505-89 та дод. 3.

Оптові ціни на штамповані поковки установлені за 5-им класом (Т5) точності ГОСТ 7505-89. При установленні різних класів точності для різних розмірів однієї і тієї ж поковки, клас точності визначається за переважаючою кількістю розмірів одного класу точності.

За поставку штампованих заготовок, виготовлених за класами точності Т1, Т2, Т3, Т4 ГОСТ 7505-89, проводиться доплата до оптової ціни в розмірі, указаному в табл. Д. 4.1.

Термічна, термомеханічна обробка і очищення поковок, що проводиться у відповідності до затвердженої нормативно-технічної документації, оплачується зверх оптової ціни в розмірі, наведеному в табл. Д. 4.2.

Оплата штампованих поковок диференційована за п'ятьма групами серійності в залежності від їх маси і кількості в річному замовленні (див. дод. 3). Оптові ціни на штамповані поковки установлені для другої групи серійності. Оплата штампованих заготовок, що виготовляються за 1-ою групою серійності, проводиться зі знижкою, а за 3-ою та 4-ою групами серійності - з доплатами, наведеними в табл. Д. 4.3.

Таблиця Д.4.1

Доплати до оптової ціни за точність поковок

Клас точності	Доплата до % оптової ціни за 1 т поковок	
	з вуглецевої сталі та легованої сталі	з високолегованої сталі, швидкоріжучої сталі, жароміцних сталей і сплавів
T1	За домовленістю	За домовленістю
T2	Те ж	Те ж
T3	+ 15	+ 10
T4	8	+ 6
T5	0	0

Таблиця Д.4.2

Доплати за термічну, термомеханічну обробку та очищення поковок

Види термічної, термомеханічної обробки та очищення	Доплати в крб. за 1 т поковок	
	з нелегованих марок сталі	з легованих марок сталі
Відпал або штучне старіння	15	28
Нормалізація	15	28
Нормалізація(включаючи	25	45
Ізотермічний відпал	25	45
Гартування у воді (включаючи відпуск)	28	48
Гартування в маслі (включаючи відпуск)	33	53
Азотування і цементация	68	-
Травлення (або механічне очищення від окалини)	8	8

Примітка. Повторна ТО оплачується в тих же розмірах

Таблиця Д.4.3

Доплати та знижки до оптових цін за серійність при виготовленні поковок

Група серійності	Доплата (+), знижка (-) в % до оптової ціни	
	для поковок з легованої сталі з вмістом нікелю понад 5 %, з швидкоріжучої сталі	з інших марок сталі
1	-4	- 10
2	0	0
3	+ 6	+ 15
4	+ 12	+30
5	за домовленістю	за домовленістю

За виготовлення штампованих заготовок з труб і каліброваної сталі передбачається доплата, яка дорівнює подорожчанню вартості металу у порівнянні з відповідною маркою некаліброваної сталі.

Таблиця Д. 4.4

Оптові ціни на штамповані поковки з конструкційної сталі марки 35  
ГОСТ 1050-88 ( в крб. за 1 т )

№ поз.	Маса однієї поковки, кг	Група складності			
		1	2	3	4
1	0,358	811	922	1032	1155
2	0,45	760	864	969	1084
3	0,565	714	811	908	1017
4	0,715	668	758	850	951
5	0,9	619	703	788	880
6	1,125	579	658	738	826
7	1,425	540	613	687	769
8	1,8	508	577	647	724
9	2,25	482	548	613	686
10	2,825	457	519	582	651
11	3,575	439	499	558	625
12	4,5	422	480	536	602
13	5,65	407	463	517	579
14	7,15	393	446	500	559
15	9	381	432	484	542
16	11,25	369	419	469	526
17	14,25	368	407	456	511
18	18	351	399	447	501
19	22,5	348	395	442	495
20	28,25	343	388	436	488
21	35,75	338	384	431	482
22	45	334	380	426	477
23	56,5	331	375	420	471
24	71,5	326	371	417	466
25	90	323	367	410	459

Примітка. Оптову ціну за поковки з проміжною масою визначають лінійним інтерполюванням.

Оптові ціни установлені на штамповані поковки, що поставляються за I та II групами (за видом випробувань) згідно з ГОСТ 8479-70. За поставку поковок за III, IV, V групами випробувань виконується доплата в таких розмірах до оптової ціни: за III групу - 3 %, за IV групу - 5 %, за V групу - 7 %.

Прейскурантом /8/ також передбачається доплата за випробування ультразвуковою дефектоскопією (2,5 % для заготовок перерізом до 200 мм включно, 4 % - перерізом понад 200 мм до оптової ціни) та за ґрунтування (від 17 до 21 крб. за одну тону поковок масою до 10 кг у залежності від складності).

У табл. Д. 4.4 наведені оптові ціни за 1 т штампованих поковок з базової марки сталі 35 ГОСТ 1050-88 для гарячих штампованих поковок з вуглецевої сталі.

Оптові ціни за 1 т поковок, що виготовляються з інших марок сплавів, визначаються за допомогою коефіцієнтів, наведених в табл. Д. 4.5.

Прейскурант /8/ дозволяє визначити вартість поковок з нержавіючих, високолегованих та інших сплавів.

Таблиця Д. 4.5

Коефіцієнти  $K_{ц}$  для розрахунку оптових цін на поковки з марок сталей, не передбачених табл. Д. 4.4, до базової марки сталі 35

Марка сплаву	$K_{ц}$	Марка сплаву	$K_{ц}$	Марка сплаву	$K_{ц}$
20	0,99	20X	1,12	50Г	1,01
25	1,0	30X	1,13	18ХГТ	1,232
30	1,0	35X	1,134	30ХГТ	1,245
35	1,0	40X	1,137	У7, У8	1,27
40	1,0	45X	1,14	У10	1,33
45	1,005	50X	1,145	ХВГ	2,4
50	1,01	20Г	0,99	Х12	1,7
55	1,015	35Г	1,00	ШХ15	1,6

При визначенні вартості поковки її необхідно зменшити на вартість зданої стружки згідно з табл. Д. 4.6.

Таблиця Д. 4.6

Заготовчі ціни на стружку чорних та кольорових металів

Вид стружки	Ціна за 1 т, крб.
Чавунна	24.8
Сталева	22,6 - 28,1
Латунна	341 - 404
Бронзова	507 - 1083
Алюмінієва	240 - 315

(Прейскуранти № 01-03 та № 02-05 1991 р.)

Додаток 5

## ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ ТА ПЕРЕХОДІВ ШТАМПУВАННЯ /10/

### 1. Штампування на молотах

#### 1.1. Загальні положення

Штампування на молотах займає провідне місце за кількістю поковок, що випускаються, і складністю їх конфігурації. Можливість деформації заготовки швидко і багаторазово в кожному рівчаку забезпечує великі сумарні деформації (що особливо важливо при заповненні значних виступів на поковках), а багаторазовість обтискування дозволяє виконувати надзвичайно енергоємні операції. Для гарячого штампування в основному використовують пароповітряні молоти подвійної дії (з масою частин, що падають, до 25 т) та безшаботні молоти (з енергією удару до 1.47 МДж).

## 1.2. Основні групи поковок

Поковки, що виготовляються на штампувальних молотах і фрикційних пресах, у залежності від складності конфігурації можуть бути розділені на три групи.

Поковки I групи (рис. Д. 5.1) штампують плазом у багаторівчачкових штампах: вали, важелі, зігнуті важелі, вилки і підковоподібні заготовки, заготовки з витягнутою віссю і відростком.

Поковки II групи (рис. Д. 5.2) штампують у торець за один або декілька переходів: осесиметрична з фланцем та заглибиною, витягнені з фланцем, хрестовини, несиметричні з відростками та інші.

Поковки III групи (рис. Д. 5.3) найскладніші, які складаються з окремих елементів поковок різних груп та підгруп.

Креслення поковки розробляються за ГОСТ 3.1126-88 на основі креслення готової деталі.

Допуски, припуски та ковальські напуски призначають за ГОСТ 7505-89.

## 1.3. Молотові штампи та їх рівчаки

Молотові штампи мають робочі елементи і елементи для їх кріплення, установлення і транспортування. До робочих елементів належать рівчаки, канавки для облою, замки і контрзамки, виїмки для кліщовини. Рівчаки молотових штампів діляться на три групи: заготовчі, штампувальні і відрубні (ножі).

Заготовчі рівчаки /13, рис. 18.16, 18.17, 18.18/ застосовують для перерозподілу об'єму матеріалу заготовки (фасонування). У них метал переміщується в більшості випадків уздовж довгої осі заготовки. До них належать такі рівчаки:

перетискний - головним чином для місцевого перетискання (розплющування, поширення) заготовки за один-два удари молота, після



заготовка в такому ж положенні (без повороту) може укладатись у штампувальний рівчак;

підкатний - для місцевого набору металу в одних місцях заготовки за рахунок зменшення її поперечного перерізу в інших (за два-чотири удари з поворотом заготовки навколо поздовжньої осі після кожного удару). Підкатні рівчаки бувають закриті і відкриті. У закритому рівчаку набирання металу проходить більш інтенсивно, ніж у відкритому;

протяжний - для місцевого збільшення довжини заготовки за рахунок зменшення її поперечного перерізу шляхом нанесення декількох послідовних ударів. Після кожного удару заготовка кантується і переміщується в осьовому напрямку;

формувальний - для надання заготовці за один удар форми поковки в площині рознімання (з незначним подовженням у осьовому напрямі), потім її кантують на  $90^\circ$  і кладуть у штампувальний рівчак;

згинальний - для вигину заготовки, незначного осьового переміщення металу і перетискання заготовки в окремих перерізах. Потім після кантування на  $90^\circ$  заготовку кладуть у штампувальний рівчак.

Площини для осаджування та розплющування служать відповідно для осадки заготовки в торець або для розплющування її по всій довжині. Ці операції виконують за декілька ударів.

Штампувальні рівчаки застосовують для формоутворення поковки потрібної конфігурації та розмірів:

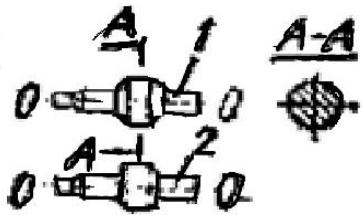
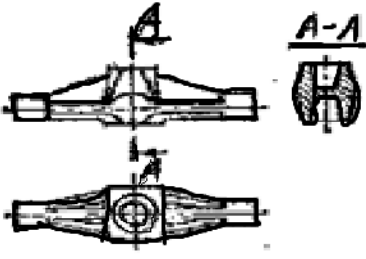
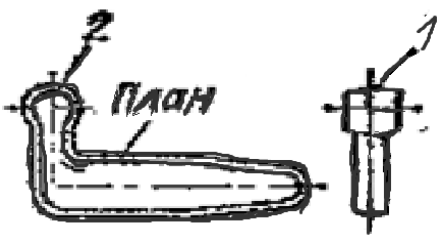
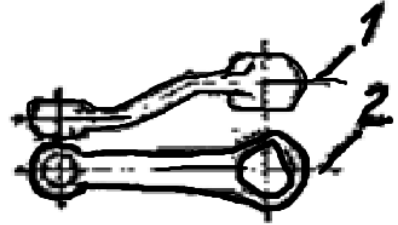
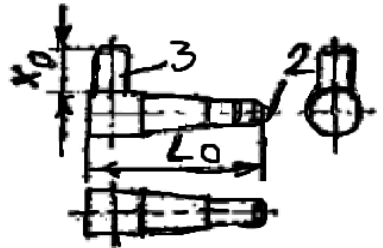
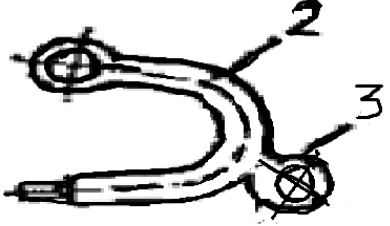
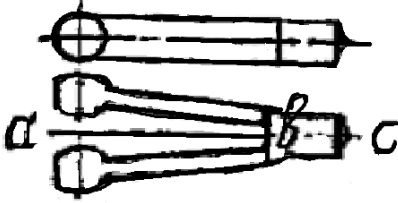
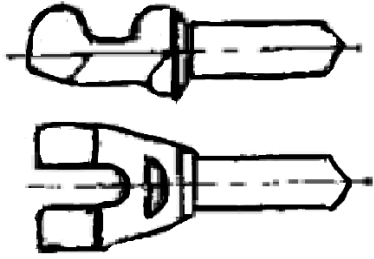
Підгрупа	Характеристика та ескіз	
1	З простими поперечними перерізами : круглі, трапецевидні 	Із складними пореречними перерізами : ребристі, двотаврові 
2	З кривою головною віссю 	З кривою лінією рознімання, а також з кривою лінією рознімання і кривою головною віссю 
3	З витягнутою віссю і відростком 	З зігнутою віссю і відростком 
4	З подовженою розвилкою ав і короткою віссю вс 	З короткою розвилкою і витягнутою віссю 

Рис. Д.5.1 Молотіві поковки групи I : 1 - лінія рознімання ; 2 – головна вісь ; 3 – відросток

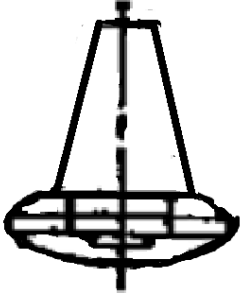
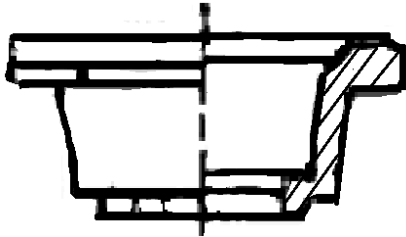
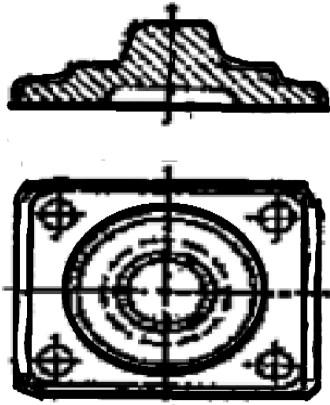
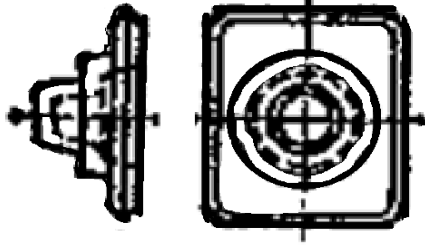
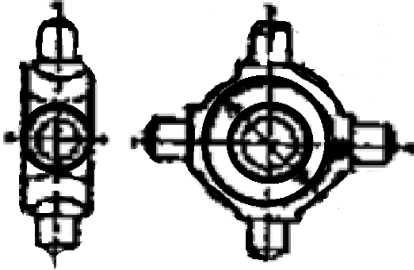
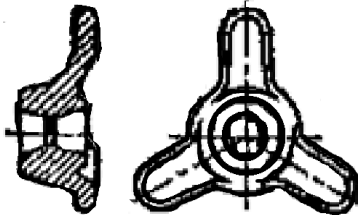
Підгрупа	Характеристика та ескіз	
1	<p data-bbox="391 259 799 297">Осесиметричні витягнуті</p> 	<p data-bbox="959 259 1469 297">Осесиметричні з поглибленням</p> 
2	<p data-bbox="391 719 775 757">Витягнуті з фланцем</p> 	<p data-bbox="959 719 1390 757">З фланцем і поглибленням</p> 
3	<p data-bbox="391 1267 935 1395">Типу хрестовин чотирма симетрично розташованими відростками однакової довжини</p> 	<p data-bbox="959 1267 1481 1350">З несиметрично розташованими відростками різної довжини</p> 

Рис. Д.5.2. Молотові поковки групи II

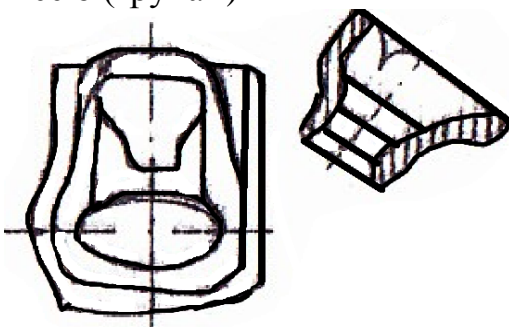
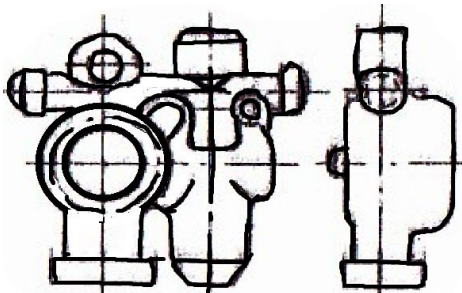
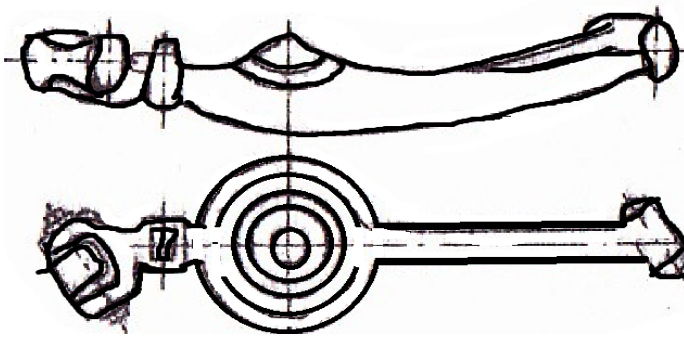
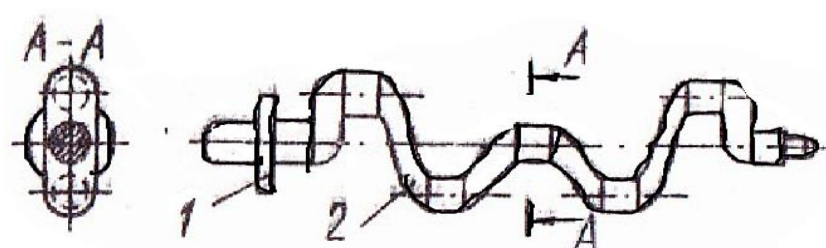
Підгрупа	Характеристика та ескіз	
1	<p>Проміжної форми між круглою в плані (група II) і з витягнутою віссю (група I)</p> 	<p>Проміжної форми з елементами типу відростків і розвилок</p> 
2	<p>Складається з окремих елементів поковок різних груп та підгруп</p> 	
	<p>Складається з елементів, одержаних штампуванням на ГKM (1) та молоті (2)</p> 	

Рис. Д.5.3. Молотові поковки групи III

попередній рівчак - для одержання форми заготовки близької до кінцевої, а також для підвищення стійкості кінцевого рівчака і поліпшення умов для переміщення металу;

остаточний рівчак - для одержання поковки, конфігурація якої відповідає вимогам креслення і технічним умовам. Штампування в цих рівчаках виконується за декілька ударів.

Відрубний рівчак застосовується для відділення поковок від прутка (кліщовини) або розділення декількох поковок відштампованих разом.

#### 1.4.Визначення розмірів заготовки.

Об'єм вихідної заготовки  $V_B$  дорівнює сумі об'ємів поковки, облою, перемички та вигару. Об'єм поковки визначають за її кресленням. Об'єм вигару складає від об'єму заготовки:

при нагріванні в полуменовій печі - 1.5...3 %;

при електронагріванні - 0.5...1 %.

Переріз вихідної заготовки залежить від прийнятої комбінації рівчаків при штампуванні. Для поковок, що виготовляються осадкою в торець, діаметр  $D_B$  або сторону квадрата  $a_B$  заготовки визначають за формулами:

$$D_B = 1,08(V_B / m)^{1/3} \quad a_B = (V_B / m)^{1/3},$$

де  $m$  - коефіцієнт,  $m = L_B / D_B$ ;  $L_B$  - довжина заготовки.

Для якісного відрізання заготовки на пресножницях необхідно, щоб коефіцієнт  $m$  був не меншим 1,25. Якщо  $m$  перевищує 2,5, то при штампуванні на молотах в торець заготовка може втратити стійкість. Тому при штампуванні на молотах коефіцієнт  $m$  приймають у межах 1,25...2,5 (а при штампуванні на пресах - до 3).

Після визначення  $D_B$  або  $d_B$  вибирають найближчий в сторону збільшення розмір перерізу за стандартами і остаточно уточнюють довжину вихідної заготовки.

При штампуванні поковок видовженої форми метал не повинен значно переміщуватися уздовж осі заготовки. Такі поковки штампують плазом і метал переміщується переважно перпендикулярно до поздовжньої осі заготовки. Площа поперечного перерізу заготовки в будь-якому місці повинна дорівнювати сумі площ перерізів поковки і облою.

Для поковок з витягнутою віссю площа поперечного перерізу вихідної заготовки при наявності перетискного, формувального або підкатного рівчака:

$$F_B = (1,0 \dots 1,3) V_B / L_B \quad ;$$

при наявності протяжного рівчака:

$$F_B = V / L ,$$

де  $V$  та  $L$  відповідно об'єм та довжина частини заготовки, яка не протягується.

$$\text{Довжина заготовки } L_B = V_B / F_B .$$

При штампуванні з кліщовиною до одержаної довжини заготовки додають довжину кліщового кінця. Довжина кліщовини  $l_{\text{кл}} = (0,6 \dots 1,0) d$ , де  $d$  - товщина (діаметр) вихідної заготовки або відтягнутого кінця. В усіх випадках довжина кліщовини приймається не меншою 25 мм.

$$\text{Об'єм облою (рубця) } V_o = S_{\text{ок}} r k ,$$

де  $S_{\text{ок}}$  - площа облойної канавки;  $r$  - периметр поковки в площині рознімання штампів;  $k$  - коефіцієнт, який урахує заповнення металом облойної канавки,  $k = 0,75 \dots 0,8$ .

### 1.5 Вибір переходів штампування

Поковки групи I, як правило, штампують плазом у багаторівчачкових штампах.

Як приклад розглянемо /13, рис. 18.18/ багаторівчачковий молотовий штамп, що призначений для штампування вигненого важеля. Важіль штампують з катаної заготовки круглого перерізу, яка послідовно

обробляється в протяжному, підкатному, згинальному, попередньому і остаточному рівчаках.

Заготовка після протяжного і підкатного рівчаків має змінний переріз, що дозволяє значно заощаджувати метал за рахунок зменшення облою.

Поковки групи II штамнують за один, два і рідше за три переходи, причому метал деформується осаджуванням, видавлюванням, прошиванням та їх комбінацією. За один перехід штамнують поковки простої конфігурації і, як правило, такі, що мають форму тіл обертання.

За два переходи штамнують поковки, що представляють собою обід з диском. При штампуванні малогабаритних поковок за перший перехід осаджують заготовку на спеціальній площадці, передбаченій в конструкції штампа, при штампуванні великогабаритних - на поряд установленому молоті.

Поковки групи III. Як заготовчі рівчаки застосовують площадку для осаджування або рівчак типу формувально-перетискного, а як штампувальні рівчаки - попередній та остаточний.

#### 1.6. Побудова розрахункової заготовки

При штампуванні плазом для визначення форми штампувального рівчака вдаються до побудови розрахункової заготовки 2 (рис.Д.5.4) та епюри її перерізів 4.

Розрахунковою називається уявна заготовка з круглими поперечними перерізами, площі яких дорівнюють сумарній площі відповідних перерізів поковки та облою. Звідси виходить, що

$$F_P = F_{II} + F_O,$$

де  $F_P$ ,  $F_{II}$ ,  $F_O$  - площі поперечного перерізу відповідно розрахункової заготовки в будь-якому місці, поковки та облою.

Одержана площа прирівнюється до площі круга, діаметр  $D_p$  якого є діаметром розрахункової заготовки і визначається з рівняння:

$$D_p = 1,13 (F_p)^{1/2}.$$

Визначивши ряд значень  $D_p$  для характерних поперечних перерізів поковки, відклавши відрізки поперечних діаметрів на лініях цих перерізів (симетрично відносно осі) і з'єднавши крайні точки відрізками прямих та плавними кривими, одержимо креслення розрахункової заготовки або епюру 2 приведених діаметрів.

Якщо в масштабі  $M$  відкласти на ординатах значення площ характерних перерізів  $F$  у вигляді відрізків  $h = F / M$ , то, з'єднавши кінці цих відрізків, одержимо епюру 4 перерізів розрахункової заготовки.

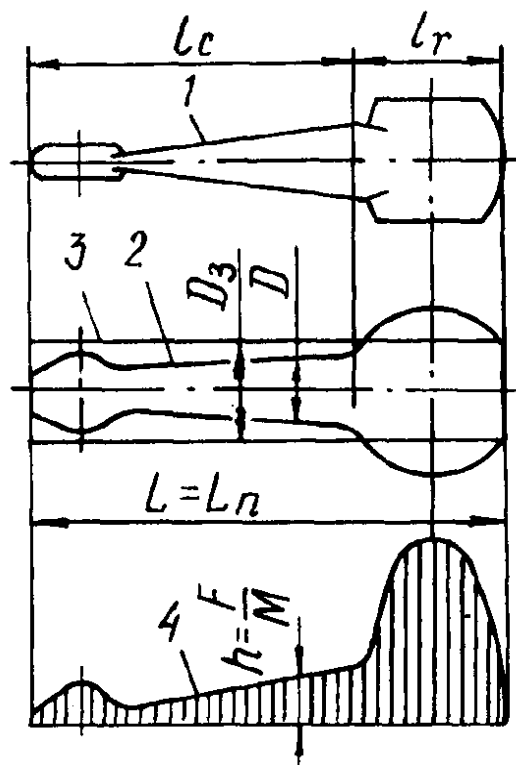


Рис. Д.5.4. Елементарна розрахункова заготовка та епюра її перерізів :

- 1 - поковка; 2- розрахункова заготовка; 3 - середня розрахункова заготовка;
- 4 - епюра перерізів



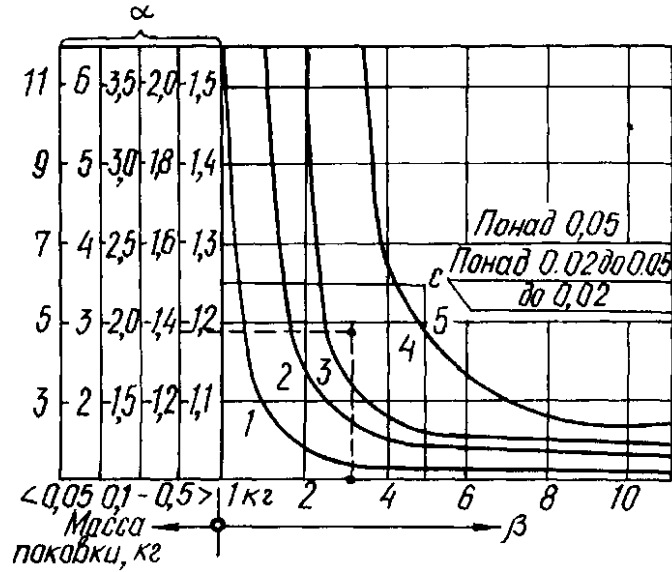


Рис. Д.5.5. Діаграма для вибору заготовчих рівчаків:

1 - без заготовчих рівчаків; 2 - перетискний рівчак; 3 - підкатний відкритий рівчак; 4 - підкатний закритий рівчак; 5 - один протяжний або комбінація з підкатним ( при  $c > 0,05$ -протяжний з підкатним закритим; при  $0,02 < c \leq 0,05$  - протяжний з підкатним відкритим; при  $c \leq 0,02$  - протяжний)

Отже, епюрою перерізів називають діаграму, кожна ордината якої в певному масштабі  $M$  зображує собою відповідну площу поперечного перерізу розрахункової заготовки.

Очевидно, що об'єм розрахункової заготовки дорівнює загальному об'ємові поковки з облоєм:

$$V = F M ,$$

де  $F$  - сумарна площа епюри перерізів поковки з облоєм.

Середньою розрахунковою заготовкою  $Z$  називається циліндр з діаметром  $D_3$  і довжиною, що дорівнює довжині поковки ( $L = L_{\Pi}$ ), та об'ємом, що дорівнює сумі об'ємів поковки і облою ( $V = V_{\Pi} + V_O$ ).

Площа перерізу середньої розрахункової заготовки  $F_P = V / L$ , а діаметр

$$D_3 = 1,13(F_P)^{1/2}.$$

Таким чином, розрахункова заготовка відповідає фасонній заготовці,

яка повинна деформуватися в штампувальному рівчаку, а середня розрахункова заготовка відповідає вихідній заготовці постійного перерізу, з якої в заготовчих рівчаках штампа необхідно одержати фасонну (розрахункову) заготовку.

Частину розрахункової заготовки, в границях якої  $D > D_3$ , називають головою, а різницю між об'ємом головки і об'ємом середньої розрахункової заготовки в границях головки (на довжині  $l_c$ ) – об'ємом, якого не вистачає. Частину розрахункової заготовки, в границях якої  $D < D_3$ , називають стержнем, а різницю між об'ємами середньої заготовки і стержня (на довжині  $l_c$ ) - надлишковим об'ємом.

Основне призначення заготовчих переходів штампування полягає у витискуванні надлишкового металу в головку.

Робота деформації при штампуванні залежить від таких показників :

а) відношення  $\alpha = D_{\text{макс}} / D_3$ , тому що з його ростом збільшується шлях металу, що переміщується при деформуванні;

б) відношення  $\beta = L / D_3$  та  $c = (D_k - D_{\text{мін}}) / l_c$ , тобто від шляху, на якому проходить переміщення металу, і конусності стержня  $c$ .

Визначивши коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$  та  $c$ , що характеризують рівень складності перетворення вихідної заготовки в фасонну, установлюють необхідні заготовчі рівчаки, користуючись діаграмою, складеною А.В. Ребельським (рис. Д.5.5).

Маса падаючих частин молота, кг  $G = k F$ , де  $k$  - коефіцієнт, який приймають для пароповітряних молотів подвійної дії  $k = 8$ , а для молотів простої дії - 12;  $F$  – площа горизонтальної проекції поковки, включаючи фактичний облой,  $\text{см}^2$ .

## 2. Штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП)

### 2.1. Загальні положення

Штампування на КГШП відноситься до найбільш прогресивних способів. Умови деформування металу на пресах відрізняються від умов деформування металу на молотах. Швидкість деформування на пресах значно менша, ніж на молотах (на пресах 0.5...0.6, на молотах 5...8 м/с). Крім того, преси мають певну величину ходу повзуна. Наявність на пресах виштовхувачів дозволяє зменшувати штампувальні уклони і застосовувати штампування видавлюванням та закрите штампування. Точність штампування на кривошипному пресі вища ніж на молоті. Заповнення рівчака штампа при штампуванні на пресах відбувається за один хід повзуна, а не за декілька ударів, як на молоті, тому штампування на пресах продуктивніше від штампування на молотах у 1,5 - 2,5 рази.

До недоліків штампування на пресах відносяться: більш висока вартість пресів ніж молотів, більш низька універсальність та обмежена конфігурація заготовок, труднощі виконання протяжки та осадки через постійну довжину ходу повзуна, неможливість управління силою удару, підвищена можливість заштампування окалини в заготовку.

### 2.2.Класифікація поковок

Поковки, що виготовляються на КГШП, у залежності від їх конфігурації можна розділити на п'ять груп /13, рис.19.3/.

Як вихідну заготовку при штампуванні на пресах використовують прокат різного профілю, попередньо фасоновану заготовку та ін. Як правило, штампування виконують з мірних заготовок, які можуть бути штучними, спареними та багатштучними.

Креслення поковки, що виготовляється на КГШП, складають у відповідності з ГОСТ 7505-89 за тими ж правилами, що і для поковок, які виготовляються на штампувальних молотах.

Допуски, припуски і напуски призначають за ГОСТ 7505-89.

### 2.3. Визначення розмірів заготовки та вибір переходів штампування

Поковки групи I /13, рис.19.3/. Для усіх випадків штампування в торець довжина заготовки не повинна перевищувати  $(2,2...3,0)D$ , де  $D$  - діаметр вихідної заготовки. Поковки групи I виготовляють у одному або декількох рівчаках. Необхідність застосування двох і більше рівчаків викликається незаповненням порожнини штампа і підвищеним виходом металу в облой. Кількість переходів залежить від форми окремих частин поковки, яка сприяє або перешкоджає течії металу в необхідному напрямі. Розміри вихідної заготовки визначають так само, як і розміри заготовки для штампування на молотах.

Поковки групи II штамнують за один або декілька переходів. Дрібні поковки, що розміщують по декілька штук у одному остаточному рівчаку, і поковки середніх розмірів з незначною різницею за площами поперечних перерізів штамнують, як правило, за один перехід.

Поковки з видовженою віссю і невеликою довжиною, що мають на кінці розвилку, розміщуються в штампі по дві штуки і штамнуються за два або три переходи. Щоб запобігти появі затиснень металу в остаточному рівчаку, в середині розвилки роблять виїмку для розміщення надлишкового металу.

Площа перерізу вихідної заготовки при штампуванні поковок подовженої форми з незначною різницею в площах поперечних перерізів

$$F_B = V_B / L_B \quad ,$$

де  $V_B$  - об'єм заготовки (визначається так само, як і для поковок, що штамнуються на молотах);  $L_B$  - довжина заготовки.

Довжину заготовки вибирають такою, щоб її можна було легко укласти в рівчак штампа і щоб вона, перекиваючи окремі западини, була трохи меншою від довжини штампувального рівчака.

Поковки групи III характеризуються значною різницею в площах поперечних перерізів уздовж головної осі поковки, тому при штампуванні необхідно застосовувати фасонну вихідну заготовку.

Поковки групи IV характеризуються криволінійним розніманням штампа при наявності головної осі поковки, вигнутої в плані настільки, що необхідне застосування згинального рівчака.

Для попередження зсуву верхнього штампа відносно нижнього застосовують спарювання двох заготовок у одному штампі або розвертають головну вісь поковки під певним кутом з метою ліквідації сил зсування, що виникають при штампуванні. Якщо такої можливості нема, то застосовують штамп з замком або контрзамком.

Поковки групи V виготовляють прямим або зворотним видавлюванням. Форма поперечного перерізу поковки, утвореної видавлюванням, залежить від форми наскрізного отвору (очка) інструмента. Якщо деформується заготовка з попередньо прошитим отвором, то виготовлена поковка має вигляд порожнистого стержня. Зміна форми заготовки при видавлюванні визначається наступними параметрами: коефіцієнт витяжки  $k = F_0 / F$ ; коефіцієнт обтискування  $q = F / F_0 = 1 / \lambda$ ; ступінь деформації  $\varepsilon = (F_0 - F) / F_0 = 1 - 1 / \lambda$ , де  $F_0$  - площа поперечного перерізу приймача;  $F$  - площа поперечного перерізу очка матриці а також стержня, який одержуємо видавлюванням.

При штампуванні видавлюванням литих заготовок з кольорових металів ступінь деформації допускається 80...85 %, для сталевих поковок він складає 15...95 %. Форму і габарити вихідної заготовки вибирають, виходячи з необхідного об'єму заготовки  $V_B$ , допустимих відношень

висоти та діаметра, зазора між заготовкою і приймачем у першому рівчаку.

#### 2.4. Визначення зусиль штампування та вибір преса

Максимальне зусилля при штампуванні, як правило, виникає в остаточному рівчаку в момент доштампування, коли поковка набуває найбільших розмірів у плані, а надлишок металу утворює облой. Оскільки остаточний рівчак виконують за розмірами поковки, то необхідне зусилля преса можна визначити, виходячи з її розмірів.

При штампуванні з облоєм розрахункове зусилля для круглих у плані поковок, МН :

$$P = 8(1 - 0,001D)(1,1 + 20/D)^2 \sigma_B F_{\Pi};$$

для некруглих у плані поковок :

$$P = 8(1 - 0,001D_{\text{пр}})(1,1 + 20/D_{\text{пр}})^2 (1 + 0,1(L/B_{\text{сер}})^{1/2}) \sigma_B F_{\Pi},$$

де  $D$  - максимальний діаметр круглої в плані поковки, мм;  $F_{\Pi}$  - площа проекції поковки (без облою) на площину рознімання штампів, мм<sup>2</sup>;  $D_{\text{пр}}$  - приведений діаметр поковки, яка має в плані некруглу форму, мм

$$D_{\text{пр}} = 1,13(F_{\Pi})^{1/2};$$

$L$  - максимальний габаритний розмір некруглої в плані поковки, мм;  $B_{\text{сер}}$  - середня ширина поковки в плані, мм ( $B_{\text{сер}} = F_{\Pi} / L$ );  $\sigma_B$  - границя міцності штампованого металу при температурі штампування, МПа.

Зусилля штампування видавлюванням (у момент витискання металу), МН:

$$P = k ((D/d)^{1/2} - 0,8) \sigma_B F_C;$$

де  $k = 12,5$  при штампуванні на КГШП з кількістю ходів за хвилину меншою 30...40;  $k = 15$  те ж, але з кількістю ходів за хвилину більшою 30...40;  $D$  - діаметр стовщеної частини заготовки, утвореної після видавлювання, мм;  $\sigma_B$  - границя міцності при температурі видавлювання, МПа;  $F_C$  - площа проекції стовщеної частини заготовки (одержаної після видавлювання) на площину, перпендикулярну до напрямку деформуючого зусилля, м<sup>2</sup>.

### 3. Штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ)

#### 3.1. Переваги штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ)

На ГКМ виконують штампування у відкритих, закритих штампах та штампах для видавлювання. Основною ознакою ГКМ є наявність двох взаємно перпендикулярних роз'ємів штампів. Головний роз'єм проходить між пуансоном, який закріплений в блоці пуансонів, і блоком матриць. Другий роз'єм розміщений у блоках матриць між рухомою та нерухомою матрицями /13, рис.20.2/.

Основні переваги штампування на ГКМ:

наявність роз'єму в матриці дозволяє не застосовувати штампувальні уклони на стінках її порожнини;

висаджені заготовки з наскрізними отворами можна одержувати без відходів на перемичку;

штампи з просторовим роз'ємом дозволяють одержувати поковки таких конфігурацій, які неможливо виготовити розглянутими раніше способами штампування.

Параметри ГКМ регламентовані в ГОСТ 7023-70. Їх номінальні зусилля 1...31.5 МН, хід повзуна 200...700 мм, кількість ходів 95...21 за хвилину.

#### 3.2. Класифікація поковок

Поковки, що виготовляються на ГКМ, у залежності від їх конструкції розділяють на 6 основних груп /13, рис.20.5/.

Поковки групи I - типу стержнів з потовщенням. У свою чергу вони діляться на дві підгрупи: підгрупа 1 - з одним потовщенням, розміщеним на кінці стержня (а, б, в); підгрупа 2 - з двома потовщеннями на кінцях стержня (а); з двома або декількома потовщеннями, розміщеними по довжині стержня (б).

Поковки групи II - з наскрізними отворами, діляться на три підгрупи. Підгрупа 1 - типу кілець: а - гладкі, простої конфігурації; б - з складним внутрішнім контуром; в - з складним внутрішнім і зовнішнім контуром. Підгрупа 3 - складної форми з поздовжніми виступами і фасонною формою торця.

Поковки групи III - з глухою порожниною: а - з неглибокою порожниною або без порожнини, але при  $d_1 \neq d$  вихідного прутка; б - гладка, майже постійного перерізу; в - зі змінним перерізом; г - з двосторонньою порожниною.

Поковки групи IV - змішаної конструкції : а - з прошитою частиною майже постійного перерізу; б - з прошитою частиною змінного перерізу або несиметричними елементами.

Подковки групи V - з трубної заготовки: а - з потовщенням стінки за рахунок збільшення зовнішнього діаметра; б - з потовщеною стінкою за рахунок одночасного збільшення зовнішнього і зменшення внутрішнього діаметрів.

Поковки групи VI - комбінованої конфігурації, у яких після штампування на молоті або пресі на ГKM виконують висадку потовщень, прошивку деяких елементів, посадку штампувального уклону та інші операції .

Креслення поковки розробляють за ГОСТ 3.1126-88 на основі креслення деталі.

Допуски, припуски і ковальські напуски призначають за ГОСТ 7505-89.

### 3.3. Види рівчаків штампа і переходів штампування

Для штампування розглянутих поковок застосовують різні рівчаки, які в залежності від виконуваних переходів розділяються на 6 видів /13, рис.20.7/.



I - набірні рівчаки, які служать для збільшення діаметра заготовки під наступне штампування. Метал набирають у пуансоні (а), матрицях (в), у пуансоні і матрицях одночасно (б), або в ковзних матрицях (г) для одержання одного або декількох потовщень на деякій віддалі від торця заготовки;

II - формувальні рівчаки (попередні і остаточні), що застосовуються для одержання поковок необхідної форми. Штампування може проходити в пуансоні (а), в матриці (б) і одночасно в матриці і пуансоні (в). Найвищу точність забезпечує штампування в пуансоні, але при цьому необхідно передбачати штампувальні уклони. Меншу точність поковки досягають при штампуванні в матрицях, але тут можна не передбачати штампувальні уклони;

III - пробивні рівчаки, які служать для відділення штампованої поковки 1 від прутка 4 прошиванням отвору пуансоном 2 через отвір у матриці 3;

IV - відрізний рівчак застосовують для відділення поковки 1 від прутка 4 при остаточному їх зсуві ножами 5;

V - обрізний рівчак служить для відділення від поковки 1 облою, що утворився при штампуванні, шляхом прошовування пуансоном 2 цієї поковки через обрізку матрицю 3;

VI - спеціальні ривчаки: одні з них застосовують для розплющування або формування потовщеної частини поковки ходом рухомої матриці, інші – для згинальних переходів, протягування кінця заготовки рухомою матрицею і ін .

### 3.4. Умови та основні правила висадки

При штампуванні на ГKM заготовка сприймає осьове стискаюче зусилля. Кількість необхідних переходів для набору металу і її розміри

передусім залежать від відношення висаджуваної довжини прутка  $l_0$  і його діаметра  $d_0$  /13, рис.20.8/. Довжина висаджуваної частини прутка і відношення  $l_0 / d_0$  обумовлені об'ємом металу, який необхідно набрати. При висадці на ГKM керуються чотирма правилами висадки.

*Перше правило.* При висадці плоским пуансоном вихідної заготовки з незначним скосом на торці ( $\alpha \leq 2^\circ$ ) висаджувана (вихідна) частина прутка не повинна перевищувати за довжиною три його діаметри ( $l_0 \leq 3 d_0$ ).

При висаджуванні плоским пуансоном заготовки зі значним скосом на торці ( $\alpha = 2 \dots 6^\circ$ ), висаджувана частина прутка не повинна перевищувати за довжиною 2,5 його діаметрів ( $l_0 < 2,5 d_0$ ).

*Друге правило.* Якщо потрібна висадка прутка з довжиною висаджуваної частини більшою трьох його діаметрів ( $l_0 > 3 d_0$ ), то діаметр  $D$  висадки в матриці не повинен перевищувати 1,5 діаметрів вихідної заготовки ( $D \leq 1,5 d_0$ ). При цьому розуміється, що кінець прутка не виходить за межі рівчака матриці.

*Третє правило.* Якщо висаджувана довжина прутка перевищує три діаметри ( $l_0 > 3 d_0$ ) і висадка виконується на діаметр  $D = 1,5 d_0$ , то вільна частина прутка, що виступає з матриці, не повинна за довжиною перевищувати одного діаметра вихідного прутка.

*Четверте правило.* Практика показала, що найбільш сприятливі умови для набору металу забезпечує висадка в пуансоні з конічною порожниною. Це правило формулюється так: якщо довжина висаджуваної частини більша трьох її діаметрів ( $l_0 > 3 d_0$ ) і висадка виконується на конус з діаметром меншої основи, рівним діаметрові вихідного прутка ( $d_0 = d_k$ ), то допускаються такі умови висадки:

а) якщо діаметр більшої основи  $D_1 < 1,5 d_0$ , то вільна частина прутка між матрицею і пуансоном  $a \leq 2 d_0$ ;

б) якщо  $D_1 \leq 1,25 d_0$ , то  $a \leq 3 d_0$ .

При розрахунку наступних конічних наборів рекомендується виходити з середнього розміру конуса попереднього переходу. Наприклад, при розрахунку другого переходу потрібно за  $d$  приймати значення

$$d_{\text{сЕР}} = (d_{\text{к}} + D1)/2$$

### 3.6. Вибір переходів штампування та визначення розмірів вихідної заготовки

Поковки групи I /13, рис 20.5/ виготовляють за один або декілька переходів, як правило, з прокату підвищеної точності: заготовку вибирають переважно на одну поковку.

Якщо поковка має стержень з потовщенням на обох кінцях, то кожний кінець висаджують окремо і, як правило, за два нагрівання.

Якщо форма поковки передбачає висадку на деякій віддалі від кінця прутка, то для його недеформованої частини в пуансоні передбачають відповідну порожнину.

Розміри вихідної заготовки визначають виходячи з об'єму поковки з урахуванням облою та вигару металу.

Довжина висаджуваної частини заготовки /13, рис.20.11/:  $l_B = V_B/F$ , де  $F$  - площа поперечного перерізу заготовки.

Довжина усієї заготовки у холодному стані:

$$l_3 = 0,985l_B + l_C ,$$

де 0,985 - коефіцієнт, який урахує усадку;  $l_C$  - довжина стержня поковки.

Поковки групи II. Виготовляють за два або декілька переходів. Отвори одержують прошивкою і пробиванням металу.

Для нормального протікання прошивки необхідно, щоб діаметр пуансона ( $d_{\text{П}}$ ) не був дуже великим у порівнянні з діаметром  $d_0$  вихідного прутка. Якщо  $d_{\text{П}} \approx d_0$ , то має місце процес осадки. Прошивку виконують при  $d_{\text{П}} / d_0 \leq 0,75$ . У практиці приймають  $d_{\text{П}} / d_0 \leq 0.5...0.6$ .

Осадка підчас прошивки найбільш можлива на початку процесу. Чим більше  $d_p / d_o$  та  $l_o / d_o$ , тим більше імовірна осадка при прошиванні. При  $l_o / d_o > 3$  спостерігається поздовжній вигин заготовки. При осаджуванні висота заготовки зменшується, при видавлюванні збільшується, а при радіальній роздачі металу довжина заготовки не змінюється. Тому при прошивці може бути використана заготовка, довжина якої дорівнює довжині поковки, більша або менша від неї.

Прошивку з радіальною роздачею металу можна виконати тільки в заготовках з невеликим відношенням  $l_o / d_o$  та  $d_p / d_o$ .

Оскільки енергії маховика ГKM для глибокого прошивання за один перехід часто не вистачає, то глибоку прошивку іноді виконують у багаторівчаковому штампі за декілька переходів у відповідності з допустимою глибиною прошивання за кожен хід машини.

Одним з розповсюджених методів виготовлення кільцевих поковок групи II є висадка на ГKM з прутка з наступною прошивкою та пробиванням, тобто за три переходи.

Поковки групи III з наскрізною прошивкою або без прошивки, але з буртами, виготовляють за декілька переходів.

За перший перехід виконують перетиск заготовки в матрицях, формування заднього бурта і середньої частини поковки, а також набір металу для формоутворення переднього бурта; за другий перехід - остаточне прошивання та формування поковки; за третій - відділення поковки від заготовки боковими ножами при ході рухомої матриці.

Порожнину в поковках одержують наміченням і прошиванням прошивним пуансоном з загостреним кінцем, який роздає метал в сторони. При цьому поперечний переріз вихідної заготовки повинен дорівнювати площі поперечного перерізу готової поковки з урахуванням вигару металу.

Поковки групи IV - стержневі поковки з прошитим потовщенням, що складаються з елементів поковок I та III груп, виготовляють за два або декілька переходів.

Поковки, що мають глибоку порожнину, виготовляють у штампах з розміщенням набірних рівчаків у пуансоні і формувальню-прошивних рівчаків у матриці. Для одержання поковок групи IV з глибокою прошивкою необхідно застосувати прошивання з роздачею металу в сторони; при цьому необхідно забезпечити рівність поперечних площ перерізів поковки і заготовки при однаковій їх початковій довжині. Іноді спочатку прошивання супроводжується осадкою, а потім одночасно з роздаванням металу в сторони починається течія металу в напрямі, протилежному рухові пуансона.

Поковки групи V / 13, рис.20.5/ виготовляються з товстостінних труб за один або декілька переходів. Процес висадки з труб аналогічний процесові висадки з прутка. Для висаджування поковок з труби застосовують плоский пуансон з довгою голкою типу прошивня.

Поковки групи VI /13, рис.20.6/ виготовляють комбінованим способом. Спочатку штамнують заготовку на молоті або пресі з наступним наданням поковці остаточної форми на ГKM або навпаки.

Розміри вихідної заготовки і переходи штампування визначають за окремими елементами згідно з техпроцесом.

### 3.7. Визначення зусилля висадки на ГKM

Зусилля висадки на ГKM визначають за формулою:  $P = k F \sigma_v$ , де  $F$  - площа проекції поковки на площину, перпендикулярну до напрямку руху пуансона;  $\sigma_v$  - границя міцності металу при температурі висадки;  $k$  - коефіцієнт, який залежить від характеру виконуваної операції, а також від товщини  $S$  найбільш тонкого елемента поковки або ж від відношення цієї

товщини до діаметра  $d_0$  заготовки, що висаджується, тобто від  $S / d_0$ . Приймають  $k$  від 1,5 до 8 (при  $S / d_0 > 1,5$   $k = 1,5$ ; при наскрізному прошиванні, що супроводжується зрізом,  $k = 1,7$ ; при висадці в конусній порожнині, розміщеній в пуансоні,  $k = 4$ ; при  $S / d_0 < 0,3$   $k = 8$ ).

ГКМ, яка підібрана для висадки даного виробу за величиною зусилля, перевіряють за розмірами матриць, які повинні забезпечити розміщення необхідної кількості рівчаків. У іншому випадку вибирають ГКМ з більшим зусиллям.

ТЕМПЕРАТУРНІ ІНТЕРВАЛИ КУВАННЯ ТА ШТАМПУВАННЯ  
ВУГЛЕЦЕВИХ І ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ (11)

	Нагрівання не	Кінець кування, °С	
		Не вище	Не нижче
Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, 10, 15, 20	1 300	800	700
Ст4, Ст3, Ст6, 15Г, 20Г, 25Г, 30Г	1 250	850	750
25, 30, 35	1 280	830	720
40, 45, 50	1 260	850	700
55, 60, 15Х, 20Х	1 250	850	700
40Г, 45Г, 30Г	1 220	850	700
30Х, 38ХА	1 230	870	780
10Г2, 30Г2, 35Г2	1 220	870	750
40Г2, 45Г2, 50Г2	1 200	870	800
18ХГГ, 15ХМ	1 200	860	780
30ХМ, 35ХМ	1 220	880	830
15ХФ	1 250	900	800
40ХФА	1 240	850	760
15Н2М, 20ХН, 20Н2М	1 250	850	800
40ХН, 45ХН, 50ХН	1 200	870	780
12ХН2, 12ХН3А	1 200	870	760
20ХН3А	1 200	850	760
20Х2Н4А	1 180	800	750
30ХН3А, 40ХН2МА	1 180	900	800
20ХГСА, 25ХГСА	1 200	870	800
38Х2МЮА	1 180	950	830
ШХ15	1 180	870	830

**ГРАНИЦІ МІЦНОСТІ СТАЛІ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ ЗАКІНЧЕННЯ ШТАМПУВАННЯ**  
(орієнтовні значення)

Вид сталі	Границя міцності, МПа (кГс/мм <sup>2</sup> )			
	Штамування на молотах	Штамування на кривошипних пресах	Штамування на горизонтально-кувальних машинах	Гаряче обрізування облою
Конструкційні вуглецеві сталі з вмістом С до 0,25 % (сталь 10,20,Ст2)	55(5,5)	60(6,0)	70(7,0)	100(10,0)
Конструкційні вуглецеві сталі з вмістом С понад 0,25 % (сталь 45, Ст5)	60(6,0)	60(6,0)	80(8,0)	120(12,0)
Конструкційні низьколеговані сталі з вмістом С до 0,25% (сталь 20Х)	65(6,5)	70(7,0)	90(9,0)	150(15,0)
Конструкційні низьколеговані сталі з вмістом С понад 0,25% (сталь 40Х, 45ХН)	75(7,5)	80(8,0)	100(10,0)	200(20,0)
Високолеговані конструкційні сталі (сталь ШХ15, 45ХНМА)	90...100 (9,0...10,0)	100...120 (10,0...12,0)	120...140 (12,0...14,0)	250(25,0)



КОВАЛЬСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ

Таблиця Д. 8.1

Основні параметри пароповітряних штампувальних молотів

Параметри	Енергія удару , кДж (гсм) не менше							
	16 (1,6)	25 (2,5)	50 (5)	80 (8)	125 (12,5)	250 (25)	400 (40)	630 (63)
Номінальна маса ударних частин , т	0,63	1	2	3,15	5	10	16	25
Кількість ударів за хвилину	110	90	80	72	65	55	45	40
Віддаль між направляючими на просвіт , мм	400	500	600	710	800	1000	1180	1320
Найменша висота штампа без хвостовика	180	220	260	340	400	450	500	600

Основні параметри кривошипних гарячештампувальних пресів (КГШП)

Параметри	Номінальне зусилля преса, МН (тс)					
	6,3 (630)	10 (1000)	16 (1600)	25 (2500)	40 (4000)	63 (6300)
Хід повзуна преса, мм	200	250	300	350	400	460
Кількість ходів повзуна за хвилину	90	80	75	60	50	40
Штампувальна висота при нижньому положенні повзуна і верхньому положенні клинної подушки, мм	560	560	660	890	1000	1150
Величина регулювання відстані між столом і повзуном, мм	10..20	10..20	10..20	10..20	10..20	10..20
Верхній виштовхувач: величина ходу, мм	40	40	50	50	65	65
зусилля, тс, не менше	3,15	3,15	6,3	6,3	68	10
Нижній виштовхувач: величина ходу, мм	40	40	50	50	65	65
зусилля, тс, не менше	5	5	10	10	12,5	16
Розміри стола, мм: зліва направо	640	770	940	1200	1570	1900
спереду назад	820	990	1200	1400	1600	1950
Розміри вікон у стояках преса, мм: висота	560	560	660	890	1000	1100
ширина	450	560	600	720	850	1000

Таблиця Д. 8.3

Основні параметри горизонтально-кувальних машин (ГКМ) з вертикальним розніманням матриць

Параметри	Номинальне зусилля висаджувального повзуна, МН											
	1	1,6	2,5	4	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5
Хід висаджувального повзуна, мм	180	200	220	290	350	380	420	460	510	570	630	700
Хід рухомої матриці, мм	60	80	100	125	160	180	200	220	250	280	310	350
Хід висаджувального повзуна після закриття матриці, мм	100	125	140	190	230	250	280	310	350	390	430	480
Зворотній хід висаджувального повзуна при закритих матрицях, мм	25	40	60	80	110	130	150	170	190	210	240	270
Кількість ходів повзуна за хвилину	95	75	60	50	40	35	33	30	27	25	25	21
Найбільші розміри матриць, мм												
довжина	220	280	350	450	560	590	640	700	770	850	930	1020
висота	250	320	380	480	590	660	740	820	920	1030	1150	1300
ширина	100	120	140	160	200	220	240	260	290	320	350	390
Найбільший розмір зіву для проходу заготовки (при розкритих матрицях), мм	30	50	60	90	110	130	150	170	190	220	250	280

## Рекомендовані режими охолодження поковок (11)

Марка сталі	Розміри поковок		
	До 50 5 Я 100	101 - 150 151 - 200	201 - 250 25* 300
Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60	На повітрі		
45X, 50X, 35Г2, 45Г2, 50Г2, 33XC, 30ХМА, 35ХМ, 12ХН2, 20ХН3, 12ХН3А, 12Х2Н4А, 20ХГСА	На повітрі	У закритому колодязі	
55С2, 60С2, 38XC, 45ХН, 50ХН, 18ХГТ, 38ХГН, ШХ15	На повітрі		У закритому колодязі
20Х2Н4А, 5ХГС, 5ХГМ, 5ХНМ, 3Х2В8, 9ХФ	На повітрі	У закритому колодязі	У опалюваному колодязі
25ХГМ, 20ХН, 40ХН, 50ХФА, 60С2Н2А	На повітрі	У закритому колодязі	
9Х, 9Х2, ХВГ, 5ХНТ, 5ХНВ, 7Х3, 9Х2В	У закритому колодязі		
У7, У7А, У8, У8А, У9, У9А, У10, У10А	На повітрі	У закритому колодязі	
У11, У11А, У12, У12А	На повітрі	У закритому колодязі	Відпал неповний
12Х18Н9, 12Х17, 14Х17Н2, 08Х18Н10, 20Х23Н18, 20Х23 НІ 3, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н10Т, 20Х25 Н20С2	На повітрі		

## КОВАЛЬСЬКІ НАПУСКИ

Таблиця Д. 10.1

Величина штампувальних уклонів (ГОСТ 7505-89)

Штампувальне обладнання	Штампувальні уклони, град	
	зовнішні	внутрішні
Молоти	7	10
Преси з виштовхувачем	5	7
Горизонтально-кувальні машини	5.	7

Примітки: 1. При виготовленні поковок з западинами або отворами на горизонтально-кувальних машинах уклони на поверхнях западин не повинні перевищувати 3°.

2. При виготовленні поковок на пресах без виштовхувачів і для поковок висотою до 20 мм допускається приймати уклони такі ж, як і при штампуванні на молотах.

Таблиця Д. 10.2

Радіуси заокруглень зовнішніх кутів штампованих поковок (11)

Маса поковки, КГ		Глибина порожнини рівчака штампа, мм			
		До 10	10 ... 25	25 ... 50	Понад 50
Понад	До	Радіуси г зовнішніх заокруглень			
-	1	1	1,5	2	3
1	6	1,5	2	2,5	3,5
6	16	2	2,5	3	4
16	40	2,5	3	4	5
40	100	3	4	5	7
100	-	4	5	6	8

Примітки:

1. Радіуси внутрішніх заокруглень повинні бути в 2-3 рази більші від зовнішніх ( $R > r$ ).
2. Радіуси заокруглень повинні узгоджуватись з припусками.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Афонькин М.Г., Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. -Л.: Машиностроение, 1987. - 255 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.И. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1976. - 288 с.
3. Справочник технолога машиностроителя: В 2 т. /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение,1986. -655 с.
4. Справочник металлиста: В 5 т. /Под ред. А. Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1977. - Т.3. - 748 с.
5. Справочник нормировщика / Под ред. А.В.Ахумова. - Л.: Машиностроение, 1986. - 458 с.
6. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. /Под ред. А.Ф.Горбачевича. - Минск: Вышэйш.шк. 1983. - 286 с.
7. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. /Под ред. В.В.Бабука. - Минск: Вышэйш.шк, 1979. - 464 с.
8. Оптовые цены на отливки, поковки и горячие штамповки. Прейскурант № 25-01-М. - М.: Прейскурантиздат, 1991. - 230 с.
9. Технологические процессыковки, штамповки. Курсовое проектирование /Под ред. П.П.Омельченко, Б.С.Каргин, А.Д.Кирицев и др. - К.: Донецк: Выш.шк., 1986. -151 с.
10. Юсипов З.И., Каплин Е.И. Обработка металлов давлением и конструкции штампов. - М.: Машиностроение, 1981. - 270 с.
11. Раскинд В.Л. Справочник молодого кузнеца-штамповщика. - М.: Высш.шк., 1985. - 256 с.
12. Домогацкий В.И. Прогрессивные заготовки в машиностроении. Куйбышев: КАИ, 1983. - 99 с.
13. Иллюстративный материал к лекционному и самостоятельному изучению дисциплины "Проектирование и производство заготовок"

с применением ТСО. Заготовки, изготавливаемые ковкой и объемной штамповкой. /Сост. С.С.Добрянский, А.П.Кругляк. – Киев: КПИ, 1987. - Кн.2. - 57 с.

14. Охрименко Я.М.Технология кузнечно-штамповочного роизводства.М.: Машиностроение, 1976. - 560 с.

15. Ковка и объемная штамповка стали: Справочник /Под ред. М.В.Сторожева. - М.: Машиностроение.1967. - 1968. - Т.1-2.

16. Зорчев С.Н., Кузьминцев В.Н. Общая технология кузнечно-штамповочного производства. - М.: Высш.шк., 1979. - 112 с.



ЗМІСТ	Ст.
1. Мета та завдання роботи .....	3
2. Тематика та обсяг работ.....	5
3. Оформлення та захист роботи .....	6
4. Етапи виконання другої частини курсової роботи .....	8
4.1. Призначення та конструктивні особливості деталі .....	8
4.2. Вибір та обґрунтування способу виготовлення заготовки .....	9
4.3. Економічне обґрунтування вибору заготовки .....	13
4.4. Розробка схеми технологічного процесу виготовлення штампованої заготовки .....	13
4.5. Визначення маси і розмірів заготовки. Вибір обладнання .....	16
4.6. Розробка креслення штампованої заготовки та технічних вимог до її виготовлення та контролю .....	19
4.7. Оформлення карти технологічного процесу .....	23
4.8. Визначення кількості переходів при штампуванні .....	23
4.9. Види браку і контроль якості поковок .....	24
4.10. Охорона праці .....	24
Додаток 1. Форма та зразок заповнення титульного аркуша .....	26
Додаток 2. Основні стандарти, які використовуються при виконанні роботи .....	27
Додаток 3. Визначення групи серійності і ступеня складності при виготовленні штампованих заготовок .....	33
Додаток 4. Економічне обґрунтування вибору штампованої заготовки .....	40
Додаток 5. Визначення розмірів вихідної заготовки та переходів штампування .....	46
Додаток 6. Температурні інтервали кування та штампування вуглецевих і легованих сталей .....	70

Додаток 7. Границі міцності сталі при температурі закінчення штампування .....	71
Додаток 8. Ковальське обладнання .....	72
Додаток 9. Рекомендовані режими охолодження поковок .....	75
Додаток 10. Ковальські напуски .....	76
Список літератури .....	80