

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Організація самостійної та практичної роботи

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2020

УДК 621.91 (075.8)

T38

Автори:

О. П. Шиліна, В. І. Савуляк, В. Й. Шенфельд, О. Б. Янченко

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 9 від 30.04.2020 р.)

Рецензенти:

П. П. Савчук, доктор технічних наук, професор

Т. А. Роїк, доктор технічних наук, професор

О. Д. Манжілевський, кандидат технічних наук, доцент

Технологія конструкційних матеріалів. Організація самостійної та практичної роботи : навчальний посібник / [Шиліна О. П., Савуляк В. І., Шенфельд В. Й., Янченко О. Б.]. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 110 с.

ISBN 978-966-641-801-5

Посібник призначено для виконання самостійної роботи та практичних занять з курсу Технології конструкційних матеріалів. Мета посібника – навчити студентів самостійно вирішувати практичні задачі: отримувати заготовки литтям, тиском, електрохімічними, фізичними методами, зварюванням металів та обробленням матеріалів різанням.

Практична підготовка та проведення розрахунків для розробки оптимальних конструкцій машин і технологічних процесів обробки, правильного вибору матеріалів деталей машин та виду заготовок, призначення матеріалу для виготовлення конкретних деталей машин. Наведено теоретичний матеріал, приклади виконання контрольних питань і завдань.

Навчальний посібник розроблено згідно з планом кафедри ГМ і програмою дисципліни «Технології конструкційних матеріалів».

УДК 621.91 (075.8)

ISBN 978-966-641-801-5

© ВНТУ, 2020

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Питання для самостійної підготовки до першого модуля	6
Питання для самостійної підготовки до другого модуля.....	7
Практична робота № 1	
Проектування технологічного процесу виготовлення виливка	8
Практична робота №2	
Кування металів.....	67
Практична робота № 3	
Контактне зварювання.....	75
Практична робота № 4	
Ручне електродугове зварювання	79
Практична робота № 5	
Обробка заготовок на токарно-гвинторізних верстатах	90
Практична робота № 6	
Електроіскрова обробка металів.....	99
Тестові завдання з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»	103
Словник термінів.....	106
Література	108

ВСТУП

Головна мета викладання дисципліни – сформувати професійні вміння та навички студентів в галузі сучасної концепції технології конструкційних матеріалів, повно та послідовно викласти на сучасній науковій основі знання про найбільш важливих для ефективного використання у машинобудуванні напрямках в галузі технології конструкційних матеріалів.

Дисципліна «**Технологія конструкційних матеріалів**» є однією з основних у загальному циклі технічних дисциплін підготовки фахівців.

Курс передбачає: вивчення процесів виробництва металів і сплавів; надання студентам знань з основних фізико-хімічних, механічних і технологічних властивостей матеріалів; вивчення технологічних методів отримання та обробки заготовок і деталей машин; вивчення принципових схем типового технологічного обладнання, інструмента та пристосувань; вивчення фізичної суті явищ, що відбуваються в металах та сплавах в умовах обробки та експлуатації.

Набуті при вивченні цього курсу знання є необхідними для розробки оптимальних конструкцій машин і технологічних процесів обробки, правильного вибору матеріалів деталей машин та виду заготовок.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач у результаті вивчення дисципліни

Здатність виконувати оцінення параметрів роботоzдатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, зокрема й за наявності деякої невизначеності.

Здатність проводити технологічне і техніко-економічне оцінення ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

Вміння проводити оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про сучасні методи їхньої експлуатації обладнання та комплектацію технічних комплексів.

Здатність застосовувати отримані знання для розробки і впровадження технологічних процесів, технологічного устаткування і технологічного оснащення, засобів автоматизації та механізації при виробництві, експлуатації, ремонті та обслуговуванні дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

Мета вивчення дисципліни – надати майбутнім фахівцям знання з вибору й застосування технологічних методів отримання заготовок деталей машин задля забезпечення високої якості продукції, економії матеріалів та високої продуктивності праці, і полягає у пізнанні природи та властивостей матеріалів.

Основні завдання дисципліни:

- вивчення технології отримання й обробки заготовок деталей машин;
- розкриття фізичних основ процесів цієї обробки та їх техніко-економічних характеристик;
- установлення галузей застосування різних методів отримання заготовок;
- вивчення основних питань технологічності конструкцій заготовок з урахуванням методів їх отримання;

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

з н а т и:

- суть процесів отримання металів і сплавів;
- особливості формоутворення заготовок різними способами;
- принципи отримання нерознімних з'єднань зварюванням і паянням;
- фізичні основи обробки заготовок;
- основні властивості та призначення сучасних металевих та неметалевих матеріалів;

в м і т и:

- правильно обирати спосіб виготовлення заготовки та її механічної обробки;
- залежно від конструктивних особливостей, матеріалу та умов роботи визначати раціональний спосіб зварювання конструкції;
- правильно обирати методи зміцнення деталей машин;
- оцінювати поведінку матеріалу і причини відказів деталей машин унаслідок дії на них різних експлуатаційних факторів;
- самостійно користуватися базами даних ЕОМ, технічною та довідковою літературою для вибору матеріалу на основі аналізу умов експлуатації та напруженого стану з урахуванням економічної доцільності його використання;
- призначати обробку для забезпечення потрібної довговічності виробів;

м а т и у я в л е н н я п р о:

- перспективи розвитку ливарного виробництва;
- отримання заготовок способами обробки тиском;
- зварювальне виробництво;
- обробку металів на металорізальних верстатах;
- обробку електрофізичними методами.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО ПЕРШОГО МОДУЛЯ

1. Ливарне виробництво. Переваги і випадки застосування цього способу виготовлення деталей. Класифікація способів виготовлення виливків. Технологічний процес виготовлення найпростішого вилівка методом лиття в земляну форму. Призначення моделі. Формувальні суміші. Суть і переваги лиття в металеві форми. Призначення ливарної форми і види ливарних форм. З яких елементів складається ливарна форма. Одержання виробів методом відцентрового лиття (суть, переваги і недоліки). Лиття за виплавленими моделями. Матеріали, що застосовуються для виготовлення моделі. Процес одержання виливків в оболонковій формі. Основні дефекти лиття. Види лиття під тиском.

2. Обробка металів тиском. Суть обробки металів тиском. Види обробки металів тиском. Мета застосування нагріву при обробці металів тиском. Нагрівання металу при обробці тиском. Зона теплового нагрівання. Що таке наклеп? Гаряча і холодна обробка металів тиском. Основні види нагрівальних пристроїв при обробці металів тиском. Суть прокатки. Основні схеми прокатування. Сортамент прокату. Холодне і гаряче прокатування металів. Характеристика процесу пресування. Методи пресування. Пряме та зворотне пресування металів. Суть процесу і технологічні операції вільного кування. Об'ємне штампування. Переваги та недоліки об'ємного штампування. Види штампів. Штампування в закритих та відкритих штампах. Суть листового штампування і його види. Холодне листове штампування. Суть процесу волочіння та сфера його застосування. Характеристика процесу волочіння.

3. Композиційні матеріали. Пластмаси. Гуми. Що називається композиційними матеріалами? Одержання заготовок із композиційних матеріалів методом холодного, гарячого і гідростатичного пресування. Виробництво деталей з металевих порошків. Способи одержання деталей із пластмас. Перелічіть характерні властивості пластмас як конструкційних матеріалів. За якими ознаками щодо нагрівання класифікують пластмаси? Основні компоненти пластмас. Переробка пластмас у в'язкотекучому стані. Перелічіть основні компоненти, які входять до складу гумових матеріалів, їх призначення. У чому суть вулканізації гумової суміші? Назовіть найбільш поширені способи виготовлення виробів з гуми.

4. Поверхнева обробка деталей. Формування якості поверхневого шару методами технологічного впливу. Які основні методи обробки деталей поверхневим пластичним деформуванням? Дайте характеристику обробки циліндричних поверхонь обкатуванням.

5. Електрофізичні методи обробки поверхонь. Які ви знаєте електрофізичні методи обробки? Суть і особливості електроіскрової обробки. Суть і особливості електрохімічної обробки. Суть і особливості електроімпульсної обробки. Суть і особливості електроконтактної

обробки. Суть і особливості анодно-механічної обробки. Суть і особливості ультразвукової обробки. Суть і особливості променевої обробки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ДО ДРУГОГО МОДУЛЯ

1. З'єднання деталей. Що називається зварюванням? Які способи зварювання ви знаєте? Класифікація способів дугового зварювання. Зварювальна дуга і її властивості. Ручне дугове зварювання. Види зварних з'єднань. Вибір режиму зварювання. Види зварних швів. Які речовини входять до складу електродних покриттів? Суть способу зварювання під флюсом. Флюси для автоматичного зварювання. Переваги і недоліки зварювання під флюсом. Дугове зварювання в захисних газах. Аргонодугове зварювання. Зварювання у вуглекислому газі. Плазмове зварювання. Електронно-променеве зварювання. Лазерне зварювання. Газове зварювання. Зберігання кисню. Зберігання ацетилену. Властивості ацетилену та його добування. Технологія газового зварювання. Схема зварювального газового пальника. Газове різання. Термітне зварювання. Основні види контактного зварювання. Конденсаторне зварювання. Холодне зварювання. Зварювання тертям. Зварювання ультразвуком. Зварювання вибухом. Фізична суть паяння. Види припоїв. Дефекти зварних з'єднань і причини їх утворення. Методи контролю якості зварних з'єднань. Руйнівні методи контролю якості зварних з'єднань. Неруйнівні методи контролю якості зварних з'єднань. Які флюси і припої застосовуються при паянні? Як проводять паяння алюмінію? Зварювання в закритих газових середовищах.

2. Механічна обробка матеріалів. Основні методи обробки різанням. Основні частини і елементи різця. Елементи режиму різання. Матеріали для виготовлення різальних інструментів. Класифікація металорізальних верстатів. Типи токарних верстатів. Токарні різці. Обробка заготовок на фрезерних верстатах. Обробка заготовок на протяжних верстатах. Зубонарізання. Суть і призначення обробки шліфуванням. Схеми круглого і плоского шліфування. Порошки й інструменти із синтетичного алмазу. Елементи токарного прохідного різця. Характеристика шліфувального круга. Випробування на міцність і балансування шліфувального круга. Дефекти шліфування. Абразивний інструмент. Абразивні матеріали. Зв'язка абразивного інструменту. Твердість абразивного інструменту. Структура абразивного інструменту. Правка шліфувальних кругів. Чистові методи обробки. Хонінгування. Суперфініш. Притирання. Полірування. Мастильно-охолоджувальні рідини. Застосування мастильно-охолодної рідини.

ПРАКТИЧНА РАБОТА № 1

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

Мета роботи: за креслеником деталі розробити технологічний процес виготовлення литої заготовки цієї деталі, який містить проектування та складання креслеників: елементів ливарної форми (або відливання деталі); моделі виливки (або модельних плит); ливарної форми у зборі; розробку ескізів: стрижневих ящиків і отриманих в них стрижнів; ливникової системи.

Пристаосування, інструменти: наочні посібники, дерев'яні та металеві моделі виливків, макет ливарної форми, виливки з чавуну і алюмінієвих сплавів, дерев'яні стрижневі ящики. Креслярське приладдя.

Короткі теоретичні відомості

Технологічний процес виготовлення виливків актуальний для отримання виробів в будь-яких галузях промисловості.

При проектуванні ливарної технології необхідно забезпечувати хороші експлуатаційні якості литих деталей (рис. 1.1 і рис. 1.3, *a*), високі техніко-економічні показники на всіх етапах технологічного процесу.

При оціненні технологічного процесу потрібно враховувати витрати на отримання виливків у ливарному цеху, знижуючи собівартість механічної обробки. При цьому потрібно зменшувати припуски, спрощувати процес формування, максимально використовувати технологічне обладнання.

При розробленні технологічного процесу виготовлення ливарної форми необхідно:

- вибрати спосіб формування (ручний, машинний);
- визначити положення виливка у формі при заливанні металу;
- встановити поверхні роз'ємів ливарної форми і моделі виливки;
- намітити конструкцію ливникової системи;
- розробити кресленики елементів ливарної форми (рис. 1.1 і рис. 1.3, *в*) або виливка (рис. 1.2), моделі (рис. 1.5, *a*) та рис. 1.7) та ливарні форми (рис. 1.5, *б*) та рис. 1.9).

Кресленики деталі (рис. 1.1 та рис. 1.3, *a*) є основою для проектування технологічного процесу виготовлення виливка.

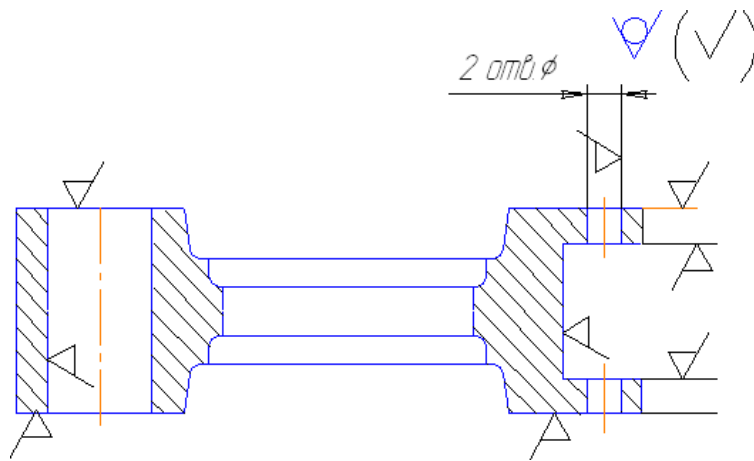


Рисунок 1.1 – Кресленик деталі (важеля)

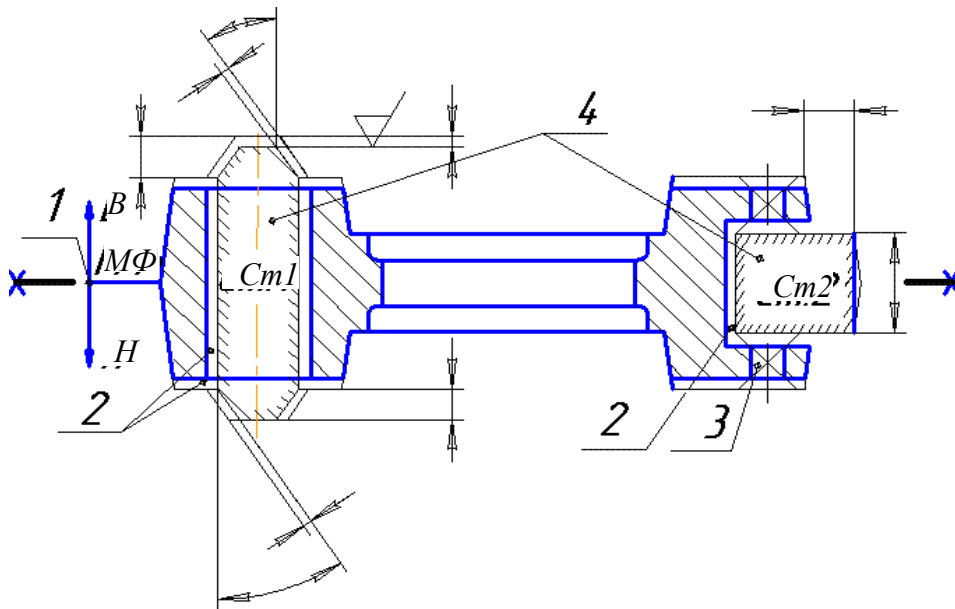


Рисунок 1.2 – Кресленик «Елементи ливарної форми»

У дрібносерійному і одиничному виробництві на копію кресленника деталі відповідно до ГОСТ 3.1125-88 наносять технологічні вказівки, які необхідні для виготовлення модельного комплекту, форми, стрижня, і отримують кресленик *елементів ливарної форми* (рис. 1.2 і рис. 1.3, в). На цьому кресленнику вказують поверхню роз'єму моделі та форми, положення вилівка при заливанні, ухили (табл. 1.1), припуски на обробку різанням (табл. 1.2), положення стрижнів, їх знаки, розміри та інші технологічні вказівки, необхідні для виготовлення модельного комплекту, форми та стрижнів.

У масовому і великосерійному виробництві розробляють спеціальний кресленик вилівка (рис. 1.3, б), при цьому на копію кресленника деталі наносять необхідні вказівки.

Вибір варіанта розташування виливка у ливарній формі (рис. 1.5, б) і рис. 1.9) – першочергове завдання розробки технологічного процесу виготовлення виливка.

Поверхня, за якою при складанні ливарної форми з'єднуються її частини, називається поверхнею роз'єму. Правильні роз'єми форми та моделі забезпечують зручність виготовлення форми, її збирання і якість виливків.

Роз'єм моделі і форми показують відрізком або штрихпунктирною лінією, що закінчується знаком X— —X. Над нею вказують літерне позначення роз'єму (МФ) на креслениках елементів ливарної форми (рис. 1.2 і рис. 1.3, в).

Встановлення виливка у формі при заливанні позначають буквами В (верх) і Н (низ), які проставляють біля стрілок, що показують напрямок роз'єму. Напрямок роз'єму позначається суцільною основною лінією, яку обмежено стрілками, перпендикулярними до лінії роз'єму.

При визначенні поверхні роз'єму форми потрібно керуватися такими положеннями:

- весь виливок, якщо дозволяє його конструкція, потрібно розташовувати в нижній частині форми: при цьому виключається перекося виливка (рис. 1.5, б);
- поверхню роз'єму при заливанні бажано мати горизонтальною;
- поверхня роз'єму форми має забезпечувати вільне виймання моделі з форми і зручне встановлення стрижнів;
- форма має мати мінімальне число стрижнів, за можливості, простої конфігурації або піщані бугри.

Виливок є заготовкою деталі і відрізняється від деталі розмірами та формою. Розміри виливка змінюються в тих місцях, де на поверхні деталі вказано знак ∇ механічної обробки (рис. 1.2 і рис. 1.3, а). Зовнішні розміри збільшуються, а внутрішні – зменшуються на величину припуску на механічну обробку. Цей шар металу (на сторону) видаляється в процесі механічної обробки виливка з його поверхонь для отримання заданої геометричної точності і якості поверхні деталі.

Припуск на обробку металу різанням залежить:

- від способу виготовлення виливка;
- розташування виливка у формі;
- класу точності виливки;
- найбільшого габаритного розміру литої деталі; матеріалу виливка (табл. 1.2).

Припуски на обробку різанням наносять на копії кресленика деталі суцільними тонкими лініями біля поверхонь, де вказано знак обробки, при побудові кресленика «Елементи ливарної форми» (рис. 1.2 і рис. 1.3, в).

При побудові креслення виливка припуск на обробку різанням наносять на копію креслення деталі суцільною товстою лінією і штрихують в площині розрізу (рис. 1.3, б).

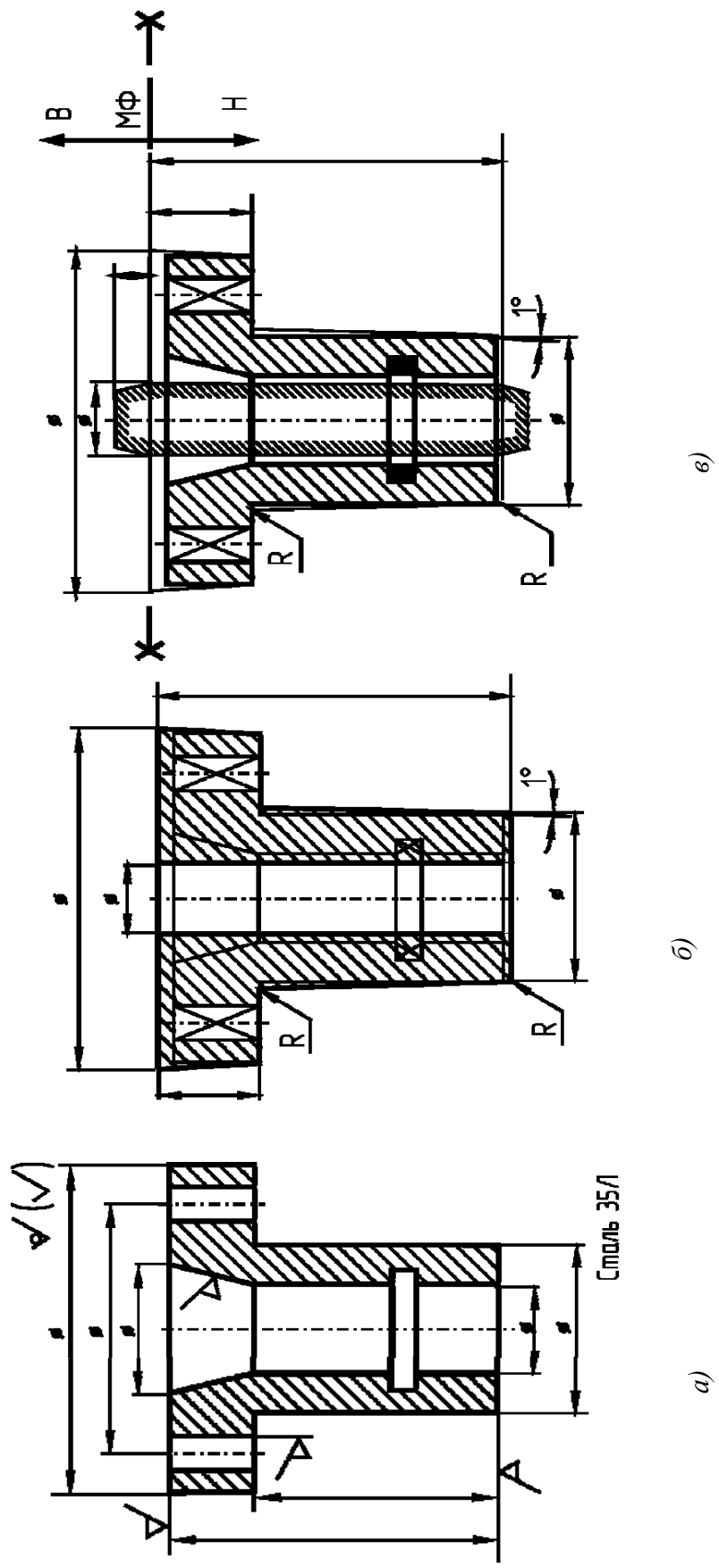


Рисунок 1.3 – Проектування технологічного процесу виготовлення виливка:
 а) – кресленник деталі; б) – кресленник виливка;
 в) – кресленник елементів ливарної форми

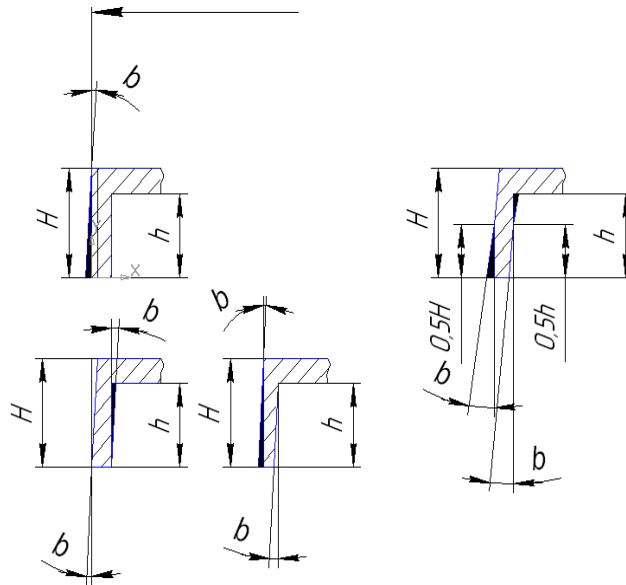


Рисунок 1.4 – Формувальні ухили

Для верхньої частини виливка призначають припуски більші, ніж для нижньої та бокових, оскільки у верхній частині скупчуються шлакові включення і з'являються газові раковини (табл. 1.2).

При масовому виробництві виливків за допомогою стрижнів отримують отвори діаметром понад 20 мм, при серійному виробництві – більше 30 мм, при одиничному – більше 50 мм.

За формою виливка відрізняється від деталей також наявністю напусків, які полегшують процес її виготовлення. До них відносяться ливарні ухили, галтелі, припливи, отвори і западини, що не виконуються литтям. Наявність ухилів на моделях є головною причиною значних відхилень розмірів виливків від номінальних.

У виливка, що отримано в піщано-глинистої формі, на оброблюваних поверхнях понад припуску на механічну обробку потрібно виконувати формувальні ухили. Допускається виконання ухилів за рахунок зменшення припуску, але не більше 30% його значення.

Формувальні ухили потрібно виконувати на необроблюваних поверхнях виливка, які не сполучаються за контурами з іншими деталями за рахунок збільшення (рис. 1.4) або зменшення розмірів виливка.

Формувальні ухили виконуються на необроблюваних поверхнях виливка, сполучених за контурами з іншими деталями за рахунок зменшення або збільшення розмірів виливка, залежно від поверхонь з напруженнями.

Значення формувальних ухилів у модельних комплектах для піщано-глинистих сумішей вказані в табл. 1.1. Чим більша висота поверхні, тим абсолютна величина ухилу менша. На дерев'яних моделях ухили – більші, ніж на металевих моделях при однакових габаритних розмірах.

Таблиця 1.1 – Величини формувальних ухилів для виливків, які отримують в піщано-глинистих формах

Висота моделі, мм	Формувальні ухили			
	Дерев'яна модель		Металева модель	
	град	мм	град	мм
До 20	0,5	1,0	1,30	0,5–1,0
20–50	1,30	1,0–2,0	1,0	0,8–1,2
50–100	1,0	1,5–2,5	0,45	1,2–1,5
100–200	0,45	2,0–3,0	0,30	1,5–2,0
200–300	0,30	2,5–4,0	0,30	2,0–3,0

Таблиця 1.2 – Припуски (мм) на обробку виливків різанням

Габаритний розмір, мм	Положення поверхні при заливанні	Для сірого чавуну	Для сталі	Для кольорових сплавів (бронза, латунь, сілумін)
120	Верх Низ, бік	3,5 2,5	4,5 4,0	–
121–260	Верх Низ, бік	4,0 3,0	5,0 4,0	3 –
261–500	Верх Низ, бік	4,5 3,5	6,0 5,0	4
501–800	Верх Низ, бік	5,0 4,0	7,0 5,0	5
801–1250	Верх Низ, бік	6,0 4,0	8,0 6,0	– 6
1251–2000	Верх Низ, бік	7,0 4,5	9,0 7,0	– 7

Виливок має мати, за змоги, рівномірну товщину стінки, оскільки в місцях потовщення стінок можуть утворюватися дефекти усадкового характеру (пористість, усадкові раковини, тріщини).

Виливок не може мати гострих кутів і різких переходів від товстих стінок до тонких. Сполучення стінок потрібно виконувати плавними переходами – галтелями.

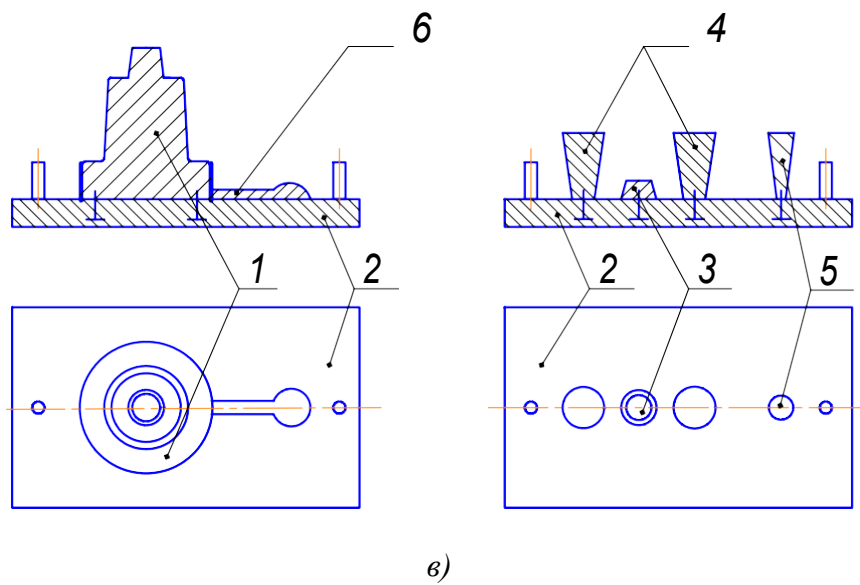
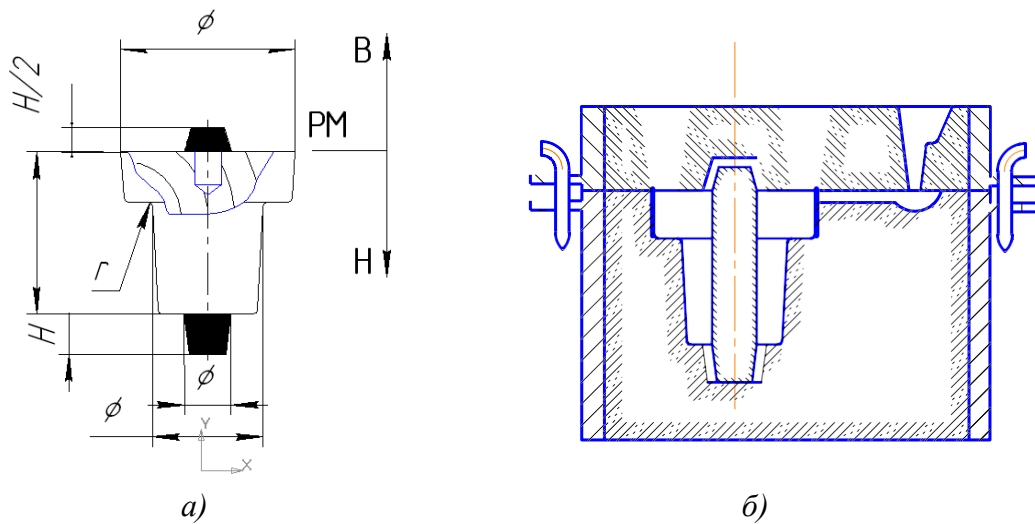


Рисунок 1.5 – Моделі (а) и модельні плити (б) для виготовлення ливарної форми (б)

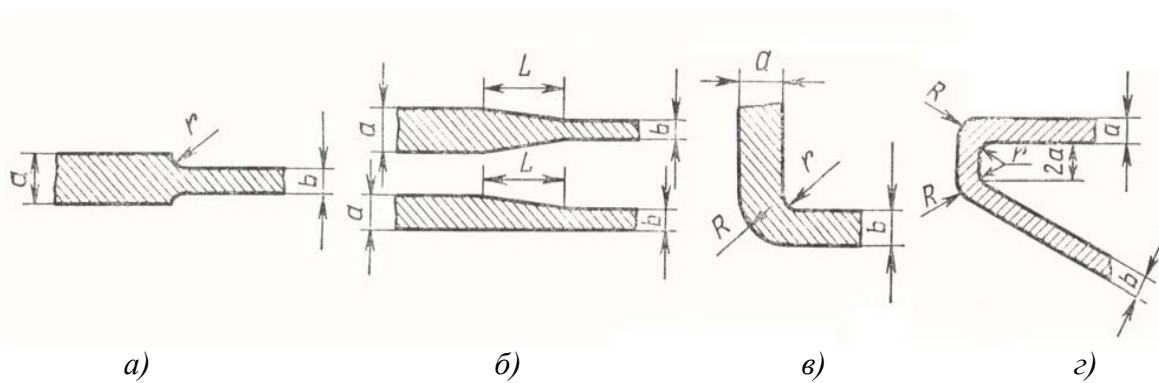


Рисунок 1.6 – Приклади спряження стінок виливка

Якщо товщини стінок відрізняються менше ніж удвічі, то при сопряженні рекомендується застосовувати галтелі (радіуси внутрішніх кутів) від $1/6$ до $1/3$ середнього арифметичного товщини сполучених стінок. Величина радіусу визначається за формулою $r = (1/6-1/3)[(a+b)]/2$ (див. рис. 1.6, а). При різниці товщини сполучених стінок вдвічі і більше рекомендується клинове спряження (див. рис. 1.6, б). Довжина цього сполучення L для чавуну і кольорових сплавів береться $L = 4(a - b)$, для сталі $L = 5(a - b)$.

При кутових сполученнях стінок різної товщини (див. рис. 1.6, в) галтель виконують радіусом r , визначеним за наведеною вище формулою. Зовнішній радіус заокруглення R дорівнює товщині більшої стінки.

Технологічні напуски – отвори, западини і т. ін., що не виконується у виливках, закреслюють тонкими лініями (рис. 1.3, б), в).

Контури стрижнів (див. рис. 1.2 і рис. 1.3, б), в) зі знаками, що потрапляють у розріз, позначають суцільними тонкими лініями з коротким штрихуванням за контуром. Номери стрижнів позначають Ст1, Ст2 і т. д.

Модель – це пристосування для отримання у піщаній формі відбитка, зазвичай, відповідного зовнішньої конфігурації вилівка зі стрижневим знаком. У виливків простої конфігурації моделі можуть бути без знакових частин.

На рис. 1.7 наведено кресленик дерев'яної моделі для отримання вилівка важеля у форму, виготовлену вручну. Основним документом для розробки кресленика моделі є проект «Елементи ливарної форми» (див. рис. 1.2). Конструкція моделі має забезпечувати можливість ущільнення формувальної суміші та видалення моделі з форми. Тому модель найчастіше робиться рознімною, причому в її нижній частині є отвори, а у верхній – шипи 4 (рис. 1.7), за допомогою яких обидві частини моделі фіксуються.

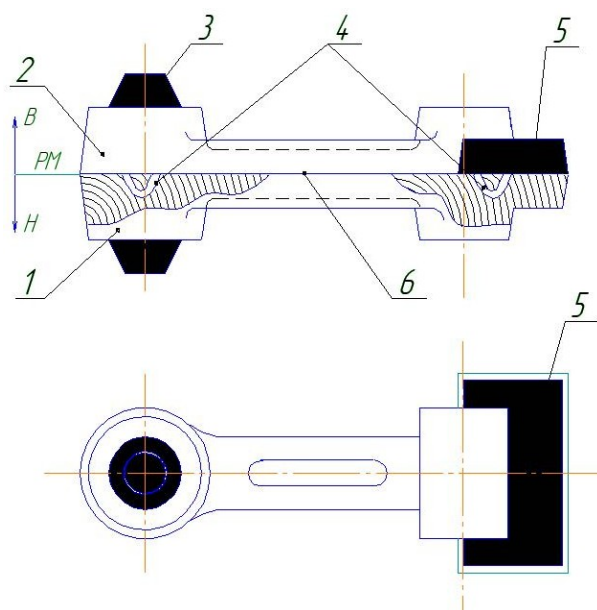


Рисунок 1.7 – Модель вилівка важеля

Таблиця 1.3 – Припуски на усадку металів

Метал виливка	Види виливка	Припуск на усадку, %
Серий чавун	Дрібні, середні	0,8–1,2
Мідні сплави	Дрібні, середні	1,4
Алюмінієві сплави	Дрібні, середні	0,8–1,2
Сталь	Дрібні, середні	1,5

Формувальні ухили виконуються в площинах моделі, перпендикулярно до роз'єму форми, аби модель легко виймалася з форми, не пошкоджуючи її (див. табл. 1.1). Біля стінок моделі гострі кути роблять округленими.

Розміри моделі виливки у масовому та великосерійному виробництві вказуються на її кресленику (див. рис. 1.5, *a*) з урахуванням ливарної усадки сплаву (табл. 1.3). У дрібносерійному і одиничному виробництві при розробці кресленика «Елементи ливарної форми» вказується усадка сплаву у відсотках.

Моделі виготовляються зазвичай з дерева або металу, рідше – з пластмас і інших матеріалів. Поверхні дерев'яних моделей механічно обробляють і фарбують для збільшення терміну служби. Знаки 3 і 5 на моделях можуть бути пофарбовані в чорний колір (див. рис. 1.5, *a*) і рис. 1.7).

Моделльні плити (див. рис. 1.5, *в*) являють собою металеві плити, на яких монтуються моделі виливка та елементи ливникової системи. На рис. 1.5, *в*) показані нижня та верхня моделльні плити для виготовлення форми (див. рис. 1.5, *б*) сталевого виливка (рис. 1.8, *б*). На нижній плиті 2 крім моделі 1 встановлена модель живильника 6. На верхній плиті 2 встановлені моделі стояка 5 верхнього стрижневого знака 3 і прибутків 4. Моделльні плити, як правило, застосовують для машинного формування при виготовленні виливків у масовому та великосерійному виробництвах. За односторонніми металевими плитами при формуванні на машинах отримують ливарну форму у парних опоках (див. рис. 1.5, *б*).

Моделльні комплекти та опочне оснащення. Чавунний виливок важеля з ливникової системою зображено на рис. 1.8, *a*). Зовнішня конфігурація виливкна утворюється формою (рис. 1.9), а внутрішня (циліндричний отвір і наскрізний паз) виконується циліндричним стрижнем Ст1 і плоским стрижнем Ст2 (рис. 1.10). Кожен стрижень за допомогою знаків встановлюються і фіксуються у формі. Конструкція знаків має забезпечувати стійке положення стрижнів в формі.

Для виготовлення піщаної форми використовують моделльні комплекти та опочну оснастку. До модельного комплекту входять: моделі або моделльні плити (див. рис. 1.5, *a*), *в*), стрижневі ящики (рис. 1.10), моделі ливникової системи, випорів та прибутків.

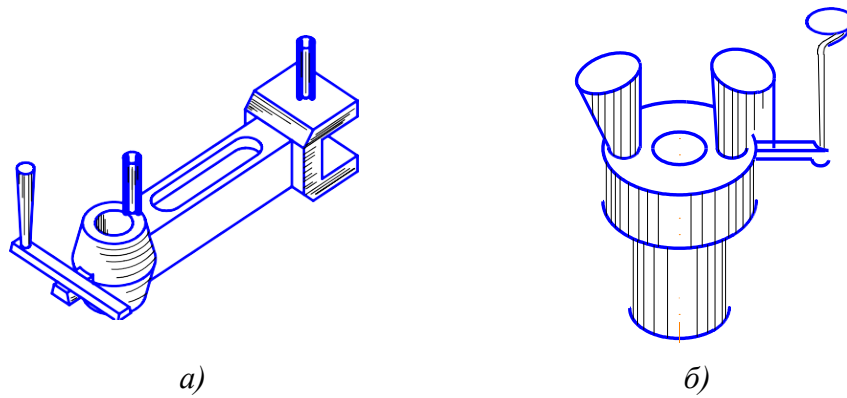


Рисунок 1.8 – Виливки з ливниковою системою:
a) – чавунний виливок важеля; *б)* – виливок сталевій втулки

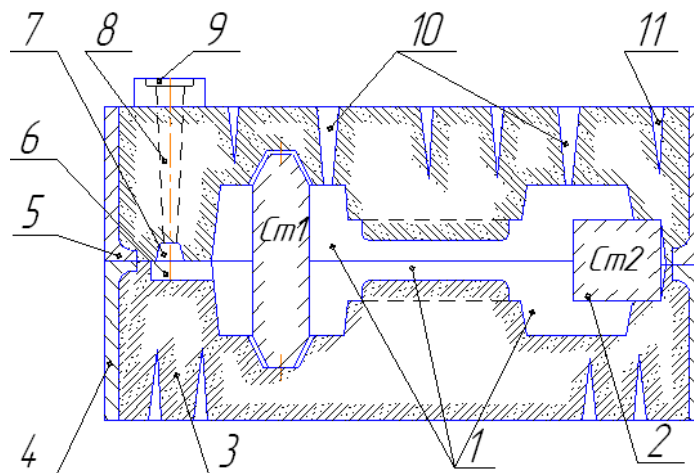


Рисунок 1.9 – Ливарна форма для отримання виливка важеля:
1 – порожнина форми; *2* – стрижні; *3* – формувальна суміш;
4 – нижня опока; *5* – верхня опока; *6-9* – ливникова система;
10 – випори; *11* – газоканали

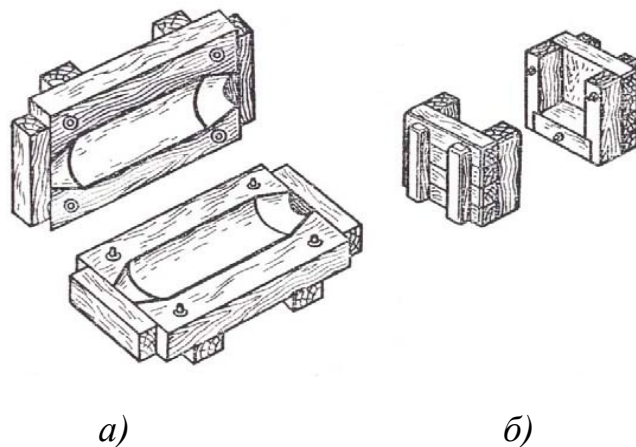


Рисунок 1.10 – Дерев'яні стрижневі ящики:
a) – для циліндричного стрижня ливарної форми чавунного важеля;
б) – для стрижня наскрізного паза

Стрижневий ящик – це пристосування, в якому з стрижневої суміші виготовляють стрижні. Стрижні слугують для виконання у виливку внутрішніх отворів, порожнин, пазів. Стрижневі ящики, як і моделі, виготовляються з дерева, металу, пластмаси. На рис. 1.10 наведено дерев'яні стрижневі ящики для виготовлення стрижнів виливка важеля. У більшості випадків стрижні встановлюються і зміцнюються у формі на знаках 2 (див. рис. 1.9). Конструкція знака залежить від конфігурації і габаритів стрижня. Рідкий метал, заповнюючи форму, чинить тиск на стрижні знизу, прагнучи їх виштовхнути.

Таблиця 1.4 – Висота h (мм) нижніх вертикальних знаків стрижнів для сирих форм

Розміри стрижня ($a + b$)/2 або D , мм	Висота h знака, не більша, за довжини L стрижня, мм							
	до 50	50–80	80–120	120–180	180–250	250–315	315–400	400–500
До 30	20	30	30	–	–	–	–	–
30–50	20	35	35	35	50	60	60	70
50–80	25	35	35	35	40	50	60	70
80–120	25	35	35	35	40	50	60	70
120–180	30	35	35	35	35	40	50	60
180–250	30	35	35	35	35	40	50	60
250–315	35	35	35	35	35	40	50	60
315–400	40	40	40	40	40	40	40	50

Таблиця 1.5 – Довжина l (мм) горизонтальних знаків стрижнів

Розміри стрижня ($a + b$)/2 або D , мм	Довжина l знака, не більша, за довжини L стрижня, мм							
	до 50	50–80	80–120	120–180	180–250	250–315	315–400	400–500
До 30	20	25	30	35	–	–	–	–
30–50	20	25	30	35	45	50	–	–
50–80	20	25	30	40	50	55	60	70
80–120	20	25	35	45	55	60	70	80

Таблиця 1.6 – Формувальні уклони на знакових частинах стрижня

h або h_1 , мм	α , град	β , град	α_1 , град
До 30	10	15	4
30–50	7	10	3
50–80	6	8	2
80–120	6	8	2
120–180	5	6	1
180–250	5	6	0

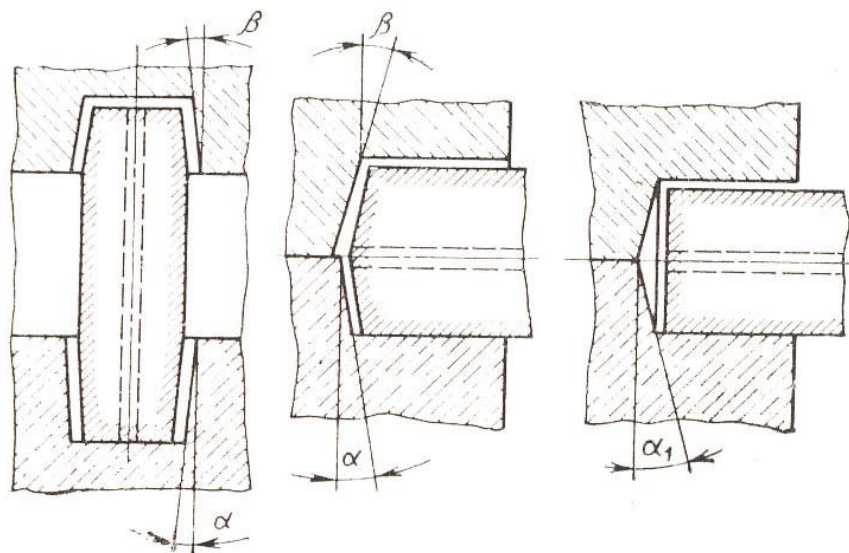


Рисунок 1.11 – Ухили знаків стрижнів

Розміри стрижневих знаків мають забезпечувати стійке положення стрижня, але не бути надмірно великими, щоб не викликати збільшення розмірів опок і вартість форми. Довжина горизонтальних знаків l і висота вертикальних знаків h вказано в табл. 1.4 і табл. 1.5. Необхідні формувальні ухили на стрижневих знаках (рис. 1.11), їх значення подано в табл. 1.6.

Нижні знаки вертикальних стрижнів є опорними, тому їх висота h може бути більшою висоти h_1 верхніх знаків (див. рис. 1.5, а).

Знакові частини стрижнів на моделях більші за розмірами, ніж в стрижневих ящиках, для того щоб при складанні форми між їх поверхнями і знаком стрижня утворився зазор (див. рис. 1.3). Відсутність зазорів призведе до того, що форму не можна буде зібрати.

Моделі ливникової системи слугують для створення у формі сукупності каналів, за якими метал з ковша надходить у порожнину ливарної форми. Ливникова система складається з ливникової чаші (воронки), стояка, шлакоуловлювача та живильників (див. рис. 1.5, в).

Ливникова чаша слугує для прийому металу з залитого ковша. Під час заливання металу чаша має бути повною, щоб шлак, який плаває на поверхні металу, не потрапив у стояк. Для затримання шлаку використовують перегородки та фільтрувальні сітки. Стояк – канал, що передає метал з чаші до інших елементів ливникової системи. Зазвичай використовують вертикальні стояки з круглим перерізом.

Шлакоуловлювач – горизонтальний канал, що має зазвичай переріз у вигляді трапеції, затримує шлак і передає метал до живильників. Шлакоуловлювач найчастіше розташовують у верхній півформі.

Живильники (ливники) призначені для передачі металу у порожнину форми. Живильників у формі може бути один або декілька. Їх розташовують зазвичай у нижній частині форми (див. рис. 1.9).

Прибутки й випори. Залежно від властивостей ливарного сплаву для отримання відповідальних виливків застосовують прибутки. Модель прибутку утворює у формі додаткову ємність (див. рис. 1.5, б) для рідкого металу, яким живиться вилівок при затвердінні. Конструкції прибутків бувають різні. Для відповідальних виливків застосовуються відкриті прибутки (див. рис. 1.8, б), які можна доливати зверху гарячим металом. Щоб метал у прибутку довше залишався рідким, зверху засипають дерев'яне вугілля, сухий пісок або речовини, що виділяють тепло в результаті хімічних реакцій.

Моделі випорів утворюють канали 10 (див. рис. 1.9 і рис. 1.5, б), що з'єднують порожнину форми з атмосферою. По них витісняються повітря і гази з форми. Випори при формуванні зазвичай встановлюють на найвищих частинах моделі або в місцях передбачуваного скупчення газів.

Опочне оснащення. Для виготовлення форм крім модельних комплектів використовуються опоки, центрувальні стрижні та інші пристосування. Форма виготовляється в опоках 4 (див. рис. 1.9). Вони оберігають її від руйнування під час збирання, транспортування і заливання.

Порядок виконання роботи

1. Відповідно до варіанта, вказаного викладачем, накреслити кресленик деталі (дод. А).
2. За креслеником деталі, користуючись короткими теоретичними відомостями, викладеними вище, і умовами виробництва деталі (масове, дрібносерійне, одиничне), розробити кресленик елементів ливарної форми або кресленик виливка.
3. За допомогою отриманого кресленика розробити кресленик моделі або модельних плит, а також ескізи стрижневого ящика і стрижнів.
4. Розробити креслення ливарної форми з усіма складовими ливникової системи.

Зміст звіту

1. Перекреслити кресленик деталі на аркуш формату А4 із зазначенням всіх даних про деталі, підписати ПІБ студента, групу і номер варіанта завдання. Це перший аркуш звіту.
2. На другому аркуші формату А4 накреслити вилівок або кресленик «елементи ливарної форми» залежно від виду виробництва (одиничне, дрібносерійне, масове).
3. На третьому аркуші накреслити модель або модельні плити. Кресленики стрижнів і стрижневих ящиків можна виконати на третьому або на четвертому аркуші.

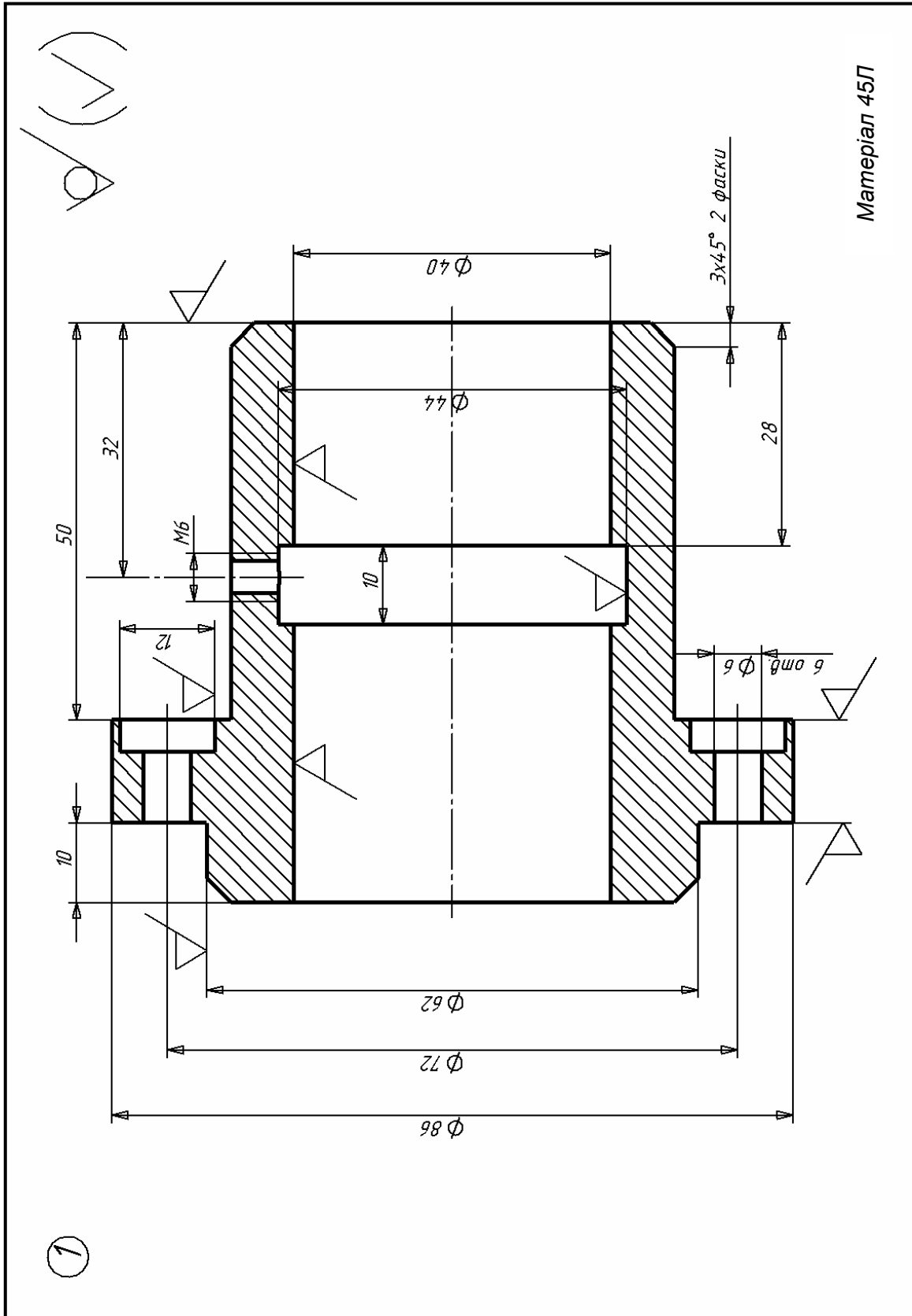
4. Останній кресленик – це схема ливарної форми без вказання розмірів.

5. У письмовому додатку до креслеників додати визначення виливка, моделі, стрижня та ливарної форми. Вказати основні відмінності між деталлю і виливком, виливком та моделлю.

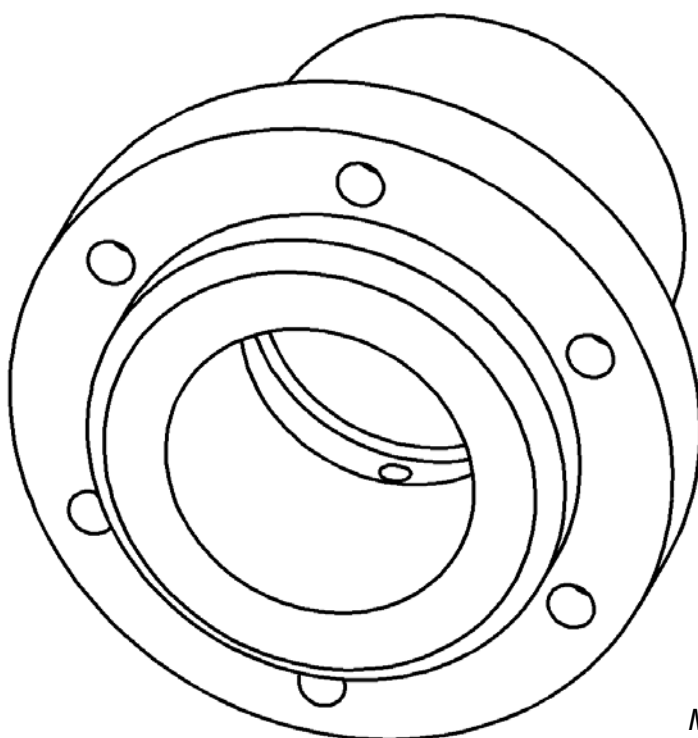
Контрольні питання

1. З яких матеріалів виготовляють моделі виливка та модельні плити?
2. Перелічіть основні відмінності виливка від деталі.
3. Поясніть призначення ливарних ухилів на моделях виливка.
4. Для чого призначені стрижневі знаки на моделях виливка?
5. В яких випадках при виготовленні піщано-глинистих ливарних форм використовують модельні плити?
6. Чому зовнішні розміри виливка менші розмірів ливарної форми?
7. Вкажіть основні причини, за якими доцільно розташовувати виливок в нижній частині ливарної форми.

ДОДАТОК А
ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ
ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ № 1

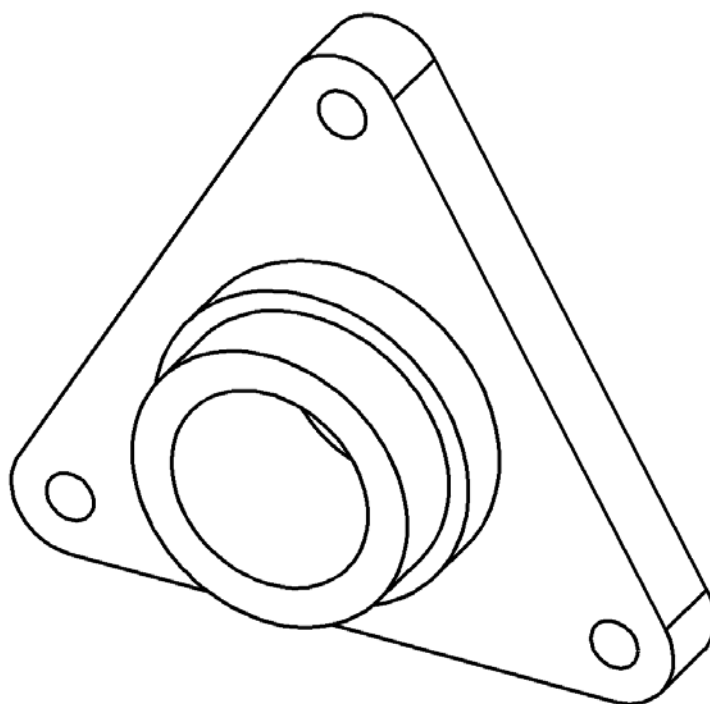


1

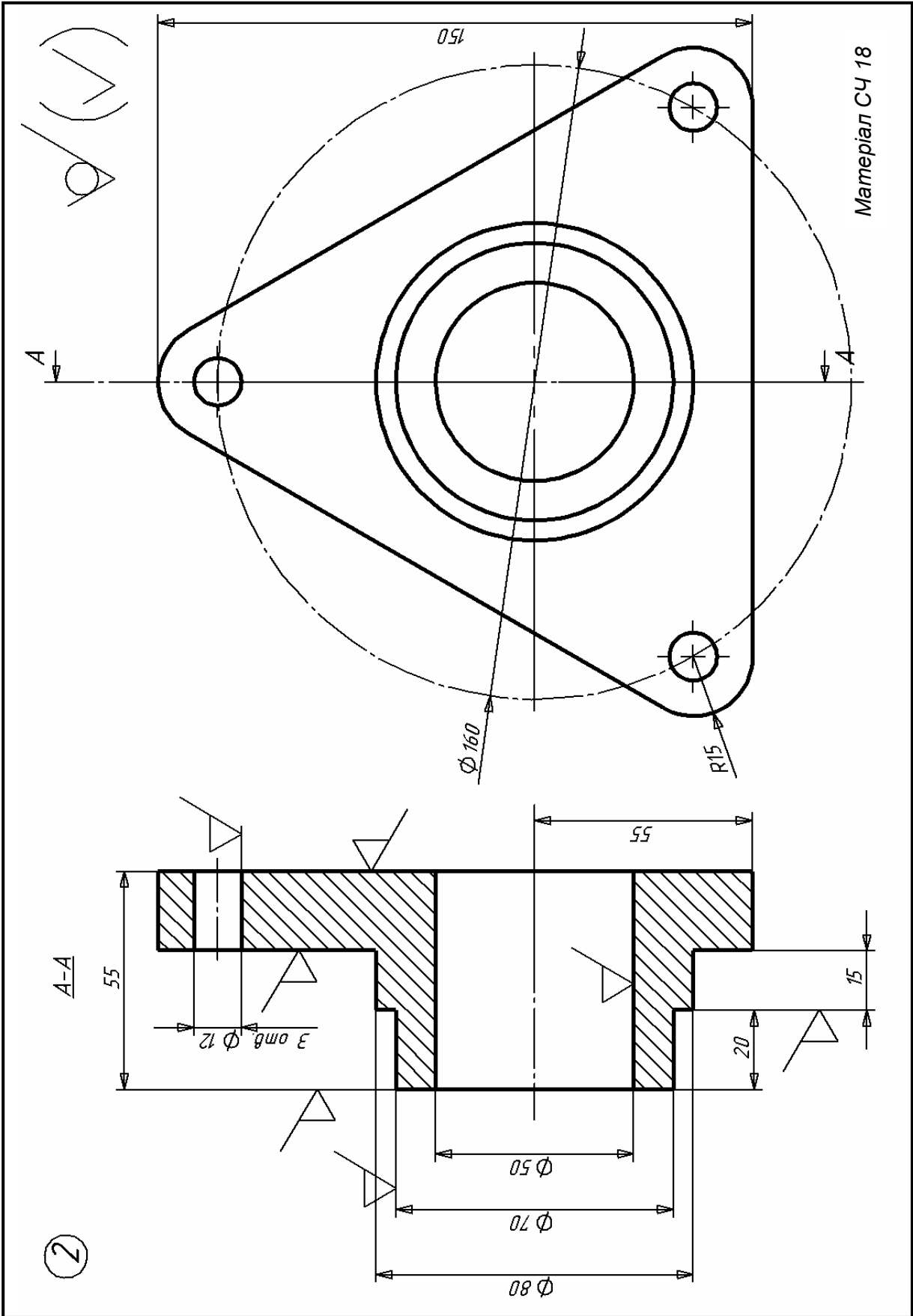


Матеріал 45Л

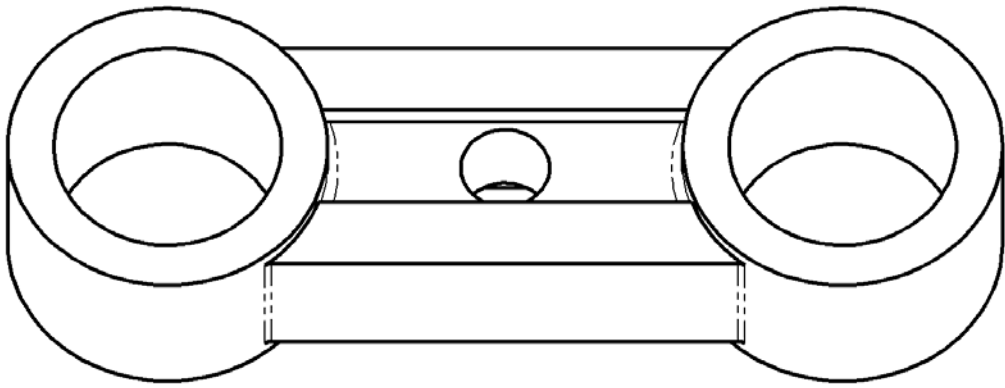
2



Матеріал СЧ 18

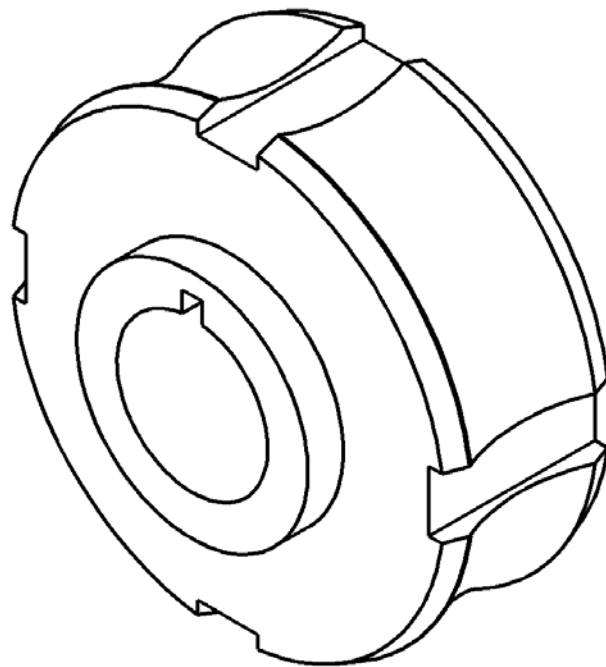


3

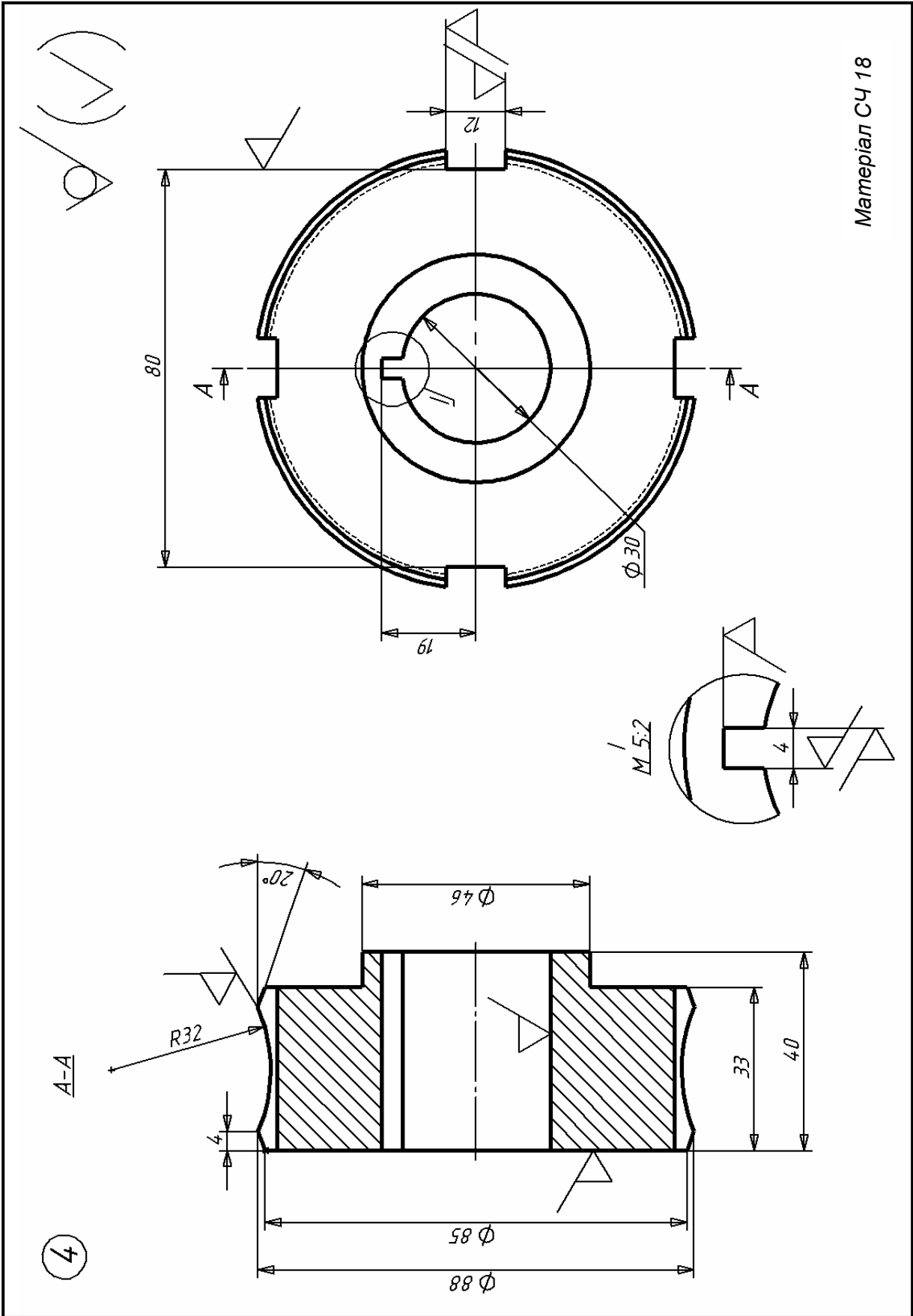


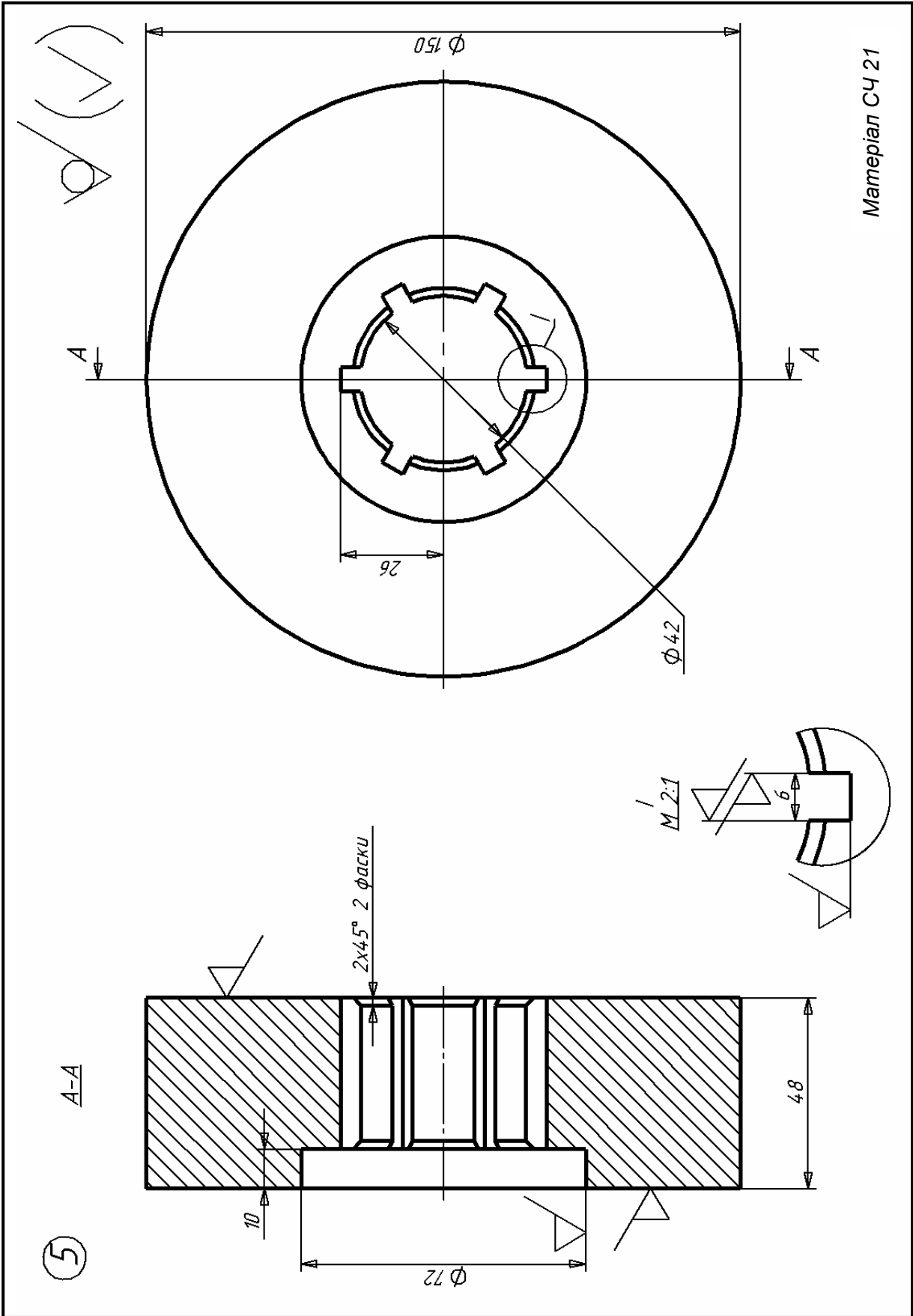
Материал СЧ 15

4

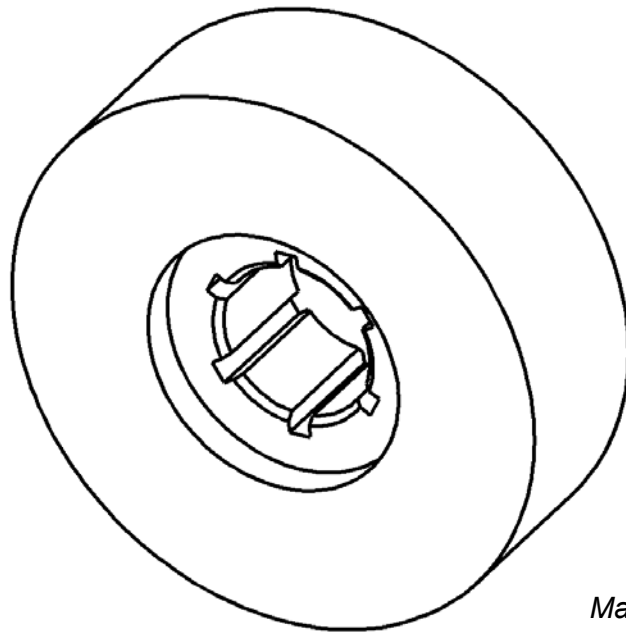


Материал СЧ 18



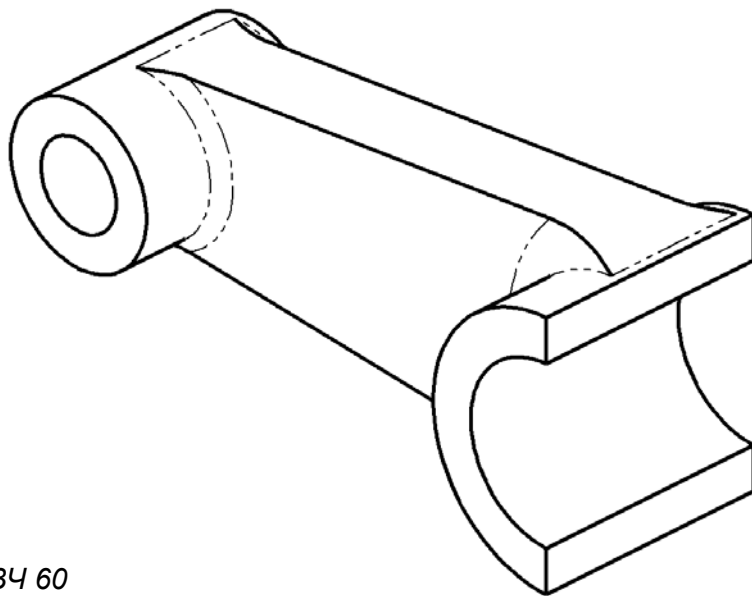


5



Матеріал СЧ 21

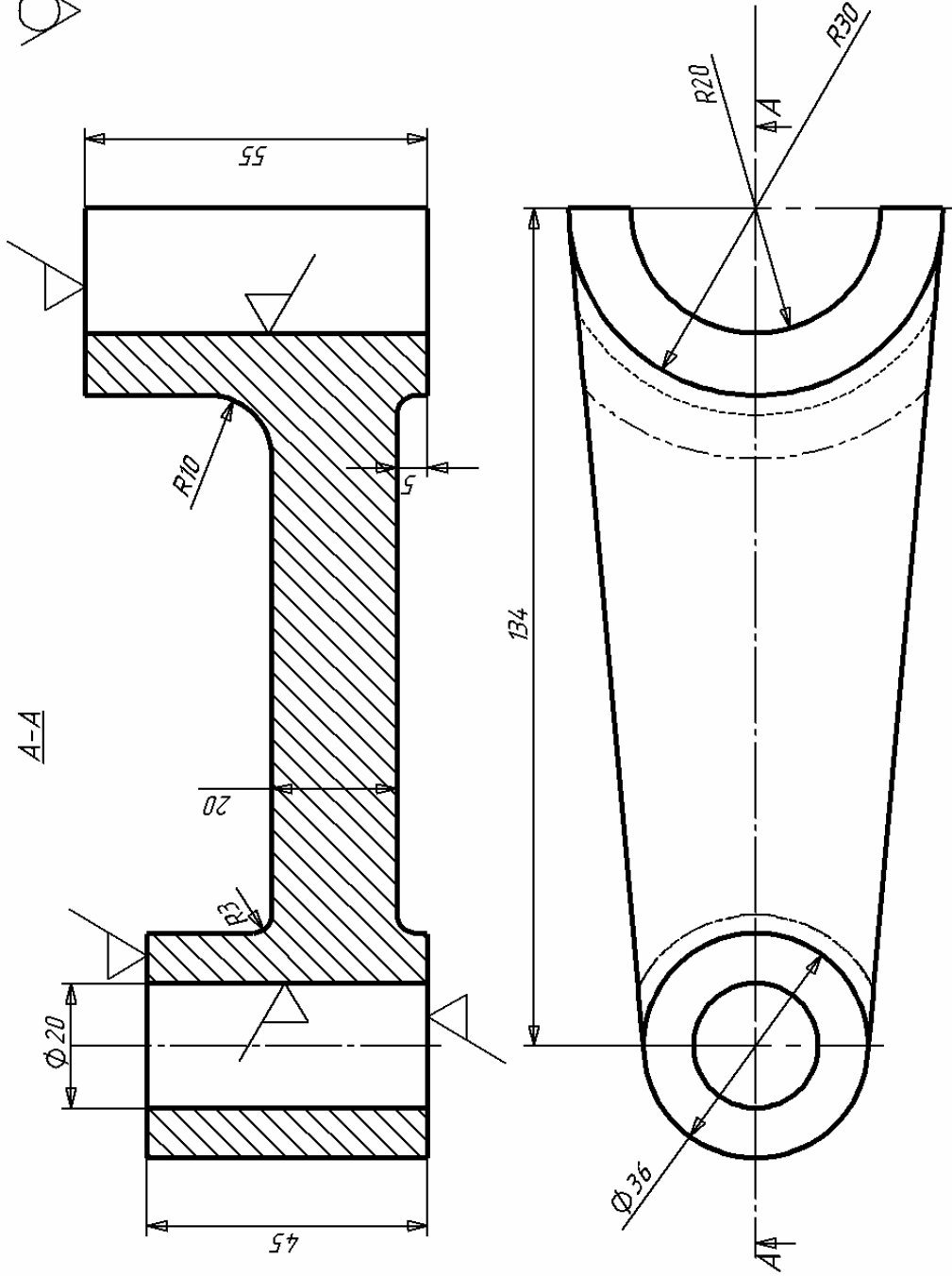
6



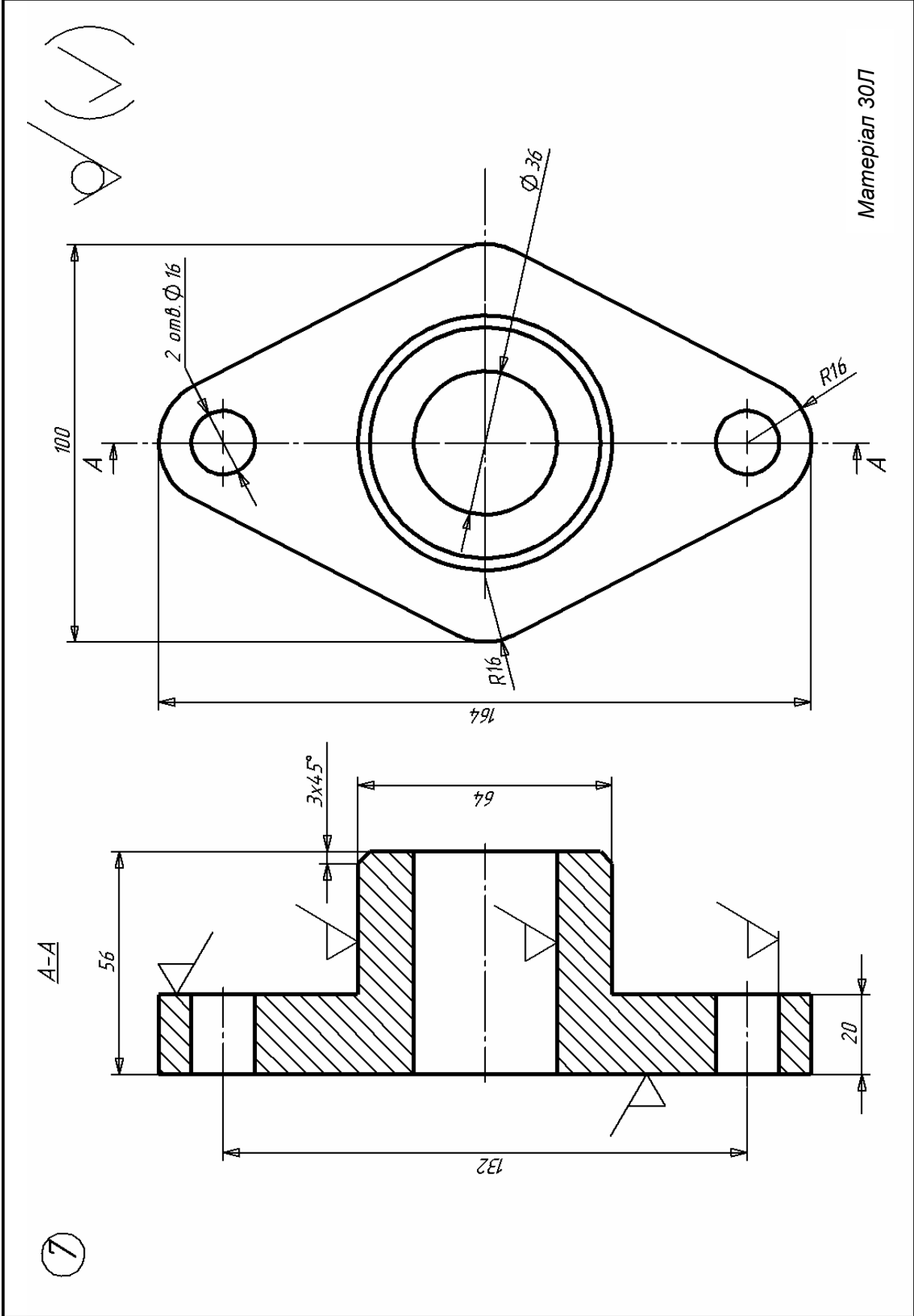
Матеріал ВЧ 60

6

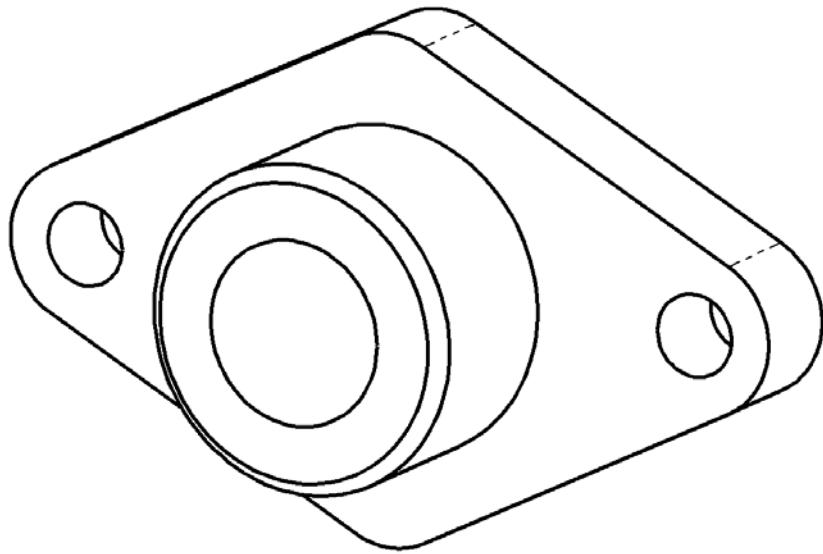
✓(✓)



Матеріал ВЧ 60

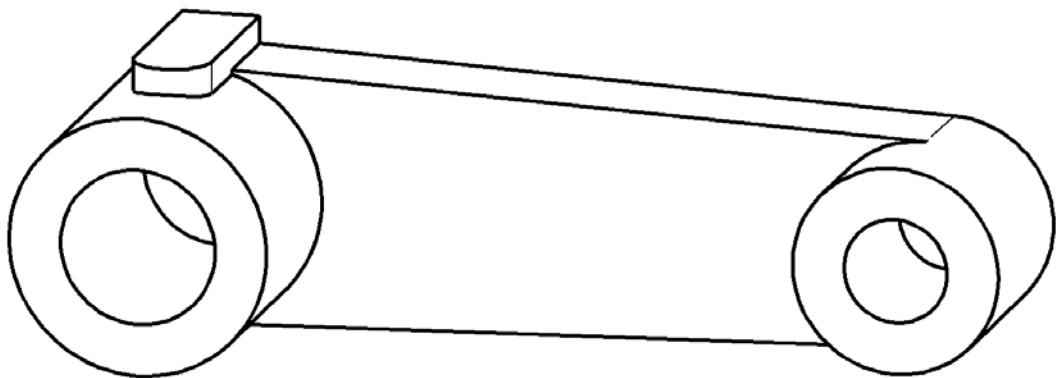


7

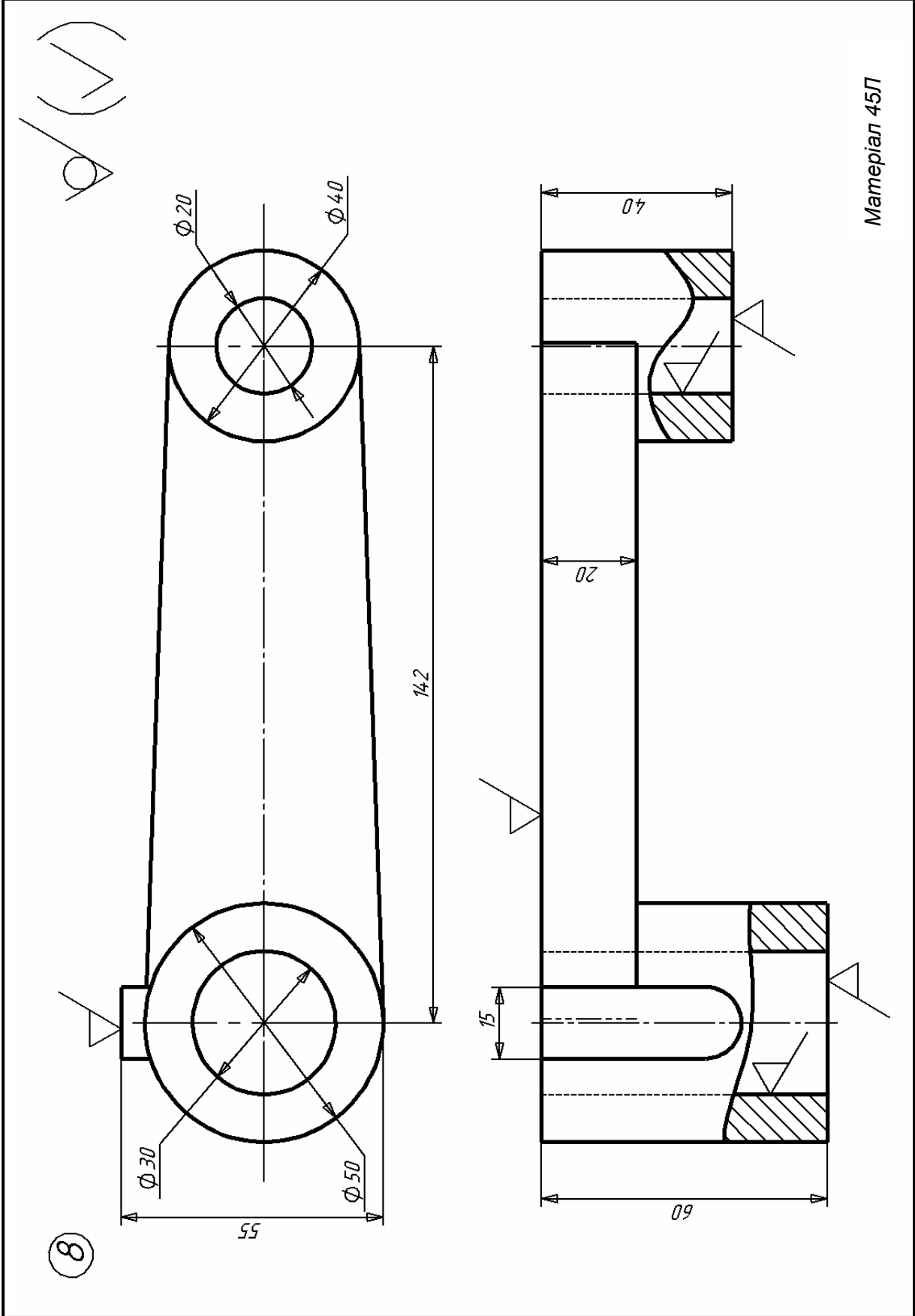


Матеріал 30Л

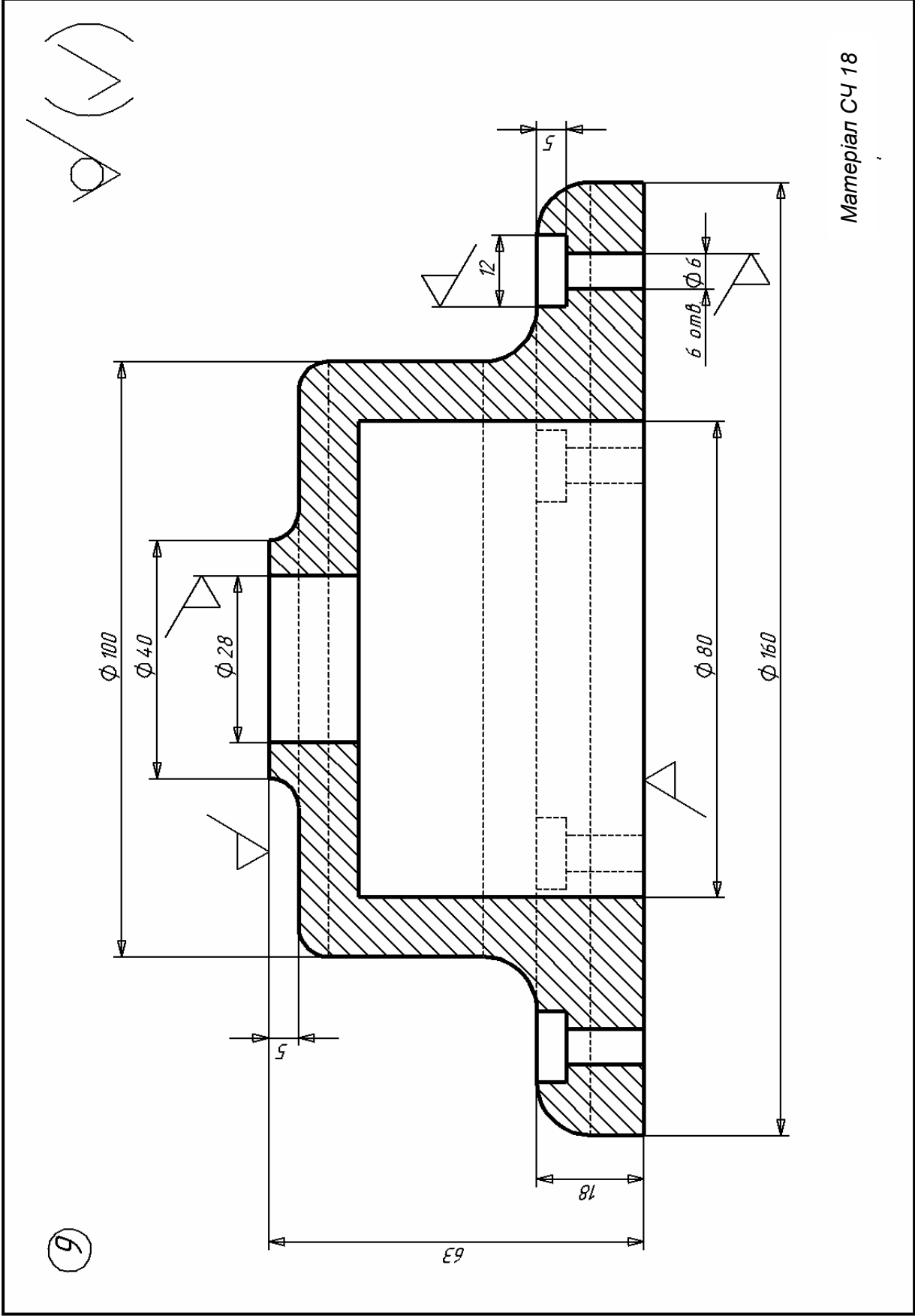
8



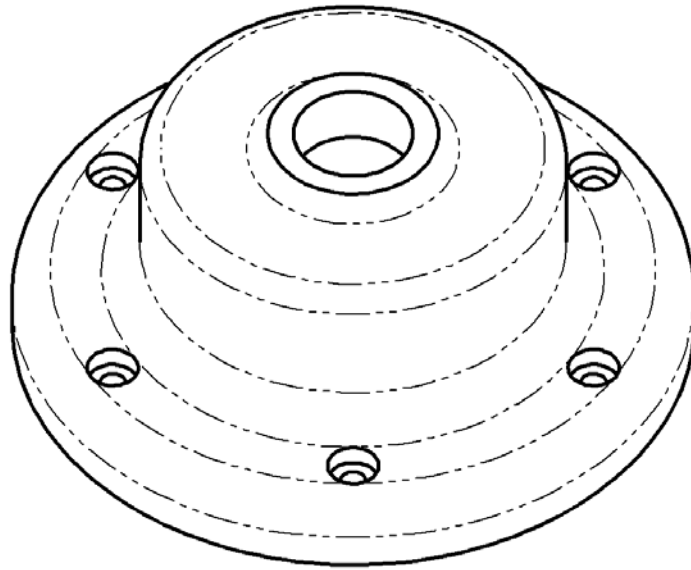
Матеріал 45Л



8

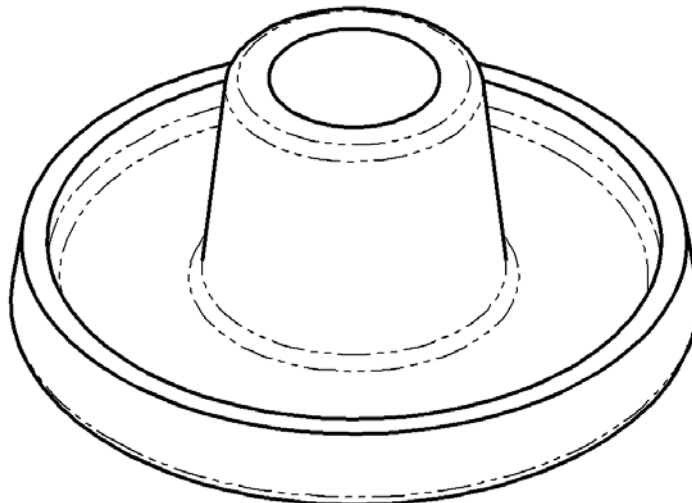


9

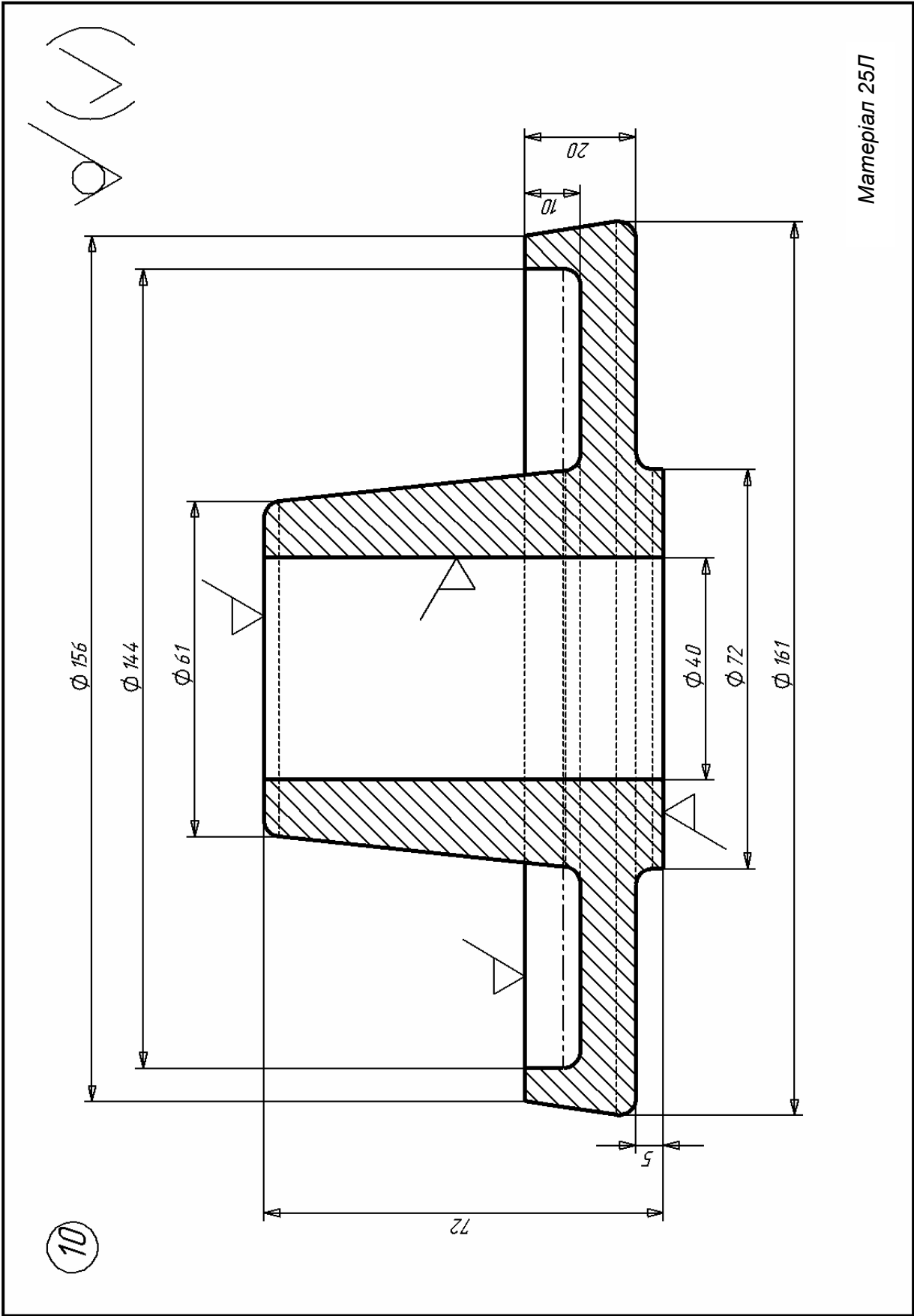


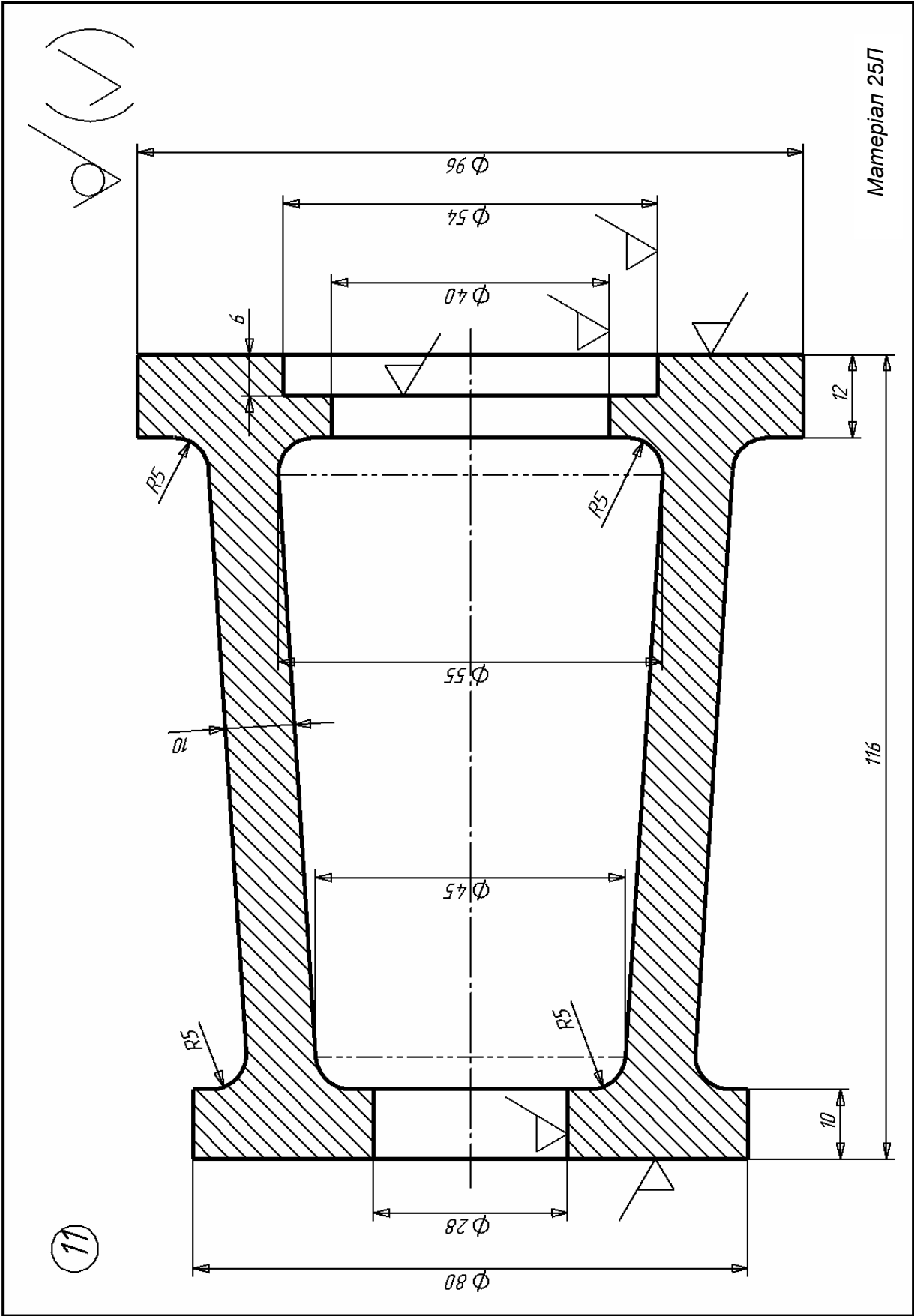
Матеріал СЧ 18

10

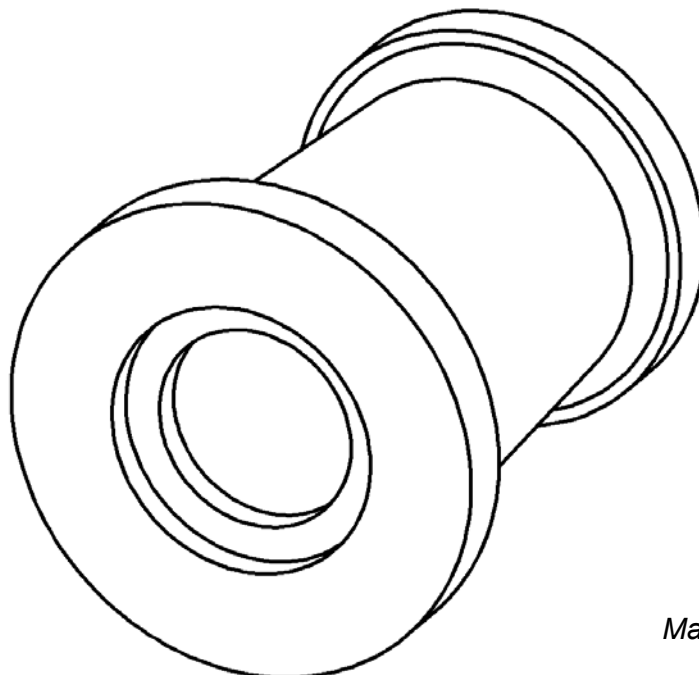


Матеріал 25Л



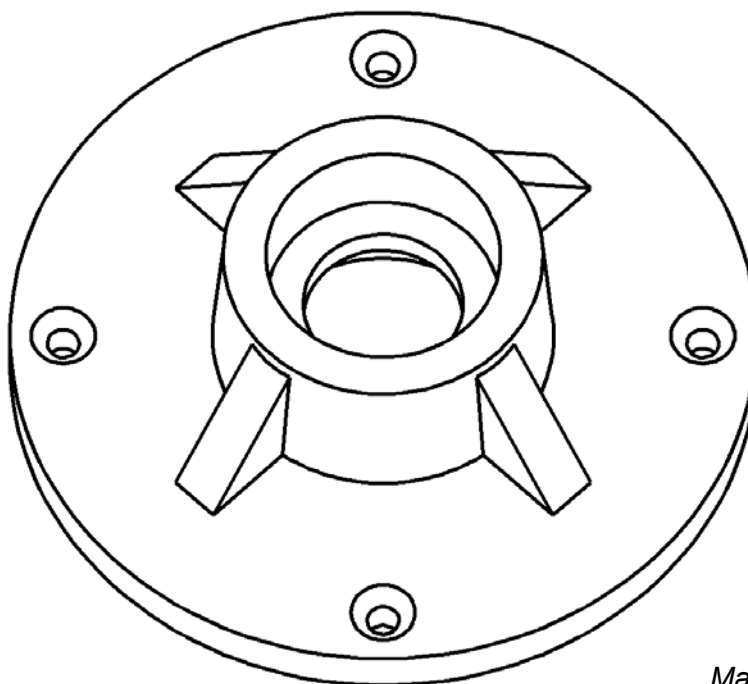


11

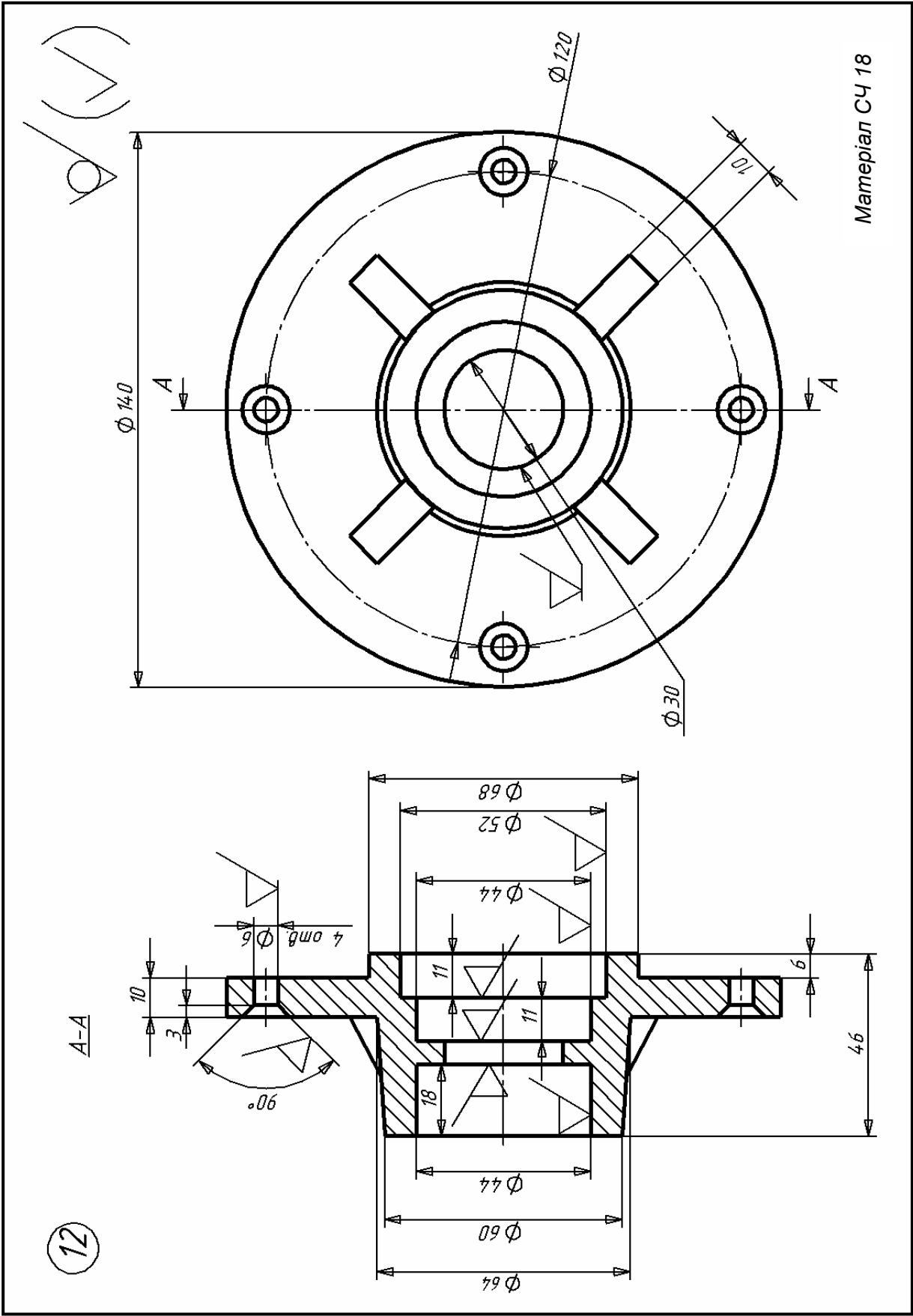


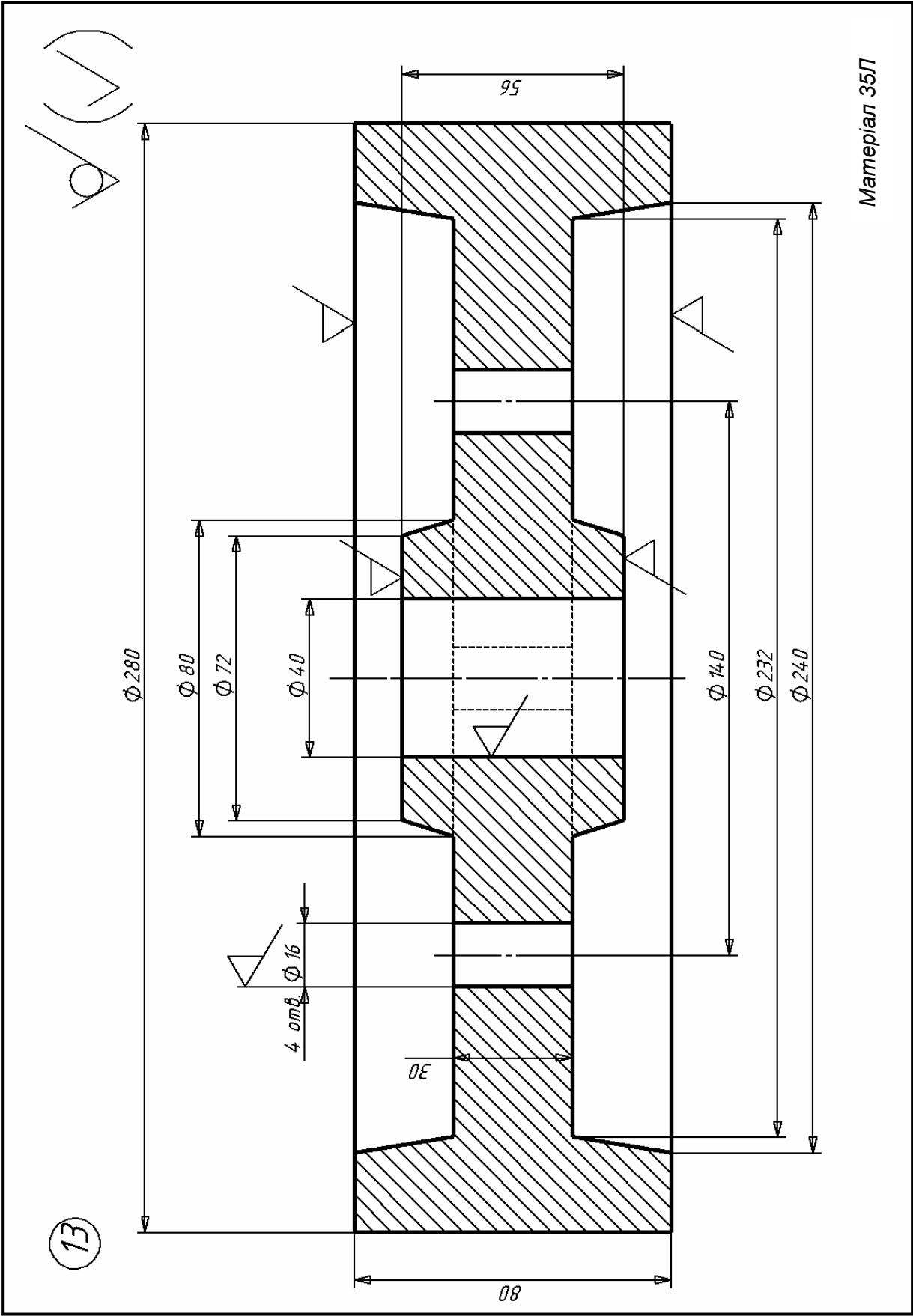
Материал 25Л

12

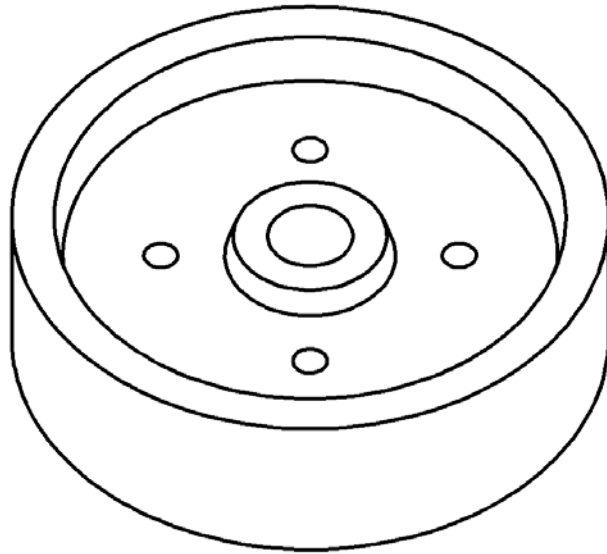


Материал СЧ 18



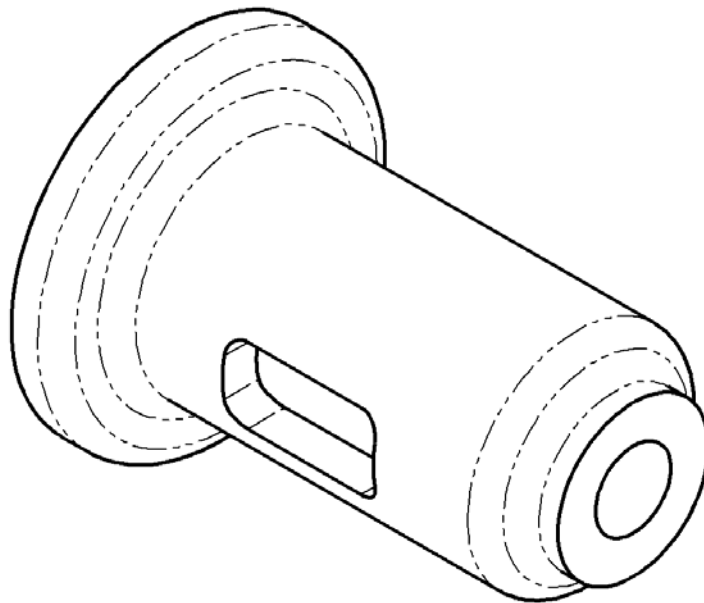


13

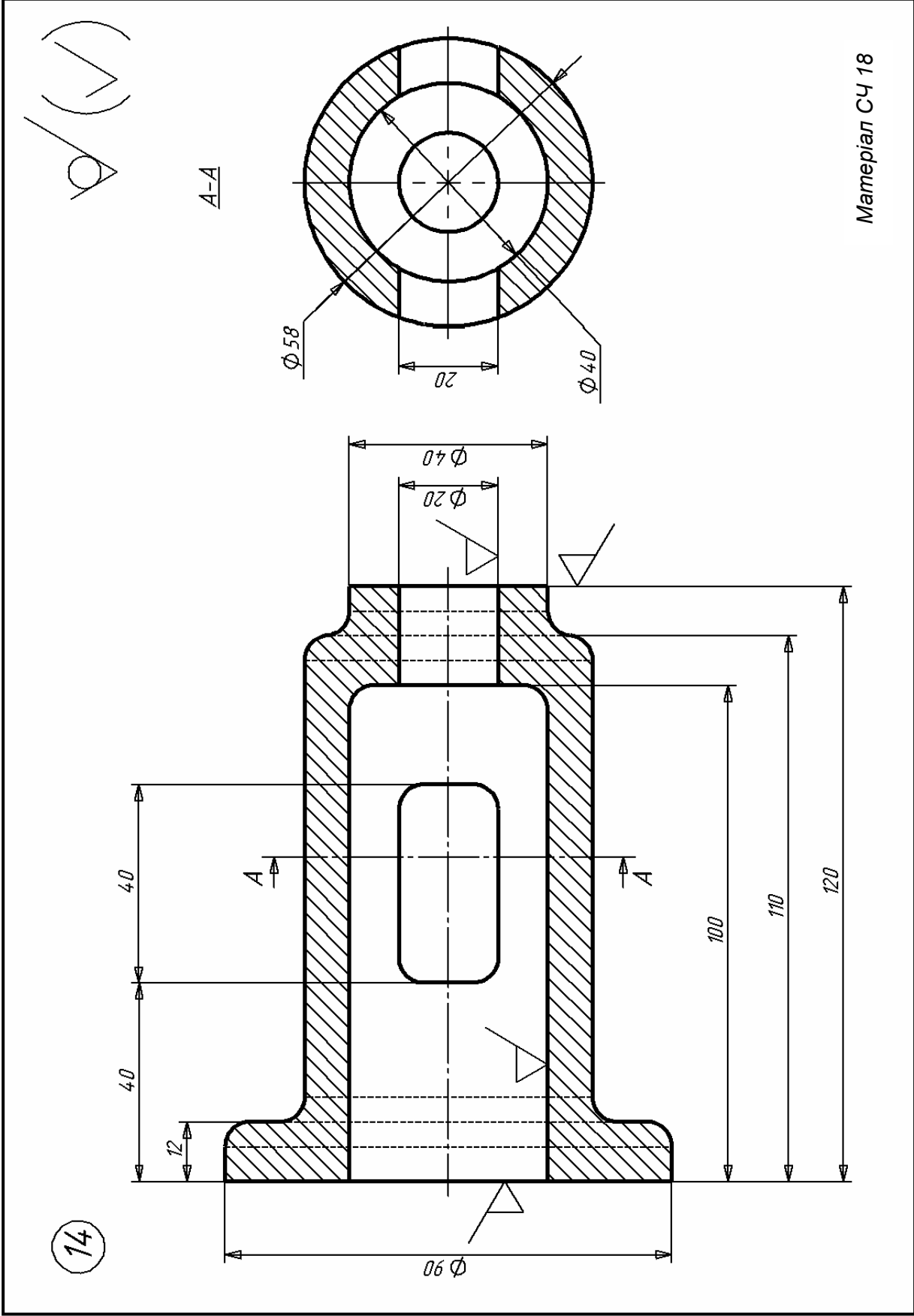


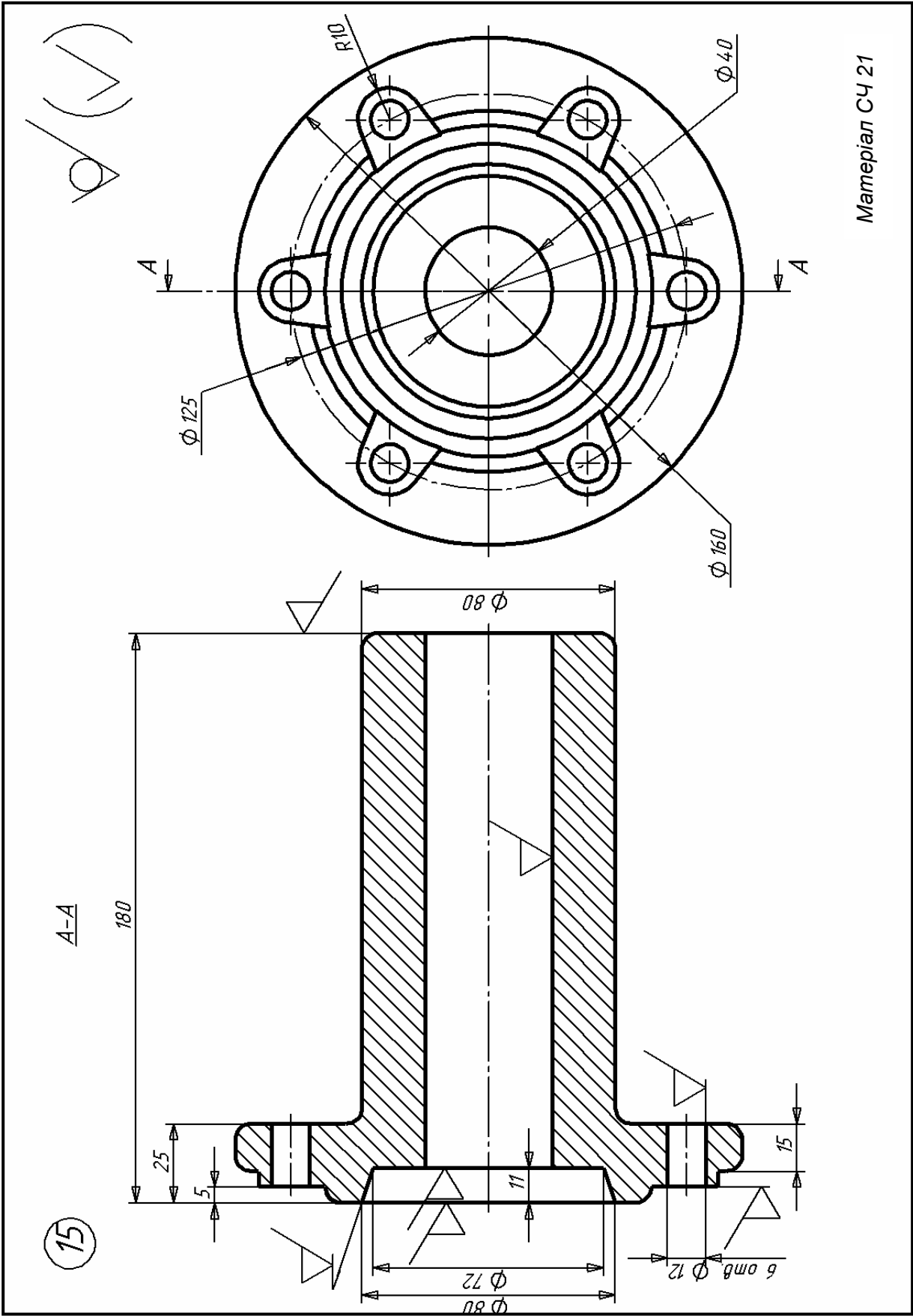
Матеріал 35Л

14



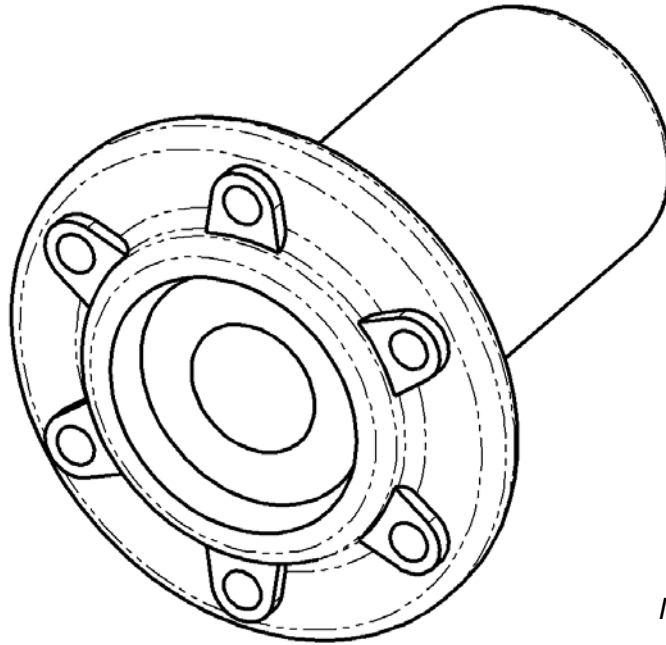
Матеріал СЧ 18





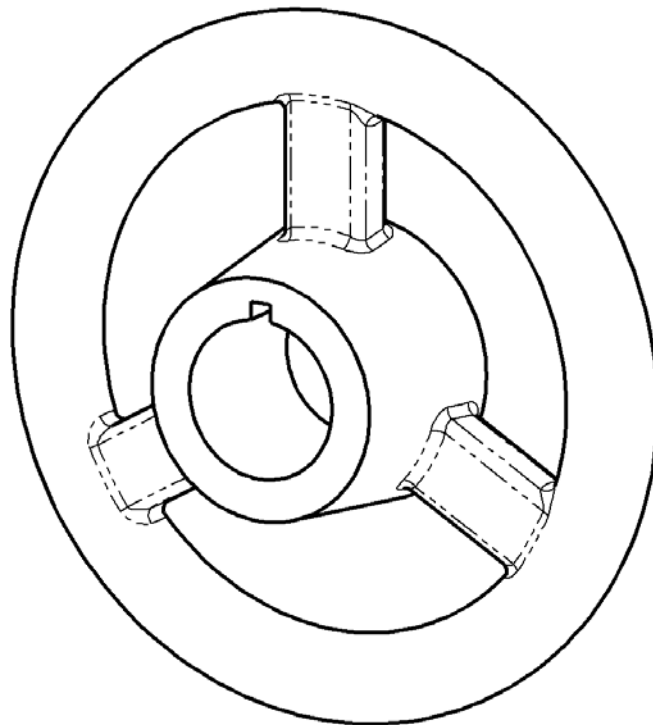
Матеріал СЧ 21

15

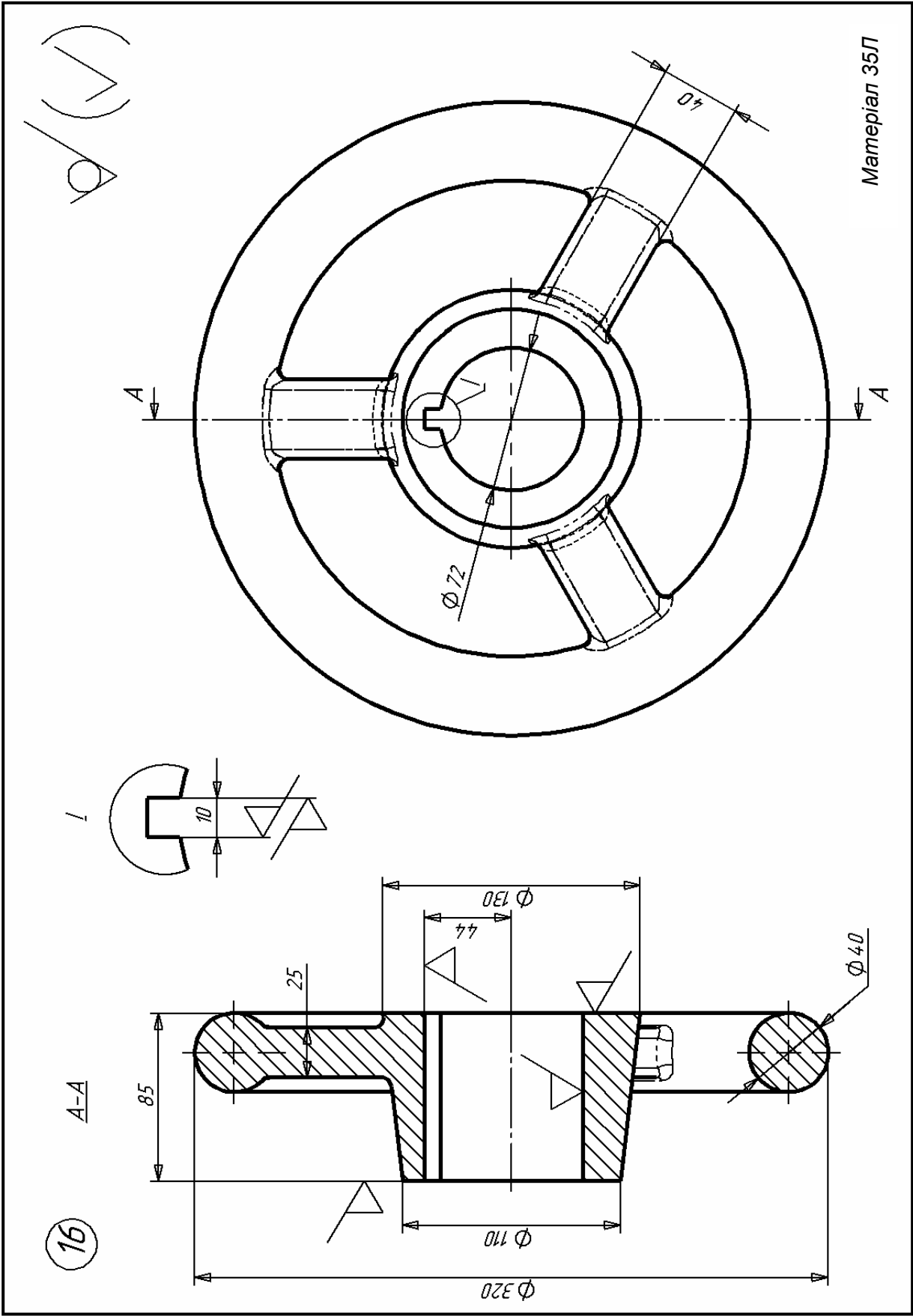


Матеріал СЧ 21

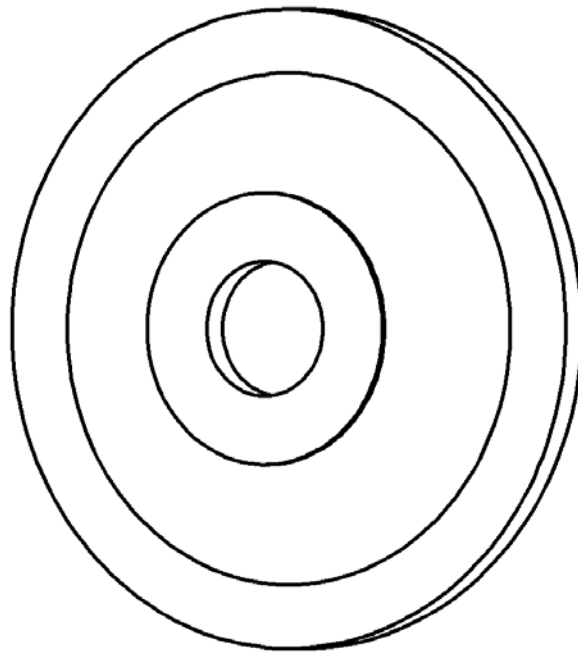
16



Матеріал 35Л

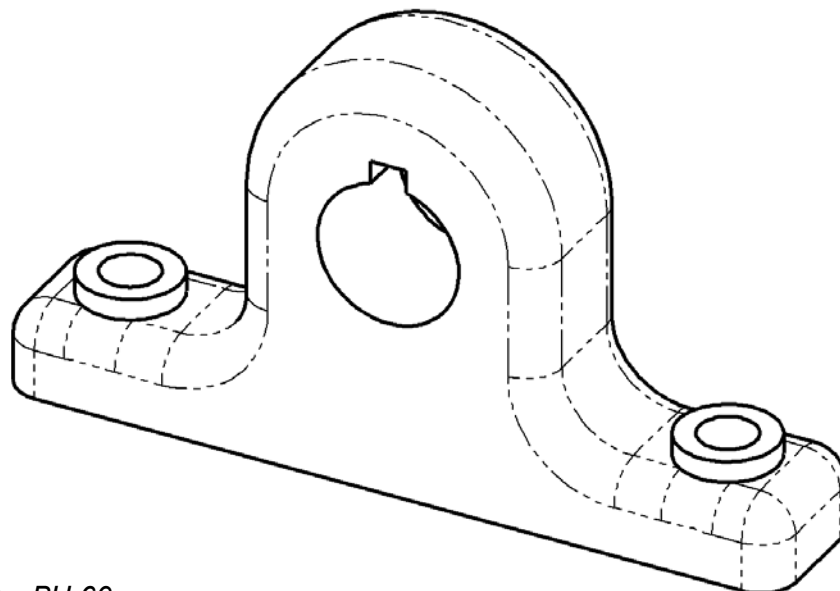


17

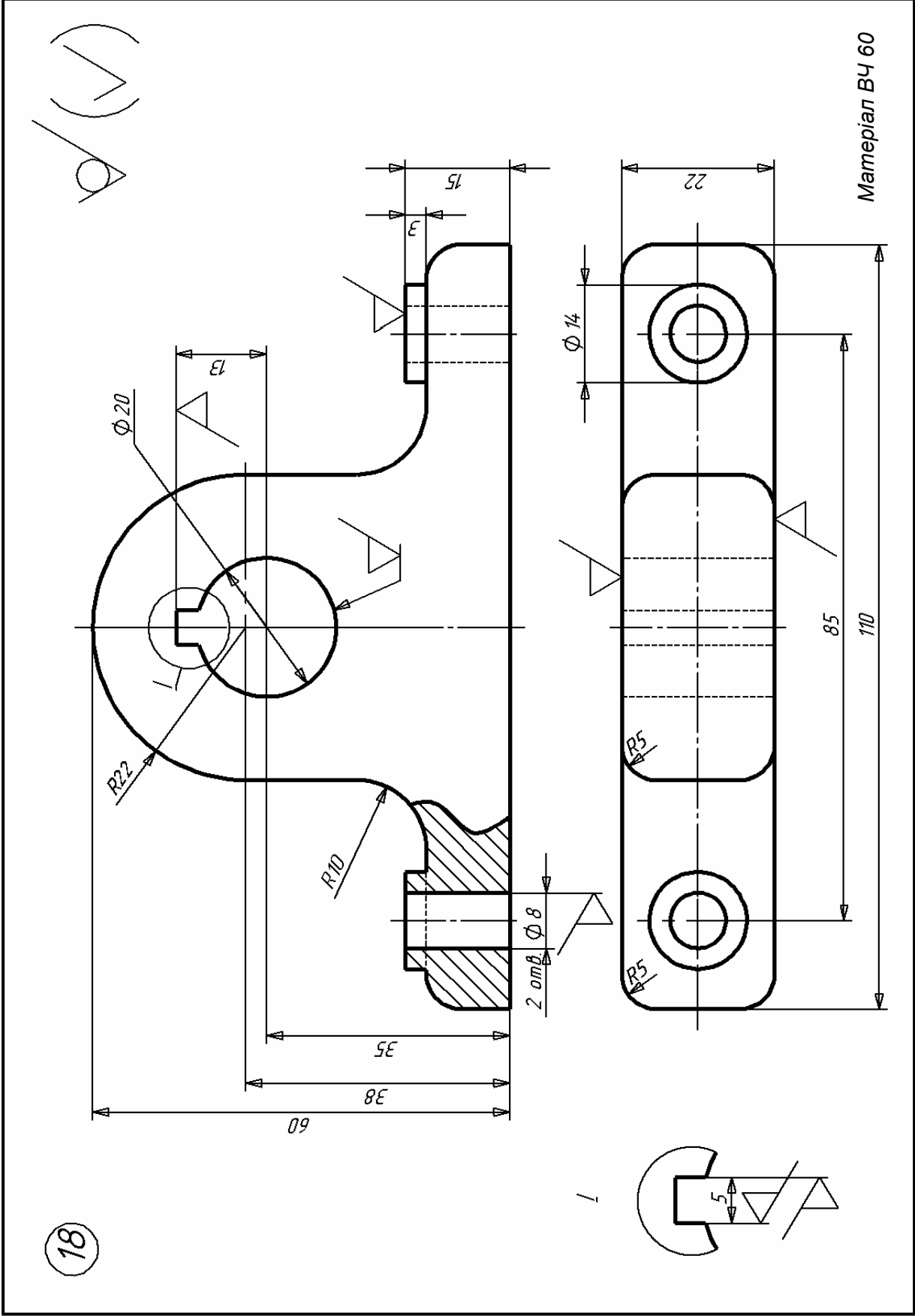


Материал 25Л

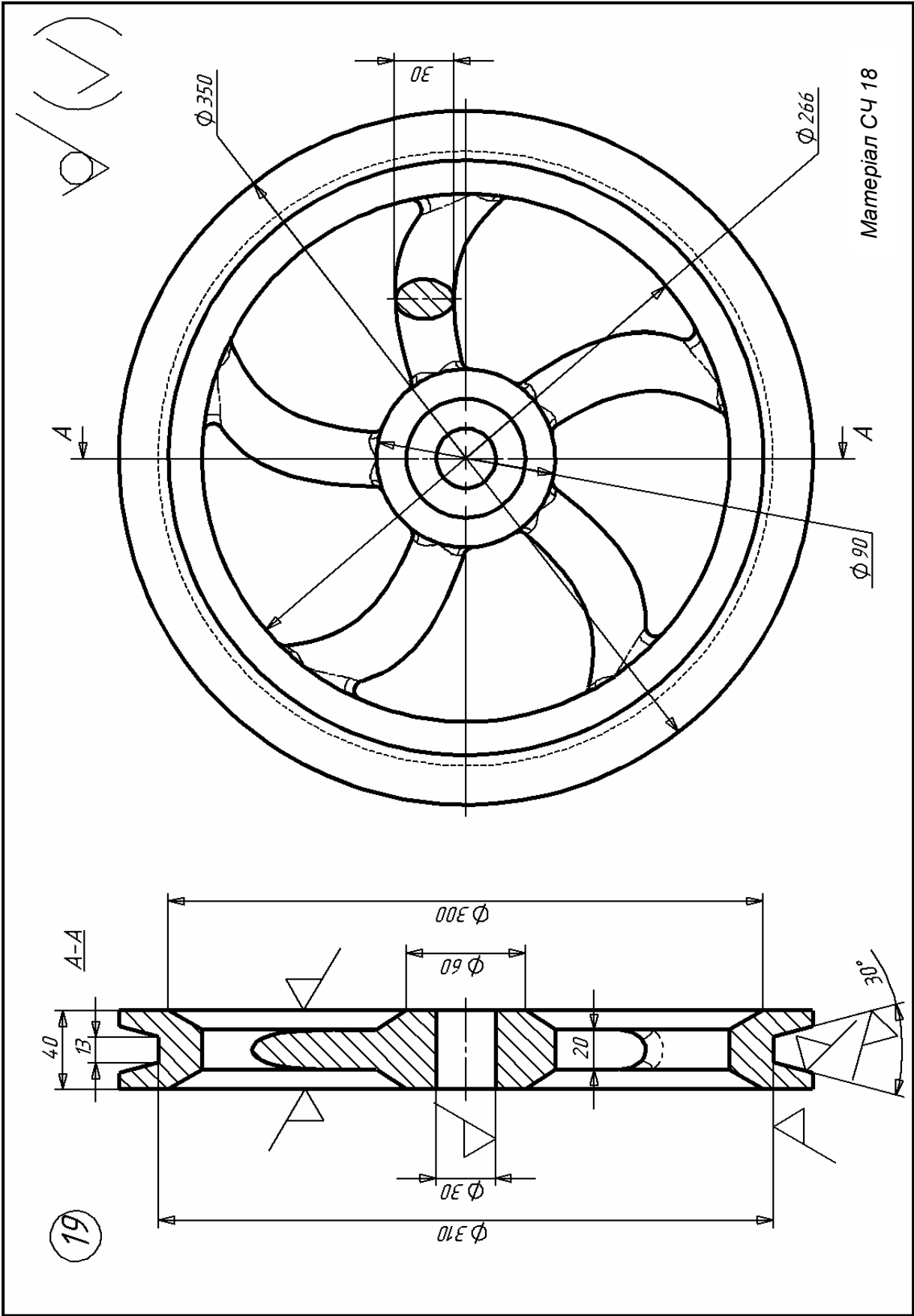
18



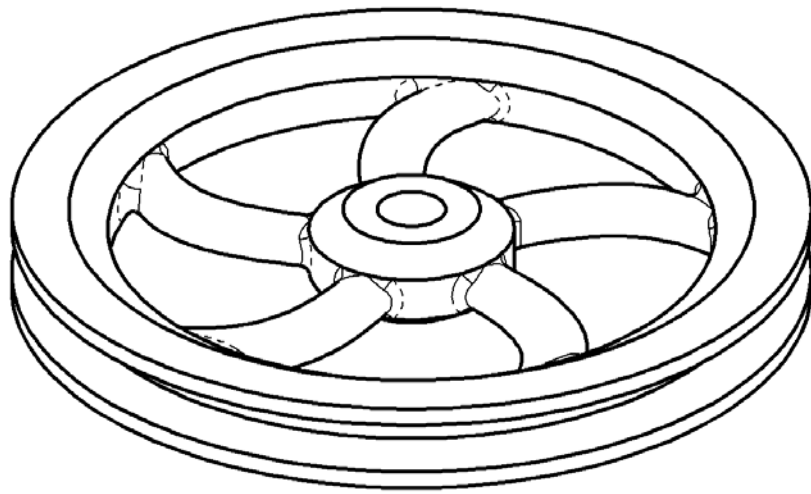
Материал ВЧ 60



18

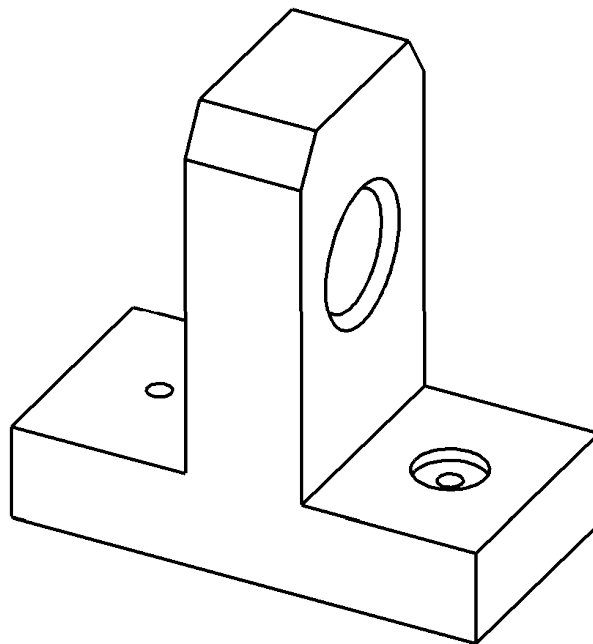


19

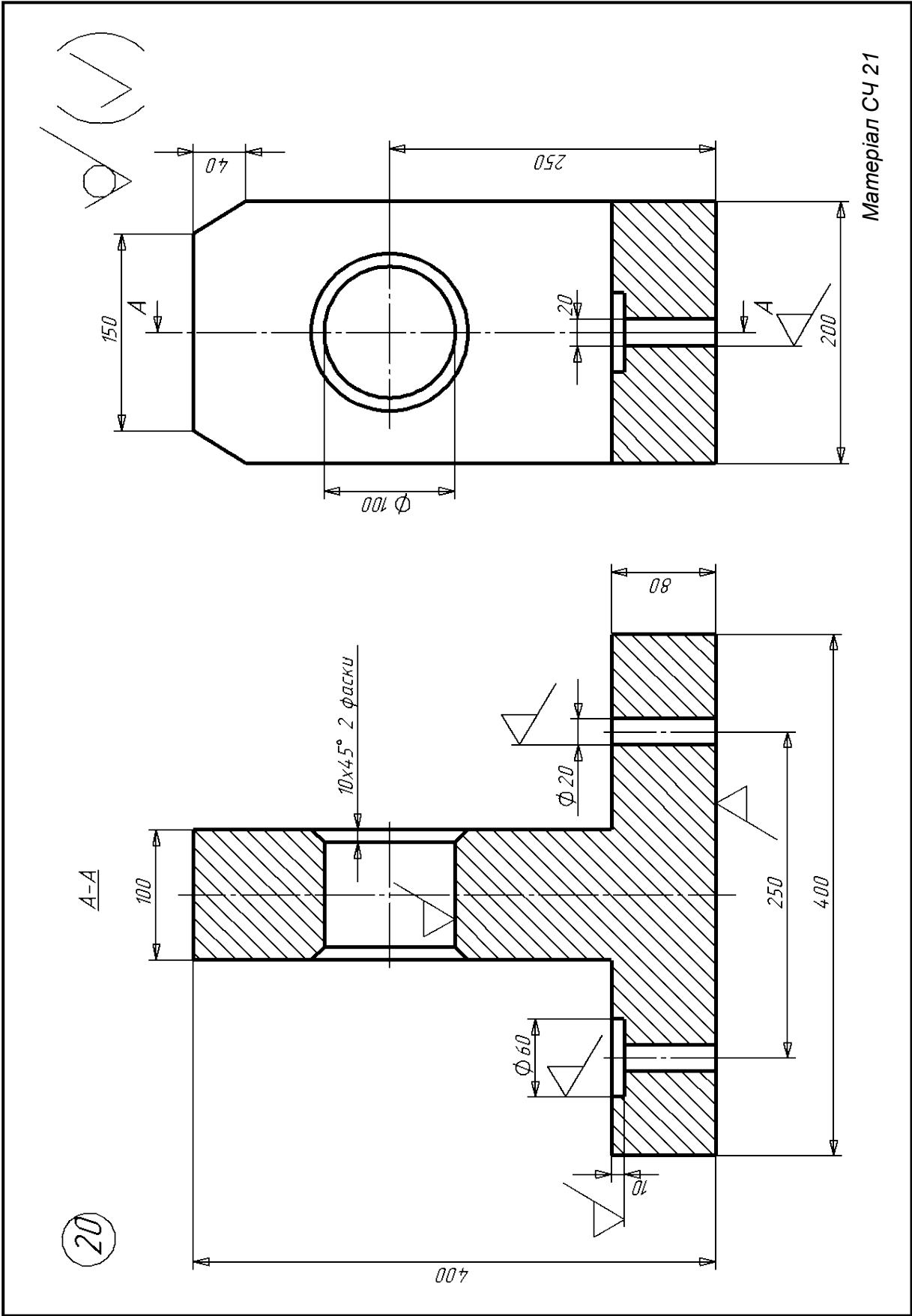


Матеріал СЧ 18

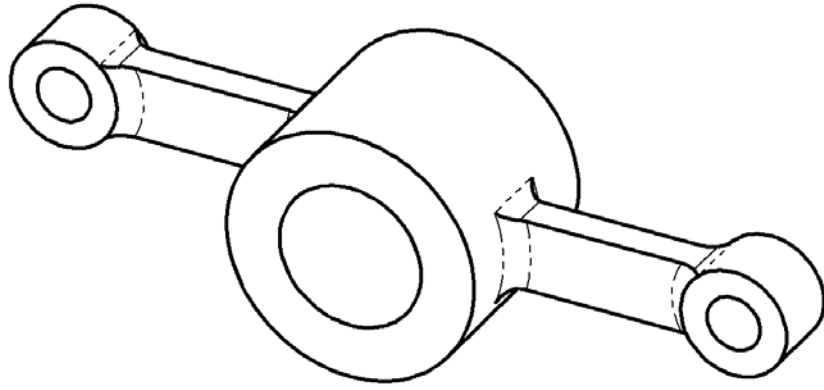
20



Матеріал СЧ 21

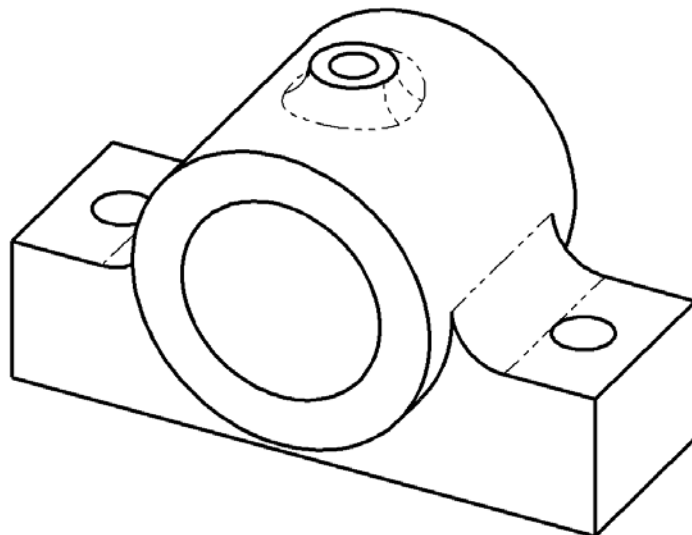


21

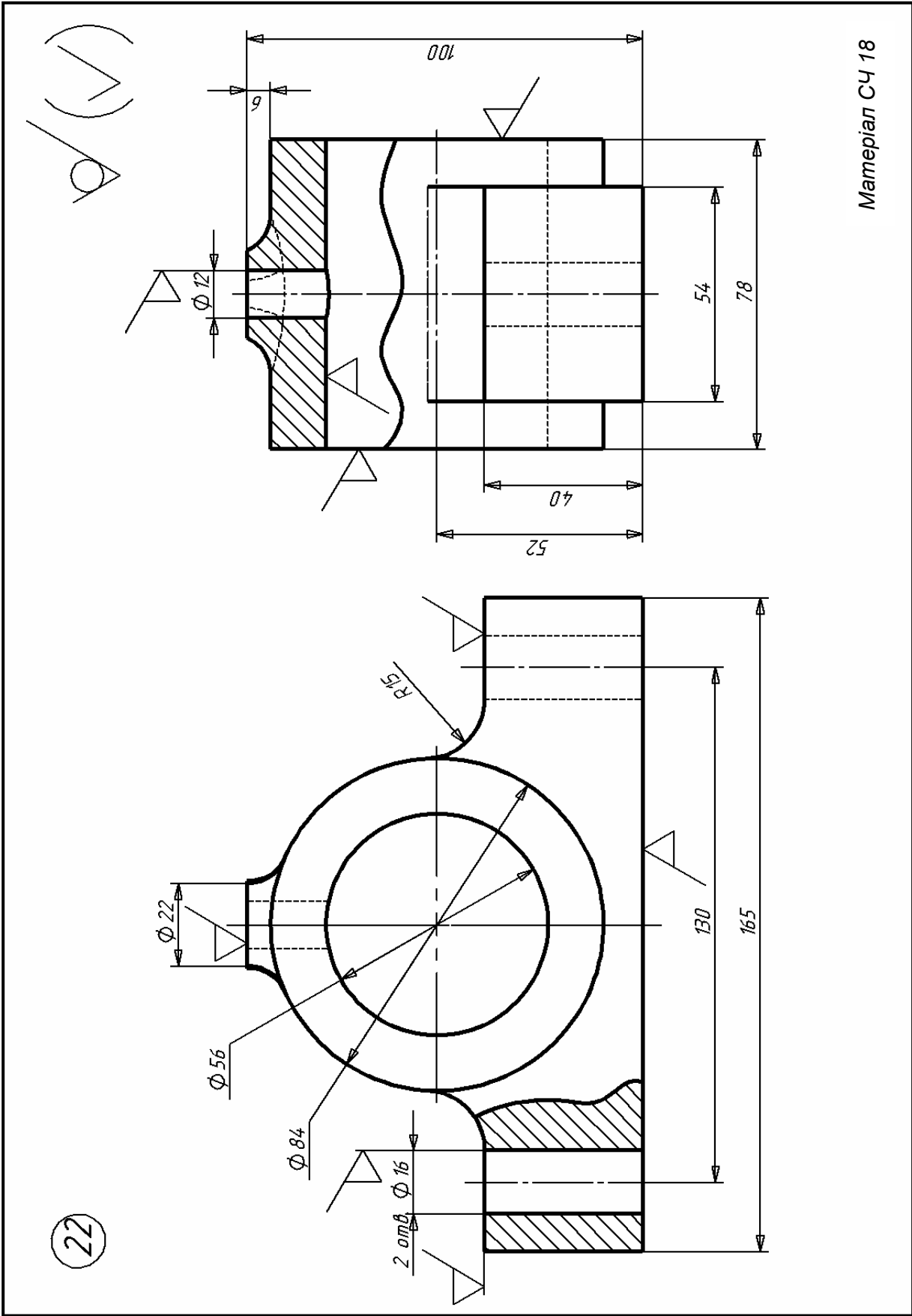


Матеріал СЧ 21

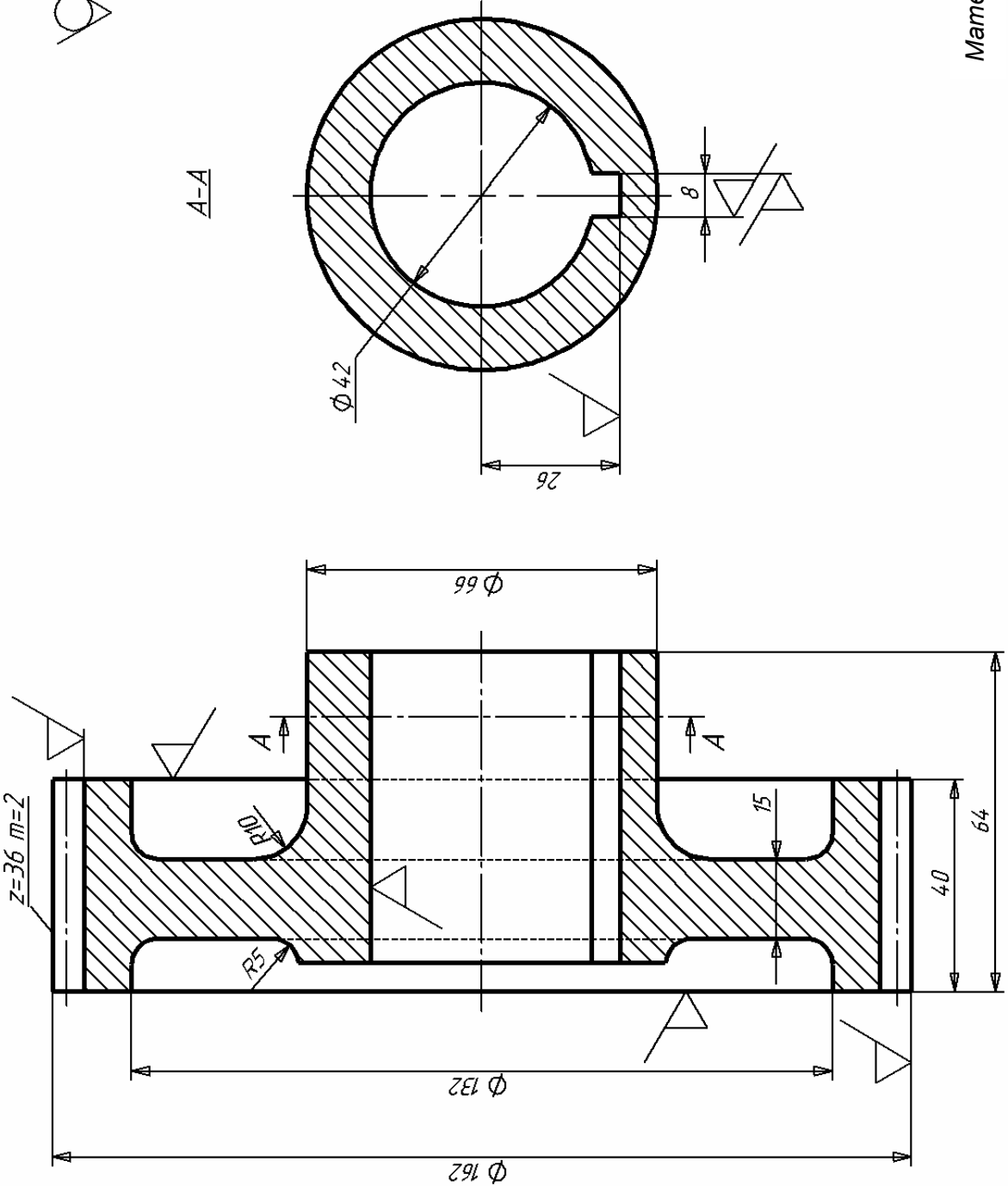
22



Матеріал СЧ 18



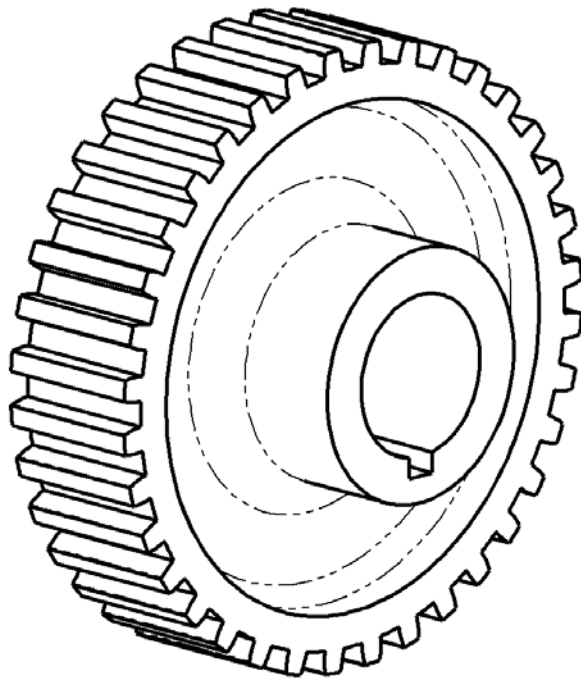
А/ (✓)



Материал 25Л

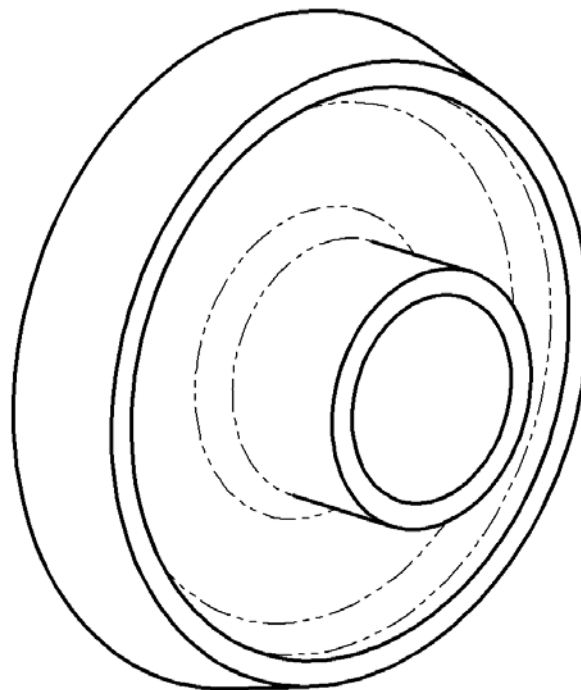
23

23

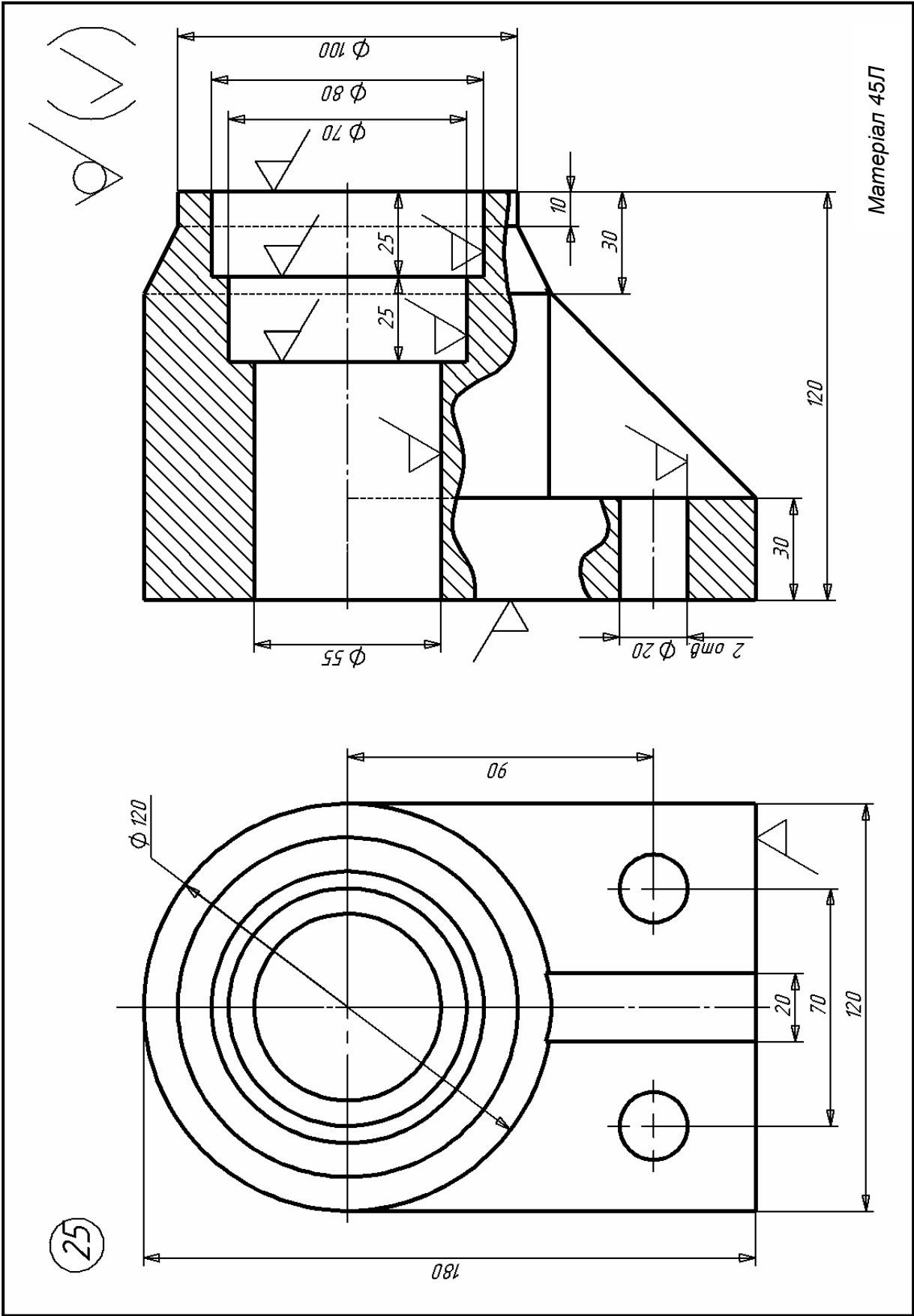


Матеріал 25Л

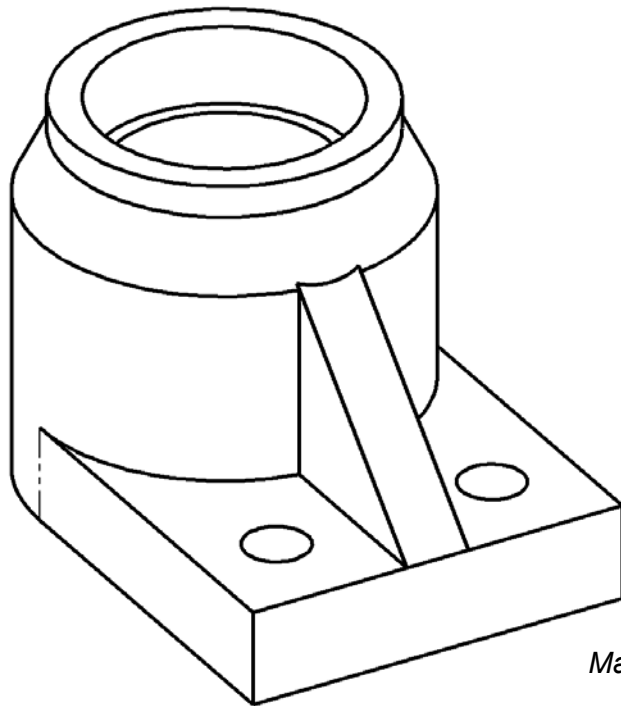
24



Матеріал 35Л

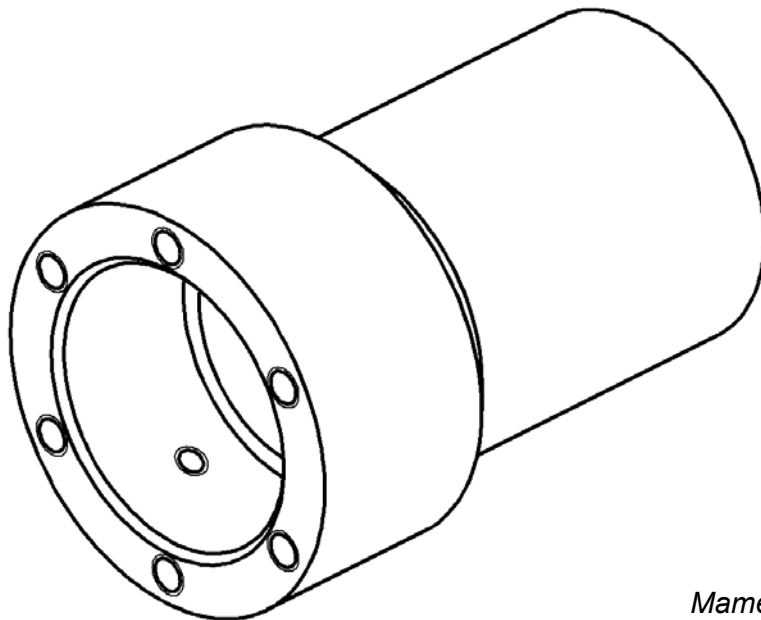


25

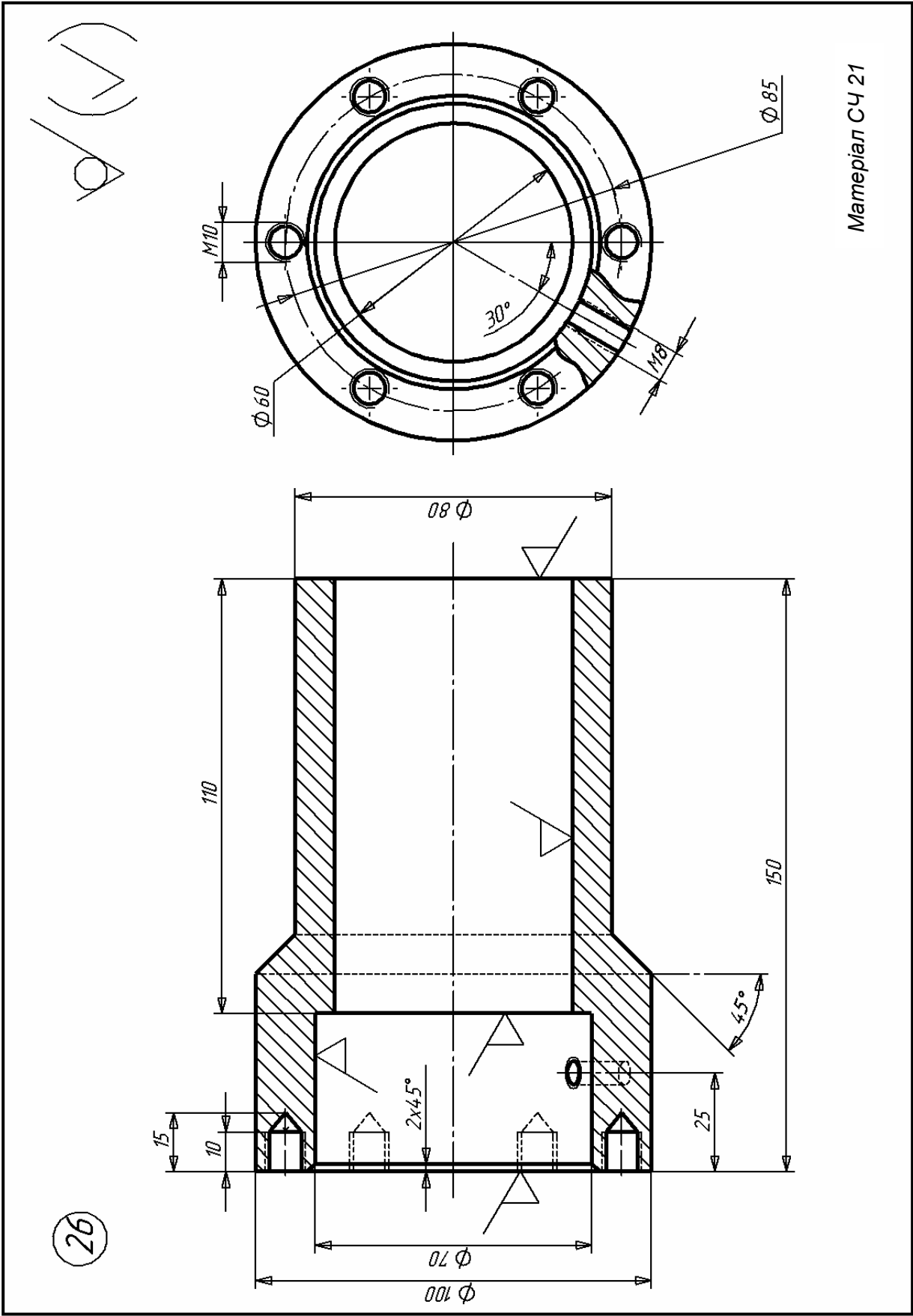


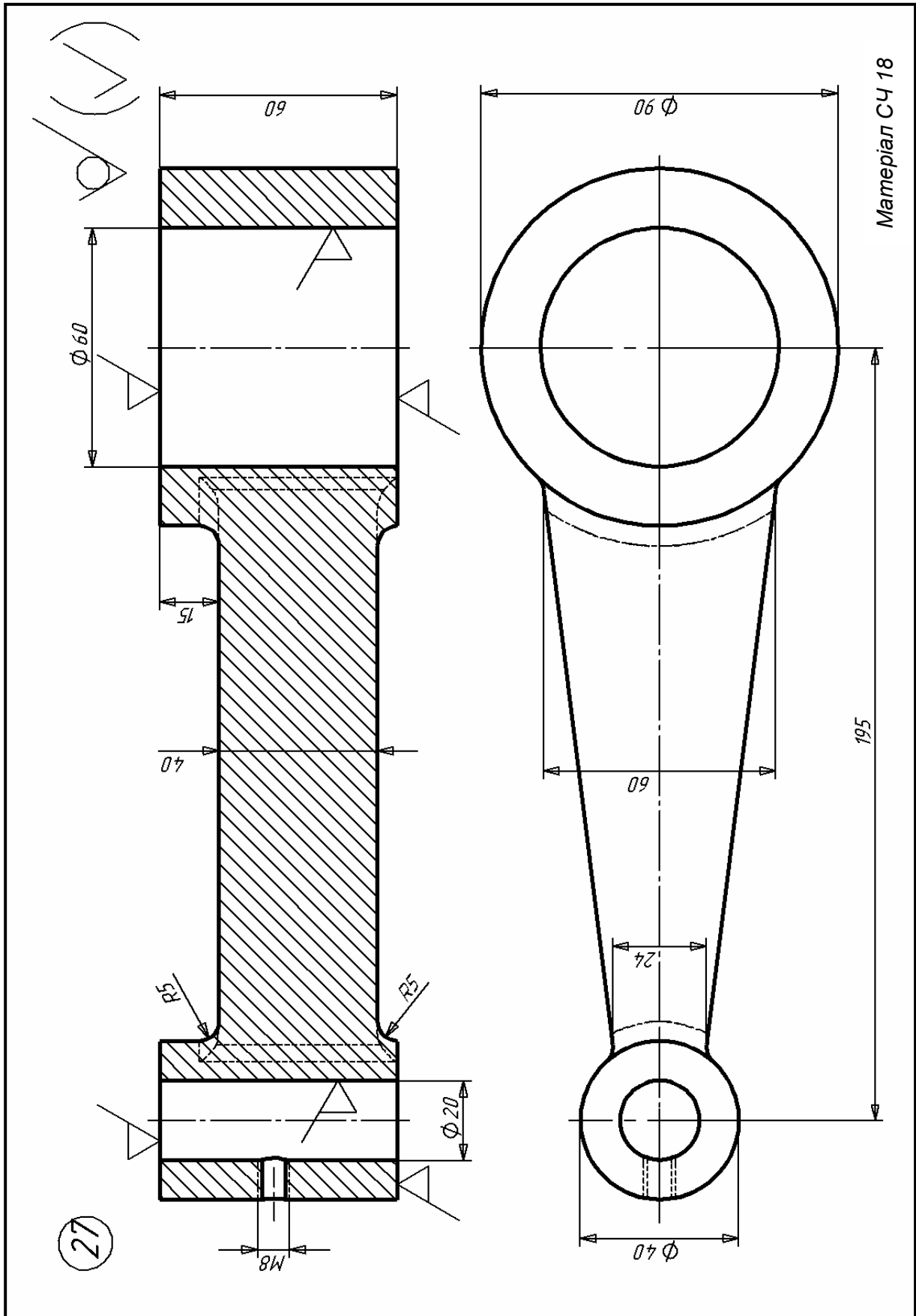
Матеріал 45Л

26

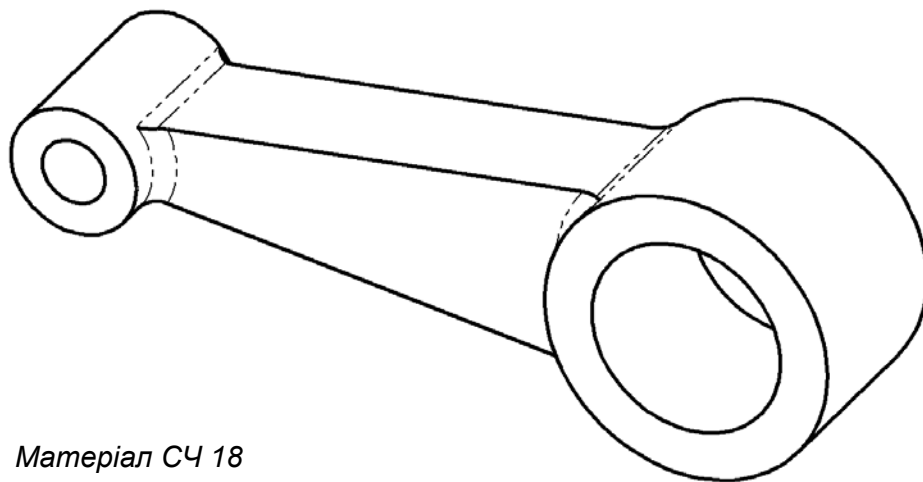


Матеріал СЧ 21



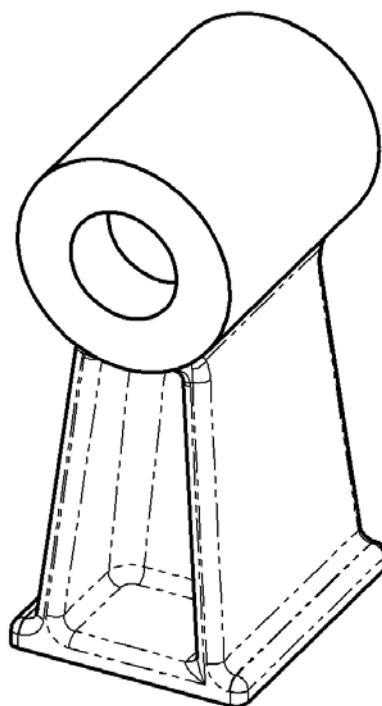


27

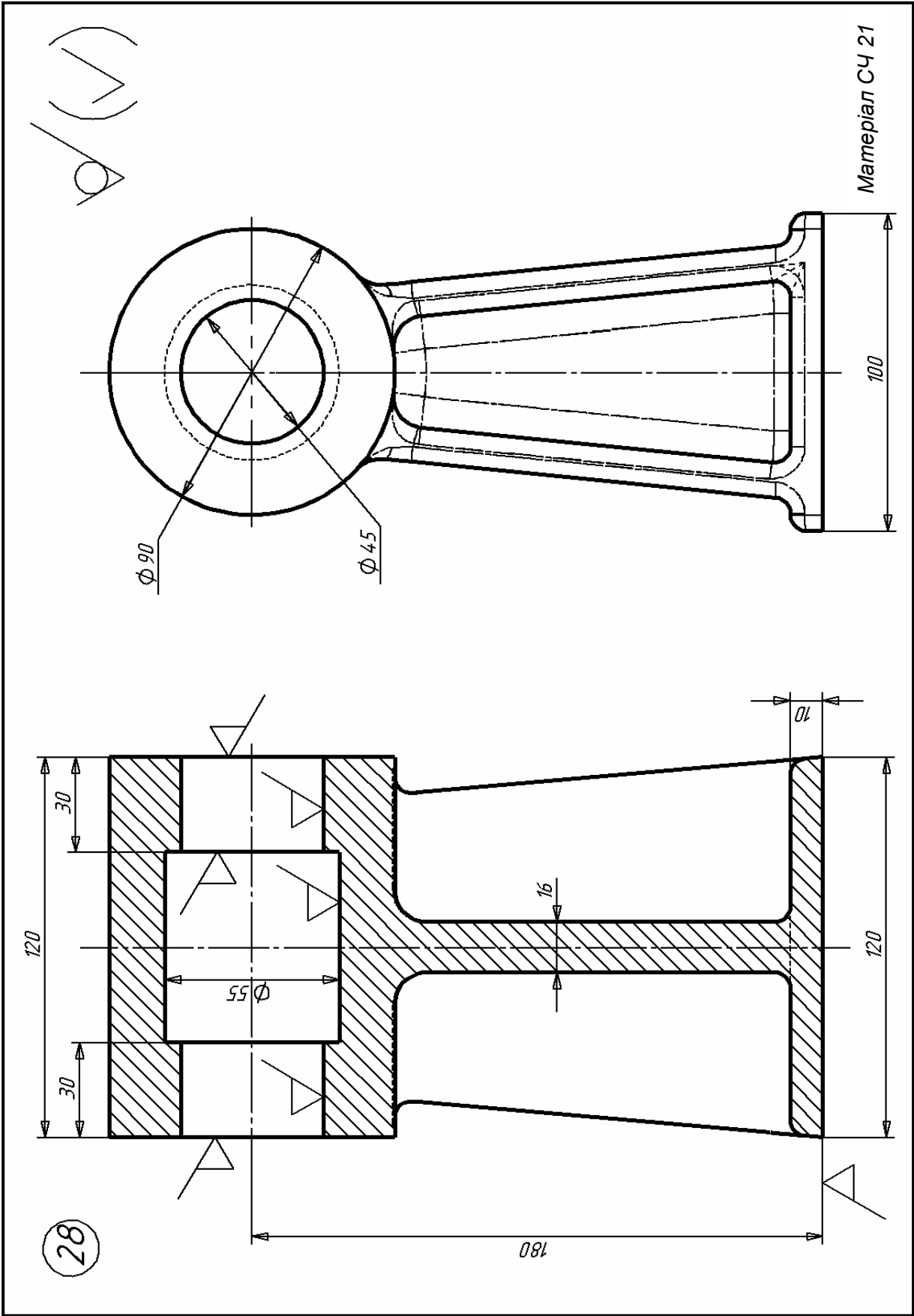


Матеріал СЧ 18

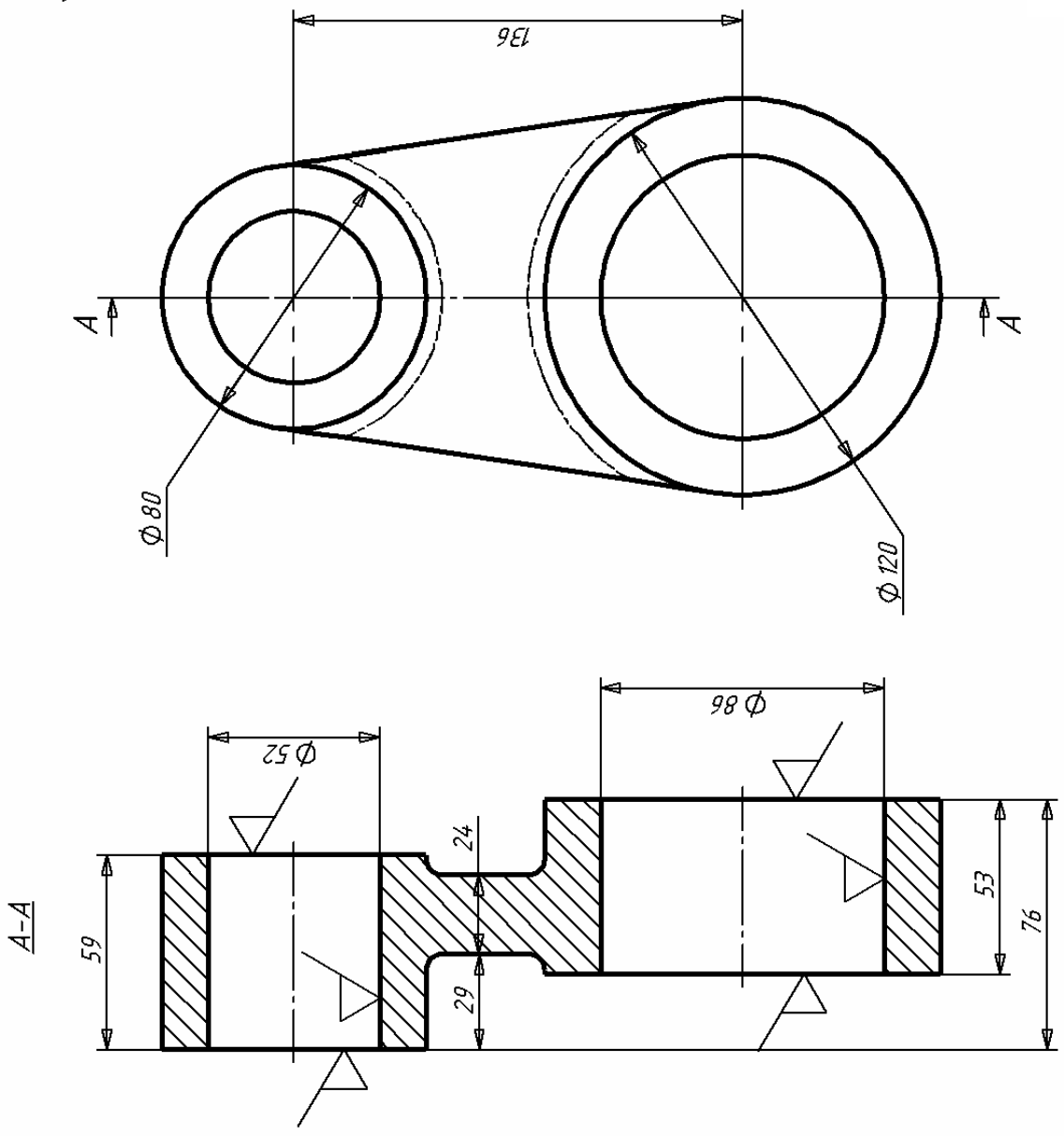
28



Матеріал СЧ 21



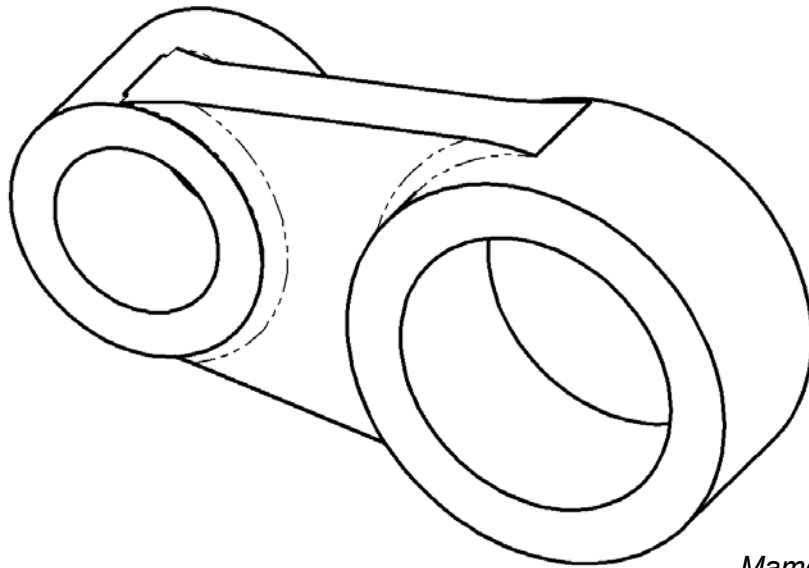
✓(✓)



Материал 45Л

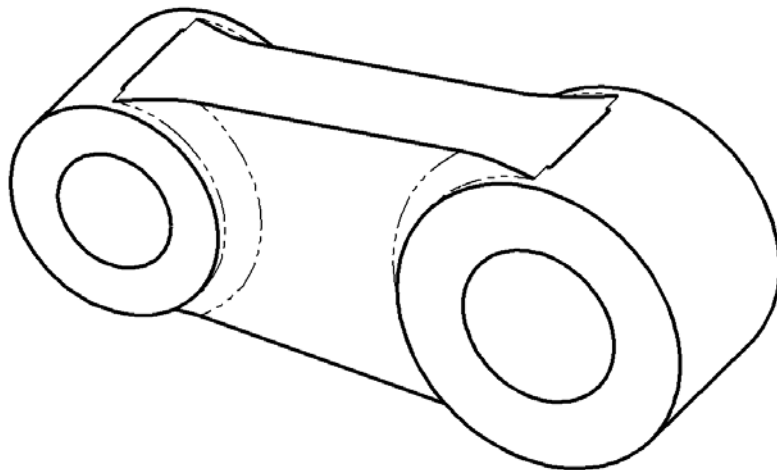
29

29



Матеріал 45Л

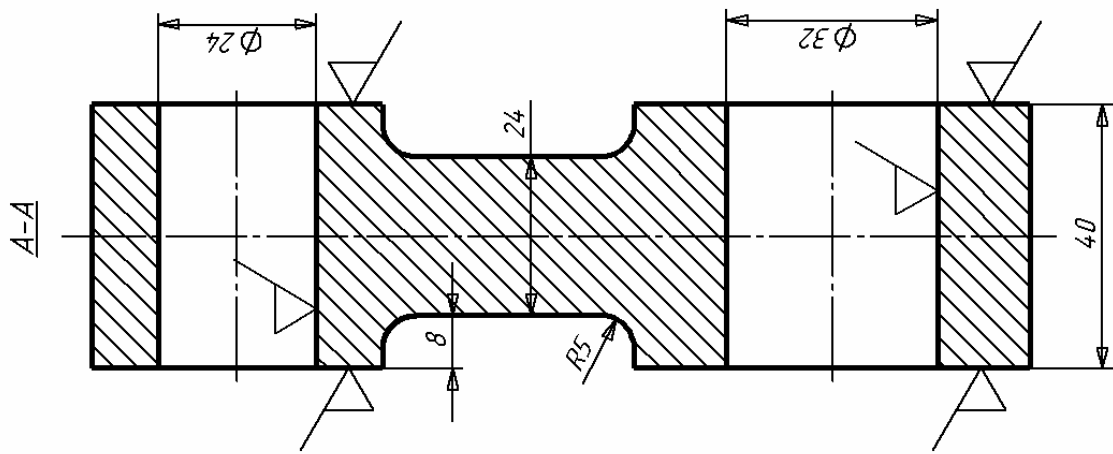
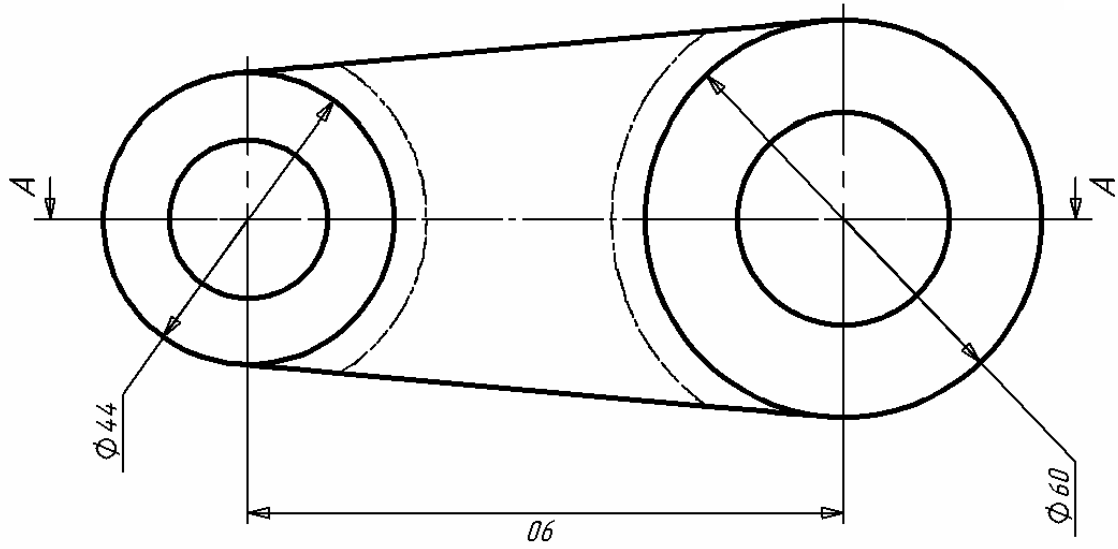
30



Матеріал СЧ 15

✓ (✓)

Материал СЧ 15



30

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

КУВАННЯ МЕТАЛІВ

Мета роботи: 1. Дослідити вплив умов тертя на процес пластичної деформації при осаджуванні на пресі. 2. Освоїти методику вибору обладнання для операції «осадка».

Пристосування, інструменти: гідравлічний кувальний прес; заготовки з пресованого круглого прутка алюмінієвого сплаву; мастило – машинне масло або графіт; вимірювальний інструмент – штангенциркуль.

Короткі теоретичні відомості

Найбільш поширеною операцією кування є осадка (сплющування) – операція зменшення висоти заготовки при збільшенні площі її поперечного перерізу. Осадку застосовують для отримання поковок з великими поперечними розмірами при відносно малій висоті (зубчасті колеса, диски та ін.). Особливістю процесу є нерівномірність деформації, зовні виражається в формуванні при осадженні заготовки бочкоподібної форми.

При тисненні бойків на заготовку між заготовкою та інструментом виникає контактне тертя $F_{тр}$, що перешкоджає вільному переміщенню металу. На торцях заготовки циліндричної форми у вертикальному перерізі утворюють конуси (рис. 2.1, а) нерухомого металу, а при куванні гранованих заготовок – піраміди (рис. 2.1, б).

Фігури, утворені нерухомими частинами поковки, називають конусами ковзання. Метал, що знаходиться в межах конуса ковзання, не може вийти з нього, і тому пластична деформація здійснюється за рахунок металу, що знаходиться поза конусів ковзання. Дія конусів ковзання при цьому подібна до дій силових клинів, що заглиблюються у масу металу і тим самим деформують його, тому метал витікає з об'ємів, де в цей момент діють конуси ковзання.

Співвідношення висоти і діаметра заготовки визначає геометричну форму та якість поковки після осадки. При великій висоті заготовки ($H > 2D$), коли вершини конусів відстоять далеко один від одного, заготовка деформується у двох місцях, утворюючи подвійну бочку (рис. 2.1, в). При висоті заготовки $H \leq D$, але недостатній пластичності металу після зустрічі конусів може відбуватися їх занурення один в одного, що супроводжується поступовим руйнуванням конусів з вершин (рис. 2.1, г) або ковзанням одного конуса по іншому (рис. 2.1, д). Наближення конусів призводить до утворення тріщин або руйнування заготовки.

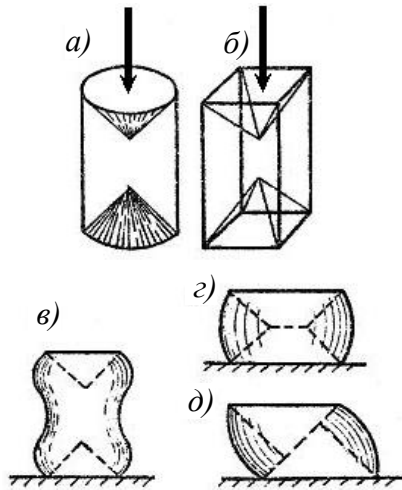


Рисунок 2.1 – Схема виникнення нерівномірної деформації під час осадження: *а), б)* – у заготовках різної форми; *в)* – в заготовках великої висоти; *г), д)* – у заготовках з металу недостатньої пластичності

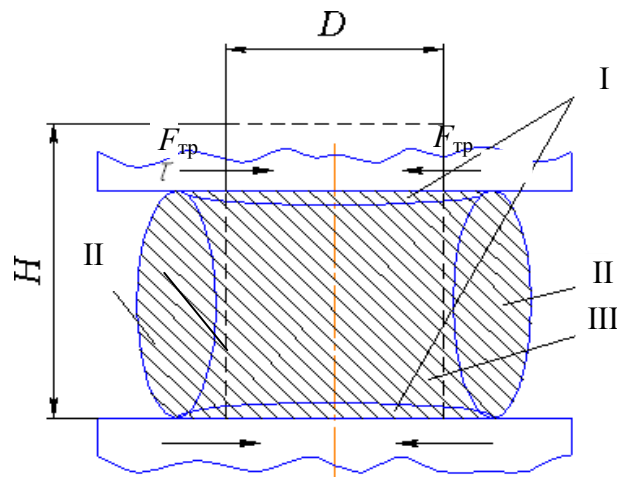


Рисунок 2.2 – Нерівномірність деформації при осадженні

Найбільш часто на практиці зони з утрудненою деформацією, розклинають метал, мають форму куполів I (рис. 2.2). Виділяються також зони II і III. Зона II виходить на бічні поверхні заготовки, інтенсивність деформації в ній більша, ніж в зоні I, і менша, ніж в зоні III. Тут виникають розтягувальні напруги, які можуть бути причиною утворення тріщин та обмежують величину деформації при осадженні. Зона III – зона найбільш інтенсивної деформації, вона розташовується в осьовому перерізі заготовки і може частково виходити на торці і бокові поверхні заготовки.

Для зменшення коефіцієнта тертя контактні поверхні бойків мають бути з незначною шорсткістю. Бочкоподібності сприяє також переохолодження торців нагрітої заготовки в результаті контакту з більш

холодними бойками. В цьому випадку підігривають бойки або осадові плити. Для зменшення коефіцієнта тертя і отримання більш рівномірного осадження застосовуються мастильні матеріали: суха дерев'яна тирса, графіт з машинним мастилом, водний розчин колоїдного графіту та рідкого скла та ін.

Зі збільшенням загального ступеня деформації різниця місцевих деформацій біля торцевих поверхонь і в центрі зростає. При ступені деформації 60% в зоні I (див. рис. 2.2, а) метал буде деформований на величину близько 10%, а в центрі зони III деформація становить понад 90%. Тому ступінь закриття дефектів за обсягом осадження заготовки буде різною. Для закриття дефектів, що знаходяться в зоні I, потрібен підвищений ступінь деформації, що досягається правильним підбором конфігурації бойків і осадових плит.

Вибір обладнання для осадки

Кувальні молоти працюють за принципом ударної дії, при якій потужність удару визначається, головним чином, масою падаючих частин молота. Метал деформується за рахунок енергії, накопленої падаючими (рухомими) частинами молота до моменту їх співударяння з заготовкою.

До номінальної маси падаючих частин молота входять маси баби, штока, поршня, верхнього бойка та інших пов'язаних з ними деталей. Потужність молота прийнято виражати масою падаючих частин у тоннах (т) та кілограмах (кг).

Основна інформація щодо вибору кувальних молотів залежно від форми і розміру заготовки наведені в табл. 2.1.

Розрахунок розміру маси заготовки. Масу вихідної заготовки при куванні з прокату визначають за формулою:

$$m_z = m_n + m_o,$$

де m_n – маса поковки, кг;

m_o – маса відходів на обсічки та чад, кг.

Якщо поковки обробляють різанням, то підрахунок маси металу проводять за номінальними розмірами поковки без урахування допусків. Якщо кування механічно не обробляється, то підрахунок маси металу проводять з урахуванням максимальних значень допусків та ін. за максимальними розмірами поковки.

Таблиця 2.1– Дані для вибору маси падаючих частин кувальних молотів

Маса падаючих частин молота, кг	Максимальний переріз заготовки – сторона квадрата або діаметр вихідної заготовки, мм	Приблизна маса поковок, кг	
		гладеньких	фасонних
50	40	До 8	До 1,5
80	50	8–12	1,5–2
160	65	12–15	2–5
250	75	15–35	5–8
400	100	35–60	8–18
630	125	60–120	18–30
1000	160	120–125	30–70

Масу поковки підраховують за формулою:

$$m_n = V_n \cdot \rho,$$

де V_n – об'єм металу поковки, см^3 ;
 ρ – густина сталі $\rho = 7,85 \text{ г / см}^3$.

Масу відходів на обсічку та чад беруть зазвичай у відсотках від маси поковки. Її значення становить 1,5–2,5% (зубчасті колеса – 8-10%; гладкі вали, бруски – 5-7%; вали і вилки з уступами, болти – 7-10%; гайкові ключі, шатуни – 15-18% та ін.).

Площу поперечного перерізу вихідної заготовки визначають, виходячи з площі поперечного перерізу деталі, характеру обробки і ступеня уковування. Якщо основною операцією при куванні є витягання, то площу поперечного перерізу вихідної заготовки F_3 знаходять за формулою:

$$F_3 = F_n K,$$

де F_n – площа поперечного перерізу поковки, см^2 ;

K – ступінь уковування, що дорівнює для прокату 1,3–1,5, для зливка – 1,5–2.

Довжину вихідної заготовки L_3 , см, можна визначити з формули:

$$L_3 = \frac{V_{\text{п}} + V_3}{F_3} = \frac{V_3}{F_3}$$

де V_0 – об'єм відходів, см^3 ;
 V_3 – об'єм заготовки, см^3 .

Для спрощення розрахунків, об'єм складних деталей розбивають на об'єми елементарних фігур.

Таблиця 2.2 – Механічні характеристики сплавів при кувальних температурах

Марка сплаву	Температура кування, °С	σ_{02}	σ_B	δ	Ψ
		МПа		%	
Ст3сп	900	39	66	84	100
	1000	25	44	79	100
	1100	19	32	80	100
	1200	14	25	84	100
30	800	–	100	49	98
	900	–	79	53	100
	1000	–	49	56	100
	1100	–	31	58	100
	1200	–	21	64	100
45	800	65	115	58	98
	900	55	77	62	100
	1000	35	51	72	100
	1100	22	35	81	100
	1200	15	27	90	100
У7	800	–	96	65	100
	900	–	64	60	100
	1000	–	37	62	100
	1100	–	22	65	100
	1200	–	17	92	100
У10	800	–	92	52	100
	900	–	56	59	100
	1000	–	30	70	100
	1100	–	18	78	100
	1200	–	16	86	100
Амг2	300	65	120	32	80
	400	–	100	43	88
	450	–	50	60	97
АК4	300	–	100	23	70
	400	–	50	73	87
	450	–	27	100	92

Примітка. σ – відносне видовження; ψ – відносне звуження.

За табл. 2.2 вибирають масу падаючих частин молота.

Вибір преса. Обираючи прес необхідно визначити величину зусилля, що забезпечує процес деформації.

Зусилля преса (МН), необхідне для осаду заготівлі круглого або квадратного перерізу, можна визначити за формулою:

$$P = k (1 + 0,17D_{cp} / H_1) \sigma_B \cdot F \cdot 10^{-6},$$

де k – масштабний коефіцієнт, $k = 0,75$;

D_{cp} – середній діаметр поковки після осаду, $D_{cp} = D \sqrt{H/H_1}$, мм;

σ_6 – межа міцності сплаву за температури осадження, наближено дорівнюється межі текучості сплаву σ_m або σ_{02} при тій самій температурі (див. табл. 2.2);

F – площа поперечного перерізу поковки $F = \frac{\pi D_{cp}^2}{4}$, мм.

Отримане значення зусилля преса використовують для вибору ковальського обладнання (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Основні параметри кувальних гідравлічних пресів

Показник	Норма						
	2	3,15	5	8	12,5	20	31,5
Номінальне зусилля преса, МН	2	3,15	5	8	12,5	20	31,5
Найбільший хід рухомої траверси (рами), мм	450	560	710	900	1250	1600	2000
Відстань між столом та рухомою траверсою (рамою) у її верхньому положенні, мм	1400	1600	1800	2120	2650	3150	4000
Розмір робочої зони поперек осі кування, мм	1060	1180	1250	1500	1900	2240	2650
Розміри висувного стола, мм:							
ширина	500	630	800	1000	1250	1600	2000
довжина, не менше	560	710	900	1250	1600	2120	2500

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з основним інструментом і операціями вільного кування, перевагами та недоліками процесу кування, галузь використання.

2. Вивчити принцип дії гідравлічного преса і пневматичного молота.

3. Взяти у навчального майстра дві циліндричні заготовки з алюмінієвого сплаву, що деформується. Намалювати ескізи, виміряти висоту H і діаметр D заготовок, проставити розміри і занести до табл. 2.4.

4. На торці однієї заготовки нанести мастило у вигляді машинного масла або суспензії графіту у маслі.

Осадити заготовки на гідравлічному пресі без попереднього нагріву.

5. Виміряти розміри поковок після осадження з мастилом і без мащення (рис. 2.3).

Таблиця 2.4 – Результати осадження заготовок з кольорових сплавів

Позначення розмірів	Розмір вихідної заготовки	Розмір поковки після осадження	
		з використанням мастила	без мастила
H			
D			
$У$			
E_H			

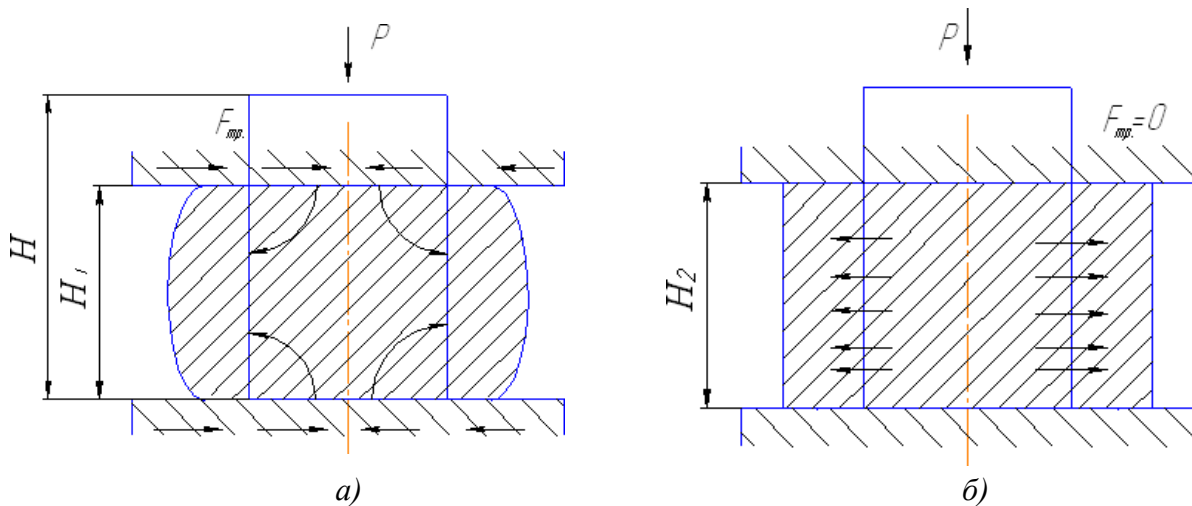


Рисунок 2.3 – Ескизи поковок після осадження: а) – без мастила; б) – з мастилом

6. Визначити для кожної з поковок величину уковки:

$$y = \frac{H}{H_1}$$

та ступінь деформації

$$E_H = \frac{H + H_1}{H} \cdot 100\%.$$

7. Вибрати обладнання для осадження заготовки з алюмінієвих сплавів або сталі, отримавши у викладача дані про марку сплаву та температурний режим кування.

8. Зробити висновки.

Зміст звіту

1. Зарисувати схеми операцій вільного кування.
2. Зарисувати заготовку з деформованого алюмінієвого сплаву.
3. Зарисувати поковки після осадження з мастилом і без мащення.
4. Вказати розміри заготовки і поковок на ескізі (рис. 2.3) і занести їх до табл. 2.4.

5. Визначити для кожної з поковок величину уковування U і ступінь деформації E_n . Отримані значення занести до табл. 2.4.
6. Зробити розрахунок параметрів обладнання для осадження, отримавши у викладача дані.
7. Зарисувати схему обладнання, обраного для кування.

Контрольні питання

1. Що таке коефіцієнт уковування? Які його величини при куванні зливка і прокатоної заготівлі?
2. Зарисуйте операцію кування відрубубання і застосовуваний при цьому кувальний інструмент.
3. Схема пристрою і робота пневматичного молота.
4. Схема пристрою і робота гідравлічного преса для кування металу.
5. Викладіть технологію виготовлення поковки шестерні. Які при цьому виконуються операції?
6. Зарисуйте схему операції прошивки для отримання отворів більшого діаметра.
7. Чим пояснюється нерівномірна деформація при виконанні осадження?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

КОНТАКТНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Мета роботи: 1. Вивчити спосіб точкового контактного зварювання.
2. Визначити основні параметри режиму зварювання тонколистових заготовок і отримати зварне з'єднання.

Пристосування, інструменти: зразки зварних з'єднань, заготовки листової сталі для зварювання, машина для точкового контактного зварювання.

Короткі теоретичні відомості

Найпоширенішим видом термомеханічного класу зварювання є контактне зварювання. Суть процесу полягає в стисканні заготовок з певним зусиллям P та проходженні електричного струму крізь них. Струм нагріває заготовки, причому найбільша кількість тепла виділяється в місці їх контакту (згідно з законом Джоуля – Ленца), оскільки опір контакту є найбільшим у вторинному колі.

Підвидами контактного зварювання є точкове, стикове та шовне зварювання.

Точкове зварювання

Точкове зварювання застосовують переважно при з'єднанні листових заготовок. Зварювані заготовки 1 (рис. 3.1) складають в нахлест, стискають між двома мідними електродами 2 із зусиллям P_H і пропускають електричний струм (від зварювального трансформатора 3).

При короткочасному (0,01–0,5 с) протіканні струму виділяється теплота у заготовках та електродах. Через те, що найбільший електричний опір має контакт між заготовками і електроди, як правило, охолоджуються водою та відводять теплоту з поверхні заготовок, інтенсивне нагрівання металу відбувається тільки в місці контакту. Тут метал розплавляється і з'являється рідке ядро. Після утворення рідкого ядра струм вимикають і створюють зусилля осадки. Ядро твердне, утворюючи зварну точку.

Кристалізація металу відбувається при підвищеному тиску електродів, що запобігає утворенню в ядрі точки дефектів усадкового характеру – пор, тріщин, пухкого металу. Стадії циклу та циклограма точкового зварювання з проковуванням показані на рис. 3.1, б), в).

Перед зварюванням контактні поверхні деталей зачищають металевою щіткою, піскоструминною обробкою або травленням та знежирюють розчинниками. Це необхідно для забезпечення стабільного процесу, залежить від сталості контактної опору.

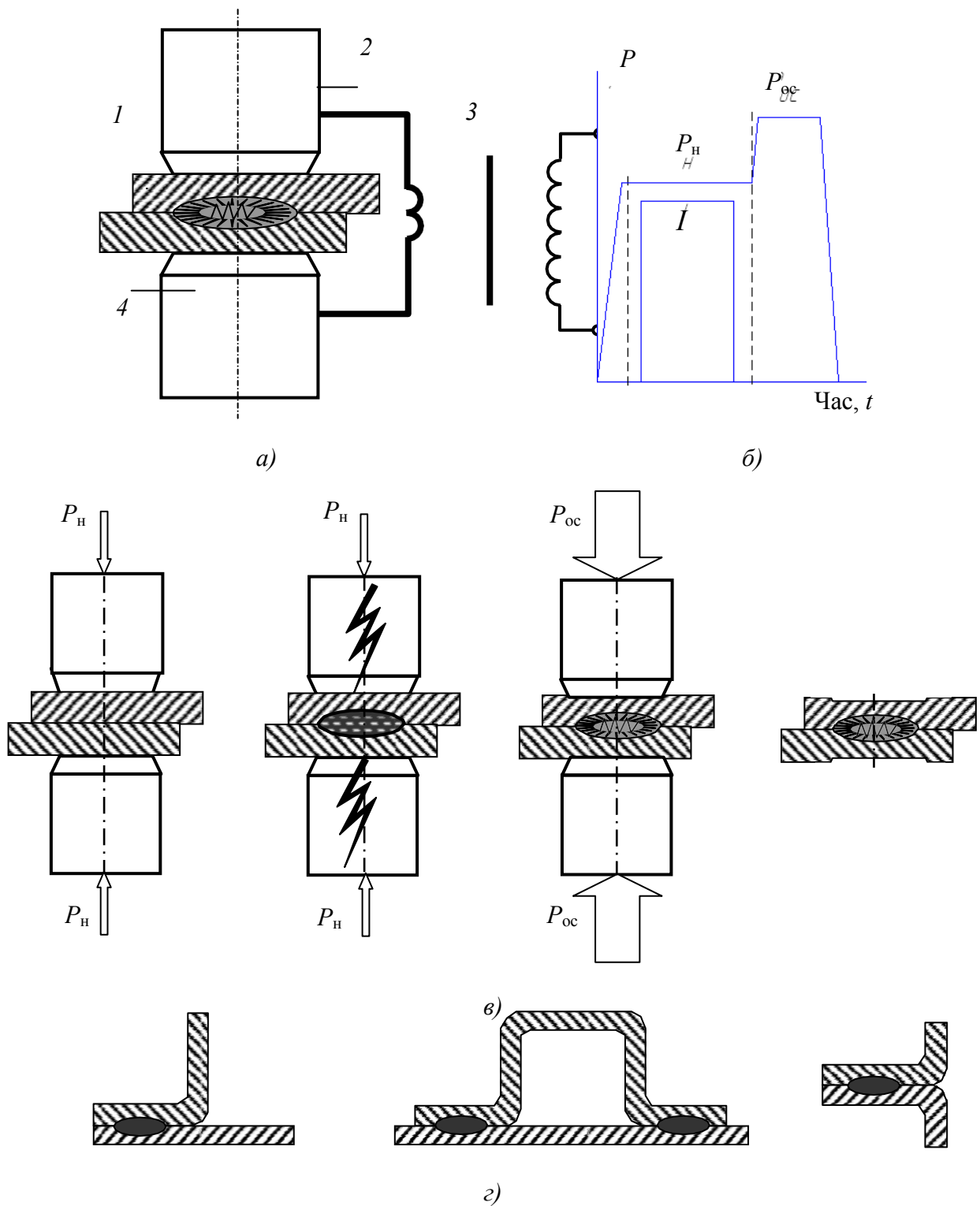


Рисунок 3.1 – Точкове контактне зварювання: а) – схема зварювання; б) – циклограма; в) – стадії зварювання; г) – типи зварних з'єднань

Контактне точкове зварювання застосовується для отримання з листових заготовок корпусних конструкцій автомобілів, комбайнів, тракторів, приладів.

Техніка точкового зварювання

Перед зварюванням деталі мають бути очищені від іржі, окалини, фарби, жиру та інших забруднень. Їхня поверхня має бути гладкою і рівною.

При виборі параметрів режиму контактного точкового зварювання необхідно враховувати матеріал і розміри виробу, спосіб зварювання та тип машини. Діаметр електрода d_e , мм, вибирають залежно від товщини δ та матеріалу зварюваних деталей. Для низьколегованих сталей

$$d_e = (5-6) \delta.$$

Тиск електрода на деталі має становити 60–80 МПа. Зусилля, кН, може бути розраховане за формулою:

$$F = (1,5-2,0) \delta.$$

Для отримання якісного зварного з'єднання визначальне значення має величина зварювального струму I та час (період) його протікання $t_{зв}$. Мале значення одного з цих параметрів може призвести до непровару, а надмірно велике – до випліскування металу. Тому при призначенні режиму зварювання розрахунковий режим завжди перевіряють дослідним шляхом і, за необхідності, коректують.

При зварюванні низьковуглецевих сталей наближене значення зварювального струму і тривалості імпульсу визначають за такими формулами:

$$I = (8-10) 1000\delta,$$
$$t_{зв} = (0,12-0,16) \delta,$$

де струм I вимірюється в амперах, а тривалість імпульсу – в секундах.

Величина нахлестки має становити не менше $0,5\delta$. Відстань, мм, між точками в одному ряду:

$$L = (2-3) d_e.$$

Правила техніки безпеки при роботі на точковій зварювальній машині:

1. Забороняється працювати на машині, не ознайомившись з інструкціями щодо призначення її вузлів.
2. Забороняється переключати ступені трансформатора під час перебування машини під напругою.
3. Забороняється працювати на машині при відкритих дверцятах.
4. Корпус машини і корпус зварювального трансформатора мають бути заземлені.

5. На час кожної перерви в роботі машину необхідно відключити від мережі.

6. Для захисту від опіків іскрами потрібно мати спеціальну прозору маску або окуляри, брезентові рукавиці і фартух.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися зі способом електричного контактного точкового зварювання, його різновидами і технологічними особливостями.

2. Для заданих зразків з урахуванням їх товщини і марки металу розрахувати за наведеними формулами режими точкового зварювання.

3. Дотримуючись порядку роботи на точковій зварювальній машині, зварити зразки на обраному режимі.

4. Змінивши за вказівкою викладача один з параметрів режиму зварювання, провести повторне зварювання наступної пари зразків.

5. Зробити візуальний контроль якості отриманого зварного з'єднання та провести випробування зварної точки на відрив і на зріз.

6. Скласти звіт.

Зміст звіту

1. Короткий опис способів контактного зварювання (схеми, циклограми і зразки зварних виробів).

2. Розрахунок режиму зварювання для заготовок з листової сталі на машині точкового контактного зварювання.

3. Опис дефектів, отриманих при зварюванні, їх причин і способів усунення (запобігання).

Контрольні запитання

1. Які чинники можуть вплинути на міцність точки при контактному зварюванні?

2. Назвіть способи підвищення продуктивності точкового зварювання.

3. Чим пояснити підвищені витрати енергії при роликовому зварюванні порівняно з точковим?

4. Чому стикове зварювання опором не застосовують для з'єднання заготовок великого перерізу?

5. Для зварювання яких виробів використовують шовне та точкове зварювання?

6. Як виглядає електрод для шовного зварювання?

7. Чому теплота при контактному зварюванні інтенсивніше виділяється між заготовками?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

РУЧНЕ ЕЛЕКТРОДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Мета роботи: 1. Ознайомитися з процесом ручного дугового зварювання та властивостями зварювальної дуги.

2. Вивчити джерела живлення зварювальної дуги, їх принцип дії, переваги, недоліки і галузь застосування.

3. Ознайомитися з видами зварювальних електродів.

4. Освоїти методику розрахунку режиму ручного дугового зварювання.

5. Практично освоїти елементарні прийоми техніки ручного дугового зварювання.

Пристосування, інструменти: зварювальний трансформатор, металевий заземлений стіл, електродотримачі, запобіжний щиток, молоток, зубило, сталева щітка, електроди, зразки зварних з'єднань.

Короткі теоретичні відомості

Ручне електродугове зварювання (РЕДЗ) – це зварювання плавленням. Джерелом теплоти, необхідної для розплавлення кромки виробів, що з'єднуються, при РЕДЗ є електрична дуга, яка горить між двома електродами (один з яких є заготівля).

Електрична дуга – потужний стабільний електричний розряд в іонізованому газовому середовищі. При низькій температурі газ не проводить електричний струм. Газ може проводити електричний струм лише в тому випадку, якщо його молекули поділяються (іонізуються) на позитивні та негативні частки – іони. Іонізація газу відбувається при високій температурі під дією електричного поля.

На рис. 4.1 схематично показано процес запалювання дуги при зварюванні.

Він складається з трьох етапів:

- коротке замикання електрода (катода) на заготовку (анод);
- відведення електрода на відстань 3–6 мм;
- виникнення стійкого дугового розряду.

Коротке замикання (рис. 4.1, *а*) проводиться з метою розігріву електрода та основного металу в зоні їх контакту. Після відведення електрода (рис. 4.1, *б*) на його розігрітому торці під дією електричного поля відбувається емісія електронів (рис. 4.1, *в*).

Іонізація газу при зіткненнях його молекул з електронами, які вириваються з поверхні катода, зростає зі збільшенням сили струму (оскільки збільшується кінетична енергія електронів).

В результаті іонізації (рис. 4.1, *в*) електропровідність дугового проміжку відповідає електропровідності металів і забезпечує під-

тримання стійкого розряду при проходженні струму. Процес запалювання дуги закінчується утворенням стабільного електричного розряду (рис. 6.1, з). Основою стовпа дуги слугують різко обмежені області на поверхні електродів – *електродні плями* (катодні і анодні).

У дузі відбувається взаємне бомбардування катода позитивними іонами і анода – електронами, в результаті кінетична енергія частинок переходить у теплову. Відбувається нагрівання, що сприяє розплавленню електрода і основного металу. При зварюванні заготовку прийнято називати *основним металом*.

Електрична дуга є концентрованим джерелом тепла з дуже високою температурою. Температура стовпа дуги досягає 6000 °С, а температура анодної та катодної плями на металі знаходиться в межах 2000–3000 °С.

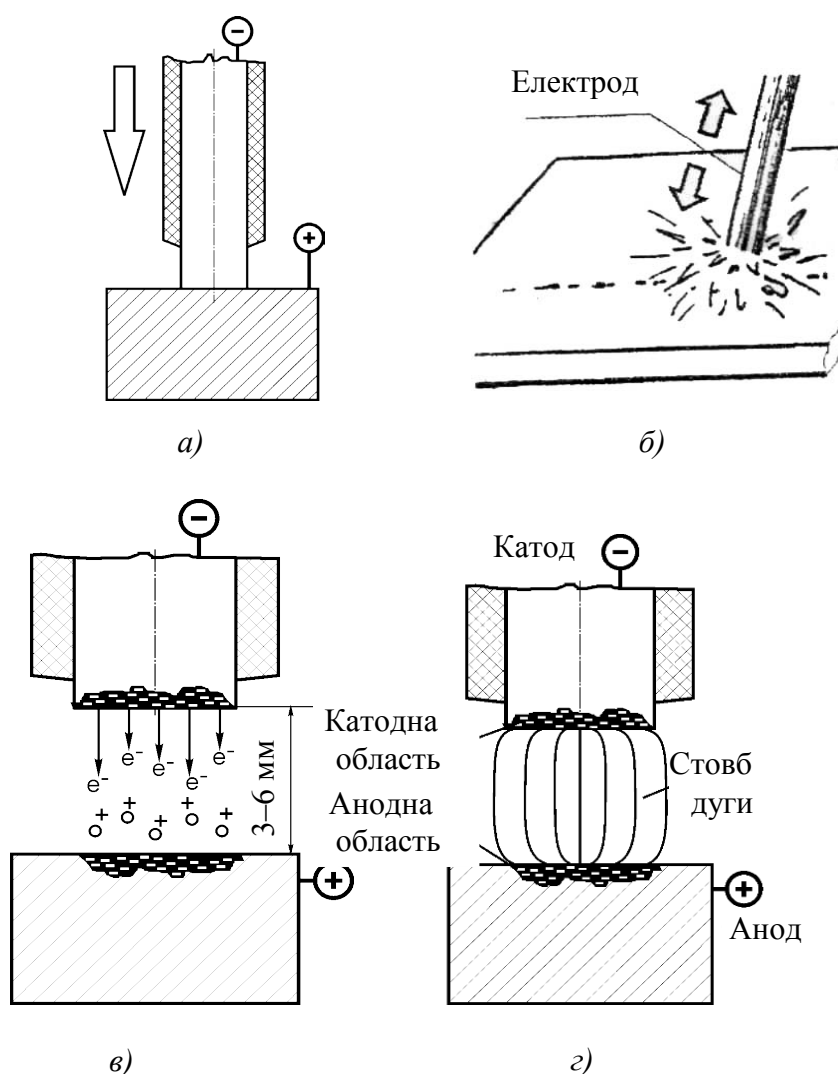


Рисунок 4.1 – Запалювання електричної дуги: а) – коротке замикання; б) – з) – етапи формування стабільної дуги

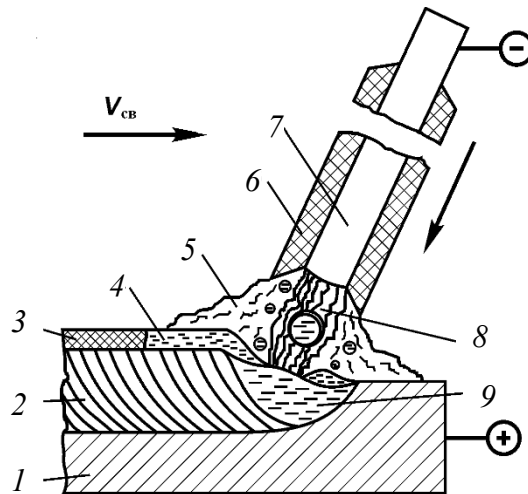


Рисунок 4.2 – Схема дугового електрозварювання металевим покритим електродом: 1 – зварюваний метал; 2 – зварний шов (наплавлений метал); 3 – тверда шларова кірка; 4 – рідка шларова ванна; 5 – газова захисна атмосфера; 6 – покриття електрода; 7 – металевий стрижень зі зварювального дроту; 8 – електрична дуга; 9 – металева ванна; $V_{св}$ – швидкість зварювання

Зварювальний електрод після запалювання дуги переміщують вздовж крайок зварювальних виробів вручну (рис. 4.2). Дуга 8 горить між стрижнем електрода 7 і металом 1, розплавлений метал стрижня електрода краплями стікає в металеву ванну 9. Разом зі стрижнем плавиться покриття електрода 6. Склад покриття обирається так, щоб навколо дуги створювалось газове середовище 5 та утворювався рідкий шлак 4. Газове середовище захищає дугу від повітря та стабілізує її горіння за рахунок іонізації. Шлаки захищають метал від окислення та насичення азотом. При переміщенні дуги вздовж заготовок зварювальна ванна твердне і утворює зварний шов 2 (рис. 4.2). Шлаки уповільнюють охолодження металу, сприяють ущільненню шва. Застиглий шлак утворює тверду кірку 3.

Технологія ручного зварювання

1. Розрахунок режимів ручного дугового зварювання

Для отримання якісного зварного з'єднання потрібно призначити режим зварювання, який визначається, насамперед, величиною струму, напругою та швидкістю зварювання.

Режимом зварювання називають сукупність основних характеристик зварювального процесу, що забезпечує утворення зварних швів заданих розмірів, форми та якості.

При ручному дуговому зварюванні основними параметрами режиму є:

1. Діаметр електрода, d_{el} , мм.
2. Сила зварювального струму, $I_{зв}$, А.
3. Напруга на дузі, U_d , В.
4. Швидкість зварювання, $V_{зв}$, м / год.

Величина зварювального струму залежить від багатьох параметрів: складу і товщини зварюваного металу, положення шва в просторі, діаметра електрода та ін. За узагальненими практичними даними встановлено таку емпіричну залежність для визначення величини зварювального струму (А):

$$I = kd_e,$$

де k – поправковий коефіцієнт; $k = 40\text{--}60$ А/мм для електродів зі стрижнем з низьковуглецевої сталі, $k = 35\text{--}40$ А/мм – для високолегованої сталі;

d_e – діаметр електрода, мм.

Таблиця 4. 1 – Вибір діаметра електрода

Товщина металу, мм	0,5	1–2	2–5	5–10	Вище 10
Діаметр електрода, мм	1,5	2,0–2,5	2,5–4,0	4–6	4–8

При виборі діаметра електрода керуються даними, поданими в табл. 4.1.

Довжина дуги істотно впливає на якість шва. За оптимальної довжини дуга горить стійко і забезпечує отримання якісного зварного шва. Довга дуга часто гасне і призводить до надмірного розбризкування металу, мала довжина – до короткого замикання. За практичними даними довжина дуги (мм):

$$l_d = 0,5 (d_e + 2),$$

де d_e – діаметр електрода, мм. На практиці довжина дуги $l_d = 2\text{--}8$ мм.

Напруга горіння дуги за величини зварювального струму понад 100 А практично залежить лише від довжини дуги.

Величина напруги (В) визначається так:

$$U_d = \alpha + \beta l_d,$$

де α – коефіцієнт, що характеризує спад напруги на електродах; $\alpha = 10\text{--}12$ В для сталевих електродів, $\alpha = 35\text{--}38$ В для вугільних електродів;

β – коефіцієнт, що характеризує спад напруги на 1 мм довжини стовпа дуги; $\beta = 2,0\text{--}2,5$ В/мм залежно від марки зварюваного металу, складу газу в дуговому проміжку і інших чинників.

Напруга запалювання дуги для постійного струму становить 40–60 В, для змінного – 60–80 В.

Додатковими параметрами режиму є:

5. Рід струму.

6. Полярність струму (при постійному струмі).

1.1. Розрахунок режиму зварювання швів стикових з'єднань.

Шви стикових з'єднань можуть виконуватися з обробленням і без оброблення крайок за ДСТ 5264-80.

Діаметр електрода при зварюванні швів стикових з'єднань вибирають залежно від товщини зварюваних деталей.

При виборі діаметра електрода при зварюванні стикових швів у нижньому положенні потрібно керуватися даними таблиці 6.1.

При зварюванні багатошарових швів на металі товщиною 10 – 12 мм і більше перший шар необхідно зварювати електродами на 1 мм меншими, ніж зазначено в таблиці 6.1, але не більше 5 мм (найчастіше 4 мм), тому що застосування електродів більших діаметрів не дозволяє проникнути в глибину оброблення для проварення кореня шва.

При визначенні числа проходів варто враховувати, що переріз першого проходу не може перевищувати 30–35 мм² і може бути визначеним за формулою

$$F_1 = (6 - 8) \cdot d_{ел}^2, \text{ мм}^2 \quad (4.1)$$

а наступних проходів – за формулою

$$F_c = (8 - 12) \cdot d_{ел}^2, \text{ мм}^2 \quad (4.2)$$

де F_1 – площа поперечного перерізу першого проходу, мм²;

F_c – площа поперечного перерізу наступних проходів, мм²;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм.

Для визначення числа проходів і маси наплавленого металу потрібно знати площу перерізу швів.

Площа перерізу швів являє собою суму площ елементарних геометричних фігур, їхніх складових. Тоді площа перерізу одностороннього стикового шва, виконаного без зазору, можна визначити за формулою

$$F_1 = 0,75 e \cdot g, \text{ мм}^2 \quad (4.3)$$

а за наявності зазору в з'єднанні – за формулою

$$(F_1 + F_2) = 0,75 e \cdot g + S \cdot e, \text{ мм}^2 \quad (4.4)$$

де e – ширина шва, мм;

g – висота посилення шва, мм;

S – товщина зварюваного металу, мм;

e – величина зазору в стику, мм.

Площа перерізу стикового шва з V-подібним обробленням і з підваркою кореня шва (рис. 4.3) визначається як сума геометричних фігур:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + 2F_4, \quad (4.5)$$

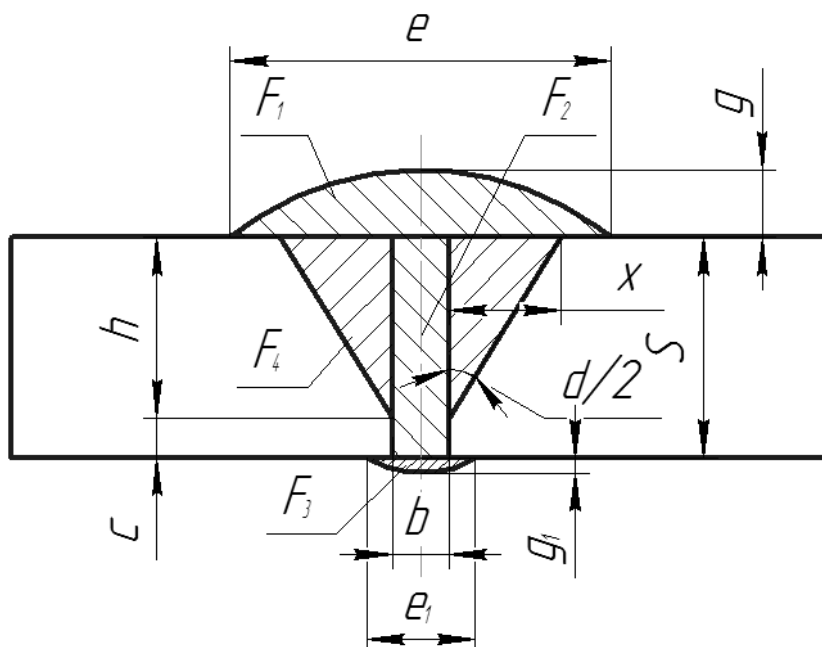


Рисунок 4.3 – Геометричні елементи площі перерізу стикового шва:

S – товщина металу, мм; h – глибина проплавлення, мм; c – величина притуплення, мм; e – ширина шва, мм; e_1 – ширина підварки кореня шва, мм; b – величина зазору, мм; g – висота посилення шва, мм; g_1 – висота посилення підварювання кореня шва, мм; α – кут оброблення крайок

Глибина проплавлення визначається за формулою

$$h = (S - c), \text{ мм}$$

Площу перерізу геометричних фігур (F_1+F_2) визначають за формулою 4.4, F_3 – за формулою 4.3, а площу прямокутних трикутників F_4 визначають за формулою

$$F_4 = h \cdot x / 2, \text{ мм}^2, \quad (4.6)$$

де $x = h \cdot \text{tg}\alpha / 2$;
тоді

$$F_4 = (h^2 \cdot \text{tg}\alpha / 2) / 2, \text{ мм}^2. \quad (4.7)$$

Але розглянута нами площа V-подібного шва складається із двох прямокутних трикутників, тому:

$$2F_4 = h^2 \cdot \text{tg}\alpha / 2, \text{ мм}^2.$$

Підставляючи значення елементарних площ у формулу, одержимо:

$$F_H = 0,75 \cdot e \cdot g + v \cdot S + 0,75 e_1 \cdot g_1 + h^2 \cdot \text{tg}\alpha / 2, \text{ мм}^2. \quad (4.8)$$

За X-подібного оброблення площу наплавленого металу підраховують окремо для кожної сторони оброблення.

Знаючи загальну площу поперечного перерізу наплавленого металу (F_H), а також площу поперечного перерізу першого (F_1) і кожного з наступних проходів шва (F_c), знаходять загальне число проходів « n » за формулою:

$$n = (F_H - F_1) / F_c + 1. \quad (4.9)$$

Отримане число округляють до найближчого цілого.

Розрахунок зварювального струму при ручному дуговому зварюванні визначається за величиною діаметра електрода та густиною струму за формулою:

$$I = \frac{\pi d_{\text{ел}}^2 \cdot j}{4},$$

де $d_{\text{ел}}$ – діаметр електрода, мм;

j – допустима густина струму, А/мм²;

Зварювальний струм визначається для зварювання першого проходу й наступних проходів тільки при зварюванні багатопрохідних швів.

Припустима густина струму залежить від діаметра електрода й виду покриття: чим більший діаметр електрода, тим менша припустима густина струму, тому що погіршуються умови охолодження (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Припустима густина струму в електроді при ручному дуговому зварюванні

Вид покриття	Діаметр стрижня електрода, мм				
	2	3	4	5	6 і більше
Основне	15,0–20,0	13, 0–18,5	10,0–14,5	9,0–12,5	8,5–12,0
Кисле, рутилові	14,0–20,0	13, 5-19,0	11, 5-15,0	10, 0-13,5	9, 5-12,5

Напруга на дузі при ручному дуговому зварюванні змінюється в межах 20–36 В і при проектуванні технологічних процесів ручного дугового зварювання не регламентується.

Тому напругу на дузі рекомендується взяти якусь певну.

Швидкість переміщення дуги (швидкість зварювання) визначаємо за формулою

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \times I_{зв}}{\rho \times F_n \times 100}, \text{ м/год,}$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А год; (табл. 3)

γ – густина наплавленого металу за певний прохід, г/см³
(7,8 г/см³ – для сталі);

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

F_n – площа перерізу наплавленого металу, мм².

Таблиця 4.3 – Коефіцієнти наплавлення для різних марок електродів

Марка електрода	Струм і полярність	Напруга на дузі, В	Коефіцієнт наплавлення, г/А·год
УОНИИ 13/45	Постійний прямої полярності	20 – 25	8,0
УОНИИ 13/55		22 – 26	7,0 – 8,0
ЦМ – 7		27 – 30	10,0
АНО – 4С	Змінний	32 – 34	8,0 – 8,3

Маса наплавленого металу (г) визначається за геометричними розмірами зварних швів:

$$M = LF\rho/1000,$$

де L – довжина зварного шва, мм;

F – площа поперечного перерізу шва, мм²;

ρ – густина наплавленого металу; для сталі $\rho = 7,85$ г/см³.

Кількість металу (г), що переходить в шов при розплавленні одного електрода:

$$m = \frac{\pi d_e^2 l_e \rho}{4 \cdot 1000} K;$$

де l_e – стандартна довжина електрода 450 мм;

K – коефіцієнт використання електрода, що враховує втрати електродного металу на розбризкування, чад і недогарок (недогарок – це невикористана частина електрода, що залишається в електродотримачі); $K = 0,7-0,75$.

Необхідна кількість (шт.) електродів стандартної довжини:

$$n = \frac{M}{m}.$$

Повний час зварювання (год.):

$$T = \frac{t_o}{k_3},$$

де t_o – основний час горіння дуги, год.;

k_3 – коефіцієнт завантаження зварника; $k_3 = 0,4-0,8$ залежно від виду виробництва та характеру виконуваної роботи.

Основний час горіння дуги (год.):

$$t_o = \frac{M}{I k_n},$$

де M – маса наплавленого металу, г;

I – величина зварювального струму, А;

k_n – коефіцієнт наплавлення; $k_n = 7-8$ г/(А·год) для тонко обмазаних якісних електродів, $k_n = 10-12$ г/(А·год) для товсто обмазаних якісних електродів.

Швидкість зварювання (м/год):

$$V_{зв} = \frac{L}{t_o}.$$

Техніка ручного дугового зварювання

Ручне дугове зварювання застосовується у всіх сферах металообробної промисловості та будівництві. Товщина виробів, що зварюються РЕДЗ, мінімальна – 1 мм; максимальна при однопрохідному односторонньому зварюванні без оброблення крайок – 6–8 мм, при використанні оброблення крайок – практично не обмежена.

Для правильного формування шва електрод необхідно тримати під нахилом відносно поверхні зварюваного металу (під кутом $70-85^\circ$). Змінюючи кут нахилу електрода, можна регулювати глибину проплавлення основного металу та впливати на швидкість зварювання і охолодження розплавленого металу.

Запалювання зварювальної дуги зварник виконує короткочасним торканням кінця електрода до виробу (метод короткого замикання):

спосіб 1. Здійснити короткий удар електродом у вертикальному напрямі і потім відірвати його на висоту 4–5 мм від виробу;

спосіб 2. Здійснити ковзний рух кінцем електрода вздовж деталі (50–80 мм) і потім відірвати його на висоту 4–5 мм (запалювання «сірником»).

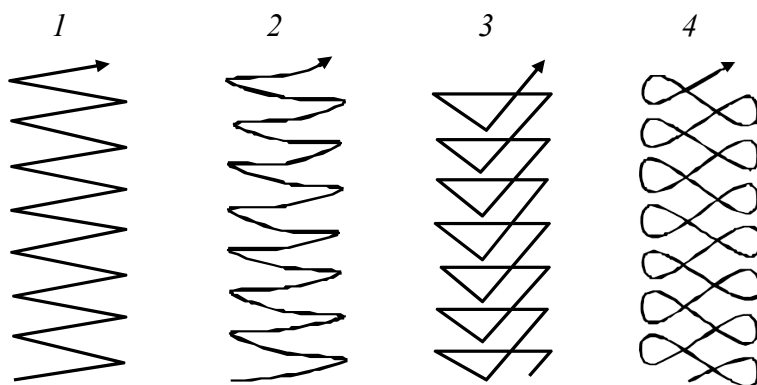


Рисунок 4.4 – Види поперечних переміщень кінця електрода:
1 та 2 – для раівномірного прогріву крайок (використовується найчастіше); 3 – при збільшеному нагріві середини;
4 – при збільшеному нагріві крайок

Переміщення електрода (дуги) проводиться таким чином, щоб забезпечити проплавлення зварювальних крайок і якісне формування шва. Для отримання «вузького» валика здійснюють тільки поздовжнє переміщення електрода без поперечних коливань. Ширина валика – 0,8–1,5 *de*. Для отримання «розширеного» валика здійснюють поперечне коливання кінця електрода з певною траєкторією (рис. 4.4). При зварюванні (або наплавленні валика) необхідно враховувати таке: надмірне зменшення довжини дуги погіршує формування шва і може призвести до короткого замикання; надмірне збільшення довжини дуги призводить до зниження глибини провару, збільшення розбризкування електродного металу і погіршення формування шва.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з галузями застосування РЕДЗ, властивостями зварювальної дуги, принципом роботи та будовою джерел живлення зварювальної дуги, видами зварювальних електродів і електродних

покриттів, технікою виконання РЕДЗ та видами дефектів, що виникають при зварюванні.

2. Освоїти методику розрахунку режиму РЕДЗ, розрахувати режим зварювання для зварного з'єднання, виданого викладачем.

3. Провести пробне наплавлення одношарових валиків в нижньому положенні: а) освоїти способи запалювання дуги і домогтися її стійкого горіння; б) запалити дугу і вести електрод вздовж крейдяної лінії, накресленої на сталевій пластині, з метою освоєння ниткового валика, підтримуючи постійну довжину дуги; в) оцінити за зовнішнім виглядом якість наплавленого валика.

Зміст звіту

1. Дати означення електричної дуги.
2. Навести схему ручного зварювання.
3. Накреслити схему зварювального трансформатора та вольт-амперну характеристику.
4. Навести результати розрахунків режиму зварювання для заданого зварного з'єднання.
5. Перерахувати компоненти покриттів для якісних електродів і вказати їх призначення.

Контрольні питання

1. Дайте означення терміна «електрична дуга».
2. Які металургійні процеси протікають при ручному електродуговому зварюванні?
3. Наведіть графік зовнішньої (вольт-амперної) характеристики джерела зварювального струму для ручного дугового зварювання.
4. Принцип вибору сталевих електродів для ручного зварювання.
5. Суть процесу дугового електрозварювання.
6. З якою метою металеві електроди покривають обмащенням?
7. Накресліть схему понижувального зварювального трансформатора. Поясніть принцип його роботи.
8. Накресліть схему зварювального генератора. Поясніть принцип його роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ОБРОБКА ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИХ ВЕРСТАТАХ

Мета роботи: 1. Вивчити види робіт, що виконуються на токарно-гвинторізних верстатах.
2. Розрахувати режими різання на призначену викладачем операцію.
3. Вивчити будову основних вузлів токарно-гвинторізного верстата та його техніко-експлуатаційну характеристику.

Устаткування, матеріали, інструменти: токарно-гвинторізний верстат марки 16К20; пристосування – патрони, люнети, оправлення; ріжучі інструменти – різці, свердла, зенкери, розгортки; вимірювальні інструменти – штангенциркуль, лінійка.

Короткі теоретичні відомості

Види обробки металів різанням розрізняються між собою за конструкцією ріжучого інструменту та характером відносних рухів, що здійснюються інструментом при обробленні заготовки на металорізальних верстатах.

Технологічний метод формоутворення поверхонь заготовок точінням характеризується обертним рухом заготовки і поступовим рухом ріжучого інструменту – різця (рис. 5.1). Точінням обробляють заготовки, що мають форму тіл обертання.

На токарно-гвинторізному верстаті можна обточувати зовнішні циліндричні поверхні (рис. 5.2, а, б), наприклад гладкі вали (рис. 5.3, а–в).

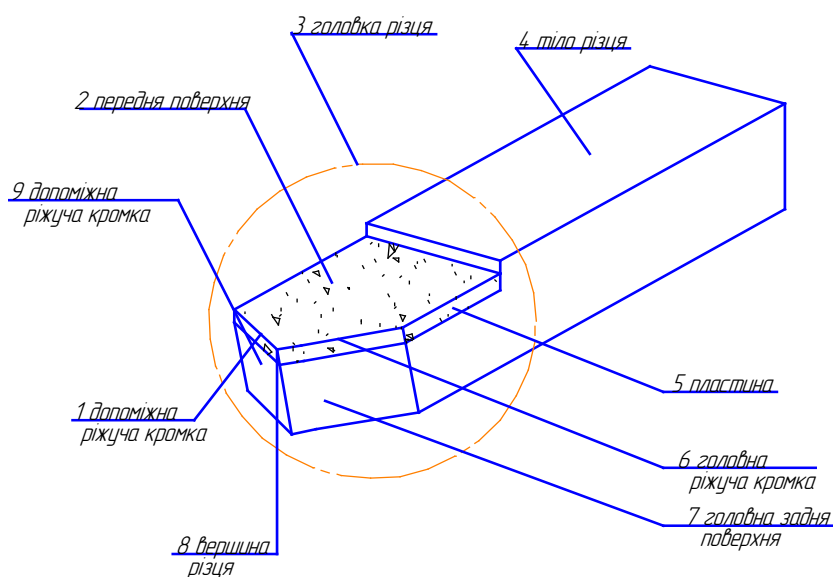


Рисунок 5.1 – Частина та елементи прохідного різця

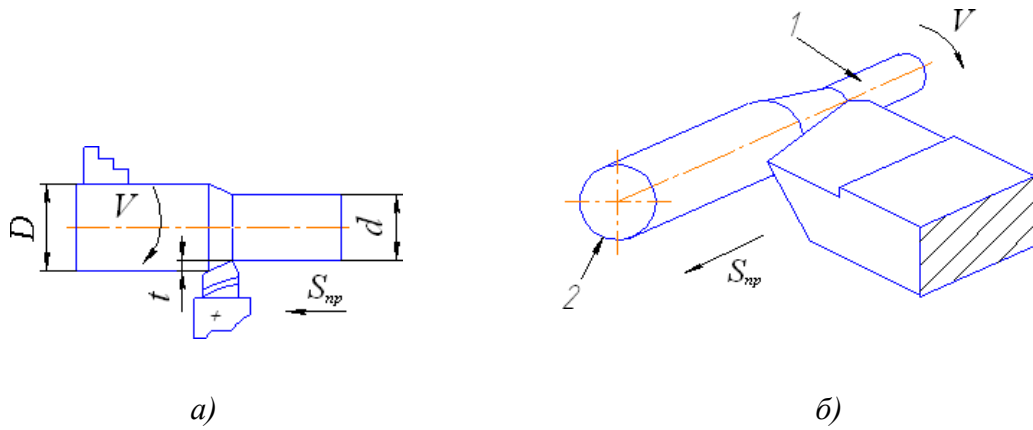


Рисунок 5.2 – Оброблення заготовок точінням:
 а) – параметри режиму різання; б) – оброблена поверхня 1

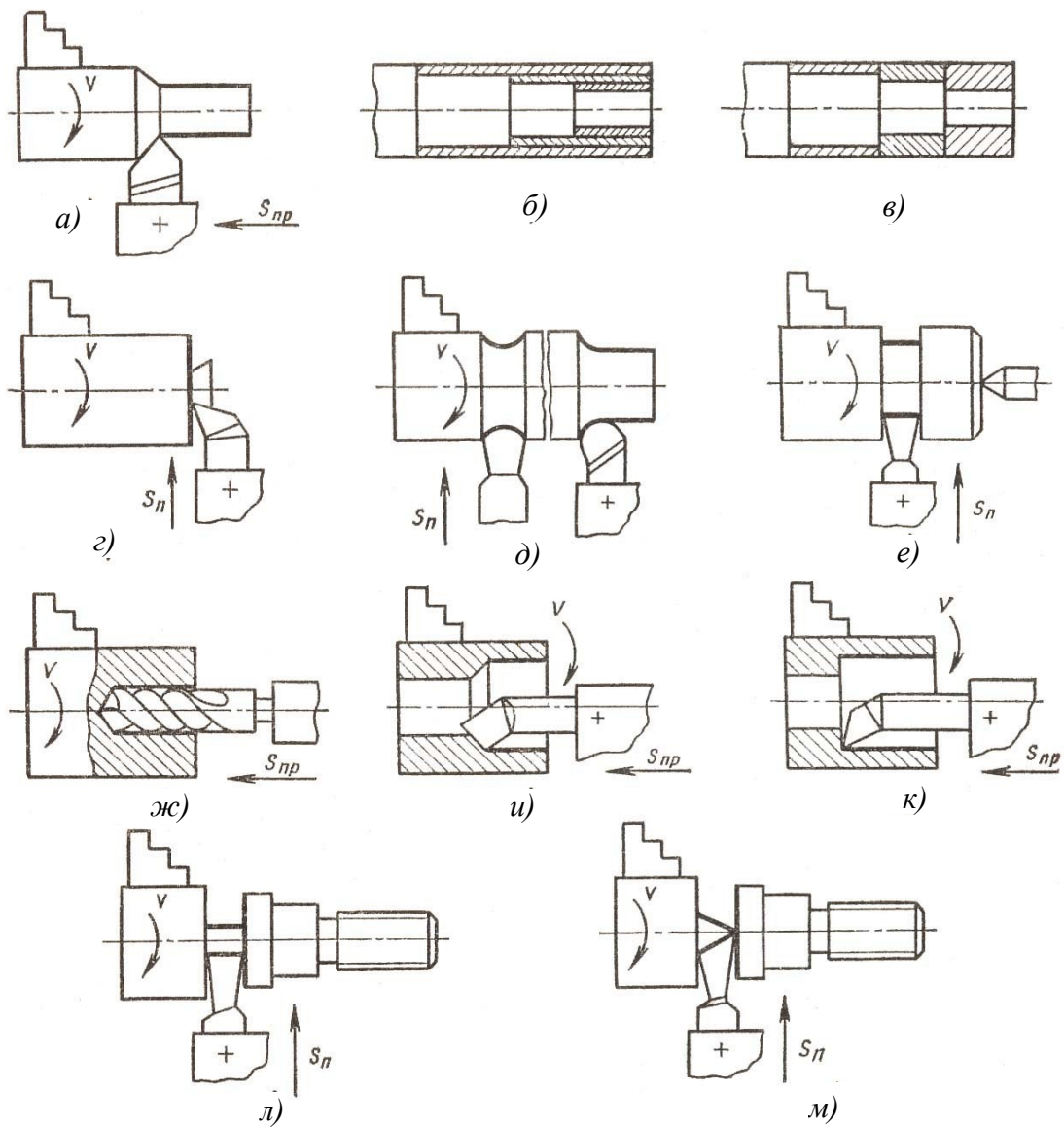


Рисунок 5.3– Схеми обробки заготовок на токарно-гвинторізному верстаті

Також на цьому верстаті:

- підрізають торці заготовки перед обточування зовнішніх поверхонь (рис. 5.3, з);
- обточують заокруглення між ступенями валів (рис. 5.3, д);
- проточують канавки (рис. 5.3, е);
- відрізають оброблені деталі (рис. 5.3, д);
- свердлять, зенкерують (рис. 5.3, ж);
- розточують внутрішні циліндричні поверхні (рис. 5.3, и), к);
- відрізають оброблені деталі (рис. 5.3, л), м).

Перед обробкою заготовок вибирають параметри режиму різання на підставі таких вихідних даних: кресленика деталі, розмірів заготовки, матеріалу заготовки та інструменту, технічних характеристик верстата.

Основні параметри режиму різання

Глибина різання t (мм) – відстань між оброблюваною та обробленою поверхнями, виміряне у напрямку, перпендикулярному до останньої (рис. 5.2, а).

Глибину різання задають на кожен робочий хід інструмента відносно оброблюваної поверхні та розраховують за формулою

$$t = \frac{D-d}{2},$$

де D – діаметр оброблюваної поверхні заготовки, мм;

d – діаметр обробленої поверхні заготовки, мм (рис. 5.2, а).

Подачею S (мм/об) називають шлях точки ріжучої кромки інструменту відносно заготовки у напрямку руху подачі за один оборот (рис. 5.2, а) заготовки. Подачі призначають за табл. 5.1, табл. 5.2.

Швидкістю різання V (м/хв) називають відстань, пройдену точкою різальної кромки інструмента відносно заготовки за одиницю часу.

Швидкість різання $V_{\text{табл}}$ залежно від виду обробки та матеріалу заготовки обирають за табл. 5.3, табл. 5.4, табл. 5.5.

Число оборотів заготовки n (об/хв) визначають, знаючи табличну швидкість різання, за формулою:

$$n = \frac{1000V_{\text{табл}}}{\pi D}.$$

На коробці швидкостей верстата вибирають, як правило, найближче менше число обертів ($n_{\text{ст}}$) до отриманого розрахунком.

Таблиця 5.1 – Подачі (мм/об) при чорновому обточуванні прохідними різцями з швидкоріжучої сталі та з пластинками з твердого сплаву

Переріз державки різця, мм	Діаметр деталі, мм	Сталі конструкційні вуглецеві, леговані та жароміцні			Чавун		
		Глибина різання, мм (до)			Глибина різання, мм (до)		
		3	5	8	3	5	8
16×25	20	0,3–0,4	–	–	–	–	–
	40	0,4–0,5	0,3–0,4	–	0,4–0,5	–	–
	60	0,5–0,7	0,4–0,6	0,3–0,5	0,6–0,8	0,5–0,8	0,4–0,8
	100	0,6–0,9	0,5–0,7	0,5–0,6	0,8–1,2	0,7–1,0	0,6–0,8
	400	0,9–1,2	0,7–1,0	0,6–0,8	1,2–1,4	1,0–1,2	0,8–1,0
25×25 20×32	20	0,3–0,4	–	–	–	–	–
	40	0,4–0,5	0,3–0,4	–	0,4–0,5	–0,5–	–0,4–
	60	0,6–0,7	0,5–0,7	0,4–0,6	0,6–0,9	0,8	0,7
	100	0,8–1,0	0,7–0,9	0,5–0,7	0,9–1,3	0,8–1,2	0,7–1,0
	600	1,2–1,4	1,0–1,2	0,8–1,0	1,2–1,8	1,2–1,6	1,0–1,3
25×40	60	0,6–0,9	0,5–0,8	0,4–0,7	0,6–0,8	0,5–0,8	0,4–0,7
	100	0,9–1,2	0,8–1,1	0,7–0,9	1,0–1,4	0,9–1,2	0,8–1,0

Таблиця 5.2 – Подачі (мм/об) при точінні та розточуванні для різних груп матеріалів залежно від параметрів шорсткості

Параметр шорсткості, мкм		Радіус при вершині різця, мм	Оброблюваний матеріал	
			Сталь, $\sigma_B \geq 600$ МПа	Чавун СЧ 15, СЧ 18, СЧ 21
<i>Ra</i>	<i>Rz</i>		Швидкість різання, м/хв	
			Більш 40	Будь яка
10–5	40–20	До 0,5	0,30	0,40
5–2,5	20–10		0,15	0,25
2,50–1,25	10–6,3		0,10	0,15
5–2,5	20–10		0,22	0,25
2,50–1,25	10–6,3	Більша 0,5 до 1,0	0,15	0,15
1,25–0,63	6,3–3,2		0,10	–
2,50–1,25	10–6,3	Більша 1,0 до 2,0	0,22	0,20
1,25–0,63	6,3–3,2		0,12	–
2,50–1,25	10–6,3	Більша 2,0 до 2,5	0,28	0,35
1,25–0,63	6,3–3,2		0,25	–

Таблиця 5.3 – Швидкості різання при чорновому обточуванні вуглецевої, хромистої, хромонікелевої сталі та сталевих виливків твердосплавними різцями Т15К6

Глибина різання, мм	Швидкість різання (м/хв) при подачі, мм/об						
	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
3	198	166	157	140	127	–	–
4	190	160	150	134	122	117	–
6	178	150	141	126	113	112	98
8	–	144	131	121	110	105	94
10	–	–	127	117	106	100	90
12	–	–	–	113	103	98	88

Таблиця 5.4 – Швидкості різання при чорновому обточуванні сірого чавуну твердосплавними різцями ВК6

Глибина різання, мм	Швидкість різання (м/хв) при подачі, мм/об						
	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
3	138	121	111	100	91	–	–
4	132	115	107	95	87	80	–
6	124	109	100	89	82	76	82
8	–	104	96	86	78	73	78
10	–	–	93	83	76	70	76
12	–	–	–	80	74	68	73

Таблиця 5.5 – Режими різання при чистовому та напівчистовому точінні

Оброблюваний матеріал	Подача S , мм/об	Швидкість різання, м/хв			Марка інструментального матеріалу
		Глибина різання, мм			
		$t = 0,5$	$t = 1,0$	$t = 2,0$	
Сталь вуглецева Ст3, 08кп, У8А, 10, У10А, 20, 25, 30, 30Л, 35, 35Л, 40, 45, 45Л, 50, 60	0,05	330	300	270	Т15К6
	0,07	315	285	255	
	0,10	300	270	240	
	0,15	280	250	230	
	0,20	270	240	220	
	0,25	–	220	200	
Чавуни:					ВК6м
СЧ 15	0,10	180	160	145	
СЧ 18	0,20	160	140	125	
СЧ 21	0,30	147	130	115	

Дійсну швидкість різання з урахуванням взятого числа обертів розраховують за формулою:

$$V_{ст} = \frac{\pi D n_{ст}}{1000},$$

де $V_{ст}$ – швидкість верстата, м/хв;

$n_{ст}$ – число оборотів верстата, відкореговане за технічною характеристикою верстата, об/хв.

Порядок виконання роботи і зміст звіту

1. Ознайомитися з пристроєм токарно-гвинторізного верстата (рис. 5.7).

2. Зарисувати схеми видів робіт, виконуваних на токарно-гвинторізному верстаті. Зарисувати схему верстата, позначити на ній основні вузли.

3. Зняти технічні характеристики верстата марки 16К20:

висота центрів (мм);

відстань між центрами (мм);

частота обертання шпинделя (об/хв), діапазон;

подача (мм/об):

 поздовжня (діапазон);

 поперечна (діапазон);

потужність електродвигуна (кВт).

4. За заданим креслеником деталі (аналогічного рис. 5.9, рис. 5.10) та розмірами вихідної заготовки для операції чорнового або чистового обточування призначити режим різання.

Послідовність визначення параметрів елементів режиму різання подано на рис. 5.4.

5. Отримати дозвіл навчального майстра на проведення налагодження верстата і налаштувати його на задану операцію.

Отримані значення параметрів елементів режиму різання занести до табл. 5.6.

Зразки завдань подано на рис. 5.5 і рис. 5.6.

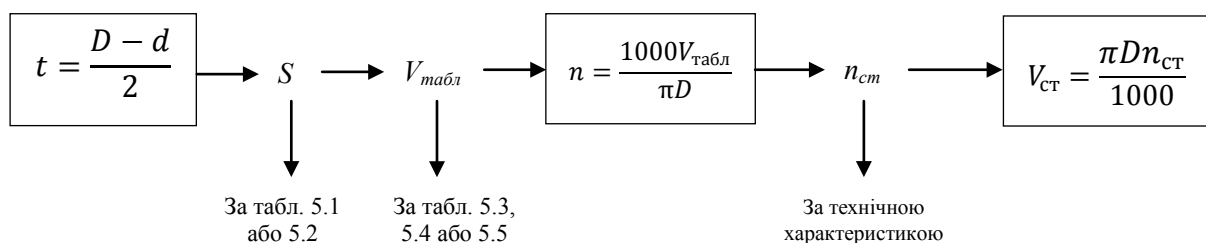


Рисунок 5.4 – Послідовність виначення параметрів елементів режиму різання

Таблиця 5.6 – Параметри елементів режиму різання

Найменування обробки	Інструмент (матеріал інструменту)	Елементи режиму різання			
		Глибина різання t , мм	Поздовжня подача S , мм/об	Число обертів верстата, об/хв	Швидкість різання, м/хв

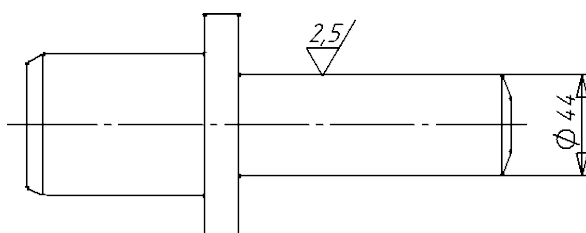


Рисунок 5.5 – Завдання 1. Вал, виготовлений з горячекатаної сталі 40Х круглого перерізу діаметром 46 мм

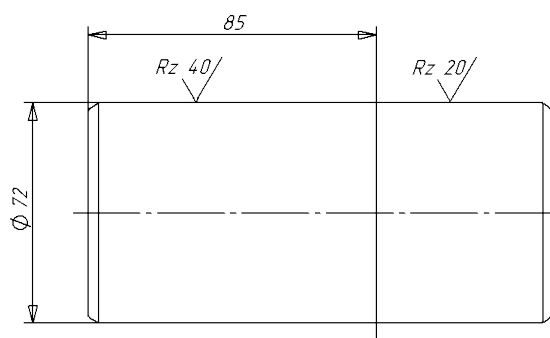


Рисунок 5.6 – Завдання 2. Вал, виготовлений з горячекатаної сталі 20 круглого перерізу діаметром 80 мм

Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата показано на рис. 5.7. Станина 4 з призматичними напрямними слугує для монтажу вузлів верстата і закріплена на тумбах. У передній тумбі 9 змонтований електродвигун головного привода верстата, в задній тумбі 5 – бак для мастильно-охолоджувальної рідини та насосна станція.

У передній бабці 1 змонтовані коробка швидкостей верстата і шпиндель (робочий вал). Механізми та передачі коробки швидкостей дозволяють отримувати різні частоти обертання шпинделя. На шпинделі закріплюють затисні пристосування для передачі крутного моменту оброблюваної заготовки. На лицьовій стороні передньої бабки встановлено панель управління механізмами коробки швидкостей.

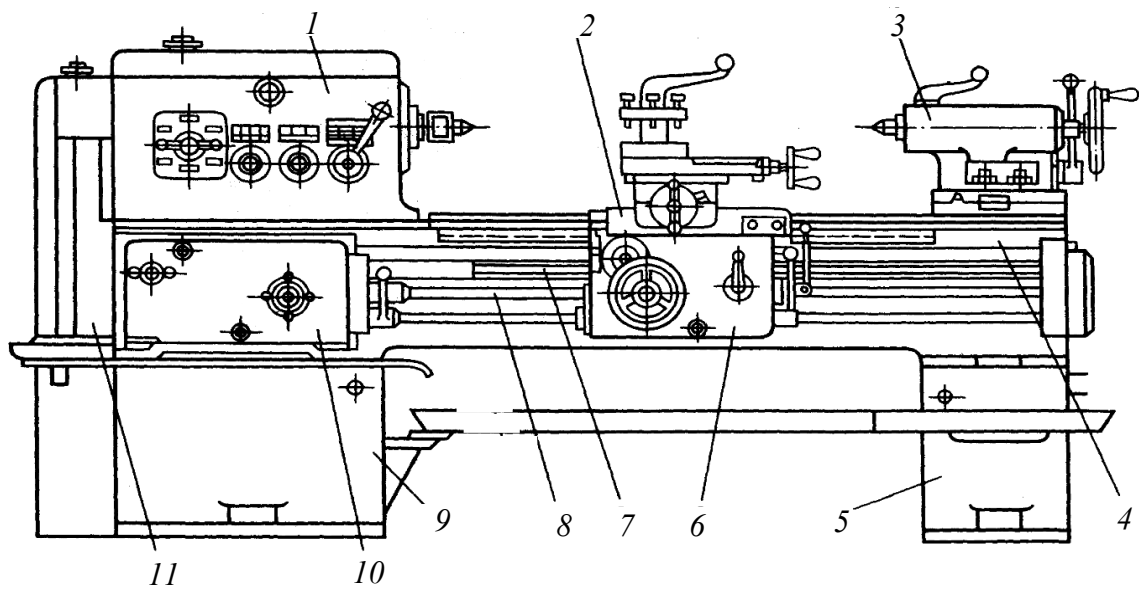


Рисунок 5.7 – Токарно-гвинторізний верстат: 1 – передня бабка; 2 – поздовжній супорт; 3 – задня бабка; 4 – станина; 5 і 9 – тумби; 6 – фартух; 7 – ходовий гвинт; 8 – ходовий валик; 10 – коробка подач; 11 – гітари змінних шестерен

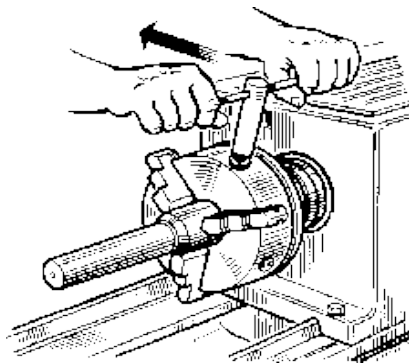


Рисунок 5.8 – Встановлення та закріплення деталі у патроні

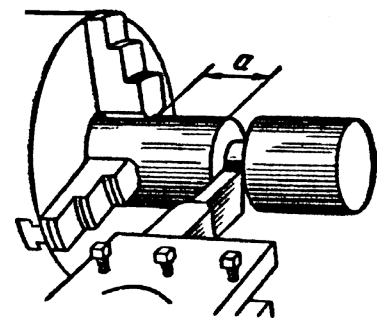


Рисунок 5.9 – Встановлення різців у різцетримач для відрізання деталі від прутка

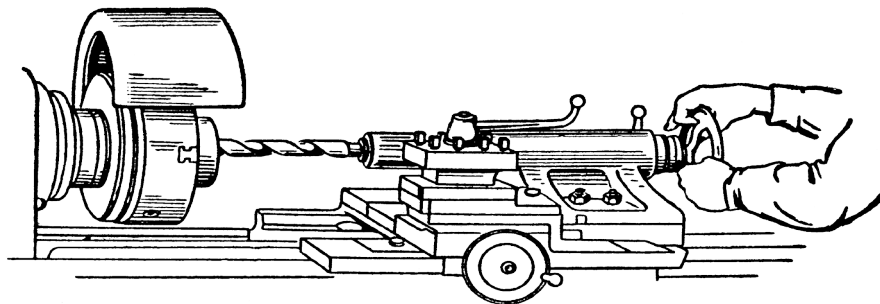


Рисунок 5.10 – Свердло, закріплене у конічний отвір у пінолі задньої бабки

Коробку подач 10 кріплять до лицьовій стороні станини. У коробці змонтовано механізми та передачі, що дозволяють отримувати різні швидкості руху супортів.

Поздовжній супорт 2 переміщується за напрямними станини та забезпечує поздовжню подачу різця. За напрямними поздовжнього супорта перпендикулярно до осі обертання заготовки переміщається поперечна каретка, на якій змонтовано верхній супорт. Поперечна каретка забезпечує поперечну подачу різця. На верхньому супорті змонтовано чотирьохпозиційний поворотний тримач, в якому одночасно можна закріплювати чотири різці. До поздовжнього супорта 2 кріплять фартух 6. У фартуху змонтовано механізми та передачі, що перетворюють обертальний рух ходового валика 8 або ходового гвинта 7 у поступальні рухи супортів. Задня бабка 3 встановлена з правого боку станини і переміщується за напрямними. У пінолі задньої бабки встановлюють задній центр або інструмент для обробки отворів (свердла, зенкери, розгортки).

Налагодження та налаштування верстата – це встановлення отриманих режимів різання на верстаті, закріплення заготовки та інструменту (рис. 5.8, рис. 5.9, рис. 5.10).

Контрольні питання

1. Поясніть конструкцію токарно-гвинторізного верстата за креслеником загального вигляду.
2. Які пристосування застосовуються на токарно-гвинторізному верстаті для встановлення та закріплення оброблюваної деталі?
3. Як здійснюється закріплення свердла або зенкера на токарному верстаті?
4. Назвіть основні елементи режиму різання, дайте їх означення. Яка їхня розмірність?
5. Назвіть основні елементи прямого прохідного різця.
6. Перерахуйте види робіт, що виконуються на токарно-гвинторізному верстаті.
7. Поясніть, про що вказує марка токарно-гвинторізного верстата.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

ЕЛЕКТРОІСКРОВА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

Мета роботи: 1. Вивчення технології електроіскрової обробки і дослідження впливу імпульсного електричного розряду, електричної ємності, напруги, сили струму на продуктивність, точність обробки, а також на шорсткість оброблюваної поверхні.

Устаткування, матеріали, інструменти: електричний верстат для електроіскрової ЛКЗ-57; секундомір; електроди; зразки шорсткості для порівняння шорсткості оброблювальної поверхні; заготовки у вигляді пластин із загартованої сталі; вимірювальний пристрій для вимірювання діаметра прошитих отворів.

Короткі теоретичні відомості

Метод полягає в спрямованому руйнуванні металу під дією імпульсних іскрових розрядів між електродами: електроіскрова обробка металів можлива при іскровій формі електричного розряду, який відбувається в рідкому діелектричному середовищі. Іскрова форма електричного розряду характеризується високою густиною струму близько $10^5 \dots 10^6$ А/мм², високою температурою в іскровому каналі, яка досягає 10000 °С і більше, малою тривалістю розряду (менше 10^{-3} с). При таких високих параметрах іскрового розряду вся енергія спрямованих електронів, що летять, виділяється в поверхневих шарах анода (деталі). В момент гальмування електронного пучка відбувається викид розплавленого металу оброблюваної деталі, що супроводжується звуковим ефектом, подібним до вибуху.

Принципова схема верстата для електроіскрової обробки показана на рис. 6.1. Вона складається із джерела постійного струму, регулятора опору R і змінної ємності конденсаторної батареї C , яка під'єднана паралельно електродам. Схема забезпечує одержання енергії великої потужності від малопотужних джерел струму і дозволяє легко регулювати величину імпульсу струму залежно від потрібної точності, зокрема шорсткості оброблюваної поверхні. Загальна ємність батареї конденсаторів становить близько 500 мкФ і складається із декількох груп для регулювання режиму.

Оброблювану заготовку 5 (анод) у верстатах електроіскрової обробки (рис. 6.1) закріплюють через ізолювальну прокладку на столику 1. Інструмент (катод) 3 закріплюють в шпинделі 4 верстата, який може переміщуватись у вертикальній площині. Спеціальне реле підтримує при заданій напрузі відстань між електродами і, залежно від зняття металу, автоматично переміщує шпиндель разом із закріпленим в ньому інструментом, забезпечуючи вертикальну подачу. В електричній схемі

застосовують електродвигун-регулятор постійного струму з незалежним збудженням. При великій відстані між електродами, тобто коли відсутній електричний розряд, напрям електричного струму буде таким, що якір електродвигуна почне обертатись в напрямку, який забезпечує зближення електродів. Під час дотику електродів напрям електричного струму в якорі зміниться, внаслідок чого зміниться напрям обертання якоря і електрод почне підніматися. Таким чином в процесі електроіскрової обробки напрям струму безперервно змінюється як за величиною, так і за напрямком, і якор електродвигуна підтримує деяку середню величину міжелектродної відстані.

При цьому відбувається безперервний процес зарядки і розрядки конденсаторів C , що забезпечує максимальне зняття металу за одиницю часу.

Необхідність застосування регуляторів пояснюється тим, що процес руйнування металу починається з іскрового розряду на ділянці, де виникає найменша відстань між електродами. Після руйнування цієї ділянки розряд надходить на сусідню ділянку і т. д. Так послідовно відбувається зняття металу з поверхні анода (оброблюваної поверхні) доти, доки напруга виявиться недостатньою для виникнення розрядів, тоді процес автоматично закінчується. Для його відновлення за допомогою вищезгаданого електродвигуна-регулятора відбувається зближення електродів.

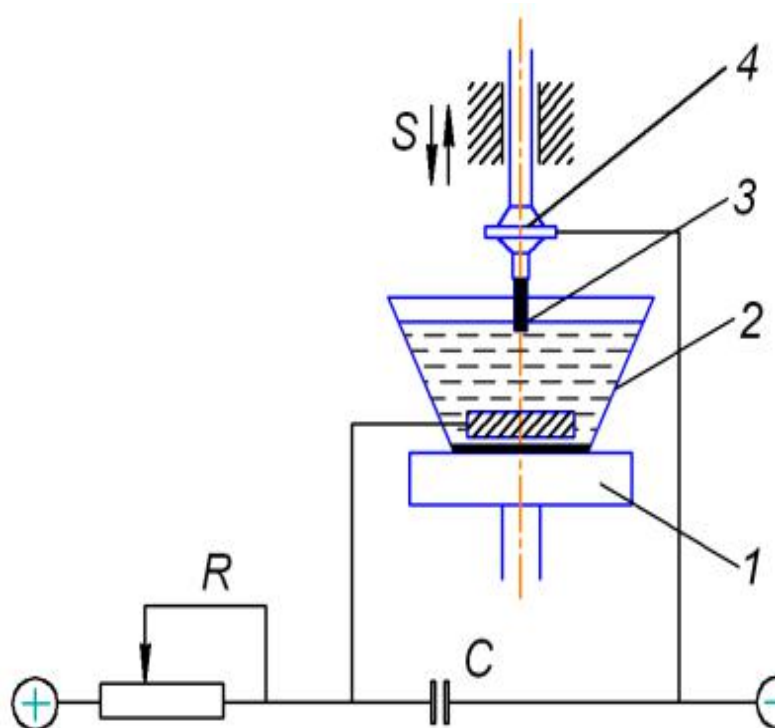


Рисунок 6.1 – Принципова схема верстата для електроіскрової обробки ЛКЗ-57

Заготовку і інструмент розміщують у ванні 2 (див. рис. 6.1) з діелектричною рідиною (гасом, мінеральним маслом). Рідина при електроіскровій обробці необхідна для захисту інструмента від налипання на нього частин металу і різкої зміни потужності іскрових розрядів на бокових стінках оброблюваного отвору. Точність і шорсткість оброблюваної поверхні залежить від потужності імпульсних розрядів і їх тривалості в часі. Чим менша енергія імпульсів і більша частота розрядів, тим менш шорсткою буде поверхня.

Електрод-інструмент виготовляють із латуні або міднографітової суміші. Сучасні електроіскрові верстати дозволяють обробляти досить малі розміри отворів (приблизно 0,15 мм) з точністю до 0,01 мм. Перевага цього методу порівняно з обробкою різанням полягає в можливості обробки дуже твердих і міцних струмопровідних (включно й загартованих) сплавів, які не піддаються обробці іншими методами. При цьому способі обробки значно знижується силовий вплив на заготовку. До недоліків електроіскрової обробки відносять порівняно невисоку продуктивність праці і недостатньо високу точність обробки.

Порядок виконання роботи

Електроіскрова обробка в лабораторії складається з прошивки отворів в сталевій загартованій пластині. Продуктивність обробки залежно від режиму навантаження буде визначатися тривалістю (у хвилинах) прошивки одного отвору. Експеримент відбувається в такій послідовності:

1. Закріплюється в електродотримачі електрод-інструмент 3 (див. рис. 6.1) при вимкненому загальному вимикачеві.

2. Встановлюється і закріплюється за допомогою прихватів на столі 1 оброблювана деталь.

3. Переводиться загальний вимикач в положення ВКЛ.

4. Опускають правий вимикач в нижнє положення ПОДАЧА.

При цьому електродвигун-регулятор почне перемішувати електрод-інструмент до деталі. Не відпускаючи руки від вимикача, слідкують за відстанню між електродами і, коли вона буде не меншою 4...5 мм, переводять вимикач в нейтральне положення, вимикаючи електродвигун. Після чого загальний вимикач переводять в положення ВИКЛ.

5. Обертаючи ручку супорта, встановлюють електрод-інструмент над місцем прошивки отвору оброблюваної деталі.

6. Піднімають ванну 2 (за обидві ручки) на таку висоту, щоб оброблювана деталь була занурена в рідину на глибину не менше 20 мм від її поверхні.

7. Обертаючи ручку РЕЖИМ ОБРОБКИ, встановлюють перший режим згідно з програмою досліджень.

8. Переводять загальний вимикач у положення УВИМКНЕНО, а правий вимикач – в нижнє положення ПОДАЧА. При цьому

електродвигун-регулятор переміщує електрод і через деякий час з'являється електричний розряд, потім другий, третій та починається електроіскрова обробка. Стабільність роботи верстата характеризується рівномірними електричними розрядами, які сприймаються на слух.

9. Переводячи тумблер в нижнє і верхнє положення обертаючи ручки потенціометра НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА в той чи інший бік, регулюють стабільність роботи верстата.

10. Після закінчення прошивання, коли закінчиться звуковий ефект, переводять правий вимикач в положення ВІДВЕДЕННЯ, а потім в нейтральне положення. Переводять загальний вимикач в положення ВИМКНЕНО.

11. Прошивку потрібно виконати на різних режимах, повторюючи пункти 3...6 та 8...10. При цьому необхідно заміряти час прошивання за секундоміром.

12. Потім потрібно провести обчислення впливу параметрів імпульсного електричного розряду на точність, шорсткість поверхні та продуктивність.

Для цього треба:

- провести вимірювання діаметра електрода-інструмента та діаметра прошитих отворів з точністю до 0,01 мм;
- врахувати об'єм видаленого за хвилину металу для кожного отвору;
- визначити шорсткість поверхні кожного отвору за еталонами шорсткості або на мікроскопі МІС-11;
- навести дані замірів в графічному вигляді.

Зміст звіту

Звіт має містити матеріали з теоретичними основами електроіскрової обробки металів, характеристику оброблюваної заготовки (марка сталі, твердість), характеристику товщини, характеристику електрода (матеріал, діаметр), діелектричне середовище, дані дослідів і обґрунтування одержаних результатів (висновки).

Контрольні питання

1. Фізична суть електроерозійної обробки.
2. З яких матеріалів виготовляються електрод-інструмент?
3. Яка рідина використовується в процесі електроіскрової обробки?
4. Точність та розміри оброблених поверхонь.
5. Назвіть основні операції електроіскрової обробки.

Тестові завдання з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»

Тест 1

Яка з цих властивостей сплавів не відноситься до ливарних:

1. Ударна в'язкість;
2. Рідкотекучість;
3. Усадка;
4. Схильність до ліквіації;
5. Схильність до поглинання газів.

Тест 2

До яких наслідків може призвести недостатня податливість ливарної форми:

1. До утворення газової пористості у виливках;
2. До утворення тріщин у стінках форми;
3. До забруднення виливків неметалевими включеннями;
4. До утворення усадкових раковин у виливках;
5. До жолоблення виливків.

Тест 3

До складу формових сумішей додають тирсу з метою:

1. Підвищення міцності форм;
2. Підвищення пластичності сумішей;
3. Підвищення непригарності формових сумішей;
4. Підвищення податливості сумішей;
5. Покращення заповнюваності форм металом.

Тест 4

Який з цих способів лиття є найдоцільнішим при виготовленні масивних виливків із сірого чавуну (наприклад, станин металорізальних верстатів):

1. Лиття в піщано-глиняних формах;
2. Лиття в кокілі;
3. Лиття в оболонкових формах;
4. Лиття за моделями, що витоплюються;
5. Лиття під тиском.

Тест 5

Який з цих факторів не впливає на здатність рідкого металу заповнювати ливарну форму:

1. Хімічний склад металу;
2. Температура металу;

3. Матеріал ливарної форми;
4. Схильність металу до лінійної усадки;
5. Температура ливарної форми.

Тест 6

Що з перерахованого не впливає на силу струму при ручному дуговому зварюванні:

1. Марка матеріалу;
2. Тип зварного з'єднання;
3. Товщина заготовки;
4. Положення шва у просторі;
5. Діаметр стрижня електрода.

Тест 7

Який з перерахованих способів є найдоцільнішим для зварювання залізничних рейок при прокладанні довгих безстикових залізничних колій:

1. Зварювання в захисних газах;
2. Точкове зварювання;
3. Ручне дугове зварювання;
4. Стикове зварювання;
5. Шовне зварювання.

Тест 8

Сталь 45 відноситься до матеріалів з поганою зварністю тому, що:

1. Має високу температуру плавлення;
2. Утворює при зварюванні тугоплавкі оксиди;
3. Загартовується при зварюванні;
4. Забруднюється шлаковими включеннями;
5. Зварний шов поглинає гази.

Тест 9

Що з перерахованого не відноситься до режиму різання при точінні:

1. Швидкість різання;
2. Глибина різання;
3. Сили різання;
4. Величина подачі;
5. Ширина фрезерування.

Тест 10

Що з перерахованого є елементом режиму різання:

1. Потужність, що витрачається на різання;
2. Сили різання;
3. Годинна продуктивність;
4. Глибина різання;
5. Стійкість інструмента.

Тест 11

Щоб зробити отвір у суцільному металі використовують:

1. Токарні різці;
2. Зенкери;
3. Протяжки;
4. Свердла;
5. Розвертки.

Тест 12

Найбільш широко застосовуваним видом обробки металів тиском є:

1. Кування,
2. Прокатування,
3. Пресування,
4. Волочіння.

Тест 13

Процес одержання деталей необхідної геометричної форми, розмірів та точності за рахунок механічного зрізання з поверхонь заготовки різальним інструментом матеріалу технологічного припуску у вигляді стружки називається:

1. Прокатуванням,
2. Штампуванням,
3. Різанням,
4. Куванням.

Тест 14

Зменшення об'єму вилівка в процесі охолодження металу від температури заливання до нормальної температури називається:

1. Ліквідацією,
2. Усадкою,
3. Припуском,
4. Напуском

Словник термінів

Технологічні властивості (property technical) – це комплекс фізико-хімічних властивостей цих матеріалів, зумовлених станом, складом і структурою в процесі взаємодії речовини з технологічним середовищем, тобто під час їх обробки.

Ливарні властивості (founding) – здатність матеріалу до переробки в рідкому стані з метою отримання виливків певних розмірів, форми та властивостей.

Деформовність (deformation) – оброблюваність тиском – це здатність матеріалу сприймати пластичну деформацію без руйнування єдності в процесі формозміни тиском в холодному або гарячому стані.

Зварюваність (welding) – властивість матеріалу утворювати нерознімне з'єднання, якість якого відповідає суцільному.

Оброблюваність різанням (machining processing) – здатність матеріалу до стружкоутворення при заданих шорсткості, точності та якості оброблених поверхонь.

Заготовка (workpiece, flank, billet) – предмет праці, з якого зміною форми, розмірів, властивостей поверхні і (або) матеріалу виготовляють деталь (ГОСТ 3.1109-82).

Ливарне виробництво (foundry) – галузь машинобудування, яка займається виготовленням фасонних заготовок або деталей шляхом заливання розплавленого металу у спеціальну форму, порожнина якої має конфігурацію заготовки (деталі).

Ливарна форма (casting, mould) – це система елементів, які утворюють робочу порожнину, при заливанні якої розплавленим металом формується вилівок.

Ливарна опока (casting box, moulding frame) – пристосування для утримання формувальної суміші при виготовленні форми.

Рідкотекучість (yield, flow) – це здатність металів та сплавів текти у розплавленому стані по каналах ливарної форми, заповнювати її порожнечу і чітко відтворювати контури виливка.

Усадка (shrinkage) – властивість ливарних сплавів зменшувати об'єм при затвердінні та охолодженні.

Лінійна усадка (linear shrinkage) – зменшення лінійних розмірів вилівка при його охолодженні від температури, при якій утворюється міцна кірка, здатна протистояти тиску розплавленого металу, до температури навколишнього середовища.

Усадкові раковини (shrink hole, contraction cavity) – порівняно великі порожнини, які розташовані у виливках, що твердіють останніми.

Усадкова пористість (shrinkage) – скупчення пустот, які утворилися у виливках в значних зонах у результаті усадки в тих місцях вилівка, які тверділи останніми без доступу до них розплавленого металу.

Модельний комплект (model set) – це сукупність технологічного оснащення та пристосувань, які необхідні для утворення у формі порожнини, що відповідає контурам вилівка.

Формування (forming) – це процес виготовлення ливарної форми, стрижнів та складання форми.

Формувальні матеріали (moulding materials) – це сукупність природних та штучних матеріалів, які використовуються для виготовлення формувальних та стрижневих сумішей.

Ливникова система (gating system) – це система каналів, крізь який розплавлений метал підводять у порожнину форми.

Стрижнева суміш (core mixture, core sand) – це багатокомпонентна суміш формувальних матеріалів, які відповідають умовам технологічного процесу виготовлення ливарних стрижнів.

Разові форми (temporary moulding) – призначені для виготовлення лише одного вилівка, оскільки їх руйнують після затверднення металу.

Припуски на обробку (machining allowance) – шар металу, який знімається з поверхні заготовки при її механічній обробці. Чим менший припуск, тим вища точність заготовки.

Література

Основна

1. Технология конструкционных материалов : учебник для машиностр. спец. вузов / [Дальский А. М., Барсукова Т. М., Бухарин Л. Н. и др.] ; под общ. ред. А. М. Дальского ; [4-е изд. перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 2002. – 512 с.
2. Клименко В. М. Технологія конструкційних матеріалів. Частина перша. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво : навчальний посібник / Клименко В. М., Шиліна О. П., Осадчук А. Ю. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2005. – 97 с.
3. Клименко В. М. Технологія конструкційних матеріалів. Частина друга. Конструкційні матеріали: властивості, класифікація, виробництво : навчальний посібник / Клименко В. М., Шиліна О. П., Осадчук А. Ю. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2005. – 154 с.
4. Шиліна О. П. Практикум з конструкційних матеріалів : навчальний посібник / В. М. Клименко, О. П. Шиліна. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 109 с.
5. Технологія конструкційних матеріалів / [Сологуб М. А., Рожнецький І. О., Некоз О. І. та ін.]. ; за ред. М. А. Сологуба. – К. : Вища школа, 2002. – 374 с.
6. Сологуб Н. А. Лабораторные работы по технологии металлов / Сологуб Н. А., Ильин Б. Н., Ипатов К. А. – К. : Машгиз, 1961. – 120 с.
7. Конструкційні та функціональні матеріали : навч. посіб. у 2 ч. ; Ч. 1. Основи фізики твердого тіла. Конструкційні матеріали / [Бабак В. П., Байса Д. Ф., Різак В. М. і ін.]. – К. : Техніка, 2004. – 344 с.
8. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навч. посібник / [Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г.]. – К. : Либідь, 2002. – 328 с.

Додаткова

1. Литейное производство / под ред. И. Б. Куманина. – М. : Машиностроение, 1971. – 316 с.
2. Общая металлургия / Воскобойников В. Г., Еднерхо Ф. П., Кудрин В. А., Якушев А. М. – М. : Металлургия, 1973. – 424 с.
3. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Охрименко Я. М. – М. : Машиностроение, 1966. – 599 с.
4. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах / под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985.

5. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. акад. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1974. – 768 с.
6. Справочник сварщика / под ред. В. В. Степанова. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1982. – 560 с.
7. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением : учебник для студентов ВУЗов / Акулов А. И., Бельчук Г. А., Демянцевич В. П. – М. : Машиностроение, 1977. – 432 с., ил.
8. Новиков И. И. Термическая обработка металлов / Новиков И. И. – М. : Металлургия, 1986. – 480 с.

Навчальне видання

**Шиліна Олена Павлівна
Савуляк Валерій Іванович
Шенфельд Валерій Йосипович
Янченко Олександр Борисович**

ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Організація самостійної та практичної роботи

Навчальний посібник

Рукопис оформлено О. Шиліною

Редактор Т. Старічек

Оригінал-макет виготовив О. Ткачук

Підписано до друку 10.06.2020 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк 6,33.
Наклад 50 (1–21) пр. Зам. № 2020-064.

Видавець та виготовлювач
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.