

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет

Кафедра "Машини і обладнання сільськогосподарського виробництва"

ВЕСЕЛОВСЬКА Н.Р., ШАРГОРОДСЬКИЙ С.А.,
РУТКЕВИЧ В.С., МОТОРНА О.О.

ПРАКТИКУМ
З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ»

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
для студентів інженерно-технологічного факультету

Вінниця – 2020

УДК 621.01:631.3(075.8)

П-75

*Рекомендовано до друку
вченою радою*

*Вінницького національного аграрного університету
« 26 » червня 2020 р. (протокол № 13)*

Рецензенти:

А. І. Панченко – доктор технічних наук, професор завідувач кафедри мобільних енергетичних засобів Агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного;

Р. Д. Іскович-Лотоцький – доктор технічних наук, професор кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету;

М. І. Стаднік – доктор технічних наук, професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Вінницького національного аграрного університету.

П-75 Практикум з навчальної дисципліни «Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування»: Навчальний посібник/ Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. – Вінниця: ТВОРИ, 2020. – 354 с.

Навчальний посібник присвячений питанням виконання практичних робіт з теоретичних основ технології машинобудування. Наведені основні визначення та поняття. Прослідковано послідовність проектування технологічних процесів механічної обробки. Надано інформацію про способи обробки та основні технічні характеристики сучасних металорізальних верстатів.

ISBN 978-966-949-497-8

УДК 621.01:631.3(075.8)

П-75

ISBN 978-966-949-497-8

© І.В. Гунько, 2020

© С.А. Шаргородський, 2020

© А.С. Гунько, 2020

© І.М. Подолянин, 2020

ЗМІСТ

<i>ВСТУП</i>	7
<i>Тема 1. СКЛАД МАШИНИ</i>	9
1.1. Короткі теоретичні відомості.....	9
1.2. Зміст роботи	11
1.3. Порядок виконання роботи	11
1.4. Зміст звіту.....	11
1.5. Завдання для виконання роботи.....	14
1.6. Питання для самоконтролю.....	24
<i>Тема 2. СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ</i>	25
2.1. Короткі теоретичні відомості.....	25
2.2. Зміст роботи	32
2.3. Порядок виконання роботи	32
2.4. Зміст звіту.....	32
2.5. Завдання для виконання роботи.....	33
2.6. Питання для самоконтролю.....	33
<i>Тема 3. ВИЗНАЧЕННЯ ВИДІВ ПОВЕРХОНЬ МАШИНИ І ДЕТАЛЕЙ</i>	34
3.1. Короткі теоретичні відомості.....	34
3.2. Зміст роботи	36
3.3. Порядок виконання роботи	36
3.4. Зміст звіту.....	37
3.5. Завдання для виконання роботи.....	37
3.6. Питання для самоконтролю.....	37
<i>Тема 4. ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ</i>	38
4.1. Короткі теоретичні відомості.....	38
4.2. Порядок виконання роботи	44
4.3. Зміст звіту.....	44
4.4. Завдання для виконання роботи.....	44
4.5. Питання для самоконтролю.....	45

<i>Тема 5. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ КРИВИХ РОЗПОДІЛУ</i>	<i>46</i>
5.1. Загальні положення і методика виконання роботи.....	46
5.2. Прилади та матеріали.....	57
5.3. Порядок виконання роботи	57
5.4. Зміст звіту.....	59
5.5. Завдання для виконання практичної роботи	59
5.6. Питання для самоперевірки.....	63
<i>Тема 6. АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ</i>	<i>64</i>
6.1. Короткі теоретичні відомості.....	64
6.2. Порядок виконання роботи	69
6.3. Зміст звіту.....	71
6.4. Завдання для виконання практичної роботи.	71
6.5. Питання для самоконтролю.....	71
<i>Тема 7. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ</i>	<i>72</i>
7.1. Короткі теоретичні відомості.....	72
7.2. Порядок виконання роботи	87
7.3. Зміст звіту.....	88
7.4. Завдання для виконання практичної роботи	88
7.5. Питання для самоконтролю.....	88
Рекомендована література [3, 4]	89
<i>Тема 8. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ</i>	<i>90</i>
8.1. Короткі теоретичні відомості.....	90
8.2. Порядок виконання роботи	99
8.3. Обладнання для виконання роботи	99
8.4. Зміст звіту.....	99
8.5. Завдання для виконання практичної роботи	100
8.6. Питання для самоконтролю.....	100
<i>Тема 9. ВИБІР МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ</i>	<i>101</i>
9.1. Короткі теоретичні відомості.....	101

9.2. Порядок виконання роботи	111
9.3. Обладнання для виконання роботи	111
9.4. Зміст звіту.....	111
9.5. Завдання для виконання практичної роботи	112
9.5. Питання для самоконтролю.....	112
<i>Тема 10. РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ЗАГОТОВКИ</i>	<i>113</i>
10.1. Короткі теоретичні відомості.....	113
10.2. Завдання для виконання роботи.....	133
10.3. Порядок виконання роботи	133
<i>Тема 11. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ 2-Х ВАРІАНТІВ</i>	
<i>ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ.....</i>	<i>134</i>
11.1. Короткі теоретичні відомості.....	134
11.2. Порядок виконання роботи	153
11.3. Завдання для виконання роботи.....	154
11.4. Зміст звіту.....	154
11.5. Питання для самоконтролю.....	154
<i>Тема 12. ВИБІР ЧИСТОВИХ ТА ЧОРНОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ ДЛЯ</i>	
<i>МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ.....</i>	<i>155</i>
12.1. Короткі теоретичні відомості.....	155
12.2. Порядок виконання роботи	166
12.3. Завдання для виконання роботи.....	167
12.4. Зміст звіту.....	167
12.5. Питання для самоконтролю.....	167
<i>Тема 13. ВИБІР КІЛЬКОСТІ ПЕРЕХОДІВ ТА СПОСОБІВ МЕХАНІЧНОЇ</i>	
<i>ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ.....</i>	<i>169</i>
13.1. Короткі теоретичні відомості.....	169
13.2. Порядок виконання роботи	173
13.3. Завдання для виконання роботи.....	173
13.4. Зміст звіту.....	173
13.5. Питання для самоконтролю.....	174

Тема 14. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТИПОВИХ

ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ

ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ..... 175

14.1. Короткі теоретичні відомості..... 175

14.2. Порядок виконання роботи 176

14.3. Завдання для виконання роботи..... 177

14.4. Зміст звіту..... 177

14.5. Питання для самоконтролю..... 178

Тема 15. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ 179

15.1. Короткі теоретичні відомості..... 179

15.2. Приклад розрахунку режимів різання 192

15.3. Порядок виконання роботи 193

15.4. Варіанти індивідуальних завдань для виконання практичної роботи
..... 194

ЛІТЕРАТУРА..... 198

Додатки..... 202

ВСТУП

Сільськогосподарське машинобудування є однією із найбільш важливих галузей промисловості України. Його продукція – машини різноманітного призначення поставляються в державні, фермерські та приватні господарства. Технічний прогрес в сільськогосподарському машинобудуванні характеризується не тільки удосконаленням конструкцій машин, але й впровадженням прогресивних технологічних процесів їх виготовлення. Від застосування тих чи інших технологій виготовлення машин залежить надійність їх роботи, довговічність, експлуатаційні якості та економічність. Розвиток нових прогресивних технологічних методів сприяє конструюванню більш сучасних сільськогосподарських машин, зниженню їх собівартості та зменшенню витрат праці на їх виготовлення. Загальна компоновка та конструктивне оформлення машини впливають на технологію її виготовлення. Конструкцію машини не можна проектувати без урахування технології її виготовлення.

Досконалість конструкції машини характеризується її відповідністю сучасному рівню техніки, економічністю експлуатації, а також тим, якою мірою враховано можливості використання найбільш економічних і продуктивних технологічних методів її виготовлення для заданого об'єму випуску в конкретних умовах виробництва.

В навчальній дисципліні «Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування» розглядаються загальні теоретичні зв'язки та закономірності виробничого процесу створення якісної, економічної машини. Викладається суть технічних і техніко-економічних заходів, за допомогою яких забезпечуються запроектовані показники якості машини, продуктивності праці і собівартості. Вивчається загальна послідовність і суть етапів розробки технологічних процесів виготовлення деталей та складання машин.

Дисципліна «Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування» складається з трьох частин і читається протягом трьох семестрів.

Метою першої частини дисципліни є вивчення складу машини, формулювання її службового призначення, визначення видів її поверхонь та поверхонь складових деталей, а також вимог, що ставляться до них, вивчення закономірностей, які мають місце під час механічної обробки заготовок деталей та складання машин і опанування практичними навиками застосування цих закономірностей для забезпечення проектної якості виробів, найменшої собівартості, запланованого обсягу випуску.

Друга частина дисципліни присвячена проектуванню технологічних процесів механічної обробки деталей машин. Курс побудовано у послідовності проектування технологічного процесу.

Посібник для практичної підготовки студентів – виконання практичних робіт. В зв'язку з цим до його складу входять короткі теоретичні відомості, порядок виконання роботи, вимоги до оформлення звіту, питання для самоконтролю знань студентів, список літератури.

Тема 1. СКЛАД МАШИНИ

Мета роботи - ознайомлення зі складом машини, визначення складових частин. Розробка схеми складання машин. Ознайомлення з комплексом машин, комплектом виробів.

1.1. Короткі теоретичні відомості

Згідно з формулюванням І. І. Артоболевського, машиною називається механізм або комплекс механізмів, що призначені для виконання потрібної корисної роботи, зв'язаної з процесом виробництва або з процесом перетворення енергії. Це формулювання доповнене в енциклопедичному словнику з урахуванням сучасних досліджень видів перетворення енергії: "Машина - механізм або з'єднання механізмів, які виконують певні доцільні рухи для перетворення енергії, виконання роботи або ж збирання, передачі, зберігання, використання інформації". Тут зв'язані всі форми руху матерії, а не тільки механічна (тобто до машини відносяться і телевізор, і ЕОМ тощо).

Машина може видавати продукцію (верстати, трактори, комбайни, автомобілі та інше), перетворюючи в неї початкові заготовки чи матеріали; перетворювати один вид енергії в інший – двигуни і генератори; зберігати і постачати інформацію – радіо, телевізор, магнітофон; перетворювати хімічну енергію згорання палива в механічну – двигуни внутрішнього згорання; виконувати перевезення вантажів – автомобілі, тепловози, електровози тощо.

Усі сучасні робочі машини – це, як правило, розвинуті механізми (сукупності машин), які складаються із трьох основних частин: машини – двигуна, передавального механізму, і, врешті, машини-знаряддя.

Види машин: енергетичні, електричні, транспортні, сільськогосподарські, гірничі, підйомно-транспортні, металорізальні верстати, спеціальні машини.

Основні види рухів, які використовуються в машинах: обертальний, зворотно-поступальний, гойдальний (коливальний).

Стандартом установлена структура машин:

- **деталь** – це виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням матеріалу без виконання складальних операцій;
- **вузол** (складальна одиниця) – виріб, складові частини якого з'єднуються між собою на підприємстві-виготовлювачі шляхом виконання складальних операцій.

Вузол, який безпосередньо входить в готовий виріб-машину, прийнято називати підгрупою 1-го порядку. Вузол, що входить безпосередньо в підгрупу 1-го порядку, називають відповідно підгрупою 2-го порядку, в яку в свою чергу входять безпосередньо підгрупи 3-го порядку і т.д. Загальна схема складальних елементів машини показана на рис. 1.1.

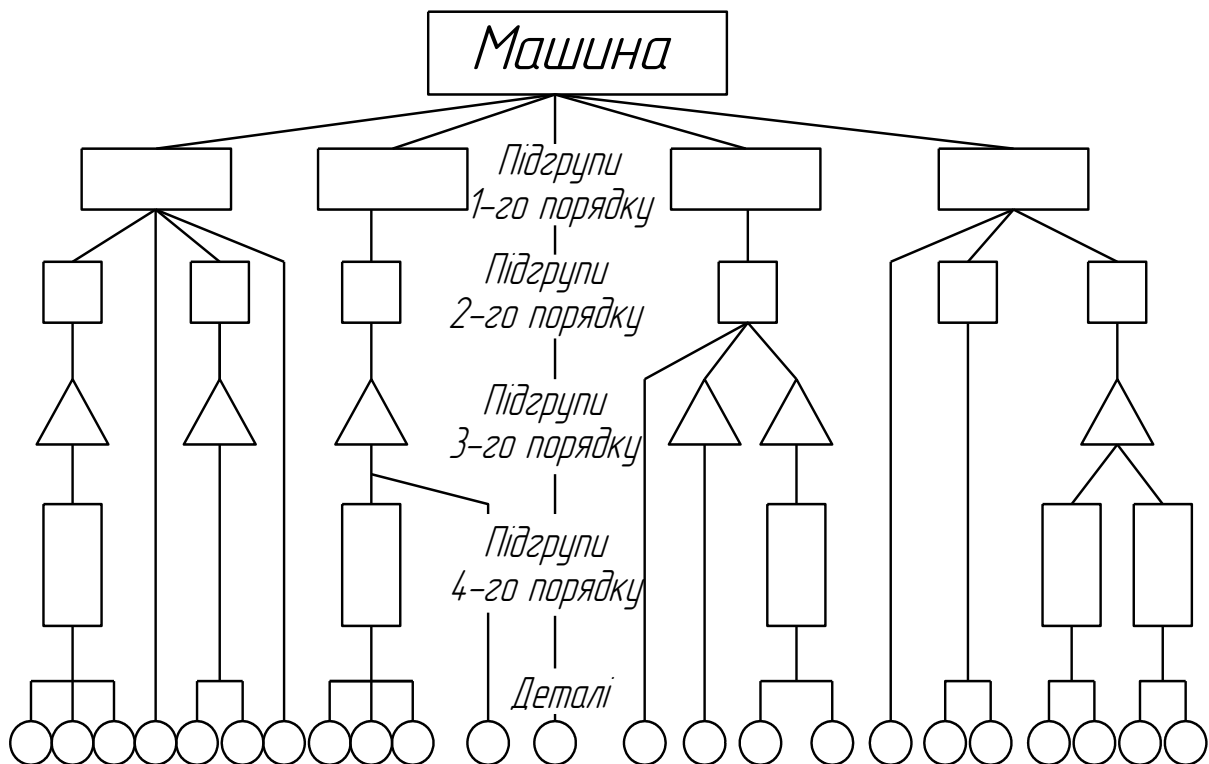


Рисунок 1.1. Схема складальних елементів машини.

Тема 1. Склад машини

Комплексом машин, так само, як і будь-яких інших виробів, називаються два або більше специфіковані вироби, не з'єднані на заводі, який їх виготовляє, складальними операціями, але призначені для виконання взаємозв'язаних експлуатаційних функцій (турбіна, генератор, потокова лінія верстатів).

Комплектом називаються два або більше вироби, не з'єднані на заводі складальними операціями, але таких, що мають спільне експлуатаційне призначення допоміжного характеру (комплекти запасних частин, інструментів, вимірювальної апаратури).

1.2. Зміст роботи

1. Визначити вид вказаної викладачем машини.
2. Встановити структуру машини (деталі, вузли, групи, підгрупи, їх порядок) (див. рис. 1.2, 1.3).
3. Розробити схему складання машини.

1.3. Порядок виконання роботи

1. Одержати завдання від викладача на всіх етапах виконання роботи.
2. Визначити вид машини і записати його в звіт.
3. Встановити складові частини машини (деталі, вузли, групи, підгрупи), скласти схему структури машини.
4. Ознайомитися з комплексом машин, записати назви виробів, які входять до його складу.
5. Ознайомитися з комплектом, записати його склад.
6. Оформити звіт.

1.4. Зміст звіту

1. Найменування і мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.
3. Назва і вид машини, яка видана для вивчення.
4. Структурна схема машини.
5. Приклад комплексу і комплекту, вироби, що входять до їх складу.
6. Висновки.

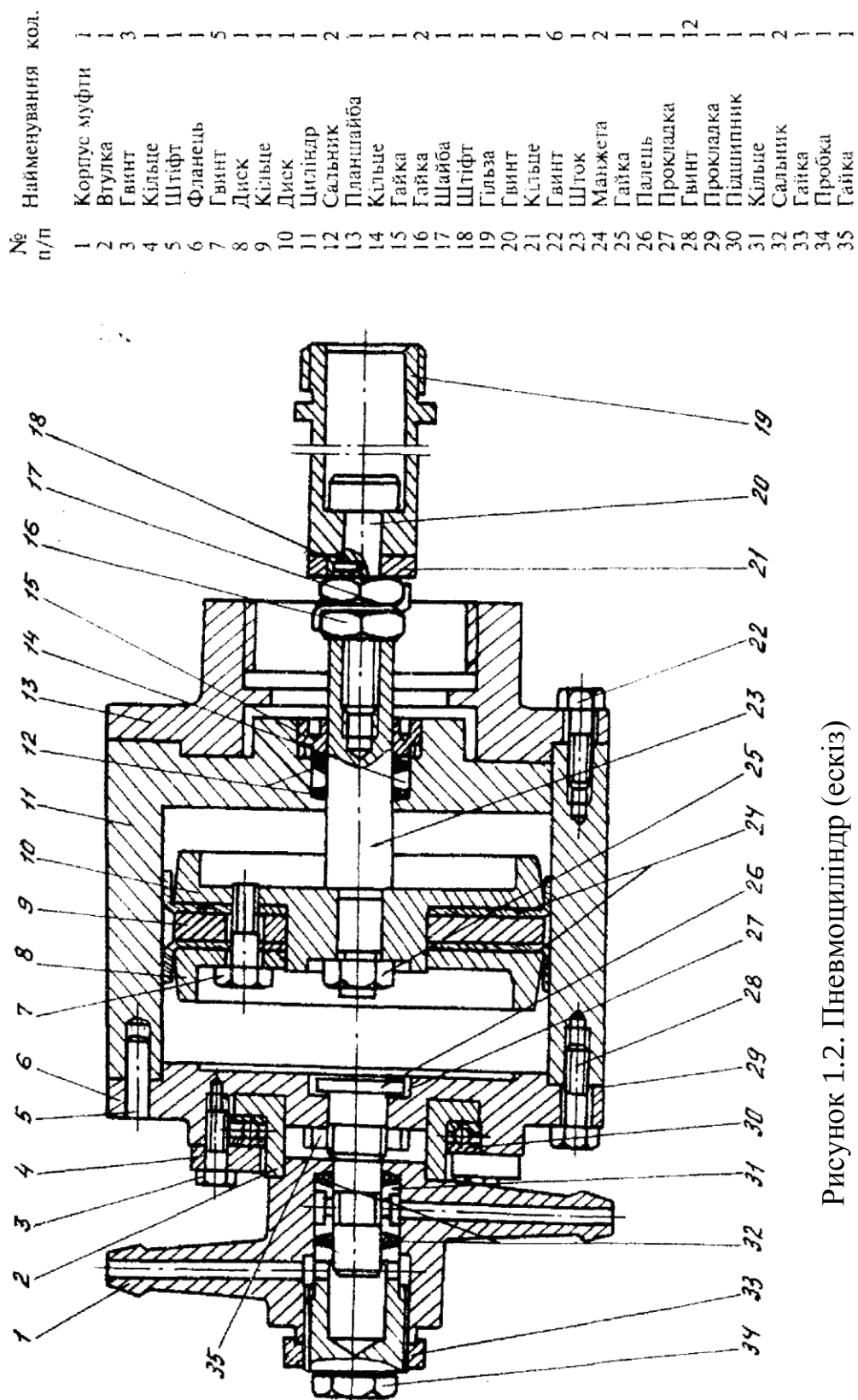


Рисунок 1.2. Пневмоциліндр (ескіз)

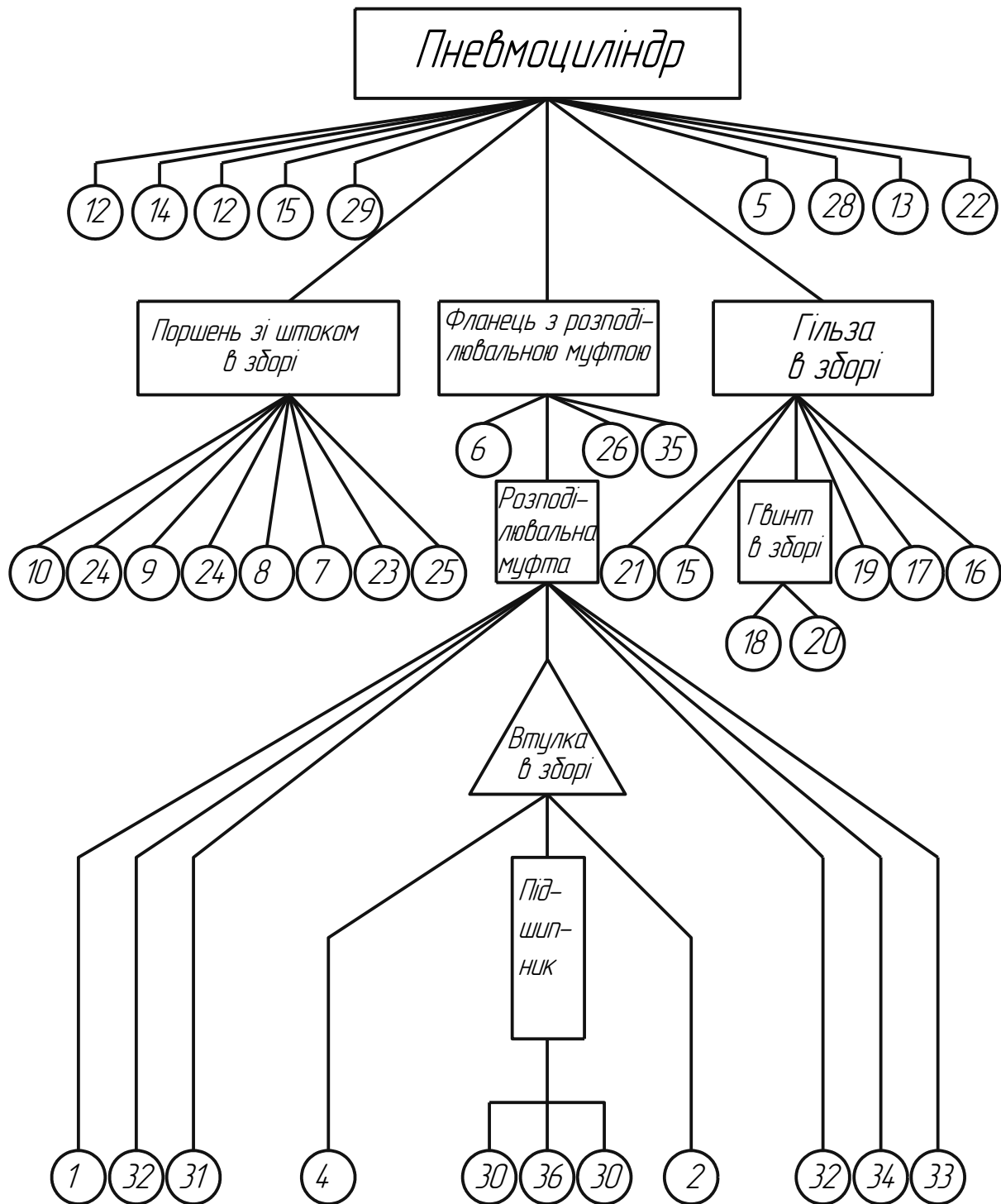
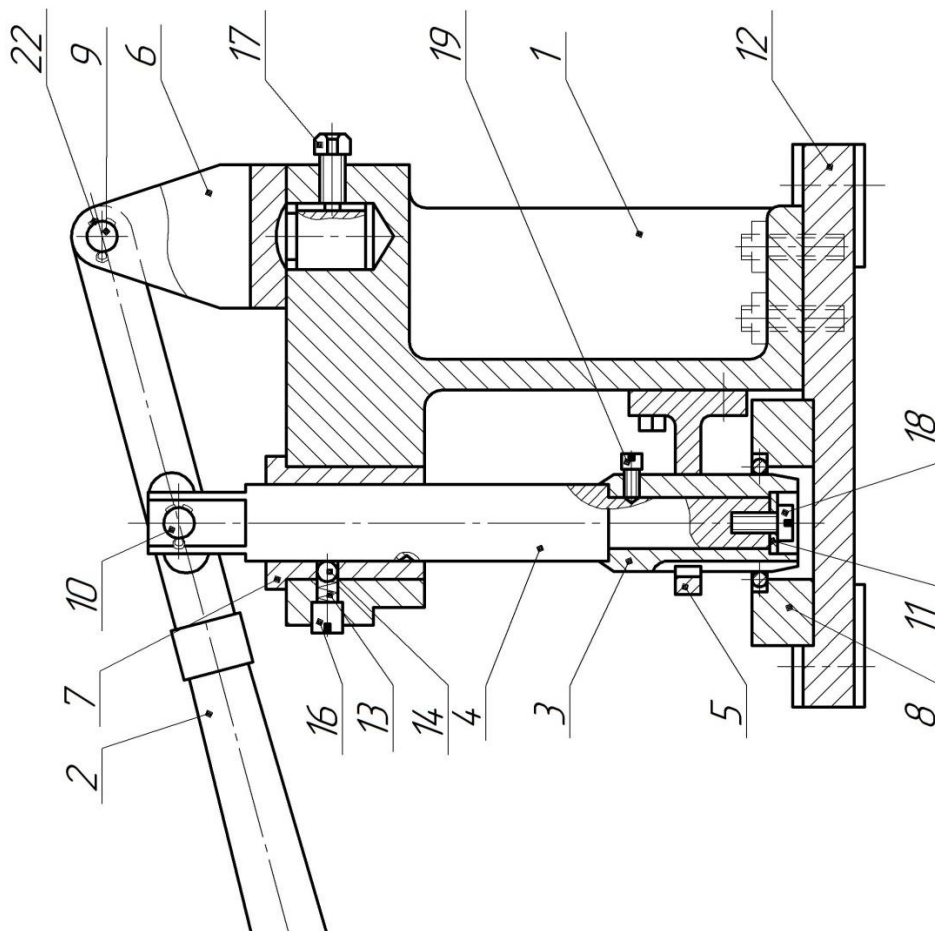
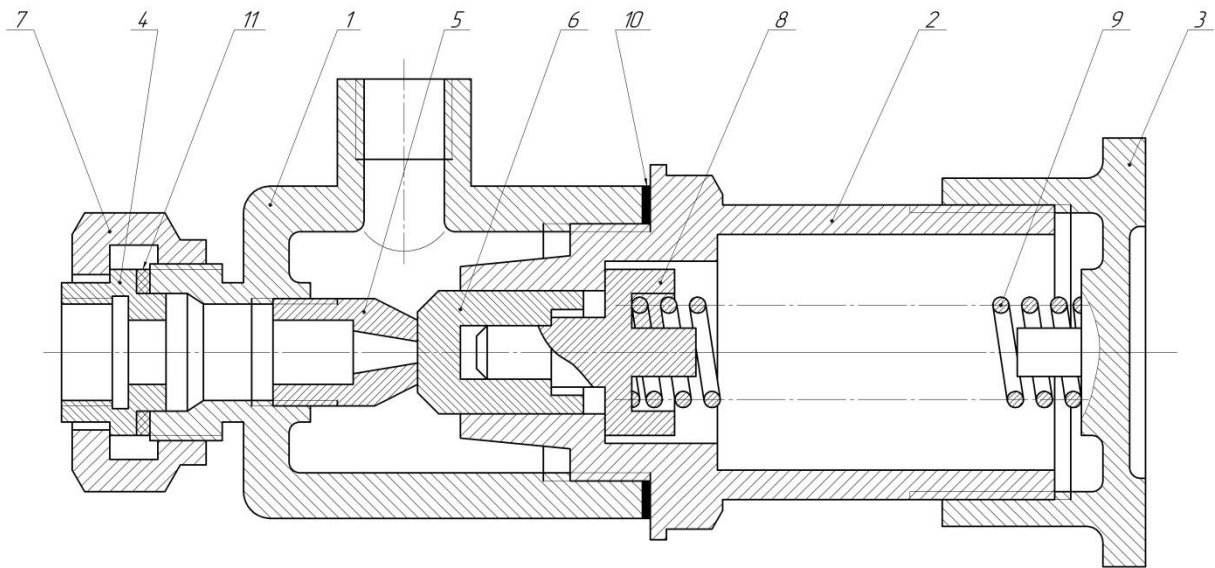


Рисунок 1.3. Складальна схема пневмоциліндра

[illegible]

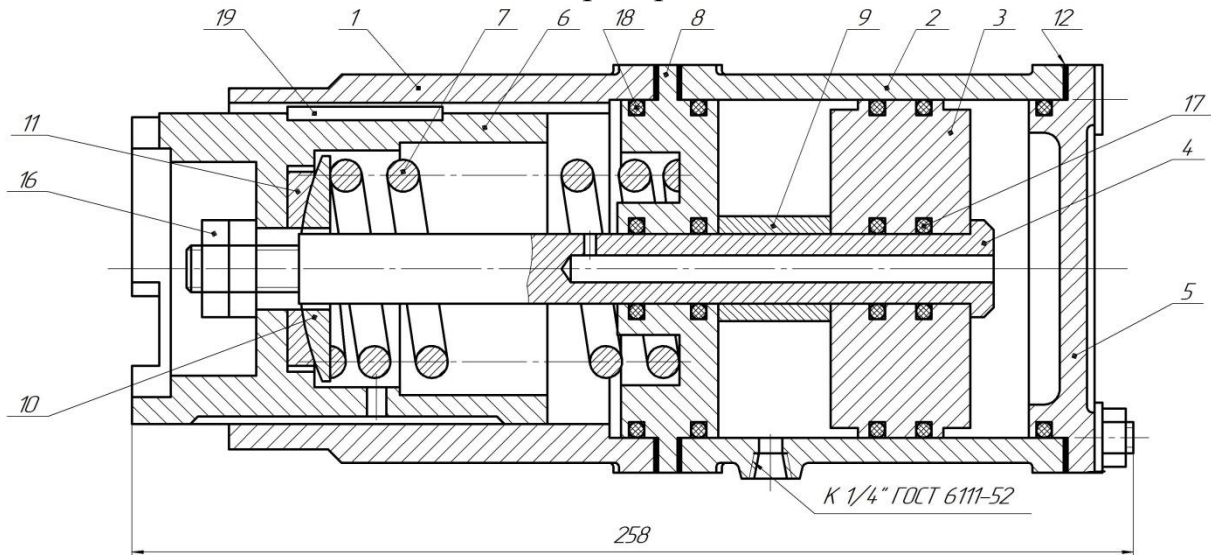
Тема 1. Склад машини

Завдання №2. Клапан



Спроб №	A3	1	Корпус	1
	A3	2	Цилиндр	1
	A3	3	Кришка	1
	A4	4	Сідло	1
	A4	5	Конус	1
	A4	6	Клапан	1
	A4	7	Гайка	1
	A4	8	Тарелка	1
	A4	9	Пружина	1
	A4	10	Прокладка	1
	A4	11	Прокладка	1
Дата				

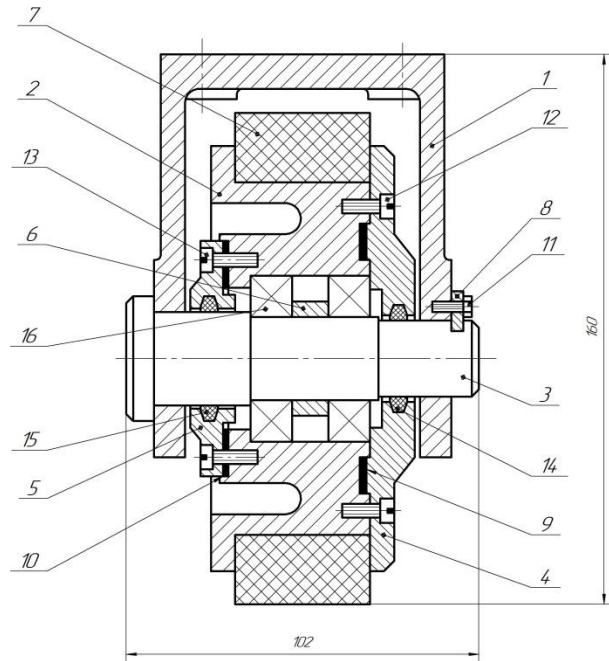
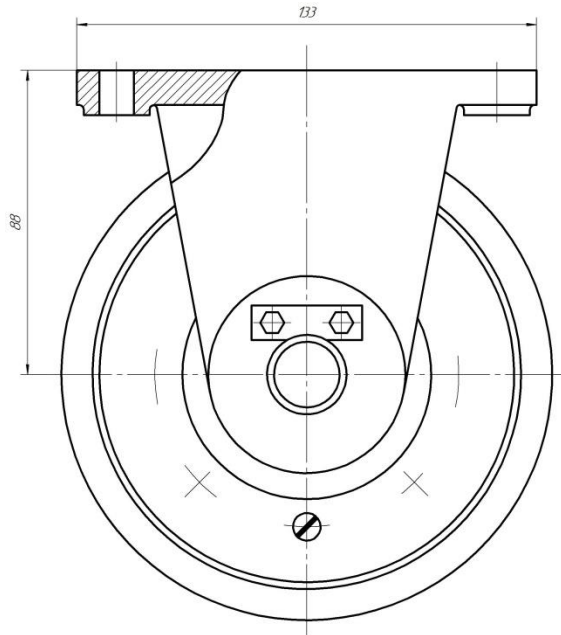
Завдання №3. Пристрій гальмівний



Спроб. №	А3	1	Деталі		
		2	Стакан	1	
		3	Циліндр	1	
		4	Поршень	1	
		5	Шток	1	
		6	Кришка	1	
		7	Напівмуфта	1	
		8	Пружина	1	
		9	Кришка	1	
		10	Втулка	1	
		11	Тарілка	1	
		12	Шайба	1	
Підп. и дата	А4		Прокладка	3	
			Стандартні вироби		
		13	Болт М8х28.58		
			ГОСТ 7798-70	4	
Взам. инв. №		14	Болт М8х35.58		
			ГОСТ 7798-70	4	
Дата		15	Гайка М8.5		
			ГОСТ 5915-70	8	

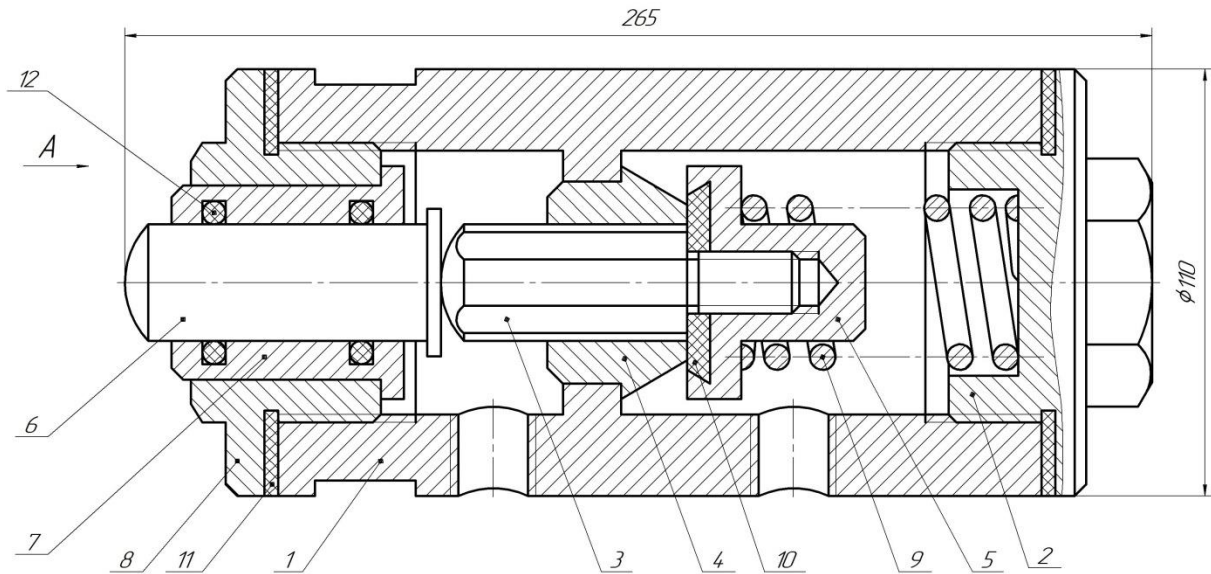
Тема 1. Склад машини

Завдання №4. Колесо



Склад №		Підп. і дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		и дата		Деталі		
A3	1									Кронштейн	1	
A3	2									Корпус	1	
A4	3									Вісь	1	
A4	4									Кришка	1	
A4	5									Кришка	1	
A4	6									Втулка	1	
A4	7									Бандаж	1	
A4	8									Планка	1	
A4	9									Прокладка	1	
A4	10									Прокладка	1	
										Стандартні вироби		
	11									Болт М4х12.58		
										ГОСТ 7798-70	2	
	12									Гвинт 2М15х12.58		
										ГОСТ 1491-80	8	
	13									Гвинт 2М5х15.58		
										ГОСТ 1491-80	6	
	14									Кільце СГ 23-21-3.5		
										ГОСТ 6418-81	1	

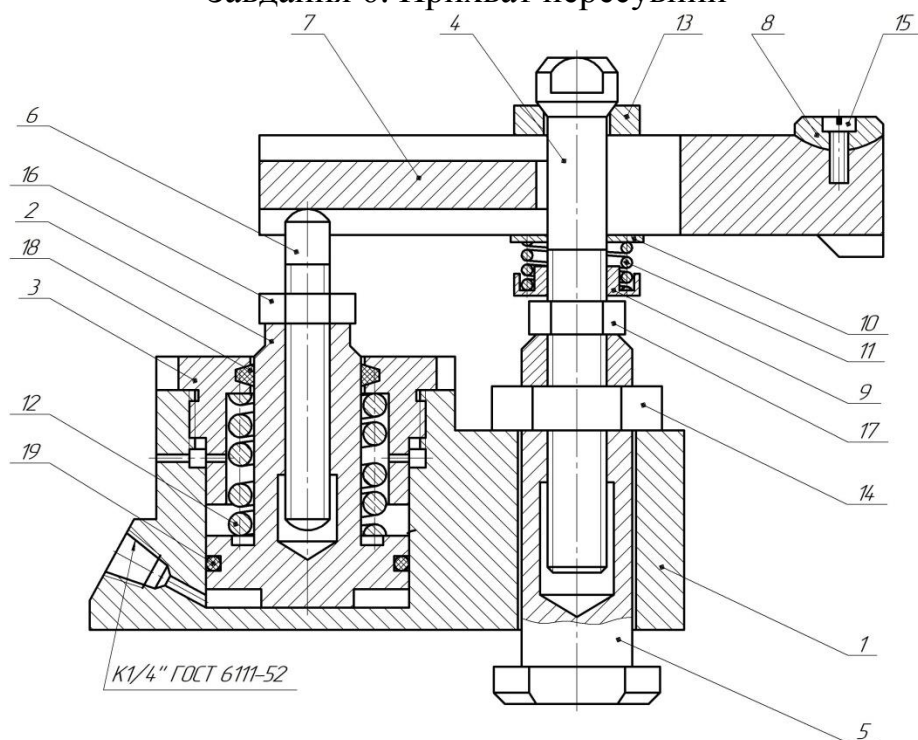
Завдання 5. Клапан



Перв. примен.					Документація		
					Складальний кресленик		
					Детали		
Справ. №	A3	1			Корпус	1	
	A4	2			Кришка	1	
	A4	3			Шток	1	
	A4	4			Сідло	1	
	A4	5			Клапан	1	
	A4	6			Штовхач	1	
	A4	7			Втулка	1	
	A4	8			Кришка	1	
	A4	9			Пружина	1	
	A4	10			Шайба	1	
	A4	11			Прокладка	2	
Підп. и дата					Стандартні вироби		
Ф. № дубл.		12			Кольцо Н1-70х60-1		
					ГОСТ 9833-73		

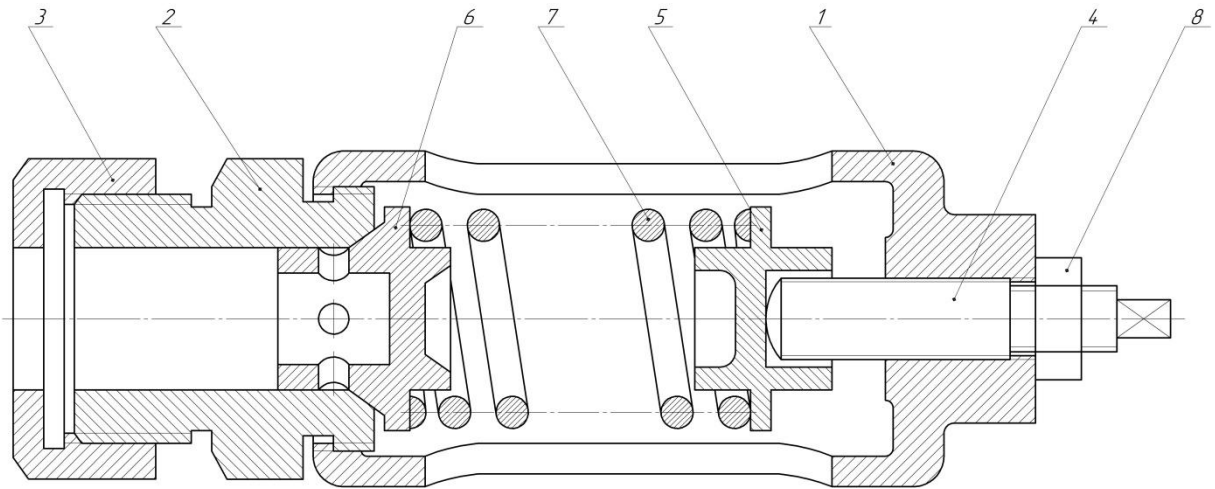
Тема 1. Склад машини

Завдання 6. Прихват пересувний



				<i>Деталі</i>	
Спроб №	A3	1		Корпус	1
	A3	2		Поршень	1
	A3	3		Кришка	1
	A3	4		Болт	1
	A4	5		Болт	1
	A4	6		Гвинт	1
	A4	7		Прихват	1
	A4	8		Шайба	1
	A4	9		Тарілка	1
	A4	10		Шайба	1
	A4	11		Пружина	1
	A4	12		Пружина	1
	A4	13		Шайба	1
	A4	14		Гайка	1
Підп. і дата				Стандартні вироби	
Взам. инв. №			15	Гвинт 2М6х14.58	
				Гост 14 91-80	1
				Гайка М125 ГОСТ 5915-70	1
и дата			16	Гайка М16.5	
			17	ГОСТ 5915-70	1

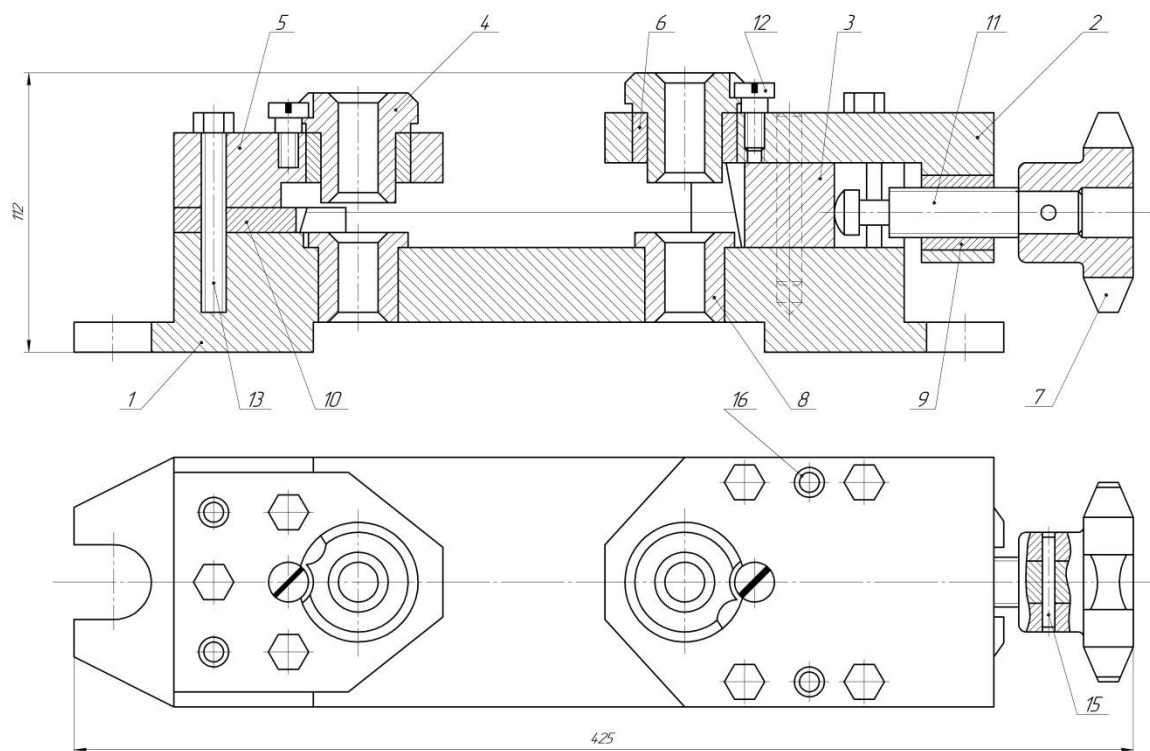
Завдання 7. Клапан



Перв. примен.					<u>Документація</u>	
Склад №					<u>Деталі</u>	
	A3	1		Корпус	1	
	A3	2		Сідло	1	
	A4	3		Гайка	1	
	A4	4		Гвинт	1	
	A4	5		Опора	1	
	A4	6		Клапан	1	
	A4	7		Пружина	1	
шт.					<u>Стандартні вироби</u>	
		8		Гайка М24.5 ГОСТ 5915-70	1	

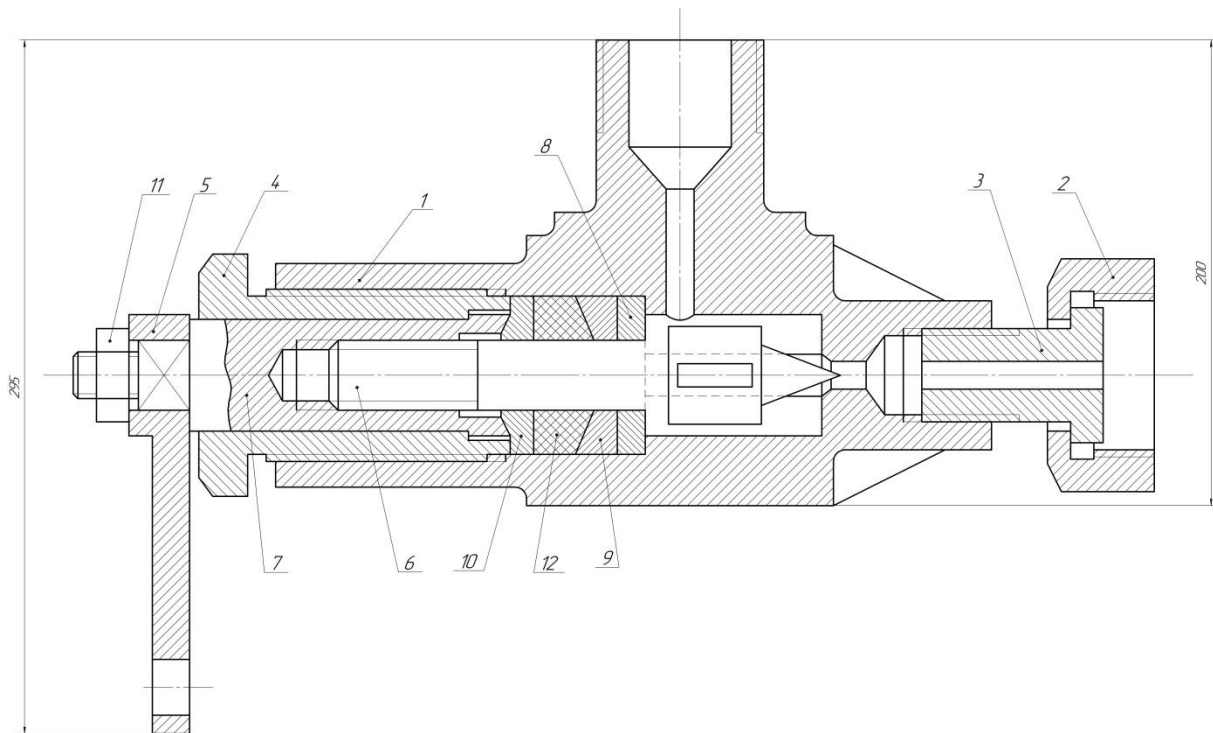
Тема 1. Склад машини

Завдання 8. Кондуктор



			<i>Деталі</i>	
<i>Склад №</i>	A3	1	Плита	1
	A4	2	Козирек	1
	A4	3	Призма	1
	A4	4	Втулка	2
	A4	5	Козирек	1
	A4	6	Втулка	2
	A4	7	Маховик	1
	A4	8	Втулка	2
	A4	9	Гайка	1
	A4	10	Призма	1
	A4	11	Гвинт M24	1
	A4	12	Гвинт M10	2
<i>Підп. і дата</i>			<i>Стандартні вироби</i>	
		13	Болт M10x75.58 ГОСТ 7798-70	7
		14	Гвинт M5x12.58 ГОСТ 1477-93	2
		15	Штифт 6C ₄ x35 ГОСТ 3128-70	1
<i>Взам. инв. №</i>		16	Штифт 12C ₄ x70 ГОСТ 3128-70	4
<i>и дата</i>				

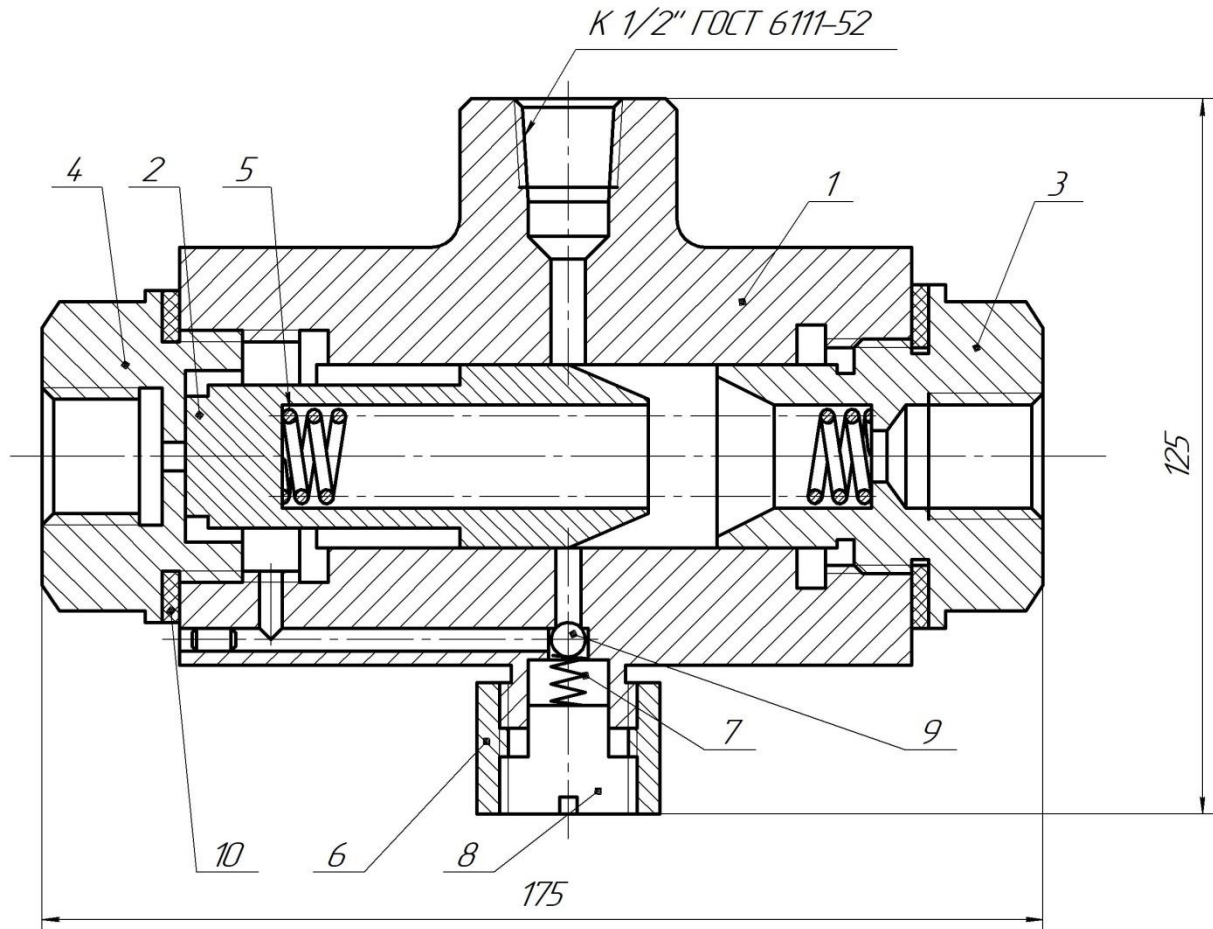
Завдання 9. Вентиль



Перв. приме.				Документація		
	A1			Складальний кресленик		
Спроб. №				Деталі		
	A3	1		Корпус		
	A4	2		Гайка		
	A4	3		Втулка		
	A4	4		Гайка		
	A4	5		Рукоятка		
	A4	6		Клапан		
	A4	7		Гайка клапана		
	A4	8		Шайба		
	A4	9		Кільцо		
Підп. і дата	A4	10		Кільцо		
				Стандартні вироби		
ф. № дубля				Гайка М20.5		
				ГОСТ 5915-70		

Тема 1. Склад машини

Завдання 10. Клапан розподільчий



Перед. примеч.				Документація		
	А3			Складальний кресленик		
				Деталі		
Спроб. №	А3	1		Корпус	1	
	А4	2		Плунжер	1	
	А4	3		Кришка	1	
	А4	4		Кришка	1	
	А4	5		Пружина	1	
	А4	6		Втулка	1	
	А4	7		Пружина	1	
	А4	8		Пробка	1	
	А4	9		Кулька	2	
	А4	10		Прокладка	2	
Витяг						

1.6. Питання для самоконтролю

1. Дати визначення машини.
2. Пояснити структурний склад машини.
3. Дати визначення деталі, вузла, складальної одиниці.
4. Навести визначення комплексу, комплекту.
5. Пояснити, які бувають види машин.
6. Назвати три складові частини машини.
7. Дати визначення виробу.
8. Вироби основного і допоміжного виробництва.

Рекомендована література [1, 7, 8, 10]

Тема 2. СЛУЖБОВЕ ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ

Мета роботи - набуття навиків формулювання для певної машини її службового призначення та складання технічного завдання на її розробку.

2.1. Короткі теоретичні відомості

Кожна машина створюється для задоволення певних потреб людини, які знаходять відображення в службовому призначенні машини.

Під службовим призначенням машини, механізму чи деталі розуміють максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для вирішення якого призначається машина, механізм чи деталь.

На етапі розробки машини службове призначення документально оформляється у вигляді технічного завдання (ТЗ).

Згідно з чинним стандартом, ТЗ повинно включати в себе такі відомості про розроблювану машину:

1. Найменування та область застосування.
2. Основа для розробки та найменування проектуючої організації.
3. Мета розробки.
4. Джерела розробки.
5. Технічні вимоги, які включають:
 - 5.1. Склад машини та вимоги до її конструктивного виконання.
 - 5.2. Показники призначення та економічного використання сировини, матеріалів, палива і енергії.
 - 5.3. Вимоги до надійності.
 - 5.4. Вимоги до технологічності.
 - 5.5. Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації.
 - 5.6. Вимоги безпеки при роботі машини.
 - 5.7. Естетичні і ергономічні вимоги.
 - 5.8. Вимоги до складових частин продукції, сировини і експлуатаційних матеріалів,

5.9. Вимоги патентної чистоти.

5.10. Вимоги експлуатації, вимоги до технічного обслуговування та ремонту.

5.11. Вимоги до категорії якості.

6. Економічні показники.

6.1. Лімітна ціна.

6.2. Економічний ефект.

6.3. Термін окупності витрат на розробку і освоєння машини.

6.4. Припустима річна потреба в розроблюваній машині.

Розробка ТЗ досить відповідальний етап в створенні машини. Помилки, допущені при цьому, можуть приводити:

- 1). до збільшення термінів розробки машини;
- 2). до збільшення собівартості машини;
- 3). до скорочення її функціональних можливостей;
- 4). до збільшення експлуатаційних витрат.

Як приклад наведено службове призначення та ТЗ на шестеренний насос НШ-50У-3 (див. рис. 5.2)

Службове призначення

Насос шестеренний НШ 50У-3 призначений для нагнітання робочої рідини в гідравлічній системі приводів керування начіпними, напівначіпними, причіпними засобами сільськогосподарських і промислових тракторів, самохідних сільськогосподарських і дорожніх машин.

Таблиця 2.1- Приклад оформлення технічного завдання

Розділ	Зміст розділу
1. Найменування і область застосування.	Насос шестеренний НШ 50У-3. Область застосування – сільськогосподарські машини, трактори, дорожні транспортні будівельні машини, металорізальні верстати та інші машини.

Тема 2. Службове призначення машини

2. Підстава для розробки і найменування проектуючої організації	Постанова Кабінету Міністрів. Проектний інститут по гідравлічному обладнанню та машинах.
3. Мета розробки.	Надання повної інформації у вигляді документально розроблених матеріалів заводу виробника – Вінницькому заводу тракторних агрегатів.
4. Джерела фінансування розробки.	Держбюджет
5. Технічні вимоги: 5.1. Склад машини і вимоги до її конструктивного виконання.	Насос шестеренний НШ 50У-3 повинен складатися з корпусу, кришки і вузла, розміщеного в корпусі, в який входять ведуча і ведена шестерні, два компенсатори, дві ліві, дві праві втулки, дві манжети і дві прокладки. З'єднання корпусу і кришки повинно ущільнюватись гумовим ущільнюючим кільцем круглого перерізу. На бокових поверхнях корпусу повинні бути платики з чотирма різьбовими отворами для закріплення арматури всмоктуючого та нагнітального трубопроводів. В корпусі повинні бути виконані розточки під шестерні, компенсатори і втулки. Втулки повинні направляти шестерні, а компенсатори ущільнювати торцеві поверхні шестерень. Вхідний отвір у корпусі необхідно виконувати комбінованої форми. Зі сторони приєднувальної площини корпусу насоса необхідно виконати отвір діаметром 50 мм на глибину 24 мм, який переходить в отвір овальної форми з розмірами 13×43мм. В

	ньому будуть орієнтовані дві шестерні. Кришка повинна кріпитись до корпусу за допомогою восьми болтів. Для зменшення внутрішнього перетікання масла в насосі через зазори між торцевими поверхнями шестерень і компенсаторів необхідно застосовувати автоматичне регулювання величини зазорів по торцях шестерень, яке виконується за рахунок притискання компенсаторів до торців шестерень, мінеральним маслом високого тиску, який виникає зі сторони нагнітання в порожнині Б.
5.2. Показники призначення та економічного використання сировини, матеріалів, палива і електроенергії.	1. Робочий об'єм насоса, см^3 49,1 2. Тиск при виході з насоса: номінальний 16,0 МПа максимальний 21,0 МПа 3. Тиск на вході в насос абсолютний: максимальний 0,15 МПа номінальний 0,08 МПа 4. Номінальна об'ємна подача насоса: л/хв 110,8 ($\text{дм}^3/\text{с}$) (1,85) 5. Частота обертання, с^{-1}: номінальна 40 максимальна 50 мінімальна 8,3 6. Коефіцієнт подачі насоса, не менше 0,94 7. ККД насоса, не менше 0,83 8. Потужність насоса, не менше, к Вт 35,6 9. Кінематична в'язкість робочої рідини, $\text{мм}^2/\text{с}$: оптимальна 55...70

Тема 2. Службове призначення машини

	максимально допустима пускова 3000 мінімально допустима при короткочасній роботі насоса 15 10. Клас чистоти роботи рідини згідно з ГОСТ 17216-71 13 11. Номінальна тонкість фільтрації, мкм 25 12. Температура навколишнього середовища, °C: мінімальна 40 максимальна 60 13. Температура рідини, °C: мінімальна -20 максимальна 60 14. Маса (без приєднання арматури), кг 5,8 15. Рівень шуму, дБ 90 16. Питома вага, кг/кВт 0,197
5.3. Вимоги до надійності.	1. Повний гама-відсотковий ресурс (=90%), мотогод 10000 2. Встановлений ресурс (98%), мотогод 6000 3. Встановлена безвідмовна наробка, мотогод 3000
5.4. Вимоги до технологічності.	Насос має бути технологічним у виготовленні. Рівень технологічності не менше 80%.
5.5. Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації.	Рівень уніфікації і стандартизації деталей насоса складає 80%.
5.6. Вимоги до безпеки при роботі машини.	Насос повинен бути безпечним у роботі. Експлуатація насоса в гідросистемі на режимах з параметрами, які перевищують

	значення, встановлені нормативною документацією, не допускається. В приводі повинна бути передбачена можливість вимкнення насоса. Коли система не працює, насос повинен бути вимкнений.
5.7. Естетичні і ергономічні вимоги.	Насос має бути пофарбований в зелений колір, окрім посадочної поверхні вала і фланців. Для зручності експлуатації форми повинні бути заокруглені.
5.8. Вимоги до складових частин продукції, сировини і експлуатаційних матеріалів.	При виготовленні таких деталей насоса, як корпус, кришка, компенсатор і втулки використовують алюмінієві сплави. Вал і шестерні, болти і гайки виготовлені зі сталі. Всі решта деталей – із полімерних матеріалів (гума). В якості робочих рідин повинні застосовуватись літом – масла моторні М-10В₂, М-10Г₂ (ГОСТ 8581-78), взимку – масла моторні М-8Б₂, М-8Г₂ (ГОСТ 8581-78)
5.9. Вимоги патентної чистоти.	Продукція має бути патентно чиста. Має бути отриманий патент на конструкцію насоса.
5.10. Вимоги експлуатації, вимоги до технічного обслуговування і ремонту.	При експлуатації шестеренного насоса необхідно слідкувати за рівнем масла в бакові, який повинен бути не нижче осі вхідного отвору насоса, його якістю, а також герметичністю всіх з'єднань трубопроводів, особливо всмоктуючого, оскільки попадання повітря веде до піноутворення, що недопустимо. Перед експлуатацією насоса при від'ємних температурах навколишнього середовища робоча рідина масла повинна бути прогріта. З цією метою насос повинен працювати без навантаження до досягнення t°

Тема 2. Службове призначення машини

	робочої рідини 10 °С, після чого можлива експлуатація. Під навантаженням заливання в гідравлічну систему рідин, що не мають змащувальних властивостей (дизельне паливо, масло АМГ-10, гас тощо), не допускається. Швидкість робочої рідини повинна бути: у всмоктувальних трубопроводах – не більше 1,5 м/с, а в нагнітальних трубопроводах - не більше 3,5 м/с. Розбирання і складання насоса шестеренного потрібно проводити лише в закритому приміщенні під керівництвом досвідченого механіка. Для заміни зношеного гумового ущільнювального кільця, манжети і фігурних манжет необхідно зняти кришку, відкрутивши для цього вісім болтів. Манжету випресувати із кришки після того, як будуть зняті стопорні і опорні кільця. Перед запресовуванням нової манжети в кришку її поверхню необхідно змастити маслом. При установленні кришки на насос потрібно запобігти пошкодженню ущільнюючої поверхні манжети. Маслознімаюча кромка манжети повинна бути направлена всередину корпусу насоса. Всі болти кришки потрібно закручувати до кінця.
5.11. Вимоги до категорії якості.	Насос повинен відноситися до високої категорії якості.

6. Економічні показники:	
6.1 Лімітна ціна.	210 грн.
6.2 Економічний ефект.	1 млн грн.
6.3 Термін окупності витрат на розробку і освоєння машини.	2 роки.
6.4 Припустима річна потреба в розроблюваній машині.	100 000 штук.

2.2. Зміст роботи

1. Сформулювати службове призначення машини у відповідності з одержаним завданням.
2. Скласти технічне завдання на розробку машини.

2.3. Порядок виконання роботи

1. Одержати завдання для формулювання службового призначення машини розробки ТЗ.
2. Сформулювати службове призначення машини.
3. Розробити ТЗ.
4. Оформити звіт.

2.4. Зміст звіту

1. Найменування, мета і порядок виконання роботи.
2. Формування службового призначення машини, вказаної викладачем.
3. ТЗ на розробку вказаної машини.
4. Висновки.

Тема 2. Службове призначення машини

2.5. Завдання для виконання роботи

Розробити технічне завдання на виготовлення виробу відповідно до варіанту:

Варіант	Виріб	Кількість, шт
1	Сівалка ЗС-12Т	50000
2	Сівалка СУПН-8	10000
3	Сівалка СХД-400	20000
4	Сівалка СЗМ-4	80000
5	Сівалка John Deere 1780	60000
6	Сівалка СЗ-5,4	40000
7	Культиватор КРН 5,6	70000
8	Дискова борона - БГР-4,2	60000
9	Культиватор Ropa Alligator	20000
10	Культиватор HORSCH Terrano GX	40000

2.6. Питання для самоконтролю

1. Сформулювати означення службового призначення машини.
2. На що впливає правильність оформлення ТЗ машини?
3. Зміст ТЗ на розробку машини.
4. Зміст технічних вимог на розробку машини.

Рекомендована література [2, 7]

Тема 3. ВИЗНАЧЕННЯ ВИДІВ ПОВЕРХОНЬ МАШИНИ І ДЕТАЛЕЙ

Мета роботи – набуття практичних навиків визначення виконавчих поверхонь машин та деталей, а також видів поверхонь для вказаних викладачем деталей.

3.1. Короткі теоретичні відомості

Машина виконує своє призначення за допомогою ряду поверхонь, які називають виконавчими. Таким чином, виконавчі поверхні машини – це поверхні, за допомогою яких машина виконує своє службове призначення.

З огляду на службове призначення окремої деталі розрізняють чотири види поверхонь. Перший вид – це робочі або виконавчі поверхні, за допомогою яких деталь виконує своє службове призначення, другий – основні бази, тобто поверхні, за допомогою яких визначається положення деталі в машині (на які деталь базується). Третій – допоміжні бази поверхні, що визначають положення всіх інших деталей, які приєднуються до даної деталі. Усі поверхні, що завершують конструкційну форму деталі, називають вільними поверхнями і належать до четвертого виду.

На рис. 3.1 показана кінематична схема редуктора, з якої виділено конструкційну форму проміжного вала. Службове призначення деталі – передача заданого крутного моменту з вхідного на вихідний вали редуктора. Для виконання службового призначення необхідно мати дві циліндричні поверхні 1, 2 (рис. 3.2), що визначають положення вала в редукторі (посадочні місця під підшипники), а також дві циліндричні поверхні 3, 4 як посадочні місця під шестерні.

Крім цього, необхідно дві плоскі поверхні, які б визначали положення зубчастих коліс у напрямку осі вала, а також на поверхнях 3 і 4 поверхні пазів 5, 6 під шпонки, що передаватимуть крутний момент (зубчастого колеса на вал 1, з вала на друге зубчасте колесо). Щоб надати

валику закінченої конструкційної форми, необхідно мати ряд вільних поверхонь. Слід зауважити, що задане службове призначення можна виконати за допомогою інших поверхонь (овальних, призматичних, конічних, а також більш складного профілю), але вибрані поверхні найбільш доцільні з точки зору технології, тобто їх найлегше обробити на верстаті.

Вал редуктора не виконає службового призначення, якщо не дотримуватися правильного взаємного розміщення поверхонь. В першу чергу, для цього слід правильно вибрати координатні площини. Як правило, використовуються поверхні основних баз і їх осі, відносно яких визначається положення решти поверхонь деталі (допоміжні бази та вільні поверхні), що утворюють конструкційну форму. Тільки за умови дотримання цих вимог, вал виконуватиме своє службове призначення.

Приклад виконання креслення вала, простановки технічних вимог до його поверхонь і відносного розташування поверхонь показано на рис.3.3.

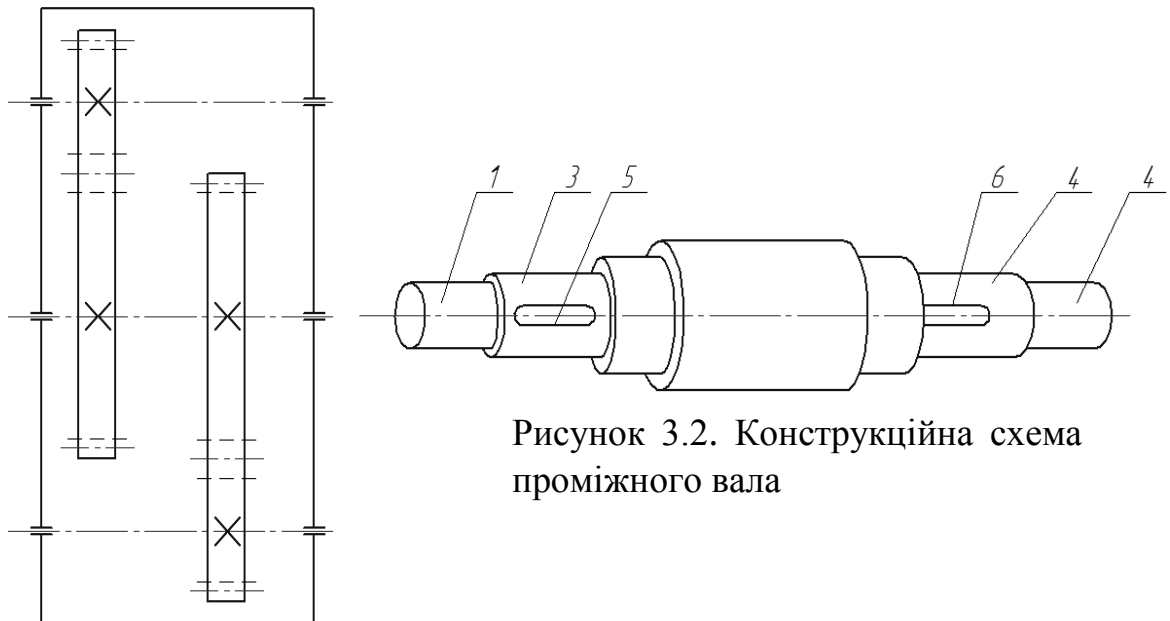


Рисунок 3.1. Кінематична
схема редуктора

Рисунок 3.2. Конструкційна схема
проміжного вала

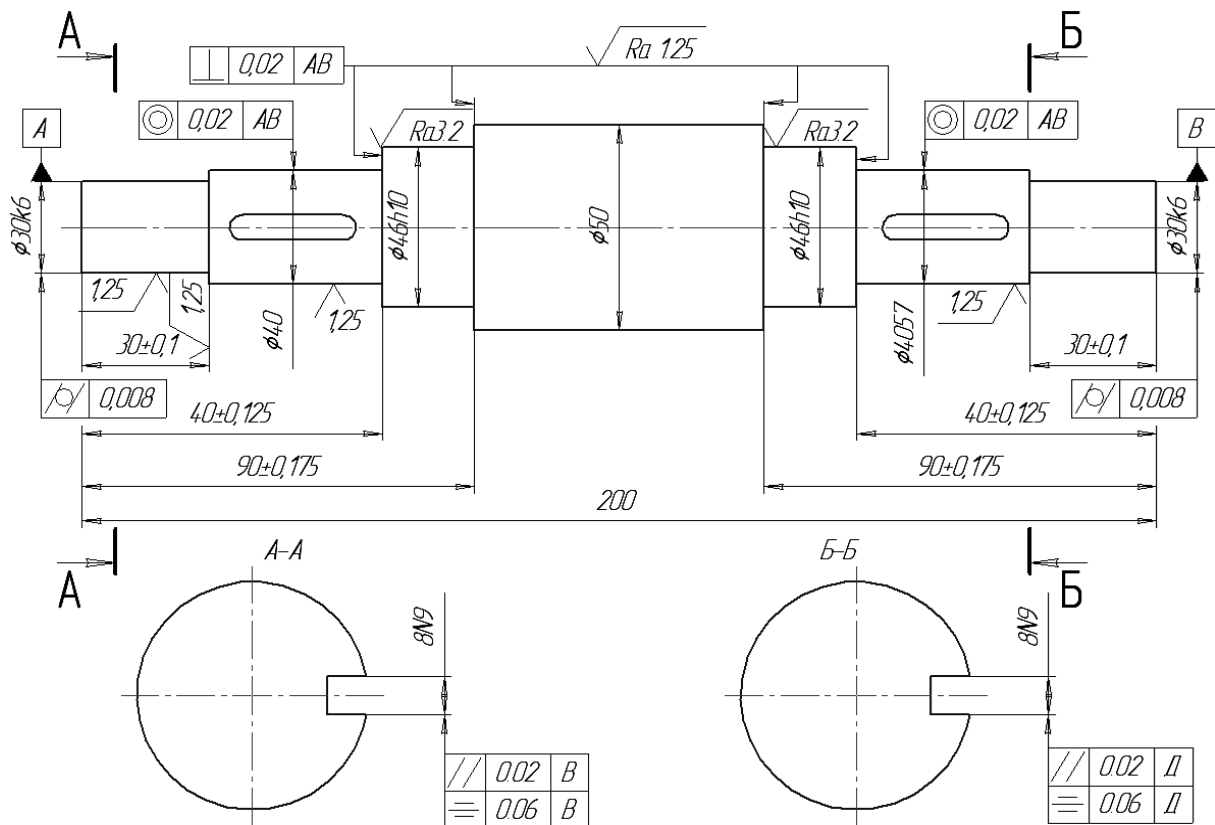


Рисунок 3.3. Робоче креслення вала

3.2. Зміст роботи

1. Визначити виконавчі поверхні машини.
2. Для вказаної викладачем деталі визначити виконавчі поверхні, основні бази, допоміжні бази, вільні поверхні.
3. Зробити ескіз деталі з позначенням технологічних вимог, вимог точності і шорсткості поверхонь.

3.3. Порядок виконання роботи

1. Одержати від викладача завдання для виконання роботи.
2. Вивчити конструкцію виданого вузла чи машини.
3. Розібратися в принципі роботи вузла чи машини.
4. Визначити виконавчі поверхні машини.
5. Визначити виконавчі поверхні, основні бази, допоміжні бази, вільні поверхні деталі.

6. Зробити ескіз деталі.
7. Нанести розміри, вимоги шорсткості, точності, відносного розташування з урахуванням визначених видів поверхонь деталі.
8. Оформити звіт.

3.4. Зміст звіту

1. Найменування, мета і порядок виконання роботи.
2. Перелік виконавчих поверхонь машини (вузла), видів поверхонь деталі.
3. Креслення деталі з позначенням розмірів, точності, шорсткості поверхонь деталі і вимог взаємного розташування.
4. Висновки до роботи.

3.5. Завдання для виконання роботи

Розробити креслення деталі відповідно до варіанта:

Варіант	Варіант креслення п.1.5	Позиція	Назва деталі
1	10	2	Плунжер
2	9	7	Гайка клапана
3	8	4	Втулка
4	7	6	Клапан
5	6	2	Поршень
6	5	7	Втулка
7	4	4	Кришка
8	3	4	Шток
9	2	6	Клапан
10	1	7	Втулка

3.6. Питання для самоконтролю

1. Службове призначення машини.
2. Виконавчі поверхні машини.
3. Поняття виконавчих поверхонь, основних баз, допоміжних баз, вільних поверхонь деталі.
4. Вимоги до основних баз, допоміжних баз, вільних поверхонь деталей.

Рекомендована література:[10, 13, 16]

Тема 4. ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ

Мета роботи: набуття практичних навиків призначення технологічних баз та визначення похибок базування виконуваних розмірів.

4.1. Короткі теоретичні відомості

У відповідності до ГОСТ 21495-76 похибка базування ε_b представляє собою відхилення фактично досягнутого положення заготовки при базуванні від необхідного.

Похибка базування на будь-який розмір визначається як різниця між можливими граничними положеннями вимірювальної бази заготовки і вершиною настроєного на даний розмір інструмента.

При розробці технологічного процесу механічної обробки і, зокрема при виконанні даного завдання, необхідно пам'ятати, що $\varepsilon_b=0$ в таких випадках:

1. Вимірювальна база співпадає з технологічною, тобто виконується принцип суміщення баз.
2. Поверхні, які координуються розміром, на яких визначається ε_b , отримані з одного установа.

В цьому випадку вимірювальна база у всіх заготовок партії формується налаштованим на розмір інструментом безпосередньо на операції, що розглядається, і буде займати відносно нього одне і те ж положення.

Слід відзначити, що при отриманні розмірів з одного установа похибка базування відсутня, як при паралельній обробці поверхонь декількома інструментами, так і при послідовній обробці одним інструментом.

3. Похибка базування відсутня також на всі діаметральні розміри циліндричних поверхонь. Обробка циліндричної поверхні є частковим випадком обробки з одного установа, так як всі точки циліндричної поверхні, включаючи і протилежні, при всіх існуючих способах їх механічної обробки отримують з одного установа.

4. Обробка здійснюється мірним інструментом (шпонкові фрези, дискові фрези, протяжки тощо).
5. Розмір, на який визначається похибка базування, забезпечується за допомогою спробних проходів і промірів (в одиничному виробництві).

Числове значення похибки базування можна знайти, склавши технологічний розмірний ланцюг, який визначає розмірні зв'язки між поверхнями заготовки, для чого необхідно настроєний на розмір інструмент і опори пристосування. В якості замикаючої ланки цього розмірного ланцюга приймають розмір, який визначає відстань від вершини настроєного інструмента до вимірювальної бази заготовки. Похибку базування визначають як поле розсіювання замикаючої ланки, вирішуючи зворотню задачу розрахунку розмірного ланцюга з використанням метода максимуму – мінімуму.

Технологічний розмірний ланцюг будується так, щоб його ланки розміщувались паралельно відповідним розмірним лініям операційного ескізу. Позначенням ланок присвоюють індекси, які відповідають розмірам операційного ескізу.

Однією з складових ланок розмірного ланцюга є розмір, який визначає положення вершини настроєного інструмента відносно опор пристосування. Цей розмір називають розміром настройки інструмента і позначають латинською літерою *C*. Поле розсіювання дійсних значень цього розміру представляють собою похибку настройки, яка входить в сумарну похибку механічної обробки ε_{Σ} як окрема складова. При розрахунку ж похибки базування вважають умовно, що похибка настройки дорівнює 0.

При розрахунку ε_6 вважають, що відсутні і всі інші складові сумарної похибки механічної обробки. Тому при побудові технологічного розмірного ланцюга вважають, що вершина настроєного на розмір інструмента співпадає з поверхнею, що отримують на операції, яка

розглядається, або у випадку обробки циліндричної поверхні, з її віссю.

Решту складових ланок технологічного розмірного ланцюга координують положення вимірювальної бази заготовки відносно опор пристосування.

Приклад (рис. 4.1)

1. Вивчення операційного ескізу згідно рисунка дає можливість зробити висновок, що оброблювані поверхні – це два отвори $\varnothing 12^{+0,1}$ (виділені потовщеною лінією).
2. Метод обробки отворів $\varnothing 12^{+0,1}$ – свердління, що може бути виконане на вертикально-свердильному верстаті.
3. При свердлінні 2 отворів $\varnothing 12^{+0,1}$ повинні бути виконані розміри: $\varnothing 12^{+0,1}$; $15 \pm 0,05$; $10 \pm 0,05$; $20 \pm 0,02$; $50 \pm 0,02$.
4. На операційному ескізі зображена лише одна точка базування. Згідно з правилом «шести точок» схема базування повинна мати шість точок, що забезпечить повну орієнтацію оброблюваної деталі (заготовки). Тому доповнимо дану схему, вибравши наступне рішення: площину основи приймаємо за установну технологічну базу – 3 точки базування, торцеву поверхню, на якій зображена одна точка, приймаємо за напрямну технологічну базу – 2 точки базування, бокову поверхню приймаємо за опорну технологічну базу – 1 точка базування.
5. Аналіз схеми базування та виконуваних розмірів дозволяє зробити наступні висновки щодо наявності похибки базування ϵ_6 :

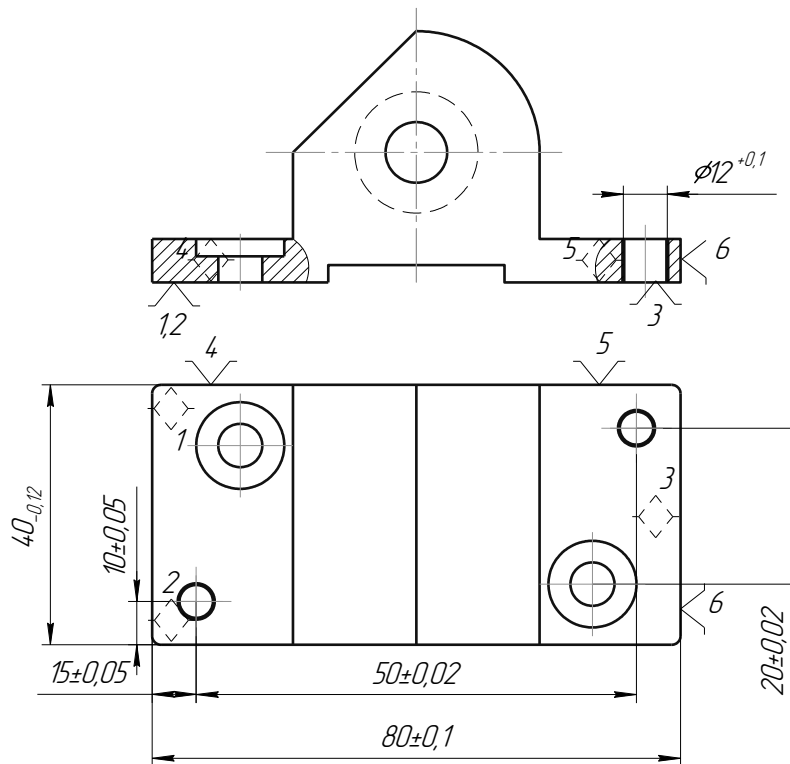


Рисунок 4.1. Схема базування деталі «Корпус підшипника»

$\epsilon_{6\phi 12}^{+0,1}=0$ – обробка діаметрального розміру мірним інструментом, яким є свердло;

$\epsilon_{620\pm 0,02}=0,$
 $\epsilon_{650\pm 0,02}=0$ } обробка отворів планується з одного установа;

$\epsilon_{65\pm 0,05}\neq 0,$
 $\epsilon_{610\pm 0,05}\neq 0$ } не співпадають технологічна та вимірювальна бази.

Для розрахунку похибки базування розмірів $15\pm 0,05$ та $10\pm 0,05$ необхідно побудувати розмірні ланцюги. Вони показані на рис. 8.2, 8.3.

Для розміру $10\pm 0,05$ (Рисунок 8.2)

$$\epsilon_{610}=\delta(A_{\Sigma})=\delta_C+T_{40},$$

де δ_C – поле розсіювання розміру настройки С інструмента (свердла), T_{40} – допуск розміру 40, який був виконаний на попередній операції.

$$\delta_C=0;$$

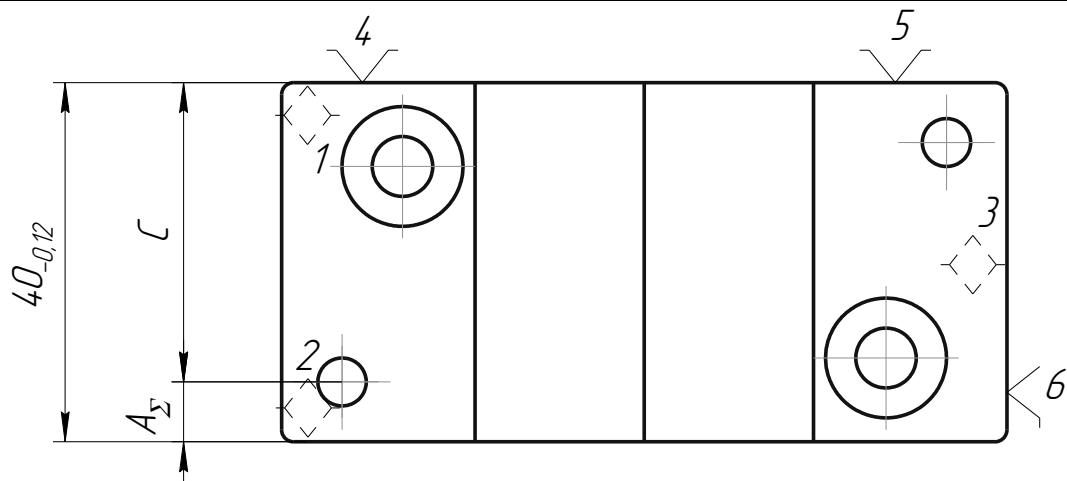


Рисунок 4.2. Розмірний ланцюг для розрахунку похибки базування ϵ_{610}

Тоді $\epsilon_{610}=T_{40}=0,12$;

$\epsilon_{610}=0,12>T_{10}=0,1$.

Похибка базування перевищує поле допуску виконуваного розміру, що є недопустимим і тому необхідно змінити схему базування.

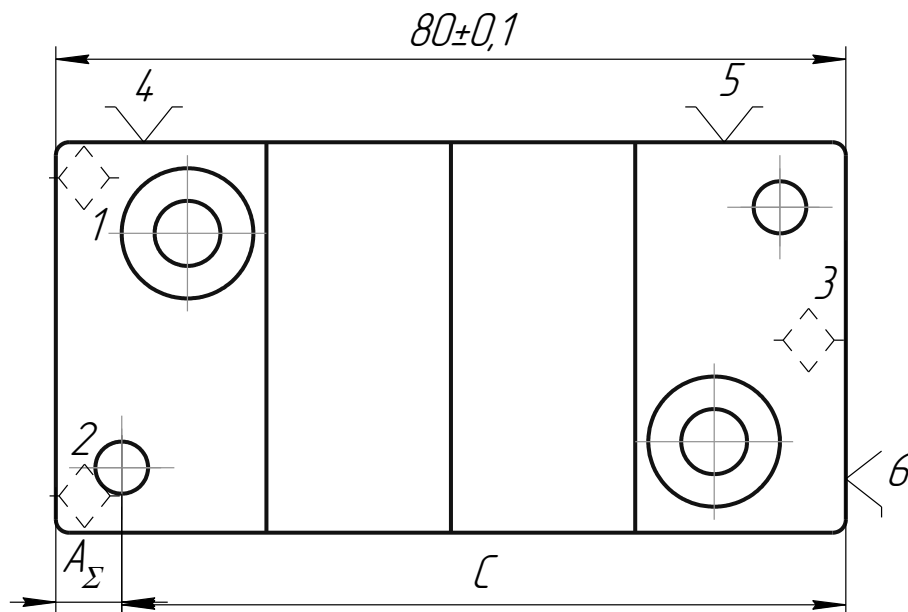


Рисунок 4.3. Розмірний ланцюг для розрахунку похибки базування ϵ_{615}

Для розміру $15\pm0,05$:

$\epsilon_{615}\delta(A_{\Sigma})= \delta_c+T_{70}=0+0,2=0,2$.

Тоді $\epsilon_{615}=T_{70}=0,2$;

$\epsilon_{615}=0,2>T_{15}=0,1$.

І по розміру $15 \pm 0,05$ похибка базування, яка становить 0,2 перевищує поле допуску, що дорівнює 0,1. Це теж недопустимо.

6. Запропонована схема базування (Рисунок 4.5)

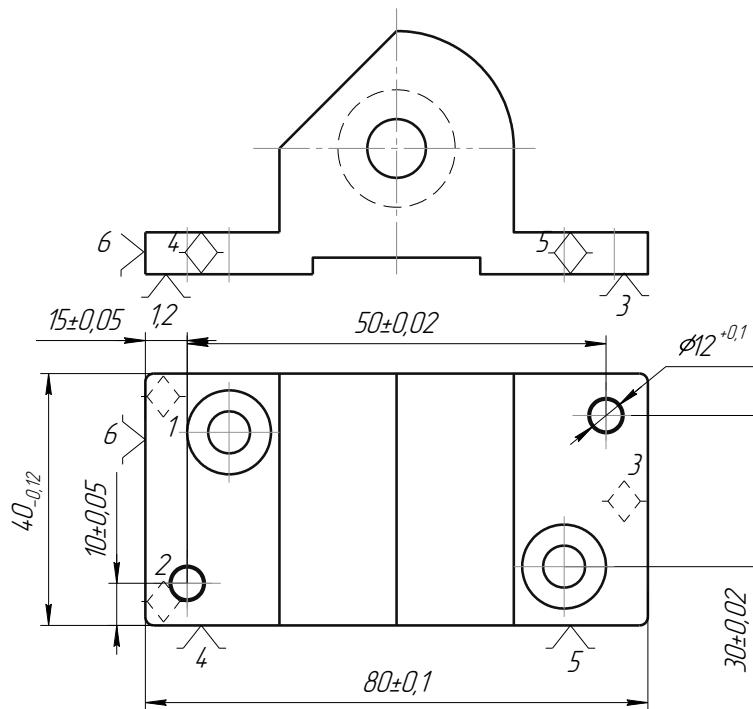


Рисунок 4.5. Запропонована схема базування

7. При запропонованій схемі базування $E_{610 \pm 0,05}$ і $E_{615 \pm 0,05}$ дорівнюють нулю, так як суміщені технологічна і вимірювальна бази.

Висновки: Розглянуто операційний ескіз оброблюваної деталі, встановлені оброблювані поверхні та розміри, що повинні бути виконані на операції. Запропоновано перший варіант схеми базування з використанням зображеної на ескізі точки базування. Проведено аналіз наявності похибок базування виконуваних на операції обробки деталі розмірів. Встановлено, що існують похибки базування для двох розмірів: $10 \pm 0,05$ та $15 \pm 0,05$. Похибки базування перевищують допустимі значення – $(1/6 - 1/10)$ поля допуску T заданого розміру. Запропоновано другий варіант схеми базування, при якій використано принцип суміщення технологічних та вимірювальних баз і тому похибка базування розмірів $10 \pm 0,05$ і $15 \pm 0,05$ дорівнює 0.

4.2. Порядок виконання роботи

1. Одержати завдання для виконання роботи (Додаток А).
2. Вивчити операційний ескіз та визначити оброблювані поверхні деталі, вказати метод їх обробки.
3. Записати розміри, що повинні бути забезпечені при виконанні операції механічної обробки деталі.
4. Доповнити схему базування, використавши зображену точку.
5. Проаналізувати наявність похибки базування для розмірів, що одержують при виконанні операції механічної обробки.
6. Пояснити причину відсутності похибки базування для певних розмірів при вибраній схемі базування.
7. Визначити величину похибки базування для розмірів, при виконанні яких вона не дорівнює нулю.
8. Запропонувати нову схему базування, при якій похибка базування дорівнює нулю для всіх виконуваних на даній операції розмірів.
9. Висновки.

4.3. Зміст звіту

1. Найменування, мета і порядок виконання роботи.
2. Операційний ескіз деталі із запропонованою схемою базування.
3. Аналіз похибки базування виконуваних розмірів та пояснення причин її відсутності для певних розмірів.
4. Розмірні ланцюги та розрахунок похибки базування для тих розмірів, для яких вона не дорівнює нулю.
5. Запропонувати схему базування, при якій похибка базування виконуваних на даній операції розмірів дорівнює нулю.
6. Висновки.

4.4. Завдання для виконання роботи

Завдання для виконання даної роботи наведено у додатку А.

4.5. Питання для самоконтролю

1. Правило «шести точок».
2. Допустимі значення похибки базування.
3. Методика побудови розмірного ланцюга для визначення похибки базування.
4. Технологічна база.
5. Вимірювальна база.
6. Умови відсутності похибки базування.
7. Принцип суміщення баз.
8. Розмір настройки різального інструмента та поле розсіювання дійсних значень цього розміру.
9. Допустиме значення похибки базування.

Рекомендована література:[1, 3, 11, 13, 14]

Тема 5. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗА ДОПОМОГОЮ КРИВИХ РОЗПОДІЛУ

Мета роботи – оволодіти методикою побудови теоретичних і емпіричних кривих розподілу випадкових безперервних величин і основами їх застосування для аналізу точності механічної обробки.

5.1. Загальні положення і методика виконання роботи

У машинобудуванні статистичні методи широко використовуються для оцінювання точності обробки деталей, настроювання металорізальних верстатів на розмір обробки, оцінювання стабільності технологічних процесів, прогнозування браку, контролю якості продукції і розв’язання інших технологічних задач серійного і масового виробництва.

У математичній статистиці використовуються специфічні поняття, серед яких основними є: випробовування, подія, випадкова величина, розподіл випадкової величини, генеральна сукупність, вибірка, об’єм вибірки.

Випробуванням називають практичне виконання певного комплексу дій і умов (наприклад, однократне виконання деякого технологічного переходу механічної обробки).

Подією називають явище, що відбувається внаслідок випробування (наприклад, отримання певного дійсного значення технологічного розміру внаслідок однократного виконання технологічного переходу механічної обробки).

Події, що відбуваються під час багаторазового повторення випробовувань, називають **масовими**.

Якщо в результаті кожного випробування неодмінно відбувається певна подія A , то таку подію називають достовірною. Якщо в умовах даного випробування деяка подія B ніколи не може відбутись, то її називають **неможливою**. Якщо ж під час випробування подія C може

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

відбутися, а може і не відбутися, то таку подію називають **можливою** або **випадковою**.

Якщо результатом масових випробувань є сукупність випадкових подій, які можна охарактеризувати кількісно, то цю кількісну характеристику (лінійний розмір, показник шорсткості, твердість матеріалу тощо) називають **випадковою величиною**. Наприклад, випадковою величиною може бути діаметр шийки валика як результат механічної обробки партії таких валиків на одному з технологічних переходів.

Розрізняють дискретні і безперервні випадкові величини.

Дискретна випадкова величина може набувати лише певних, найчастіше цілочислових значень. Наприклад, кількість бракованих деталей в партії може бути тільки цілим додатним числом.

Безперервна випадкова величина може набувати будь-яких кількісних значень з безперервного ряду її можливих значень в межах певного інтервалу. Наприклад, розміри деталей, які утворюються в результаті механічної обробки, є безперервними випадковими величинами.

Під час випробувань певна випадкова подія може відбуватися декілька разів. Нехай, наприклад, під час проведених N випробувань подія A відбулася f разів. Число f має назву **частоти** події. Відношення частоти події f до загальної кількості випробувань N називають **частістю** m_A події.

Таким чином,

$$m_A = \frac{f}{N} . \quad (5.1)$$

Якщо кількість випробувань досить велика, то частість подій приблизно дорівнює імовірності появи цих подій в майбутньому (звичайно, за тих же умов).

Сукупність значень випадкової величини, отриманих під час масових випробувань, розташованих у висхідному порядку із зазначенням їх імовірності або частоти, називають **розподілом випадкової величини**.

Однією з основних задач математичної статистики є розробка методів вивчення масових явищ або процесів на основі порівняно невеликої кількості випробувань. Ці методи мають своє наукове обґрунтування, яке називають теорією вибірок.

Згідно з цією теорією, групу предметів, об'єднаних певною спільною ознакою або властивістю кількісного чи якісного характеру, називають **статистичною сукупністю**. Наприклад, партію деталей, оброблену зі сталими технологічними умовами на певній операції, можна розглядати як статистичну сукупність. Спільною ознакою може бути досліджуваний розмір поверхні або розмір між поверхнями.

Для обстеження великих сукупностей використовують вибірки з них. Таким чином, **вибіркою** називають частину членів сукупності, відібраних із неї для отримання інформації про всю сукупність. У цьому випадку сукупність, що її представляє вибірка, називають **генеральною сукупністю**.

Кількість членів вибірки складає її **об'єм**.

Для того, щоб за даними аналізу вибірки можна було робити висновки про певну ознаку генеральної сукупності, необхідно, щоб члени вибірки правильно її представляли, тобто вибірка має бути **репрезентативною**.

Під час статистичних досліджень технологічних переходів механічної обробки для забезпечення репрезентативності вибірки оброблених заготовок повинні виконуватись такі умови:

- всі заготовки мають оброблятися безперервно на одному верстаті одним інструментом з однаковими режимами різання;
- верстат має працювати з приблизно однаковими зупинками для установлення й знімання заготовок, без тривалих перерв;

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

- всі заготовки мають бути виготовлені з одного й того ж матеріалу;
- під час обробляння заготовок вибірки різальний інструмент не повинен зніматися, переточуватися, правитись і підналагоджуватись.

Всі заготовки вибірки після механічної обробки вимірюються за допомогою універсальних вимірювальних інструментів з ціною поділки, яка не перевищує $\frac{T}{10}$, де T – допуск вимірюваного розміру.

В цій лабораторній роботі розглядається методика статистичного аналізу точності обробки за допомогою побудови та аналізу кривих розподілу.

Розглянемо методику виконання такого аналізу на прикладі обробки партії заготовок на токарному напівавтоматі. Припустимо, що верстат настроєний на обробку отвору розміром $\varnothing 40H9(^{+0,062})$ мм.

Для спрощення припустимо, що під час обробки на технологічний процес впливали лише випадкові похибки (коливання розміру заготовок; твердості їх поверхонь тощо), які призвели до розсіювання розмірів деталей в партії.

Для аналізу відібрана вибірка послідовно оброблених деталей об'ємом 50 штук з такими розмірами (таблиця 5.1). Дійсні розміри отворів, записані в таблицю в послідовності обробки заготовок.

В результаті аналізу отриманої сукупності дійсних розмірів отворів має бути побудована крива їх розподілу. Цю криву будують у такій послідовності.

Після проведення вимірювань досліджуваного розміру x визначають емпіричне поле розсіювання δ_e , під яким розуміють інтервал, у якому знаходяться дійсні значення x . Його знаходять як різницю найбільшого і найменшого значень x , тобто

$$\delta_e = x_{\max} - x_{\min} . \quad (5.2)$$

У розглядуваному випадку $\delta_e = 40,063 - 40,000 = 0,063$ мм.

Таблиця 5.1. Дійсні розміри отворів

40,037	40,000	40,035	40,029	40,041
40,023	40,012	40,036	40,028	40,042
40,030	40,032	40,036	40,030	40,043
40,024	40,014	40,027	40,037	40,018
40,052	40,046	40,022	40,033	40,045
40,025	40,017	40,063	40,031	40,015
40,026	40,044	40,048	40,032	40,047
40,036	40,019	40,039	40,013	40,038
40,028	40,039	40,020	40,031	40,024
40,036	40,024	40,038	40,034	40,031

Далі поле розсіювання розбивають на певну кількість інтервалів k (найчастіше $k = 7 \dots 11$) і визначають ширину інтервалу Δ за формулою

$$\Delta = \frac{\delta}{k} . \quad (5.3)$$

Прийнявши $k = 7$, отримаємо $\Delta = 0,063/7 = 0,009$ мм.

Результат обчислення Δ допускається дещо округляти в більшу сторону.

Подальші результати аналізу сукупності дійсних розмірів можна оформити у вигляді таблиці 9.2.

Емпіричний розподіл випадкової величини можна показати графічно (рис 9.1) у вигляді **полігона розподілу** (ламана лінія) або **гістограми розподілу** (ступінчаста лінія).

Очевидно, що значення частот m_i будуть залежати від ширини вибраного інтервалу. Щоб позбутися цього, розглядають емпіричну щільність розподілу випадкової величини, розуміючи під останньою відношення частоти до величини інтервалу

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

$$y_{e_i} = \frac{m_i}{\Delta_i}, \quad (5.4)$$

де i – порядковий номер інтервалу.

Таблиця 5.2. Розрахунок параметрів гістограми розподілу

№ інтервалу	Границі інтервалу, мм	Підрахунок частот	Частота, f	Частість, m	Емпірична щільність розподілу, y_e
1	2	3	4	5	6
1	Від 40,000 до 40,009	//	2	0,04	4,4
2	Поверх 40,009 до 40,018	////	5	0,10	11,1
3	Поверх 40,018 до 40,027	//// //	9	0,18	20,0
4	Поверх 40,027 до 40,036	//// //// //// //	19	0,38	42,2
5	Поверх 40,036 до 40,045	//// ////	10	0,20	22,0
6	Поверх 40,045 до 40,054	////	4	0,08	8,9
7	Поверх 40,054 до 40,063	/	1	0,02	2,2

В цьому випадку вид графіка не залежить від величини інтервалу Δ . Цей інтервал навіть можна вибирати різним на різних ділянках графіка. Зі збільшенням кількості деталей в партії, підвищенням точності їх вимірювання і наближенням Δ до нуля, графік емпіричної щільності розподілу наближається до гладкої кривої, яку називають **емпіричною диференціальною кривою розподілу** або розподілом випадкової величини.

Для того, щоб за знайденим розподілом розмірів вибірки спрогнозувати результати обробки заготовок, які складають генеральну сукупність, потрібно знайдений (емпіричний) закон розподілу замінити теоретичним законом, який за формою був би близьким до емпіричного.

Встановлено, що емпіричний розподіл розмірів заготовок, оброблених на настроєному верстаті, найчастіше близький до **закону нормального розподілу** (закону Гаусса).

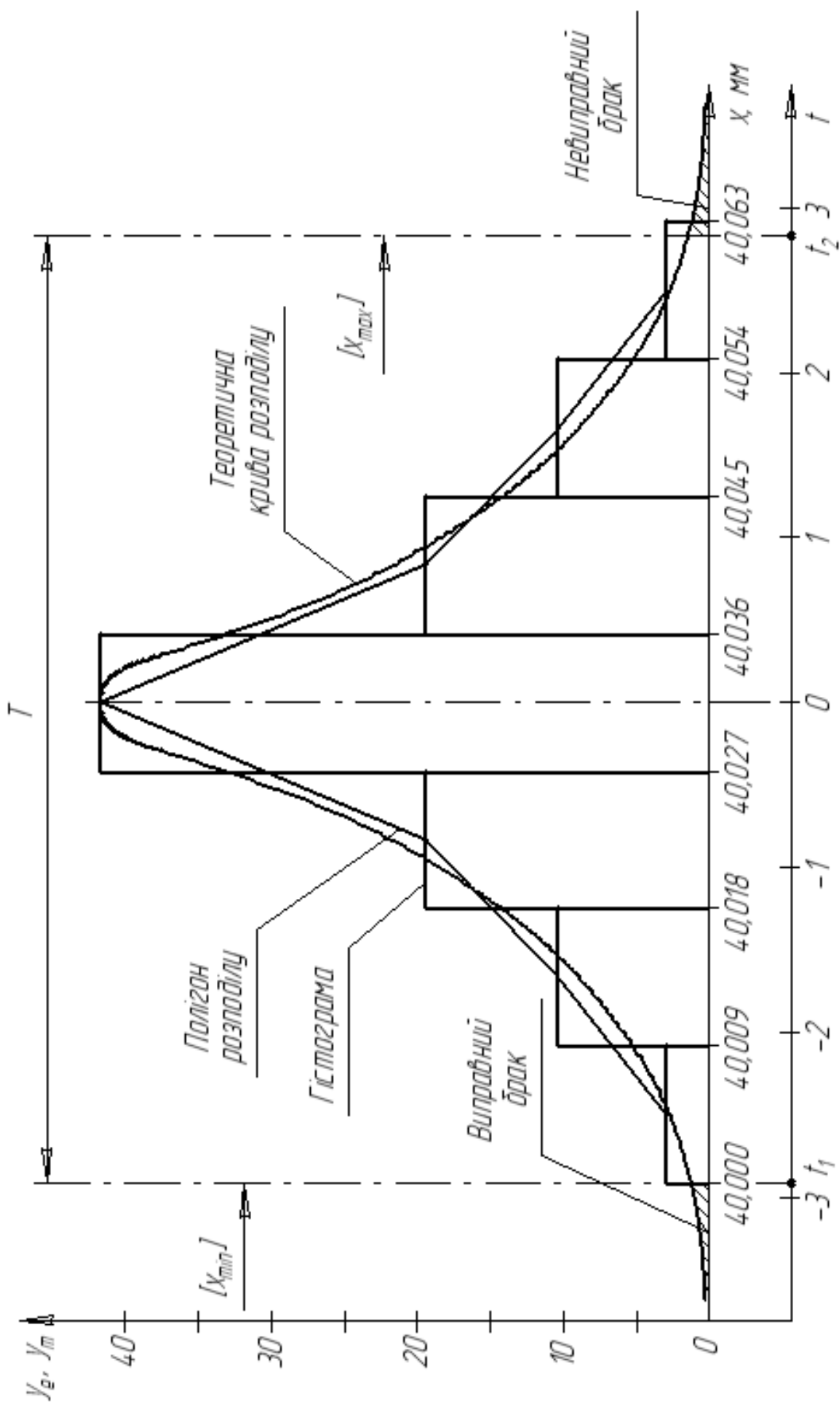


Рисунок 5.1. І рафки емпіричної і теоретичної характеристик розподілу безперервної випадкової величини (розміру x)

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

Диференціальна функція розподілу безперервної випадкової величини, що підпорядковується закону нормального розподілу, визначається виразом

$$y(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (5.5)$$

де y – теоретична щільність розподілу, $\bar{x}$ – середнє значення розміру x , σ – середнє квадратичне відхилення випадкової величини (розміру x).

В статистичному аналізі використовується також інтегральна функція нормального розподілу:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (5.6)$$

Значення $\bar{x}$ та σ можна знайти за формулами:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k x_i f_i; \quad (5.7)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\bar{x}_i - \bar{x})^2 f_i}, \quad (5.8)$$

де n – кількість заготовок у вибірці (об'єм вибірки); x_i – середній розмір i -го інтервалу; f_i – частота i -го інтервалу.

Для прикладу, що розглядається,

$$\begin{aligned} \bar{x} = \frac{1}{50} (40,0045 \times 2 + 40,0135 \times 5 + 40,0225 \times 9 + 40,0315 \times 19 + \\ + 40,0405 \times 10 + 40,0495 \times 4 + 40,0585 \times 1) = 40,031 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma = \sqrt{\frac{1}{50} ((40,0045 - 40,031)^2 \times 2 + (40,0135 - 40,031)^2 \times 5 + (40,0225 - 40,031)^2 \times 9 + \\ + (40,0315 - 40,031)^2 \times 19 + (40,0405 - 40,031)^2 \times 10 + (40,0495 - 40,031)^2 \times 4 + \\ + (40,0585 - 40,031)^2 \times 1)} = 0,011 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Подальший аналіз результатів вимірювань здійснюється за допомогою таблиць унормованих законів розподілу. Для уможливлення використання таких таблиць розмірну незалежну змінну x замінюють безрозмірною незалежною змінною t , яка зв'язана з x таким співвідношенням:

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} . \quad (5.9)$$

З урахуванням (5.9), рівняння (5.5) можна записати у вигляді:

$$y(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} . \quad (5.10)$$

Важливою особливістю виразу (9.9) є те, що в інтервалі $\pm 3\sigma$ із серединою в точці, що відповідає значенню $\bar{x}$, знаходиться 99,7% усієї площі під кривою розподілу, тобто теоретичне поле розсіювання складає приблизно 6σ . Крім того, крива Гаусса є симетричною відносно середнього розміру $\bar{x}$, і тому

$$y(-t) = y(t) .$$

Виразу (5.6) відповідає інтегральний закону розподілу (нормована функція Лапласа)

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2}t^2} dt . \quad (5.11)$$

Функція (5.11) є непарною і тому

$$\Phi(-t) = -\Phi(t) ,$$

тобто для від'ємних значень t табличні значення цієї функції беруться зі знаком мінус.

Замінивши емпіричний розподіл теоретичною кривою розподілу, варто оцінити справедливість цієї заміни. Це можна зробити з використанням критерію згоди Колмогорова. Суть критерію полягає у порівнянні емпіричного інтегрального розподілу з теоретичним інтегральним розподілом.

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

Значення емпіричного інтегрального розподілу, яке відповідає j -му інтервалу, можна знайти за формулою

$$F_j^e(x_j) = \sum_{i=1}^j m_i. \quad (5.12)$$

Значення теоретичного інтегрального розподілу, яке відповідає верхній границі j -того інтервалу, становить:

$$F_j^r(x_j^{\max}) = \frac{1}{2} + \Phi(t_j^{\max}), \quad (5.13)$$

де $t_j^{\max} = \frac{x_j^{\max} - \bar{x}}{\sigma}$ – значення безрозмірної змінної, яке відповідає верхній границі j -того інтервалу.

Для прикладу, що розглядається, значення емпіричного і теоретичного інтегрального розподілу, розраховані відповідно за формулами (9.11) і (9.12), показані в таблиці 5.3.

Критерій згоди Колмогорова визначається за формулою

$$\lambda = \left| F_j^e - F_j^r \right|_{\max} \sqrt{n}. \quad (5.14)$$

Таблиця 5.3. Емпіричний і теоретичний інтегральний розподіл

№ інтервалу	Емпіричний інтегральний розподіл, F_j^e	Верхня границя інтервалу, $\bar{x}_j$	Значення безрозмірної змінної, яке відповідає верхній границі інтервалу, $t_j^{\max}$	Теоретичний інтегральний розподіл, F_j^r	Різниця між емпіричним і теоретичним інтегральним розподілом, $F_j^e - F_j^r$
1	0,04	40,009	-2,0	0,023	0,017
2	0,14	40,018	-1,18	0,119	0,021
3	0,32	40,027	-0,36	0,360	0,040
4	0,70	40,036	0,27	0,607	0,093
5	0,90	40,045	1,09	0,861	0,039
6	0,98	40,054	1,91	0,972	0,008
7	1,00	40,063	2,72	0,997	0,003

Для прикладу, що розглядається, величина $\left| F_j^e - F_j^T \right|_{\max}$ відповідає четвертому інтервалу і складає 0,093. Величина λ , розрахована за формулою (9.14), складає 0,658. За додатком В визначимо, що імовірність $P(\lambda)$ відповідності емпіричного розподілу закону нормального розподілу складає 0,79.

Вважається [3, 4 та ін.], що розбіжність між емпіричним і нормальним розподілами є несуттєвою, якщо $P(\lambda) \geq 0,05$. Тому можна вважати, що в даному випадку емпіричний розподіл близький до нормального.

Далі, показавши на осі x (див. рис. 9.1) поле допуску досліджуваного технологічного розміру, можна визначити відсоток імовірного браку (виправного та невиправного).

Відсоток виправного браку для отвору (для вала – невиправного) складе

$$m_{\text{бр}}^e = [0,5 - \Phi(t_1)] 100 \% , \quad (5.15)$$

де $t_1 = \frac{[x_{\min}] - \bar{x}}{\sigma}$ – координата по осі t нижньої границі поля допуску (див. рис. 5.1), $[x_{\min}]$ – найменше допустиме значення технологічного розміру.

Величини $\Phi(t_1)$ та $\Phi(t_2)$ визначаються за таблицею функції Лапласа (додаток А):

Відповідно, відсоток невиправного браку для отвору (для вала – виправного):

$$m_{\text{бр}}^B = [0,5 - \Phi(t_2)] 100 \% , \quad (5.16)$$

де $t_2 = \frac{[x_{\max}] - \bar{x}}{\sigma}$ – координата по осі t нижньої границі поля допуску, $[x_{\max}]$ – найбільше допустиме значення технологічного розміру.

Аналіз точності технологічного переходу можна виконати також за допомогою коефіцієнта K_T точності виконання і коефіцієнта E зміщення налагодження.

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

Коефіцієнт точності виконання

$$K_T = \frac{6\sigma}{T}, \quad (5.17)$$

де T – допуск досліджуваного технологічного розміру.

Коефіцієнт зміщення налагодження:

$$E = \frac{|\bar{x} - [\bar{x}]|}{T}, \quad (5.18)$$

де $[\bar{x}] = \frac{[x_{\max}] + [x_{\min}]}{2}$ – середнє значення заданого технологічного розміру.

Визначений за формулою (9.18) фактичний коефіцієнт зміщення настройки порівнюється з допустимим

$$E_{\text{доп}} = \frac{T - 6\sigma}{2T}. \quad (5.19)$$

Варто зазначити, що зміщення середини кривої розподілу відносно середини поля допуску може передбачатись для компенсації систематичних похибок, що закономірно змінюються (наприклад, похибки, що спричиняється розмірним зносом різального інструмента), тільки за умови, якщо $T > 6\sigma$. Якщо ж $T \leq 6\sigma$, то таке зміщення призводить до збільшення браку і тому є недоцільним.

Таким чином, робота без браку забезпечується, якщо виконуються такі умови:

$$K_T \leq 1; \quad (5.20)$$

$$E \leq E_{\text{доп}}. \quad (5.21)$$

5.2. Прилади та матеріали

1. Мікрометр (ціна поділки – 0,01 мм).
2. Вибірка оброблених деталей об'ємом 50 шт.

5.3. Порядок виконання роботи

1. В деталях вибірки виміряти один з розмірів (за вказівкою викладача), серед значень розмірів вибрати мінімальний та максимальний,

знайти поле розсіювання і розбити його на непарну кількість інтервалів (рекомендована кількість – 7).

2. Для кожного з інтервалів визначити частоту, частість, емпіричну щільність розподілу і записати в таблицю, яку оформити у формі табл. 5.2.

3. За даними таблиці побудувати емпіричний диференціальний розподіл (див. рис. 5.1), у вигляді гістограми та полігона розподілу. На графіку показати також поле допуску (задається викладачем).

4. Визначити середнє значення розміру $\bar{x}$ і середнє квадратичне відхилення σ за формулами (5.7) і (5.8).

5. На графік емпіричного розподілу (див. рис. 5.1) нанести теоретичну криву розподілу (криву Гаусса):

$$y(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} = \frac{z}{\sigma}$$

Значення функції $z = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2}$ можна взяти з додатка Б. Для даного випадку достатньо взяти точки $t = 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3$, а другу половину кривої побудувати симетрично.

6. Для кожного з інтервалів визначити значення емпіричного і теоретичного інтегрального розподілу за формулами (5.12) і (5.13). Результати оформити у формі таблиці 5.3.

7. За критерієм згоди Колмогорова оцінити міру наближення емпіричного закону розподілу до нормального.

8. Визначити відсоток виправного й невиправного браку за формулами (5.15) і (5.16).

9. Визначити коефіцієнт точності виконання і коефіцієнт зміщення налагоджування за формулами (5.17) і (5.18), допустимий коефіцієнт зміщення налагоджування за формулою (5.19) і перевірити виконання умов (5.20) і (5.21).

10. Зробити висновки і, за необхідності, запропонувати заходи щодо підвищення точності механічної обробки на досліджуваному технологічному переході.

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

5.4. Зміст звіту

1. Назва і мета роботи.
2. Ескіз деталі зі вказаним досліджуваним розміром.
3. Результати вимірювань розміру x (у формі таблиці 5.1).
4. Результати статистичної обробки вимірювань (таблиця 5.2).
5. Гістограма, полігон і теоретична крива розподілу (рис. 5.1).
6. Визначення емпіричного і теоретичного інтегрального розподілу (у формі таблиці 5.3). Визначення критерію згоди Колмогорова і висновок щодо близькості емпіричного розподілу до нормального закону розподілу.
7. Визначення імовірного браку, коефіцієнта точності виконання і коефіцієнта зміщення налагодження.
6. Висновки й пропозиції.

5.5. Завдання до виконання практичної роботи

Варіант №1

Оброблюваний розмір $\varnothing 100^{+0,5}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	100,30	11	100,22	21	100,22	31	100,19	41	100,18
2	100,25	12	100,13	22	100,31	32	100,12	42	100,25
3	100,24	13	100,18	23	100,31	33	100,10	43	100,22
4	100,33	14	100,28	24	100,09	34	100,29	44	100,25
5	100,32	15	100,14	25	100,21	35	100,16	45	100,27
6	100,17	16	100,12	26	100,23	36	100,17	46	100,25
7	100,14	17	100,25	27	100,15	37	100,00	47	100,09
8	100,21	18	100,18	28	100,05	38	100,27	48	100,23
9	100,20	19	100,19	29	100,24	39	100,23	49	100,16
10	100,22	20	100,15	30	100,26	40	100,40	50	100,20

Варіант №2. Оброблюваний розмір $\varnothing 10^{+0,5}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	10,30	11	10,22	21	10,22	31	10,19	41	10,18
2	10,25	12	10,13	22	10,31	32	10,12	42	10,25
3	10,24	13	10,18	23	10,31	33	10,10	43	10,22
4	10,33	14	10,28	24	10,09	34	10,29	44	10,25
5	10,32	15	10,14	25	10,21	35	10,16	45	10,27
6	10,17	16	10,12	26	10,23	36	10,17	46	10,25
7	10,14	17	10,25	27	10,15	37	10,00	47	10,09
8	10,21	18	10,18	28	10,05	38	10,27	48	10,23
9	10,20	19	10,19	29	10,24	39	10,23	49	10,16
10	10,22	20	10,15	30	10,26	40	10,40	50	10,20

Варіант №3. Оброблюваний розмір $\varnothing 20^{+0,3}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	20,30	11	20,22	21	20,22	31	20,19	41	20,18
2	20,25	12	20,13	22	20,31	32	20,12	42	20,25
3	20,24	13	20,18	23	20,31	33	20,10	43	20,22
4	20,33	14	20,28	24	20, 09	34	20,29	44	20,25
5	20,32	15	20,14	25	20,21	35	20,16	45	20,27
6	20,17	16	20,12	26	20,23	36	20,17	46	20,25
7	20,14	17	20,25	27	20,15	37	20,00	47	20,09
8	20,21	18	20,18	28	20,05	38	20,27	48	20,23
9	20,20	19	20,19	29	20,24	39	20,23	49	20,16
10	20,22	20	20,15	30	20,26	40	20,40	50	20,20

Варіант №4. Оброблюваний розмір $\varnothing 17^{+0,6}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	17,30	11	17,22	21	17,22	31	17,19	41	17,18
2	17,25	12	17,13	22	17,31	32	17,12	42	17,25
3	17,24	13	17,18	23	17,31	33	17,10	43	17,22
4	17,33	14	17,28	24	17, 09	34	17,29	44	17,25
5	17,32	15	17,14	25	17,21	35	17,16	45	17,27
6	17,17	16	17,12	26	17,23	36	17,17	46	17,25
7	17,14	17	17,25	27	17,15	37	17,00	47	17,09
8	17,21	18	17,18	28	17,05	38	17,27	48	17,23
9	17,17	19	17,19	29	17,24	39	17,23	49	17,16
10	17,22	20	17,15	30	17,26	40	17,40	50	17,17

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

Варіант №5. Оброблюваний розмір $\varnothing 23^{+0,25}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	23,30	11	23,22	21	23,22	31	23,19	41	23,18
2	23,25	12	23,13	22	23,31	32	23,12	42	23,25
3	23,24	13	23,18	23	23,31	33	23,10	43	23,22
4	23,33	14	23,28	24	23, 09	34	23,29	44	23,25
5	23,32	15	23,14	25	23,21	35	23,16	45	23,27
6	23,23	16	23,12	26	23,23	36	23,23	46	23,25
7	23,14	17	23,25	27	23,15	37	23,00	47	23,09
8	23,21	18	23,18	28	23,05	38	23,27	48	23,23
9	23,23	19	23,19	29	23,24	39	23,23	49	23,16
10	23,22	20	23,15	30	23,26	40	23,40	50	23,23

Варіант №6. Оброблюваний розмір $\varnothing 34^{+0,4}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	34,30	11	34,22	21	34,22	31	34,19	41	34,18
2	34,25	12	34,13	22	34,31	32	34,12	42	34,25
3	34,24	13	34,18	34	34,31	33	34,10	43	34,22
4	34,33	14	34,28	24	34, 09	34	34,29	44	34,25
5	34,32	15	34,14	25	34,21	35	34,16	45	34,27
6	34,34	16	34,12	26	34,34	36	34,34	46	34,25
7	34,14	17	34,25	27	34,15	37	34,00	47	34,09
8	34,21	18	34,18	28	34,05	38	34,27	48	34,34
9	34,34	19	34,19	29	34,24	39	34,34	49	34,16
10	34,22	20	34,15	30	34,26	40	34,40	50	34,34

Варіант №7. Оброблюваний розмір $\varnothing 27^{+0,33}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	27,30	11	27,22	21	27,22	31	27,19	41	27,18
2	27,25	12	27,13	22	27,31	32	27,12	42	27,25
3	27,24	13	27,18	23	27,31	33	27,10	43	27,22
4	27,33	14	27,28	24	27, 09	34	27,29	44	27,25
5	27,32	15	27,14	25	27,21	35	27,16	45	27,27
6	27,17	16	27,12	26	27,23	36	27,17	46	27,25
7	27,14	17	27,25	27	27,15	37	27,00	47	27,09
8	27,21	18	27,18	28	27,05	38	27,27	48	27,23
9	27,20	19	27,19	29	27,24	39	27,23	49	27,16
10	27,22	20	27,15	30	27,26	40	27,40	50	27,20

Варіант №8. Оброблюваний розмір $\varnothing 47^{+0,5}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	47,30	11	47,22	21	47,22	31	47,19	41	47,18
2	47,25	12	47,13	22	47,31	32	47,12	42	47,25
3	47,24	13	47,18	23	47,31	33	47,10	43	47,22
4	47,33	14	47,28	24	47, 09	34	47,29	44	47,25
5	47,32	15	47,14	25	47,21	35	47,16	45	47,27
6	47,17	16	47,12	26	47,23	36	47,17	46	47,25
7	47,14	17	47,25	27	47,15	37	47,00	47	47,09
8	47,21	18	47,18	28	47,05	38	47,27	48	47,23
9	47,20	19	47,19	29	47,24	39	47,23	49	47,16
10	47,22	20	47,15	30	47,26	40	47,40	50	47,20

Варіант №9. Оброблюваний розмір $\varnothing 53^{+0,5}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	53,30	11	53,22	21	53,22	31	53,19	41	53,18
2	53,25	12	53,13	22	53,31	32	53,12	42	53,25
3	53,24	13	53,18	23	53,31	33	53,10	43	53,22
4	53,33	14	53,28	24	53, 09	34	53,29	44	53,25
5	53,32	15	53,14	25	53,21	35	53,16	45	53,27
6	53,17	16	53,12	26	53,23	36	53,17	46	53,25
7	53,14	17	53,25	27	53,15	37	53,00	47	53,09
8	53,21	18	53,18	28	53,05	38	53,27	48	53,23
9	53,20	19	53,19	29	53,24	39	53,23	49	53,16
10	53,22	20	53,15	30	53,26	40	53,40	50	53,20

Варіант №10. Оброблюваний розмір $\varnothing 100^{+0,5}$

№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм	№ п/п	D, мм
1	65,30	11	65,22	21	65,22	31	65,19	41	65,18
2	65,25	12	65,13	22	65,31	32	65,12	42	65,25
3	65,24	13	65,18	23	65,31	33	65,10	43	65,22
4	65,33	14	65,28	24	65, 09	34	65,29	44	65,25
5	65,32	15	65,14	25	65,21	35	65,16	45	65,27
6	65,17	16	65,12	26	65,23	36	65,17	46	65,25
7	65,14	17	65,25	27	65,15	37	65,00	47	65,09
8	65,21	18	65,18	28	65,05	38	65,27	48	65,23
9	65,20	19	65,19	29	65,24	39	65,23	49	65,16
10	65,22	20	65,15	30	65,26	40	65,40	50	65,20

Тема 5. Статистичний аналіз точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу

5.6. Питання для самоперевірки

1. Суть методу статистичного аналізу точності механічної обробки за допомогою кривих розподілу.
3. Яким вимогам мають задовольняти заготовки, що підлягають аналізу точності за допомогою кривих розподілу?
4. Основні статистичні характеристики розподілу безперервних випадкових величин.
5. Які статистичні характеристики точності технологічного переходу можна визначити за допомогою побудови і аналізу кривих розподілу?
6. Як визначається імовірний відсоток браку?

Рекомендована література: [8, 9, 11, 16].

Тема 6. АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ

Мета роботи: набуття практичних навичок дослідження та проведення аналізу службового призначення деталі, його формулювання та визначення видів поверхонь за призначенням та формою.

6.1. Короткі теоретичні відомості

Службове призначення деталі – це максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для вирішення якого призначається дана деталь.

Без чіткого уявлення про поверхню деталі, яка підлягає виготовленню, параметри якості, що визначають її призначення, шляхи та методи реалізації завдань технологічного проектування неможливо грамотно і обґрунтовано спроектувати (синтезувати) технологічний процес.

Усі поверхні деталі можуть бути класифіковані за призначенням, за порядком відсікання елементів, які їх утворюють, за формою та іншими ознаками [1, 2, 3].

Класифікація поверхонь за призначенням дає змогу конструктору обґрунтовано поставити до поверхонь вимоги щодо точності, шорсткості, твердості та інших параметрів якості. В той же час ця класифікація дає змогу технологу обґрунтовано призначити раціональні схеми базування. Згідно з цією класифікацією всі поверхні поділяють на виконавчі, основні бази, допоміжні бази та вільні поверхні.

Виконавчі поверхні – це поверхні або їх сполучення, за допомогою яких деталь виконує своє службове призначення. Наприклад, конічні та циліндричні посадочні поверхні шпинделя верстата, призначені для встановлення центра і патрона; робочі поверхні кулачків патрона тощо.

Основні бази – поверхні, за допомогою яких деталь орієнтується у виробі. Основні бази називають також конструкторськими.

Допоміжні бази – поверхні деталі, за допомогою яких визначається положення інших деталей, що приєднуються до даної деталі. Деталь своїми основними базами контактує з допоміжними базами деталей, до яких приєднується.

Вільні поверхні – це поверхні деталей, які не стикаються з поверхнями інших деталей при роботі деталі в машині. Призначення вільних поверхонь – зв'язувати основні і допоміжні бази деталі для надання їй форми, що відповідає службовому призначенню.

Приклад

Для корпусу редуктора: основна база – поверхня основи підшви корпусу редуктора. Допоміжні бази – поверхні основних отворів під підшипники та торці, які прилягають до основних отворів, на яких кріпляться кришки, кріпильні отвори під кришки, кріпильні отвори в основі.

Для підшипника: основна база – зовнішня поверхня зовнішнього кільця підшипника. Допоміжна база – внутрішня поверхня внутрішнього кільця підшипника. Поверхні бігових доріжок підшипникових кілець шарикопідшипника виконують функцію виконавчих поверхонь.

Для вала: основні бази – підшипникові шийки та торці, в які впираються підшипники. Допоміжна база – посадочна шийка під зубчасте колесо і поверхня упорного буртика, що прилягає.

Для зубчастого колеса: основні бази – поверхня центрального отвору і торець ступиці, який контактує з упорним буртиком вала. Допоміжних баз немає. Виконавчі поверхні – бокові поверхні зубців, за допомогою яких передається обертальний момент.

Відзначимо, що деякі поверхні можуть поєднувати в собі різні функції. Так, поверхня шарика шарикопідшипника поєднує в собі функції основної та допоміжної баз, а також функції виконавчої поверхні.

До виконавчих поверхонь та основних баз завжди ставляться високі вимоги, досягнення яких порівняно з іншими поверхнями потребує найдовшого маршруту обробки. Ці поверхні значною мірою визначають маршрут обробки деталі в цілому. Вимоги до допоміжних баз можуть бути різними залежно від ролі і призначення деталей, що приєднуються. Високі вимоги ставляться також до точності взаємного розташування основних та допоміжних баз та виконавчих поверхонь.

До вільних поверхонь не ставляться високі вимоги. Часто обробку вільних поверхонь зовсім не призначають, а якщо й призначають, то в межах 12 - 14 квалітетів точності. Вимоги до точності розташування вільних поверхонь між собою та відносно всіх інших поверхонь теж невисокі.

Класифікація поверхонь за порядком відсікання елементів дає змогу технологу правильно побудувати маршрут обробки деталі. Згідно з цією класифікацією всі поверхні деталі поділяються на основні і поверхні першого, другого та інших рангів.

Основними називаються поверхні, що утворюють первісний контур заготовки або його проміжний стан. Основні поверхні обробляються в першу чергу, якщо вони обробляються взагалі. *Поверхнями першого рангу* є поверхні, які можуть бути оброблені тільки після обробки основних поверхонь. *До поверхонь другого рангу* належать поверхні, які можуть бути оброблені тільки після обробки відповідно поверхні першого рангу і т. д.

Так, для деталі, зображеної на рисунку 1.1, основними поверхнями є поверхні циліндра 3 та торці 1 і 7. Поверхнями першого рангу є поверхні фасок 2 і 8 та площина 6. Поверхнями другого рангу є поверхня отвору 4. Різьбова поверхня 5 є поверхнею третього рангу.

Класифікація поверхонь за формою дає змогу технологу правильно вибрати методи їх обробки. Згідно з цією класифікацією всі поверхні поділяють на типові та нормалізовані. З погляду формоутворення типові поверхні поділяють на п'ять класів [3]: плоскі, поверхні обертання, гвинтові, зубчасті та лінійчаті. Форму поверхні при її обробці визначає вид твірної і закон переміщення її у просторі.

До класу *плоских* належать поверхні, утворені поступальним переміщенням твірної по прямій лінії (площина роз'єму корпусу і кришки редуктора, торець вала). *Поверхні обертання* – поверхні, утворені при обертанні прямої чи кривої твірної навколо нерухомої осі (поверхні циліндра, фасонні рукоятки, отвору). До класу *гвинтових* належать поверхні, описувані прямою чи кривою твірною при її гвинтовому русі навколо нерухомої осі (робоча поверхня нарізки). До *зубчастих* поверхонь належать поверхні, утворені обгинанням твірної, яка переміщується у просторі за певним законом (робоча поверхня зубців шестерень, евольвентних шліців). *Лінійчаті поверхні* – поверхні, утворені рухом у просторі прямої лінії по будь-якому, відмінному від кола, контуру паралельно до самої себе (робоча поверхня кулачка, заціпки).

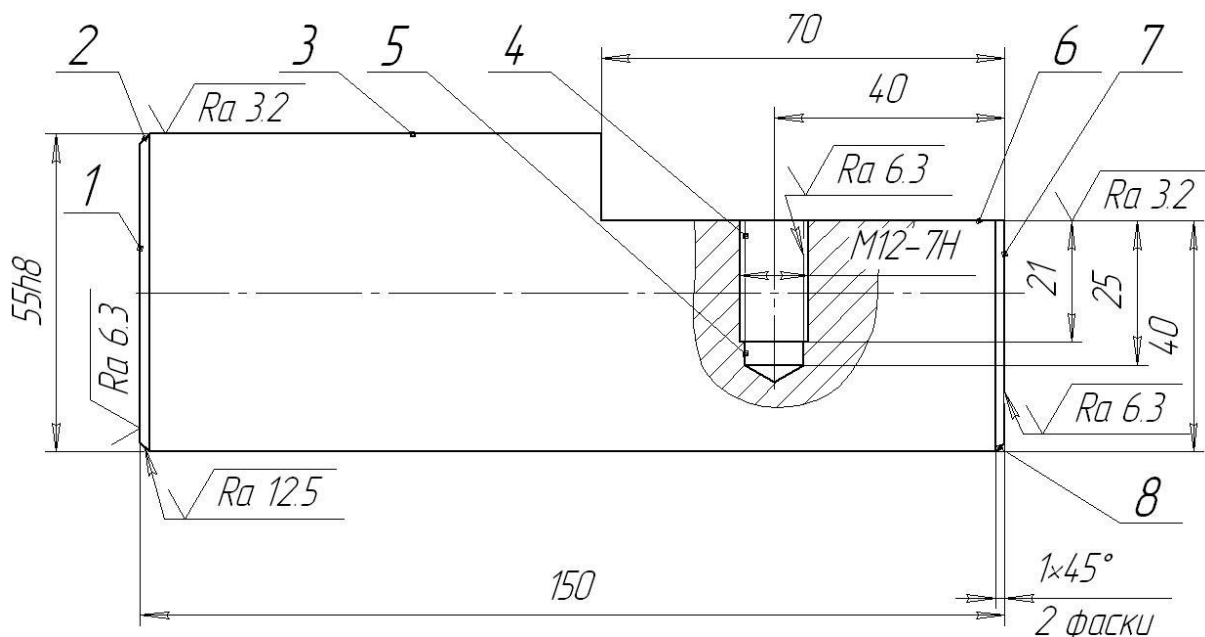


Рисунок 6.1 – Штовхач

Кожний з названих класів поділяється на підкласи і види. Наприклад, плоскі поверхні: на площини (без виступу, з виступом), пази (прямокутні, трапецеїдальні), вікна (з прямими стінками, з похилими стінками); поверхні обертання: на зовнішні (відкриті та напіввідкриті) і внутрішні (відкриті, напіввідкриті та закриті).

До нормалізованих належать поверхні, утворені сполученням типових поверхонь з метою створення нормалізованих елементів деталі – канавок, пазів, шліців тощо. Кожному класу поверхонь властивий певний набір методів обробки.

Приклад

Деталь «Ступиця» (рисунок 6.2) виготовляється із сталі 45 і слугує для встановлення вала в складальній одиниці. Має ступінчасту зовнішню поверхню, яка є поєднанням двох поверхонь обертання. Внутрішня поверхня – отвір, що має шпонковий паз. Для закріплення «Ступиці» у вузлі передбачені кріпильні отвори.

Основні конструкторські бази деталі – це зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 170h8^{(+0,063)}$, що слугує для правильної орієнтації у вузлі, та торець правий $\varnothing 280$.

Допоміжні бази деталі – це $\varnothing 116H8^{(+0,035)}$, торець лівий $\varnothing 280$, торець правий $\varnothing 170h8^{(+0,063)}$, кріпильні отвори $\varnothing 21$, шпонковий паз, різьбовий отвір М10-7Н, лиска розмірами 5×50 , канавка шириною $6^{+0,1}$, $\varnothing 140$.

Вільна поверхня – $\varnothing 280$, фаска $4 \times 45^\circ$.

У відповідності з призначенням поверхонь до них ставляться такі вимоги: найбільш точними є основні та допоміжні бази (діаметральні розміри). До них ставиться вимога обробки по 8 квалітету з шорсткістю $R_a = 1,6$ мкм ($\varnothing 170h8^{(+0,063)}$, $\varnothing 116H8^{(+0,035)}$).

Інші поверхні, що слугують допоміжними конструкторськими базами, повинні мати такі характеристики: торцеві поверхні $\varnothing 280$ мм

(правий торець) та $\varnothing 170h8$ повинні бути оброблені згідно 10 квалітету з шорсткістю $R_a = 1,6$ мкм та $R_a = 6,3$ мкм відповідно. Шпонковий паз повинен бути оброблений згідно 9 квалітету з шорсткістю $R_a = 3,2$ мкм. Кріпильні отвори $\varnothing 21$ повинні мати після механічної обробки 12 квалітет та шорсткість поверхні $R_a = 12,5$ мкм. Лиска має розміри 5×50 , канавка шириною $6^{+0,1}$, $\varnothing 140$, лівий торець $\varnothing 280$ – 12 квалітет та $R_a = 6,3$ мкм.

Вільна поверхня $\varnothing 280$ мм в результаті механічної обробки повинна мати точність 12 квалітету та шорсткість $R_a = 12,5$ мкм.

Вимоги щодо відносного розташування поверхонь:

- співвісність поверхні $\varnothing 170h8$ відносно бази А;
- перпендикулярність торцевої поверхні $\varnothing 280$ (правий торець) відносно бази А;
- позиційний допуск отворів $\varnothing 21$ відносно бази Б.

Квалітети точності та шорсткість оброблюваних поверхонь можуть бути забезпечені при застосуванні відповідних методів обробки та кількості переходів. Відносне розташування поверхонь може бути забезпечене за рахунок застосування відповідних схем базування при механічній обробці та правильній організації змісту операцій.

6.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Вивчення конструкції деталі (робочого креслення деталі).
3. Формулювання службового призначення деталі.
4. Визначення видів поверхонь за призначенням (виконавчих, основних та допоміжних конструкторських баз, вільних поверхонь) та за формою.
5. Характеристика точності виконання встановлених видів поверхонь, їх шорсткості та відносного розташування.
6. Висновки до роботи.

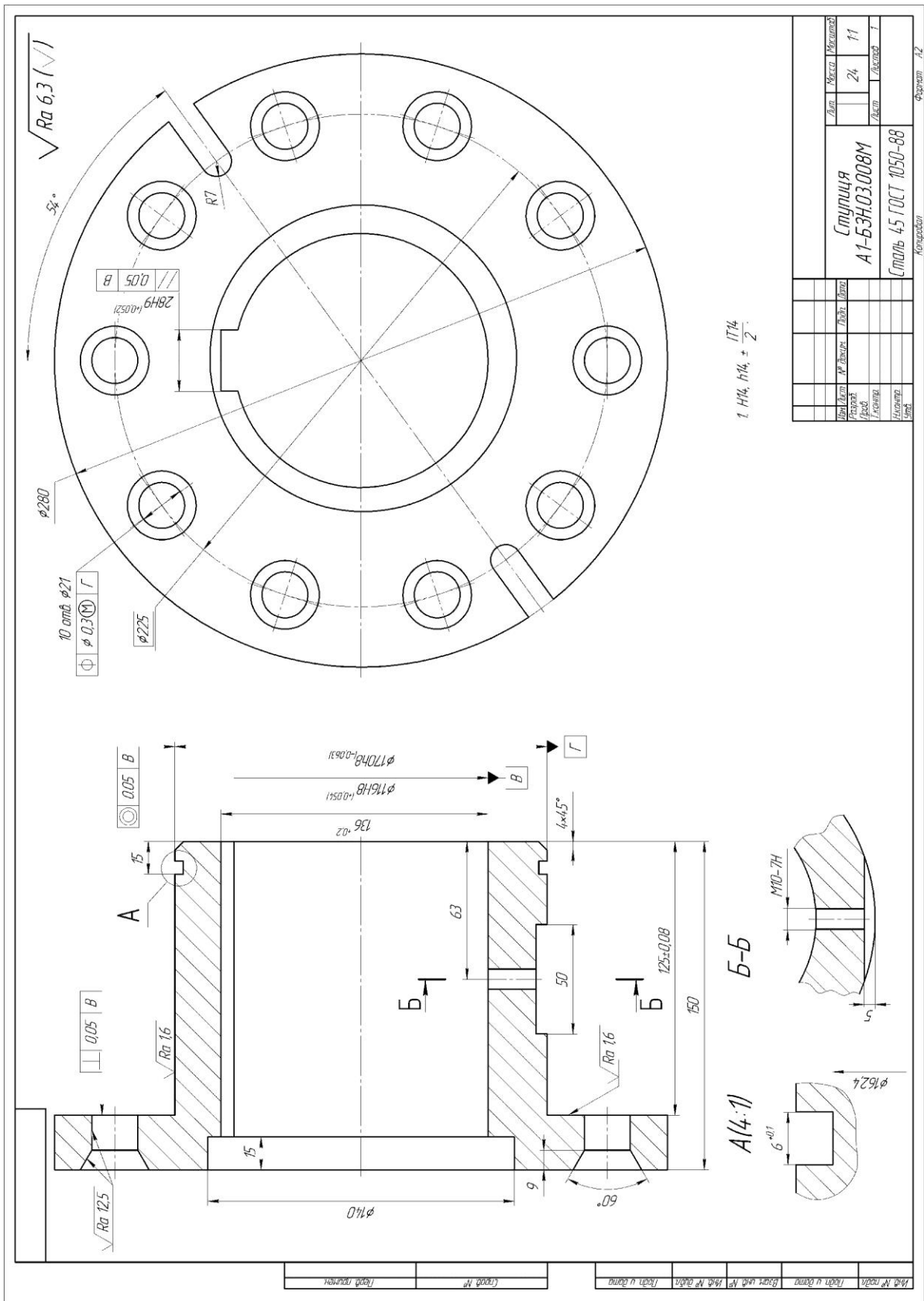


Рисунок 6.2 – Креслення деталі «Ступиця»

6.3. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Креслення деталі.
3. Формулювання службового призначення деталі.
4. Класифікація видів поверхонь за призначенням та формою.
5. Характеристика точності, шорсткості та їх відносного розташування.
6. Загальні Висновки до роботи.

6.4. Завдання для виконання практичної роботи.

Виконати аналіз службового призначення деталі відповідно до варіанту
(Додаток Л)

6.5. Питання для самоконтролю

1. Службове призначення деталі.
2. Виконавчі поверхні деталі.
3. Основні бази.
4. Допоміжні бази.
5. Вільні поверхні.
6. Класифікація поверхонь за формою.
7. Класифікація поверхонь за порядком відсікання елементів.
8. Плоскі поверхні.
9. Поверхні обертання.
10. Гвинтові поверхні.
11. Зубчасті поверхні.
12. Лінійчаті поверхні.
13. Поверхні, до яких ставляться найбільш високі вимоги.
14. Поверхні, до яких не ставляться високі вимоги.

Рекомендована література [1,2,3]

Тема 7. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ

Мета роботи – набуття практичних навичок визначення типу виробництва за заданою програмою випуску деталей та встановлення форми організації роботи при виконанні технологічного процесу механічної обробки деталі.

7.1. Короткі теоретичні відомості

В машинобудуванні розрізняють три види виробництва: масове, серійне та одиничне.

В масовому виробництві вироби виготовляють безперервно у відносно великій кількості та протягом тривалого (декілька років) часу. Але характерною ознакою масового виробництва є не тільки кількість виробів, що випускаються, а виконання на більшості робочих місць тільки однієї закріпленої за ними операції, яка постійно повторюється. Продукція масового виробництва – вироби вузької номенклатури та стандартного типу, що випускається для широкого збуту споживачеві. Такою продукцією є, наприклад, автомобілі, трактори, електродвигуни, гідроциліндри, насоси, клапани та інші.

Масове виробництво характеризується:

1. Безперервністю випуску одних і тих самих виробів.
2. Використанням спеціального обладнання.
3. Застосуванням багатоінструментальних наладок.
4. Застосуванням спеціального різального та вимірювального інструмента.
5. Розташуванням обладнання по ходу технологічного процесу та складністю наладок верстатів.
6. Використанням прогресивних способів виготовлення заготовок деталей з метою зниження відходів матеріалу.

7. Порівняно невисокою кваліфікацією робітників-верстатників та наявністю наладчиків для металорізального обладнання.

8. Застосуванням багатOVERстатного обслуговування.

9. Найменшою собівартістю обробки в порівнянні з іншими типами виробництва.

10. Масове виробництво є потоковим.

В серійному виробництві виготовляють партії та серії виробів, що регулярно повторюються через певні проміжки часу. Серійне виробництво – багатомономенклатурне. Характерною ознакою серійного виробництва є виконання на більшості робочих місць по декілька операцій, що періодично повторюються. Продукція серійного виробництва - вироби більш широкої номенклатури. Такою продукцією є двигуни внутрішнього згорання, компресори, апарати для доїння корів, сівалки, плуги, борони тощо.

Серійне виробництво характеризується:

1. Періодичним випуском виробів певного виду в значній кількості.

2. Використанням універсального, частково спеціального та обладнання з ЧПК.

3. Застосуванням універсального та частково спеціального різального та вимірювального інструментів.

4. Розташуванням обладнання в залежності від виробів, а в деяких випадках у відповідності з технологічним процесом, який виконується.

5. Використанням універсальних та спеціальних способів виготовлення заготовок.

6. Середньою кваліфікацією робітників-верстатників.

7. Обробка деталей виконується в основному партіями (групова форма організації роботи), але можливе і використання потокової обробки.

8. Середньою собівартістю обробки.

9. Можливістю використання багатOVERстатного обслуговування при наявності верстатів з ЧПК та спеціальних верстатів.

В одиничному виробництві випускають вироби широкої номенклатури у відносно малій кількості і часто індивідуально. Виготовлення виробів або зовсім не повторюється, або повторюється через непевні проміжки часу. Характерною особливістю одиничного виробництва є виконання на робочих місцях різноманітних операцій. Продукція одиничного типу виробництва – машини, які не мають широкого застосування і тому виготовляються за індивідуальним замовленням. До таких машин, наприклад, відносяться експериментальні зразки машин.

Одиничне виробництво характеризується:

1. Випуском окремих виробів в одиничних екземплярах або декількох штук.
2. Використанням універсального обладнання.
3. Використанням стандартного різального та вимірювального інструментів.
4. Розташуванням обладнання по типах верстатів.
5. Використанням простих заготовок у вигляді прокату та універсальних способів їх виготовлення.
6. Високою кваліфікацією робітників-верстатників.
7. Обробка деталей виконується поштучно кожного виду.
8. Собівартість обробки найвища з усіх типів виробництва.
9. Неможливістю використання багатOVERSTATного обслуговування.

Технологічні особливості серійного виробництва змінюються в залежності від номенклатури, випуску та трудомісткості виробів. Тому розрізняють дрібно-, середньо та великосерійне виробництво.

Дрібносерійне виробництво наближається за своїми технологічними особливостями до одиничного, а великосерійне – до масового.

Визначення типу виробництва згідно ГОСТ 3.1108-74 виконується за коефіцієнтом закріплення операцій

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (7.1)$$

де $\sum O$ – сумарна кількість операцій, що виконується на даному робочому місці;

$\sum P$ – сумарна кількість робочих місць для виконання операцій.

Алгоритм виконання розрахунку $K_{з.о}$.

1. Вибір 6-7 найбільш характерних переходів механічної обробки, виключаючи дрібні або трудомісткі переходи (точіння фасок, канавок, нарізання різьби і т.п.).

2. Розрахунок основного та штучно-калькуляційного часу на призначені переходи за формулами наближеного нормування (таблиці 11.1, 11.2), наприклад

$$T_{осн} = 0,17dl \cdot 10^{-3} \text{ хв.}, \quad (7.2)$$

$$T_{шт-к} = T_{осн} \cdot \varphi_k \text{ хв.}, \quad (7.3)$$

де d, l – діаметр, довжина оброблюваної поверхні, мм;

φ_k – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва та типу верстатів, що використовуються для обробки даної партії деталей.

Оскільки при визначенні $T_{осн}$ та C_p необхідно вибирати φ_k та $\eta_{з.н}$, орієнтуючись на тип виробництва, то його попереднє визначення можна виконати за рекомендаціями таблиці 7.4.

3. Розрахунок кількості верстатів для виконання вказаних переходів механічної обробки

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н}}, \quad (7.4)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт.;

F_{∂} – ефективний річний фонд часу роботи верстата (див. таблицю 2.3) [4], наприклад $F_{\partial} = 4060$ год (при роботі в 2 зміни і

використанні універсальних верстатів масою до 10т);

$\eta_{з.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження (залежить від серійності виробництва): одиничне, дрібносерійне – 0,8-0,9; серійне – 0,75-0,85; великосерійне, масове – 0,65-0,75 [4].

4. Визначення прийнятої кількості верстатів шляхом заокруглення розрахункової кількості C_p до найближчого більшого числа Р.

5. Розрахунок фактичного коефіцієнта завантаження верстатів

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_p}{P}. \quad (7.5)$$

7. Визначення кількості операцій, що виконуються на одному робочому місці

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф.}}. \quad (7.6)$$

Таблиця 7.1. Формули наближеного визначення норм часу оброблювання поверхонь

Основний технологічний час при методах обробки, $T_o \cdot 10^{-3}$, хв	Формула
1	2
Чорнове обточування за 1 прохід (d – діаметр поверхні що обробляється, ℓ – довжина ходу ріжучого інструмента)	$0,17 \cdot d \cdot \ell$
Чистове обточування по 11 квалітету	$0,18 \cdot d \cdot \ell$
Чистове обточування по 9 квалітету	$0,2 \cdot d \cdot \ell$
Чорнове підрізання торцю, R_a 6,3 (D – діаметр оброблюваного торцю, мм; $D - d$ – різниця найбільшого і найменшого діаметрів оброблюваного торцю, мм)	$0,037 \cdot (D^2 - d^2)$
Чистове підрізання торцю, R_a 1,6	$0,052 \cdot (D^2 - d^2)$
Відрізання	$0,19 \cdot D^2$
Чорнове і чистове обточування фасонним різцем	$0,63 \cdot (D^2 - d^2)$
Шліфування грубе по 11 квалітету	$0,07 \cdot d \cdot \ell$
Шліфування чистове по 9 квалітету	$0,1 \cdot d \cdot \ell$
Шліфування чистове по 6 квалітету	$0,15 \cdot d \cdot \ell$
Розточування отворів на токарному верстаті	$0,18 \cdot d \cdot \ell$
Свердління отворів	$0,52 \cdot d \cdot \ell$
Розсвердлювання отворів $d = 20 - 60$ мм	$0,31 \cdot d \cdot \ell$

Продовження таблиці 7.1

1	2
Зенкерування	$0,21 \cdot d \cdot \ell$
Розвертання чорнове	$0,43 \cdot d \cdot \ell$
Розвертання чистове	$0,86 \cdot d \cdot \ell$
Внутрішнє шліфування отворів 9 квалітету	$1,5 \cdot d \cdot \ell$
Внутрішнє шліфування отворів 7 квалітету	$1,8 \cdot d \cdot \ell$
Чорнове розточування отворів за один прохід $Ra = 12,5$ мкм	$0,2 \cdot d \cdot \ell$
Чорнове розточування під розвертання	$0,3 \cdot d \cdot \ell$
Розвертання плаваючою розверткою по 9 квалітету	$0,27 \cdot d \cdot \ell$
Розвертання плаваючою розверткою по 7 квалітету (d – діаметр, мм; ℓ – довжина оброблюваної поверхні, мм;)	$0,52 \cdot d \cdot \ell$
Протягування отворів і шпонкових канавок (ℓ – довжина протяжки, мм)	$0,4 \cdot \ell$
Стругання чорнове на повздовжньо-стругальних верстатах	$0,065 \cdot B \cdot \ell$
Стругання чистове під шліфування або шабріння	$0,034 \cdot B \cdot \ell$
Фрезерування чорнове торцевою фрезою:	
за прохід	$6 \cdot \ell$
Чистове	$4 \cdot \ell$
Фрезерування чорнове циліндричною фрезою	$7 \cdot \ell$
Шліфування площин торцем круга (B – ширина оброблюваної поверхні, ℓ – довжина оброблюваної поверхні, мм)	$2,5 \cdot \ell$
Фрезерування зубців черв'ячною фрезою ($D = 80 - 300$ мм) (D – діаметр зубчатого колеса; b – довжина зуба, мм)	$2,2 \cdot D \cdot b$
Обробка зубців черв'ячних коліс ($D = 100 - 400$)	$60,3 \cdot D$
Фрезерування шліцьових валів методом обкатки	$9 \cdot \ell \cdot z$
Шліцефрезерування (ℓ – довжина шліцьового вала, мм; z – число шліців)	$4,6 \cdot \ell \cdot z$
Нарізання різи на валу ($d = 32 - 120$ мм)	$19 \cdot d \cdot \ell$
Нарізання мітчиком різи в отворах ($d = 10 - 24$ мм) (d – діаметр різи, мм; ℓ – довжина різи, мм)	$0,4 \cdot d \cdot \ell$

Таблиця 7.2. Значення коефіцієнта φ_k

Типи верстатів	Виробництво	
	Одиничне, дрібносерійне і серійне	Великосерійне, масове
Токарні	2,14	1,36
Токарно-револьверні	1,98	1,35
Токарно-багаторізьові	—	1,5
Вертикально-свердлильні	1,72	1,3
Радіально-свердлильні	1,75	1,41
Розточувальні	3,25	2,8
Круглошліфувальні	2,1	1,55
Стругальні	1,73	—
Фрезерні	1,84	1,51
Зуборізні	1,66	1,27

Таблиця 7.3. Ефективний (розрахунковий) річний фонд часу F_d роботи обладнання

Обладнання	Режим роботи		
	В одну зміну	В дві зміни	В три зміни
Металорізьове обладнання			
Металорізьові верстати масою, т.:			
До 10	2040	4060	6060
10-100	2000	3985	5945
Металорізьові верстати з програмним управлінням масою, т.:			
До 10	-	3890	5775
10-100		3810	5650
Агрегатні верстати	-	4015	5990
Автоматні лінії	-	3725	5465
Гнучкі виробничі модулі, роботизовані технологічні комплекси масою, т.:	-	-	
До 10			5970(7970)
10-100			5710(7620)
Обладнання складальних цехів			
Робоче місце складальника	2070	4140	6210
Робоче місце з механізованими пристроями	2050	4080	
Складальне автоматичне та напівавтоматичне обладнання	2000	3975	5930
Випробувальні стенди з автоматичною реєстрацією результатів випробування	2010	3975	5960
Автоматичні складальні лінії	-	3725	5465
Випробувальні стенди	2020	4015	5990

Тема 7. Визначення типу виробництва та форми організації роботи

Примітка: в дужках вказаний фонд часу роботи обладнання, якщо робота виконується у вихідні та святкові дні.

7. Розрахунок $\sum O$ і $\sum P$.

8. Визначення $K_{з.о}$ за формулою 2.1.

Таблиця 7.4. Орієнтовні дані для вибору типу виробництва

Виробництво	Кількість оброблюваних деталей одного типорозміру в рік N, шт		
	Важкі (масою >100 кг)	Середні (масою 10-100 кг)	Легкі (масою до 10 кг)
Одиничне	До 5	До 10	До 100
Дрібносерійне	5-100	10-200	100-500
Середньосерійне	100-300	200-500	500-5000
Великосерійне	300-1000	500-5000	5000-50000
Масове	більше 1000	більше 5000	більше 50000

Якщо

$K_{з.о} > 40$ – виробництво одиничне;

$20 < K_{з.о} \leq 40$ – дрібносерійне;

$10 < K_{з.о} \leq 20$ – серійне;

$1 < K_{з.о} \leq 10$ – великосерійне;

$K_{з.о} < 1$ – масове.

При наявності заводських норм часу $T_{шт-к}$ може бути використане згідно заводського варіанту при розрахунку $K_{з.о}$.

Виконання розрахунків доцільно оформити у вигляді таблиці (див. приклад таблиця 7.5).

Таблиця 7.5 – Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій

Переходи механічної обробки	Формула та розрахунок $T_{осн}$, хв	φ_{ε}	$T_{шт-к} = T_{осн} \cdot \varphi_{\varepsilon}$, хв	C_p	P	$\eta_{з.ф}$	$\eta_{з.н}$	O	$K_{з.о}$

Форма організації роботи

Доцільність вибору групової чи потокової форми організації роботи визначається шляхом порівняння потрібного добового випуску виробів $N_{\bar{a}}$ і розрахункової добової продуктивності лінії $Q_{\bar{a}}$. Якщо $N_{\bar{a}} < Q_{\bar{a}}$, то поточкову лінію використовувати недоцільно.

$$N_{\bar{a}} = \frac{N}{254}, \quad (7.7)$$

де 254 - кількість робочих днів протягом року.

$$Q_{\bar{a}} = \frac{F_{\bar{a}}}{T_{шт-к_{сер}}} \cdot \eta_{\zeta}, \quad (7.8)$$

де $T_{шт-к_{сер}}$ – середній штучно-калькуляційний час виконуваних переходів, хв.;

$F_{\bar{a}}$ – добовий фонд роботи обладнання, хв.;

η_{ζ} – добовий коефіцієнт завантаження потокової лінії.

$$T_{шт-к_{сер}} = \frac{\sum T_{шт-к_i}}{\sum n_{пер}}, \quad (7.9)$$

де $T_{шт-к_i}$ – штучно-калькуляційний час виконання i -го переходу, хв.;

$\sum n_{пер}$ – сумарна кількість виконуваних переходів.

При груповій формі організації роботи визначається кількість деталей в партії для одночасного запуску

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (7.10)$$

де a – періодичність запуску деталей на обробку, в днях (рекомендується 1, 2, 3, 6, 12, 24 дні). Більша кількість днів приймається в умовах дрібносерійного, одиничного виробництва.

При потоковій формі організації визначається такт випуску, хв.

$$t_{\bar{a}} = \frac{60 \cdot F_{\bar{a}}}{N}. \quad (7.11)$$

Розмір партії деталей повинен бути корегований з урахуванням зручності планування та організації виробництва (його доцільно приймати не менше змінного виробітку). Корегування партії полягає у визначенні розрахункової кількості змін, що потрібні на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях

$$C = \frac{T_{\text{ср}} \cdot n}{476 \cdot 0.8}. \quad (7.12)$$

Розрахункова кількість змін округляється до прийнятого цілого числа C_{np} , після чого визначається число деталей в партії, яке необхідне для завантаження обладнання протягом цілого числа змін

$$n = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0.8}{T_{\text{шт-к ср}}}, \quad (7.13)$$

де 476 – ефективний фонд часу роботи обладнання в зміні, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів в серійному виробництві.

Приклад (згідно рисунку 6.2)

1. Найбільш характерні переходи механічної обробки поверхонь деталі.

1.1. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 14 квалітету).

1.2. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 11 квалітету).

1.3. Точіння $\varnothing 170h8$ остаточне.

1.4. Підрізання торця $\varnothing 170h8$.

1.5. Підрізання торця $\varnothing 280$ попереднє (згідно 14 квалітету).

1.6. Підрізання торця $\varnothing 280$ попереднє (згідно 11 квалітету).

1.7. Підрізання торця $\varnothing 280$ остаточне.

1.8. Свердління отвору $\varnothing 21$ (10 отворів).

2. Норми часу $T_{очн}$ необхідного для обробки вказаних поверхонь визначаються за формулами наближеного нормування (таблиця 7.1):

2.1. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 14 квалітету)

$$T_{очн1} = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 170 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 3,6 \text{ хв.}$$

2.2. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 11 квалітету)

$$T_{очн2} = 0,18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,18 \cdot 170 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 3,825 \text{ хв.}$$

2.3. Точіння $\varnothing 170h8$ остаточне

$$T_{очн3} = 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 170 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 4,25 \text{ хв.}$$

2.4. Підрізання торця $\varnothing 170h8$

$$T_{очн4} = 0,037 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,037 \cdot (170^2 - 116^2) \cdot 10^{-3} = 0,57 \text{ хв.}$$

2.5. Підрізання торця $\varnothing 280$ попереднє (згідно 14 квалітету)

$$T_{очн5} = 0,037 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,037 \cdot (280^2 - 170^2) \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ хв.}$$

2.6. Підрізання торця $\varnothing 280$ попереднє (згідно 11 квалітету)

$$T_{очн6} = 0,045 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,045 \cdot (280^2 - 170^2) \cdot 10^{-3} = 2,22 \text{ хв.}$$

2.7. Підрізання торця $\varnothing 280$ остаточне

$$T_{очн7} = 0,052 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,052 \cdot (280^2 - 170^2) \cdot 10^{-3} = 2,57 \text{ хв.}$$

2.8. Свердління отвору $\varnothing 21$ (10 отворів)

$$T_{очн8} = 10 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 10 \cdot 0,52 \cdot 21 \cdot (150 - 125) \cdot 10^{-3} = 2,73 \text{ хв.}$$

3. Визначаємо штучно-калькуляційний час. $T_{шт-к}$ визначається за формулою 2.3.

При програмі випуску $N=3000$ шт і масі деталі – 24 кг згідно таблиці 7.4 виробництво серійне. Для серійного виробництва за таблицею 7.2 вибрано φ_k .

3.1. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 14 квалітету)

$$T_{шт-к1} = T_{очн1} \cdot \varphi_k = 3,6 \cdot 2,14 = 7,7 \text{ хв.}$$

3.2. Точіння Ø170h8 попереднє (згідно 11 квалітету)

$$T_{ум-к2} = T_{оч2} \cdot \varphi_k = 3,825 \cdot 2,14 = 8,2 \text{ хв.}$$

3.3. Точіння Ø170h8 остаточне

$$T_{ум-к3} = T_{оч3} \cdot \varphi_k = 4,25 \cdot 2,14 = 9,1 \text{ хв.}$$

3.4. Підрізання торця Ø170h8

$$T_{ум-к4} = T_{оч4} \cdot \varphi_k = 0,6 \cdot 2,14 = 1,28 \text{ хв.}$$

3.5. Підрізання торця Ø280 попереднє (згідно 14 квалітету)

$$T_{ум-к5} = T_{оч5} \cdot \varphi_k = 1,8 \cdot 2,14 = 3,9 \text{ хв.}$$

3.6. Підрізання торця Ø280 остаточне (згідно 11 квалітету)

$$T_{ум-к6} = T_{оч6} \cdot \varphi_k = 2,22 \cdot 2,14 = 4,75 \text{ хв.}$$

3.7. Підрізання торця Ø280 остаточне

$$T_{ум-к7} = T_{оч7} \cdot \varphi_k = 2,57 \cdot 2,14 = 5,5 \text{ хв.}$$

3.8. Свердління отвору Ø21 (10 отворів)

$$T_{ум-к8} = T_{оч8} \cdot \varphi_k = 2,73 \cdot 1,72 = 4,7 \text{ хв.}$$

4. Кількість верстатів для виконання кожного переходу механічної обробки визначається за формулою 2.4.

4.1. Точіння Ø170h8 попереднє (згідно 14 квалітету)

$$C_{p1} = \frac{N \cdot T_{ум-к1}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 7,7}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,127.$$

4.2. Точіння Ø170h8 попереднє (згідно 11 квалітету)

$$C_{p2} = \frac{N \cdot T_{ум-к2}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 8,2}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,13.$$

4.3. Точіння Ø170h8 остаточне

$$C_{p3} = \frac{N \cdot T_{ум-к3}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 9,1}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,15.$$

4.4. Підрізання торця Ø170h8

$$C_{p4} = \frac{N \cdot T_{ум-к4}}{60 \cdot F_q \cdot m \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 1,28}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,02.$$

4.5. Підрізання торця $\varnothing 280$ попереднє (згідно 14 квалітету)

$$C_{p5} = \frac{N \cdot T_{um-\kappa 5}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 3,9}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,06.$$

4.6. Підрізання торця $\varnothing 280$ попереднє (згідно 11 квалітету)

$$C_{p6} = \frac{N \cdot T_{um-\kappa 6}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 4,75}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,08.$$

4.7. Підрізання торця $\varnothing 280$ остаточне

$$C_{p7} = \frac{N \cdot T_{um-\kappa 7}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 5,5}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,09.$$

4.8. Свердління отвору $\varnothing 21$ (10 отворів)

$$C_{p8} = \frac{N \cdot T_{um-\kappa 8}}{60 \cdot F_q \cdot \eta_3} = \frac{3000 \cdot 4,7}{60 \cdot 4060 \cdot 0,75} = 0,077.$$

5. Для виконання кожного з механічних переходів достатньо одного верстата:

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = P_7 = P_8 = 1.$$

6. Коефіцієнт завантаження фактичний визначається за формулою 7.5.

6.1. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 14 квалітету)

$$\eta_{зф1} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,127}{1} = 0,127.$$

6.2. Точіння $\varnothing 170h8$ попереднє (згідно 11 квалітету)

$$\eta_{зф2} = \frac{C_{p2}}{P_2} = \frac{0,13}{1} = 0,13.$$

6.3. Точіння $\varnothing 170h8$ остаточне

$$\eta_{зф3} = \frac{C_{p3}}{P_3} = \frac{0,15}{1} = 0,15.$$

6.4. Підрізання торця $\varnothing 170h8$

$$\eta_{зф4} = \frac{C_{p4}}{P_4} = \frac{0,02}{1} = 0,02.$$

6.5. Підрізання торця Ø280 попереднє (згідно 14 квалітету)

$$\eta_{зф5} = \frac{C_{p5}}{P_5} = \frac{0,06}{1} = 0,06.$$

6.6. Підрізання торця Ø280 попереднє (згідно 11 квалітету)

$$\eta_{зф6} = \frac{C_{p6}}{P_6} = \frac{0,08}{1} = 0,08.$$

6.7. Підрізання торця Ø280 остаточне

$$\eta_{зф7} = \frac{C_{p7}}{P_7} = \frac{0,09}{1} = 0,09.$$

6.8. Свердління отвору Ø21 (10 отворів)

$$\eta_{зф8} = \frac{C_{p8}}{P_8} = \frac{0,077}{1} = 0,077.$$

7. Кількість операцій, закріплених за кожним робочим місцем, визначається за формулою 7.6. Одержане число округляється до найближчого більшого цілого, яке є прийнятою кількістю робочих місць Р.

7.1 Точіння Ø170h8 попереднє (згідно 14 квалітету)

$$O_1 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф1}} = \frac{0,75}{0,127} = 5,9. \text{ Р}=6.$$

7.2 Точіння Ø170h8 попереднє (згідно 11 квалітету)

$$O_2 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф2}} = \frac{0,75}{0,13} = 5,8. \text{ Р}=6.$$

7.3 Точіння Ø170h8 остаточне

$$O_3 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф3}} = \frac{0,75}{0,15} = 5. \text{ Р}=5.$$

7.4 Підрізання торця Ø170h8

$$O_4 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф4}} = \frac{0,75}{0,02} = 37,5. \text{ Р}=38.$$

7.5 Підрізання торця Ø280 попереднє (згідно 14 квалітету)

$$O_5 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф5}} = \frac{0,75}{0,06} = 12,5. P=13.$$

7.6 Підрізання торця Ø280 попереднє (згідно 11 квалітету)

$$O_6 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф6}} = \frac{0,75}{0,08} = 9,6. P=10.$$

7.7 Підрізання торця Ø280 остаточне

$$O_7 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф7}} = \frac{0,75}{0,09} = 8,3. P=9.$$

7.8 Свердління отвору Ø21 (10 отворів)

$$O_8 = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{зф8}} = \frac{0,75}{0,077} = 9,7. P=10.$$

Таким чином, коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i} = \frac{6 + 6 + 5 + 38 + 13 + 10 + 9 + 10}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 12,125 \quad - \quad 10 < K_{з.о.} < 20 \quad -$$

виробництво серійне.

8. Заданий добовий випуск виробів

$$N_{\partial} = \frac{N}{254} = \frac{3000}{254} = 11,81 \text{ шт. Приймаємо } N_{\partial} = 12 \text{ шт.}$$

9. Добова продуктивність потокової лінії:

$$Q_{\partial} = \frac{F_{\partial}}{T_{шт-к.ср}} \cdot \eta_z = \frac{952}{5,64} \cdot 0,75 = 126,6 \text{ шт. Приймаємо } Q_{\partial} = 127 \text{ шт.}$$

де $T_{шт-к.ср}$ – середній штучно-калькуляційний час, який визначається за формулою:

$$T_{шт-к.ср} = \frac{\sum_i^n T_{шт-к.i}}{n} = \frac{7,7 + 8,2 + 9,1 + 1,28 + 3,9 + 4,75 + 5,5 + 4,7}{8} = 5,64 \text{ хв.}$$

де $T_{шт-к.i}$ – штучний час i -ої основної операції;

n – кількість основних переходів механічної обробки.

Так як $N_{\partial} \leq Q_{\partial}$, то організація потокової лінії недоцільна.

10. Кількість деталей в партії для одночасного запуску допускається визначати спрощеним способом за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{3000 \cdot 6}{254} = 71 \text{ шт.},$$

де a – періодичність запуску в днях (прийнято $a = 6$)

11. Розрахункове число змін на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях визначається за формулою:

$$c = \frac{T_{\text{ум-к.ср}} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{5,64 \cdot 71}{476 \cdot 0,75} = 1,12.$$

12. Визначаємо кількість деталей у партії, які необхідні для завантаження обладнання на основних операціях протягом цілого числа змін

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot c_{\text{пр}}}{T_{\text{ум-к.ср}}} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot 1}{5,64} = 63,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість деталей у партії 64 шт.

Висновок: тип виробництва серійний, форма організації роботи групова, кількість деталей в партії, що запускається на обробку одночасно $n=64$ штук.

7.2. Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з алгоритмом визначення типу виробництва та форми організації роботи.

2. Встановлення найбільш характерних переходів механічної обробки поверхонь деталей.

3. Нормування основного часу виконання переходів механічної обробки поверхонь деталі.

4. Нормування штучно-калькуляційного часу виконання переходів механічної обробки поверхонь деталі.

5. Розрахунок необхідної кількості верстатів для виконання переходів механічної обробки поверхонь деталі.
6. Визначення прийнятої кількості верстатів.
7. Визначення коефіцієнта завантаження обладнання.
8. Розрахунок кількості операцій, що закріплені за кожним робочим місцем.
9. Визначення сумарної кількості робочих місць.
10. Визначення коефіцієнта закріплення операцій.
11. Встановлення форми організації роботи.
12. Висновки до роботи.

7.3. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Креслення деталі.
3. Розрахунки та пояснення по роботі (зведена таблиця 2.5).
4. Висновки до роботи.

7.4. Завдання для виконання практичної роботи

Визначити тип виробництва відповідно до варіанту (Додаток Л)

7.5. Питання для самоконтролю

1. Типи виробництва, їх характеристика.
2. Визначення коефіцієнта закріплення операцій.
3. Основний час та методика його визначення наближеним способом.
4. Штучно-калькуляційний час та методика його визначення наближеним способом.
5. Методика визначення розрахункової та прийнятої кількості верстатів для виконання механічної обробки деталі.

Тема 7. Визначення типу виробництва та форми організації роботи

6. Коефіцієнт завантаження обладнання, його значення для певних типів виробництва.
7. Добовий випуск виробів.
8. Добова продуктивність лінії.
9. Форми організації роботи на підприємствах сільськогосподарського машинобудування.
10. Умова доцільності організації групової форми організації роботи.
11. Умова доцільності організації потокової організації роботи.
12. Партія деталей, визначення її величини.
13. Такт випуску, визначення його величини.
14. Значення коефіцієнта закріплення.

Рекомендована література [3, 4]

Мета роботи: набуття практичних навичок аналізу та оцінки технологічності конструкції деталі (якісної та кількісної)

8.1. Короткі теоретичні відомості

На основі складального креслення вузла проводиться аналіз службового призначення деталі, встановлення основних конструкторських баз, допоміжних конструкторських баз, вільних поверхонь та згідно з цим ще раз аналізуються параметри точності та шорсткості поверхонь деталі.

На основі робочого креслення деталі виконується аналіз технологічності конструкції деталі – якісний та кількісний.

Якісний аналіз технологічності конструкції деталі доцільно проводити в такій послідовності:

1. На основі вивчення умов роботи вузла (виробу), а також враховуючи річну програму випуску, проаналізувати можливості спрощення конструкції деталі, заміни зварною, армованою або збірною конструкцією, а також можливість і доцільність заміни матеріалу.

2. Встановити можливість застосування високопродуктивних методів обробки.

3. Проаналізувати конструктивні елементи деталі в технологічному відношенні, використовуючи при цьому рекомендації щодо технологічності конструкцій [1]. Виявити важкодоступні для обробки місця.

4. Визначити можливість суміщення технологічних і вимірювальних баз при виконанні розмірів, що мають вказані допустимі відхилення, необхідність додаткових технологічних операцій для одержання заданої точності і шорсткості оброблених поверхонь.

5. Перевірити відповідність вказаних на кресленні допустимих відхилень розмірів, шорсткості й відхилень геометричної форми та відносного розташування поверхонь з геометричними похибками верстатів.

6. Визначити можливість безпосереднього вимірювання заданих на кресленні розмірів.

7. Визначити поверхні, які можуть бути використані при базуванні, можливість та необхідність введення штучних технологічних баз.

8. Визначити необхідність додаткових технологічних операцій, що викликані специфічними вимогами, і можливість зміни цих вимог.

9. Проаналізувати можливість вибору раціонального способу виготовлення заготовки, враховуючи економічні фактори.

10. Передбачити в конструкції деталі, що підлягає термічній обробці, конструктивні елементи, що зменшують жолоблення деталі в процесі нагрівання та охолодження, і визначити, чи правильно вибрано матеріал з урахуванням термічної обробки.

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі в роботі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості.

1. Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_{y_e} = \frac{Q_{y_e}}{Q_e}, \quad (8.1)$$

де Q_{y_e} – кількість уніфікованих елементів в конструкції деталі;

Q_e – загальна кількість елементів.

Для розрахунку такого коефіцієнта створюється таблиця лінійних, діаметральних, кутових розмірів, різьб та інших конструктивних елементів, в які заносяться розміри, що вказані на кресленні деталі, та відмічається, які з них є уніфіковані (див. рекомендації таблиці 8.2). Результати аналізу заносяться до зведеної таблиці (див. приклади таб. 8.3).

2. Коефіцієнт точності обробки, згідно з ГОСТ 18831-73, визначається за формулою:

$$K = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (8.2)$$

де T_{cp} – середній квалітет точності, що визначається:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (8.3)$$

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі,
 n_i – кількість поверхонь деталі, що мають точність T_i квалітету.

При обчисленні такого коефіцієнта рекомендується скласти таблицю, в якій буде вказано, скільки і які поверхні мають певний квалітет (табл. 8.4).

3. Коефіцієнт шорсткості поверхні, згідно з ГОСТ 18831-73

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (8.4)$$

де $Ш_{cp}$ – середня шорсткість поверхні,

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_K \cdot n_K}{\sum n_K}, \quad (8.5)$$

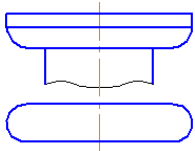
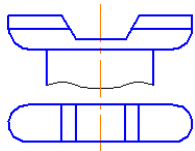
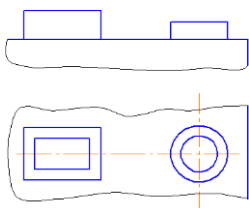
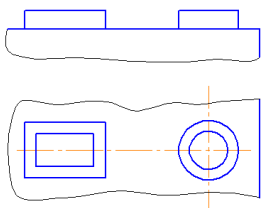
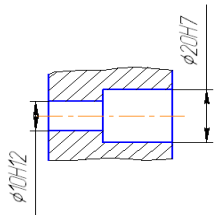
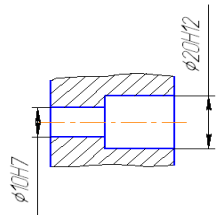
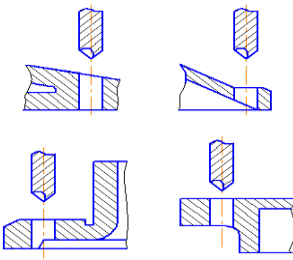
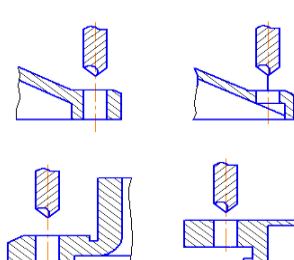
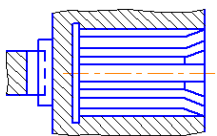
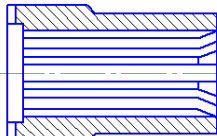
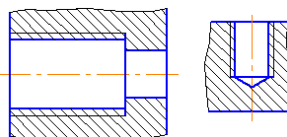
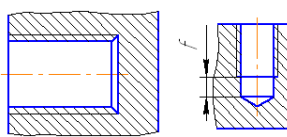
де $Ш_K$ – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі;

n_K – кількість поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає певному числовому значенню R_a , мкм.

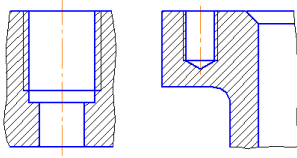
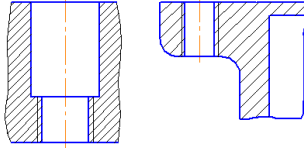
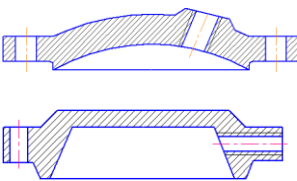
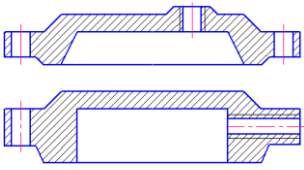
При розрахунку коефіцієнта шорсткості рекомендується записувати таблицю, в якій вказувати, скільки поверхонь мають певну шорсткість (див. приклад табл. 8.5). Якщо $K_y > 0,6$, $K_T > 0,8$, $K_{ш} < 0,32$, то деталь за кількісними показниками вважається технологічною [3].

Тема 8. Аналіз технологічності конструкції деталі

Таблиця 8.1 – Елементи конструкцій деталей та технологічні вимоги до них

Технологічні вимоги	Конструкція		Переваги технологічної конструкції
	Нетехнологічна	Технологічна	
Площини, що обробляються, не рекомендується робити суцільними			Зменшення часу обробки, спрацювання інструмента і витрат електроенергії. Підвищення точності обробки.
Поверхні бобишек та приливків, що обробляються, слід розташовувати в одній площині			Можливість обробки за один прохід продуктивними методами: торцевим фрезеруванням, плоским шліфуванням, протягуванням.
Найбільш точний ступінь у ступінчастих отворах рекомендується робити наскрізним			Спрощення контролю. Спрощення обробки, зниження її трудомісткості.
При свердлінні отворів необхідно забезпечити можливість нормального входу та виходу інструмента			Спрощення конструкції інструмента. Запобігання поломці інструмента. Підвищення продуктивності обробки.
Варто уникати глухих шліцевих отворів, глухих шпонкових пазів, глухих отворів.			Можливість обробки отвору продуктивним методом - протягуванням.
Глухі отвори з різью повинні мати канавки для виходу інструмента, або в них повинен бути передбачений збіг різі			Підвищення якості різі. Покращення умов роботи інструмента.

Продовження таблиці 8.1.

Конструкція отвору з різьбою повинна давати можливість працювати інструментом на прохід			Підвищення продуктивності. Покращення умов роботи інструмента.
Варто уникати нахилу при розташуванні осей отворів, особливо різевих.			Спрощення конструкції пристрою. Можливість одночасно обробляти інші отвори. Зменшення трудомісткості обробки отворів.
Нетехнологічними є отвори, в яких довжина отвору більше 5d			

Таблиця 8.2 – Уніфіковані розміри та шорсткості

Ряди лінійних (діаметрів, довжин, висот, глибин) розмірів (за ГОСТ 6636-69)
0.01,0.02,0.025,0.03,0.036,0.04,0.05,0.06,0.071,0.08,0.085,0.09,0.1,0.12,0.15,0.18,0.19,0.2,0.25,0.3,0.36,0.38,0.42,0.45,0.48,0.5,0.6,0.71,0.75,0.8,0.85,0.9,0.95,1,1.05,1.1,1.15,1.2,1.3,1.4,1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,2,2.1,2.2,2.4,2.5,2.6,2.8,3,3.2,3.4,3.6,4,4.2,4.5,4.8,5,5.3,5.6,6,6.3,6.7,7,7.1,7.5,8,8.5,9,9.5,10,10.5,11,11.5,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,24,25,26,28,30,32,34,36,38,40,42,45,48,50,53,55,56,60,63,67,71,75,80,85,90,95,100,105,110,120,125,130,140,150,160,170,180,190,200,210,220,240,250,260,280,300,320,340,360,380,400,420,450,480,500,530,560,600,630,670,710,750,800,850,900,950,1000,1060,1120,1180,1250,1320,1400,1500,1600,1700,1800,1900,2000,2120,2240,2360,2500,2650,2800,3000,3150,3350,3550,3750,4000,4250,4500,4750,5000,5300,5600,6000,6300,6700,7100,7500,8000,8500,9000,9500,10000,10600,11200,11800,12500,13200,14000,15000,16000,17000,18000,19000,20000

Тема 8. Аналіз технологічності конструкції деталі

Ряди і розміри нормальних кутів загального призначення (за ГОСТ 8908-81) 0,0°15', 0°30', 0°45', 1°, 1°30', 2°, 2°30', 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8°, 9°, 10°, 12°, 15°, 18°, 20°, 22°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°, 75°, 80°, 85°, 90°, 100°, 110°, 120°, 135°, 150°, 180°, 270°, 360°
Різи метричні. Діаметри і кроки. (за ГОСТ 8724-2002) 5, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48
Розміри метричної конічної різі (за ГОСТ 25229-82) 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 52, 56, 60
Різи трапеційовидні однозаходні (за ГОСТ 9484-81) 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90
Ряди шорсткості (за ГОСТ 2789-73) 0.025, 0.05, 0.1, 0.125, 0.16, 0.2, 0.25, 0.32, 0.4, 0.5, 0.63, 0.8, 1, 1.25, 1.6, 2.5, 3.2, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100

Приклад 1 (рис. 8.2)

1 Аналіз технологічності та конструкції деталі

Якісний аналіз

Деталь «Ступиця» виготовляється зі сталі 45 і слугує для встановлення вала в складальній одиниці. Аналіз робочого креслення показав, що найбільш точними поверхнями є зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 170h8_{(-0,063)}$, що використовується для правильної орієнтації деталі у вузлі; ряд отворів, яким послуговуються для надійного закріплення «Ступиці» на панелі; конічна поверхня, по якій установлюється вал. Таким чином, поверхня $\varnothing 170h8_{(-0,063)}$ і торець (правий) $\varnothing 280$ – це основні конструкторські бази. $\varnothing 116H8^{(+0,035)}$ та торець (лівий) $\varnothing 280$, торець (правий) $\varnothing 170h8_{(-0,063)}$, кріпильні отвори $\varnothing 21$, шпонковий паз – це допоміжні конструкторські бази, $\varnothing 280$ – вільна поверхня.

Конструкція деталі загалом технологічна. Деталь має якісні базові поверхні для виконання більшості операцій механічної обробки. При виконанні попередньої токарної обробки – це $\varnothing 280$ та його торець (лівий), при остаточній обробці деталі – отвір $\varnothing 116H8(^{+0,035})$. Для виробництва деталі передбачено матеріал-замінник, яким є сталь 20.

Вказані на кресленні деталі квалітети точності механічної обробки відповідають параметрам шорсткості. Вони можуть бути забезпечені на верстатах з числовим програмним керуванням.

Вимоги до відносного розташування оброблених поверхонь вказані відповідно до їх службового призначення, вони також можуть бути забезпечені при механічній обробці, за рахунок вибору схем базування, або обробки з одного установа певних поверхонь.

Вказані на кресленні розміри деталі можуть бути проконтрольовані безпосередньо, перешкод для контролю не існує.

Серед поверхонь деталі є такі, які можуть бути використані при базуванні. До таких поверхонь можна віднести конічний отвір, два з десяти отворів $\varnothing 170h8(-0,063)$, торець (правий) $\varnothing 280$. При виконанні першої операції – $\varnothing 280$ та торець (лівий) $\varnothing 280$. Застосування штучних технологічних баз не є виправданим, оскільки існує достатня кількість баз для встановлення на них деталі під час механічної обробки.

Заготовку, з якої виготовляється деталь, отримано методом пластичного деформування. З огляду на конструктивні особливості та програму випуску деталі, що аналізується, найбільш оптимальним методом є штампування на гідравлічних пресах, кривошипних гарячештампувальних пресах, гарячештампувальних автоматах. Ці варіанти дозволяють отримати низьку шорсткість і достатню точність порівняно з іншими способами штампування, а також забезпечують гарний економічний ефект.

Тема 8. Аналіз технологічності конструкції деталі

Водночас мають місце певні нетехнологічні елементи в конструкції деталі:

- внутрішня конічна поверхня $\angle 1:10$ – важкооброблювана, оскільки на неї встановлено досить високі норми точності і шорсткості;
- шпонковий паз розміщений у такій частині деталі, що ускладнює його обробку;
- конічні отвори, призначені для застосування болтів з потайними головками, мають високі вимоги щодо шорсткості, що, в свою чергу, передбачає додаткові операції механічної обробки. Особливої необхідності в цьому не має і тому можна збільшити шорсткість до величини шорсткості отвору $\varnothing 21$.

Кількісний аналіз

Таблиця 8.3. Визначення коефіцієнта уніфікації

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Конусність	Шорсткість
150 *	$\varnothing 280^*$	60° *(10 пов.)	$\angle 1:10$ *	12,5 * (21 пов.)
125 *	$\varnothing 225$	45° *		6,3 * (4 пов.)
115	$\varnothing 170h8_{(-0,063)}^*$			3,2 * (2 пов.)
28H9 *	$\varnothing 116H8_{(+0,035)}^*$			1,6 * (3 пов.)
9 * (10 пов.)	$\varnothing 21$ * (10 пов.)			
4 *				
$\Sigma_{\text{заг.}} = 15$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 14$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 12$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 1$	$\Sigma_{\text{заг.}} = 30$
$\Sigma_{\text{уніф.}} = 14$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 12$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 11$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 1$	$\Sigma_{\text{уніф.}} = 30$

Примітка: позначення «*» мають уніфіковані розміри.

$$K_{ye} = \frac{Q_{ey}}{Q_e} = \frac{68}{71} = 0,96;$$

Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_e – загальна кількість елементів.

Таблиця 8.4. Визначення коефіцієнту точності обробки

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
8 (Ø170h8 _(-0,063) ; Ø116H8 ^(+0,035))	2	8·2 = 16
9 (28H9)	1	9·1 = 9
12 (125; 4; Ø21 - 10 пов.; 60° - 10 пов.)	22	12·22 = 264
14 (115; 150; Ø225; Ø280; 4)	5	14·5 = 70
Сума	30	359

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,97} = 0,916;$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{359}{30} = 11,97;$$

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі;

n_i – кількість поверхонь деталі відповідного квалітету.

Таблиця 8.5. Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість	Кількість поверхонь	Розрахунок
1,6 ((Ø170h8 _(-0,063) ; Ø116H8 ^(+0,035) ; 125)	3	1,6·3 = 4,8
3,2 (28H9)	2	3,2·2 = 6,4
6,3 (150; 125; 115; 4)	4	6,3·4 = 25,2
12,5 (10 пов. Ø21; 10 пов. 60°; Ø280)	21	12,5·21 = 262,5
Сума	30	298,9

$$K_{ш} = \frac{1}{ш_{cp}} = \frac{1}{9,96} = 0,1;$$

де $ш_{cp}$ – середня шорсткість поверхні, мкм.

$$ш_{cp} = \frac{\sum ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{262,5}{30} = 9,96;$$

де $ш_i$ – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі, мкм;

n_i – кількість поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає числовому значенню параметра R_a , мкм.

Висновок: $K_y=0,96>0,6$; $K_T=0,916>0,8$; $K_{ш}=0,1<0,32$. Отже, деталь за кількісними показниками є технологічною.

8.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Проведення якісного аналізу технологічності конструкції деталі.
3. Виконання кількісного аналізу технологічності конструкції деталі за коефіцієнтом уніфікації, точності, шорсткості.
 - 3.1 Розгляд оброблюваних поверхонь та їх запис у вигляді розмірів.
 - 3.2 Заповнення розрахункової таблиці (з розподілом оброблюваних поверхонь по видах – зовнішні діаметральні поверхні, отвори, різьбові поверхні та ін.).
 - 3.3 Вибір уніфікованих елементів та занесення їх в розрахункову таблицю.
 - 3.4 Розрахунок коефіцієнта уніфікації.
 - 3.5 Заповнення розрахункової таблиці та визначення коефіцієнта точності поверхонь деталей.
 - 3.6 Заповнення розрахункової таблиці та визначення коефіцієнта шорсткості поверхонь деталі.
4. Висновки до роботи

8.3. Обладнання для виконання роботи

1. Деталь.
2. Креслення деталі.
3. Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр, глибиномір, зразки шорсткості.

8.4. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Креслення деталі.
3. Якісний аналіз технологічності конструкції деталі.

4. Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі.
 - 4.1 Таблиця даних та розрахунок коефіцієнта уніфікації.
 - 4.2 Таблиця даних та розрахунок коефіцієнта точності.
 - 4.3 Таблиця даних та розрахунок коефіцієнта шорсткості.
5. Висновки до роботи.

8.5. Завдання для виконання практичної роботи

Виконати аналіз технологічності конструкції деталі відповідно до варіанту (Додаток Л)

8.6. Питання для самоконтролю

1. Показники, по яких виконується якісний аналіз технологічності конструкції деталі.
 2. Елементи що вважаються нетехнологічними в конструкції деталі.
 3. Визначення коефіцієнта уніфікації.
 4. Визначення коефіцієнта точності.
 5. Розрахунок середнього квалітету точності.
 6. Визначення коефіцієнта шорсткості.
 7. Розрахунок середньої шорсткості поверхонь деталі.
 8. Рекомендуємі значення коефіцієнтів уніфікації, точності, шорсткості, при яких конструкція деталі вважається технологічною.

Рекомендована література [1, 7, 24]

Мета роботи – набуття практичних навиків вибору можливих способів виготовлення заготовки, проведення їх аналізу та обґрунтування двох найбільш доцільних способів виготовлення заготовки деталі.

9.1. Короткі теоретичні відомості

Основні методи виготовлення заготовки деталей машин – лиття, обробка пластичним деформуванням, зварювання, прокатування, порошкова металургія. Спосіб отримання тої чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, які пред’явлені до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших факторів.

Матеріал з питання вибору можливих способів виготовлення заготовки в компактній, систематизованій формі викладений в [5, с.41-42, т.4.2.; с.134-135, т.5.12.] і приведений в таблицях 4.1, 4.2 даного посібника.

Таблиці 9.1, 9.2 дозволяють виконати аналіз зазначених способів в основному за кількісними показниками. Для більш повного аналізу та вивчення якісних показників заготовок, виготовлених певними способами лиття чи обробки тиском рекомендується вивчити розділи в літературі [5, с.36-40, 100-101, 129-133; 6, с.80-123, 132-187; 16, с.54-148; 17, с.174-265, с.80-173; 8, с.40-60, 74-136].

Приклад.

- Вихідні дані: 1. Креслення деталі – “Опора”;
2. Маса деталі – 9,08 кг;
 3. Тип виробництва – серійний;
 4. Матеріал деталі – сірий чавун СЧ-18;
 5. Річна програма – 15000 штук.

Проаналізувавши умови, одержані в якості вихідних і розрахункових даних, робимо висновок, що заготовку потрібно виготовляти методом лиття, так як чавун СЧ-18 має добрі ливарні властивості. Можливі способи лиття – лиття в піщано-глинисті форми, лиття в облицьований кокіль, лиття в оболонкові форми.

Таблиця 9.1. Порівняльна характеристика способів лиття

У оболонкові форми	У піщано глинисті форми	Спосіб лиття
С,М	О, С	Тип виробництва
Чавун, вуглецева і легована сталь, кольорові метали	Чавун, сталь, кольорові метали	Матеріал виливка
0,1 - 80	10 - 1000	Маса виливка, кг
2 – 4	>3	Товщина стінок, мм
12 - 15	14 - 17	Забезпечувана точність розмірів, квалітет
160 - 20	320 - 80	Шорсткість поверхні Rz, мкм
0,85 - 0,90	0,55 - 0,70	Коефіцієнт вагової точності
Чавуни, сталі, кольорові сплави 22000 - 24400	Сірий чавун – 15000; Ковкий чавун – 15600; Стальне лиття – 16500 - 15000	Собівартість лиття, грн/т
Тонкостінні виливки компактноі форми	Можливе виготовлення виливків будь-якої конфігурації, особливо при необхідності використання великої кількості стержнів	Технологічні особливості
Втулки, муфти, фланці, кронштейни	Фланці, кришки, втулки, станини, корпуси насосів, редукторів, корпуси різних виробів	Область застосування

Тема 9. Вибір можливих варіантів виготовлення заготовки деталі

Під тиском	Лиття в кокіль (металеві форми)	За виплавними моделями	Відцентрове
М, С	С	М, С	М, С
Цинкові, алюмінієві, магнієві, мідні сплави	Сталь, чавун, кольорові метали	Високолеговані сталі, жароміцні сплави, кольорові метали і сплави	Сірий чавун, сталь, мідні сплави
0,001 - 13	0,1 - 50	0,01 - 135	0,1 - 3000
0,5 - 6,0	>3	>0,7	>4
9 - 13	12 - 15	11 - 14	13 - 15
40 - 10	80 - 20	40 - 10	80 - 20
0,95 - 0,98	0,71 - 0,75	0,85 - 0,95	0,70 - 0,80
Алюмінієві сплави 27600 – 28800, Цинкові, магнієві, мідні сплави - 26000 – 28000	Сірий чавун – 21000 - 23000, вуглецеві сталі – 26000 – 28000,	Сталі, кольорові сплави – 28000 - 32000	Сірий чавун, сталь, мідні сплави 19200 - 20000
Тонкостінні виливки складної конфігурації	Виготовлення товстостінних виливків простої і середньої складності	Дрібні і середні виливки складної конфігурації, механічну обробку яких виконувати важко	Деталі, що мають вісь симетрії
Корпуси приладів, панелі, шестерні, штепсельні роз'єми	Муфти, втулки, стакани маховики, колеса	Лопатки турбін, зубчасті колеса, штуцери, фітінги та інші	Труби, кільця, втулки, гільзи

Примітка: Тут і в подальшому умовні позначення типів виробництва:

О – одиничне;

С – серійне;

М – масове.

Собівартість лиття залежить від виробника. Дані, що наведені у таблиці є орієнтовними.

Таблиця 9.2. Порівняльна характеристика різних способів штампування і кування (виготовлення заготовок пластичним деформуванням)

Гаряче штампування	Кування	Спосіб виготовлення поковки
С, рідше М	О, С	Тип виробництва
Сталі, кольорові метали	Вуглецеві і леговані сталі і легкі сплави	Матеріал поковок, штамповок
0,1 - 2000	0,5 - 250000	Маса поковок, кг
0,75 - 4,25	По перетину 2 - 40, по довжині 8 - 70	Припуски на сторону, мм
7 - 10		Штампувальні нахили, град.
15 - 17	16 - 17 і вище	Забезпечувана точність, квалітет
320 - 40	320 - 40	Шорсткість поверхні Rz, мкм
Для важких заготовок – 2500-3000, для середніх і дрібних – 4000 - 10000	50 - 200	Орієнтовні розміри партії, шт
13800 - 14200	14500 - 15000	Собівартість 1т, грн
Заготовки досить складної форми без заглиблень та виступів, що заважають вийманню із штампа	Найбільш прості конструктивні форми	Технологічні особливості
Зубчасті колеса, важелі, перемикачі, чашки, ступиці	Ротори гідротурбін, фланці, вали, диски, колеса	Область застосування

Таблиця 9.2 (продовження)

Штампування на ГKM	Гаряче штампування на механічних пресах
C, M	C, M
Сталі, кольорові метали	Сталі, кольорові метали
0,5 - 100	0,1 - 1000
1,5 - 3,25	0,5...3,0
В матрицях –1 - 7, в пуансоні - 0,25 - 2,00	3 - 7
13 - 17	13 - 17
160 - 20	160 - 20
Стійкість до повного зношування матриць – 24000 - 64000, пуансонів – 3000 - 11000	Для важких заготовок – 2500 - 3000, для середніх, дрібних – 4000 - 10000
17000 - 18500	18500 - 19000
Симетричні та асиметричні стержні із суцільними і полими головками фланцями	Заготовки досить складної форми без заглиблень та виступів, що заважають вийманню із штампa
Кільця, гайки, втулки, вали з фланцями	Кільця, гайки, важелі, фланці, кришки, полі корпуси

Таблиця 9.2 (продовження)

Штампування на гідравлічних пресах	Гаряче штампування і калібрування
С	М
Малопластичні сталі, кольорові метали	Сталі, кольорові метали
0,25 - 80	0,3 - 120
По перетину 0,5 - 1,5; по довжині 1,5 - 4,0	До 0,4
0,5 - 4,0	5 - 7
13 - 17	11 - 15
160 - 20	32 - 10
700 - 2000	
20000 - 21150	17700 - 19300
Заготовки з тонкими і довгими стінками або стержнями	Поверхні після холодної калібровки не вимагають наступної механічної обробки
Спеціальні болти, стержні, баки, контейнери, труби з фланцями	Панелі, фланці, кришки, штепсельні роз'єми

Примітка: Собівартість штампованих заготовок залежить від виробника.

Дані наведені у таблиці є орієнтовними.

Приклад (рисунок 13.1)

Лиття в піщано-глинисті форми

Лиття в піщано-глинисті форми – самий розповсюджений спосіб лиття. В машинобудуванні, цим способом виготовляють 75 – 80% виливків (по масі). В залежності від розмірів виливка і типу виробництва

застосовують ручне або машинне формування. В піщано – глинистих формах можна виготовити виливки самої складної конфігурації і масою від декількох грамів до сотень тон.

Заготовки, що виливаються цим способом характеризуються низькою точністю, високими параметрами шорсткості і великими припусками на механічну обробку. В загальному випадку литтям в піщано-глинисті форми можна одержати виливки з шорсткістю поверхонь $R_z = 320 - 400$ мкм і з точністю, що відповідає 14 – 17 квалітетам і грубіше.

Вартість виготовлення виливків мінімальна, але вартість їх механічної обробки більша, чим заготовок, виготовлених іншими способами лиття. Лиття в піщано-глинисті форми вимагає найбільших затрат матеріалу, причому 45 – 30% маси вилівка перетворюється в стружку при механічній обробці, на що витрачається близько 25% виробляємої електричної енергії. Перехід до спеціальних способів лиття дає можливість знизити припуски на механічну обробку і кількість стружки до 5 – 7%.

Переваги спеціальних способів лиття полягають не тільки в зниженні об'єму механічної обробки, але й в зменшенні маси ливникової системи і різкому зниженні витрат формувальних матеріалів.

Лиття в кокіль

Лиття в кокіль – найбільш дешевий серед спеціальних способів лиття. Його головна особливість полягає в багатократному використанні металевої форми – кокіля. Стійкість чавунних кокілей складає при виготовленні сталюого лиття 50 – 500 виливків, чавунного – 400 – 8000 виливків, лиття з кольорових сплавів – тисячі і десятки тисяч виливків.

Кокілі дозволяють виготовити виливки з точними розмірами (до 12 квалітету). Параметр шорсткості може досягати $R_z = 20$ мкм.



В зв'язку з високою теплопровідністю матеріалу форми швидкість кристалізації дуже велика. Це підвищує механічні властивості виливка (за рахунок одержання дрібнозернистої структури) на 10-15%, але в той час погіршується можливість виготовлення виливків з тонкими стінками. Кокілям практично не властива податливість і газопроникність, що необхідно враховувати при конструюванні виливка.

При переході з лиття в піщані форми на лиття в кокіль витрати матеріалу зменшуються на 10-20% за рахунок зменшення ливникової системи. Трудомісткість механічної обробки за рахунок зменшення припусків і високої точності розмірів зменшується в 1,5-2 рази.

Одночасно потрібно враховувати те, що самі кокілі коштують досить дорого, що в них можна виготовляти виливки порівняно простої конфігурації і що можливе їх жолоблення із-за значних усадочних і термічних напружень.

Кокільне лиття доцільно застосовувати в умовах серійного виробництва при одержанні з кожної форми не менше 300 – 500 дрібних або 50 – 200 середніх виливків в рік, а також для виготовлення виливків простої конфігурації із мідних, алюмінієвих і магнієвих сплавів, а також із сталі і чавуну.

Заміна лиття в піщані форми на лиття в кокіль при досить великій програмі випуску знижує собівартість виливків приблизно на 30% і підвищує продуктивність праці в 4 – 6 разів.

Витрати на організацію ділянки кокільного лиття при цьому окупаються за 2 – 3 місяці.

Враховуючи, що матеріал виливка СЧ-18 кокіль повинен бути облицьованим, тобто із захисним покриттям його стінок. Це вимагає додаткових економічних витрат.

Лиття в оболонкові форми

Лиття в оболонкові форми полягає в тому, що разову ливарну форму виготовляють у вигляді оболонки, використовуючи для формувальної суміші в якості зв'язуючого матеріалу фенольні термореактивні смоли, що міцно цементують дрібний кварцовий пісок, який використовується як наповнювач. Виготовлення оболонкової форми виключає необхідність в опоках, які використовуються при литті в піщано-глинисті форми. При литті в оболонкові форми різко знижуються витрати формувальної суміші, процес легко механізувати й автоматизувати. Використання формувальної суміші, яка складається із 92 – 95% дрібного кварцевого, магнезійового або цирконієвого піску і 4 – 6% термореактивної фенолформальдегідної смоли, забезпечує малу шорсткість поверхні і більш високу точність виливків (12 – 15 квалітети), ніж при литті в піщано-глинисті форми (14 – 17 квалітети), оскільки оболонка твердіє на моделі та зберігає її розміри. Коефіцієнт використання матеріалу при литті в оболонкові форми становить (0,85 – 0,9), що значно вище, ніж при литті в піщано-глинисті форми 0,55 – 0,7 та в кокіль – (0,71 – 0,75). Це призводить до зменшення об'єму механічної обробки, а, відповідно, до зниження її собівартості.

Структура металу при литті в оболонкові форми дрібнозерниста, якісна.

Висновок

Враховуючи, що при литті сірого чавуну в кокіль на поверхні заготовки утворюється відбілений шар, структура металу має пористості та внутрішні дефекти внаслідок різкого охолодження металу (металева форма – це хороший провідник теплоти), прийнято до розгляду варіанти виготовлення заготовки – лиття в піщано-глинисті форми та лиття в оболонкові форми.

9.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Вивчення робочого креслення деталі; конструкції, вимог точності, шорсткості оброблюваних поверхонь, маси деталі, матеріалу.
3. Формування вихідних даних: тип виробництва, матеріал, маса деталі, габаритні розміри.
4. Визначення методу виготовлення заготовки деталі.
5. Вибір можливих способів виготовлення заготовки деталі.
6. Виконання якісного аналізу вибраних способів виготовлення заготовки деталі.
7. Виконання кількісного аналізу показників для вибраних способів виготовлення заготовки деталі.
8. Вибір двох альтернативних варіантів виготовлення заготовки деталі з логічним обґрунтуванням рішення.
9. Висновки.

9.3. Обладнання для виконання роботи

1. Деталь.
2. Креслення деталі.
3. Вимірювальний інструмент: штангенциркуль, мікрометр, глибиномір, зразки шорсткості.

9.4. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Креслення деталі.
3. Вихідні дані для вибору варіантів виготовлення заготовки.
4. Метод виготовлення заготовки.
5. Можливі способи виготовлення заготовки.

6. Якісні характеристики можливих способів виготовлення заготовки (найменування, технологічні особливості, суть переваги, недоліки, область використання).

7. Кількісні показники способів виготовлення заготовки деталі (серійність виробництва, матеріал, маса, товщина стінок, досягаєма точність, шорсткість, коефіцієнт використання матеріалу заготовки, собівартість).

8. На основі наведених кількісних показників та якісного аналізу обґрунтувати вибір двох найбільш доцільних (оптимальних) способів виготовлення заготовки даної деталі.

9. Висновки до роботи.

9.5. Завдання для виконання практичної роботи

Виконати вибір можливих варіантів виготовлення заготовки деталі відповідно до варіанту (додаток Л)

9.5. Питання для самоконтролю

1. Вихідні дані для вибору методу та способу виготовлення заготовки деталі.

2. Способи лиття, їх характеристики.

3. Способи пластичного деформування, їхня характеристика.

4. Фактори, що впливають на вибір методу та способу виготовлення заготовки деталі.

5. Кількісні показники, що характеризують спосіб виготовлення заготовки.

6. Параметри точності, шорсткості поверхонь, що можуть бути досягнуті при різних способах виготовлення заготовок деталей.

Рекомендована література [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17]

Мета роботи: оволодіння методикою призначення припусків на обробку поверхонь деталі та розрахунку розмірів заготовки, оформлення ескізу заготовки.

10.1. Короткі теоретичні відомості

Варіант литої заготовки

1.1. Призначення припусків (табличних) на механічну обробку та розрахунок розмірів заготовок. Для виконання цього пункту рекомендується використати ГОСТ 26645-85.

Етапи призначення припусків:

1.1.1. Вибір вихідних параметрів заготовки, що характеризують її точність:

- клас розмірної точності виливка [13, с. 32-35, т. 9; дод. В, таблиця В1].
- ступінь жолоблення елементів виливка [13, с. 35, т. 10; дод. В, таблиця В 2].
- ступінь точності поверхонь виливка [13, с. 36-38, т. 11; дод. В, таблиця В 3].
- шорсткість поверхонь виливка [13, с. 39, т. 12; дод. В, таблиця В 4].
- клас точності маси виливка [13, с. 40-42, т. 13; дод. В, таблиця В 5].
- ряд припусків [13, с. 43, т. 14; дод. В, таблиця В 6].

Особливу увагу потрібно звернути на примітки до таблиць, де наведено рекомендації щодо призначення параметрів точності в залежності від типу виробництва, складності заготовок. Виконаний вибір рекомендується звести в таблицю (див. приклад табл. 10.1).

10.1.2. Вибір допусків:

Перед вибором допусків та припусків на механічну обробку поверхонь деталі потрібно уважно вивчити робоче креслення деталі, встановити оброблювані поверхні і розміри, що їх зв'язують, та записати їх в розрахункову таблицю (див. приклад табл. 10.1).

Таблиця 10.1. Розрахунок розмірів литої заготовки

Вхідні дані (нормативні дані)	Лиття в металеві форми					
	За ГОСТ 26645-85			Прийнято		
Клас розмірної точності	7т – 11			9т		
Ступінь жолоблення елементів виливка	5 –8			6		
Ступінь точності поверхонь виливка	9 –15			11		
Шорсткість поверхонь виливка	R _a = 40мкм			R _a = 40мкм		
Клас точності маси	6 – 11			9т		
Ряд припусків	4 – 7			5		
Розрахункові розміри, мм						
Допуски	Ø110H7(+0,037)	Ø56H8(+0,046)	48,5±0,31	65-0,74	85±0,345	30-0,52
Розмірів	2	1,6	1,6	1,8	1,8	1,4
Форми чи розміщення	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Зміщення по площині роз'єму	-	-	-	-	1,2	1,4
Зміщення через перекіс стержня	0.6	0.5	-	-	-	-
Маси	8,0%					
Нерівностей (шорсткості)	0,5					
Загальний допуск	2,2	1,8	1,6	2,0	2,4	2,4
Припуски: Мінімальний	0,5					
Загальний	3,3	2,7	1,6	1,7	2,0	2,0
	Кількість переходів механічної обробки					
По точності розмірів	4	4	1	1	1	1
По відхиленнях форми, відносного розміщення поверхонь	3	-	1	-	-	-
Прийнята кількість переходів	4	4	1	1	1	1
Розміри заготовки	Ø103,4	Ø50,6	50,1	66,7	87,0	34,0

На тих ділянках виливка, де отвори, впадини, порожнини тощо одержати способами лиття важко або неможливо, призначають напуски.

- Допуски розмірів [13, с. 2-3, т. 1; п. 2.1-2.4; дод. В, таблиця В8].
- Допуски форми та розміщення елементів виливка [13, с. 5, т. 2; п. 2.5; дод. В, таблиця В 9].
- Допуски круглості, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційні допуски [13, с. 4, п. 2.6; дод. В, таблиця В 8].

- Допуск зміщення виливка по площині роз'єму у діаметральному виразі встановлюють за [13, с. 4, п. 2.7, 2.8; дод. В, таблиця В 8] на рівні класу розмірної точності виливка по номінальному розміру найбільш тонкої зі стінок виливка, що виходять на роз'єм, або перетинають його.
- Допуск нерівностей [13, с. 6, т. 3; дод. В, таблиця В10].
- Допуск маси [13, с. 8, т. 4; дод. В, таблиця В11].
- Загальні допуски [13, с. 45-51, т. 16; с. 4, п. 2.9; дод. В, таблиця В12].
- Розподіл полів допусків [13, с.4, п.2.11;].

10.1.3. Вибір припусків:

- Мінімальний ливарний припуск на сторону [13, с.8-9, т.5; 4.1.1; дод. В, т. А13].

Загальний припуск на механічну обробку назначають для ліквідації похибки розмірів, форми і розміщення, нерівностей і дефектів оброблюваної поверхні, що формуються при виготовленні виливка і послідовних переходах її обробки з метою підвищення точності оброблюваного елемента виливка.

Значення загального припуску вибирається залежно від кількості переходів механічної обробки. Тому для вибору загального припуску спочатку потрібно визначити кількість переходів механічної обробки кожної із оброблюваних поверхонь.

- Кількість переходів механічної обробки в залежності від необхідної точності розмірів оброблюваної деталі [13, с. 28, т. 7; дод. В, т. А14].
- Кількість переходів механічної обробки залежно від необхідної точності форми, розміщення поверхонь оброблюваної деталі [13, с. 29, т. 8; дод. В, т. А15].

- Остаточно кількість переходів механічної обробки встановлюється по більшому зі значень, знайдених з рекомендаціями [13, с. 28-29, т. 7,8; ; дод. В, т. А14 – А15].
- Загальний припуск призначається на сторону [13, с. 10-27, т. 6, п. 4.1 - 4.10; дод. В, таблиця В 16].

10.1.4. Розрахунок розмірів заготовки.

При розрахунку зовнішніх діаметральних розмірів заготовки вибраний загальний припуск подвоюється і додається до розміру готової деталі.

При розрахунку внутрішніх діаметральних розмірів заготовки вибраний загальний припуск подвоюється і віднімається від розміру готової деталі.

При визначенні лінійних розмірів потрібно уважно проаналізувати креслення деталі і вияснити, як формується розмір заготовки:

- якщо лінійний розмір зв'язує дві поверхні, що обробляються і є охоплюваними (наприклад, розміри $215 \pm 0,36$, 12, рис. 14.1), то припуск подвоюється і додається до розміру готової деталі;
- якщо лінійний розмір зв'язує дві поверхні, що обробляються, але вони є охоплювальними (наприклад, розточка в корпусній деталі), то припуск подвоюється і віднімається від розміру готової деталі;
- якщо лінійний розмір зв'язує дві поверхні, що обробляються, але одна з них охоплювана, а друга – охоплювальна (наприклад, розмір 10, рис. 5.1), то одне значення припуску додається, а друге – віднімається (в такому випадку припуски на оброблювані поверхні відкладаються в одному напрямку);
- якщо лінійний розмір зв'язує дві поверхні, що є охоплюваними, але обробляється лише одна поверхня, то припуск не подвоюється і додається лише одне значення до розміру готової деталі;
- якщо лінійний розмір зв'язує дві поверхні, що є

охоплювальними (наприклад, розточка в корпусній деталі), але обробляється лише одна поверхня, то припуск не подвоюється і віднімається тільки одне значення від розміру готової деталі.

1.1. Вибір товщини стінок, радіусів заокруглень, нахилів та інших конструктивних елементів литої заготовки.

- Товщина стінок [5, с. 56-57, рис. 4.4; 6, с. 68, т. 2.24, с. 70, рис. 2.5, с. 97, т. 2.37, с. 104, т. 3.45, табл. 5.2, 5.3, 5.4].
- Радіуси заокруглень [5, с. 65, рис. 4.8; 6, с. 73, рис. 2.9, с. 74, т. 2.27, 2.28, табл. 5.5, 5.6].
- Нахили [5, с. 60 - 64, т. 4.13; 6, с. 78, т. 2.31, с. 105, т. 2.46, табл. 5.7].
- Мінімальні діаметри отворів, що виливаються [5, с. 57-58; 6, с. 98, т. 2.38, с. 106, т. 2.49, с. 107, т. 2.50].
- Положення поверхні роз'єму форми [5, с. 65, 66; 12, с. 78 - 79].
- Інші конструктивні елементи, рекомендації по їх проектуванню [5, с. 73-83; 6, с. 61-115].

1.2. Оформлення креслення литої заготовки (рис. 10.2).

Вихідним документом для оформлення креслення (ескізу) заготовки є креслення деталі. В одиничному виробництві креслення вилівка виконують на копії креслення деталі, при цьому елементи вилівка виконуються червоним кольором.

Оформлення креслення (ескізу) заготовки виконується згідно з правилами ЄСКД, переважно в масштабі 1:1 в такому порядку:

- зображується контур деталі (без нанесення розмірів) тонкими лініями;
- наносяться напуски;
- на всі оброблювані поверхні наносяться припуски;
- встановлюється лінія роз'єднання форми і відповідно до її положення наносяться ливарні нахили;

- оформляються конфігурація і розміри внутрішніх поверхонь, що формуються стержнями;
- оформляються спряження поверхонь, радіуси заокруглень;
- основними лініями оформляється креслення заготовки;
- проставляються розміри заготовки, що одержані шляхом розрахунку;
- розміри, що зв'язують необроблювані поверхні, переносяться з креслення деталі;
- записуються технічні вимоги на литу заготовку;
- ставиться шорсткість заготовки;
- залишки живильників, випарів, прибутків та інших подібних елементів, якщо вони не відділяються повністю в ливарному цеху, також зображуються на кресленні вилівка. При цьому, якщо вони обрізані різцем, фрезою чи пилою, лінія обрізки зображується суцільною тонкою прямою лінією; якщо вогневим різанням чи обломуванням – то хвилястою.

При проставленні розмірів з комплектом чорнових баз зв'язують відповідні необроблювані поверхні; при цьому варто уникати проставлення розмірів ланцюжком. Якщо неможливо кожен з розмірів зв'язати з чорною базою, необхідно прагнути до того, щоб число додаткових розмірів було мінімальним.

По кожній з трьох осей координат необхідно зв'язати чорнову базу з відповідною базою чистової обробки тільки одним розміром. В протилежному випадку при проставленні між оброблюваною і необроблюваною поверхнями по одному координатному напрямку двох і більше розмірів їх допуски додаються. В якості замикальної ланки зазвичай вибирається товщина фланця, припливу чи іншого невідповідального елемента, яка буде коливатися в границях суми допусків на ланцюжок розмірів.

Всі оброблювані поверхні рекомендується зв'язати з базою чистової механічної обробки. Зв'язувати з нею необроблювані поверхні небажано.

2. Технічні вимоги на литі заготовки [13, с. 29-30; 5, с. 69-70; 12, с. 80; 14, с. 11-12].

2.1. Точність виливка. Приклад позначення точності виливка для класу точності розмірів – 8, ступеня жолоблення – 5, ступеня точності поверхонь – 4, класу точності маси – 7, і допуска зміщення – 0,8:

Точність виливка 8 – 5 – 4 – 7 Зм. 0,8 ГОСТ 26645-85.

2.2. Значення номінальних мас деталі, припусків на механічну обробку, технологічних напусків та маси виливка. Приклад позначення номінальних мас для маси деталі – 20,35 кг, для припусків на механічну обробку – 3,15 кг, для технологічних напусків – 1,35 кг, для маси виливка – 24,66 кг:

Маса 20,35 – 3,15 – 1,35 – 24,66 ГОСТ 26645-85.

2.3. Невказані на кресленні радіуси заокруглень, формувальні нахили тощо.

2.4. Твердість матеріалу заготовки.

2.5. Відомості про вид, кількість, розмір і місце розміщення допустимих ливарних дефектів (усадкова пухкість, раковини, тріщини тощо). Якщо дозволяється ліквідація певних дефектів, то вказуються їх види і допустимі способи ліквідації.

$\sqrt{Ra\ 25}$

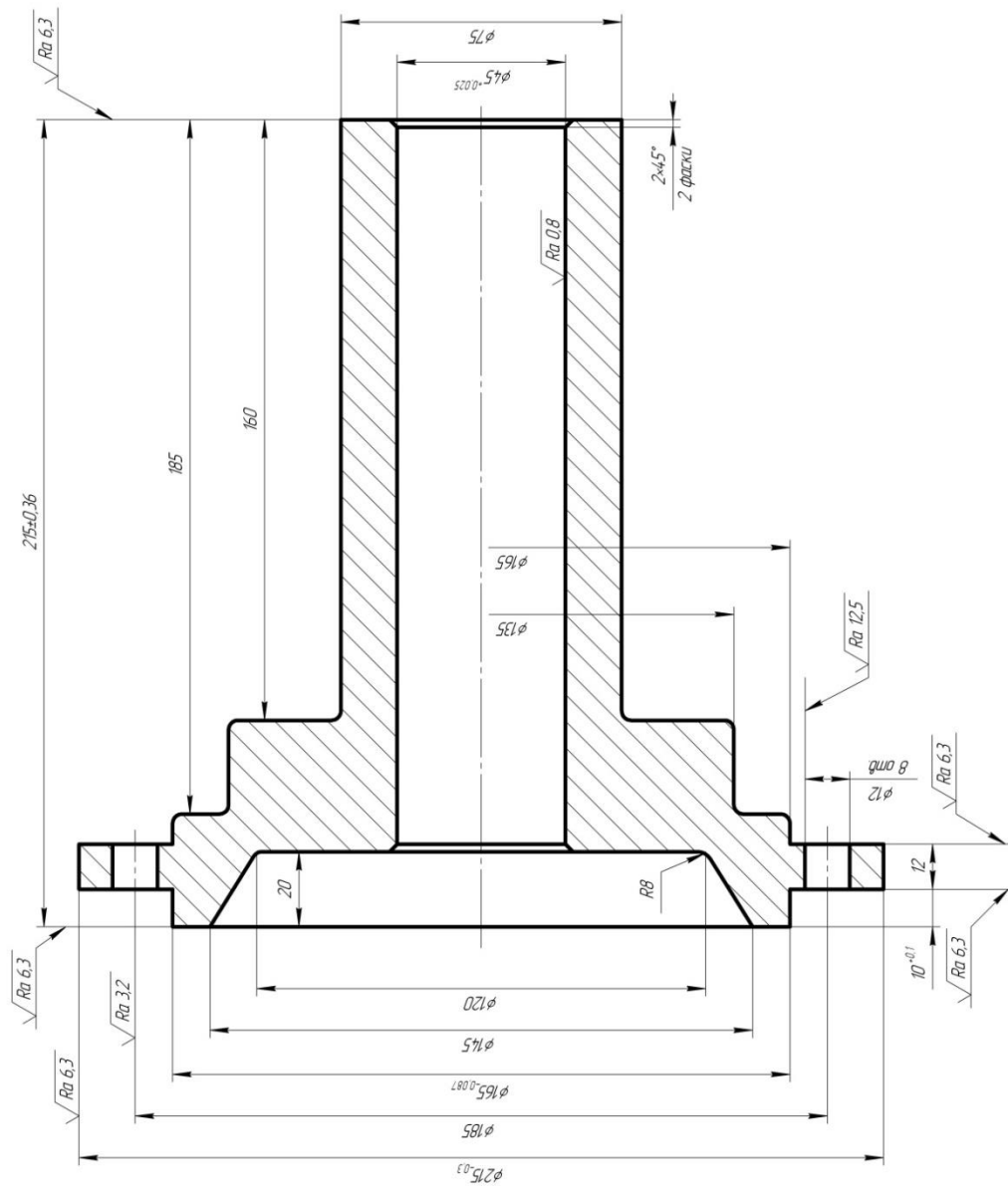


Рис.10.1. Креслення деталі

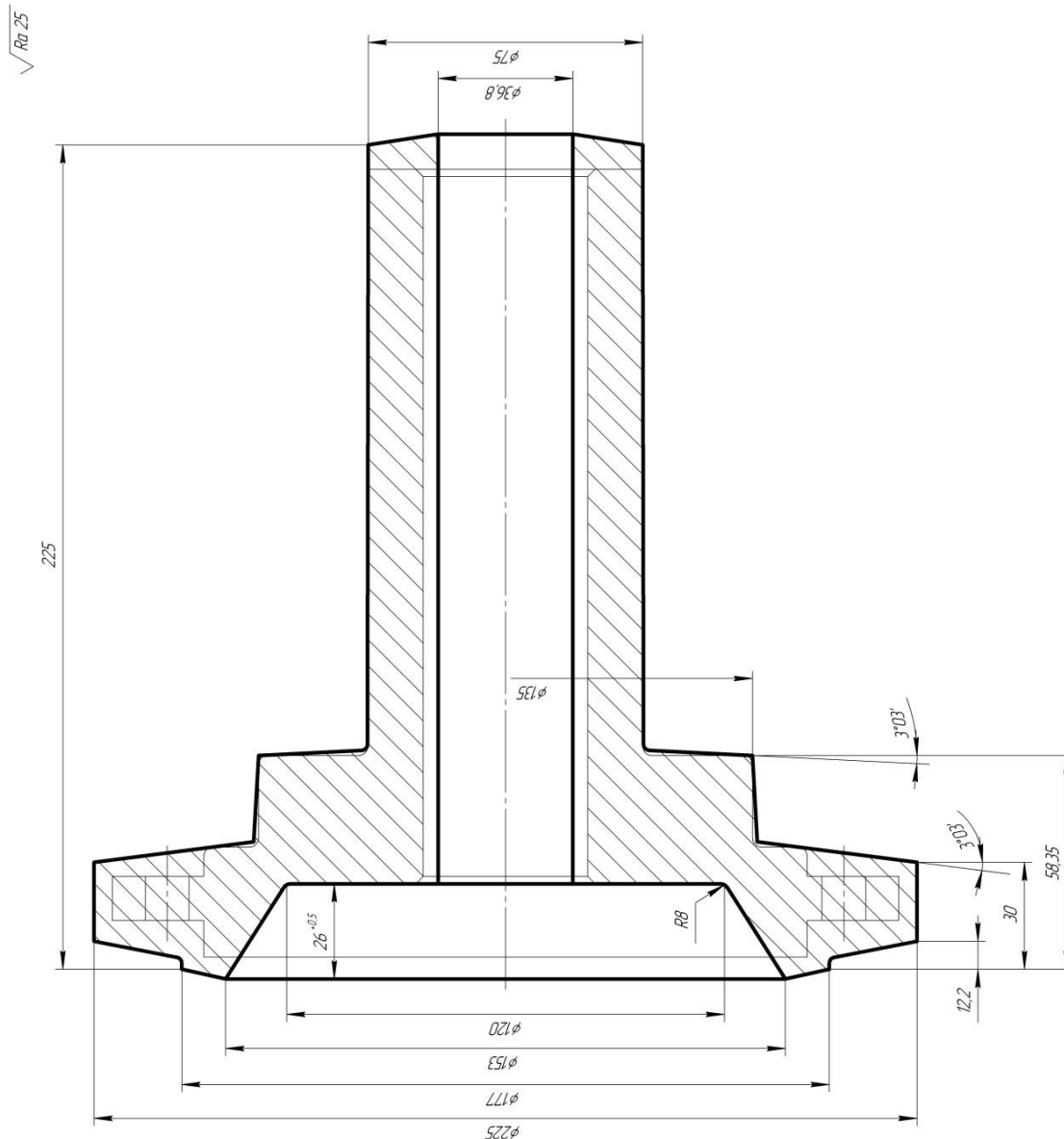


Рис.10.2. Креслення литої заготовки

За необхідності додаткові вимоги: до допустимої глибини відбіленого шару із чавуну; макро- і мікроструктури; жаростійкості і корозійної стійкості, герметичності тощо. В цьому випадку додатково вказуються методи контролю і норми відбору виливків за відповідними показниками.

Для досить великих виливків вказують місце маркування деталі, його характер, а також зміст і шрифт маркування.

Таблиця 10.2. Мінімальна товщина стінок виливків, що одержують литтям в піщано-глинисті форми

Матеріал	Розмір виливка	Мінімальна товщина стінки, мм
Сталь	Дрібні	8
	Середні	12
	Великі	20
Чавун сірий звичайний і з кульковидним графітом	Дрібні (маса до 2 кг)	3–4
	Середні (маса до 50 кг)	6–8
	Великі (маса більше 50 кг)	10–20
Чавун ковкий	Найбільша площа стінки, мм	
	50×50	2,5–3,5
	100×100	3,0–4,0
	200×200	3,5–5,5
	350×350	4,0–5,5
	500×500	5,0–7,0
Бронза олов'яна	При найбільшій довжині стінки, мм	
	до 50	3
	від 50 до 100	5
	» 100 » 250	6
	» 250 » 600	8
Спеціальні бронзи і латуні	Дрібні	6
	Середні	8
Кремнієва бронза	—	4
Алюмінієві сплави	Дрібні виливки з найбільшою довжиною стінки, мм	
	Не більше: 200 800	3–5 5–8
Магнієві сплави	Дрібні	4
	Середні з довжиною стінки не більше 400 мм	6
Цинкові сплави	—	3

Тема 10. Розрахунок розмірів заготовки

Таблиця 10.3. Мінімальна товщина стінок, мм

Сплав	Характеристика виливка	Кокіль	
		без стержнів, з металевими стержнями	з піщаними стержнями
Магнієвий	Дрібні Середні	4 6	3 5
Алюмінієвий	З площею поверхні, мм ² 600–16000 16100–60000 60100–120000 120100–240000	2,8 3,2 3,6 4,3	— — — —
Алюміній-кремній	З площею поверхні стінок не більше 3000 мм ²	3	2
Бронза олов'яна	З площею поверхні стінок 3000 мм ²	4	3
Спеціальна		6	5
Чавун	З площею поверхні стінок, мм ² до 2500 2500–12500 Кільцеві	4 5–10 11–18	3 4–8 9–15
Сталь вуглецева з електропечей: кислих	Дрібні Середні Великі	6 16 20	4 10 15
основних	Дрібні Середні Великі	8 16 25	— — —

Таблиця 10.4. Мінімальна товщина стінок в литих заготовках, що виготовляють литтям під тиском, мм

Площа поверхні виливка, мм ²	Сплави				
	Цинкові	Магнієві	Алюмінієві	Мідні	Сталі
до 2500	0,8	1,3	1,0	1,5	3,0
від 2500 до 10000	1,0	1,8	1,5	2,0	
» 10000 » 22500	1,5	2,5	2,0	3,0	
» 22500 » 40000	2,0	3,0	2,5	3,5	
» 40000 » 100000	—	4,0	4,0	—	

Таблиця 10.5. Значення внутрішніх радіусів r при сполученні стінок різної товщини в литих заготовках

Відношення товщини сполучуваних стінок S/S_1	Мінімальна товщина стінки або ребра, мм									
	до 6	від 6 до 10	від 10 до 15	від 15 до 20	від 20 до 25	від 25 до 35	від 35 до 45	від 45 до 60	від 60 до 80	від 80 до 100
	Внутрішній радіус, мм									
від 1 до 2	5	8	10	12	15	20	25	30	40	50
» 2 » 3	8	10	12	15	20	25	30	40	50	—
понад 3	10	12	15	20	25	30	40	50	—	—

Таблиця 10.6. Радіуси заокруглень для виливків із кольорових металів і сплавів, мм

$(S+S_1)/2$	r	$(S+S_1)/2$	R
до 12	6	від 45 до 60	25
від 12 до 16	8	» 60 » 80	32
» 16 » 20	10	» 80 » 110	36
» 20 » 27	12	» 110 » 150	40
» 27 » 35	16	» 150 » 200	50
» 35 » 45	20		

Варіант штампованої заготовки

(обробка пластичним деформуванням)

3.1. Призначення припусків (табличних) на механічну обробку та розрахунок розмірів заготовки

Для виконання цього пункту рекомендується використати ГОСТ 7505-89.

Етапи призначення припусків:

3.1.1. Вибір вхідних параметрів заготовки, що характеризують її точність і складність.

Таблиця 10.7 – Формувальні нахили модельного комплекту

Висота основної формуювальної поверхні, мм	Формувальний нахил								
	при використанні піщано-глинистих сумішей і комплекту				при використанні сумішей, що твердіють в контакт з оснащенням, і комплекту			для лиття за виплавними моделями	
	металевого, пластмасового		дерев'яного		металевого для оболонкової форми	металевого, пластмасового	дерев'яного	для зовнішніх (охоплювальних) поверхонь	для внутрішніх (охоплювальних) поверхонь
	d≤h	d>h	d≤h	d>h					
до 10	2°17'	4°34'	2°54'	5°45'	1°43'	3°26'	4°00'	0°30'	1°30'
10...18	1°36'	3°11'	1°54'	3°49'	1°16'	2°32'	2°52'	0°20'	1°00'
19...30	1°09'	2°40'	1°31'	3°03'	0°57'	1°54'	2°17'	0°15'	0°45'
31...50	0°48'	1°42'	1°02'	2°05'	0°41'	1°16'	1°29'	0°15'	0°45'
51...80	0°34'	1°13'	0°43'	1°26'	0°30'	0°54'	1°04'	0°10'	0°30'
81...120	0°26'	0°54'	0°32'	1°03'	0°23'	0°40'	0°46'	0°10'	0°30'
121...180	0°19'	0°38'	0°23'	0°46'	0°17'	0°29'	0°34'	-	-
181...250	0°19'	0°37'	0°22'	0°44'	0°14'	0°28'	0°33'	-	-
251...315	0°19'	0°37'	0°22'	0°44'	0°14'	0°27'	0°33'	-	-
316...400	0°18'	0°36'	0°21'	0°43'	-	0°26'	0°32'	-	-
401...500	0°17'	0°35'	0°21'	0°41'	-	0°26'	0°31'	-	-
501...630	0°17'	0°33'	0°19'	0°38'	-	0°24'	0°29'	-	-
630...800	0°16'	0°32'	0°19'	0°38'	-	0°24'	0°29'	-	-
801...1000	-	-	0°19'	0°38'	-	-	0°29'	-	-
1001...1250	-	-	0°19'	-	-	-	0°29'	-	-
1251...1600	-	-	0°19'	-	-	-	0°29'	-	-
1601...2000	-	-	0°19'	-	-	-	0°28'	-	-
2001...2500	-	-	0°19'	-	-	-	0°28'	-	-
>2500	-	-	0°19'	-	-	-	0°28'	-	-

- Клас точності Т [15, с. 7, т. 1, с. 28, т. 19; дод. Б, т. Б1].
- Група сталі М [15, с. 8, т. 1, дод. Б, т. Б2].
- Ступінь складності С [15, с. 8, с. 29-30, с. 31, т. 20].

Існує 4 ступеня складності – С1, С2, С3, С4. Ступінь складності є однією з конструктивних характеристик форми поковок, яка якісно її характеризує і використовується для призначення припусків та допусків. Ступінь складності визначається за співвідношенням маси (об'єму) штампованої заготовки Q_n (поковки) до маси (об'єму) найпростішої геометричної фігури Q_ϕ , в яку вписується форма штампованої заготовки.

Орієнтовно масу штампованої заготовки (поковки) можна розрахувати за формулою

$$Q_n = Q_{\text{дет}} \cdot K_p, \quad (10.1.)$$

де $Q_{\text{дет}}$ – маса деталі, кг;

K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної розрахункової маси штампованої заготовки (поковки).

K_p визначається за дод. Б таблиця Б3. При його призначенні менші значення визначають для умов масового, великосерійного виробництва, середні – серійного виробництва, більші – для дрібносерійного, одиничного виробництва. Для визначення маси найпростішої фігури Q_ϕ , в яку можна вписати штамповану заготовку необхідно:

1.) визначити вид фігури, в яку вписується заготовка (куля, паралелепіпед, циліндр, пустотілий циліндр, призма тощо);

2.) визначити за геометричними формулами об'єм цієї фігури V_ϕ , при визначенні розмірів геометричної фігури, що описує заготовку, потрібно скористатися розмірами деталі, збільшивши їх в 1,05 рази;

3.) визначити масу фігури:

$$Q_\phi = V_\phi \cdot \rho, \quad (10.2)$$

де ρ – густина матеріалу (дод. Б. т. Б4).

4.) розрахувати співвідношення Q_n/Q_ϕ .

За одержаним співвідношенням визначається ступінь складності штампованої заготовки. Ступеням складності відповідають такі числові значення співвідношення Q_n/Q_ϕ :

більше 0,63	C1
більше 0,32 до 0,63 включно	C2
більше 0,16 до 0,32 включно	C3
до 0,16 включно	C4

Ступінь складності C4 встановлюється для штампованих заготовок з тонкими елементами, наприклад, у вигляді диска, фланця, кільця, в тому числі з пробиваними перемичками, а також для штамповок (поковок) з тонким стрижневим елементом, якщо відношення t/D , t/L , $t/(D-d)$ не перевищує 0,2 і t не більше 25 мм (де D – найбільший розмір тонкого елемента; t – товщина тонкого елемента; d – діаметр елемента поковки, товщина якого перевищує величину t).

Для поковок, одержаних на горизонтально-кувальних машинах допускається визначати ступінь складності форми залежно від кількості переходів:

C1 – не більше, ніж при 2-х переходах;

C2 – при 3-х переходах;

C3 – при 4-х переходах;

C4 – більше, ніж при 4-х переходах або при виготовленні на двох кувальних машинах.

- Конфігурація поверхні роз'єднання штампа [15, с. 8, т. 1; додаток Г, табл. Г5].
- Вихідний індекс [10, с. 9-11, т. 2, п. 3.2; Додаток Г, табл. Г 5].

При виборі класу точності заготовки більші значення призначаються для умов одиничного, дрібносерійного виробництва, менші – масового, великосерійного.

3.1.2. Вибір припусків.

- Основні припуски [15, с. 11, т. 3, п. 4.1-4.2; дод. Г, табл. Г6].
- Додаткові припуски [15, с. 14-16, т. 4-6, дод. Г, табл. Г 7, табл. Г8, табл. Г9].

3.1.3. Вибір допусків.

- Допуски розмірів [15, с. 17-19, т. 8, дод. Г, табл. Г 11].
- Допуски зміщення, залишкового облою, задирки, відхилення від концентричності пробитого отвору, вигнутості, міжосьової відстані, кутових елементів, радіусів заокруглень [15, с. 20-26, т. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17; додаток Г табл. Г12, Г13, Г14, Г15, Г16, Г17, Г18, Г19, Г20].

Вибрані значення по пунктах 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 рекомендується занести в таблицю (див. приклад табл. 10.11).

3.1.4. Розрахунок розмірів штампованої заготовки.

Припуски на механічну обробку поверхонь штампованої заготовки залежать від заданої шорсткості поверхні. Тому при розрахунку лінійних розмірів заготовки потрібно звертати увагу на параметр шорсткості. На дві поверхні, які пов'язані одним лінійним розміром припуск буде різним, якщо задана шорсткість різна.

Всі решта рекомендацій аналогічні тим, що наведені в п. 3.1.4. для литої заготовки.

3.1.5 Вибір радіусів, нахилів та інших конструктивних елементів штампованої заготовки.

- Радіуси заокруглень [10, с. 15, т. 7; 20, с. 122, т. 5.11], табл. 10.9.
- Нахили [10, с. 26-27, т. 18, рис. 5.26; 20, с. 121, т. 5.10], табл. 10.10.
- Мінімальний діаметр отвору, що штампується [20, с. 123].
- Форма і розміри (по глибині) отворів, що штампуються [20, с. 124 - 126; 4, с. 27, п. 6.4, 6.5].
- Положення лінії роз'єднання штампа [20, с. 113-116; 2, с. 145-146].

- Інші конструктивні елементи штамповки [20, с. 113-128; 2, с. 132 - 179].

Таблиця 10.9. Мінімальна величина радіуса заокруглення зовнішніх кутів поковок в залежності від глибини порожнини штампа

Маса поковки (понад ... до), кг	Найменші радіуси заокруглень при глибині порожнини штампа (понад ... до), мм			
	до 10	10 - 25	25 - 30	більше 50
до 1,0 вкл.	1,0	1,6	2,0	3,0
від 1,0 до 6,0 вкл.	1,6	2,0	2,5	3,5
від 6,0 до 16,0 вкл.	2,0	2,5	3,0	4,0
від 16,0 до 40,0 вкл.	2,5	3,0	4,0	5,0
від 40,0 до 100,0 вкл.	3,0	4,0	5,0	7,0
від 100,0	4,0	5,0	6,0	8,0

Таблиця 10.10. Штампувальні нахили

Штампувальне обладнання	Штампувальні нахили, °	
	зовнішні	внутрішні
Молоти	1 – 7	3 – 10
Кривошипні гарячештампувальні преси з виштовхувачем	3 – 5	5 – 7
Гідравлічні преси	1 – 2	2 – 4
Преси без виштовхувача	5 – 7	7 – 10
Горизонтально-кувальні машини: поверхні, виконані пуансоном	0,25 – 1	0,25 – 3
Поверхні, виконані матрицею	0,25 – 5	1 – 7

3.1.3. Оформлення креслення штампованої заготовки, рис. 10.3.

Креслення штамповки за ГОСТ 3.11.26-88 і згідно з рекомендаціями ГОСТ 7505–89, виконується в масштабі креслення деталі (переважно 1:1), хоча при необхідності можливе використання іншого масштабу.

Кількість видів повинна бути достатньою для виготовлення по кресленню заготовки.

Таблиця 10.11. Розрахунок розмірів штампованої заготовки

Вхідні дані	За ГОСТ 7505-89			Штампування на ГKM		
Клас точності	T4 – T5			T4		
Марка матеріалу	M2			M2		
Ступінь складності	C1			C1		
Індекс	14			14		
Конфігурація поверхні роз'єднання штампа	П			П		
	Розрахункові розміри, мм					
Припуски:	Ø106h8	Ø100h8	Ø55H9	Ø85H9	120	25
	1	2	3	4	5	6
Основні	2,3	2,3	2,0	2,0	2,0	1,8
Додаткові						
на зміщення по поверхні роз'єднання штампа	0,4	0,4	0,4	0,4	-	-
для врахування вигнутості і відхилення від площинності, прямолінійності	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Допуски	Розміри заготовки, мм					
	Ø112,4	Ø106,4	Ø49,2	Ø79,2	125	27,9
Розмірів	3,2 ^(+2,1 -1,1)	3,2 ^(+2,1 -1,1)	2,8 ^(+1,0 -1,8)	2,8 ^(+1,0 -1,8)	3,6 ^(+1,2 -2,4)	2,0 ^(+0,7 -1,3)
Зміщення по поверхні роз'єднання штампа	1,0					
по вигнутості від площинності і прямолінійності радіусів заокруглень	1,0 2,0					
величини замкнутого облою	1,2					
Висота задирка	5					
від концентричності отворів	1,5					

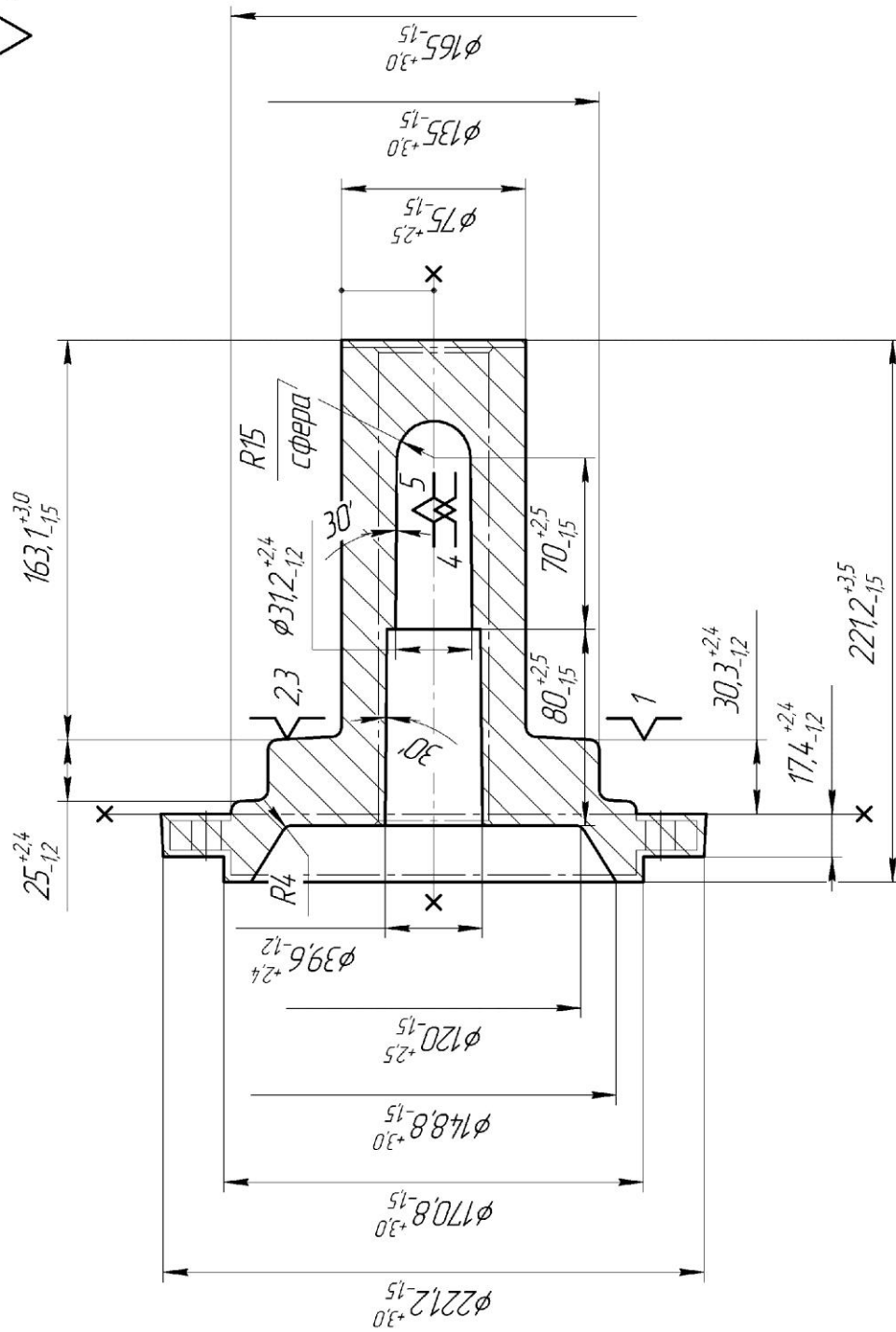
Порядок виконання креслення штампованої заготовки:

- зображується контур деталі (без нанесення розмірів) штрихпунктирною лінією з двома крапками;

- Наносяться напуски;
- Встановлюється лінія роз'єднання штампа і у відповідності з її положенням наносяться штампувальні нахили;
- Оформляються конфігурація і розміри внутрішніх поверхонь, що формуються знаками;
- Оформляються спряження поверхонь, радіуси заокруглень;
- Основними лініями оформляється креслення заготовки;
- Проставляються розміри заготовки, що одержані при розрахунках;
- Розміри, що зв'язують необроблювані поверхні, переносяться з креслення деталі;
- Проставляються допуски розмірів;
- Позначається лінія роз'єднання штампа тонкою штрих-пунктирною лінією;
- Позначаються чорнові бази;
- Записуються технічні вимоги на штамповану заготовку;
- Ставиться шорсткість заготовки.

4. Технічні вимоги на штамповані заготовки [5, с.128; 8, приклади с.34-51].

- 4.1. Клас точності штамповки, група сталі, ступінь складності.
- 4.2. Невказані штампувальні нахили, радіуси.
- 4.3. Допустима задирка.
- 4.4. Допустиме зміщення по площині роз'єднання штампа.
- 4.5. Невказані допуски радіусів заокруглень.
- 4.6. Допустиме відхилення від площинності.
- 4.7. Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору відносно зовнішнього контуру поковки.
- 4.8. Твердість матеріалу заготовки.



1. Невказані штампувальні цукли - 3°

Рис. 10.3. Креслення штампованої заготовки

10.2. Завдання для виконання роботи

Розрахувати розміри заготовки відповідно до:

1. Креслення деталі (додаток Л).
2. Креслення заготовки (результат виконання практичної роботи №9)

10.3. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Формування вихідних даних для проведення розрахунків (тип виробництва, матеріал деталі, габаритні розміри, маса деталі, наявність термічної обробки, спосіб виготовлення заготовки, температура плавлення матеріалу)
3. Вибір норм точності заготовки (для 2-ох варіантів її виготовлення).
4. Призначення припусків на виготовлення заготовки (при литій заготовці для 2-ох варіантів її виготовлення).
5. Призначення припусків на оброблювані поверхні деталі (при заготовці одержаної обробкою пластичним деформуванням) – для 2-ох варіантів її виготовлення.
6. Призначення припусків на оброблювані поверхні деталі (при литій заготовці) – для 2-ох варіантів її виготовлення.
7. Призначення допусків на виготовлення заготовки (при заготовці, одержаній обробкою пластичним деформуванням) – для 2-ох варіантів її виготовлення.
8. Розрахунок розмірів заготовки для 2-ох варіантів її виготовлення.
9. Призначення технічних вимог на виготовлення заготовки (для 2-ох варіантів).
10. Виконання ескізів заготовки (для 2-ох варіантів її виготовлення).
11. Висновки до роботи.

Рекомендована література [11, 12, 13, 15]

Тема 11. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ 2-Х ВАРІАНТІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Мета роботи: оволодіння методикою обґрунтування вибору заготовки деталі на основі техніко-економічних показників.

11.1. Короткі теоретичні відомості

Собівартість заготовки – це економічний показник, який впливає на собівартість виготовлення деталі, виробу. Якщо можливі різні варіанти виготовлення заготовки, то рішення стосовно вибору виду заготовки можна прийняти лише після розрахунку їх собівартості. Перевагу варто віддавати тій заготовці, яка має меншу собівартість. Якщо ж варіанти, що порівнюються по собівартості, виявляються рівноцінними, то перевагу потрібно віддавати заготовці з більш високим коефіцієнтом вагової точності.

Крім того, необхідно врахувати об'єм наступної механічної обробки, її вартість. Тобто остаточне рішення повинно в комплексі врахувати всі показники: собівартість заготовки, коефіцієнт вагової точності та собівартість виконання тих операцій механічної обробки, які відрізняються в технологічних процесах механічної обробки деталі внаслідок вибору різних варіантів виготовлення заготовки. Якщо ж при різних варіантах виготовлення заготовки технологічні процеси механічної обробки деталі однакові, то порівняння і вибір спрощуються і виконуються лише за першими двома показниками (собівартість заготовки та коефіцієнт вагової точності).

11.1.1 Розрахунок маси і коефіцієнта вагової точності заготовки

$$\gamma = \frac{Q_{дет}}{Q_{заг}}, \quad (11.1)$$

де $Q_{дет}$ – маса деталі, кг;

**Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення
заготовки**

$Q_{заг}$ – маса заготовки, кг.

Маса заготовки може бути розрахована такими способами.

1. При простій геометричній формі заготовки її рекомендується розділити на прості геометричні фігури, визначити масу кожної з геометричних фігур. Загальну масу заготовки визначити, як суму мас складових геометричних фігур заготовки.

$$Q_{заг} = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (11.2)$$

де $Q_{заг}$ – маса заготовки, кг;

Q_i – маса i -ої елементарної геометричної фігури заготовки, кг;

n – кількість елементарних фігур заготовки.

Формула (6.2) в розкритому вигляді:

$$Q_{заг} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n \quad (11.3)$$

Маса i -ої елементарної фігури може бути визначена:

$$Q_i = V_i \cdot \rho, \quad (11.4)$$

де V_i – об'єм i -ої елементарної фігури заготовки, м³;

ρ – густина матеріалу заготовки, г/см³.

Формула (6.4) у розрахунковому вигляді:

$$Q_1 = V_1 \cdot \rho;$$

$$Q_2 = V_2 \cdot \rho;$$

$$Q_3 = V_3 \cdot \rho;$$

- - - - .

$$Q_n = V_n \cdot \rho.$$

Формула (6.2) з урахуванням (6.4) набуває вигляду:

$$Q_{заг} = \sum_{i=1}^n V_i \cdot \rho$$

або

$$Q_{заг} = (V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n) \cdot \rho \quad (11.5)$$

Об'єми V_i визначаються за формулами для відповідних геометричних фігур.

2. При складній геометричній формі заготовки її масу рекомендується визначати, як суму маси деталі і знятих припусків, напусків.

$$Q_{заг} = Q_{дет} + \sum_{i=1}^m Q_{припи} + \sum_{j=1}^k Q_{нап. j}, \quad (11.6)$$

де $Q_{дет}$ – маса деталі (приймається згідно з кресленням деталі);

$Q_{припи}$ – припуск, що знімається з i -ої поверхні заготовки;

$Q_{нап. j}$ – напуск, що знімається з j -ої поверхні заготовки;

m, k – кількість поверхонь заготовки, з яких знімаються припуски, напуски відповідно.

Маса припусків і напусків, що знімаються з поверхонь заготовки, визначається за формулою (11.4). При цьому розглядається об'єм геометричної фігури, яку утворює об'єм припуску чи напуску, що знімається.

3. Виконати креслення заготовки з використанням програми «Компас 3D», яка, крім креслення, автоматично виконує розрахунки маси.

4. При наближених розрахунках $Q_{заг}$ може бути визначена за масою деталі та прийнятим коефіцієнтом вагової точності $Q_{заг} = \frac{Q_{д}}{\gamma}$. Визначена маса заготовки і маса деталі згідно з робочим кресленням дає можливість за формулою (11.1) розрахувати коефіцієнт вагової точності γ .

11.1.2. Розрахунок собівартості виготовлення заготовки

11.1.2.1. Розрахунок собівартості виготовлення литої, штампованої заготовки

Для литих, штампованих заготовок собівартість в першому наближенні може бути визначена за формулою [2, 11, 12]

$$C_{заг} = \frac{C_i}{1000} Q_{заг} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_{\epsilon} \cdot K_n - (Q_{заг} - Q_{дет}) \cdot \frac{C_{відх}}{1000}, \quad (11.7)$$

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовок

де C_i – базова вартість однієї тонни заготовок, грн.;

K_T, K_c, K_e, K_m, K_n – коефіцієнти, що залежать, відповідно, від класу точності, марки матеріалу, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок;

$C_{відх}$ – ціна однієї тонни відходів (стружки), грн.

Орієнтовні дані для розрахунку собівартості заготовки наведено в таблицях 11.1 - 11.12.

Таблиця 11.1. Вартість 1 т заготовок при різних способах лиття

Спосіб виготовлення литої заготовки	Базова вартість 1 тонни заготовок $C_{л}$, грн
Лиття в піщано-глинисті форми	15600
Лиття в оболонкові форми	24400
Лиття в необлицьований кокіль	19200
Лиття в облицьований кокіль	22800
Лиття під тиском	26800
Лиття за виплавними моделями	32000

При виконанні роботи на конкретному машинобудівному підприємстві базова вартість 1 тонни заготовок повинна бути прийнята за даними підприємства.

Таблиця 11.2. Коефіцієнт K_T , що враховує клас точності заготовок

Спосіб виготовлення литої заготовки	Коефіцієнт K_T	
	Чорні метали	Кольорові метали
1	2	3
Лиття в піщано-глинисті форми	1,1 (для 1-6 класів розмірної точності) 1,5 (для 7-11 класів розмірної точності) 1,0 (для 12-16 класів розмірної точності)	1,05 (для 1-9 класів розмірної точності) 1,0 (для 9-16 класів розмірної точності)
Лиття в оболонкові форми	1,05 (для 1-9 класів розмірної точності) 1,0 (для 9-16 класів розмірної точності)	1,0 (для всіх класів розмірної точності)
Лиття в облицьований кокіль, необлицьований кокіль, відцентрове лиття, під тиском, за виплавними моделями	1,0 (для всіх матеріалів і класів розмірної точності)	

Таблиця 11.3. Коефіцієнт K_M , що враховує матеріал заготовки

Спосіб виготовлення литої заготовки	K_M в залежності від матеріалу										
Лиття в піщано-глинисті форми	Чавуни					Сталі			Сплави кольорових металів		
	СЧ10 СЧ15 СЧ18	СЧ20 СЧ25 СЧ30	СЧ35 СЧ40 СЧ45	КЧ30-6 КЧ33-8 КЧ35-8 КЧ35-10	ВЧ45 ВЧ50	Вуглецеві	Низько-леговані	Високо-леговані	Алюмінієві	Мідно-цинкові	Бронза олов'яно-свинцевиста
	1,0	1,04	1,08	1,12	1,19	1,22	1,26	1,93	5,94	5,53	6,72
Лиття в оболонкові форми	Чавуни					Сталі					
	СЧ10 СЧ15 СЧ18		СЧ20 СЧ25 СЧ30		СЧ35 СЧ40 СЧ45	Вуглецеві 15Л - 55Л		Леговані			
	1,0		1,04		1,1	1,36		2,67			
Лиття в необлицьований кокіль, відцентрове лиття	Чавуни					Сталі		Сплави кольорових металів			
	СЧ10 СЧ15 СЧ18	СЧ20 СЧ25 СЧ30	СЧ35 СЧ40 СЧ45	КЧ30-6 КЧ50-4 КЧ63-2	ВЧ38 ВЧ45 ВЧ50	Вуглецеві 15Л - 55Л	Низько-леговані	Алюмінієві АЛ2 - АЛ9	Латунь ЛС59-1 ЛС74-3	Бронза олов'яно-свинцевиста	
	1,0	1,06	1,09	1,13	1,21	1,18	1,2	4,23	4,25	5,64	
Лиття в облицьований кокіль	Чавуни										
	СЧ10 СЧ15 СЧ18		СЧ20 СЧ30 СЧ35	СЧ35 СЧ40 СЧ45	ВЧ38 ВЧ45 ВЧ50						
	1,0		1,03	1,045	1,1						
Лиття під тиском						Сплави кольорових металів					
						Алюмінієві		Мідні		Цинкові	
						1,0		1,11		1,29	
Лиття за виплавними моделями	Сталі					Сплави кольорових металів					
	Вуглецеві		Низько-леговані		Високо-леговані	Мідні		Бронза безолов'яниста		Бронза олов'яниста	
	1,0		1,08		1,1	2,44		2,11		2,4	

Таблиця 11.4. Коефіцієнт K_C , що враховує групу складності заготовки

Спосіб виготовлення литої заготовки	Матеріал заготовки	Група складності				
		1	2	3	4	5
Лиття в піщано-глинисті форми	Чавун, сталь	0,7	0,83	1	1,2	1,45
	Сплави: алюмінієві, бронзи і мідні	0,82	0,89	1	1,1	1,22
		0,97	0,98	1	1,02	1,04
Лиття в оболонкові форми	Сірий чавун	0,78	0,9	1	1,14	1,3
	Вуглецева сталь	0,8	0,91	1	1,15	1,27
	Легована сталь	0,7	0,85	1	1,15	1,24

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

Таблиця 11.4 (Продовження)

Лиття необлицьований кокінь, відцентрове лиття	в	Чавун і сталь	0,69	0,83	1	1,18	1,4
		Алюміній	0,84	0,91	1	1,05	1,11
		Латунь	0,89	0,95	1	1,06	1,13
		Бронза	0,95	0,97	1	1,03	1,065
Лиття облицьований кокінь	в	Чавун СЧ	0,79	0,89	1	1,12	1,27
		Чавун ВЧ	0,81	0,9	1	1,09	1,23
Лиття тиском	під	Алюмінієві сплави	0,88	0,94	1	1,07	1,15
		Мідні сплави	0,90	0,95	1	1,08	1,16
		Цинкові сплави	0,88	0,93	1	1,06	1,14
Лиття виплавними моделями	за	Сталь вуглецева	0,86	0,92	1	1,12	1,24
		Сталь низьколегована	0,86	0,93	1	1,11	1,23
		Сталь високолегована	0,85	0,9	1	1,12	1,26
		Мідні сплави	0,865	0,925	1	1,15	1,26
		Бронза безолов'яниста	0,9	0,95	1	1,08	1,19
		Бронза олов'яниста	0,92	0,95	1	1,1	1,15

Таблиця 11.5. Коефіцієнт K_B , що враховує масу заготовки

Спосіб виготовлення заготовки	Маса випливання, кг	Матеріал випливання			
1	2	3			
Лиття в піщано-глинисті форми	0,5 - 1,0 1 - 3 3 - 10 10 - 20 20...50 50 - 200 200 - 500	Чавун	Сталь	Алюмінієві сплави	Бронза
		1,1	1,07	1,05	1,01
		1,0	1,0	1,0	1,0
		0,91	0,93	0,96	0,99
		0,84	0,87	0,92	0,97
		0,8	0,82	0,89	0,95
		0,74	0,78	0,85	0,93
		0,67	0,74	0,82	0,9
Лиття оболонкові форми	0,4 - 1,0 1,0 - 2,5 2,5 - 4,0 4,0 - 10 10 - 25 25 - 63 63 - 250	Чавун		Сталь вуглецева	Сталь легована
		1,08		1,1	1,16
		1,0		1,0	1,0
		0,94		0,96	0,96
		0,86		0,86	0,9
		0,78		0,78	0,84
		0,72		0,69	0,78
		0,69		0,6	0,73
Лиття необлицьований кокінь, відцентрове лиття	0,4 - 10 1,0 - 4,0 4,0 - 10 0 - 25 25 - 63 63 - 250 250 - 630	Чавун		Сталь	Алюмінієві сплави, латунь, бронза
		1,11 - 1,06		1,12 - 1,05	1,02
		1,0		1,0	1,0
		0,9		0,9 - 0,95	0,99
		0,84		0,8 - 0,9	0,98
		0,78		0,78 - 0,85	0,97
		0,72		0,72 - 0,8	0,96
		0,66		0,64 - 0,74	0,95

Таблиця 11.5 (Продовження)

		Чавун СЧ і ВЧ				
Лиття облицьований кокіль	0,4 - 1,0	1,07				
	1,0 - 4,0	1,0				
	4,0 - 10	0,93				
	10 - 25	0,88				
	25 - 63	0,84				
	63 - 250	0,8				
	250 - 630	0,77				
Лиття під тиском		Алюмінієві сплави	Мідні сплави	Цинкові сплави		
	0,1 - 0,2	1,0	1,0	1,0		
	0,2 - 0,5	0,9	0,89	0,91		
	0,5 - 1,0	0,81	0,81	0,82		
	1,0 - 2,0	0,75	0,75	0,75		
	2,0 - 5,0	0,69	0,71	0,7		
	5,0 - 10	0,64	0,67	0,63		
	більше 10	0,62	0,65	0,61		
Лиття виплавними моделями		Сталь вуглецева і низьколегована	Сталь високолегована	Мідні сплави	Бронза безолов'яниста	Бронза олов'яниста
	0,05 - 0,10	1,37	1,31	1,2	1,3	1,3
	0,10 - 0,20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	0,20 - 0,50	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83
	0,50 - 1,0	0,7	0,74	0,89	0,76	0,8
	1,0 - 2,0	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76
	2,0 - 5,0	0,5	0,53	0,82	0,64	0,7
	5,0 - 10	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67
	більше 10	0,38	0,4	0,72	0,57	0,64

Таблиця 11.6. Групи серійності виливків залежно від способу одержання заготовки і об'єму виробництва

Спосіб виготовлення заготовки	Маса виливків	Об'єм (тис. шт.) при групі серійності		
1	2	3		
Лиття в піщано-глинисті форми		1	2	3
	0,5 - 1,0	більше 500	100 - 500	менше 100
	1,0 - 3,0	більше 350	75 - 350	менше 75
	3,0 - 10	більше 200	30 - 200	менше 30
	10 - 20	більше 100	15 - 100	менше 15
	20 - 50	більше 60	10 - 60	менше 10
	50 - 200	більше 40	7,5 - 40	менше 7,5
	200 - 500	більше 25	4,5 - 25	менше 4,5

**Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення
заготовки**

Таблиця 11.6 (Продовження)

Лиття в кокіл, відцентрове лиття	0,25 - 0,63	70 і більше		15 - 70		15 і менше
	0,63 - 1,0	40 і більше		10 - 40		10 і менше
	1,0 - 2,5	20 і більше		6 - 20		6 і менше
	2,5 - 10	12 і більше		3 - 12		3 і менше
	10 - 25	8 і більше		1,5 - 8		1,5 і менше
	25 - 63	6 і більше		1,2 - 6		1,2 і менше
	63 - 100	4 і більше		0,75 - 4		0,75 і менше
	100 - 630	2, 5 і більше		0,5 - 2,5		0,5 і менше
Лиття під тиском	0,1 - 0,2	більше 600		450 - 600		менше 450
	0,2 - 0,5	більше 500		375 - 500		менше 375
	0,5 - 1,0	більше 400		300 - 400		менше 300
	1,0 - 2,0	більше 300		225 - 300		менше 225
	2,0 - 5,0	більше 200		150 - 200		менше 150
	5,0 - 10	більше 100		75 - 100		менше 75
	більше 10	більше 50		35 - 50		менше 35
Лиття за видавними моделями	0,1 - 0,2	більше 400		300 - 400		менше 300
	0,2 - 0,5	більше 300		225 - 300		менше 225
	0,5 - 1,0	більше 15		11 - 15		менше 14
	1,0 - 2,0	більше 12		9 - 12		менше 9
	2,0 - 5,0	більше 10		7 - 10		менше 7
	5,0 - 10	більше 4		3 - 4		менше 3
	більше 10	більше 3		2 - 3		менше 2
Лиття в оболонкові форми	до 0,25 0,25 - 0,63 0,63 - 1,0 1,0 - 2,5 2,5 - 10 10 - 25 25 - 63 63 - 100 100 - 160	1	2	3	4	5
		2000 і більше	1000 - 2000	500 - 1000	200 - 500	100 - 200
		1400	700 - 1400	400 - 700	150 - 400	70 - 150
		1000	500 - 1000	300 - 500	100 - 300	40 - 100
		700	350 - 700	200 - 350	75 - 200	20 - 75
		400	200 - 400	100 - 200	30 - 100	12 - 30
		200	100 - 200	50 - 100	15 - 50	8 - 15
		120	60 - 120	30 - 60	10 - 30	6 - 10
		80	40 - 80	20 - 40	7,5 - 20	4 - 7,5
		50	25 - 50	12 - 25	3,5 - 12	2,5 - 5,5
	до 0,25 0,25 - 0,63 0,63 - 1,0 1,0 - 2,5 2,5 - 10 10 - 25 25 - 63 63 - 100 100 - 160	6	7	8	9	10
		35 - 100	15 - 35	2,5 - 15	0,5 - 2,5	0,5 і більше
		30 - 70	12 - 30	2 - 12	0,4 - 2	0,4
		20 - 40	8 - 20	1,5 - 8	0,3 - 1,5	0,3
		12 - 20	4 - 12	1 - 4	0,2 - 1	0,2
		6 - 12	2 - 6	0,5 - 2	0,12 - 0,5	0,12
		3 - 8	1 - 3	0,3 - 1	0,07 - 0,3	0,07
		2 - 6	0,8 - 2,5	0,2 - 0,8	0,05 - 0,2	0,05
		1,5 - 4	0,6 - 1,5	0,1 - 0,6	0,04 - 0,1	0,04
		1 - 2,5	0,45 - 1	0,07 - 0,1	0,03 - 0,07	0,03

По визначеній за табл. 15.6 групі серійності виробництва знаходять коефіцієнт K_n за табл. 15.7.

Таблиця 11.7. Коефіцієнт K_n , що враховує об'єм виробництва заготовок

Спосіб виготовлення заготовки	Матеріал вилівка	Група серійності									
Лиття в піщано-глинисті форми		1	2	3	4	5					
	Чавун	0,52	0,76	1	1,2	1,44					
	Сталь	0,5	0,77	1	1,2	1,48					
	Сплави:										
	алюмінієві	0,77	0,9	1	1,11	1,22					
	мідно-цинкові і бронзові	0,91	0,96	1	1,05	1,08					
Лиття в оболонкові форми	Чавун та вуглецева сталь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		0,75	0,82	0,88	0,94	1	1,06	1,1	1,15	1,2	1,25
	Легована сталь	0,88	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,07	1,1	1,15
Лиття в необлицьований кокіль, відцентрове лиття	Чавун, сталь, кольорові сплави	1			2			3			
		0,95			1,0			1,15			
Лиття в облицьований кокіль	Чавун	0,97			1,0			1,1			
Лиття під тиском	Сплави: алюмінієві мідні цинкові	0,92			1,0			1,09			
		0,93			1,0			1,07			
		0,93			1,0			1,07			
Лиття за виплавними моделями	Сталі, кольорові сплави	0,83			1,0			1,23			

Штамповані заготовки

Таблиця 11.8. Коефіцієнти K_T , K_M , K_C , K_B

Коефіцієнти K_T при класі точності штамповки				
Підвищена точність			Нормальна точність	
1,05			1,0	
Коефіцієнт K_M при марці матеріалу				
Вуглецеві сталі 08 – 85	Сталі 15X – 50X	Сталі 18ХГТ – 30ХГТ	Сталь шарико- підшипникова ШХ15	Сталі 12ХН3А – 30ХН3А
1,0	1,13	1,21	1,77	1,79

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

Таблиця 11.8 (Продовження)

Коефіцієнт K_c при марці і ступені складності					
	Ступінь складності				
	C1	C2	C3	C4	
	0,75	0,84	1,0	1,15	
Сталь вуглецева 08 – 85	0,77	0,87	1,0	1,15	
Сталь 15X – 50X	0,78	0,88	1,0	1,14	
Сталь 18ХГТ – 30ХГТ	0,79	0,89	1,0	1,13	
Сталь ШХ15	0,81	0,90	1,0	1,1	
Сталь 12ХНЗА – 30ХНЗА					
Коефіцієнт K_b при масі і матеріалі штамповки					
Маса штамповки, кг	Матеріал штамповки				
	Сталь 08 – 85	Сталь 15X – 50X	Сталь 18ХГТ – 30ХХГТ	Сталь ШХ15	Сталь 12ХНЗА – 30ХНЗА
Не більше 0,25	2	2	1,94	1,82	1,62
0,25 - 0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
0,63 - 1,6	1,33	1,29	1,29	1,3	1,25
1,6 - 2,5	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
2,5 - 4,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4,0 - 10	0,87	0,89	0,89	0,88	0,9
10 - 25	0,8	0,8	0,79	0,76	0,8
25 - 63	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
63 - 100	0,7	0,7	0,72	0,65	0,7

Базова вартість однієї тони штампованих заготовок із конструкційної вуглецевої сталі масою 2,5 - 4 кг нормальної точності за ГОСТ 7505-74, 3-ої групи (ступеня) складності, 2-ої групи серійності орієнтовно може бути прийнята $C_i = 13730$ грн.

При виконанні роботи по конкретному підприємству базова вартість повинна бути прийнята згідно даних цього підприємства.

Для визначення коефіцієнта K_n потрібно знати об'єм виробництва, тобто річну програму випуску заготовок. Якщо об'єм виробництва більший значень, що вказані в таблиці 6.9, то $K_n = 0.8$, у решті випадків $K_n = 1.0$.

Таблиця 11.9. Об'єм виробництва штамповок

Маса штамповки, кг	Об'єм виробництва, тис. шт.	Маса штамповки, кг	Об'єм виробництва, тис. шт.
Не більше 0,25	15 – 500	4,0 - 10	3,5 - 75
0,25 - 0,63	8 - 300	10 - 25	3 - 50
0,63 - 1,6	5 - 150	25 - 63	2 - 30
1,6 - 2,5	4,5 - 120	63 - 160	0,6 - 1,0
2,5 - 4,0	4 - 100		

* - ступінь складності штампованої заготовки згідно з ГОСТ 7505-89 визначається за співвідношенням маси (об'єму) поковки Q_n до маси (об'єму) геометричної фігури Q_ϕ , в яку вписується форма поковки. Геометрична фігура може бути кулею, паралелепіпедом, циліндром тощо.

Орієнтовно масу поковки можна розрахувати за формулою:

$$Q_n = Q_{det} \cdot K_p, \quad (11.3)$$

де K_p – розрахунковий коефіцієнт, що приймається згідно з таблицею

11.10. Ступеням складності поковок відповідають такі значення Q_n / Q_ϕ :

C_1 – більше 0.63;

C_2 – більше 0.32 до 0.63 включно;

C_3 – більше 0.16 до 0.32 включно;

C_4 – до 0.16 включно.

Таблиця 11.10. Коефіцієнт K_p

Група	Характеристика деталі	Типові представники	K_p
1	Подовженої форми:		
1.1	З прямою віссю	Вали, осі, цанги, шатуни	1,3-1,5
1.2	З вигнутою віссю	Важелі, сошки	1,1-1,4
2	Круглі та багатогранні в плані:		
2.1	Круглі	Шестерні, ступиці, фланці	1,5-1,8
2.2	Квадратні, прямокутні, багатогранні	Фланці, ступиці, гайки	1,3-1,7
2.3	З відгалуженнями	Хрестовики, вилки	1,4-1,6
3	Комбінованої (сполучення 1 і 2) конфігурації	Кулаки поворотні, колінчасті вали	1,3-1,8
4	З великим об'ємом необроблюваних поверхонь	Вилки передніх осей, важелі переключення коробок передач, буксирні крюки	1,1-1,3
5	З отворами, заглибленнями, що не обробляються в поковці при штампуванні	Пустотілі вали, фланці, блоки шестерен	1,8-2,2

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

Вартість відходів (стружки) $C_{\text{відх}}$ орієнтовно може бути прийнята згідно з таблицею 11.11 або ж за цінами підприємства.

Таблиця 11.11. Орієнтовні заготівельні ціни на лом та відходи металів у грн. за 1 т. (станом на 2008 р.)

Матеріал	Лом	Стружкобрикет	Стружка завивна
Сталь вуглецева	520	390	300
Чавун	390	330	240
Сталь конструкційна/ хромонікелева, хромо- нікелевомарганцева та ін.	530	470	350
Сталь інструментальна хромиста, хромованадієва	600	520	330
Сталь інструментальна хромовольфрамомарганцева	1040	910	650
Сталь інструментальна хромовольфрамомолібденова	2830	2500	1280
Сталь швидкоріжуча	8270	7270	4780

11.1.2.2. Собівартість заготовки із прокату

$$C_{\text{заг.пр}} = C_{\text{м}} + \sum C_{\text{заг}}, \quad (11.4)$$

де $C_{\text{м}}$ – витрати на матеріал заготовки, грошових одиниць (гр.о/год);

$\sum C_{\text{заг}}$ – технологічна собівартість заготівельних операцій (правки, калібрування, розрізання прокату на штучні заготовки та інше).

Витрати на матеріал визначаються по масі прокату, що використовується на виготовлення деталі, і масі стружки, яка одержується у вигляді відходів і здається як вторинна сировина.

$$C_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{1000} \cdot C_{\text{м}} - \frac{Q_{\text{заг}} - Q_{\text{дет}}}{1000} \cdot C_{\text{відх}}, \quad (11.5)$$

де $Q_{\text{заг.}}$ – маса заготовки, кг;

$C_{\text{м}}$ – вартість 1 т матеріалу заготовки, грн;

$Q_{дет.}$ – маса готової деталі, кг;

$C_{відх.}$ – вартість 1 т відходів, грн.

Вартість прокату деяких матеріалів і заготівельні ціни на стружку наведено в таблицях 15.11 і 15.12.

Технологічна собівартість заготівельних операцій:

$$C_{заг.} = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot 100}, \quad (11.6)$$

де $C_{п.з.}$ – приведені витрати на заготівельні операції, грн./год;

$T_{шт(шт-к)}$ – штучний чи штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції (правки, калібрування, відрізання та інше).

Орієнтовно приведені витрати на 1 год. роботи заготівельного обладнання приймаються для операцій: відрізання заготовок діаметром до 55 мм сортовими ножицями моделі Н 1834 – 8,83 грн; відрізання заготовок діаметром до 140 мм сортовими ножицями моделі Н 1838 – 16,29 грн; розрізання на відрізних верстатах, що працюють дисковими пилами – 12,1 грн; правка на автоматах – 20,0-25,0 грн.

Таблиця 11.12. Оптові ціни на деякі метали по прейскурантах
(орієнтовні)

Найменування	Марка	Ціна 1 т, грн
1	2	3
Сталь звичайної якості круга і квадратна		
Вуглецева	Ст 0, Ст 3	10600 - 12400
	Ст 4	11400 - 13200
Сталь якісна круга, квадратна, шестигранна		
Вуглецева	Сталь 10 - 55	13600 - 18500
Легована	Сталь 15Х - 50Х	14100 - 16800
Легована	Сталі 18ХГТ, 30ХГТ, 20ХГР	14700 - 17100
Легована	Сталі 15ХГС, 30ХГС	17000 - 20300
Легована	Сталі 12ХН3А, 20ХН3А	27900 - 30900
Легована	Сталь 20ХНР	18700 - 21500
Автоматна	Сталі А12, А20, А30, А40Г	13100 - 15700
Шарикопідшипникова	Сталі ШХ9, ШХ15	20700 - 25900
	Сталь ШХ15СГ	22400 - 28700

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

Таблиця 11.12 (Продовження)

Сталь високовуглецева, кругла		
Якісна	У7 - У13	15600 - 18700
Високоякісна	У7А - У13А	16700 - 19800
Легована	ХВГ	50600 - 55500
Сталь якісна калібрована (холоднокатана, холоднотягнута, кругла)		
Вуглецева	Сталі 35 - 60	17600 - 26300
Автоматна	А12, А20	17100 - 23500
Шарикопідшипникова	ШХ9, ШХ15	26000 - 36400
Труби		Ціна за 1м, грн
Гарячедеформовані		
Ø54, товщина стінки 10 мм	Сталі 15 - 25	22,8
Ø70, товщина стінки 10 мм	Сталі 15 - 25	29,4
Ø89, товщина стінки 10 мм	Сталі 15 - 25	37,7
Ø90, товщина стінки 11 мм	Сталь ШХ15	63,0
Ø90, товщина стінки 19 мм	Сталь ШХ15	11,9
Холоднокатані		
Ø102, товщина стінки 20 мм	Сталі 15 – 25	92,3
Ø120, товщина стінки 24 мм	Сталі 15 - 25	11,3
Ø150, товщина стінки 24 мм	Сталі 15 - 25	21,9
Кольорові сплави		
Прутки латунні Ø17–50 мм	Л62, ЛС59-1	314,0 - 318,0
Прутки алюмінієві Ø11–44 мм	АМГ-3	318,0 - 323,0
Прутки бронзові Ø17–40 мм	Бр. Б2	491,0 - 496,0

Примітка:

1. Більші значення цін наведені для прутків Ø10 мм, менші – для прутків із кольорових сплавів Ø40 – 50 мм, для прутків із автоматних сталей Ø100 мм, для решти прутків Ø250 мм.
2. Менші значення цін потрібно приймати для стружки, що включає менший відсоток дорогоцінних легуючих елементів.
3. Ціни є орієнтовні, вони залежать від підприємства–виробника.

Таблиця 11.13. Гарячекатаний прокат за ГОСТ 2590-88, мм

Діаметр	Допустимі відхилення		Допуск
	+	-	
1	2	3	4
Сталь гарячекатана підвищеної точності (Б)			
3; 5; 6; 6,5; 7; 8; 9;	0,1	0,3	0,4
10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 19;	0,2	0,3	0,5
20; 21; 22; 23; 24; 25;	0,2	0,4	0,6
26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34;			
35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43;			
44; 45; 46; 47; 48;	0,2	0,6	0,8
50; 52; 53; 54; 55; 56; 58;	0,2	0,9	1,1
60; 62; 63; 65; 67; 68; 70; 75; 78;	0,3	1,0	1,3
80; 82; 85; 90; 95;	0,4	1,2	1,6
100; 105; 110; 115;	0,5	1,5	2,0
120; 125;	0,6	1,8	2,4
130; 135; 140; 150;	0,6	2,0	2,6
Сталь гарячекатана круга звичайної якості (В)			
5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12;			
13; 14; 15; 16; 17; 18; 19;	0,3	0,5	0,8
20; 21; 22; 23; 24; 25;	0,4	0,5	0,9
26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34;			
35; 36; 37; 38; 39; 40; 42; 44; 48;	0,4	0,75	1,15
50; 52; 54; 55; 56; 58;	0,4	1,0	1,4
60; 62; 65; 68; 70; 72; 75; 78;	0,5	1,1	1,6
80; 85; 90; 95;	0,5	1,3	1,8
100; 110; 115;	0,6	1,7	2,3
120; 125; 130; 140; 150;	0,8	2,0	2,8

11.1.2.3 Визначення технологічної собівартості операції механічної обробки

Для прийняття остаточного рішення відносно варіанту виготовлення заготовки, крім собівартості заготовок, коефіцієнтів вагової точності заготовки, потрібно порівняти маршрути механічної обробки деталі. Якщо є операції, які відрізняються внаслідок різних способів виготовлення заготовки, то собівартість їх виконання потрібно включити у собівартість відповідної заготовки. Тобто, тоді повна собівартість заготовки:

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

$$C_{заг} = C_{заг.лит} + \sum C_{обр}, \quad (11.7)$$

де $\sum C_{обр}$ – технологічна собівартість виконання тих операцій, якими відрізняються маршрути механічної обробки деталі внаслідок різних способів виготовлення заготовки.

$$\sum C_{обр} = C_{п.-з.} \cdot T_{шт-к(шт)} / 60 K_{\epsilon}, \quad (11.8)$$

де $C_{п.-з.}$ – цехова собівартість, при попередніх розрахунках може бути прийнято згідно з табл. 11.14, грн./год.;

$T_{шт-к(шт)}$ – штучно-калькуляційний чи штучний час на операцію (може бути визначений наближено згідно формули 11.9), хв.;

K_{ϵ} – коефіцієнт виконання норм, $K_{\epsilon} \approx 1,3$.

$$T_{шт-к} = T_o \cdot \varphi_{\kappa}, \quad (11.9)$$

де T_o – основний час при виконанні операції механічної обробки, хв.;

φ_{κ} – коефіцієнт.

На першому етапі проектування T_o наближено може бути визначено за формулами, що наведені в таблиці 7.1, значення φ_{κ} наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 11.14. Вартість однієї верстато-години для універсальних металорізальних верстатів та верстатів з ЧПК

	Тип верстата	Модель	Цехова собівартість верстато-години, грн/год.
1	2	3	4
Універсальні верстати			
1	Напівавтомат токарний багатошпиндельний горизонтальний	1A240П-8	50,9
2	Напівавтомат токарний багатошпиндельний горизонтальний	1Б290-6К	51,09

Таблиця 11.14. (Продовження)

3	Токарно-горизонтальний верстат підвищеної точності	16Б16А	58,4
4	Токарно-горизонтальний верстат нормальної точності	1К62	53,8
5	Токарно-гвинторізний верстат нормальної точності	16К20	54,6
6	Напівавтомат токарний багатопиндельний вертикальний патронний	1К282	57,6
7	Токарний верстат нормальної точності	1М61	51,5
8	Токарно-карусельний одностійковий верстат	1512	58,3
9	Токарно-карусельний одностійковий верстат	1516	59,4
10	Токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат	1722	46,9
11	Токарно-револьверний верстат	1365	40,4
12	Токарно-револьверний верстат	1371	42,0
13	Радіально-свердлильний верстат	2К52	62,7
14	Радіально-свердлильний верстат	2Р53	68,8
15	Радіально-свердлильний верстат	2Н57	67,5
16	Вертикально-свердлильний одношпиндельний верстат	2Н118	47,8
17	Вертикально-свердлильний одношпиндельний верстат	2Н125	48,1
18	Вертикально-свердлильний одношпиндельний верстат	2Н135	49,2
19	Вертикально-свердлильний одношпиндельний верстат	2Н150	53,6
20	Вертикально-свердлильний багатопиндельний верстат	2М150	54,8
21	Алмазно-розточувальний горизонтальний багатопиндельний верстат	2712	67,3
22	Координатно-розточувальний одностояковий особливо високої точності	2421	68,6
23	Координатно-розточувальний одностояковий особливо високої точності	2431	70,9
24	Вертикально-розточувальний одностійковий з координатним столом підвищеної точності	2444	72,8

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

Таблиця 11.14. (Продовження)

25	Координатно-розточувальний двостійковий особливо високої точності	2455	74,4
26	Горизонтально-розточувальний з нерухомою передньою стійкою і поворотним столом	2614	62,0
27	Горизонтально-розточувальний з поперечно-рухомою стійкою, нерухомою плитою і підсиленням шпинделем	2А660	173,2
28	Фрезерно-центрувальний верстат	2982	51,9
29	Круглошліфувальний універсальний верстат підвищеної точності	3М132	64,0
30	Круглошліфувальний напівавтомат врізний підвищеної точності	3М152	60,0
31	Круглошліфувальний верстат підвищеної точності	3М194	83,6
32	Безцентрово-шліфувальний верстат підвищеної точності	3М185	63,9
33	Внутрішньошліфувальний верстат підвищеної точності	3А240	52,9
34	Внутрішньошліфувальний верстат підвищеної і особливо високої точності	3К228В	58,2
35	Плоскошліфувальний верстат з прямокутним столом і горизонтальним шпинделем підвищеної і особливо високої точності	3Б721	40,0
36	Плоскошліфувальний напівавтомат з прямокутним столом і вертикальним шпинделем підвищеної точності	3П732	41,5
37	Вертикально-фрезерний консольний верстат	6Р11	47,0
38	Вертикально-фрезерний консольний верстат	6Р13Б	50,6
39	Вертикально-фрезерний верстат з хрестовим столом безконсольний	3А59	61,0
40	Широкоуніверсальний верстат з поворотною шпиндельною голівкою підвищеної точності	6Р80	39,0
41	Широкоуніверсальний верстат з поворотною шпиндельною голівкою підвищеної точності	6Р83	45,2
42	Карусельно-фрезерний верстат	621М	116,7

Таблиця 11.14. (Продовження)

43	Горизонтально-фрезерний консольний верстат	6P82Г	47,0
44	Копіювально-фрезерний горизонтальний верстат для об'ємної обробки	6A445	79,4
45	Шпонково-фрезерний верстат	692P	47,8
46	Повздовжньо-фрезерний двостійковий верстат	6Г610	64,6
	Верстати з ЧПК		
47	Токарний верстат	16K20Ф3	37,9
48	Токарний верстат	16K20PФ3	38,5
49	Токарний верстат	1M63Ф101	34,6
50	Токарний верстат	16B16Ф3	39,0
51	Напівавтомат токарний	1H611ПМФ3	34,6
52	Напівавтомат токарно-револьверний	1П420ПФ40	48,0
53	Напівавтомат токарний	1П717Ф3-05	41,0
54	Напівавтомат токарний	1734Ф3	49,2
55	Напівавтомат токарний	1713Ф3	42,1
56	Напівавтомат токарний	1751Ф3	50,6
57	Напівавтомат токарно-револьверний	1B340ПФ30	43,4
58	Напівавтомат токарний	1П732PФ3	63,2
59	Токарно-карусельний верстат	1512Ф3	51,3
60	Токарно-карусельний верстат	1516Ф3	52,7
61	Токарно-карусельний верстат	1525Ф1	58,1
62	Токарно-карусельний верстат	1540Ф1	106,1
63	Горизонтально-розточувальний верстат	HP500-ПМФ4	70,4
64	Горизонтально-розточувальний верстат	2620ГФ1	47,2
65	Горизонтально-розточувальний верстат	2A620Ф2-1	56,2
66	Горизонтально-розточувальний верстат	2A622Ф2-1	55,0
67	Координатно-розточувальний верстат	2455АФ2	87,1
68	Вертикально-свердлильний верстат	2H118Ф2	32,7
69	Вертикально-свердлильний верстат	2P135Ф2	36,7
70	Фрезерно-розточувальний верстат	2Г660Ф2	146,6
71	Круглошліфувальний верстат	3M151Ф2	42,0
72	Плоскошліфувальний верстат	3E721ВФ3-1	47,8
73	Координатно-шліфувальний верстат	3289АФ1	47,2
74	Електроерозійний вирізувальний верстат	4732Ф3	28,8
75	Вертикально-фрезерний верстат	6P11Ф31	78,8
76	Вертикально-фрезерний верстат	6P13Ф3-37	80,7
77	Фрезерний широко-універсальний верстат	3Б7БПФ2	78,7
78	Вертикально-фрезерний верстат з хрестовим столом	6520Ф3-36	75,0

Тема 11. Техніко-економічне порівняння 2-х варіантів виготовлення заготовки

Таблиця 11.14. (Продовження)

79	Вертикально-фрезерний верстат з хрестовим столом	ЛФ260МФ3	80,7
80	Вертикально-фрезерний верстат з хрестовим столом	6550Ф3	87,5
81	Вертикально-фрезерний верстат з хрестовим столом	654Ф3	89,9
82	Поздовжньо-фрезерний верстат для об'ємної обробки	6Б444Ф3	73,2
83	Поздовжньо-фрезерний розточувальний верстат	6М610М-Ф4-1	105,9
84	Свердлильно-фрезерно-розточувальний з інструментальним магазином	6902ПМ-Ф2	89,4
85	Свердлильно-фрезерно-розточувальний з інструментальним магазином	6904ВМФ2	90,1
86	Свердлильно-фрезерно-розточувальний з інструментальним магазином	6М140Ф3	84,0
87	Свердлильно-фрезерно-розточувальний з інструментальним магазином	6ВР13Ф3	83,1
88	Свердлильно-фрезерно-розточувальний з інструментальним магазином	6906ВМФ2	90,6
89	Спеціальний вертикальний консольно-фрезерний верстат	СФ30Ф3	82,2
90	Фрезерний широко універсальний верстат	6Б75ВФ1	79,7

11.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Вивчення креслення деталі, встановлення її маси (згідно креслення), маси заготовки згідно однієї із методик.
3. Встановлення величини коефіцієнтів вагової точності для 2-х варіантів виготовлення заготовки.
4. Розрахунок собівартості виготовлення заготовок для 2-х варіантів.
5. Порівняння показників вагової точності та собівартості виготовлення заготовки та вибір остаточного варіанту.
6. Висновки до роботи.

11.3. Завдання до виконання роботи

Виконати обґрунтування способу виготовлення заготовки відповідно до креслення деталі, креслення заготовки (за результатами роботи 8, 9, 10)

11.4. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.
2. Креслення деталі.
3. Розрахунок маси заготовки для 2-х варіантів її виготовлення та визначення коефіцієнтів вагової точності.
4. Розрахунок собівартості заготовок при 2-х варіантах її виготовлення.
5. Остаточний вибір варіанта виготовлення заготовки.
6. Висновки до роботи.

11.5. Питання для самоконтролю

1. Методики розрахунку технологічної собівартості операцій механічної обробки.
2. Коефіцієнт вагової точності, його фізична суть.
3. Методика визначення собівартості виготовлення литих заготовок.
4. Методика визначення собівартості виготовлення штампованих заготовок.
5. Методика визначення собівартості виготовлення заготовок із прокату.
6. Методики розрахунку маси заготовки, оцінка їх точності.
7. В якому випадку необхідно враховувати технологічну собівартість операцій механічної обробки при порівняльних розрахунках собівартості виготовлення заготовки.

Рекомендована література [2, 11, 12]

**Тема 12. ВИБІР ЧИСТОВИХ ТА ЧОРНОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ
ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ**

Мета роботи: оволодіння методикою вибору чистових і чорнових технологічних баз для виконання операцій технологічного процесу механічної обробки деталі.

12.1. Короткі теоретичні відомості

Одним із найбільш складних і важливих питань проектування технологічних процесів механічної обробки деталі є призначення технологічних баз. Від того, наскільки правильно вибрано бази, залежить точність виконання розмірів заданих конструктором, правильність розміщення оброблюваних поверхонь, складність пристосувань, різальних та вимірювальних інструментів, загальна продуктивність обробки заготовок. Основні положення, що стосуються термінології, класифікації і теорії базування, наведені в [3].

Вихідними даними при виборі баз є: робоче креслення деталі, технічні умови на її виготовлення, вид заготовки і стан її поверхонь, бажаний ступінь автоматизації. Перед вибором баз для конкретної операції необхідно чітко сформулювати задачі, які повинні бути вирішені в результаті виконання такої операції. Ці задачі формулюються із вимог креслення і технічних вимог на виготовлення деталі.

Перший етап при виборі баз – вибір чистових технологічних баз, тобто поверхонь для базування деталі при виконанні більшості операцій технологічного процесу механічної обробки. Такими поверхнями бажано вибирати основні конструкторські бази, від яких, як правило, задано більшість розмірів, що координують розташування інших відповідальних поверхонь деталі. Відхилення від цього правила можливе лише тоді, коли основна конструкторська база деталі не має значної довжини, достатньої для надійного базування деталі, або якщо обробку виконують при використанні пристосування супутника.

Задача, що вирішується при виборі чистових технологічних баз, – це забезпечення похибки базування виконуваних параметрів точності деталі рівною нулю або її мінімізація. Тому після призначення чистових технологічних баз повинен бути виконаний аналіз похибок базування всіх виконуваних розмірів та технічних вимог та зроблений висновок про правильність вибору баз.

Другий етап при виборі баз – вибір чорнових технологічних баз, тобто поверхонь, що використовуються для базування деталі на першій операції технологічного процесу механічної обробки.

Задачі, що вирішуються на даному етапі вибору баз:

- встановити зв'язки, що визначають відстані та повороти поверхонь, що одержані обробкою, відносно поверхонь, що залишаються необробленими;

- рівномірно розподілити фактичні припуски між оброблюваними поверхнями.

В більшості випадків можна реалізувати декілька варіантів базування. Готових рішень для конкретних випадків не існує, оскільки кожен із варіантів може мати свої позитивні та негативні сторони.

Рекомендації щодо вибору баз:

- бази повинні бути достатньої довжини;
- заготовка повинна займати в пристосуванні потрібне їй положення під дією своєї ваги, а не в результаті прикладання затискних сил;

- базові поверхні повинні бути чистими для забезпечення однозначності базування; не допускається використовувати поверхні зі слідами роз'єму штампів, ливарних форм, залишками ливникової системи та іншими дефектами;

- з точки зору експлуатації деталі, базові поверхні повинні бути найбільш важливими. В цьому випадку при їх обробці на подальших операціях забезпечується рівномірність припусків і однорідна поверхня;

- з метою забезпечення правильного відносного розташування оброблюваних поверхонь відносно до необроблюваних баз для першої

Тема 12. Вибір чистових та чорнових технологічних баз для механічної обробки деталі

операції вибирають ті поверхні, які в готовій деталі повинні залишатися необробленими;

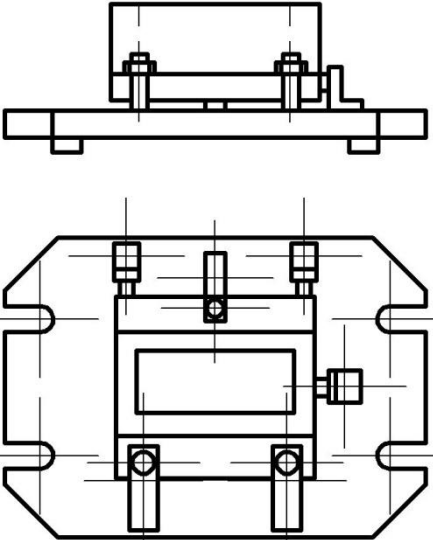
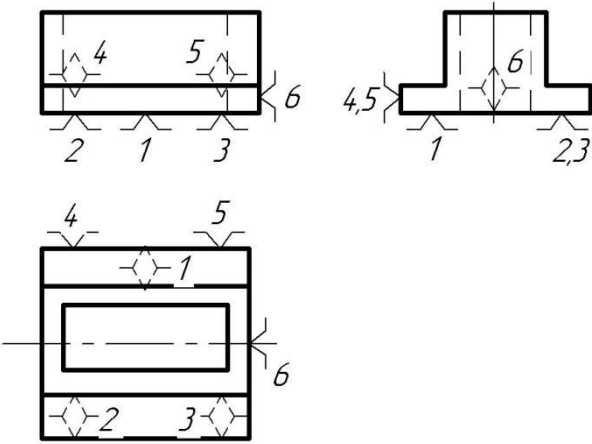
- бази повинні забезпечувати можливість обробки з одного установа максимальної кількості поверхонь; ця вимога особливо важлива при обробці деталей на верстатах з ЧПК, поздовжньо-стругальних, поздовжньо-фрезерних верстатах;

- після першої операції технологічні бази повинні бути змінені, тобто двічі використовувати одні і ті ж чорнові бази вкрай небажано, а в більшості випадків недопустимо.

Одночасно реалізувати всі перераховані рекомендації практично неможливо. Тому завжди стоїть задача знайти найбільш прийнятний варіант, що досягається аналізом переваг та недоліків кожного із можливих варіантів базування (див. приклад).

Найбільш розповсюджені схеми базування наведено в табл. 12.1, приклади розробки схем базування – в табл. 12.2.

Таблиця 12.1. Розповсюджені схеми базування

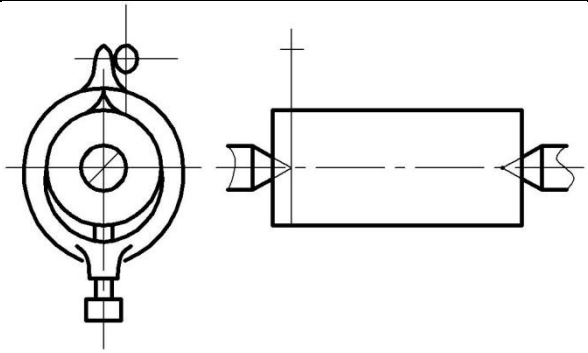
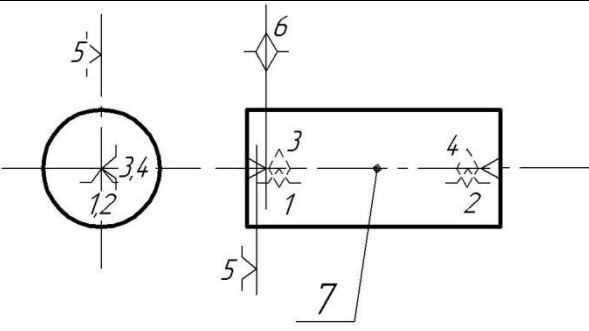
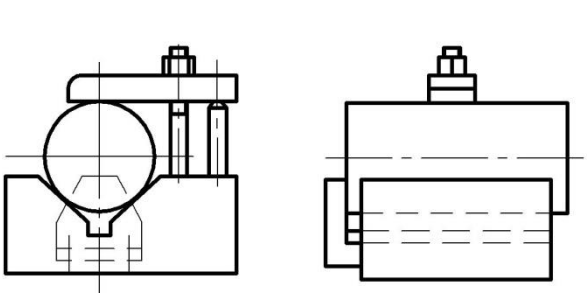
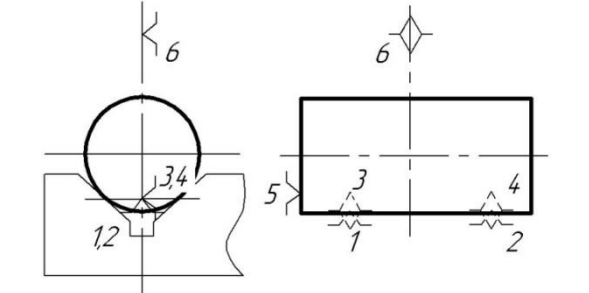
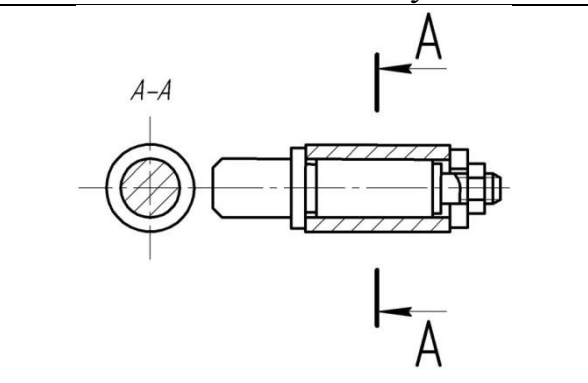
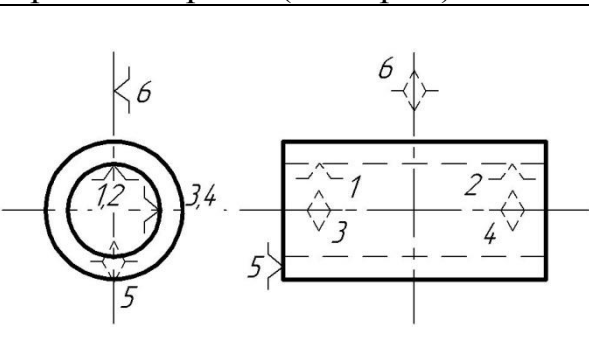
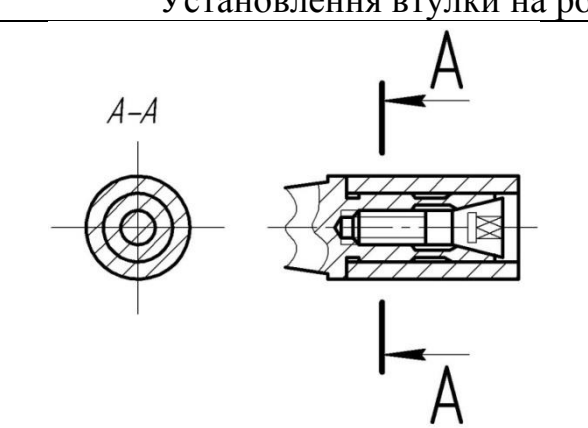
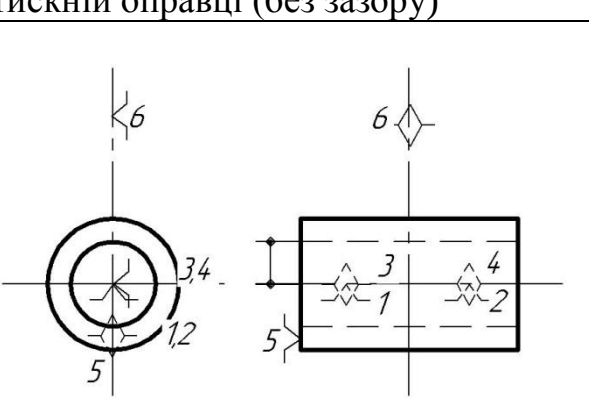
Схема установки	Теоретична схема базування
1	2
Установлення заготовки по площині основи і двох бокових сторонах	
	

Таблиця 12.1. (Продовження)

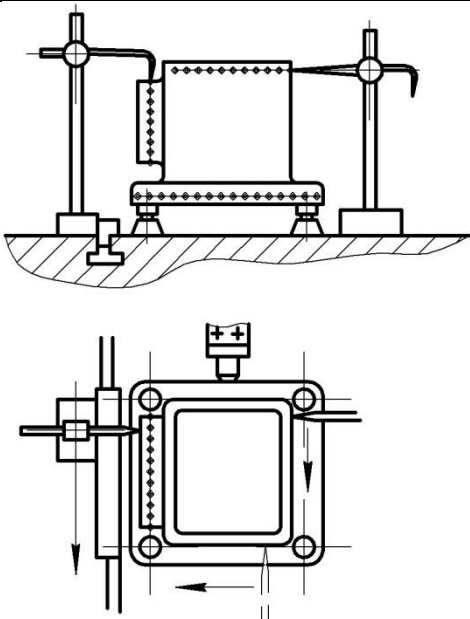
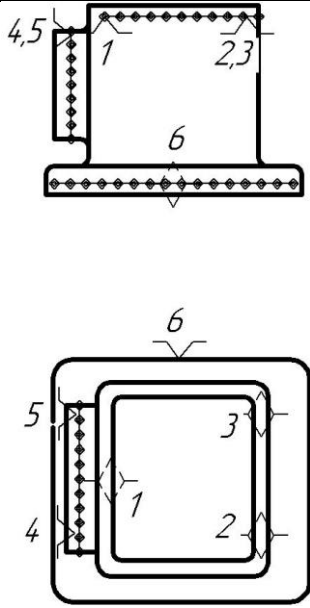
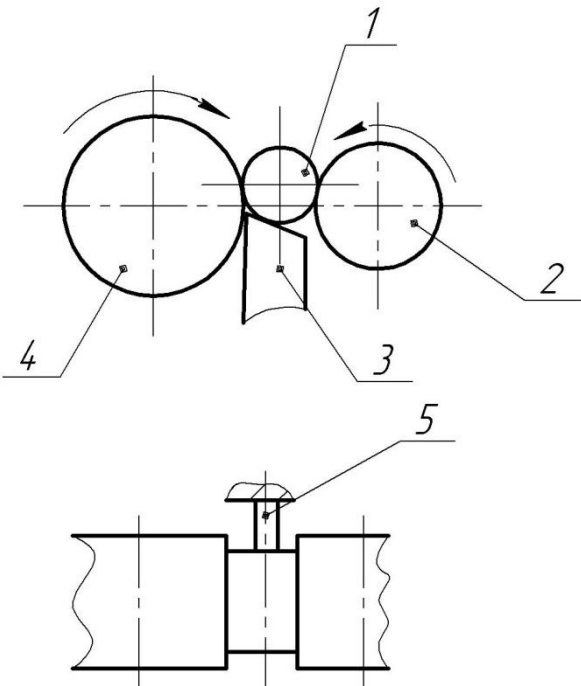
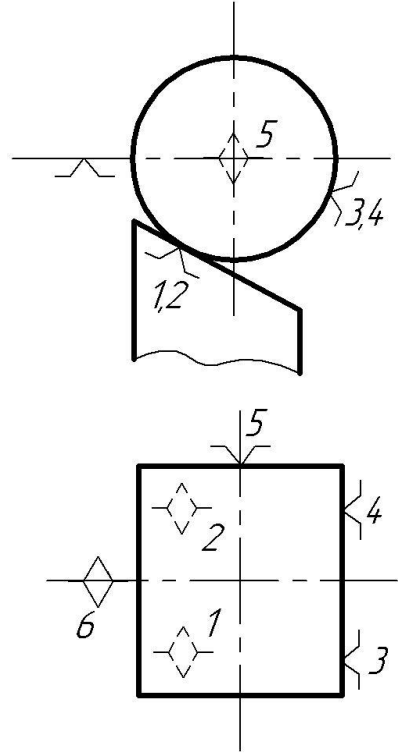
Установлення заготовки на площині (на магнітній плиті)	
Установлення заготовки по площині і двох отворів	
Установлення валу у трикуладковому самоцентруючому патроні	
7 - штангенциркуль	
Установлення диска у трикуладковому самоцентруючому патроні	

Тема 12. Вибір чистових та чорнових технологічних баз для механічної обробки деталі

Таблиця 12.1. (Продовження)

Установлення валу в центрах	
	 7 – загальна вісь центрових отворів
Установлення валу на призмі	
	
Установлення втулки на циліндричній оправці (з зазором)	
	
Установлення втулки на розтискній оправці (без зазору)	
	

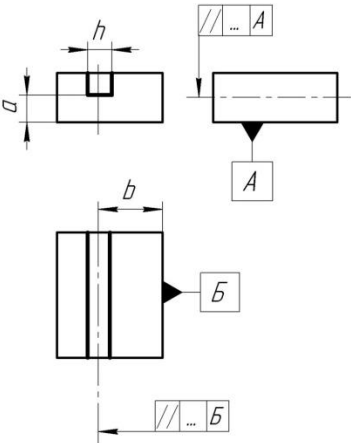
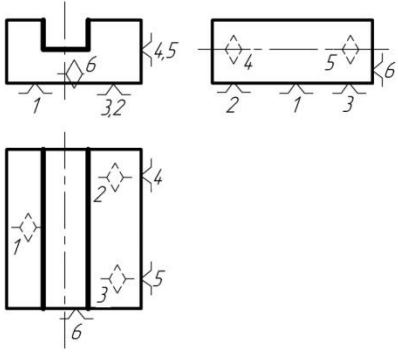
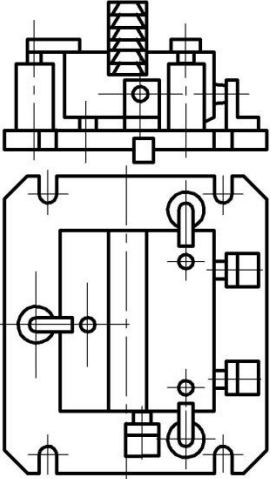
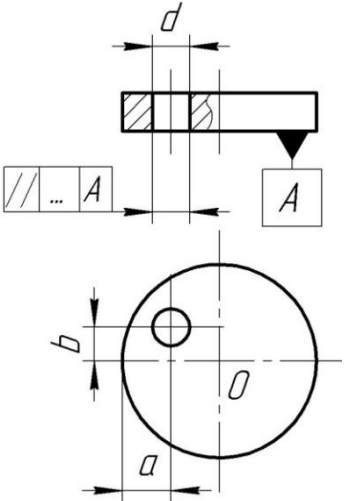
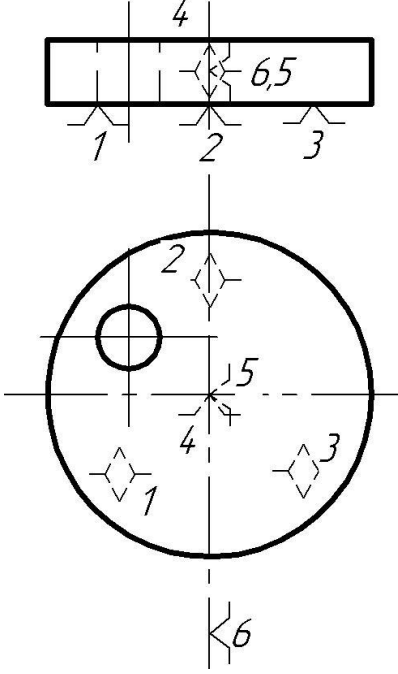
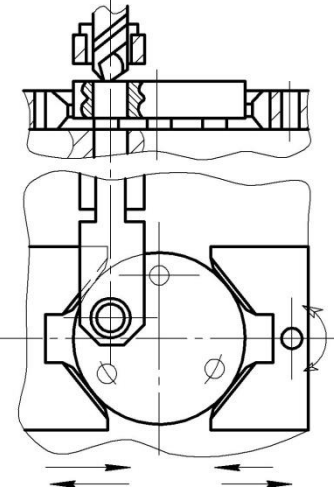
Таблиця 12.1. (Продовження)

Установлення на верстаті заготовки корпусної деталі з вивіркою її положення по розміточних рисках	
	
Установка заготовки по оброблювальній поверхні при безцентровому врізному шліфуванні	
 1- заготовка; 2- ведучий круг; 3 - опора; 4 - шліфувальний круг; 5 - повздовжній упор.	

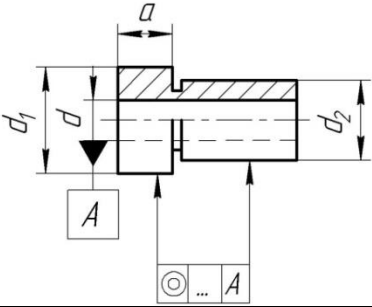
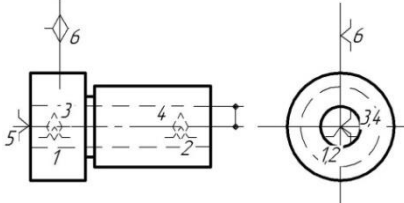
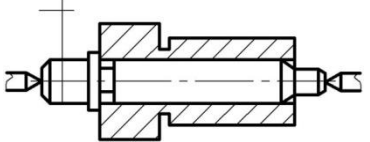
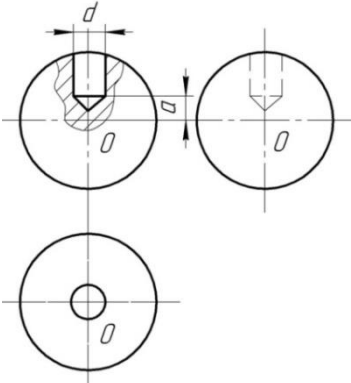
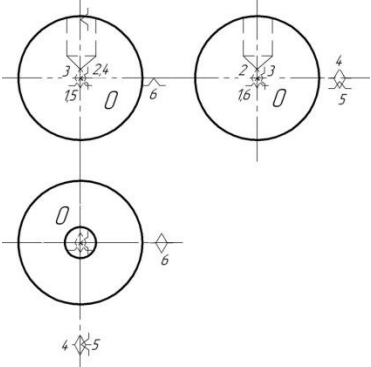
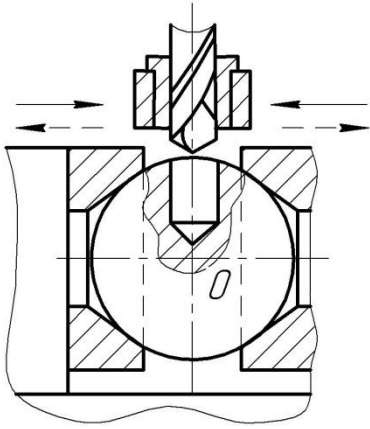
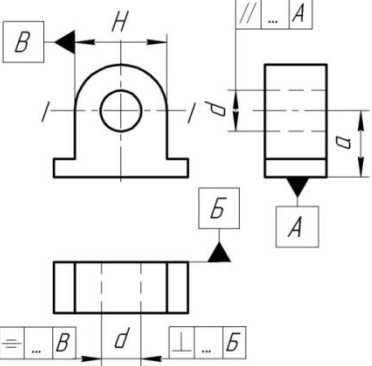
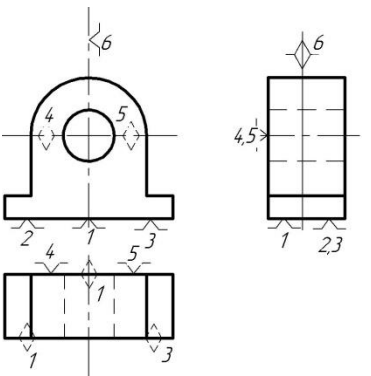
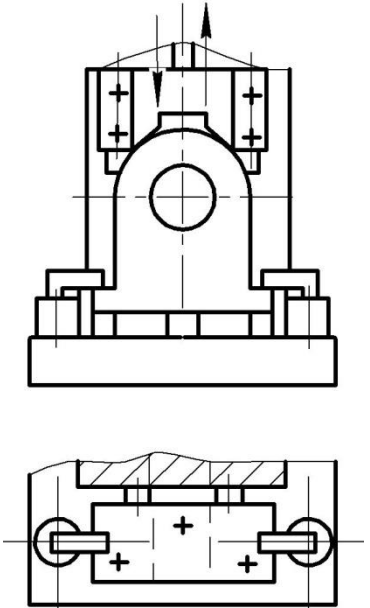
Примітка: на теоретичних схемах базування арабськими цифрами 1-6 позначенні опорні точки.

Тема 12. Вибір чистових та чорнових технологічних баз для механічної обробки деталі

Таблиця 12.2. Приклади розробки схем базування

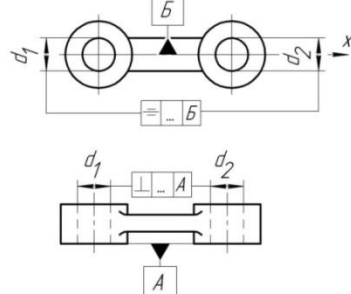
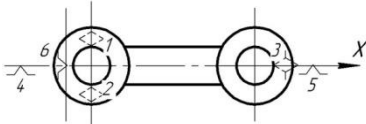
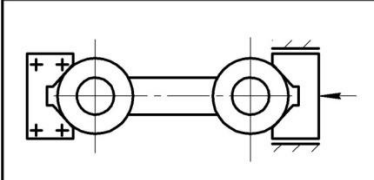
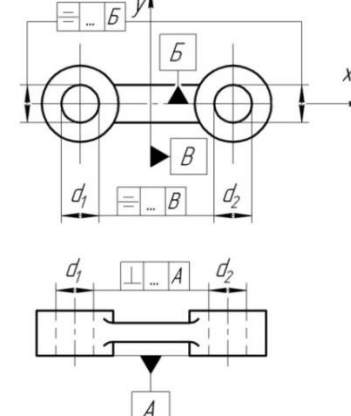
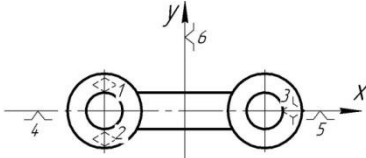
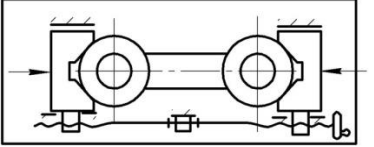
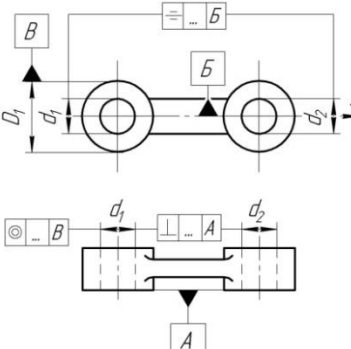
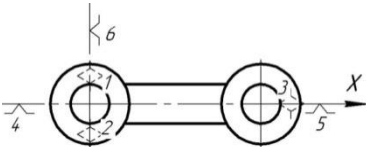
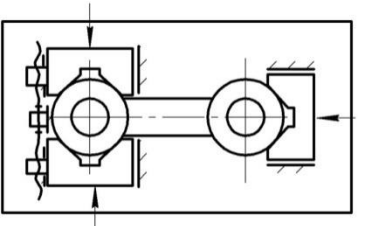
Задача	Розповсюджені схеми базування	Приклад можливої реалізації теоретичної схеми базування
При фрезеруванні паза шириною h витримати розміри a і b, паралельність осі паза відносно поверхні Б, а дна паза - відносно основи А 		
При обробці отвору d витримати розміри a і b і забезпечити перпендикулярність вісі отвору d відносно поверхні А 		

Таблиця 12.2. (Продовження)

При обробці поверхонь діаметрами d_1 і d_2 забезпечити їх співвісність з отвором d і витримати розмір a 		Установка заготовки на циліндричній оправці з беззальною (пресовою) посадкою 
При обробці отвору d в кулі витримати розмір a і забезпечити проходження вісі отвору через точку O - центр кулі 		
При розточуванні отвору d витримати розмір a, паралельність вісі отвору до площини A, перпендикулярність вісі отвору до площини B в розрізі I-I, симетричність відносно зовнішнього контура 		

Тема 12. Вибір чистових та чорнових технологічних баз для механічної обробки деталі

Таблиця 12.2. (Продовження)

Обробити з застосуванням кондуктора отвори d_1 і d_2 всередині втулок важеля, забезпечивши виконання слідуєчих вимог: а) перпендикулярність осей отворів до площини А, симетричність отворів відносно загальної площини симетрії втулок важеля Б 		
б) перпендикулярність осей отворів до площини А і симетричність отворів відносно площин симетрії втулок Х і У 		
в) перпендикулярність осей отворів до площини А і симетричність отворів відносно площини симетрії втулок Х і співвісність отвору d відносно зовнішньої поверхні втулки D 		

Таблиця 12.2. (Продовження)

г) перпендикулярність осей отворів до площини А, симетричність отворів відносно площини симетрії втулок Х і постійність товщини s стінки лівої втулки		
---	--	--

Примітка: на теоретичних схемах базування арабськими цифрами 1-6 позначені опорні точки.

Приклад

Правильність вибору технологічних баз на даному етапі проектування в значній мірі визначає досягнення необхідної точності деталі в процесі її виготовлення та економічність процесів.

Згідно рекомендацій проектування технологічних процесів механічної обробки спочатку виконується вибір чистових технологічних баз, тобто таких поверхонь, які використовуються при виконанні більшості операцій технологічного процесу. При цьому вирішується задача забезпечення похибок базування виконуваних розмірів рівною нулю або ж зведення їх до мінімальних значень.

Розглядувана деталь відноситься до класу корпусних. Найкращим варіантом при виборі чистових технологічних баз є використання в їх якості основних конструкторських баз. Тому для даної деталі (рисунок 7.1) за чистові технологічні бази приймаємо площину основи і два отвори ($\varnothing 13H12$), які й є основними конструкторськими базами (див. рис. 12.1).

Тема 12. Вибір чистових та чорнових технологічних баз для механічної обробки деталі

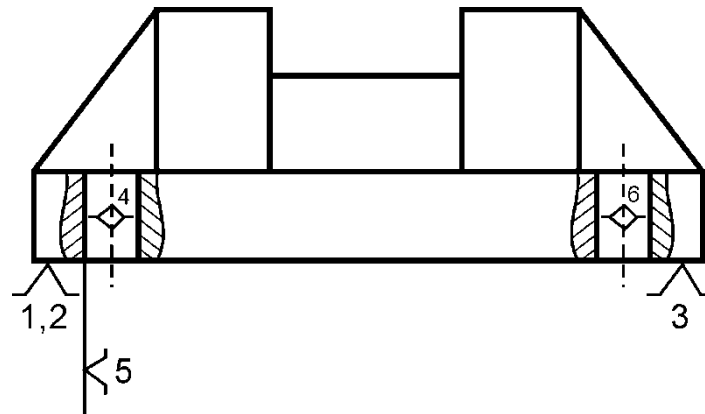


Рисунок 12.1 – Чистові технологічні бази

Площина основи – це установна технологічна база, що відповідає рекомендаціям вибору установних технологічних баз (найбільша за площею, забирає 3 ступені вільності у деталі). Одним із отворів $\varnothing 13H12$ деталь встановлюється на циліндричний палець, який забирає дві ступені вільності в деталі і виконує функцію подвійної напрямної бази. Другим отвором $\varnothing 13H12$ деталь встановлюється на зрізаний палець, який забирає одну ступінь вільності і виконує функцію опорної бази.

При вибраній схемі базування (див. рис. 4.1)

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta_{78 \pm 0,125}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{78 \pm 0,055}} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{суміщення технологічної і вимірювальної баз,}$$

$\varepsilon_{\delta_{\varnothing 40Is7}} = 0$ обробка діаметрального розміру, точність забезпечується
настройкою інструмента,

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta_{M6-7H}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{\varnothing 13H12}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{\varnothing 20H12}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{0,5 \times 60^\circ}} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{обробка мірним інструментом,}$$

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{\delta_{134 \pm 0,125}} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta_{25 \pm 0,065}} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{поверхні, що задані вказаними розмірами планується}$$

обробляти з одного установа

Другим етапом в призначенні технологічних баз при механічній обробці деталі є вибір чорнових технологічних баз. При їх виборі вирішуються дві задачі:

- зв'язок необроблюваних поверхонь з оброблюваними;
- зняття рівномірного припуску з певних поверхонь.

Пропонуються такі схеми базування (рис. 12.2)

В I і II варіантах чорнових технологічних баз вирішується задача – зв'язок необроблюваних поверхонь з оброблюваними.

Але в II варіанті вибору чорнових технологічних баз є суттєвий недолік.

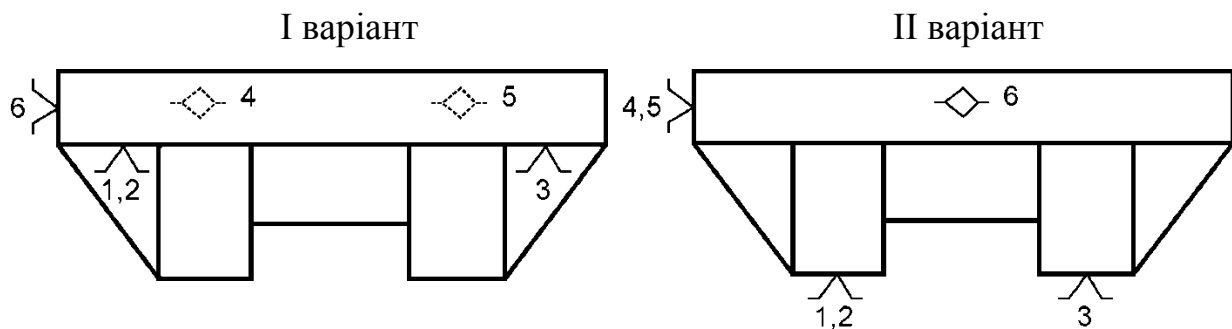


Рисунок 12.2 – Чорнові технологічні бази

В якості установних технологічних баз вибрані поверхні, які мають невелику площу (набагато меншу, ніж в I варіанті). Це не відповідає рекомендаціям вибору установних технологічних баз. В якості прямої поверхні вибрано площину, що має меншу довжину, ніж у першому варіанті. Це теж не є кращим варіантом, так як порушуються вимоги вибору напрямних технологічних баз (найбільші по довжині поверхні). Тому, як остаточний приймається I варіант.

12.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Визначення основних конструкторських баз деталі та оцінка можливості використання їх в якості чистових технологічних баз.

Тема 12. Вибір чистових та чорнових технологічних баз для механічної обробки деталі

3. Вибір поверхонь, які можуть бути прийняті в якості чистових технологічних баз.

4. Аналіз похибок базування, що виникають при використанні запропонованих технологічних баз.

5. Варіантний вибір поверхонь, які можуть бути прийняті в якості чорнових технологічних баз.

6. Аналіз запропонованих варіантів чорнових технологічних баз та остаточний вибір одного варіанта з обґрунтуванням його вибору.

7. Висновки.

12.3. Завдання для виконання роботи

1. Креслення деталі, креслення заготовки.

12.4. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.

2. Креслення деталі.

3. Вибір чистових технологічних баз, зображення схем базування на чистові бази та визначення наявності похибки базування виконуваних розмірів при запропонованих схемах базування.

4. Вибір чорнових технологічних баз (2 варіанти), зображення схем базування задачі, що вирішується при вибраних схемах. Аналіз запропонованих схем та остаточний вибір чорнових технологічних баз.

5. Висновки до роботі.

12.5. Питання для самоконтролю

1. Чистові технологічні бази.

2. Чорнові технологічні бази.

3. Які поверхні бажано вибирати в якості чистових технологічних баз?

4. Які поверхні бажано вибирати в якості чорнових технологічних баз?

5. Задачі, що вирішуються при виборі чистових, чорнових технологічних баз.
6. Рекомендації по вибору баз.
7. Етапи вибору баз.
8. Вихідні дані для вибору баз
9. Параметри, на які впливає вибір баз.
10. Установна база.
11. Напрямна база.
12. Опорна база.
13. Подвійна напрямна база.
14. Подвійна опорна база.
15. Правила зображення схем базування.

Рекомендована література [2, 3, 17, 18, 19, 20, 22]

**Тема 13. ВИБІР КІЛЬКОСТІ ПЕРЕХОДІВ ТА СПОСОБІВ МЕХАНІЧНОЇ
ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ**

Мета роботи: оволодіння методикою визначення кількості ступенів механічної обробки поверхні деталі та призначення способів їх обробки.

13.1. Короткі теоретичні відомості

Розрахунки по даному питанню виконуються для поверхонь, точність яких вища 12 квалітету.

Кількість переходів, які необхідно виконати для досягнення заданої точності розміру оброблюваної поверхні може бути визначена за коефіцієнтом уточнення

$$\varepsilon = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}}, \quad (13.1)$$

де $T_{\text{заг}}$ – допуск розміру заготовки, мм;

$T_{\text{дет}}$ – допуск розміру деталі (згідно робочого креслення деталі), мм.

Для чорнових переходів ε рекомендується 6-5, для напівчистових 4-3, для чистових 2-1.5

Допуски розміру деталі на виконуваних переходах механічної обробки визначаються за формулою

$$T_{\text{дет}_i} = \frac{T_{\text{дет}_{i-1}}}{\varepsilon_i}, \quad (13.2)$$

де $T_{\text{дет}_i}$ – допуск розміру деталі виконуваного переходу, мм;

$T_{\text{дет}_{i-1}}$ – допуск розміру деталі попереднього переходу, мм;

ε_i – уточнення, що прийнято на виконуваному переході.

Згідно розрахованих допусків встановлюється квалітет точності обробки деталі на кожному із переходів механічної обробки (див. табл. 13.1).

Після визначення кількості переходів механічної обробки даної поверхні вибираються відповідні методи обробки, що забезпечують задані параметри точності та шорсткості деталі і послідовність їх виконання.

Рекомендується привести розрахунки для найбільш точних поверхонь деталі (6-10 квалітети), а всі решта – звести до таблиці 13.2 (див. приклад).

Таблиця 13.1. Допуски розмірів до 10000 мм (згідно з ДСТУ 2500-94)

Номінальні розміри, мм		Квалітети										
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8		
	Позначення допусків											
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8		
	Допуски, мкм											
до 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14		
більше 3 до 6	0,4	06	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18		
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22		
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27		
» 18 » 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33		
» 30 » 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39		
» 50 » 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46		
» 80 » 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54		
» 120 » 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63		
» 180 » 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72		
» 250 » 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81		
» 315 » 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89		
» 400 » 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97		
» 500 » 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	100		
» 630 » 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125		
» 800 » 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140		
» 1000 » 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165		
» 1250 » 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195		
» 1600 » 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230		
» 2000 » 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280		
» 2500 » 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330		
» 3150 » 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410		
» 4000 » 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500		
» 5000 » 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620		
» 6300 » 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760		
» 8000 » 10000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940		
	Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету											
	1*	1,4*	2*	2,7*	3,7*	5,1*	7	10	16	25		

Примітка:

* Кількість одиниць допуску вказано для розмірів понад 500 мм. Для розмірів до 500 мм допуски в квалітетах від 01 до 4 визначені за такими формулами: $IT01 = 0,3 + 0,008D_u$; $IT0 = 0,5 + 0,0012D_u$; $IT1 = 0,8 + 0,020D_u$; $IT2 = \sqrt{IT1 \times IT3}$; $IT3 = \sqrt{IT1 \times IT5}$; $IT4 = \sqrt{IT3 \times IT5}$; (IT – в мкм; D_u – в мм).

** Квалітети 14-17 для розмірів менше 1 мм не передбачені.

*** Допуски по 18 квалітету наведені додатково до ГОСТ 25346-82, і ГОСТ 25348 - 82.

**Тема 13. Вибір кількості переходів та способів механічної
обробки поверхонь деталі**

Таблиця 13.1 (Продовження)

Номінальні розміри, мм	Квалітети										
	9	10	11	12	13	14**	15**	16**	17**	18***	
	Позначення допусків										
	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
	Допуски, мкм			Допуски, мм							
до 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4	
Більше 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8	
» 6 » 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2	
» 10 » 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7	
» 18 » 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3	
» 30 » 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9	
» 50 » 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6	
» 80 » 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4	
» 120 » 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	
» 180 » 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2	
» 250 » 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1	
» 315 » 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9	
» 400 » 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7	
» 500 » 630	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	
» 630 » 800	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0	12,5	
» 800 » 1000	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	14,0	
» 1000 » 1250	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5	
» 1250 » 1600	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5	19,5	
» 1600 » 2000	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	23,0	
» 2000 » 2500	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	28,0	
» 2500 » 3150	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	33,0	
» 3150 » 4000	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0	41,0	
» 4000 » 5000	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	50,0	
» 5000 » 6300	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	62,0	
» 6300 » 8000	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	76,0	
» 8000 » 10000	1500	2400	3800	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0	94,0	
	Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету										
	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500	

Таблиця 13.2. Розрахунок кількості переходів механічної обробки деталі, вибір методів обробки

Поверхня, розмір	$\varepsilon = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}$	Розподіл ε $\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots$	Допуски розмірів деталі по переходах	Квалітет	Методи обробки поверхонь деталі

Приклад

(деталь "Опора", рис. 8.1).

Так як заготовка деталі отримується литтям в оболонкові форми, в умовах серійного виробництва може бути забезпечений 14 квалітет. Більшість поверхонь даної деталі не підлягають обробці і згідно робочого креслення деталі повинні мати 14 квалітет, що й забезпечується на стадії виготовлення заготовки. Поверхні $\varnothing 13H12$, $\varnothing 20H12$ повинні бути оброблені однократно, щоб одержати 12 квалітет. Різьбові отвори М6-7Н обробляються за стандартною схемою: свердління, зенкування фасок та нарізання різьби. Тому аналіз та вибір кількості переходів механічної обробки необхідно провести для найбільш точних поверхонь, в даному випадку $\varnothing 40Js7$.

Визначення кількості переходів необхідно вести за коефіцієнтом уточнення за формулою (8.1)

$$\mathcal{E} = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}.$$

Кількість переходів для обробки $\varnothing 40Js7$:

- по точності розміру

$$\mathcal{E}_{\varnothing 40Js7} = \frac{1,1}{0,024} = 45,8;$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 \cdot \mathcal{E}_2 \cdot \mathcal{E}_3 = 6 \cdot 4 \cdot 1,91 = 45,8 \text{ (3 переходи).}$$

Можна призначити три або чотири переходи механічної обробки. Для зменшення трудомісткості приймаємо $n = 3$, призначивши $\mathcal{E}_1 = 6$; $\mathcal{E}_2 = 4$; $\mathcal{E}_3 = 1,91$.

По переходах допуски розмірів:

$$T_1 = \frac{T_{заг}}{\mathcal{E}_1} = \frac{1,1}{6} = 0,183 \quad (\approx IT11);$$

**Тема 13. Вибір кількості переходів та способів механічної
обробки поверхонь деталі**

$$T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{0,183}{4} = 0,046 \quad (\approx IT9);$$

$$T_3 = \frac{T_2}{\varepsilon_3} = \frac{0,046}{1,91} = 0,024 \quad (\approx IT7).$$

13.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Визначення допусків розмірів деталі.
3. Визначення допусків розмірів заготовки.
4. Розрахунок коефіцієнта уточнення за точністю розмірів.
5. Розподіл уточнення на переходах механічної обробки.
6. Визначення кількості переходів механічної обробки деталі за точністю розмірів.
7. Вибір способів механічної обробки поверхонь деталі згідно прийнятих переходів.
8. Визначення квалітетів точності обробки для вибраних переходів механічної обробки деталі.
9. Оформлення зведеної таблиці.
10. Висновки.

13.3. Завдання для виконання роботи

Відповідно до варіанту креслення (додаток Л) розрахувати кількість ступенів механічної обробки на найбільш точні розміри.

13.4. Зміст звіту

1. Мета і порядок роботи.
2. Креслення деталі.

3. Розрахунок коефіцієнта уточнення, кількості переходів механічної обробки для найбільш точних поверхонь деталі (6 – 9 квалітет точності оброблюваних поверхонь).

4. Методи обробки вказаних поверхонь.

5. Зведена таблиця кількості переходів та методів обробки всіх оброблюваних поверхонь деталі та досягаємі квалітети точності при оброблені поверхонь.

6. Висновки до роботи.

13.5. Питання для самоконтролю

1. Коефіцієнт уточнення, його визначення.

2. Рекомендації по величині коефіцієнта уточнення для чорнових, напівчорнових, чистових переходів.

3. Методика визначення квалітету точності механічної обробки поверхонь деталі через коефіцієнт уточнення, що прийнятий на даному переході.

4. Методи обробки поверхонь деталі: площин, отворів, зовнішніх поверхонь обертання, зубчастих поверхонь, шпонкових пазів, шліцевих поверхонь тощо.

Рекомендована література [29]

Тема 14. Аналіз можливості використання типових технологічних процесів при проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталі

Тема 14. АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

Мета роботи: ознайомитись з типовими технологічними процесами механічної обробки деталей та дослідження можливості їх використання при проектуванні технологічного процесу механічної обробки заданої деталі.

14.1. Короткі теоретичні відомості

За класифікацією Ф.С. Дем'янюка [25] встановлено вісім класів, згідно яких деталі діляться по формі та подібності технологічних процесів їх механічної обробки на:

- корпусні деталі;
- круглі стержні;
- пустотілі циліндри;
- диски;
- некруглі стержні;
- невеликі деталі складної форми;
- кріпильні деталі;
- спеціальні деталі, які за формою значно відрізняються від деталей, що відносяться до перших семи класів та обробляються по спеціальній технології.

До класу «корпусні деталі» відносяться всі литі та зварені коробчастої форми, а також деталі типу станин, стоек, плит, кутників, кришок, кронштейнів, блоків циліндрів, барабанів тощо.

До класу «круглі стержні» входять всі деталі типу валів, осей, штоків,

штанг, труб, шпинделів, кулачкових валів, ходових гвинтів, валів-шестерен тощо.

Клас «пустотілі циліндри» включає в себе втулки самих різноманітних конфігурацій, а також гільзи, стакани, циліндри гідро-та пневмосистем тощо.

В клас «диски» включають всі деталі, що мають форму диска, а також шків, маховики, фланці, корпуси муфт, кільця, зубчасті колеса (циліндричні, конічні, черв'ячні) тощо.

До класу «некруглі стержні» відносяться стержні, поперечний перетин яких має некруглу форму (важелі всіх видів, шатуни кривошипних механізмів, балки, криві стержні тощо).

До класу «невеликі деталі складної форми» відносяться невеликі деталі різної складної форми (корпуси невеликих вузлів, фасонні кулачки, трійники, штуцери, кутники тощо).

В клас «кріпильні деталі» включають такі деталі, як болти, гвинти, гайки, шпильки, штифти, шпонки тощо.

В клас «спеціальні деталі» необхідно віднести такі деталі складної конфігурації, як колінчасті вали двигунів внутрішнього згорання, компресорів, пресів, лопатки парових та газових турбін, поршні двигунів внутрішнього згорання та інші складні точні деталі.

14.2. Порядок виконання роботи

1. Одержання завдання для виконання роботи.
2. Визначення класу, до якого відноситься задана деталь.
3. Вибір типового технологічного процесу згідно літературних джерел (додаток Д, Е, І, Ї, К).
4. Порівняння конструкції заданої деталі за робочим кресленням з конструкцією деталі, приведеної в типовому технологічному процесі, аналіз конструктивних форм.

Тема 14. Аналіз можливості використання типових технологічних процесів при проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталі

5. Порівняння показників точності та шорсткості, відносного розміщення поверхонь типової деталі та заданої.

6. Аналіз можливості використання методів обробки та структури операцій типового технологічного процесу при розробленні технологічного процесу механічної обробки заданої деталі.

7. Аналіз можливості використання обладнання типового технологічного процесу для обробки заданої деталі.

8. Висновки до роботи.

14.3. Завдання для виконання роботи

Виконати аналіз можливості використання типових технологічних процесів при проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталі відповідно до варіанту.

14.4. Зміст звіту

1. Мета і порядок виконання роботи.

2. Креслення деталі.

3. Креслення типової деталі та технологічний процес її механічної обробки (з літературних джерел).

4. Порівняльний аналіз конструкцій типової та заданої деталей, встановлення наявності подібних та відмінних конструктивних форм, елементів та параметрів. Висновки щодо складності конструкцій розглядуваних деталей.

5. Порівняльний аналіз вимог точності, шорсткості та відносного розміщення оброблюваних поверхонь типової та заданої деталей. Висновки щодо складності обробки поверхонь розглядуваних деталей.

6. Пропозиції по можливості використання структури операцій та методів обробки поверхонь типової деталі при проектуванні технологічного процесу механічної обробки заданої деталі.

7. Пропозиції по вибору обладнання для механічної обробки заданої деталі.

8. Висновки до роботі.

14.5. Питання для самоконтролю

1. Класифікація деталей.
2. Структура технологічного процесу.
3. Поняття операції.
4. Поняття технологічного переходу.
5. Поняття допоміжного переходу.
6. Поняття проходу.
7. Поняття робочого ходу.
8. Поняття допоміжного ходу.
9. Рекомендації по вибору типу обладнання в залежності від серійності виробництва.
10. Методи обробки поверхонь деталей.

Рекомендована література [1, 18, 23, 25, 28]

Тема 15. РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

Мета роботи: оволодіння методикою та набуття практичних навичок розрахунку та призначення режимів різання при виконанні операцій механічної обробки.

15.1. Короткі теоретичні відомості

Наведені нижче короткі дані про призначення режимів різання розроблені з використанням офіційних видань про режими різання інструментами зі швидкорізальної сталі та із твердого сплаву. Вони розраховані на застосування інструментів з оптимальними значеннями геометричних параметрів різальної частини, з ріжучими елементами з твердого сплаву, заточеними алмазними кругами, а зі швидкорізальної сталі – кругами з ельбору.

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його різальної частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан обладнання.

Елементи режимів різання зазвичай встановлюють у порядку, зазначеному нижче.

Глибина різання t : при чорновій (попередній) обробці призначають по можливості максимальну t , рівну всьому припуску на обробку або більшої його частини; при чистовій (остаточній) обробці — залежно від вимог до точності розмірів і шорсткості обробленої поверхні.

Подача s : при чорновій обробці вибирають максимально можливу подачу, виходячи із жорсткості й міцності системи ВПД, потужності приводу верстата, міцності твердосплавної пластинки та інших обмежуючих факторів; при чистовій обробці – залежно від необхідного квалітета точності й шорсткості обробленої поверхні.

Швидкість різання V розраховують за емпіричними залежностями, установленими для кожного виду обробки, які мають загальний вигляд:

$$V_{TB} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot \quad (15.1)$$

Значення коефіцієнта C_v і показників ступеня, що наведені в цих формулах, так само як і періоду стійкості T інструмента, який застосовується для даного виду обробки, наведені в таблицях для кожного виду обробки. Обчислена з використанням табличних даних швидкість різання V_{TB} враховує конкретні значення глибини різання t , подачі s і стійкості T і дійсна при певних табличних значеннях ряду інших факторів. Тому для одержання дійсного значення швидкості різання V з врахуванням конкретних значень згаданих факторів призначається поправковий коефіцієнт K_v . Тоді дійсна швидкість різання

$$V = V_{TB} \cdot K_v, \quad (15.2)$$

де K_v – добуток ряду коефіцієнтів.

Найважливішими з них, загальними для різних видів обробки, є:

K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу (таблиця 1-4);

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки (таблиця 5);

K_{IV} – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструмента (таблиця 6),

Стійкість T – період роботи інструмента до затуплення, що наводиться для різних видів обробки, відповідає умовам одноінструментної обробки. При багатоінструментній обробці період стійкості T варто збільшувати. Він залежить насамперед від числа одночасно працюючих інструментів, відношення часу різання до часу робочого ходу, матеріалу інструмента, виду обладнання. При багатOVERстатному обслуговуванні період стійкості T також необхідно збільшувати зі збільшенням кількості обслуговуваних верстатів.

За звичайних умов розрахунок точного значення періоду стійкості громіздкий. Тому орієнтовно можна вважати, що період стійкості при багатоінструментній обробці:

$$T_{mi} = T \cdot K_{Ti}, \quad (15.3)$$

а при багатOVERстатному обслуговуванні

$$T_{mc} = T \cdot K_{Tc}, \quad (15.4)$$

де T – стійкість лімітуючого інструмента;

K_{Ti} – коефіцієнт зміни періоду стійкості при багатоінструментній обробці (додаток М, табл. М.7);

K_{Tc} – коефіцієнт зміни періоду стійкості при багатOVERстатному обслуговуванні (додаток М, табл. М.8).

Сила різання. Під силою різання зазвичай розуміють її головну складову P_z , що визначає потужність, яка витрачається на різання, N_e і крутний момент на шпинделі верстата. Силкові залежності розраховують за емпіричними залежностями, значення коефіцієнтів і показників степеня в яких для різних видів обробки наведені у відповідних таблицях.

Розраховані з використанням табличних даних у силкових залежностях враховують конкретні технологічні параметри (глибину різання, подачу, ширину фрезерування та ін.) і дійсні за певних значень інших факторів. Їх значення, що відповідають фактичним умовам різання, одержують множенням на коефіцієнт K_p – загальний поправковий коефіцієнт, що враховує змінені в порівнянні з табличними умови різання. Він являє собою добуток з ряду коефіцієнтів. Найважливішим з них є коефіцієнт K_{mp} , що враховує якість оброблюваного матеріалу, значення якого для сталі і чавуну наведені у додатку М, табл.М.9, а для мідних і алюмінієвих сплавів – у додатку М, табл.М.10.

ТОЧІННЯ

Глибина різання t : при чорновому точінні й відсутності обмежень потужності обладнання, жорсткості системи ВПД приймається рівною припуску на обробку; при чистовому точінні припуск зрізується за два проходи і більше. На кожному наступному проході варто призначати меншу глибину різання, ніж на попередньому. При параметрі шорсткості

обробленої поверхні $Ra = 3,2$ мкм включно $t = 0,5-2,0$ мм; $Ra = 3-0,8$ мкм, $t = 0,1-0,4$ мм.

Подача s : при чорновому точінні приймається максимально припустимою для потужності обладнання, жорсткості системи ВПД, міцності різальної пластини і міцності державки. Подачі, що рекомендуються, при чорновому зовнішньому точінні наведені в додатку М, табл.М.11, а при чорновому розточуванні - у додатку М, табл.М.12.

Максимальні величини подач при точінні сталі 45, що зумовлені міцністю пластини із твердого сплаву, наведені в додатку М, табл.М.13.

Подачі при чистовому точінні вибирають залежно від необхідних параметрів шорсткості обробленої поверхні і радіуса при вершині різця (додаток М, табл.М.14).

При прорізанні пазів і відрізанні величина поперечної подачі залежить від властивостей оброблюваного матеріалу, розмірів паза й діаметра обробки (таблиця 15).

Подачі, що рекомендуються при фасонному точінні наведені в додатку М, табл.М.16.

Швидкість різання v , м/хв: при зовнішньому повздовжньому та поперечному точінні і розточуванні розраховують за емпіричною формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (15.5)$$

а при відрізанні, прорізанні і фасонному точінні – за формулою

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v. \quad (15.6)$$

Середнє значення стійкості T при одноінструментній обробці — 30 — 60 хв. Значення коефіцієнта C_v , показників степені x , y и m наведені в додатку М, табл.М.17.

Коефіцієнт K_v є добутком коефіцієнтів, що враховують вплив матеріалу заготовки K_{MV} (див. додаток М, табл. М.1. – М.4), стану поверхні K_{IV} (додаток М, табл.М.5), матеріалу інструмента K_{IV} (додаток М,

табл.М.6). При багатоінструментній обробці й багатOVERстатному обслуговуванні період стійкості збільшують, вводячи відповідно коефіцієнти $K_{ти}$ (додаток М, табл.М.7) і $K_{тс}$ (додаток М, табл.М.8), кутів у плані різців K_{ϕ} і радіуса при вершині різця K_r , (додаток М, табл.М.18).

Фінішна токарна обробка має ряд особливостей, що відрізняють її від чорнового й міжопераційного точіння; режими різання, що рекомендуються при тонкому (алмазному) точінні на швидкохідних токарних верстатах підвищеної точності і розточувальних верстатах, наведені окремо в додатку М, табл.М.19.

Режими різання при точінні загартованої сталі різцями із твердого сплаву наведені в додатку М, табл.М.20.

Режими різання при точінні і розточуванні чавунів, загартованих сталей і твердих сплавів різцями, оснащеними полікристалами композитів 01 (эльбор-Р), 05, 10 (гексанит-Р) і 10Д (двошарові пластини з робочим шаром з гексанита-Р) наведені в додатку М, табл.М.21.

Сила різання. Силу різання H прийнято розкласти на складові сили, спрямовані по осях координат верстата (тангенціальну P_z , радіальну P_y й осьову P_x). При зовнішньому поздовжньому і поперечному точінні, розточуванні, відрізання, прорізання пазів і фасонному точінні ці складові розраховують за формулою

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p. \quad (15.7)$$

При відрізання, прорізання і фасонному точінні t – довжина леза різця.

Постійна C_p і показники степені x , y , n для конкретних (розрахункових) умов обробки для кожної зі складові сили різання наведені в додатку М, табл.М.22.

Коригуючий коефіцієнт K_p являє собою добуток ряду коефіцієнтів ($K_p = K_{мр} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{тp}$), що враховують фактичні умови різання. Чисельні значення цих коефіцієнтів наведені в додатку М, табл.М.9, М.10 і М.23.

Потужність різання, кВт, розраховують за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (15.8)$$

При одночасній роботі декількох інструментів ефективну потужність визначають як сумарну потужність окремих інструментів.

СТРУГАННЯ, ДОВБАННЯ

Глибина різання. При всіх видах стругання і довбання, глибину різання призначають так само, як і при точінні.

Подача. При чорновому струганні подачу s , мм/подв. хід, вибирають максимальною із припустимих значень згідно з додатком М, табл. М.11, М.13 відповідно до глибини різання, перетином державки, міцності пластинки; при чистовому, струганні – за додатком М, табл. М.14, при відрізанні й прорізанні пазів – додатком М, табл. М.15.

Швидкість різання. При струганні площин прохідними різцями, при прорізанні пазів, відрізанні швидкість різання розраховують за відповідними формулами для точіння із введенням додаткового поправкового коефіцієнта K_{yv} , що враховує ударне навантаження.

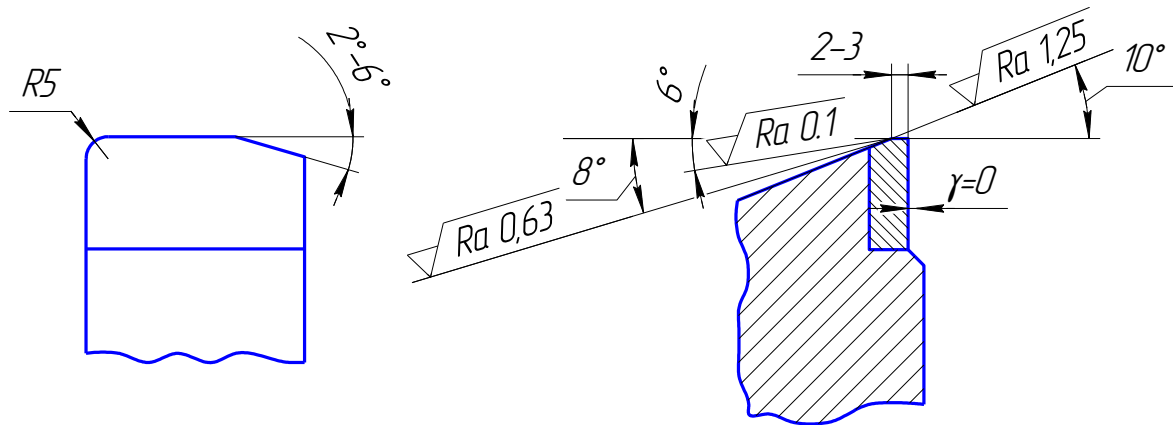


Рисунок. 15.1 - Стругальний різець для чистової обробки площин

Значення коефіцієнта K_{yv} залежно від типу верстата наведені нижче:

Тип верстата	Повздовжньо-стругальний	Поперечно-стругальний	Довбальний
K_{yv}	1,0	0,8	0,6

Сила різання. Складові сили різання розраховують за формулами для точіння.

Режими різання для стругання площин широкими різцями (рис. 1) наведено в додатку М, табл. М.24.

Потужність різання розраховують за тією же формулою, що й для точіння при аналогічних режимах.

СВЕРДЛІННЯ, РОЗСВЕРДЛЮВАННЯ, ЗЕНКЕРУВАННЯ, РОЗВЕРТУВАННЯ

Глибина різання. При свердлінні глибина різання $t = 0.5 \cdot D$ (рис. 15.2,а), при розсвердлюванні, зенкеруванні і розвертанні $t = 0.5 \cdot (D - d)$ (рис. 15.6).

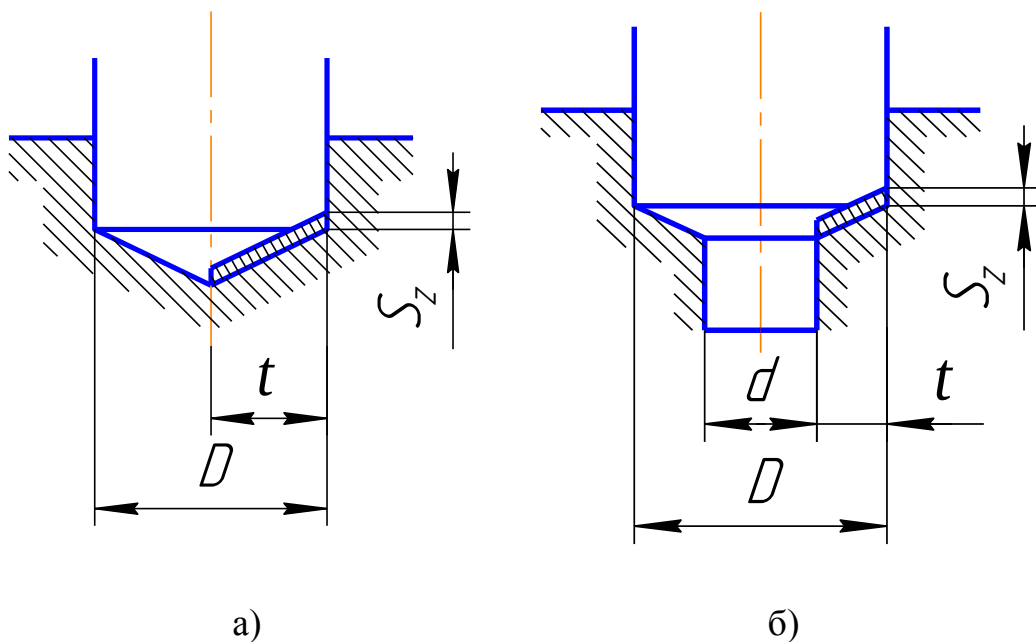


Рисунок 15.2. - Схема різання при а) - свердлінні; б) - розсвердлюванні.

Подача. При свердлінні отворів без обмежуючих факторів вибираємо максимально допустиму по міцності свердла подачу (додаток М, табл. М.25). При розсвердлюванні отворів подача, рекомендована для

свердління, може бути збільшена до 2 разів. При наявності обмежуючих факторів подачі при свердлінні й розсвердлюванні рівні. Їх визначають множенням табличного значення подачі на відповідний поправковий коефіцієнт, наведений у примітці до таблиці.

Подачі при зенкеруванні наведені в додатку М, табл. М.26, а при розгортанні – у додатку М, табл. М.27.

Швидкість різання. Швидкість різання, м/хв, при свердлінні

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (15.9)$$

а при розсвердлюванні, зенкеруванні, розвертанні

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v. \quad (15.10)$$

Значення коефіцієнтів C_v і показників ступеня наведені для свердління в додатку М, табл. М.28, для розсвердлювання, зенкерування і розвертання — у додатку М, табл. М.29, значення періоду стійкості T в додатку М, табл. М.30.

Загальний поправковий коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання,

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (15.11)$$

де K_{MV} – коефіцієнт на оброблюваний матеріал (додаток М, табл. М.1 – М.4); K_{IV} — коефіцієнт на інструментальний матеріал (додаток М, табл. М.6); K_{IV} — коефіцієнт, що враховує глибину свердління (додаток М, табл. М.31). При розсвердлюванні, зенкеруванні литих або штампованих отворів додатково вводиться поправковий коефіцієнт K_{IV} (додаток М, табл. М.5).

Крутний момент, Н·м, і осьову силу, Н, розраховують за формулами: – при свердлінні

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p; \quad (15.12)$$

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p; \quad (15.13)$$

– при розсвердлюванні і зенкеруванні

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p; \quad (15.14)$$

$$P_O = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p; \quad (15.15)$$

Значення коефіцієнтів C_M і C_p і показників степеню наведені в додатку М, табл. М.32.

Коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у цьому випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної заготовки й визначається виразом:

$$K_p = K_{\text{мр}}. \quad (15.16)$$

Значення коефіцієнта $K_{\text{мр}}$ наведені для сталі й чавуну в додатку М, табл. М.9, а для мідних і алюмінієвих сплавів – у додатку М, табл. М.10.

Для визначення крутного моменту при розверстуванні кожний зуб інструмента можна розглядати як розточувальний різець. Тоді при діаметрі інструмента D крутний момент, Нм:

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}; \quad (15.17)$$

тут s_z – подача, мм на один зуб інструмента, рівна s/z , де s – подача, мм/об, z – число зубів розвертки. Значення коефіцієнтів і показників степені наведені у додатку М, табл. М.22.

Потужність різання, кВт, визначають за формулою

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (15.18)$$

де частота обертання інструмента або заготовки, об/хв,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}. \quad (15.19)$$

ФРЕЗЕРУВАННЯ

Конфігурація оброблюваної поверхні і вид обладнання визначають тип застосовуваної фрези (рис. 15.3). Її розміри визначаються розмірами оброблюваної поверхні й глибиною зрізаного шару.

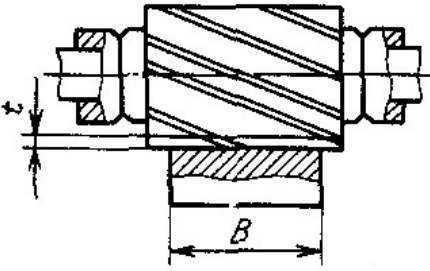
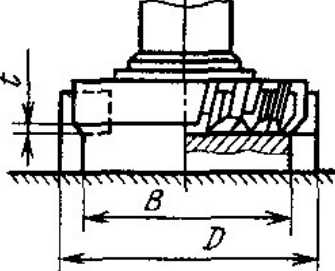
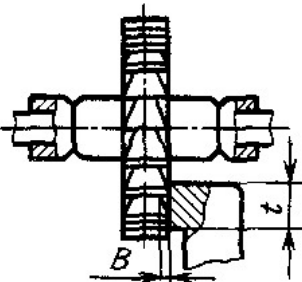
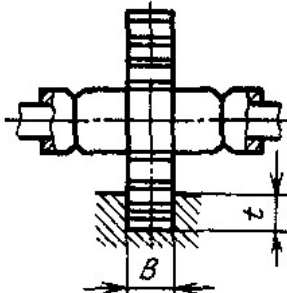
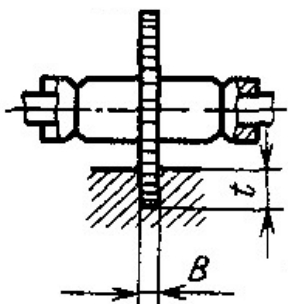
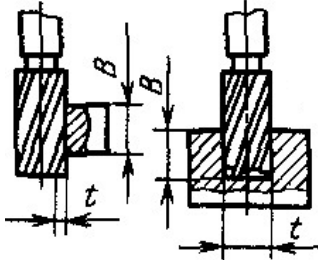
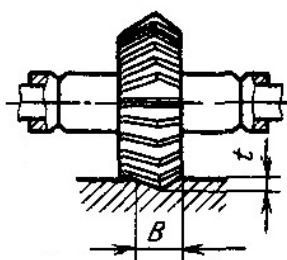
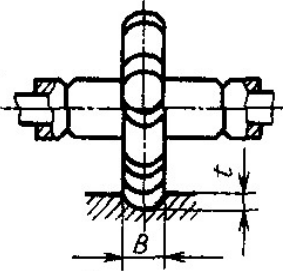
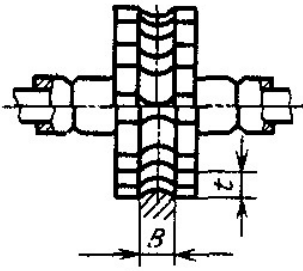
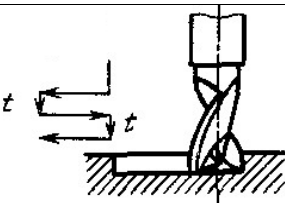
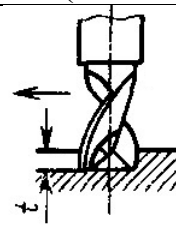
Фрези циліндричні		Фрези торцеві	
			
Фрези дискові			
			
Фрези прорізні і відрізні	Фрези кінцеві		Фрези кутові
			
Фрези фасонні			
З випуклим профілем		Із ввігнутим профілем	
			
Фрези шпонкові при роботі			
На маятникових верстатах		На вертикально – фрезерних верстатах (в один прохід)	
			

Рисунок 15.3. Види фрезерування

Діаметр фрези для скорочення основного технологічного часу витрат інструментального матеріалу вибирають по можливості найменшої величини, враховуючи при цьому твердість технологічної системи, схему різання, форму й розміри оброблюваної заготовки.

При торцевому фрезеруванні для досягнення продуктивних режимів різання діаметр фрези D повинен бути більше ширини фрезерування B , тобто $D = (1,25 \div 1,5) B$, а при обробці сталевих заготовок обов'язковим є їхнє несиметричне розташування щодо фрези: для заготовок із конструкційних вуглецевих і легованих сталей — зрушення їх у напрямку врізання зуба фрези (рис. 15.4, а), чим забезпечується початок різання при малій товщині зрізуваного шару; для заготовок із жароміцних і корозійно-стійких сталей — зрушення заготовки у бік виходу зуба фрези із зони різання (рис. 4,6), чим забезпечується вихід зуба із зони різання з мінімально можливою товщиною зрізуваного шару. Недотримання зазначених правил приводить до значного зниження стійкості інструмента.

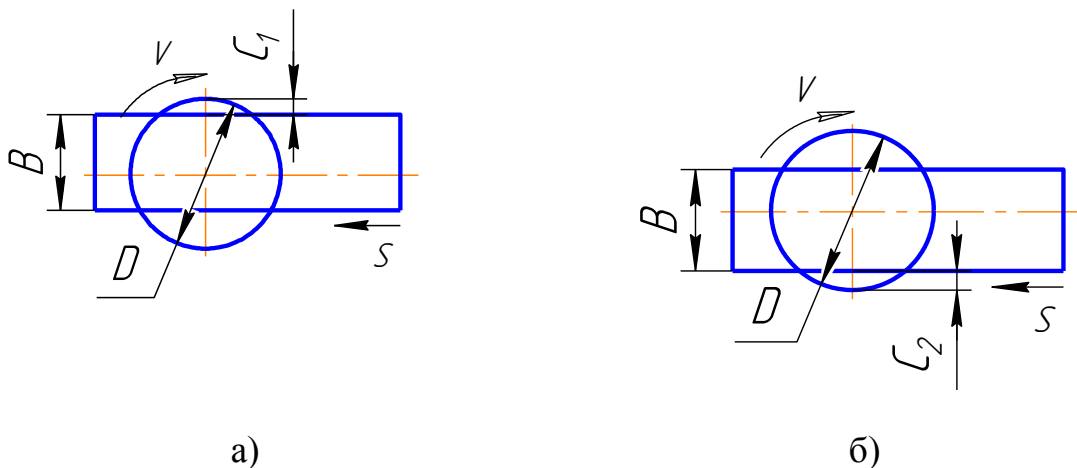


Рисунок 15.4. Розташування сталевих заготовок при торцевому фрезеруванні щодо фрези: а – врізання зуба фрези при $c_1 = (0,03 \div 0,05) \cdot D$; б – вихід зуба фрези при $c_2 = 0$.

Глибина фрезерування t і ширина фрезерування B – а поняття, пов'язані з розмірами шару матеріалу заготовки, що зрізується при

фрезеруванні (див. рис. 15.3). У всіх видах фрезерування, за винятком торцевого, t визначає тривалість контакту зуба фрези із заготовкою; t вимірюють у напрямку, перпендикулярному до осі фрези. Ширина фрезерування B визначає довжину леза зуба фрези, що беруть участь у різанні; B вимірюють у напрямку, паралельному осі фрези. При торцевому фрезеруванні ці поняття міняються місцями.

Подача. При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб s_z , подачу на один оберт фрези s і подачу хвилину s , мм/хв, які знаходяться у такому співвідношенні:

$$s_M = s \cdot n = s_z \cdot z \cdot n, \quad (15.20)$$

де n – частота обертання фрези, об/хв; z – число зубців фрези.

Вихідною величиною подачі при чорновому фрезеруванні є величина її на один зуб s_z , при чистовому фрезеруванні – на один оберт фрези s , по якій для подальшого використання обчислюють величину подачі на один зуб $s_z = s/z$. Подачі, що рекомендують, для різних фрез і умов різання наведені в додатку М, табл. М.33 – М.38.

Швидкість різання – колова швидкість фрези, м/хв,

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v. \quad (15.21)$$

Значення коефіцієнта C_v й показників степеня наведені в таблиці 39, а періоду стійкості T – у додатку М, табл. М.40.

Загальний поправковий коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання,

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (15.22)$$

де K_{MV} — коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу (додаток М, табл. М.1 – М.4); K_{IV} — коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки (додаток М, табл. М.5); K_{IV} — коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента (додатку М, табл. М.6).

Сила різання. Головна складова сили різання при фрезеруванні – колова сила, Н

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^{q_n w}} \cdot K_{MP}, \quad (15.23)$$

де z – число зубів фрези; n – частота обертання фрези, об/хв.

Значення коефіцієнта C_p і показників степеню наведені в додатку М, табл. М.41, поправковий коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу K_{MP} для сталі й чавуну – у додатку М, табл. М.9, а для мідних і алюмінієвих сплавів – додатку М, табл. М.10. Величини інших складових сили різання (рис. 5,6): горизонтальної (сила подачі) P_h , вертикальної P_v , радіальної P_y , осьовий P_x установлюють зі співвідношення з головної складової P_z по додатку М, табл. М.42.

Складова, по якій розраховують оправку на згин, $P_{yz} = \sqrt{P_y^2 + P_z^2}$.

Крутний момент, Н м, на шпинделі

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}, \quad (15.24)$$

де D — діаметр фрези, мм.

Потужність різання (ефективна), кВт

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}. \quad (15.25)$$

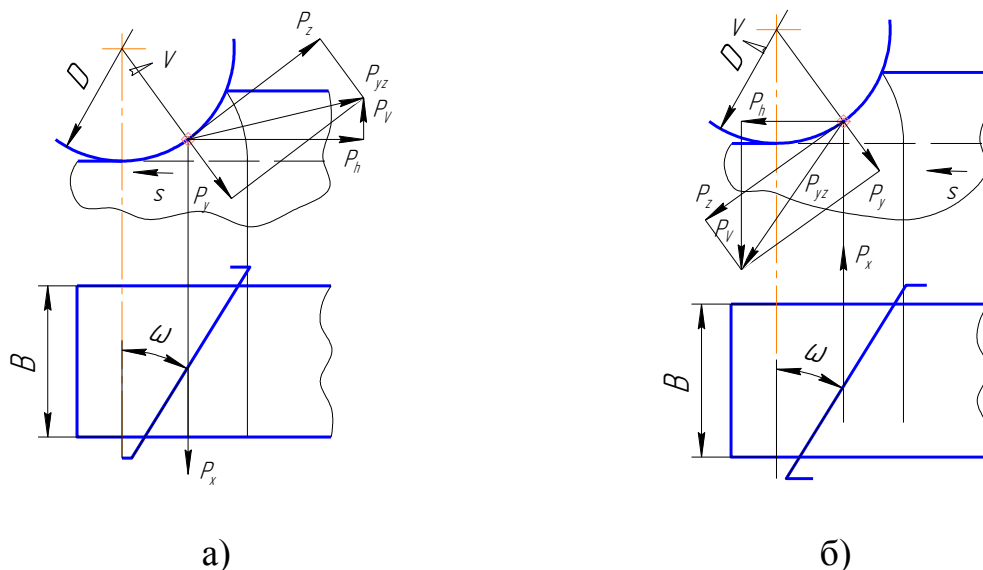


Рисунок 15.5. Складові сили різання при фрезеруванні циліндричною фрезою: а – при зустрічному фрезеруванні (проти подачі); б – попутному (у напрямку подачі)

15.2. Приклад розрахунку режимів різання

Дано:

Операція – чорнове точіння.

Діаметр валу – 40 мм.

Матеріал заготовки Сталь 45.

Матеріал різця – Т5К10

Геометричні параметри різця:

$$\gamma = -15^\circ;$$

$$\varphi = 20^\circ;$$

$$\varphi_1 = 15^\circ;$$

$$\lambda = 0;$$

$$r = 1 \text{ мм.}$$

Розміри державки – ВхН = 25х25

Глибина різання $t = 5$ мм.

Згідно таблиця 11 призначаємо подачу $S = 0.4$ мм/об.

Стійкість інструменту приймаємо $T = 60$ хв.

За таблицями знаходимо коефіцієнти необхідні для розрахунку швидкості різання.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_b)^{nv} = 1 \cdot (750/750)^1 = 1$$

додаток М, табл. М.1;

$$K_{pv} = 0.9;$$

додаток М, табл. М.5;

$$K_{iv} = 0.65;$$

додаток М, табл. М.6;

$$K_{\phi v} = 1.3;$$

додаток М, табл. М.18;

$$K_{\phi 1v} = 1.0$$

додаток М, табл. М.18.

Загальний коефіцієнт

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} = 1 \cdot 0.9 \cdot 0.65 \cdot 1.3 \cdot 1 = 1.027;$$

Розраховуємо швидкість різання і частоту обертання шпинделя згідно залежностей:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 5^{0.5} \cdot 0.4^{0.35}} = 117.8 \text{ м/с.}$$
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 117.8}{3.14 \cdot 40} = 932.47 \text{ об/хв.}$$

Розраховуємо складову сили різання – P_z .

Коефіцієнти необхідні для розрахунку вибираємо з додатку М, табл. М.9, М.10 і М.23:

$$K_{np} = (\sigma_b/750)^{np} = (750/750)^1 = 1;$$

$$K_{\varphi p} = 1.08;$$

$$K_{\gamma p} = 1.25;$$

$$K_{\lambda p} = 1.$$

Відповідно до додаток М, табл. М.22 обираємо наступні коефіцієнти
 $C_p = 300$; $X_p = 1$; $Y_p = 0.75$; $n_p = -0.15$.

Розраховуємо силу різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{Xp} \cdot S^{Yp} \cdot V^{np} \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 117.18^{-0.15} \cdot 1.35 = 4.9 \text{ кН.}$$

Розрахункова потужність різання складає:

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{4.9 \cdot 10^3 \cdot 117.8}{60 \cdot 1020} = 9.5 \text{ кВт.}$$

15.3. Порядок виконання роботи

1. Одержати завдання від викладача;
2. Вибрати вихідні дані для розрахунку;
3. Записати вид різального інструменту, його матеріал та геометричні параметри;
4. Вибрати глибину різання;
5. Призначити подачу;
6. Розрахувати швидкість різання за емпіричною формулою;
7. Визначити частоту обертання;
8. Попередньо вибрати металорізальний верстат та скорегувати частоту обертання згідно даних верстата;

9. Розрахувати дійсну швидкість різання;
10. Розрахувати силу різання (крутний момент);
11. Визначити потужність різання;
12. Перевірити можливість обробки деталі на попередньо вибраному верстаті (за потужністю різання);
13. Висновки.

15.4. Варіанти індивідуальних завдань для виконання практичної роботи

1.Точіння.

№ варіанту	Операція	Діаметр валу	Припуск на обробку, мм	Заготовка			Матеріал різця	Геометричні параметри різця					Розміри державки – ВхН
				Матеріал	Межа текучості σ _В , МПа	Твердість, НВ		γ, °	φ, °	φ ₁ , °	λ, °	r, °	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Чорнове точіння	20	2	Сталь 45	560		T5K10	-15	20	15	0	1	25x25
2	Чорнове точіння	25	3	12X18H9T	510		BK8	0	30	10	5	2	25x25
3	Чорнове точіння	30	5	15X11МФ	490		T5K10	10	45	15	15	3	25x25
4	Чорнове точіння	35	5	20X23H18	510		T15K6	-15	60	20	-5	5	25x25
5	Чорнове точіння	40	3	Сталь 60Г	980		BK8	0	75	30	0	2	25x40

Тема 15. Розрахунок режимів різання.

Точіння. (Продовження)

6	Чорнове точіння	42	2	Сталь 20Х	650		P18	10	90	45	5	3	25x40
7	Чорнове точіння	44	5	Сталь 40Х	980		T30K4	-15	20	10	15	5	25x40
8	Чорнове точіння	46	3	12Х13	440		BK8	0	30	15	-5	0,8	25x40
9	Чорнове точіння	48	2	30Х13	735		T5K10	10	45	20	0	1,2	25x40
10	Чистове точіння	50	0,1	Ст. 5	520		T15K6	-15	60	30	5	1,6	25x40
11	Чистове точіння	52	0,2	Ст. 3	420		T5K10	0	75	45	15	2	25x40
12	Чистове точіння	53	0,3	15ХФ	740		T15K6	10	90	10	-5	2,4	25x40
13	Чистове точіння	60	0,4	20ХГСА	635		T15K6	-15	20	15	0	0,4	25x40
14	Чистове точіння	65	0,1	18ХГТ	885		T15K6	0	30	20	5	0,8	25x40
15	Чистове точіння	23	0,2	30Х	700		T30K4	10	45	30	15	1,2	25x25
16	Чистове точіння	24	0,3	30ХГТ	780		T15K6	-15	60	45	-5	1,6	25x25
17	Чистове точіння	68	0,4	СЧ15		247	BK8	0	75	10	0	2,0	25x40

Точіння. (Продовження)

18	Чистове точіння	12	0,1	СЧ18		245	ВК6	10	90	15	5	2,4	25x25
----	--------------------	----	-----	------	--	-----	-----	----	----	----	---	-----	-------

2. Свердління, розсвердлювання

№ варіанту	Операція	Діаметр отвору	Глибина отвору, мм	Заготовка			Матеріал свердла, зенкера, розвертки	Перемичка підточена
				Матеріал	Межа текучості σ_B , МПа	Твердість, НВ		
1	Свердління	5	60	Сталь 45	560		P6M5	так
2	Свердління	6	62	12X18H9T	510		ВК8	ні
3	Свердління	7	64	15X11МФ	490		P6M5	так
4	Свердління	8	68	20X23H18	510		P6M5	ні
5	Свердління	9	70	Сталь 60Г	980		P6M5	так
6	Свердління	10	60	Сталь 20Х	650		P6M5	ні
7	Свердління	11	62	Сталь 40Х	980		P6M5	так
8	Свердління	12	64	12X13	440		P6M5	ні
9	Розсвердлювання	13	68	30X13	735		P6M5	так
10	Розсвердлювання	14	70	Ст. 5	520		P6M5	ні
11	Розсвердлювання	16	60	Ст. 3	420		P6M5	так
12	Розсвердлювання	16	62	15ХФ	740		P6M5	ні
13	Розсвердлювання	17	64	20ХГСА	635		P6M5	так
14	Розсвердлювання	18	68	18ХГТ	885		P6M5	ні
15	Розсвердлювання	19	70	30Х	700		P6M5	так
16	Розсвердлювання	20	80	30ХГТ	780		P6M5	ні
17	Розсвердлювання	21	85	СЧ15		247	ВК8	так

Тема 15. Розрахунок режимів різання.

Свердління, розсвердлювання (Продовження)

18	Розсвердлювання	22	90	СЧ18		245	ВК8	ні
19	Зенкерування	5	60	Сталь 45	560		P6M5	
20	Зенкерування	6	62	12X18H9T	510		ВК8	
21	Зенкерування	7	64	15X11МФ	490		P6M5	
22	Зенкерування	8	68	20X23H18	510		P6M5	
23	Зенкерування	9	70	Сталь 60Г	980		P6M5	
24	Зенкерування	10	60	Сталь 20X	650		P6M5	
25	Зенкерування	11	62	Сталь 40X	980		P6M5	
26	Зенкерування	12	64	12X13	440		P6M5	
27	Зенкерування	13	68	30X13	735		P6M5	
28	Розвертання	14	70	Ст. 5	520		P6M5	
29	Розвертання	16	60	Ст. 3	420		P6M5	
30	Розвертання	16	62	15XФ	740		P6M5	
31	Розвертання	17	64	20XГСА	635		P6M5	
31	Розвертання	18	68	18XГТ	885		P6M5	
33	Розвертання	19	70	30X	700		P6M5	
34	Розвертання	20	80	30XГТ	780		P6M5	
35	Розвертання	21	85	СЧ15		247	ВК8	
36	Розвертання	22	90	СЧ18		245	ВК8	

ЛІТЕРАТУРА

1. Маталин А. А. Технология машиностроения/ А.А. Маталин – Ленинград: Машиностроение, 1985 – 496 с.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок/Л.І. Боженко – Львів: Світ, 1996 – 368 с.
3. Гевко Б. М. Технологія сільськогосподарського машинобудування/ Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Д.Л. Радик – К.: Кондор, 2006 – 365с.
4. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск: Высшэйшая школа, 1983.— 256 с.
5. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. – Введ. 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 35 с.
6. ГОСТ 22267-76. Станки металлорежущие. Схемы и способы измерения геометрических параметров. – Введ. 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 35 с.
7. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. – Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 35 с.
8. ГОСТ 370-81. Станки вертикально-сверлильные. Нормы точности и жесткости. – Введ. 01.01.1982. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 35 с.
9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. – Введ. 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 35 с.
10. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин / Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк. — Вінниця: ВНТУ, 2004. — 90 с.
11. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения. Учебник для машиностроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 591 с.
12. Обработка металлов резаньем. Справочник технолога/ А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др. Под общ. ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.

13. Руденко П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении /П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач – К.: Вища школа, 1991. - 247 с.
14. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні/ П. О. Руденко. – К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1/ В. Б. Борисов, Е. И. Борисов, В. Н. Васильев и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. — 656 с.
16. Технология конструкционных материалов. Под ред. Г.А. Прейса. – Киев: «Вища школа», 1991 – 256с.
17. Гусев А. А. Технология машиностроения (специальная часть) / А. А. Гусев, Е. Р. Ковальчук, И. М. Колесов и др. – М: Машиностроение, 1986 – 480 с.
18. Технология машиностроения /под общ. ред. А. В. Якимова – Одесса: Астропринт, 2001 – 608с.
19. Технологія конструкційних матеріалів: підручник / М. А. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз та ін.]; За ред. М. А. Сологуба. – 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: Вища школа., 2002. – 374 с.:іл.
20. Веселовська Н. Р. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: Навчальний посібник / Н. Р. Веселовська, В. С. Руткевич, С. А. Шаргородський – Вінниця: 2019. – 234 с.
21. Aliev, E. B. MODELING OF MECHANICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE AGRICULTURAL INDUSTRY/Aliev E. B., Bandura V. M., Pryshliak V. M., Yaropud V. M., Trukhanska O.O. // Inmateh-Agricultural Engineering. – 2018. – V. 54, № 1. – P. 95-104.
22. Bandura, V. Theoretical rationale and identification of heat and mass transfer processes in vibration dryers with ir-energy supply/ Bandura, V., Kalinichenko, R., Kotov, B., Spirin, A.// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, - 2018. - N4 (8-94), pp. 50-58.

23. Bulgakou, V. Angular oscillation model to predict the performance of a vibratory ball mill for the fine grinding of grain/ Bulgakou V., Pascuzzi S., Ivanovs S., Kaletnik G., Yanovich V.// Biosystems Engineering. – 2018. – V. 171. – P. 155-164.
24. Bulgakov V. A. Theoretical research of the grain milling technological process for roller mills with two degrees of freedom/ Bulgakov V., Holovach I., Bandura V., Ivanovs S. // Inmateh-Agricultural Engineering. – 2017. – V. 52, № 2. – P. 99-106.
25. Kaletnik H. Experimental investigation of technical and operational indices of asymmetric swath reaper machine-and-tractor aggregate/ V. Bulgakov, V. Adamchuk, S. Ivanovs, H. Kaletnik// Engineering for Rural Development – 2019., 18, pp. 256-263.
26. Kaletnik G. Mathematical model of vibration digging up of root crops from soil/ V. Bulgakov, V. Adamchuk, G. Kaletnik, M. Arak, J. Olt// Agronomy Research. - 2014, 12 (1), pp. 41-58.
27. Veselovska N. R. Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles/ R. D. Iskovych-Lototsky, Y. V. Ivanchuk, N. R. Veselovska, W. Surtel, S. Sundetov// Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018 / Romaniuk R. S., Linczuk M., Book Series: Proceedings of SPIE. – 2018. – V.: 10808, Article Number: 1080860.
28. Rutkevych V. S. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed/ M. I. Ivanov, V. S. Rutkevych, O. M. Kolisnyk, I. O. Lisovoy // Inmateh-Agricultural Engineering. – 2019. – T. 57, № 1. – C. 37-44.
29. Kaletnik H. Organizational basis of the development of innovative functional food products by the Ukrainian enterprises of deep walnut processing/ H. Kaletnik, V. Lutsiak, O. Melnichuk, Y. Dovhan, M. Malicki // Ukrainian Food Journal. – 2019. – V. 8, № 1. – P. 169-180.

30. Kaletnik, G. Determination of the kinetics of the process of pumpkin seeds vibrational convective drying/ G. Kaletnik, O. Tsurkan, T. Rimar, O. Stanislavchuk// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – 8, pp. 50-57.
31. Spirin A. B. Theoretical researches on cooling process regularity of the grain material in the layer/ B. I. Kotov, A. B. Spirin, I. V. Tverdokhlib, Y. A. Polyevoda, V. O. Hryshchenko, R. A. Kalinichenko // Inmateh-Agricultural Engineering. – 2018. – V. 54, № 1. – P. 87-94.
32. Solona, O.V. Verification of the mathematical model of the energy consumption drive for vibrating disc crusher/ I.M. Kupchuk, O.V. Solona, I.A. Derevenko, I.V. Tverdokhlib// INMATEH - Agricultural Engineering, - (2018). - 55 (2), pp. 113-120.
33. Solona O. Dynamic synchronization of vibration exciters of the three-mass vibration mill/ O. Solona, I. Kupchuk // Przegląd Elektrotechniczny. – 2020. – T. 96, № 3. – C. 161-165.
34. Veselovska N. Investigation of the process of thread extrusion using the ultrasound/ V. Turych, N. Veselovska, V. Rutkevych, S. Shargorodskiy// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2017, 6 (1-90), pp. 60-68.
35. Kupchuk I.M. Determination of rational Operating parameters for a vibrating disk-type grinder used in ethanol industry/ V. P. Yanovich, I. M. Kupchuk// INMATEH - Agricultural Engineering. - (2017). - 52 (2), pp. 143-148.

Додатки
Додаток А

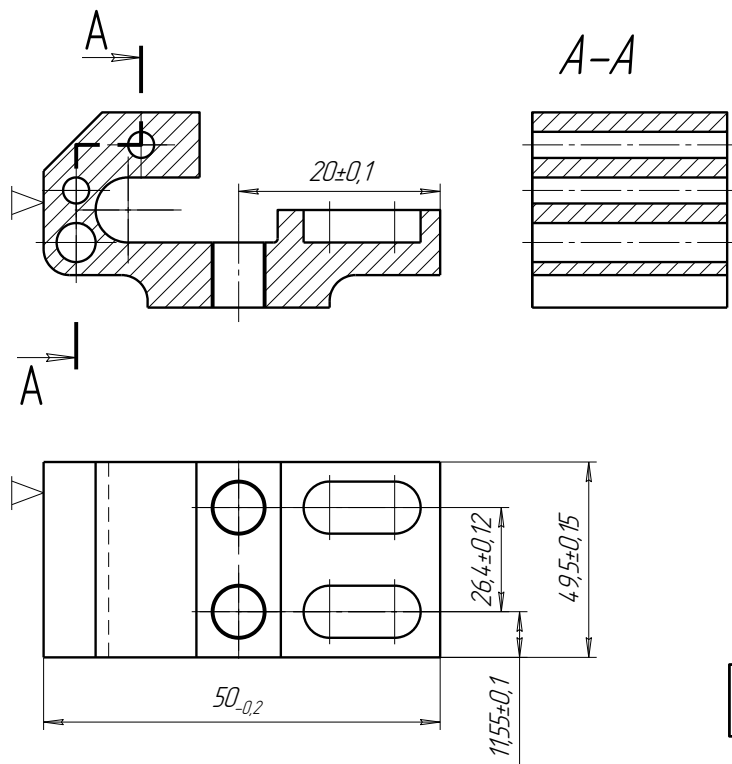


Рисунок 1

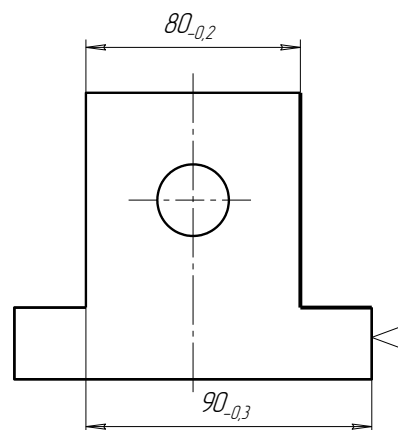


Рисунок 2

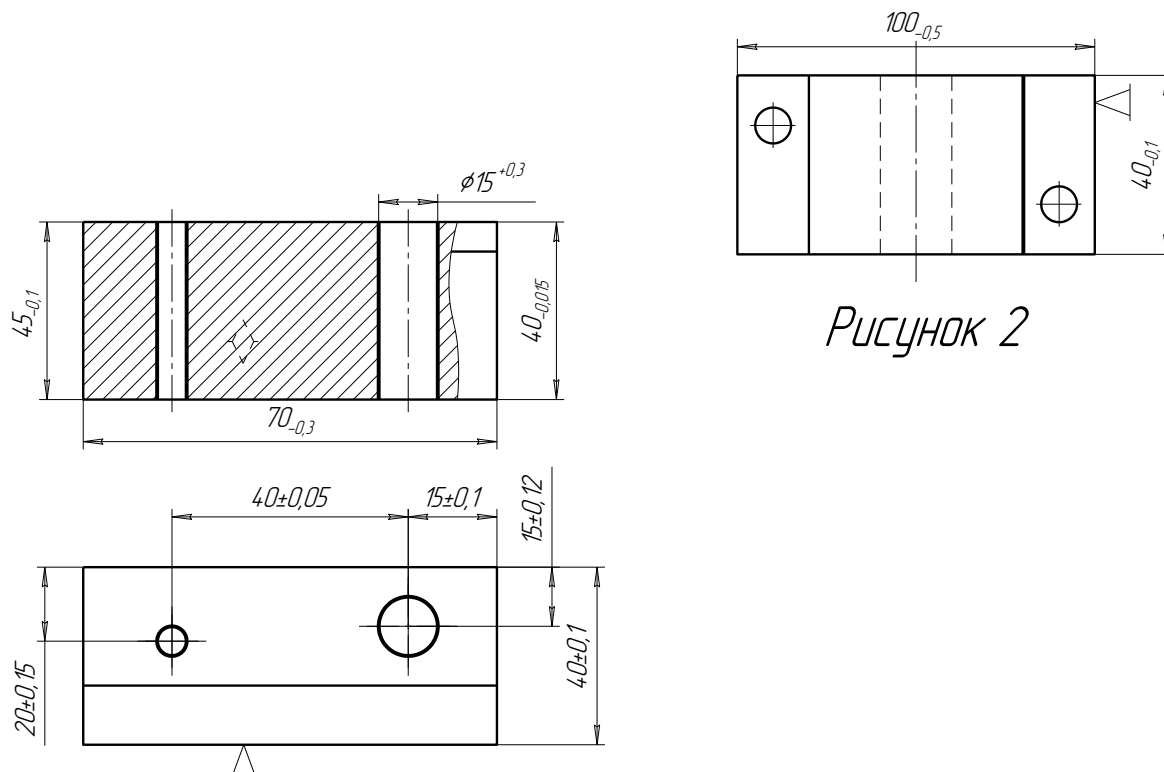


Рисунок 3

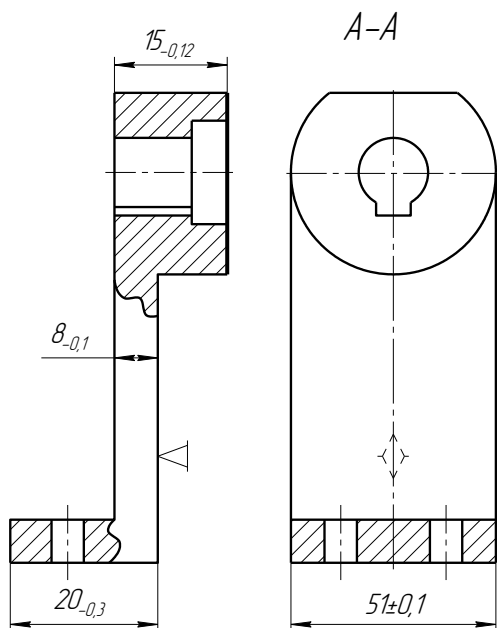


Рисунок 4

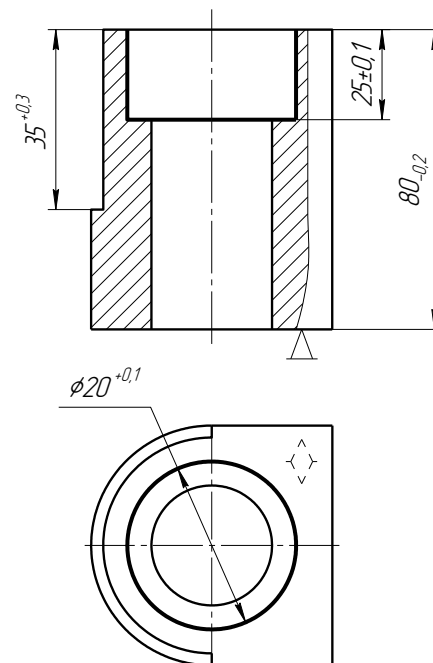


Рисунок 5

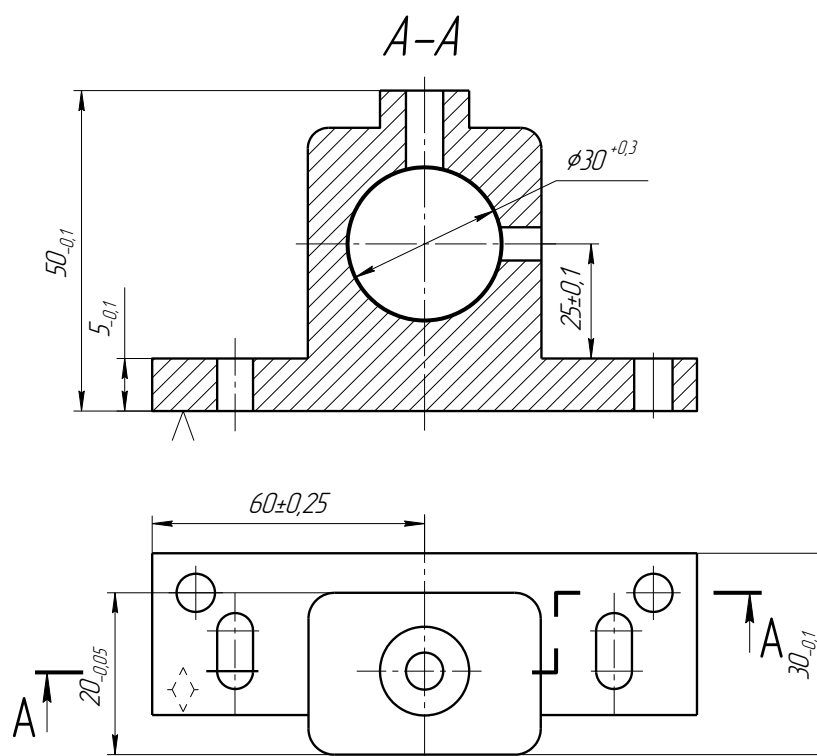


Рисунок 6

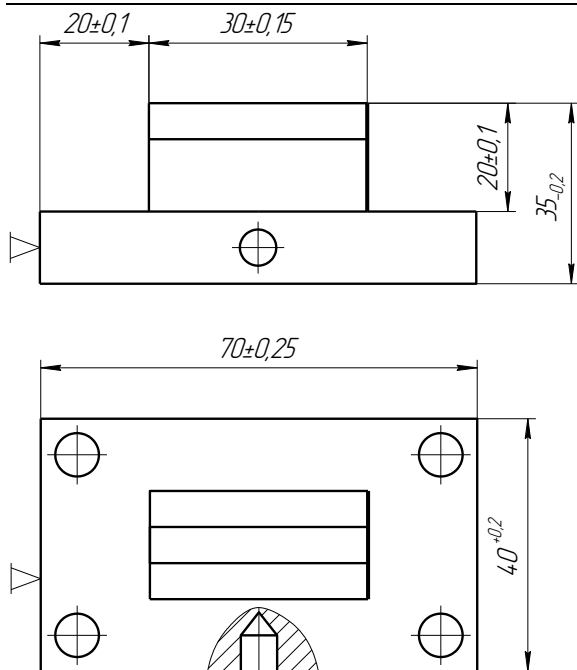


Рисунок 7

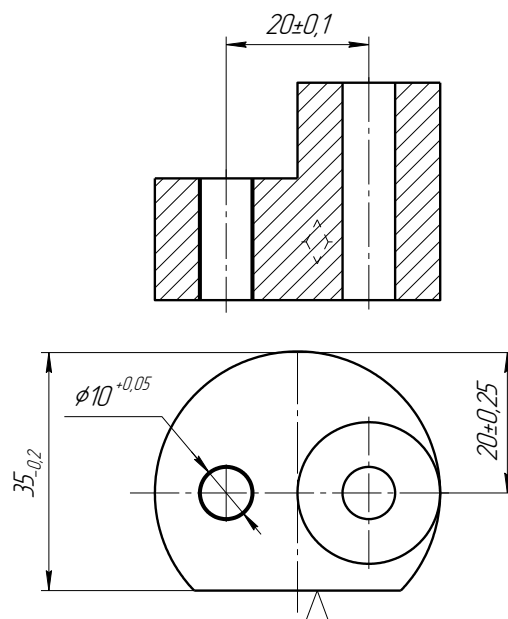


Рисунок 8

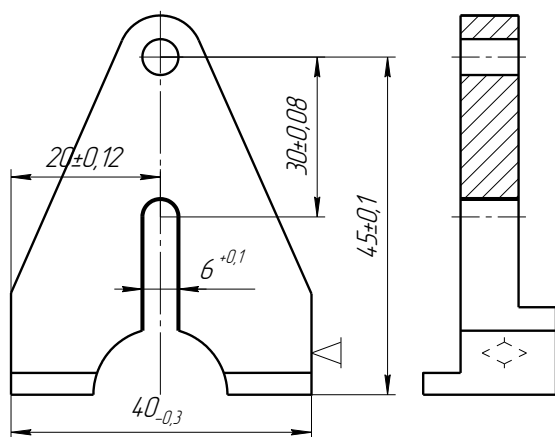


Рисунок 9

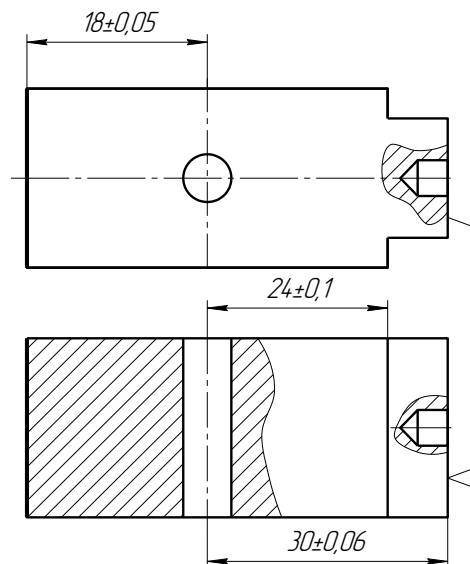


Рисунок 10

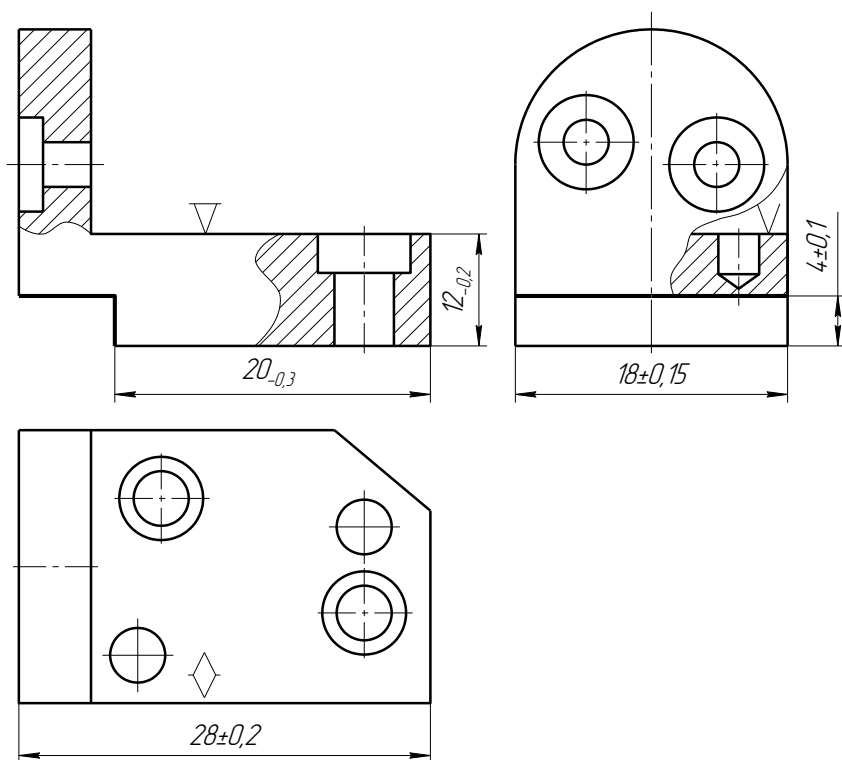


Рисунок 11

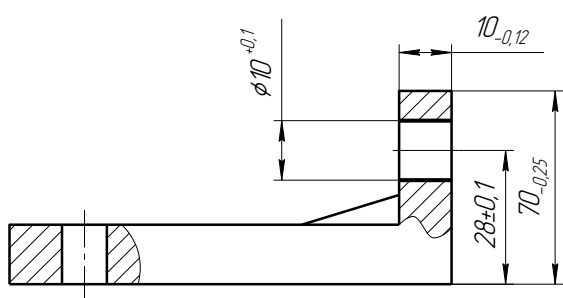
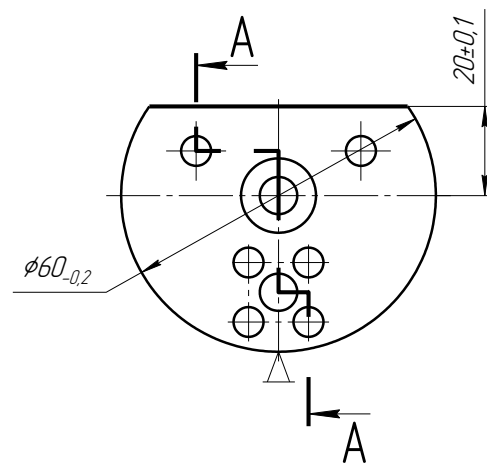
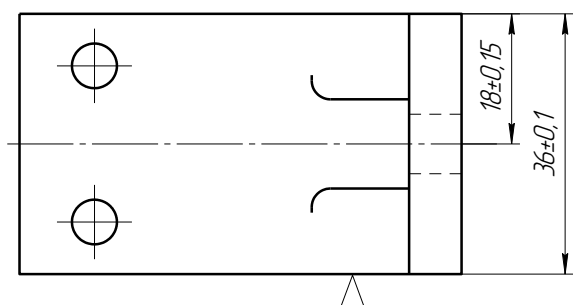


Рисунок 12



A-A повернути

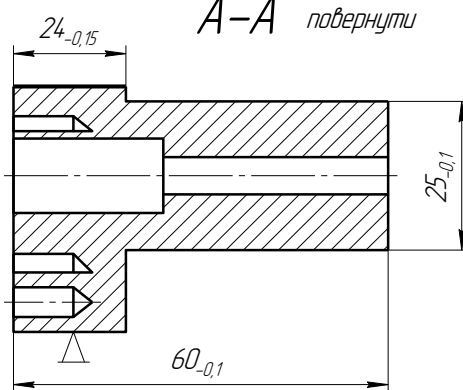


Рисунок 13

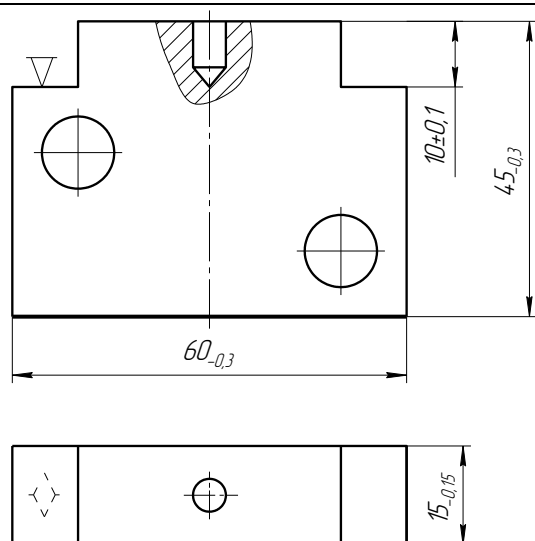


Рисунок 14

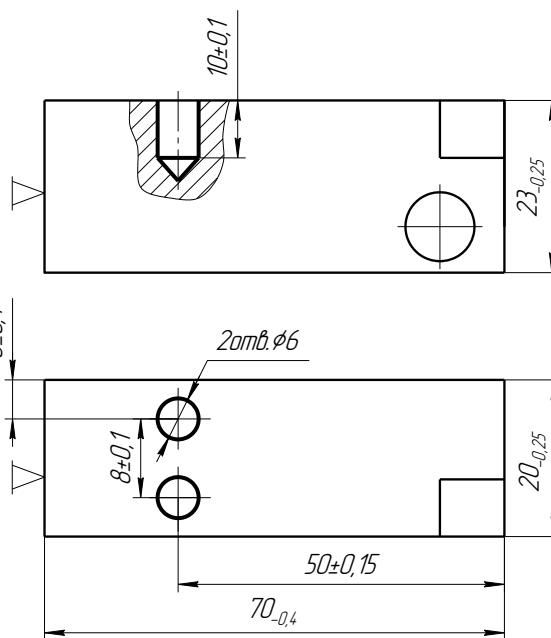


Рисунок 15

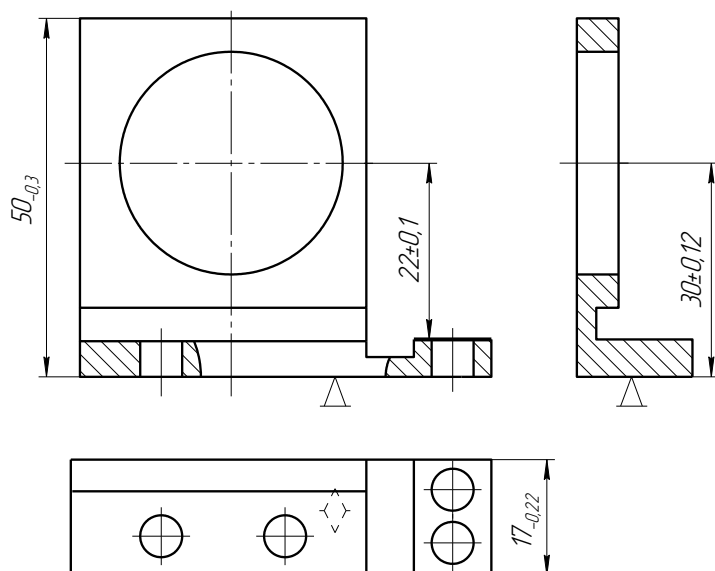


Рисунок 16

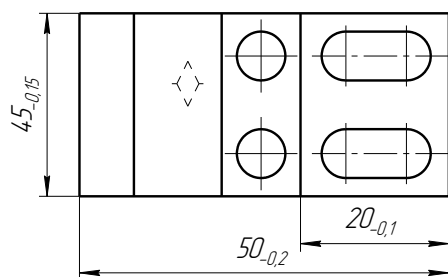
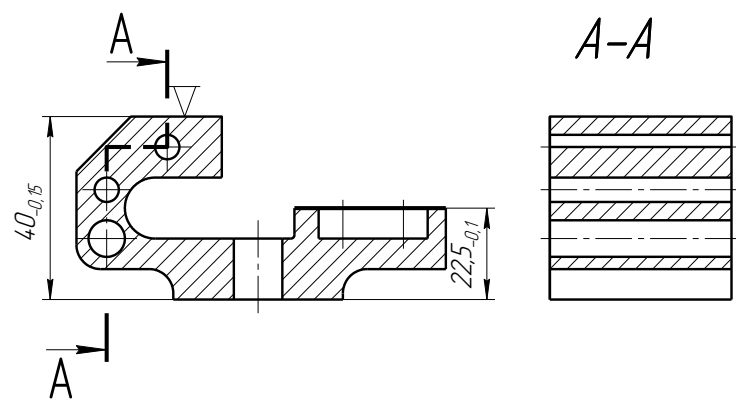


Рисунок 17

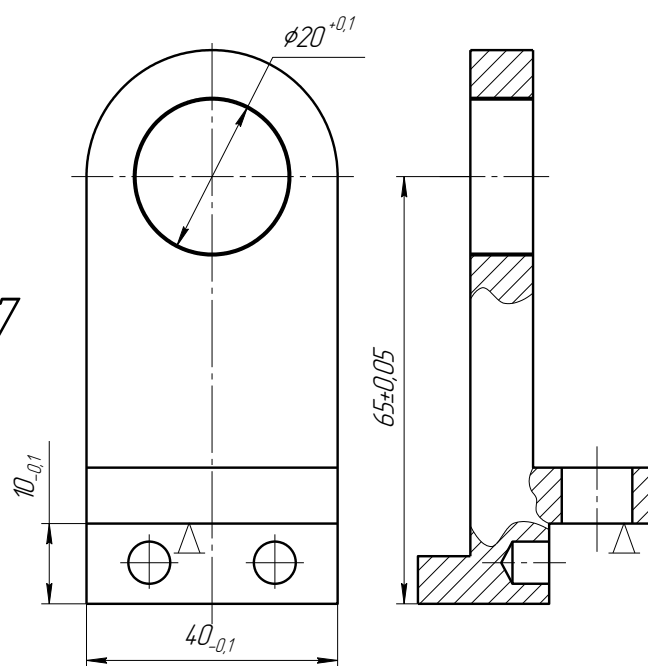


Рисунок 18

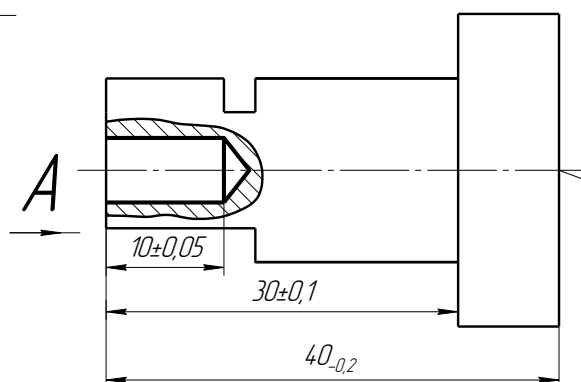
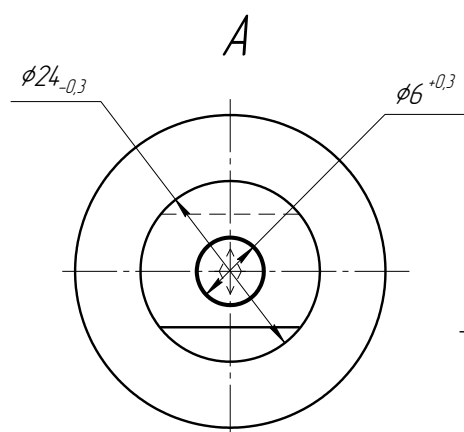


Рисунок 19

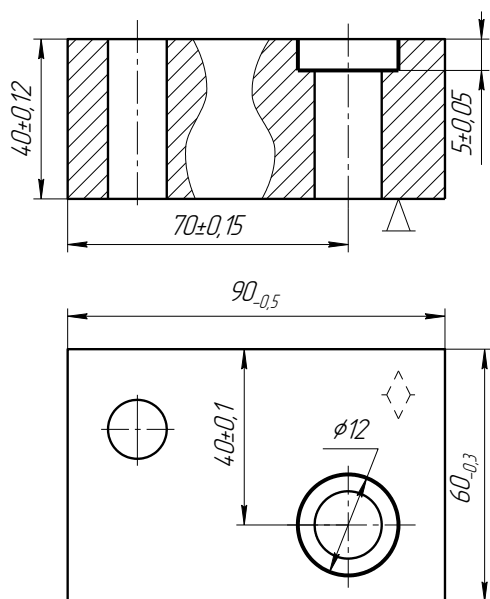


Рисунок 20

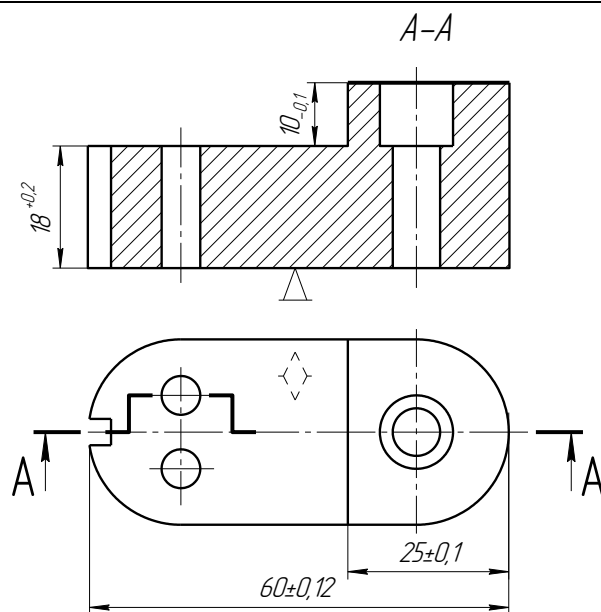


Рисунок 21

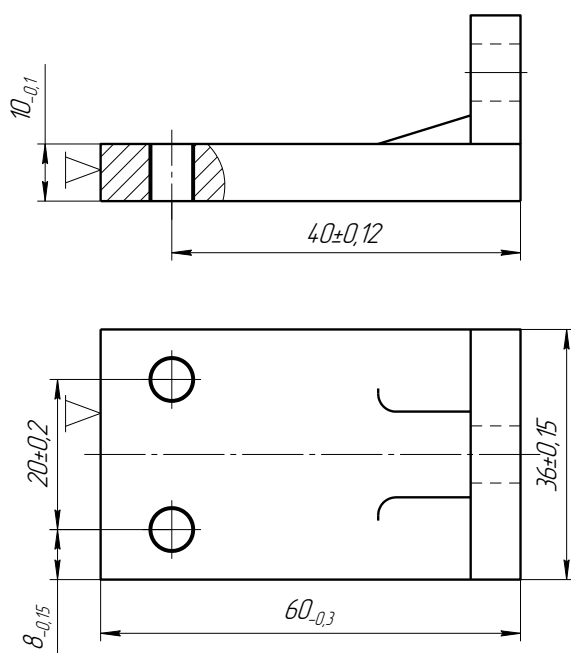


Рисунок 23

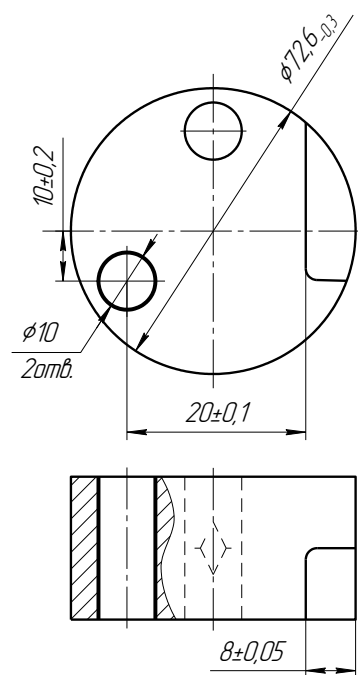


Рисунок 24

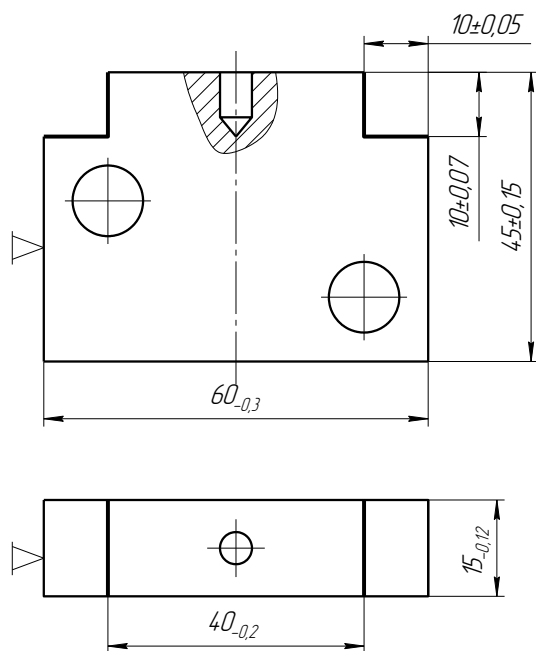


Рисунок 25

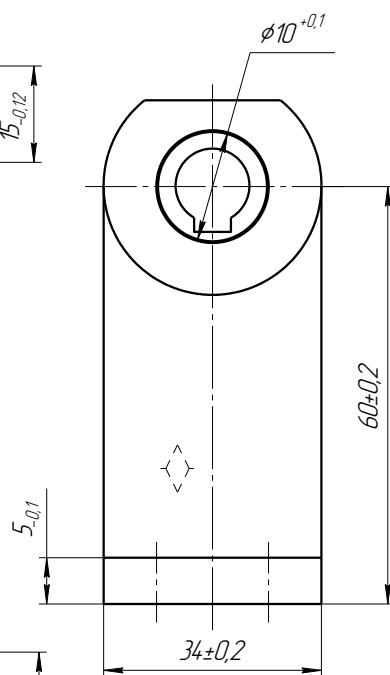
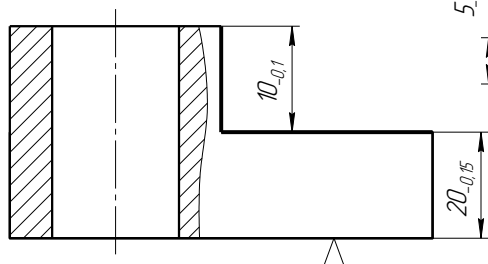


Рисунок 26

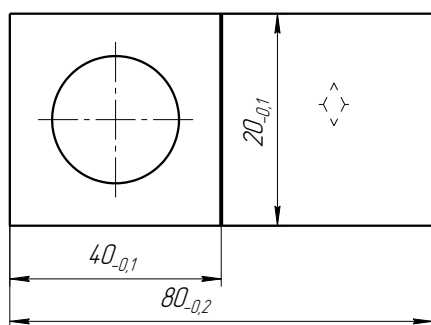
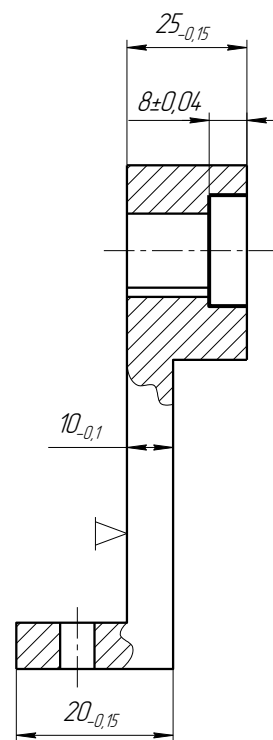


Рисунок 27

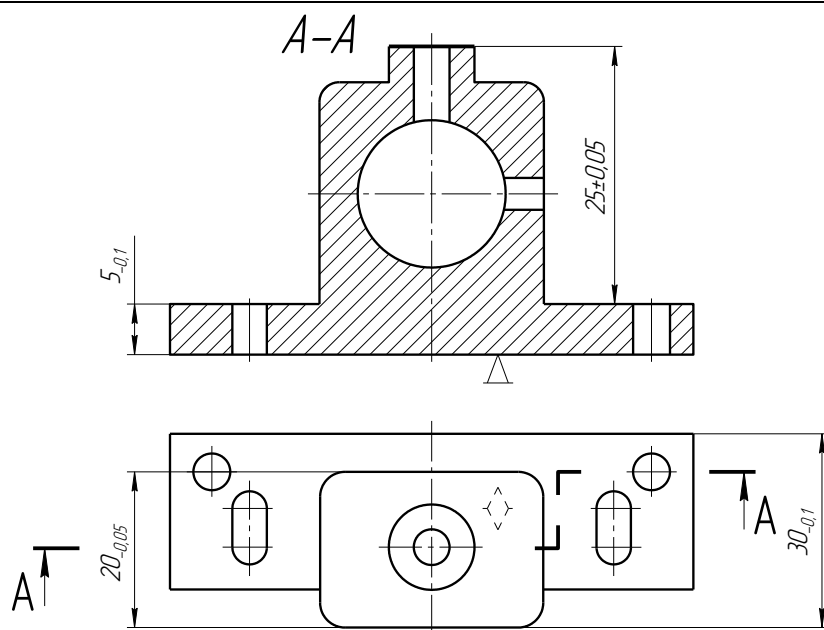


Рисунок 28

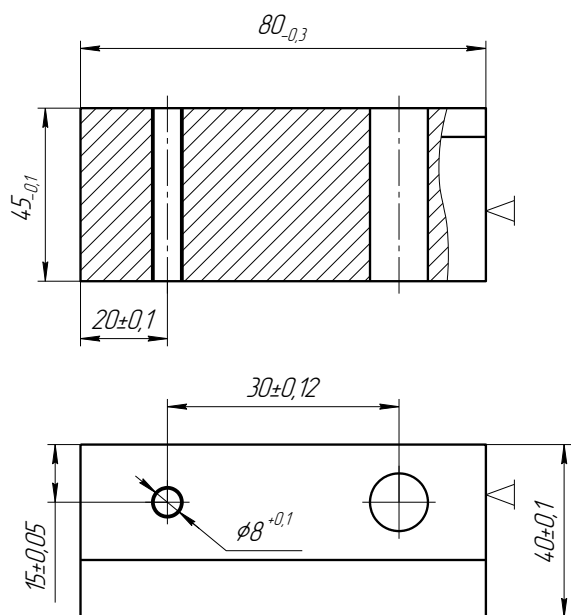


Рисунок 29

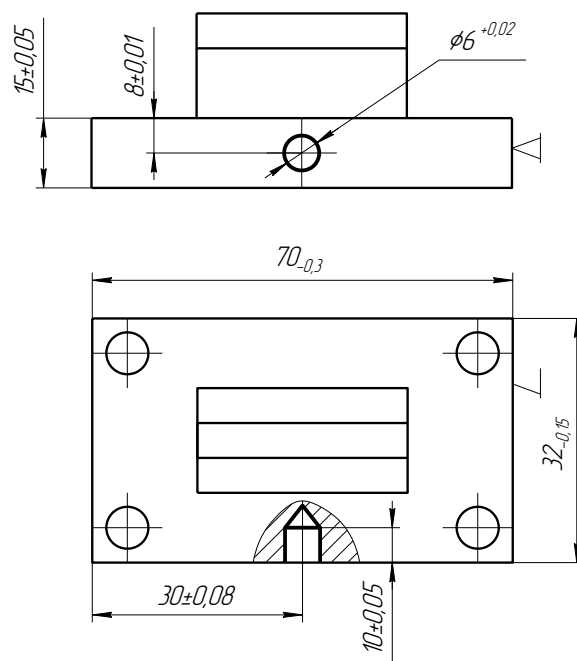


Рисунок 30

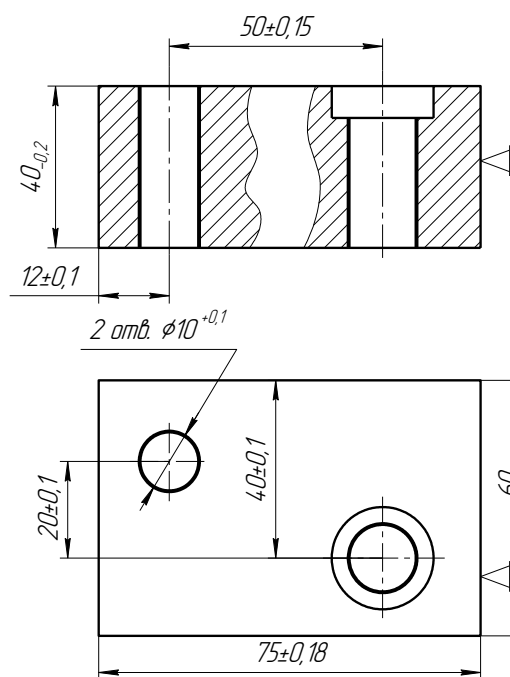


Рисунок 31

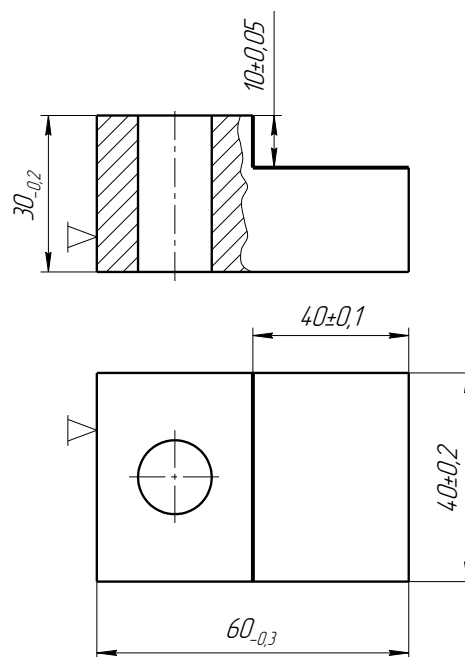


Рисунок 32

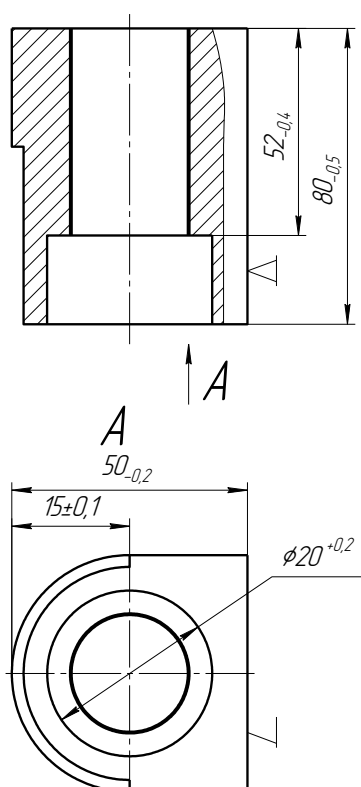


Рисунок 33

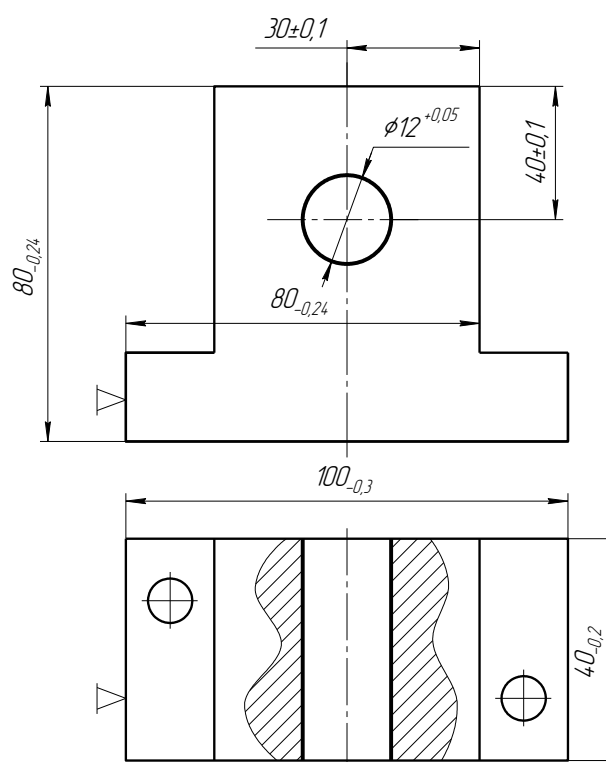


Рисунок 34

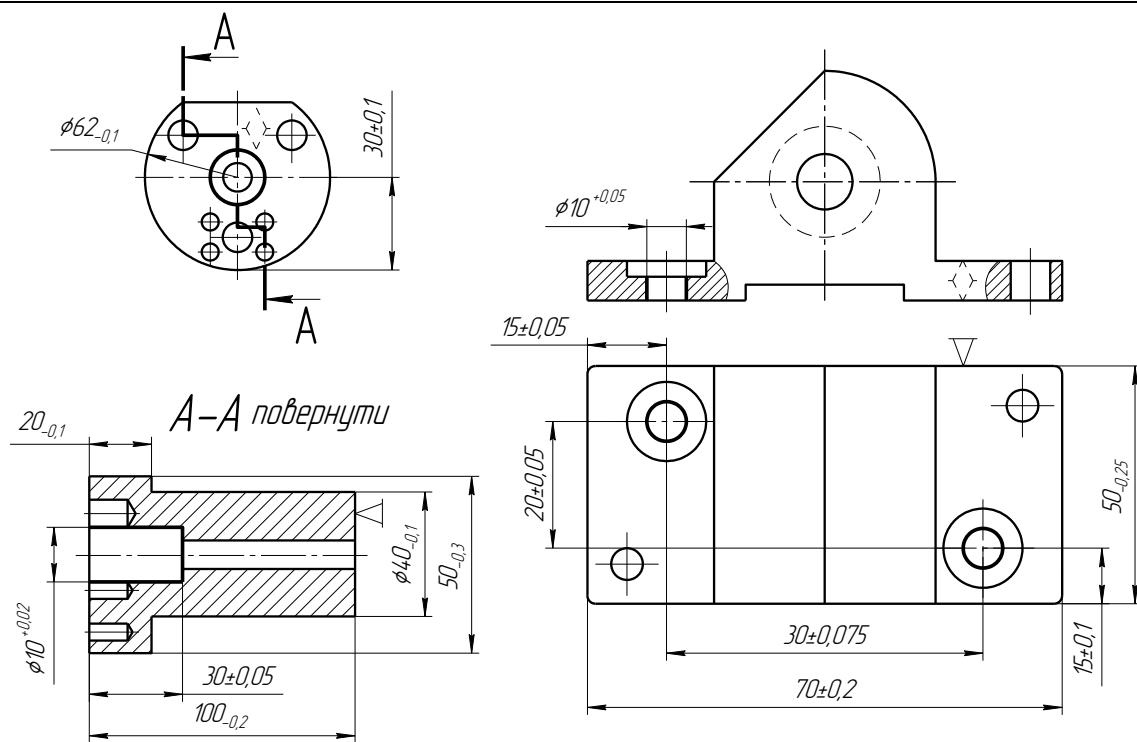


Рисунок 35

Рисунок 36

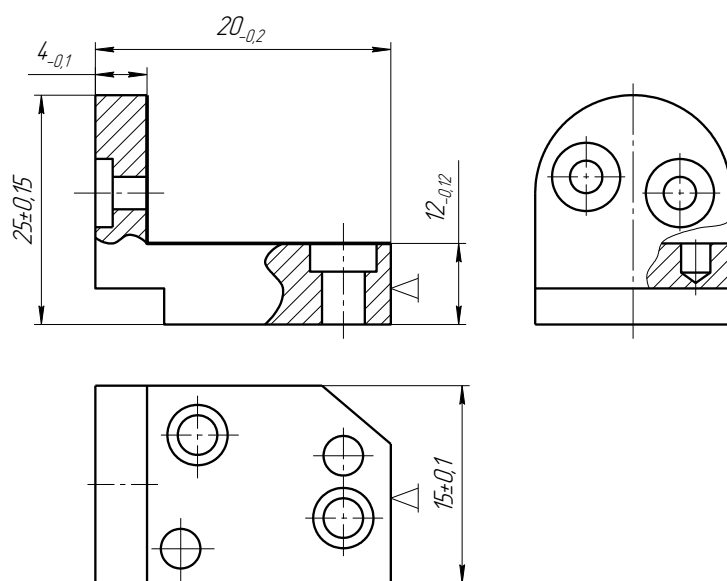


Рисунок 37

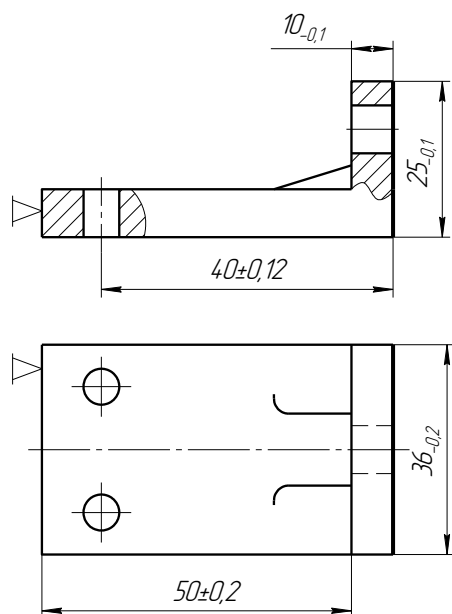


Рисунок 38

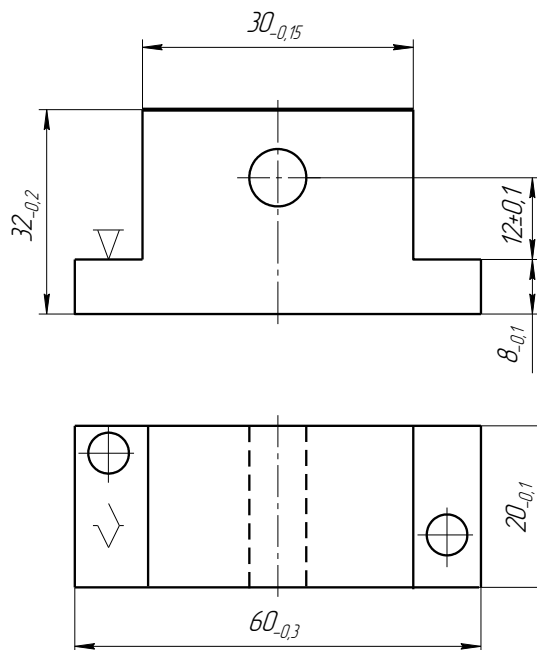


Рисунок 39

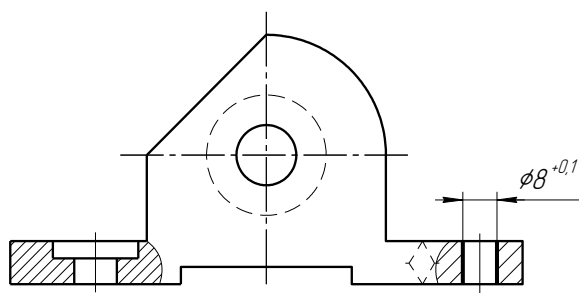


Рисунок 40

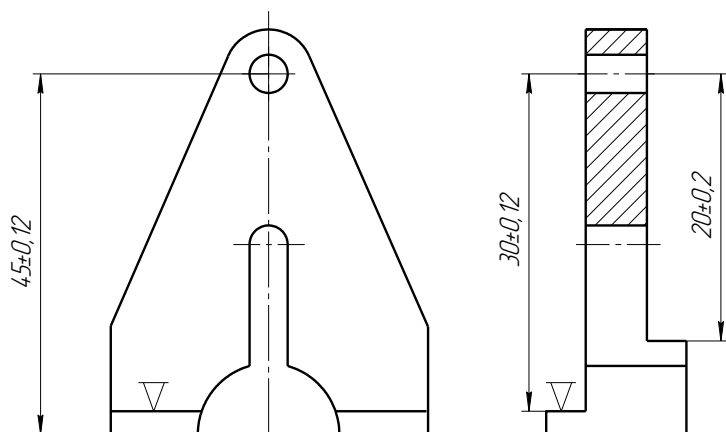


Рисунок 41

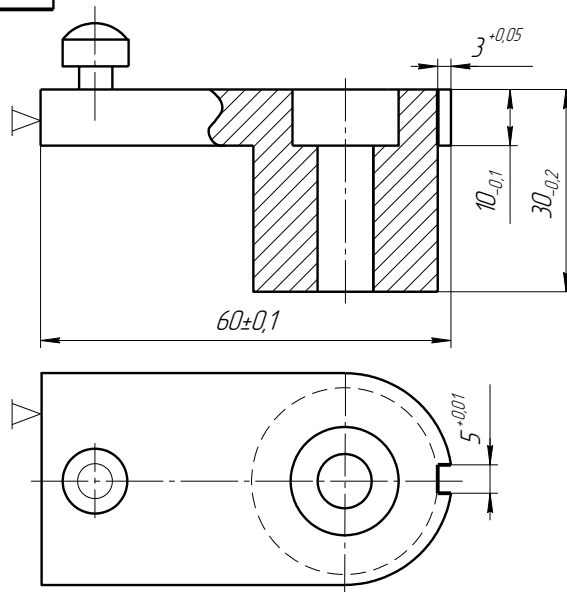


Рисунок 42

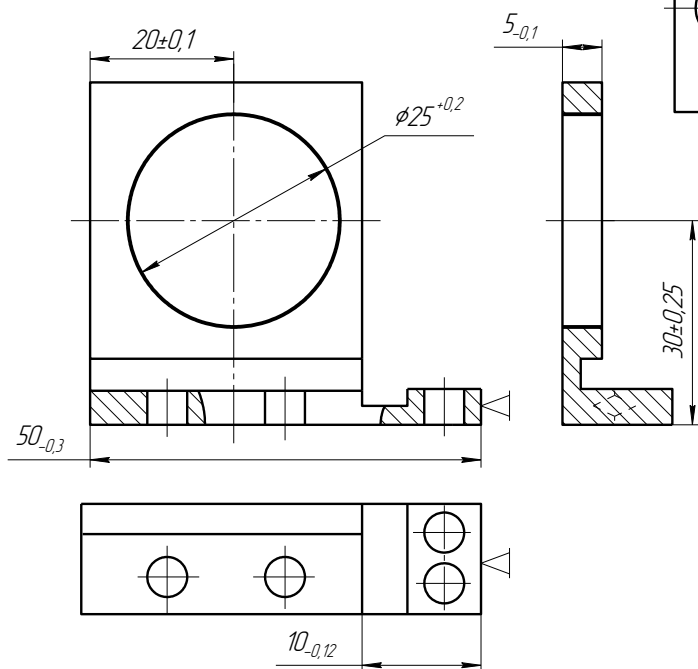


Рисунок 43

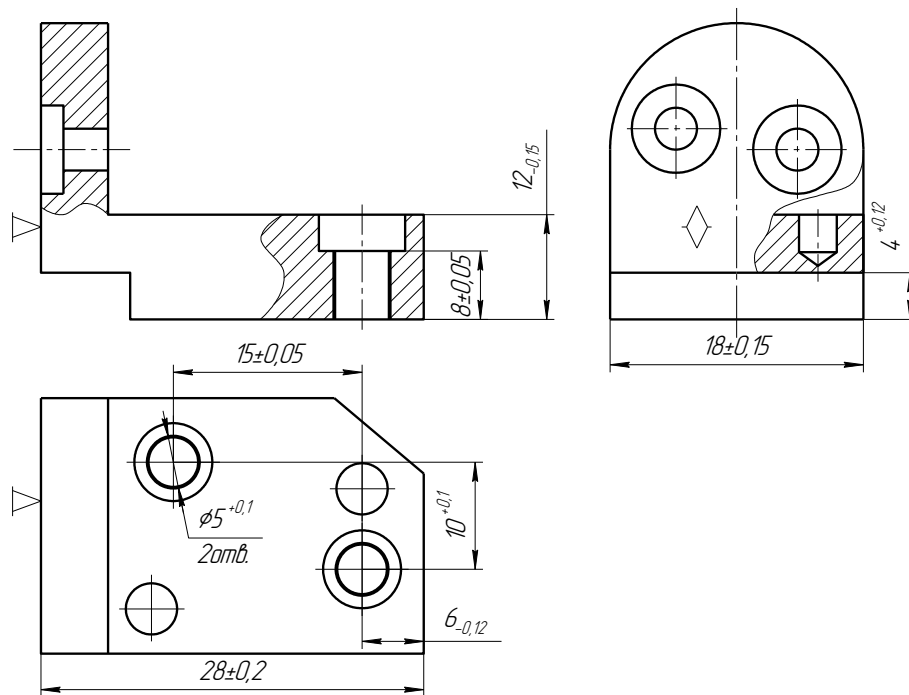


Рисунок 44

A-A

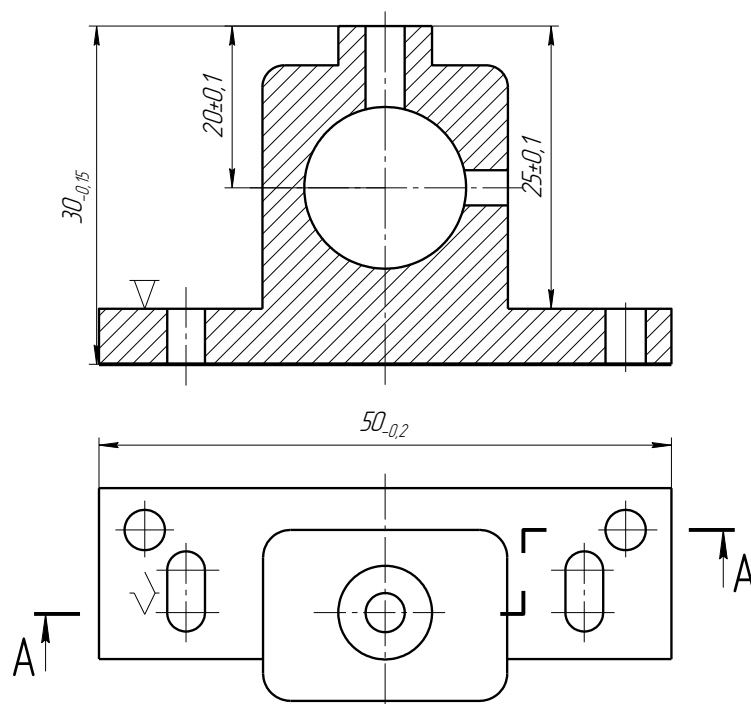


Рисунок 45

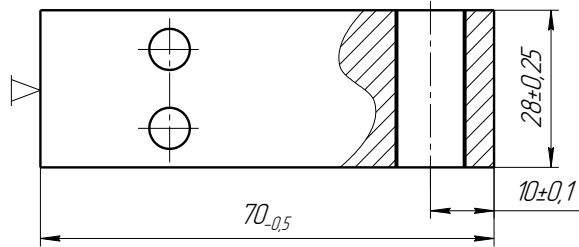
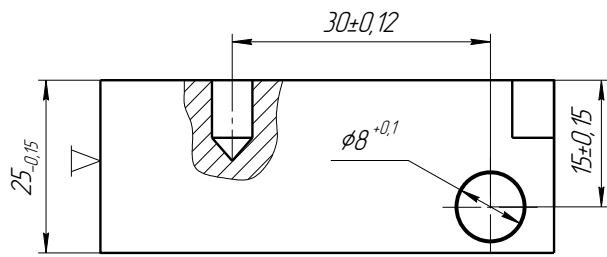


Рисунок 46

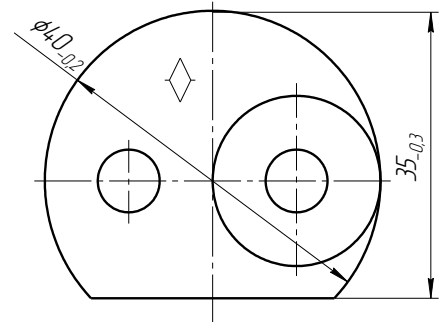
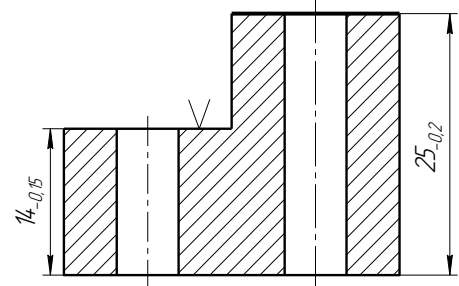


Рисунок 47

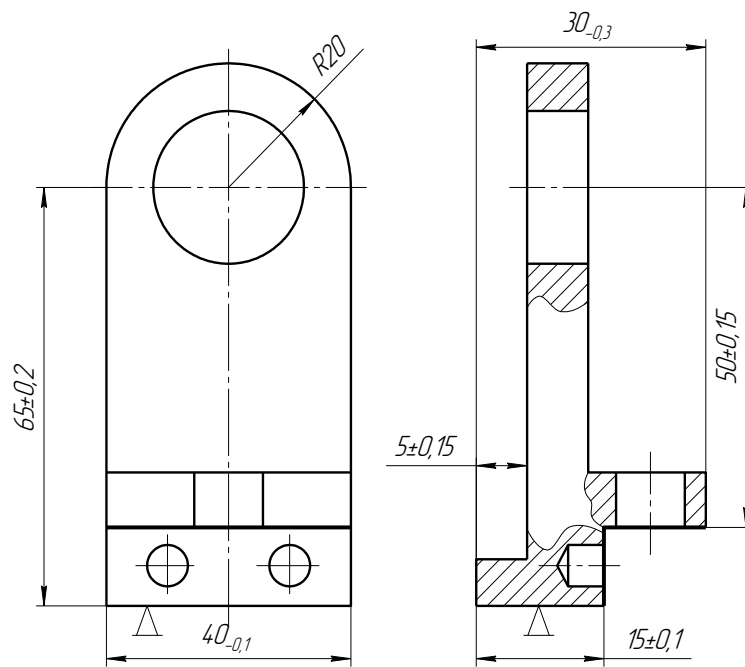


Рисунок 48

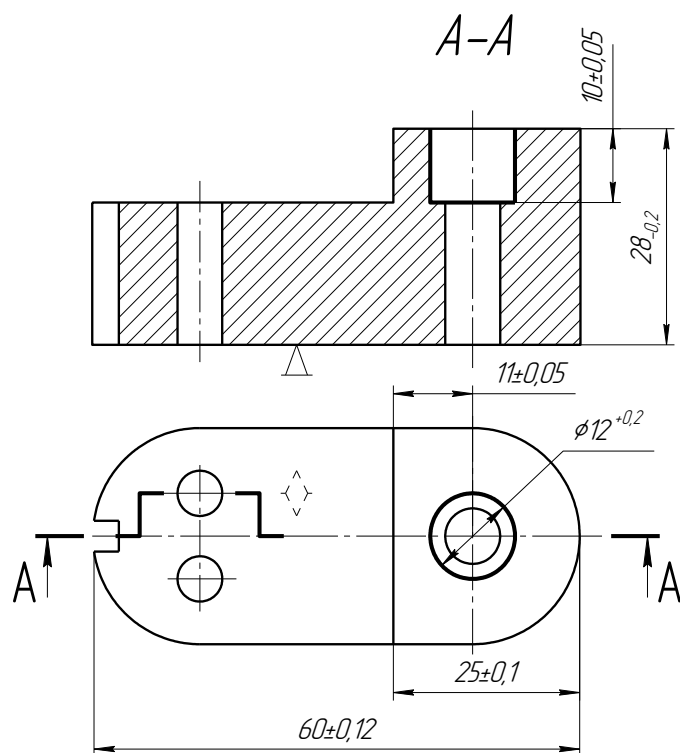


Рисунок 49

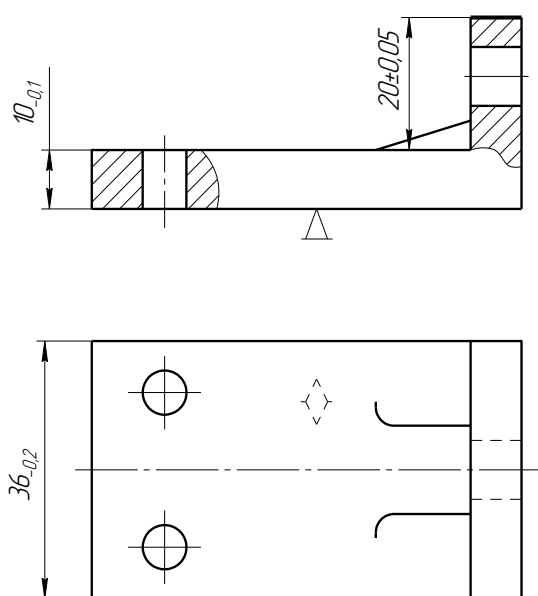


Рисунок 50

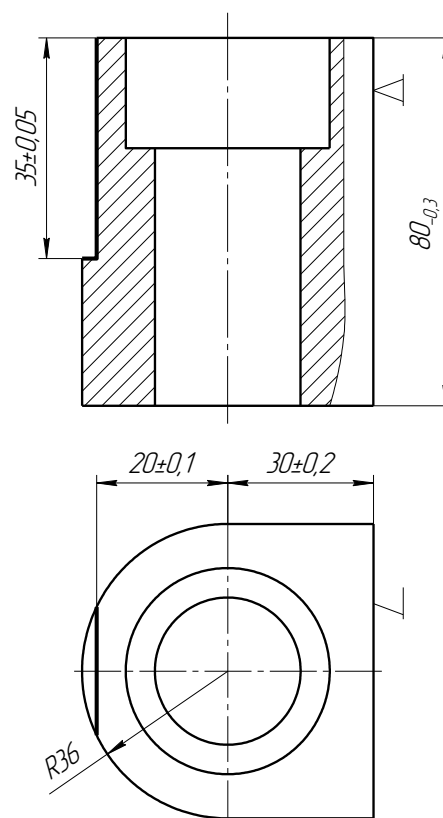


Рисунок 51

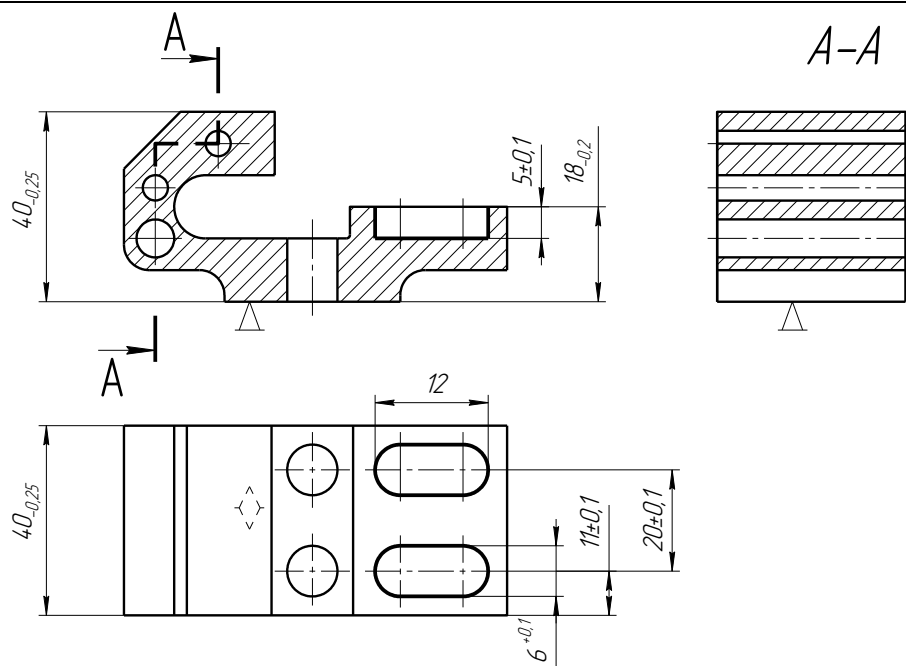


Рисунок 52

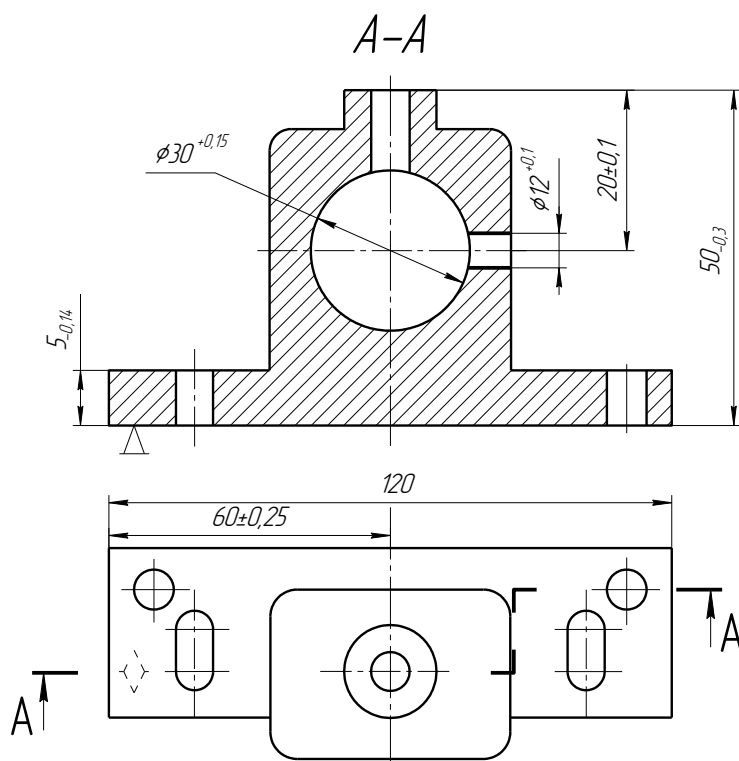


Рисунок 53

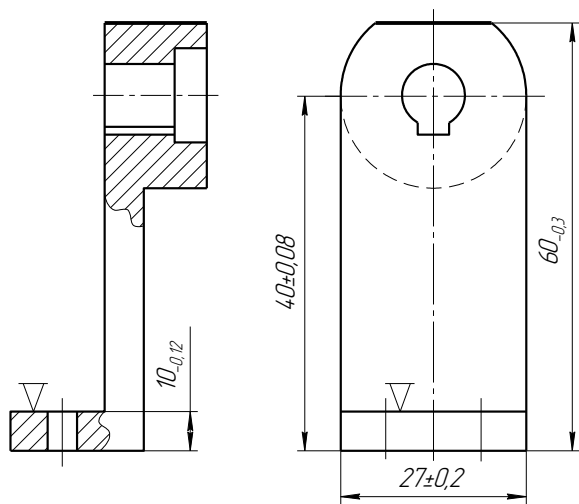


Рисунок 54

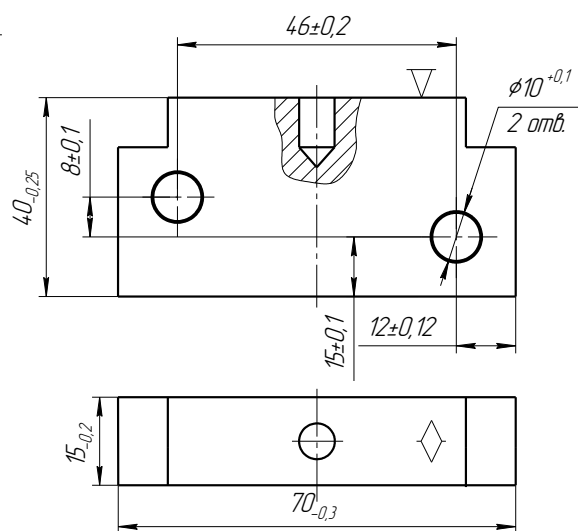


Рисунок 55

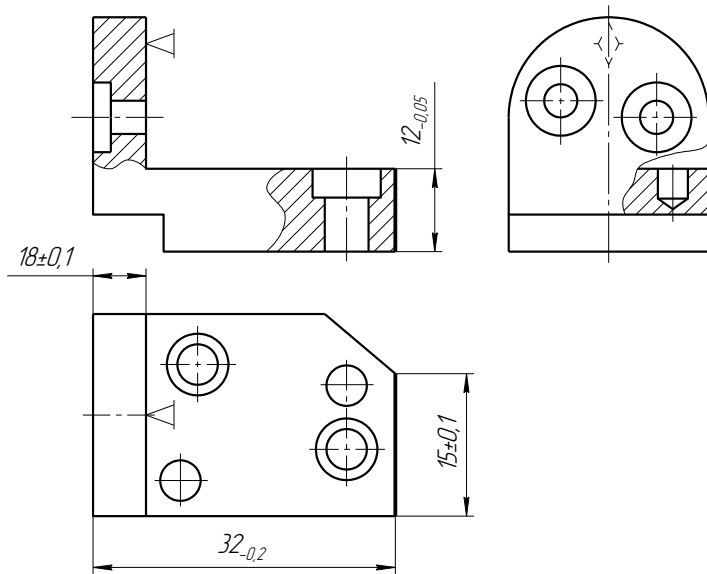


Рисунок 56

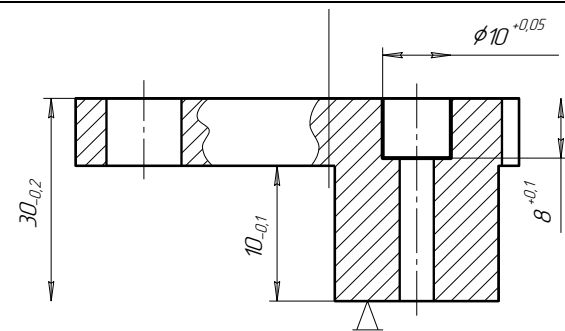


Рисунок 57

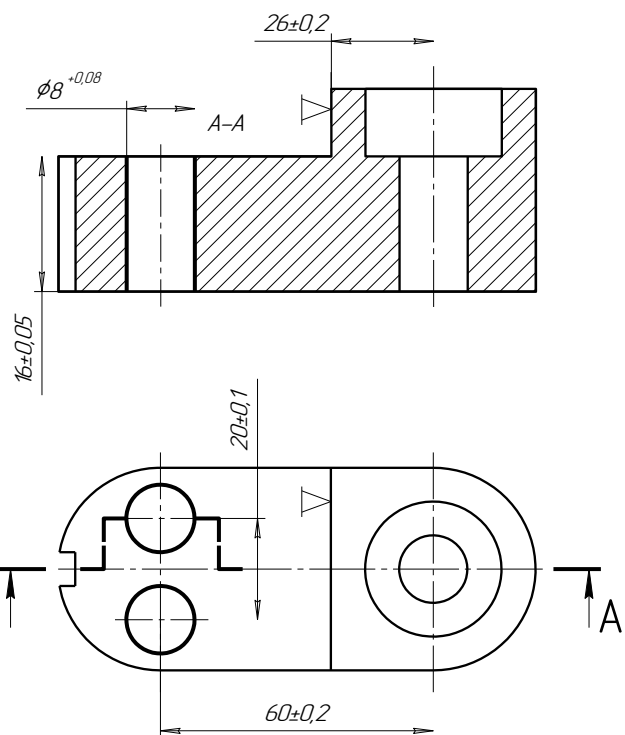


Рисунок 58

Додаток Б

Таблиця значень функції $z(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

t	Zt	t	Zt	t	Zt	t	Zt	t	Zt
0.0	0.3989	0.6	0.3832	1.2	0.1942	1.8	0.0790	2.4	0.0224
0.1	0.3980	0.7	0.3123	1.3	0.1714	1.9	0.0656	2.5	0.0175
0.2	0.3910	0.8	0.2897	1.4	0.1497	2.0	0.0540	2.6	0.0136
0.3	0.3814	0.9	0.2661	1.5	0.1295	2.1	0.0440	2.7	0.0114
0.4	0.3683	1.0	0.2420	1.6	0.1109	2.2	0.0355	2.8	0.0070
0.5	0.3521	1.1	0.2179	1.7	0.0940	2.3	0.0289	2.9	0.0060
								3.0	0.0044

Додаток В

Таблиця В1 – Класи розмірної точності виливків

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір виливка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблювані сплави	Нетермооброблювані чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблювані кольорові легкі сплави	Термооброблювані чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблювані сталіні сплави
		Клас розмірної точності виливка			
1	2	3	4	5	6
Лиття під тиском у металеві форми і по випалюваних моделях із застосуванням малотерморозширюваних вогнетривких матеріалів (плавленого кварцу, корунду і т.п.)	до 100	3т–6	3–7т	4–7	5т–8
	більше 100 до 250	3–7т	4–7	5т–8	5–9т
	» 250 » 630	4–7	5т–8	5–9т	6–9
Лиття за випалюваними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів	до 100	3–7	4–8	5т–9т	5–9
	більше 100 до 250	4–8	5т–9т	5–9	6–10
	» 250 » 630	5т–9т	5–9	6–10	7т–11т
Лиття за виплавними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів	до 100	4–8	5т–9т	5–9	6–10
	більше 100 до 250	5т–9т	5–9	6–10	7т–11т
	» 250 » 630	5–9	6–10	7т–11т	7–11
Лиття під низьким тиском і в кокіль без піщаних стержнів	до 100	5т–9т	5–9	6–10	7т–11т
	більше 100 до 250	5–9	6–10	7т–11т	7–11
	» 250 » »630	6–10	7т–11т	7–11	8–12
	» 630 » 1600	7т–11т	7–11	8–12	9т–13т
	» 1600 » 4000	7–11	8–12	9т–13т	9–13

Таблиця В1 (Продовження)

1	2	3	4	5	6
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з низьковологих (до 2,8%) високоміцних (більше 160 кПа чи 1,6 кг/см ²) сумішей, з високим і однорідним ущільненням до твердості не нижче 90 одиниць	до 100	5–10	6–11т	7т–11	7–12
	більше 100 до 250	6–11т	7т–11	7–12	8–13т
	» 250 » 630	7т–11	7–12	8–13т	9т–13
	» 630 » 1600	7–12	8–13т	9т–13	9–13
	» 1600 » 4000	8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 4000 » 10000	9т–13	9–13	10–14	11т–14
Лиття по газифікованих моделях у піщані форми Лиття у форми, що тверднуть в контактi з холодним оснащенням Лиття під низьким тиском і кокіл з піщаними стержнями Лиття в облицьований кокіл	до 100	5–10	6–11т	7т–11	7–12
	більше 100 до 250	6–11т	7т–11	7–12	8–13т
	» 250 » 630	7т–11	7–12	8–13т	9т–13
	» 630 » 1600	7–12	8–13т	9т–13	9–13
	» 1600 » 4000	8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 4000 » 10000	9т–13	9–13	10–14	11т–14
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5% і міцністю від 120 до 160 кПа (від 1,2 до 1,6 кг/см ²) із середнім рівнем ущільнення до твердості не нижче 80 одиниць	до 100	6–11т	7т–11	7–12	8–13т
	більше 100 до 250	7т–11	7–12	8–13т	9т–13
	» 250 » 630	7–12	8–13т	9т–13	9–13
	» 630 » 1600	8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 1600 » 4000	9т–13	9–13	10–14	11т–14
	» 4000 » 10000	9–18	10–13	11т–14	11–15
Лиття відцентрове (внутрішні поверхні) Лиття у форми, що твердіють в контактi з гарячим оснащенням Лиття у вакуумно-плівкові піщані форми	до 100	6–11т	7т–11	7–12	8–13т
	більше 100 до 250	7т–11	7–12	8–13т	9т–13
	» 250 » 630	7–12	8–13т	9т–13	9–13
	» 630 » 1600	8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 1600 » 4000	9т–13	9–13	10–14	11т–14
	» 4000 » 10000	9–13	10–14	11т–14	11–15
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кг/см ²) з рівнем ущільнення до твердості не нижче 70 одиниць.	до 100	7т–11	7–12	8–13т	9т–13
	більше 100 до 250	7–12	8–13т	9т–13	9–13
	» 250 » 630	8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 630 » 1600	9т–13	9–13	10–14	11т–14
	» 1600 » 4000	9–13	10–14	11т–14	10–15
	» 4000 » 10000	10–14	11т–14	11–15	12–15

Таблиця В1 (Продовження)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лиття в оболонкові форми з термореактивних сумішей	до 100				7т–11	7–12	8–13т	9т–13
	більше	100	до	250	7–12	8–13т	9т–13	9–13
Лиття у форми, що твердіють без контакту з оснащенням без теплового сушіння Лиття у форми з рідких сумішей, що само твердіють Лиття в піщано-глинисті підсушені і сухі форми	» 250 » 630				8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 630 » 1600				9т–13	9–13	10–14	11т–14
	» 1600 » 4000				9–13	10–14	11т–14	10–15
	» 4000 » 10000				10–14	11т–14	11–15	12–15
Лиття в піщано-глинисті сирі форми з високовологих (більш 4,51%) маломіцних (до 60 кПа чи 0,6 кг/см ²) сумішей з низьким рівнем ущільнення до твердості нижче 70 одиниць	до 100				7–12	8–13т	9т–13	9–13
	більше	100	до	250	8–13т	9т–13	9–13	10–14
	» 250 » 630				9т–13	9–13	10–14	11т–14
	» 630 » 1600				9–13	10–14	11т–14	11–15
	» 1600 » 4000				10–14	11т–14	11–15	12–15
	4000 » 10000				11т–14	11–15	12–15	13т–16
	» 10000				11–15	12–16	13т–16	13–16

Примітки:

1. У таблиці зазначені діапазони класів розмірної точності виливків, що забезпечуються різними технологічними процесами лиття. Менші їхні значення відносяться до простих виливків і умов масового автоматизованого виробництва, великі – до складних виливків одиничного і дрібносерійного виробництва, середні – до виливків середньої складності й умов механізованого серійного виробництва.

2. У табл. А1-А6 до кольорових легкоплавких сплавів віднесені сплави з температурою плавлення нижче 700°С (973К), до кольорових тугоплавких – сплави з температурою плавлення вище 700°С (973К).

3. У табл. А1-А6 до легких віднесені сплави з густиною до 3,0 г/см³, до важких –сплави з густиною понад 3,0 г/см³.

Таблиця В2 – Ступінь жолоблення елементів виливок

Відношення найменшого розміру елемента виливка до найбільшого (товщини чи висоти до довжини елемента виливка)	Ступінь жолоблення елемента виливка			
	Багаторазові форми		Разові форми	
	Нетермооброблювані виливки	Термооброблювані виливки після правки	Нетермооброблювані виливки	Термооброблювані виливки після правки
Більше 0,200	1-4	2-5	3-6	4-7
» 0,100 до 0,200	2-5	3-6	4-7	5-8
» 0,050 » 0,100	3-6	4-7	5-8	6-9
» 0,025 » 0,050	4-7	5-8	6-9	7-10
» 0,025	5-8	6-9	7-10	8-11

Примітки:

1. Менші значення з діапазонів ступенів жолоблення відносяться до простих виливків з легких кольорових сплавів; великі значення – до складних виливків з чорних сплавів.

2. Ступінь жолоблення виливка, що вказується на кресленні, варто приймати по її елементу з найбільшим ступенем жолоблення.

Таблиця В3 – Ступені точності поверхонь виливків

Технологічний процес лиття	Найбільший габаритний розмір вилівка, мм	Тип сплаву			
		Кольорові легкі сплави	Нетермооброблені чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблені кольорові легкі сплави	Термооброблені чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблені сталеві сплави
		Ступінь точності поверхонь			
1	2	3	4	5	6
Лиття під тиском у металеві форми.	до 100	2–6	3–7	4–8	5–9
	більше 100 » 250	3–7	4–8	5–9	6–10
	» 250 » 630	4–8	5–9	6–10	7–11
Лиття в керамічні форми, лиття за випалюваними і виплавними моделями.	до 100	3–8	4–9	5–10	6–11
	більше 100 » 250	4–9	5–10	6–11	7–12
	» 250 » 630	5–10	6–11	7–12	8–13
Лиття під низьким тиском і в кокіль без піщаних стержнів, відцентрове лиття в металеві форми.	до 100	4–9	5–10	7–11	7–12
	більше 100 » 250	5–10	6–11	7–12	8–13
	» 250 » 630	6–11	7–12	8–13	9–14
Лиття в оболонкові форми з термореактивних сумішей. Лиття в облицьований кокіль, лиття у вакуумно-плівкові піщані форми.	до 100	6–12	7–13	8–14	9–15
	більше 100 » 250	7–13	8–14	9–16	10–16
	» 250 » 630	8–14	9–16	10–16	11–17
Лиття по газифікованих моделях в піщані форми. Лиття в піщано-глинисті сирі форми з низьковологих (до 2,8%) високоміцних (більше 160 кПа чи 1,6 кг/см ²) сумішей з високим і однорідним ущільненням до твердості не нижче 90 одиниць.	до 100	7–14	8–15	9–16	10–17
	більше 100 » 250	8–15	9–16	10–17	11–18
	» 250 » 630	9–16	10–17	11–18	12–19
	» 630 » 1600	10–17	11–18	12–19	13–19
	» 1600 » 4000	11–18	12–19	13–19	14–20

Таблиця В3 (Продовження)

1	2	3	4	5	6
Лиття в піщані затверділі, сухі чи підсушені форми, пофарбовані покриттями на водяній основі, нанесеними пульверизацією чи зануренням. Лиття в кокіль з піщаними стержнями.	до 100	7–14	8–15	9–16	10–17
	більше 100 до 250	8–15	9–16	10–17	11–18
	» 250 » 630	9–16	10–17	11–18	12–19
	» 630 » 1600	10–17	11–18	12–19	13–19
	» 1600 » 4000	11–18	12–19	13–19	14–20
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5% і міцністю від 120 до 160 кПа (від 1,2 до 1,6 кгс/см ²) із середнім рівнем ущільнення до твердості не нижче 80 одиниць. Лиття в піщані затверділі, сухі чи підсушені форми, пофарбовані покриттями на водяній основі, що нанесені щіткою, пульверизацією чи зануренням.	до 100	8–15	9–16	10–17	11–18
	більше 100 до 250	9–16	10–17	11–18	12–19
	» 250 » 630	10–17	11–18	12–19	13–19
	» 630 » 1600	11–18	12–19	13–19	14–20
	» 1600 » 4000	12–19	13–19	14–20	15–20
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з воло-гістю від 3,5 до 4,5% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кгс/см ²) з рівнем ущільнення твердості не нижче 70 одиниць	до 100	9–16	10–17	11–18	12–19
	більше 100 до 250	10–17	10–17	11–18	12–19
	» 250 » 630	11–18	12–19	13–19	14–20
	» 630 » 1600	12–19	13–19	14–20	15–20
	» 1600 » 4000	13–19	14–20	15–20	16–21
Лиття в піщані затверділі сухі чи підсушені форми, пофарбовані самовисихаючими чи самотвердіючими покриттями, нанесеними щіткою	до 100	9–16	10–17	11–18	12–19
	більше 100 до 250	10–17	10–17	11–18	12–19
	» 250 » 630	11–18	12–19	13–19	14–20
	» 630 » 1600	12–19	13–19	14–20	15–20
	» 1600 » 4000	13–19	14–20	15–20	16–21
Лиття в піщані затверділі сухі чи підсушені форми, пофарбовані самовисихаючими чи самотвердіючими покриттями, нанесеними щіткою	до 100	9–16	10–17	11–18	12–19
	більше 100 до 250	10–17	10–17	11–18	12–19
	» 250 » 630	11–18	12–19	13–19	14–20
	» 630 » 1600	12–19	13–19	14–20	15–20
	» 1600 » 4000	13–19	14–20	15–20	16–21
Лиття в піщані затверділі сухі чи підсушені форми, пофарбовані самовисихаючими чи самотвердіючими покриттями, нанесеними щіткою	до 100	9–16	10–17	11–18	12–19
	більше 100 до 250	10–17	10–17	11–18	12–19
	» 250 » 630	11–18	12–19	13–19	14–20
	» 630 » 1600	12–19	13–19	14–20	15–20
	» 1600 » 4000	13–19	14–20	15–20	16–21
Лиття в піщані затверділі сухі чи підсушені форми, пофарбовані самовисихаючими чи самотвердіючими покриттями, нанесеними щіткою	до 100	9–16	10–17	11–18	12–19
	більше 100 до 250	10–17	10–17	11–18	12–19
	» 250 » 630	11–18	12–19	13–19	14–20
	» 630 » 1600	12–19	13–19	14–20	15–20
	» 1600 » 4000	13–19	14–20	15–20	16–21

Таблиця В3 (Продовження)

1	2	3	4	5	6
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із високовологих (вище 4,5%) і низькоміцних до 60 кПа чи 0,6 кгс/см ²) сумішей з низьким рівнем ущільнення до твердості нижче 70 одиниць Лиття в піщані затверділі, сухі чи підсушені незабарвлені форми Лиття у форми з рідких сумішей, що самотвердіють	до 100	10–17	11–18	12–19	13–19
	більше 100 до 250	11–18	12–18	13–19	14–20
	» 250 » 630	12–19	13–19	14–20	15–20
	» 630 » 1600	13–19	14–20	15–20	16–21
	» 1600 » 4000	14–20	15–20	16–21	17–21
	» 4000 » 10000	15–20	16–21	17–21	18–22
	» 10000	16–21	17–21	18–22	19–22

Примітки. У таблиці приведені діапазони ступенів точності поверхонь виливків, що забезпечуються різними технологічними процесами лиття. Менші їх значення відносяться до простих виливків і умов масового автоматизованого виробництва, великі – до складних виливків одиничного і дрібносерійного виробництва, середні – до виливків середньої складності й до умов механізованого серійного виробництва.

Таблиця В4 – Шорсткість поверхонь виливків

Шорсткість поверхні	Значення шорсткості для ступенів точності поверхні виливка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Середнє арифметичне відхилення профілю R_a , мкм, не більше	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0
Висота нерівностей профілю R_z , мкм, не більше											
Шорсткість поверхні	Значення шорсткості для ступенів точності поверхні виливка										
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Середнє арифметичне відхилення профілю R_a , мкм, не більше	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	80,0	100,0	–	–	–	–
Висота нерівностей профілю R_z , мкм, не більше	–	–	–	–	–	–	–	500	630	800	1000

Таблиця В5 – Класи точності маси виливків

Технологічний процес лиття	Номинальна маса виливка, кг	Тип сплаву			
		Кольорові легкі нетермооброблені сплави	Нетермооброблені чорні і кольорові тугоплавкі сплави і термооброблені кольорові легкі сплави	Термооброблені чавунні і кольорові тугоплавкі сплави	Термооброблені сталіні сплави
		Клас точності маси виливка			
1	2	3	4	5	6
Лиття під тиском у металеві форми і за випалюваними моделями із застосуванням малотерморозширюваних вогнетривких матеріалів (плавленого кварцу, корунду і т.п.).	до 1,0	1–7	2–8	3т–9т	3–9
	більше 1,0 до 10	2–8	3т–9т	3–9	4–10
	» 10 » 100	3т–9т	3–9	4–10	5т–11т
Лиття за випалюваними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів.	до 1,0	2–9т	3т–9	3–10	4–11т
	більше 1,0 до 10	3т–9	3–10	4–11т	5т–11
	» 10 » 100	3–10	4–11т	5т–11	5–12
Лиття за виплавними моделями із застосуванням кварцових вогнетривких матеріалів.	до 1,0	3т–9	3–10	4–11т	5т–11
	більше 1,0 до 10	3–10	4–11т	5т–11	5–12
	» 10 » 100	4–11т	5т–11	5–12	6–13т
Лиття під низьким тиском і в кокіль без піщаних стержнів.	до 1,0	3–10	4–11т	5т–11	5–12
	більше 1,0 до 10	4–11т	5т–11	5–12	6–13т
	» 10 » 100	5т–11	5–12	6–13т	7т–13
	» 100 » 1000	5–12	6–13т	7т–13	7–14
	» 1000 » 10000	6–13т	7т–13	7–14	8–15
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 2,8 до 3,5% і міцністю від 120 до 160 кПа (від 1,2 до 1,6 кг/см ²) із середнім рівнем ущільнення до твердості не нижче 80 одиниць.	до 1,0	5т–12	5–13т	6–13	7т–14
	більше 1,0 до 10	5–13т	6–13	7т–14	7–15
	» 10 » 100	6–13	7т–14	7–15	8–15
	» 100 » 1000	7т–14	7–15	8–15	9т–16
	» 1000 » 10000	7–15	8–15	9т–16	9–16
	» 10000 » 100000	8–15	9т–16	9–16	10–16

Додаток В

Таблиця В5 (продовження)

1	2	3	4	5	6
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із низьковологих (до 2,8%) високоміцних (більше 160 кПа чи 1,6 кг/см ²) сумішей, з високим і однорідним ущільненням до твердості не нижче 90 одиниць. Лиття по газифікованих моделях у піщані форми Лиття у форми, що твердіють в контакті з холодним оснащенням. Лиття під низьким тиском і в кокіль з піщаними стержнями. Лиття в облицьований кокіль.	до 1,0	4–11	5т–12	5–13т	6–13
	більше 1,0 до 10	5т–12	5–13т	6–13	7т–14
	» 10 » 100	5–13т	6–13	7т–14	7–15
	» 100 » 1000	6–13	7т–14	7–15	8–15
	» 1000 » 10000	7т–14	7–15	8–16	9т–16
Лиття відцентрове (внутрішні поверхні). Лиття у форми, що твердіють в контакті з гарячим оснащенням. Лиття в оболонкові форми. Лиття у вакуумно-плівкові піщані форми.	до 1,0	5т–12	5–13т	6–13	7т–14
	більше 1,0 до 10	5–13т	6–13	7т–14	7–15
	» 10 » 100	6–13	7т–14	7–15	8–15
	» 100 » 1000	7т–14	7–15	8–15	9т–16
	» 1000 » 10000	7–15	8–15	9т–16	9–16
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із сумішей з вологістю від 3,5 до 4,5% і міцністю від 60 до 120 кПа (від 0,6 до 1,2 кг/см ²) з рівнем ущільнення до твердості не нижче 70 одиниць. Лиття в оболонкові форми із термореактивних сумішей. Лиття у форми, що твердіють без контакту з оснащенням без теплового сушіння. Лиття в піщано-глинисті підсушені і сухі форми	до 1,0	5–13т	6–13	7т–14	7–15
	більше 1,0 до 10	6–13	7–14	7–15	8–15
	» 10 » 100	7т–14	7–15	8–15	9т–16
	» 100 » 1000	7–15	8–15	9т–16	9–16
	» 1000 » 10000	8–15	9т–16	9–16	10–16
	до 1,0	9т–16	9–16	10–16	11т–16
	більше 1,0 до 10				
	» 10 » 100				
	» 100 » 1000				
	» 1000 » 10000				

Таблиця В5 (продовження)

1	2				3	4	5	6
Лиття в піщано-глинисті сирі форми із високовологих (більш 4,5%) маломіцних (до 60 кПа чи 0,6 кг/см ²) сумішей з низьким рівнем ущільнення до твердості не нижче 70 одиниць.	до 1,0				6–13	7т–14	7–15	8–15
	більше	1,0	до	10	7т–14	7–15	8–15	9т–16
	»	10	»	100	7–15	8–15	9т–16	9–16
	»	100	»	1000	8–15	9т–16	9–16	10–16
	»	1000	»	10000	9т–16	9–16	10–16	11т–16
	»	10000	»	100000	9–16	10–16	11т–16	11–16
	»	100000			10–16	11т–16	11–16	15–16

Примітки. У таблиці приведені діапазони класів точності маси виливків, що забезпечуються різними технологічними процесами лиття. Менші їх значення відносяться до простих компактних виливків і умов масового автоматизованого виробництва, великі – до складних великогабаритних виливків одиничного і дрібносерійного виробництва, середні – до виливків середньої складності й умов механізованого серійного виробництва.

Таблиця В6 – Ряди припусків на обробку виливків

Ступені точності поверхонь	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ряди припусків	1-2	1-3	1-4	2-5	3-6	4-7	5-8	6-9	7-10	8-11	9-12	10-13	11-17	12-15	13-16

Примітки:

- Менші значення рядів припусків з діапазонів їх значень необхідно приймати для термооброблюваних виливків з кольорових легкоплавких сплавів, великі значення – для виливків з ковкого чавуну, середні – для виливків із сірого і високоміцного чавуну, термооброблюваних виливків зі сталевих і кольорових тугоплавких сплавів.
- Для верхніх при заливанні поверхонь виливків одиничного і дрібносерійного виробництва, що виготовляються в разових формах, допускається приймати збільшені на 1–3 одиниці значення ряду припуску.

Таблиця В7 – Рівень точності обробки виливків, що досягається в залежності від технологічного рівня технології механічної обробки

Характеристика металообробного обладнання	Рівень точності обробки при ступені точності верстатів	
	нормальний	високий
Автоматизоване обладнання, оснащене пристроями для стабілізації і управління точністю обробки	—	Висока
Автоматизоване обладнання (агрегатні верстати і верстати з ЧПК, автоматичні лінії із агрегатних верстатів з ЧПК і гнучких виробничих модулів і т.ін.)	Середня	Підвищена
Неавтоматизоване обладнання (верстати з ручним керуванням)	Понижена	Середня

Примітки:

1. До нормального ступеня точності верстатів необхідно відносити верстати нормальної точності за ГОСТ 8–82. До високого ступеня точності верстатів необхідно відносити верстати підвищеної, високої, особливо високої точності за ГОСТ 8–82.

2. Значення припусків, що приведені в таблиці А6, необхідно застосовувати при середньому рівні точності обробки (таблиця А7). При підвищеному чи високому рівні точності обробки необхідно приймати значення припусків, що відповідають інтервалам загальних допусків, розташованих у табл. А6 відповідно на 1 чи 2 рядки вище інтервалу дійсного допуску, при зниженому рівні точності обробки – на 1 рядок нижче інтервалу дійсного допуску.

Таблиця В8 – Допуски розмірів виливків

Інтервал номінальних розмірів, мм				Допуски розмірів виливків, мм, не більше для класів точності							
				1	2	3т	3	4	5т	5	6
до			4	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32
більше	4	до	6	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36
»	6	»	10	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40
»	10	»	16	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44
»	16	»	25	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50
»	25	»	40	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56
»	40	»	63	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64
»	63	»	100	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70
»	100	»	160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80
»	160	»	250	—	—	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90
»	250	»	400	—	—	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00
»	400	»	630	—	—	—	—	0,56	0,70	0,90	1,10
»	630	»	1000	—	—	—	—	—	0,80	1,00	1,20
»	1000	»	1600	—	—	—	—	—	—	—	1,40
»	1600	»	2500	—	—	—	—	—	—	—	—
»	2500	»	4000	—	—	—	—	—	—	—	—
»	4000	»	6300	—	—	—	—	—	—	—	—
»	6300	»	10000	—	—	—	—	—	—	—	—
»	10000			—	—	—	—	—	—	—	—

Додаток В

Таблиці В8 (продовження)

Інтервал номінальних розмірів, мм				Допуски розмірів виливків, мм, не більше для класів точності													
				7Т	7	8	9Т	9	10	11Т	11	12	13Т	13	14	15	16
До 4				0,40	0 50	0 64	0 8	1,0	1,2	1,6	2,0	–	–	–	–	–	–
більше	4	до	6	0,44	0 56	0 70	0 9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	–	–	–	–	–
»	6	»	10	0,50	0,64	0 80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	–	–	–
»	10	»	16	0,56	0,70	0 90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	–	–
»	16	»	25	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0
»	25	»	40	0,70	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0
»	40	»	63	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0
»	63	»	100	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0
»	100	»	160	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
»	160	»	250	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	6,0	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0	22,0
»	250	»	400	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0
»	400	»	630	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0	22,0	28,0
»	630	»	1000	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0
»	1000	»	1600	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0	22,0	28,0	36,0
»	1600	»	2500	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0
»	2500	»	4000	–	3,2	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14,0	18,0	22,0	28,0	36,0	44,0
»	4000	»	6300	–	–	–	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0	50,0
»	6300	»	10000	–	–	–	–	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0	50,0	64,0
»	10000			–	–	–	–	–	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0	50,0	64,0	80,0

Таблиця В9 – Допуск форми і розташування елементів виливка

Номінальний розмір нормуємої ділянки виливка, мм	Допуск форми і розташування елементів виливка, мм, не більше, для ступенів жолоблення елементів виливка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
до 125	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20
більше 125 до 160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60
» 160 » 200	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00
» 200 » 250	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40
» 250 » 315	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
» 315 » 400	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00
» 400 » 500	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00
» 500 » 630	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40
» 630 » 800	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,00 ₁	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00
» 800 » 1000	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00
» 1000 » 1200	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00
» 1200 » 1600	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00
» 1600 » 2000	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00
» 2000 » 2500	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00
» 2500 » 3150	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00
» 3150 » 4000	4,00	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00

Додаток В

Таблиця В9 (продовження)

» 4000 » 5000	5,00	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00
» 5000 » 6300	6,40	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00
» 6300 » 8000	8,00	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00	80,00
» 8000 » 10000	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00	80,00	–
» 10000	12,00	16,00	20,00	24,00	32,00	40,00	50,00	64,00	80,00	–	–

Таблиця В10 – Допуск нерівностей поверхонь виливка

Допуск нерівностей поверхонь виливка, для ступенів точності поверхонь виливка, не більше, мкм																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4

Таблиця В11 – Допуск маси виливка

Номінальна маса виливка, кг	Допуск маси виливка, для класів точності маси виливка, не більше, %											
	1	2	3Г	3	4	5Г	5	6	7Г	7	8	
до 0,1	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	
Більше 0,1 до 0,4	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	
» 0,4 » 1	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	
» 1 » 4	-	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	
» 4 » 10	-	-	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	
» 10 » 40	-	-	-	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	
» 40 » 100	-	-	-	-	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	
» 100 » 400	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	
» 400 » 1000	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	
» 1000 » 4000	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,6	2,0	
» 4000 » 10000	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,6	
» 10000 » 40000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	
» 40000 » 100000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	
» 100000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Таблиця В11 (продовження)

Номінальна маса виливка, кг	Допуск маси виливка, для класів точності маси виливка, не більше, %											
	9т	9	10	11т	11	12	13т	13	14	15	16	
до 0,1	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,1 до 0,4	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	-	-	
» 0,4 » 1	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	-	
» 1 » 4	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	-	
» 4 » 10	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	-	
» 10 » 40	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	-	
» 40 » 100	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	-	
» 100 » 400	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	-	
» 400 » 1000	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	
» 1000 » 4000	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	
» 4000 » 10000	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	
» 10000 » 40000	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16,0	
» 40000 » 100000	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	6,0	6,4	8,0	10,0	12,0	
» 100000	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	

Таблиця В12 – Загальні допуски елементів виливків, мм

Допуск розміру від поверхні до бази	Допуск форми і розташування поверхні	Загальний допуск елемента виливка, не більше
1	2	3
До 0,01	до 0,01	0,02
	Більше 0,01 до 0,02	0,03
Більше 0,01 до 0,02	до 0,01	0,02
	Більше 0,01 до 0,02	0,03
	» 0,02 » 0,03	0,04
	» 0,03 » 0,04	0,05
Більше 0,02 до 0,03	до 0,01	0,03
	Більше 0,01 до 0,02	0,04
	» 0,02 » 0,03	0,05
	» 0,03 » 0,04	0,06
	» 0,04 » 0,05	0,07
	» 0,05 » 0,06	0,08
Більше 0,03 до 0,04	до 0,01	0,04
	Більше 0,01 до 0,03	0,05
	» 0,03 » 0,04	0,06
	» 0,04 » 0,05	0,07
	» 0,05 » 0,06	0,08

Додаток В

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
	» 0,06 » 0,08	0,11
Більше 0,04 до 0,05	до 0,01	0,05
	Більше 0,01 до 0,03	0,06
	» 0,03 » 0,04	0,07
	» 0,04 » 0,05	0,08
	» 0,05 » 0,06	0,09
	» 0,06 » 0,08	0,11
	» 0,08 » 0,10	0,14
Більше 0,05 до 0,06	до 0,02	0,06
	Більше 0,02 до 0,03	0,07
	» 0,03 » 0,04	0,08
	» 0,04 » 0,05	0,09
	» 0,05 » 0,06	0,10
	» 0,06 » 0,08	0,12
	» 0,08 » 0,10	0,14
	» 0,10 » 0,12	0,16
Більше 0,06 до 0,08	до 0,02	0,08
	Більше 0,02 до 0,04	0,09
	» 0,04 » 0,05	0,10
	» 0,05 » 0,06	0,11
	» 0,06 » 0,08	0,14
	» 0,08 » 0,10	0,16
	» 0,10 » 0,12	0,18
	» 0,12 » 0,16	0,22
Більше 0,08 до 0,10	до 0,02	0,10
	Більше 0,02 до 0,04	0,11
	» 0,04 » 0,06	0,12
	» 0,06 » 0,08	0,14
	» 0,08 » 0,10	0,16
	» 0,10 » 0,12	0,18
	» 0,12 » 0,16	0,22
	» 0,16 » 0,20	0,28
Більше 0,10 до 0,12	до 0,02	0,12
	Більше 0,02 до 0,06	0,14
	» 0,06 » 0,08	0,16
	» 0,08 » 0,10	0,18
	» 0,10 » 0,12	0,20
	» 0,12 » 0,16	0,24
	» 0,16 » 0,20	0,28
	» 0,20 д 0,24	0,32

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
Більше 0,15 до 0,16	до 0,03	0,16
	Більше 0,03 до 0,06	0,18
	» 0,06 » 0,10	0,20
	» 0,10 » 0,12	0,22
	» 0,12 » 0,16	0,28
	» 0,16 » 0,20	0,32
	» 0,20 » 0,24	0,36
	» 0,24 » 0,32	0,44
Більше 0,16 до 0,20	до 0,03	0,20
	Більше 0,03 до 0,08	0,22
	» 0,08 » 0,12	0,24
	» 0,12 » 0,16	0,28
	» 0,16 » 0,20	0,32
	» 0,20 » 0,24	0,36
	» 0,24 » 0,32	0,44
	» 0,32 » 0,40	0,56
Більше 0,20 до 0,24	до 0,06	0,24
	Більше 0,06 до 0,12	0,28
	» 0,12 » 0,16	0,32
	» 0,16 » 0,20	0,36
	» 0,20 » 0,24	0,40
	» 0,24 » 0,32	0,50
	» 0,32 » 0,40	0,56
	» 0,40 » 0,48	0,64
Більше 0,24 до 0,32	до 0,06	0,32
	Більше 0,06 до 0,12	0,36
	» 0,12 » 0,20	0,40
	» 0,20 » 0,24	0,44
	» 0,24 » 0,32	0,50
	» 0,32 » 0,40	0,56
	» 0,40 » 0,50	0,70
	» 0,50 » 0,64	0,90
Більше 0,32 до 0,40	до 0,08	0,40
	Більше 0,08 до 0,16	0,44
	» 0,16 » 0,24	0,50
	» 0,24 » 0,32	0,56
	» 0,32 » 0,40	0,64
	» 0,40 » 0,50	0,70
	» 0,50 » 0,64	0,90
	» 0,64 » 0,80	1,10

Додаток В

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
Більше 0,40 до 0,50	до 0,12	0,50
	Більше 0,12 до 0,24	0,56
	» 0,24 » 0,32	0,64
	» 0,32 » 0,40	0,70
	» 0,40 » 0,50	0,80
	» 0,50 » 0,64	0,90
	» 0,64 » 0,80	1,10
	» 0,80 » 1,00	1,40
Більше 0,50 до 0,64	до 0,12	0,64
	Більше 0,12 до 0,24	0,70
	» 0,24 » 0,40	0,80
	» 0,40 » 0,50	0,90
	» 0,50 » 0,64	1,00
	» 0,64 » 0,80	1,20
	» 0,80 » 1,00	1,40
	» 1,00 » 1,20	1,60
Більше 0,64 до 0,80	до 0,20	0,80
	Більше 0,20 до 0,40	0,90
	» 0,40 » 0,50	1,00
	» 0,50 » 0,64	1,10
	» 0,64 » 0,80	1,20
	» 0,80 » 1,00	1,40
	» 1,00 » 1,20	1,80
	» 1,20 » 1,60	2,20
Більше 0,80 до 1,00	до 0,24	1,00
	Більше 0,24 до 0,40	1,10
	» 0,40 » 0,64	1,20
	» 0,64 » 0,80	1,40
	» 0,80 » 1,00	1,60
	» 1,00 » 1,20	1,80
	» 1,20 » 1,60	2,20
	» 1,60 » 2,00	2,80
Більше 1,00 до 1,20	до 0,32	1,20
	Більше 0,32 до 0,64	1,40
	» 0,64 » 0,80	1,60
	» 0,80 » 1,00	1,80
	» 1,00 » 1,20	2,00
	» 1,20 » 1,60	2,40
	» 1,60 » 2,00	2,80

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
	» 2,00 » 2,40	3,20
Більше 1,20 до 1,60	до 0,40	1,60
	Більше 0,40 до 0,80	1,80
	» 0,80 » 1,00	2,00
	» 1,00 » 1,20	2,20
	» 1,20 » 1,60	2,40
	» 1,60 » 2,00	2,80
	» 2,00 » 2,40	3,60
	» 2,40 » 3,20	4,40
Більше 1,60 до 2,00	до 0,40	2,00
	Більше 0,40 до 0,80	2,20
	» 0,80 » 1,20	2,40
	» 1,20 » 1,60	2,80
	» 1,60 » 2,00	3,20
	» 2,00 » 2,40	3,60
	» 2,40 » 3,20	4,40
	» 3,20 » 4,00	5,60
Більше 2,00 до 2,40	до 0,64	2,40
	Більше 0,64 до 1,20	2,80
	» 1,20 » 1,60	3,20
	» 1,60 » 2,00	3,60
	» 2,00 » 2,40	4,00
	» 2,40 » 3,20	4,40
	» 3,20 » 4,00	5,60
	» 4,00 » 4,80	6,40
Більше 2,40 до 3,20	до 0,8	3,20
	Більше 0,8 до 1,6	3,60
	» 1,6 » 2,00	4,00
	» 2,00 » 2,40	4,40
	» 2,40 » 3,20	5,00
	» 3,20 » 4,00	5,60
	» 4,00 » 5,00	7,00
	» 5,00 » 6,40	9,00
Більше 3,20 до 4,00	до 1,00	4,00
	Більше 1,00 до 1,60	4,40
	» 1,60 » 2,40	5,00
	» 2,40 » 3,20	5,60
	» 3,20 » 4,00	6,40
	» 4,00 » 5,00	7,00
	» 5,00 » 6,40	9,00
	» 6,40 » 8,00	11,00

Додаток В

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
Більше 4,00 до 5,00	до 1,20	5,00
	Більше 1,20 до 2,40	5,60
	» 2,40 » 3,20	6,40
	» 3,20 » 4,00	7,00
	» 4,00 » 5,00	8,00
	» 5,00 » 6,40	9,00
	» 6,40 » 8,00	11,00
	» 8,00 » 10,00	14,00
Більше 5,00 до 6,40	до 1,20	6,40
	Більше 1,20 до 2,40	7,00
	» 2,40 » 4,00	8,00
	» 4,00 » 5,00	9,00
	» 5,00 » 6,40	10,00
	» 6,40 » 8,00	12,00
	» 8,00 » 10,00	14,00
	» 10,00 » 12,00	16,00
Більше 6,40 до 8,00	» 12,00 » 12,80	18,00
	до 2,00	8,00
	Більше 2,00 до 4,00	9,00
	» 4,00 » 5,00	10,00
	» 5,00 » 6,40	11,00
	» 6,40 » 8,00	12,00
	» 8,00 » 10,00	14,00
	» 10,00 » 12,00	18,00
Більше 8,00 до 10,00	» 12,00 » 16,00	22,00
	до 2,40	10,00
	Більше 2,40 до 4,00	11,00
	» 4,00 » 6,40	12,00
	» 6,40 » 8,00	14,00
	» 8,00 » 10,00	16,00
	» 10,00 » 12,00	18,00
	» 12,00 » 16,00	22,00
Більше 10,00 до 12,00	» 16,00 » 20,00	28,00
	до 3,20	12,00
	Більше 3,20 до 6,40	14,00
	» 6,40 » 8,00	16,00
	» 8,00 » 10,00	18,00
	» 10,00 » 12,00	20,00
	» 12,00 » 16,00	24,00
	» 16,00 » 20,00	28,00

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
	» 20,00 » 24,00	32,00
Більше 12,00 до 16,00	до 4,00	16,00
	Більше 4,00 до 8,00	18,00
	» 8,00 » 10,00	20,00
	» 10,00 » 12,00	22,00
	» 12,00 » 16,00	24,00
	» 16,00 » 20,00	28,00
	» 20,00 » 24,00	36,00
	» 24,00 » 32,00	44,00
Більше 16,00 до 20,00	до 5,00	20,00
	Більше 5,00 до 8,00	22,00
	» 8,00 » 12,00	24,00
	» 2,00 » 16,00	28,00
	» 16,00 » 20,00	32,00
	» 20,00 » 24,00	36,00
	» 24,00 » 2,00	44,00
	» 32,00 » 40,00	56,00
Більше 20,00 до 24,00	до 6,40	24,00
	Більше 6,40 до 12,00	28,00
	» 12,00 » 16,00	32,00
	» 16,00 » 20,00	36,00
	» 20,00 » 24,00	40,00
	» 24,00 » 32,00	44,00
	» 32,00 » 40,00	56,00
	» 40,00 » 48,00	64,00
Більше 24,00 до 32,00	до 8,00	32,00
	більше 8,00 до 16,00	36,00
	» 16,00 » 20,00	40,00
	» 20,0 » » 24,00	44,00
	» 24,00 » 32,00	50,00
	» 32,00 » 40,00	56,00
	» 40,00 » 50,00	70,00
	» 50,00 » 64,00	90,00
Більше 32,00 до 40,00	до 10,00	40,00
	більше 10,00 До 16,00	44,00
	» 16,00 » 24,00	50,00
	» 24,00 » 32,00	56,00
	» 32,00 » 40,00	64,00
	» 40,00 » 50,00	70,00
	» 50,00 » 64,00	90,00
	» 64,00 » 280,00	110,00

Додаток В

Таблиця В12 (продовження)

1	2	3
Більше 40,00 до 50,00	до 12,00	50,00
	більше 12,00 до 24,00	56,00
	» 24,00 » 32,00	64,00
	» 32,00 » 40,00	70,00
	» 40,00 » 50,00	80,00
	» 50,00 » 64,00	90,00
	» 64,00 » 80,00	110,00
	» 80,00 » 100,00	140,00
Більше 50,00 до 64,00	до 12,00	64,00
	більше 12,00 до 24,00	70,00
	» 24,00 » 40,00	80,00
	» 40,00 » 50,00	90,00
	» 50,00 » 64,00	100,00
	» 64,00 » 80,00	120,00
	» 80,00 » 100,00	140,00
	» 100,00 » 120,00	160,00
Більше 64,00 до 80,00	до 20,00	80,00
	Більше 20,00 до 40,00	90,00
	» 40,00 » 50,00	100,00
	» 50,00 » 64,00	110,00
	» 64,00 » 80,00	120,00
	» 80,00 » 100,00	140,00
	» 100,00 » 120,00	180,00
	» 120,00 » 160,00	220,00

Таблиця В13 – Мінімальний ливарний припуск

Ряд припуску вилівка	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мінімальний ливарний припуск на сторону, мм, не більше	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
Ряд припуску вилівка	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Мінімальний ливарний припуск на сторону, мм, не більше	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0

Таблиця В14 – Визначення кількості переходів механічної обробки за точністю розмірів

Допуск розміру виливка	Співвідношення між допусками розміру деталі і виливка від бази обробки до оброблюваної поверхні	Вид кінцевої механічної обробки
До 0,5	Більше 0,4	Чорнова
	Більше 0,15 до 0,4	Напівчистова
	» 0,10 » 0,15	Чистова
	» 0,10	Тонка
Більше 0,5 до 1,0	Більше 0,3	Чорнова
	Більше 0,1 до 0,3	Напівчистова
	» 0,05 » 0,1	Чистова
	» 0,05	Тонка
Більше 1,0 до 2,0	Більше 0,2	Чорнова
	Більше 0,1 до 0,2	Напівчистова
	» 0,05 » 0,1	Чистова
	» 0,05	Тонка
Більше 2,0 до 5,0	Більше 0,15	Чорнова
	Більше 0,05 до 0,15	Напівчистова
	» 0,02 » 0,05	Чистова
	» 0,02	Тонка
Більше 5,0	Більше 0,10	Чорнова
	Більше 0,05 до 0,10	Напівчистова
	» 0,02 » 0,05	Чистова
	» 0,02	Тонка

Додаток В

Таблиця В15 – Визначення кількості переходів механічної обробки за точністю форми чи взаємного розташування

Допуск розміру вилівка	Співвідношення між допусками форми і розташування оброблюваної поверхні деталі і оброблюваної поверхні вилівка				Вид остаточної механічної обробки
до 0,5	Більше	0,4			Чорнова
	Більше	0,10	до	0,4	Напівчистова
	»	0,02	»	0,10	Чистова
			»	0,02	Тонка
Більше 0,5 до 1,0	Більше	0,3			Чорнова
	Більше	0,1	до	0,3	Напівчистова
	»	0,02	»	0,1	Чистова
			»	0,02	Тонка
Більше 1,0 до 2,0	Більше	0,20			Чорнова
	Більше	0,05	до	0,20	Напівчистова
	»	0,01	»	0,05	Чистова
			»	0,01	Тонка
Більше 2,0 до 5,0	Більше	0,10			Чорнова
	Більше	0,02	до	0,10	Напівчистова
	»	0,005	»	0,02	Чистова
			»	0,005	Тонка
Більше 5,0	Більше	0,05			Чорнова
	Більше	0,10	до	0,05	Напівчистова
	»	0,002	»	0,01	Чистова
			»	0,002	Тонка

Примітки:

1. При невказаних допусках форми і розташування оброблюваної поверхні вилівка їхнє сумарне значення приймають рівним 25% допуску розміру від бази до оброблюваної поверхні вилівка.

2. При невказаних допусках форми і розташування обробленої поверхні деталі їхнє сумарне значення приймають рівним 50% допуску розміру від бази до обробленої поверхні деталі.

Таблиця В16 – Загальний припуск на обробку

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
до 0,10	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	-	-
	Чистова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	-	-
	Тонка	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	-	-
Більше 0,10 до 0,11	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	-	-
	Напівчистова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	-	-
	Чистова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	-	-
	Тонка	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0	-	-
Більше 0,1 до 0,12	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	-
	Напівчистова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3	-
	Чистова	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	-
	Тонка	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	-
Більше 0,12 до 0,14	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	-
	Напівчистова	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	-
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	-
	Тонка	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	-
Більше 0,14 до 0,16	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,4
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Тонка	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	1,0	1,3	1,5
Більше 0,6 до 0,18	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Чистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Тонка	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
Більше 0,18 до 0,20	Чорнова	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
	Чистова	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Тонка	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
Більше 0,20 до 0,22	Чорнова	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4
	Напівчистова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6
	Чистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Тонка	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
Більше 0,22 до 0,24	Чорнова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4
	Напівчистова	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,1	1,4	1,6
	Чистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Тонка	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,6	1,7
Більше 0,24 до 0,28	Чорнова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
	Напівчистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	1,6
	Чистова	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Тонка	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
Більше 0,28 до 0,32	Чорнова	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
	Напівчистова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,5	1,7
	Чистова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Тонка	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8

Додаток В

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску виливка									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
До 0,10	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,10 до 0,11	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,1 до 0,12	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,12 до 0,14	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,14 до 0,16	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,16 до 0,18	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,18 до 0,20	Чорнова	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,20 до 0,22	Чорнова	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,22 до 0,24	Чорнова	1,8	2,2	2,6	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	1,9	2,4	3,0	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	2,1	2,5	3,1	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	2,1	2,5	3,3	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,24 до 0,28	Чорнова	1,8	2,2	2,7	-	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	2,0	2,4	3,0	-	-	-	-	-	-	
	Чистова	2,1	2,5	3,2	-	-	-	-	-	-	
	Тонка	2,2	2,6	3,3	-	-	-	-	-	-	
Більше 0,28 до 0,32	Чорнова	1,8	2,2	2,7	3,3	-	-	-	-	-	
	Напівчистова	2,1	2,4	3,1	3,6	-	-	-	-	-	
	Чистова	2,2	2,6	3,1	3,6	-	-	-	-	-	
	Тонка	2,3	2,7	3,4	3,9	-	-	-	-	-	

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Більше 0,32 до 0,36	Чорнова	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
	Напівчистова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Чистова	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Тонка	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
Більше 0,36 до 0,40	Чорнова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
	Напівчистова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
	Чистова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,3	1,6	1,8
	Тонка	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,9
Більше 0,40 до 0,44	Чорнова	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5
	Напівчистова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Чистова	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
	Тонка	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
Більше 0,44 до 0,50	Чорнова	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
	Напівчистова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
	Чистова	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
	Тонка	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
Більше 0,50 до 0,56	Чорнова	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
	Напівчистова	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9
	Чистова	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
	Тонка	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
Більше 0,56 до 0,64	Чорнова	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
	Напівчистова	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
	Чистова	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
	Тонка	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,2
Більше 0,64 до 0,70	Чорнова	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7
	Напівчистова	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1
	Чистова	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,9	2,2
	Тонка	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3
Більше 0,70 до 0,80	Чорнова	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8
	Напівчистова	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,1
	Чистова	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3
	Тонка	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4
Більше 0,80 до 0,90	Чорнова	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8
	Напівчистова	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3
	Чистова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4
	Тонка	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6
Більше 0,90 до 1,00	Чорнова	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9
	Напівчистова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4
	Чистова	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5
	Тонка	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7

Додаток В

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Більше 0,32 до 0,36	Чорнова	1,9	2,3	2,7	3,3	-	-	-	-	-
	Напівчистова	2,1	2,5	3,1	3,6	-	-	-	-	-
	Чистова	2,3	2,7	3,3	3,8	-	-	-	-	-
	Тонка	2,3	2,7	3,4	3,9	-	-	-	-	-
Більше 0,36 до 0,40	Чорнова	1,9	2,3	2,8	3,3	4,3	-	-	-	-
	Напівчистова	2,1	2,5	3,2	3,7	4,8	-	-	-	-
	Чистова	2,3	2,7	3,3	3,8	5,0	-	-	-	-
	Тонка	2,4	2,8	3,4	4,0	5,1	-	-	-	-
Більше 0,40 до 0,44	Чорнова	1,9	2,3	2,8	3,4	4,3	-	-	-	-
	Напівчистова	2,2	2,6	3,1	3,6	4,8	-	-	-	-
	Чистова	2,4	2,7	3,4	3,9	5,0	-	-	-	-
	Тонка	2,4	2,8	3,4	4,0	5,1	-	-	-	-
Більше 0,44 до 0,50	Чорнова	2,0	2,4	2,8	3,4	4,4	5,3	-	-	-
	Напівчистова	2,2	2,6	3,3	3,8	4,8	5,8	-	-	-
	Чистова	2,4	2,8	3,5	3,9	5,2	6,2	-	-	-
	Тонка	2,5	2,9	3,6	4,1	5,3	6,3	-	-	-
Більше 0,50 до 0,56	Чорнова	2,0	2,4	2,9	3,4	4,4	5,5	-	-	-
	Напівчистова	2,3	2,7	3,3	3,8	4,9	5,8	-	-	-
	Чистова	2,5	2,9	3,4	4,0	5,1	6,1	-	-	-
	Тонка	2,6	3,0	3,6	4,3	5,5	6,3	-	-	-
Більше 0,56 до 0,64	Чорнова	2,1	2,4	2,9	3,5	4,4	5,5	6,6	-	-
	Напівчистова	2,4	2,8	3,4	3,9	5,0	6,0	7,1	-	-
	Чистова	2,6	3,0	3,6	4,1	5,3	6,3	7,3	-	-
	Тонка	2,7	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5	7,6	-	-
Більше 0,64 до 0,70	Чорнова	2,1	2,5	3,0	3,4	4,5	5,4	6,5	8,5	-
	Напівчистова	2,4	2,8	3,5	3,9	5,0	6,0	7,1	9,3	-
	Чистова	2,6	3,1	3,6	4,1	5,3	6,3	7,5	9,8	-
	Тонка	2,8	3,1	3,9	4,4	5,6	6,5	7,8	9,8	-
Більше 0,70 до 0,80	Чорнова	2,2	2,6	3,1	3,6	4,6	5,6	6,5	8,5	-
	Напівчистова	2,5	2,9	3,6	4,0	5,2	6,2	7,3	9,3	-
	Чистова	2,8	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5	7,5	9,8	-
	Тонка	2,9	3,4	4,0	4,5	5,8	6,7	7,8	10,0	-
Більше 0,80 до 0,90	Чорнова	2,2	2,6	3,2	3,7	4,6	5,6	6,7	8,5	10,5
	Напівчистова	2,7	3,1	3,7	4,1	5,3	6,3	7,3	9,5	11,6
	Чистова	2,9	3,4	3,9	4,4	5,6	6,7	7,8	9,8	12,0
	Тонка	3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,9	8,0	10,5	12,5
Більше 0,90 до 1,00	Чорнова	2,3	2,7	3,1	3,6	4,8	5,6	6,7	8,8	10,5
	Напівчистова	2,7	3,2	3,8	4,3	5,3	6,3	7,5	9,5	11,5
	Чистова	3,0	3,5	4,0	4,5	5,8	6,7	7,8	10,0	12,0
	Тонка	3,1	3,6	4,3	4,8	6,0	6,9	8,0	10,5	12,5

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Більше 1,00 до 1,10	Чорнова	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
	Напівчистова	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,9	2,2	2,4
	Чистова	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6
	Тонка	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7
Більше 1,10 до 1,20	Чорнова	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0
	Напівчистова	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,6
	Чистова	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
	Тонка	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,4	2,7	2,8
Більше 1,20 до 1,40	Чорнова	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1
	Напівчистова	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7
	Чистова	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0
	Тонка	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,9	3,2
Більше 1,40 до 1,60	Чорнова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3
	Напівчистова	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9
	Чистова	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1
	Тонка	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4
Більше 1,60 до 1,80	Чорнова	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3
	Напівчистова	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0
	Чистова	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,6	2,8	3,1	3,3
	Тонка	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6
Більше 1,80 до 2,00	Чорнова	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4
	Напівчистова	1,9	2,1	2,2	3,3	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1
	Чистова	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6
	Тонка	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8
Більше 2,00 до 2,20	Чорнова	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6
	Напівчистова	2,1	2,3	2,4	2,4	2,5	2,7	2,8	3,2	3,4
	Чистова	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,6	3,8
	Тонка	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,9	4,1
Більше 2,20 до 2,40	Чорнова	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7
	Напівчистова	2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	3,6
	Чистова	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,6	3,8	3,9
	Тонка	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3
Більше 2,40 до 2,80	Чорнова	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9
	Напівчистова	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,6	3,8
	Чистова	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	4,0	4,3
	Тонка	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	4,1	4,4	4,6
Більше 2,80 до 3,20	Чорнова	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1
	Напівчистова	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,6	4,0	4,1
	Чистова	3,4	3,6	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,5	4,6
	Тонка	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
Більше 3,20 до 3,60	Чорнова	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3
	Напівчистова	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5
	Чистова	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,4	4,6	4,9	5,2
	Тонка	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,6

Додаток В

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка									
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Більше 1,00 до1,10	Чорнова	2,4	2,7	3,3	3,8	4,8	5,8	6,7	8,8	10,5	
	Напівчистова	2,8	3,1	3,8	4,3	5,3	6,3	7,5	9,5	11,5	
	Чистова	3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,7	7,8	10,0	12,5	
	Тонка	3,3	3,7	4,4	4,9	6,0	7,1	8,3	10,5	12,5	
Більше 1,10 до1,20	Чорнова	2,4	2,8	3,4	3,8	4,8	5,8	6,9	8,8	11,0	
	Напівчистова	2,9	3,4	3,9	4,4	5,4	6,5	7,5	9,8	12,0	
	Чистова	3,1	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9	8,0	10,0	12,5	
	Тонка	3,4	3,8	4,4	4,9	6,2	7,1	8,3	10,5	12,5	
Більше 1,20 до1,40	Чорнова	2,5	2,9	3,6	3,9	4,9	6,0	6,9	9,0	11,0	
	Напівчистова	3,1	3,4	4,1	4,6	5,6	6,7	7,8	9,8	12,0	
	Чистова	3,4	3,9	4,5	5,0	6,1	7,1	8,3	10,5	12,5	
	Тонка	3,7	4,0	4,8	5,1	6,5	7,5	8,5	11,0	13,0	
Більше 1,40 до1,60	Чорнова	2,7	3,1	3,6	4,0	5,0	6,0	7,1	9,0	11,0	
	Напівчистова	3,3	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9	8,0	10,0	12,0	
	Чистова	3,6	4,1	4,6	5,1	6,3	7,3	8,6	10,5	13,0	
	Тонка	3,9	4,3	5,0	5,4	6,7	7,8	8,8	11,0	13,5	
Більше 1,60 до1,80	Чорнова	2,7	3,2	3,7	4,1	5,2	6,2	7,1	9,0	11,0	
	Напівчистова	3,5	3,8	4,4	4,9	6,0	7,1	8,0	10,0	12,5	
	Чистова	3,8	4,3	4,8	5,3	6,5	7,5	8,5	11,0	13,0	
	Тонка	4,0	4,4	5,2	5,6	6,9	7,8	9,0	11,0	13,5	
Більше 1,80 до2,00	Чорнова	2,8	3,3	3,8	4,3	5,1	6,1	7,3	9,3	11,0	
	Напівчистова	3,6	4,0	4,6	5,0	6,1	7,1	8,3	10,5	12,5	
	Чистова	4,0	4,4	5,0	5,4	6,7	7,8	8,8	11,0	13,0	
	Тонка	4,3	4,8	5,5	5,8	7,1	8,0	9,3	11,5	13,5	
Більше 2,00 до2,20	Чорнова	3,0	3,4	3,9	4,4	5,5	6,3	7,3	9,5	11,5	
	Напівчистова	3,8	4,1	4,8	5,3	6,3	7,3	8,5	10,5	12,5	
	Чистова	4,3	4,6	5,1	5,8	6,9	8,0	9,0	11,0	13,5	
	Тонка	4,6	5,0	5,6	6,1	7,3	8,3	9,5	12,0	14,0	
Більше 2,20 до 2,40	Чорнова	3,1	3,4	4,0	4,5	5,4	6,5	7,6	9,5	11,5	
	Напівчистова	4,0	4,4	5,0	5,4	6,5	7,5	8,8	11,0	13,0	
	Чистова	4,4	4,9	5,5	6,0	7,1	8,3	9,3	11,5	13,5	
	Тонка	4,8	5,1	5,8	6,3	7,5	8,5	9,8	12,0	14,0	
Більше 2,40 до 2,80	Чорнова	3,3	3,6	4,1	4,6	5,6	6,7	7,8	9,8	11,5	
	Напівчистова	4,3	4,6	5,1	5,6	6,7	7,8	9,0	11,0	13,0	
	Чистова	4,8	5,2	5,8	6,1	7,5	8,5	9,5	11,5	14,0	
	Тонка	5,2	5,4	6,1	6,7	8,0	9,0	10,0	12,5	14,5	
Більше 2,80 до 3,20	Чорнова	3,4	3,9	4,4	4,9	5,8	6,9	7,8	9,8	12,0	
	Напівчистова	4,6	5,0	5,6	6,0	7,1	8,3	9,3	11,5	13,5	
	Чистова	5,1	5,6	6,1	6,7	7,8	8,8	9,8	12,0	14,5	
	Тонка	5,4	5,8	6,5	7,1	8,3	9,3	10,5	12,5	15,0	
Більше 3,20 до 3,60	Чорнова	3,6	4,1	4,6	5,2	6,2	7,1	8,0	10,0	12,0	
	Напівчистова	4,9	5,3	5,8	6,3	7,5	8,5	9,5	11,5	14,0	
	Чистова	5,6	6,0	6,5	7,1	8,3	9,3	10,5	12,5	15,0	
	Тонка	6,0	6,3	7,1	7,5	8,8	9,8	11,0	13,0	15,5	

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску виливка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Більше 3,60 до 4,00	Чорнова	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6
	Напівчистова	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,8	4,9
	Чистова	4,3	4,4	4,4	4,6	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5
	Тонка	4,8	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3	5,4	5,8	6,0
Більше 4,00 до 4,40	Чорнова	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,3	3,5	3,7
	Напівчистова	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,3	4,5	4,8	5,0
	Чистова	4,5	4,6	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,4	5,8
	Тонка	4,9	5,0	5,2	5,3	5,3	5,5	5,6	6,0	6,2
Більше 4,40 до 5,00	Чорнова	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0
	Напівчистова	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,3	5,6
	Чистова	5,0	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3
	Тонка	5,6	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
Більше 5,0 до 5,6	Чорнова	—	3,3	3,4	3,4	3,6	3,6	3,9	4,1	4,3
	Напівчистова	—	4,9	5,0	5,2	5,1	5,3	5,4	5,8	6,0
	Чистова	—	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
	Тонка	—	6,3	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5
Більше 5,6 до 6,4	Чорнова	—	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8
	Напівчистова	—	5,1	5,3	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3
	Чистова	—	6,1	6,3	6,3	6,5	6,5	6,7	7,1	7,3
	Тонка	—	6,9	7,1	7,1	7,3	7,3	7,5	7,8	8,0
Більше 6,4 до 7,0	Чорнова	—	—	4,3	4,3	4,4	4,5	4,8	4,9	5,2
	Напівчистова	—	—	5,8	6,0	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9
	Чистова	—	—	6,9	7,1	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0
	Тонка	—	—	7,8	7,8	7,8	8,0	8,3	8,5	8,8
Більше 7,0 до 8,00	Чорнова	—	—	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	5,5	5,6
	Напівчистова	—	—	6,5	6,5	6,7	6,7	6,9	7,3	7,5
	Чистова	—	—	8,0	8,0	8,0	8,3	8,5	8,8	9,0
	Тонка	—	—	8,5	8,8	8,8	8,8	9,0	9,3	9,5
Більше 8,00 до 9,00	Чорнова	—	—	—	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1
	Напівчистова	—	—	—	7,3	7,5	7,5	7,8	8,0	8,3
	Чистова	—	—	—	9,0	9,0	9,3	9,3	9,8	9,8
	Тонка	—	—	—	9,8	9,8	9,8	10,0	10,5	10,5
Більше 9,00 до 10,00	Чорнова	—	—	—	6,0	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7
	Напівчистова	—	—	—	8,3	8,3	8,5	8,5	9,0	9,0
	Чистова	—	—	—	9,8	9,8	9,8	10,0	10,5	10,5
	Тонка	—	—	—	11,0	11,0	11,0	11,5	11,5	12,0
Більше 10,00 до 11,00	Чорнова	—	—	—	—	6,5	6,5	6,7	6,9	7,1
	Напівчистова	—	—	—	—	8,5	8,8	8,8	9,3	9,3
	Чистова	—	—	—	—	10,0	10,0	10,5	10,5	11,0
	Тонка	—	—	—	—	11,0	11,5	11,5	12,0	12,0
Більше 11 до 12	Чорнова	-	-	-	-	7,1	7,3	7,5	7,5	7,8
	Напівчистова	-	-	-	-	9,3	9,5	9,5	9,8	10,0
	Чистова	-	-	-	-	11,0	11,0	11,5	11,5	12,0
	Тонка	-	-	-	-	12,5	12,5	13,0	13,0	13,5

Додаток В

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску виливка								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Більше 3,60 до 4,00	Чорнова	3,9	4,3	4,8	5,3	6,3	7,3	8,3	10,5	12,5
	Напівчистова	5,3	5,6	6,3	6,7	8,0	9,0	9,8	12,0	14,0
	Чистова	6,0	6,3	6,9	7,5	8,8	9,8	10,5	13,0	15,0
	Тонка	6,5	6,9	7,5	8,0	9,3	10,5	11,5	13,5	16,0
Більше 4,00 до 4,40	Чорнова	4,0	4,4	4,9	5,5	6,5	7,5	8,5	10,5	12,5
	Напівчистова	5,5	5,8	6,3	6,9	8,0	9,0	10,0	12,0	14,5
	Чистова	6,1	6,7	7,3	7,8	9,0	9,8	11,0	13,0	15,5
	Тонка	6,7	7,1	7,8	8,3	9,5	10,5	11,6	14,0	16,0
Більше 4,40 до 5,00	Чорнова	4,4	4,8	5,3	5,8	6,7	7,8	8,8	11,0	10,0
	Напівчистова	5,8	6,3	6,9	7,3	8,5	9,5	10,5	12,5	14,5
	Чистова	6,7	7,1	7,8	8,3	9,5	10,5	11,5	14,0	16,0
	Тонка	7,3	7,8	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0	14,5	16,5
Більше 5,0 до 5,6	Чорнова	4,8	5,2	5,6	6,2	7,1	8,0	9,0	11,0	13,0
	Напівчистова	6,3	6,7	7,3	8,0	9,0	9,8	11,0	13,0	15,5
	Чистова	7,3	7,8	8,3	8,8	10,0	11,0	12,0	14,5	16,5
	Тонка	8,0	8,3	9,0	9,5	11,0	12,0	13,0	15,0	17,5
Більше 5,6 до 6,4	Чорнова	5,1	5,6	6,2	6,5	7,5	8,5	9,5	11,5	13,5
	Напівчистова	6,7	7,1	7,8	8,3	9,3	10,5	11,5	13,5	15,5
	Чистова	7,8	8,3	8,8	9,3	10,5	11,5	12,5	15,0	17,0
	Тонка	8,5	9,0	9,8	10,0	11,5	12,5	13,5	16,0	18,0
Більше 6,4 до 7,0	Чорнова	5,4	6,0	6,5	6,9	8,0	9,0	9,8	12,0	14,0
	Напівчистова	7,3	7,5	8,3	8,8	9,8	11,0	12,0	14,0	16,0
	Чистова	8,5	8,8	9,5	9,8	11,0	12,0	13,0	15,5	17,5
	Тонка	9,3	9,5	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5
Більше 7,0 до 8,00	Чорнова	6,0	6,5	6,9	7,5	8,5	9,5	10,5	12,5	14,5
	Напівчистова	7,8	8,3	9,3	9,3	10,5	11,5	12,5	14,5	17,0
	Чистова	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5
	Тонка	10,0	10,5	11,0	11,5	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5
Більше 8,00 до 9,00	Чорнова	6,5	6,9	7,5	8,0	9,0	9,8	11,0	13,0	15,0
	Напівчистова	8,8	9,0	9,8	10,0	11,0	12,0	13,5	15,5	17,5
	Чистова	10,5	10,5	11,5	12,0	13,0	14,0	17,5	17,5	19,5
	Тонка	11,0	11,5	12,5	13,0	14,0	15,0	18,5	18,5	20,5
Більше 9,00 до 10,00	Чорнова	7,1	7,5	8,0	8,5	9,5	10,5	11,5	13,5	15,5
	Напівчистова	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,5	18,5
	Чистова	11,0	11,5	12,0	12,5	14,0	15,0	16,0	18,0	20,5
	Тонка	12,5	12,5	13,5	14,0	15,0	16,0	17,0	19,5	22,0
Більше 10,00 до 11,00	Чорнова	7,5	8,0	8,5	9,0	9,8	11,0	12,0	14,0	16,0
	Напівчистова	9,8	10,0	10,5	11,0	12,5	13,5	14,5	16,5	18,5
	Чистова	11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	18,5	20,5
	Тонка	12,5	13,0	13,5	14,0	15,5	16,5	17,5	19,5	22,0
Більше 11 до 12	Чорнова	8,3	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5	12,5	14,5	16,5
	Чистова	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,5	19,5
	Напівчистова	12,5	12,5	13,5	14,0	15,0	16,0	17,0	19,5	21,0
	Тонка	14,0	14,5	15,0	15,5	16,5	17,5	19,0	21,0	23,5

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Більше 12 до 14	Чорнова	-	-	-	-	-	8,5	8,5	8,8	9,0
	Напівчистова	-	-	-	-	-	11,0	11,5	11,5	12,0
	Чистова	-	-	-	-	-	12,5	13,0	13,0	13,5
	Тонка	-	-	-	-	-	14,5	14,5	15,0	15,0
Більше 14 до 16	Чорнова	-	-	-	-	-	9,5	9,5	9,8	10,0
	Напівчистова	-	-	-	-	-	12,0	12,5	12,5	13,0
	Чистова	-	-	-	-	-	15,0	15,0	15,5	15,5
	Тонка	-	-	-	-	-	16,5	17,0	17,0	17,5
Більше 16 до 18	Чорнова	-	-	-	-	-	-	10,5	11,0	11,0
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	13,5	14,0	14,0
	Чистова	-	-	-	-	-	-	15,5	16,0	16,0
	Тонка	-	-	-	-	-	-	18,0	18,0	18,5
Більше 18 до 20	Чорнова	-	-	-	-	-	-	11,5	11,5	12,0
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	14,5	15,0	15,0
	Чистова	-	-	-	-	-	-	17,5	17,5	18,0
	Тонка	-	-	-	-	-	-	19,5	20,0	20,0
Більше 20 до 22	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	13,0	13,5
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	16,5	16,5
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	19,5	19,5
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	21,0	22,0
Більше 22 до 24	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	14,0	14,5
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	17,5	18,0
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	21,0	21,0
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	23,5	24,0
Більше 24 до 28	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	16,5
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	20,5
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	23,5
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	26,0
Більше 28 до 32	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	23,5
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	26,0
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0
Більше 32 до 36	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 36 до 40	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 40 до 44	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Додаток В

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску вилівка								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Більше 12 до 14	Чорнова	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0	18,0
	Напівчистова	12,0	12,5	13,0	13,5	15,0	16,0	17,0	19,0	21,0
	Чистова	14,0	14,5	16,0	16,5	16,5	17,5	18,5	21,0	23,0
	Тонка	15,5	16,0	16,5	17,0	18,5	19,5	20,5	23,0	25,0
Більше 14 до 16	Чорнова	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	17,0	19,0
	Напівчистова	13,5	13,5	14,5	15,0	16,0	17,0	18,0	20,0	22,0
	Чистова	16,0	16,5	17,0	17,5	19,0	20,0	21,0	23,0	25,0
	Тонка	18,0	18,0	19,0	19,5	20,5	22,0	22,5	25,0	27,0
Більше 16 до 18	Чорнова	11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	16,0	16,0	18,0	20,0
	Напівчистова	14,5	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0	19,0	21,0	23,5
	Чистова	16,5	17,0	17,5	18,0	19,5	20,5	21,0	23,5	26,0
	Тонка	19,0	19,5	20,0	20,5	22,0	22,5	24,0	26,0	28,0
Більше 18 до 20	Чорнова	12,5	12,5	13,0	13,5	14,5	15,5	16,5	18,5	20,6
	Напівчистова	16,5	16,0	16,5	17,0	18,0	19,0	20,0	22,5	24,0
	Чистова	18,5	18,5	19,5	20,0	21,0	22,0	23,0	25,0	28,0
	Тонка	20,5	21,0	22,0	22,0	23,5	24,0	25,0	28,0	30,0
Більше 20 до 22	Чорнова	13,5	14,0	14,5	15,0	16,0	17,0	18,0	20,0	22,0
	Напівчистова	17,0	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5	22,0	24,0	26,0
	Чистова	20,0	20,5	21,0	21,0	22,5	23,5	25,0	27,0	29,0
	Тонка	22,0	22,5	23,5	24,0	26,0	26,0	27,0	29,0	31,5
Більше 22 до 24	Чорнова	15,0	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0	19,0	21,0	23,0
	Напівчистова	18,0	18,5	19,0	19,5	21,0	22,0	23,0	25,0	27,0
	Чистова	22,0	12,0	22,5	23,0	24,0	25,0	26,5	29,0	30,5
	Тонка	24,0	25,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	31,5	33,5
Більше 24 до 28	Чорнова	17,0	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5	21,0	23,5	25,0
	Напівчистова	21,0	21,0	22,0	22,5	23,5	25,0	26,0	28,0	30,0
	Чистова	24,0	24,0	25,0	25,0	26,5	28,0	29,0	30,5	33,5
	Тонка	26,5	27,0	28,0	28,0	29,0	30,5	31,5	33,5	35,5
Більше 28 до 32	Чорнова	19,0	19,5	20,0	20,5	22,0	22,6	23,5	26,0	28,0
	Напівчистова	23,5	24,0	25,0	25,0	26,5	27,0	28,0	30,5	32,5
	Чистова	26,5	27,0	28,0	28,0	29,0	30,5	31,5	33,5	35,5
	Тонка	30,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	37,5	40,0
Більше 32 до 36	Чорнова	21,0	22,0	22,5	23,0	24,0	25,0	26,0	28,0	30,0
	Напівчистова	26,5	27,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,5	33,5	35,5
	Чистова	30,5	30,5	31,5	31,5	33,5	34,5	35,5	37,5	40,0
	Тонка	33,5	34,5	34,5	35,6	36,5	37,5	39,0	41,0	42,5
Більше 36 до 40	Чорнова	23,5	24,0	25,0	25,0	26,0	27,0	28,0	30,0	32,5
	Напівчистова	29,0	30,0	30,0	30,5	31,5	32,6	33,5	36,5	37,5
	Чистова	32,5	33,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	40,0	42,5
	Тонка	37,5	37,5	39,0	39,0	40,0	41,0	42,5	45,0	47,5
Більше 40 до 44	Чорнова	-	26,0	26,5	27,0	28,0	29,0	30,0	32,5	34,5
	Напівчистова	-	32,6	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	39,0	41,0
	Чистова	-	36,5	37,5	37,5	39,0	40,0	41,0	44,0	46,0
	Тонка	-	39,0	40,0	40,0	41,0	42,5	44,0	46,0	47,5

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску виливка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Більше 44 до 50	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 50 до 56	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 56 до 64	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 64 до 70	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Більше 70 до 80	Чорнова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Напівчистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Чистова	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Тонка	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця В16 (продовження)

Загальний допуск елемента поверхні, мм	Вид остаточної механічної обробки	Загальний припуск на сторону, мм, не більше, для ряду припуску виливка								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Більше 44 до 50	Чорнова	-	30,0	30,0	30,5	31,5	32,6	33,5	35,5	37,5
	Напівчистова	-	36,5	37,5	37,5	39,0	40,0	41,0	42,5	45,0
	Чистова	-	41,0	42,5	42,5	44,0	45,0	46,0	47,5	50,0
	Тонка	-	44,0	44,0	45,0	46,0	47,5	47,5	50,0	53,0
Більше 50 до 56	Чорнова	-	-	33,5	33,5	34,5	35,5	36,5	39,0	41,0
	Напівчистова	-	-	42,5	42,6	44,0	44,0	45,0	47,5	50,0
	Чистова	-	-	47,5	47,5	49,0	50,0	50,0	53,0	54,5
	Тонка	-	-	60,0	50,0	51,5	53,0	53,0	56,0	58,0
Більше 56 до 64	Чорнова	-	-	-	39,0	39,0	40,0	41,0	42,5	46,0
	Напівчистова	-	-	-	46,0	46,0	47,5	47,5	49,0	53,0
	Чистова	-	-	-	50,0	50,0	51,5	53,0	53,0	58,0
	Тонка	-	-	-	53,0	53,0	54,5	54,5	66,0	60,0
Більше 64 до 70	Чорнова	-	-	-	42,5	42,5	44,0	46,0	47,5	49,0
	Напівчистова	-	-	-	50,0	51,5	51,5	53,0	56,0	58,0
	Чистова	-	-	-	56,0	56,0	58,0	58,0	61,5	63,0
	Тонка	-	-	-	68,0	60,0	60,0	61,5	65,0	67,0
Більше 70 до 80	Чорнова	-	-	-	47,5	47,5	49,0	50,0	51,5	54,5
	Напівчистова	-	-	-	56,0	56,0	58,0	58,0	61,5	63,0
	Чистова	-	-	-	61,5	63,0	63,0	63,0	67,5	69,0
	Тонка	-	-	-	66,0	67,0	67,0	69,0	71,0	73,0

Додаток В

Таблиця В17 – Допуски розмірів до 10000 мм ДСТУ 2500-94)

Номинальні розміри, мм	Квалітети										
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Позначення допусків										
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	
	Допуски, мкм										
до 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	
більше 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	
» 18 » 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	
» 30 » 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	
» 50 » 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	
» 80 » 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	
» 120 » 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	
» 180 » 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	
» 250 » 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	
» 315 » 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	
» 400 » 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	
» 500 » 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	100	
» 630 » 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	
» 800 » 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	
» 1000 » 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	
» 1250 » 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	
» 1600 » 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	
» 2000 » 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	
» 2500 » 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	
» 3150 » 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410	
» 4000 » 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500	
» 5000 » 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620	
» 6300 » 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760	
» 8000 » 10000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940	
Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету											
	1*	1,4*	2*	2,7*	3,7*	5,1*	7	10	16	25	

Таблиця В17 (продовження)

Номінальні розміри, мм	Квалітети										
	9	10	11	12	13	14**	15**	16**	17**	18***	
	Позначення допусків										
	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
	Допуски, мкм			Допуски, мм							
до 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4	
Більше 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8	
» 6 » 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2	
» 10 » 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7	
» 18 » 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3	
» 30 » 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9	
» 50 » 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6	
» 80 » 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4	
» 120 » 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	
» 180 » 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2	
» 250 » 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1	
» 315 » 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9	
» 400 » 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7	
» 500 » 630	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	
» 630 » 800	200	320	500	0,8	1,25	2,0	3,2	5,0	8,0	12,5	
» 800 » 1000	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	14,0	
» 1000 » 1250	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5	
» 1250 » 1600	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5	19,5	
» 1600 » 2000	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	23,0	
» 2000 » 2500	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	28,0	
» 2500 » 3150	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	33,0	
» 3150 » 4000	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0	41,0	
» 4000 » 5000	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	50,0	
» 5000 » 6300	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	62,0	
» 6300 » 8000	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	76,0	
» 8000 » 10000	1500	2400	3800	6,0	9,4	15,0	24,0	38,0	60,0	94,0	
Кількість одиниць допуску в допуску даного квалітету											
	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500	

*Кількість одиниць допуску вказано для розмірів понад 500 мм. Для розмірів до 500 мм допуски в квалітетах від 01 до 4 визначені за такими формулами: $IT01 = 0,3 + 0,008D_u$; $IT0 = 0,5 + 0,0012D_u$; $IT1 = 0,8 + 0,020D_u$; $IT2 = \sqrt{IT1 \times IT3}$; $IT3 = \sqrt{IT1 \times IT5}$; $IT4 = \sqrt{IT3 \times IT5}$; (IT – в мкм; D_u – в мм).

** Квалітети 14-17 для розмірів менше 1 мм не передбачені.

*** Допуски по 18 квалітету приведені додатково до ГОСТ 25346-82 і ГОСТ 25348 - 82.

Додаток Г

Додаток Г
Таблиця Г1 – Вибір класу точності поковок

Основне деформувальне обладнання, технологічні процеси	Клас точності				
	T1	T2	T3	T4	T5
Кривошипні гарячештампувальні преси:					
відкрите штампування				+	+
закрите штампування		+	+		
витискування			+	+	
Горизонтально-кувальні машини				+	+
Преси гвинтові, гідравлічні				+	+
Гарячештампувальні автомати		+	+		
Штампувальні молоти				+	+
Калібрування об'ємне (гаряче і холодне)	+	+			
Прецизійне штампування	+				

Таблиця Г2 – Конструктивна характеристика штампованих заготовок

Конструктивна характеристика поковок	Позначення і визначення конструктивних характеристик	Примітка
1. Клас точності	T1 – 1-й клас T2 – 2-й – // – T3 – 3-й – // – T4 – 4-й – // –	Визначається згідно таблиці 4
2. Група сталі	M1 – сталь з масовою часткою вуглецю до 0,35% включно і сумарною масовою часткою легуючих елементів до 2,0% включно; M2 – сталь з масовою часткою вуглецю понад 0,35 до 0,65% включно чи сумарною масовою часткою легувальних елементів понад 2,0 до 5,0% включно; M3 – сталь з масовою часткою вуглецю понад 0,65% чи сумарною масовою часткою легувальних елементів понад 5,0%	При призначенні групи сталі визначальним є середній масовий вміст вуглецю і легувальних елементів (Si, Mn, Cr, Ni, Mo, V, W)
3. Ступінь складності	C1 – 1-а ступінь C2 – 2-а – // – C3 – 3-я – // – C4 – 4-а – // –	Встановлюється згідно з розрахунком співвідношення Q_n/Q_{op}
4. Конфігурація поверхні роз'єднання штампа	П – плоска; I _C – симетрично вигнута; I _H – несиметрично вигнута	

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця Г3 – Коефіцієнт (K_p) для орієнтовного визначення розрахункової маси поковки

Група	Характеристика деталі	Типові представники	K_p
1	Подовженої форми	Вали, осі, цапфи, шатуни	
1.1	З прямою віссю	Важелі, сошки рульового керування	1,3-1,6
1.2	Із зігнутою віссю		1,1-1,4
2	Круглі і багатогранні в плані		
2.1	Круглі	Шестерні, ступиці, фланці	1,5-1,8
2.2	Квадратні, прямокутні, багатогранні	Фланці, ступиці, гайки	1,3-1,7
2.3	З відростками	Хрестовини, вилки	1,4-1,6
3	Комбінованої конфігурації (сполучаються елементи груп 1 і 2)	Кулачки поворотні, колінчасті вали	1,3-1,8
4	З великим обсягом необроблюваних поверхонь	Балки передніх осей, важелі переключення коробок передач, буксирні гаки	1,1-1,3
5	З отворами, заглибленнями, що не виготовлені в поковці при штампуванні	Пустотілі вали, фланці, блоки шестерень	1,8-2,2

Таблиця Г4 – Густина деяких матеріалів

Матеріал	Густина, $г/см^3$	Границя міцності, МПа	Питома Міцність
Сталь 40	7,7	600	78
Чавун СЧ 30	7,6	320	42
Алюмінієвий сплав	2,7	300	111
Титановий сплав ВТ6	4,5	1000	222
Мідний сплав ЛС59-1	8,89	400	45

Таблиця Г5 – Визначення вихідного індексу

Маса поковки, кг	Група сталі			Ступінь складності поковки				Клас точності поковки					Вихідний індекс
	М1	М2	М3	С1	С2	С3	С4	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	
до 0,5 вкл.													1
> 0,5 до 1,0													2
> 1,0 до 1,8													3
> 1,8 до 3,2													4
> 3,2 до 5,6													5
> 5,6 до 10,0													6
> 10,0 до 20,0													7
> 20,0 до 50,0													8
> 50,0 до 125,0													9
> 125,0 до 250													10
													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

Таблиця Г6 – Припуски на механічну обробку, мм (згідно з ГОСТ 7505-89)

Вихідний індекс	Товщина деталі, мм																	
	до 25			25-40			40-63			63-100			100-160			160-250		
	Довжина, ширина, діаметр, глибина і висота деталі, мм																	
	до 40			40-100			100-160			160-250			250-400			400-630		
	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √
1	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	—	—	—
2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1
3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2
4	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4
5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5
6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6
7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8
8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9
9	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0
10	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2
11	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5
12	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7
13	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
14	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3
15	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
16	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8
17	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1
18	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7
19	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1
20	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6
21	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2
22	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8
23	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5

Таблиця Г6 (продовження)

Вихідний індекс	Товщина деталі, мм								
	зв. 250								
	Довжина, ширина, діаметр, глибина і висота деталі, мм								
	630-1000			1000-1600			1600-2500		
	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √	100 12,5 √	10 1,6 √	1,25 √
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1,0	1,3	1,4	—	—	—	—	—	—
4	1,1	1,4	1,5	—	—	—	—	—	—
5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	—	—	—
6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0
7	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2
8	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5
9	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7
10	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0
11	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3
12	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5
13	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8
14	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1
15	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7
16	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1
17	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6
18	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2
19	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8
20	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5
21	4,9	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5	5,8	7,4	8,1
22	5,4	6,8	7,5	5,8	7,4	8,1	6,2	7,9	8,7
23	5,8	7,4	8,1	6,2	7,9	8,7	7,1	9,1	10,0

Таблиця Г7 – Зміщення по поверхні роз'єднання штампів

Маса поковки, кг	Припуски для класів точності, мм							
	Плоска поверхня роз'єднання							
	T1	T2	T3	T4	T5			
			Симетрично вигнута поверхня роз'єднання					
			T1	T2	T3	T4	T5	
			Несиметрично вигнута поверхня роз'єднання					
			T1	T2	T3	T4	T5	
до 0,5 вкл.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	
> 0,5 до 1,0 вкл.			0,2		0,3			
> 1,0 до 1,8 вкл.			0,2	0,3				0,4
> 1,8 до 3,2 вкл.	0,2	0,3	0,4		0,5			
> 3,2 до 5,6 вкл.				0,5				
> 5,6 до 10 вкл.			0,3	0,4	0,6			
> 10 до 20 вкл.	0,7							
> 20 до 50 вкл.	0,9							
> 50 до 125 вкл.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	
> 125 до 250 вкл.			0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0

Таблиця Г8 – Вигнутість і відхилення від площини і прямолінійності

Найбільший розмір поковки, мм	Припуски для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 100 вкл.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
> 100 до 160 вкл.	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
> 160 до 250 вкл.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
> 250 до 400 вкл.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
> 400 до 630 вкл.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
> 630 до 1000 вкл.	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
> 1000 до 1600 вкл.	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
> 1600 до 2500 вкл.	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Додаток Г

Таблиця Г9 – Відхилення міжосьової відстані

Відстань між центрами осі	Припуски для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 60 вкл.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
> 60 до 100 вкл.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
> 100 до 160 вкл.	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8
> 160 до 250 вкл.	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
> 250 до 400 вкл.	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6
> 400 до 630 вкл.	0,5	0,8	1,2	1,6	2,0
> 630 до 1000 вкл.	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5
> 1000 до 1600 вкл.	1,2	1,6	2,0	2,5	4,0
> 1600 до 2500 вкл.	1,6	2,0	2,5	4,0	6,0

Таблиця Г10 – Мінімальна величина радіуса заокруглення зовнішніх кутів поковок в залежності від глибини порожнини штампа

Маса поковки, кг	Мінімальна величина радіуса заокруглення, мм, при глибині порожнини штампа, мм			
	до 10 включ.	10-25	25-50	зв. 50
до 1,0 вкл.	1,0	1,6	2,0	3,0
> 1,0 до 6,3 вкл.	1,6	2,0	2,5	3,6
> 6,3 до 16,0 вкл.	2,0	2,5	3,0	4,0
> 16,0 до 40,0 вкл.	2,5	3,0	4,0	5,0
> 40,0 до 100,0 вкл.	3,0	4,0	5,0	7,0
> 100,0 до 250,0 вкл.	4,0	5,0	6,0	8,0

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця Г11 – Допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів
ПОКОВОК, мм

Вихідний індекс	Найбільша товщина поковки, мм																	
	до 40		40-53		63-100		100-160		160-250		зв. 250							
	Довжина, ширина, діаметр, глибина і висота поковки, мм																	
	до 40		40-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
1	0.3	+0.2 -0.1	0.4	+0.3 -0.1	0.5	+0.3 -0.2	0.6	+0.4 -0.2	0.7	+0.5 -0.2	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.4	+0.3 -0.1	0.5	+0.3 -0.2	0.5	+0.4 -0.2	0.7	+0.5 -0.2	0.8	+0.5 -0.3	0.9	+0.6 -0.3	—	—	—	—	—	—
3	0.5	+0.3 -0.2	0.6	+0.4 -0.2	0.7	+0.5 -0.2	0.8	+0.5 -0.3	0.9	+0.6 -0.3	1.0	+0.7 -0.3	1.2	+0.8 -0.4	—	—	—	—
4	0.6	+0.4 -0.2	0.7	+0.5 -0.2	0.8	+0.5 -0.3	0.9	+0.6 -0.3	1.0	+0.7 -0.3	1.2	+0.8 -0.4	1.4	+0.9 -0.5	—	—	—	—
5	0.7	+0.5 -0.2	0.8	+0.5 -0.3	0.9	+0.6 -0.3	1.0	+0.7 -0.3	1.2	+0.8 -0.4	1.4	+0.9 -0.5	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	—	—
6	0.8	+0.5 -0.3	0.9	+0.6 -0.3	1.0	+0.7 -0.3	1.2	+0.8 -0.4	1.4	+0.9 -0.5	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9
7	0.9	+0.6 -0.3	1.0	+0.7 -0.3	1.2	+0.8 -0.4	1.4	+0.9 -0.5	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0
8	1.0	+0.7 -0.3	1.2	+0.8 -0.4	1.4	+0.9 -0.5	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1
9	1.2	+0.8 -0.4	1.4	+0.9 -0.5	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2
10	1.4	+0.9 -0.5	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3
11	1.6	+1.1 -0.5	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5
12	2.0	+1.3 -0.7	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7
13	2.2	+1.4 -0.8	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9
14	2.5	+1.6 -0.9	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1
15	2.8	+1.8 -1.0	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4
16	3.2	+2.1 -1.1	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7
17	3.6	+2.4 -1.2	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0
18	4.0	+2.7 -1.3	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0	10.0	+6.7 -3.3
19	4.5	+3.0 -1.5	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0	10.0	+6.7 -3.3	11.0	+7.4 -3.6
20	5.0	+3.3 -1.7	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0	10.0	+6.7 -3.3	11.0	+7.4 -3.6	12.0	+8.0 -4.0
21	5.6	+3.7 -1.9	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0	10.0	+6.7 -3.3	11.0	+7.4 -3.6	12.0	+8.0 -4.0	13.0	+8.6 -4.4
22	6.3	+4.2 -2.1	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0	10.0	+6.7 -3.3	11.0	+7.4 -3.6	12.0	+8.0 -4.0	13.0	+8.6 -4.4	14.0	+9.2 -4.8
23	7.1	+4.7 -2.4	8.0	+5.3 -2.7	9.0	+6.0 -3.0	10.0	+6.7 -3.3	11.0	+7.4 -3.6	12.0	+8.0 -4.0	13.0	+8.6 -4.4	14.0	+9.2 -4.8	16.0	+10.8 -6.0

Додаток Г

Таблиця Г12 – Допустима величина зміщення

Маса поковки, кг	Допустима величина зміщення по поверхні роз'єднання штампа, мм							
	Плоска поверхня роз'єднання штампа							
	T1	T2	T3	T4	T5			
		Симетрично вигнута поверхня роз'єднання штампа						
		T1	T2	T3	T4	T5		
			Несиметрично вигнута поверхня роз'єднання штампа					
T1	T2		T3	T4	T5			
до 0,5 вкл.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
> 0,5 до 1,0 вкл.	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	
> 1,0 до 1,8 вкл.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
> 1,8 до 3,2 вкл.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	
> 3,2 до 5,6 вкл.	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	
> 5,6 до 10 вкл.	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	
> 10 до 20 вкл.	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	
> 20 до 50 вкл.	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	
> 50 до 125 вкл.	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	
> 125 до 250 вкл.	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	4,0	

Таблиця Г13 – Допустима величина залишкового облою

Маса поковки, кг	Допустима величина залишкового облою, мм								
	Плоска поверхня роз'єднання штампа								
	T1	T2	T3	T4	T5				
		Симетрично вигнута поверхня роз'єднання штампа							
			T1	T2	T3	T4	T5		
				Несиметрично вигнута поверхня роз'єднання штампа					
			T1	T2	T3	T4	T5		
до 0,5 вкл.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
> 0,5 до 1,0 вкл.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
> 1,0 до 1,8 вкл.	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	
> 1,8 до 3,2 вкл.	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	
> 3,2 до 5,6 вкл.	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	
> 5,6 до 10 вкл.	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	
> 10 до 20 вкл.	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	
> 20 до 50 вкл.	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	
> 50 до 125 вкл.	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	3,5	
> 125 до 250 вкл.	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	3,5	4,0	

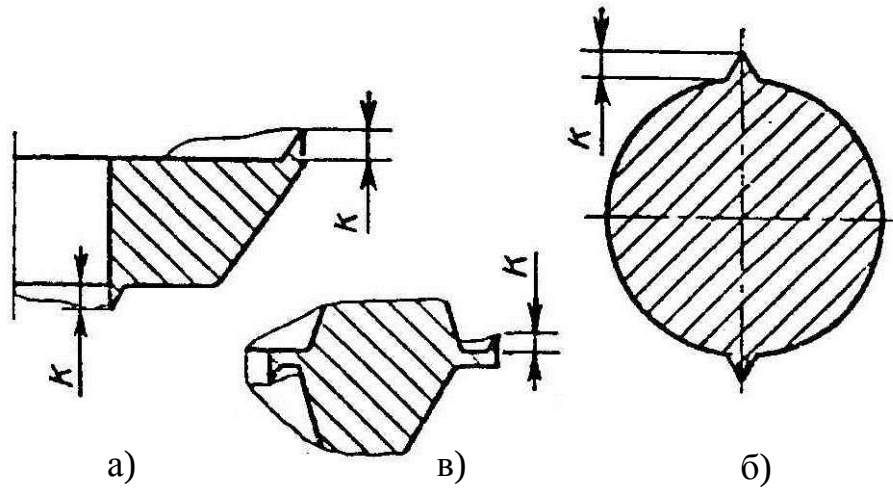


Рисунок Г1 – Облой

Таблиця Г14 – Допустима величина облою

Маса поковки, кг	Ступінь складності поковки	Допустима величина задирки при максимальному розмірі поперечного перерізу поковки по поверхні роз'єднання штампа, мм				
		3	4	5	6	7
до 0,5 вкл.	C1, C2	1,0	2,0	—	—	—
	C3	2,0	3,0	—	—	—
	C4	3,0	4,0	—	—	—
> 0,5 до 3,2 вкл.	C1, C2	2,0	3,0	4,0	—	—
	C3	3,0	4,0	5,0	—	—
	C4	4,0	5,0	6,0	—	—
> 3,2 до 5,6 вкл.	C1, C2	3,0	4,0	5,0	—	—
	C3	4,0	5,0	6,0	—	—
	C4	5,0	6,0	7,0	—	—
> 5,6 до 20,0 вкл.	C1, C2	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
	C3	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
	C4	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
> 20,0 до 50,0 вкл.	C1, C2	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
	C3	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	C4	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
> 50,0	C1, C2	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	C3	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
	C4	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0

Додаток Г

Таблиця Г15 – Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору

Найбільший розмір поковки, мм	Допустиме найбільше відхилення від концентричності пробитого отвору для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 100 вкл.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
> 100 до 160 вкл.	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5
> 160 до 250 вкл.	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
> 250 до 400 вкл.	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
> 400 до 630 вкл.	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
> 630 до 1000 вкл.	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0

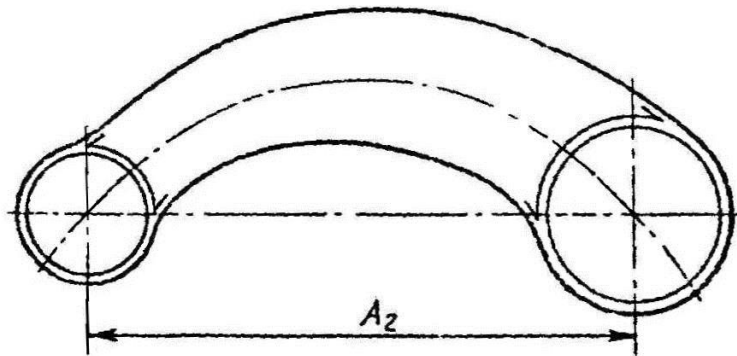


Рисунок Б2 – Вигнутість заготовки

Таблиця Г16 – Допустиме відхилення для вигнутості, площинності, прямолінійності

Найбільший розмір поковки, мм	Допустиме відхилення по вигнутості, площинності для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 100 вкл.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
> 100 до 160 вкл.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
> 160 до 250 вкл.	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
> 250 до 400 вкл.	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
> 400 до 630 вкл.	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
> 630 до 1000 вкл.	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
> 1000 до 1600 вкл.	1,2	1,6	2,0	2,5	3,2
> 1600 до 2500 вкл.	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0

Таблиця Г17 – Допустиме відхилення міжосьової відстані

Міжцентрова відстань, мм	Допустиме відхилення міжосьової відстані для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 60 вкл.	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$
> 60 до 100 вкл.	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$
> 100 до 160 вкл.	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$	$\pm 0,80$
> 160 до 250 вкл.	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$	$\pm 0,80$	$\pm 1,20$
> 250 до 400 вкл.	$\pm 0,30$	$\pm 0,50$	$\pm 0,80$	$\pm 1,20$	$\pm 1,60$
> 400 до 630 вкл.	$\pm 0,50$	$\pm 0,80$	$\pm 1,20$	$\pm 1,60$	$\pm 2,00$
> 630 до 1000 вкл.	$\pm 0,80$	$\pm 1,20$	$\pm 1,60$	$\pm 2,00$	$\pm 3,00$
> 1000 до 1600 вкл.	$\pm 1,20$	$\pm 1,60$	$\pm 2,00$	$\pm 3,00$	$\pm 4,50$
> 1600 до 2500 вкл.	$\pm 1,60$	$\pm 2,00$	$\pm 3,00$	$\pm 4,50$	$\pm 7,00$

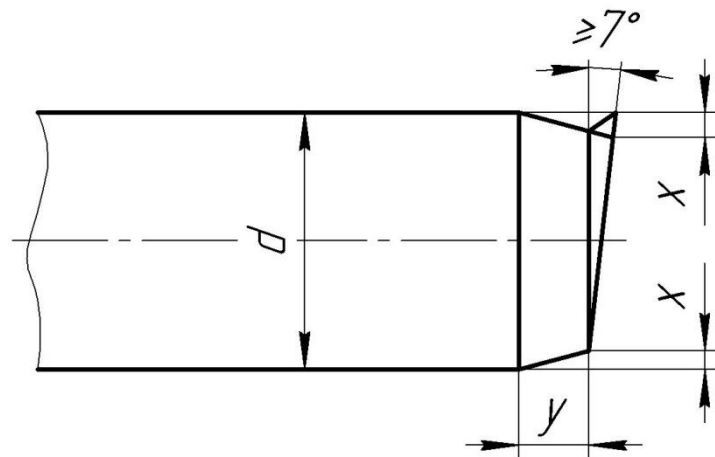


Рисунок Г3 – Допустиме відхилення торця стрижня після відрізання від прутка

Таблиця Г18 – Допустиме відхилення торця стрижня

Діаметр прутка (d), мм	Допустиме відхилення, мм	
	x	y
до 40 включно	$0,08d$	$1d$
> 40	$0,07d$	$0,8d$

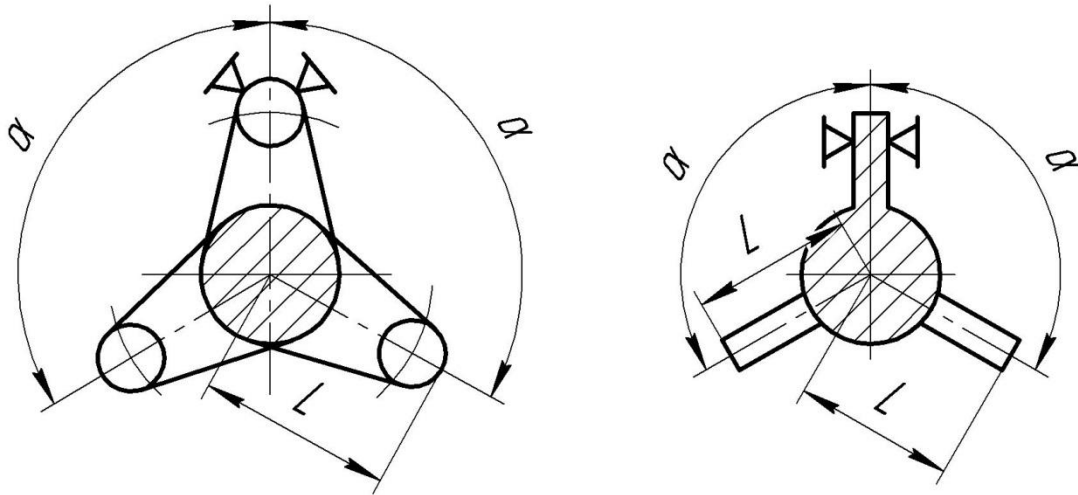


Рисунок Г4 – Відхилення кутових елементів:

L – довжина елемента (відстань від вісі поковки до торця елемента)

Таблиця Г19 – Допустиме відхилення кутових елементів

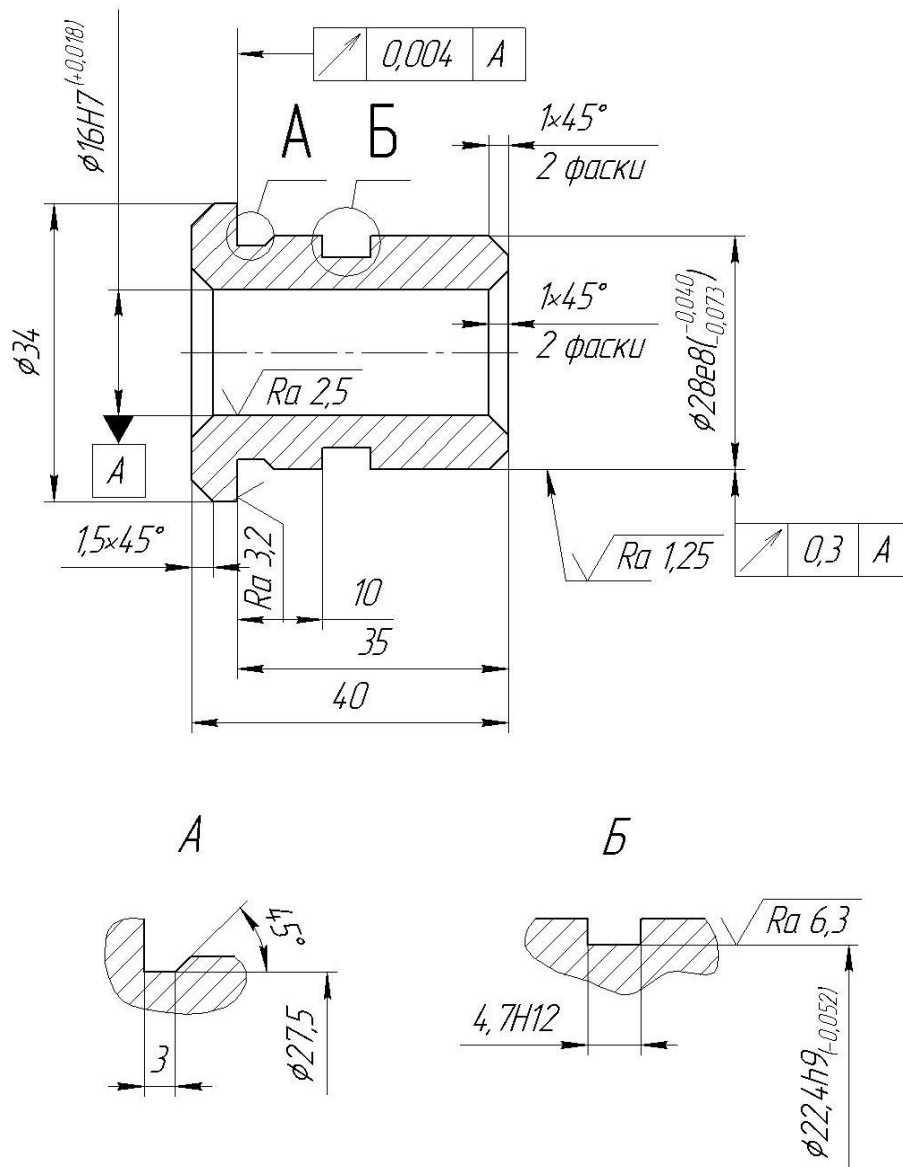
Довжина елемента (L), мм	Допустиме відхилення кутових елементів поковки для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 25 вкл.	$\pm 0^{\circ}45'$	$\pm 1^{\circ}00'$	$\pm 1^{\circ}30'$	$\pm 2^{\circ}00'$	$\pm 2^{\circ}30'$
> 25 до 60 вкл.	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}45'$	$\pm 1^{\circ}00'$	$\pm 1^{\circ}30'$	$\pm 2^{\circ}00'$
> 60 до 100 вкл.	$\pm 0^{\circ}15'$	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}45'$	$\pm 1^{\circ}00'$	$\pm 1^{\circ}30'$
> 100 до 160 вкл.	$\pm 0^{\circ}10'$	$\pm 0^{\circ}15'$	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}45'$	$\pm 1^{\circ}00'$
> 160	$\pm 0^{\circ}05'$	$\pm 0^{\circ}10'$	$\pm 0^{\circ}15'$	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}45'$

Таблиця Г20 – Допуск радіусів заокруглення

Радіус заокруглення, мм	Допуск радіусів заокруглення для класів точності, мм				
	T1	T2	T3	T4	T5
до 4 вкл.	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
> 4 до 6 вкл.	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
> 6 до 10 вкл.	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0
> 10 до 16 вкл.	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0
> 16 до 25 вкл.	2,0	3,0	5,0	8,0	12,0
> 25 до 40 вкл.	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0
> 40 до 60 вкл.	5,0	8,0	12,0	20,0	30,0
> 60 до 100 вкл.	8,0	12,0	20,0	30,0	50,0

Додаток Д

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$



1. Матеріал – сталь 35 ГОСТ 1050-88
2. $h14, H14, \pm IT14/2$

Рисунок Д1 – Втулка

Додаток Д

Таблиця Д1 - Маршрут механічної обробки деталі «Втулка» (рис. Д1)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
1	2	3	4
005	Правити пруток	Прес И5526	
010	Відрізати групову заготовку Ø34 в розмір 2000	Абразивно-відрізний 8Б242	Спеціальний пристрій
015	Торцювати кінці прутка фасками під кутом 20°	Токарний ХС-151	
020	Центрувати торець під свердління, свердлити і зенкувати отвір Ø16Н7 до Ø15,79 ^{+0,11} під розвертання, точити поверхню Ø28е8 до Ø28,4 ^{-0,13} під шліфування, проточити канавки А (b = 3) і Б (b = 4,7Н12), фаску остаточно. Відрізати деталь в розмір 40,5	Токарний автомат 1Е140	Патрон цанговий
025	Промити деталь	Машина для миття	
030	Повісити бірку з номером деталі на тару	Шпонково-фрезерний 6930	Верстатні лещата
035	Підрізати другий торець до розміру 40, точити і розточити фаски. Розвернути отвір Ø16Н7 ^(+0,018) остаточно	Токарно-револьверний 1П340ПЦ	Патрон цанговий Вкладиш Ø28
040	Шліфувати поверхню Ø28е8 (^{-0,040} / _{-0,073}) з підшліфовкою торця остаточно	Круглошліфувальний 3М153Е	Оправка, центри, хомутик, прилад активного контролю
045	Промити деталь	Машина для миття	
050	Технічний контроль	Плита за ГОСТ 10905-75	
055	Нанесення покриття		

$\sqrt{Ra6,3}$ ($\sqrt{\quad}$)

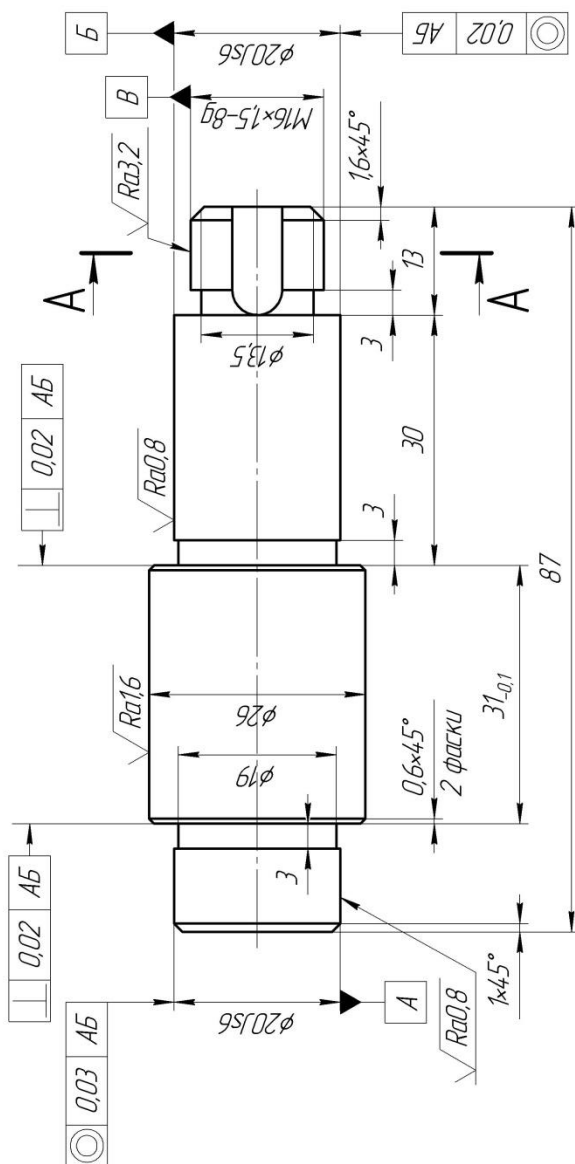
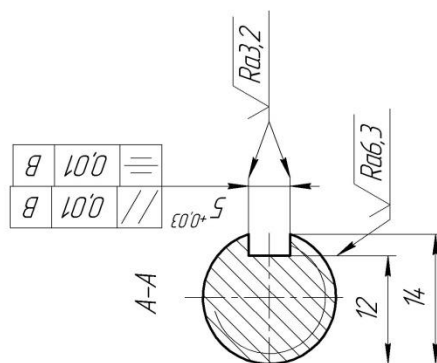


Рисунок Д2 - Вал



- 1 45...50 HRC₃
- 2 Вид заготовки – прокат.
- 3 Матеріал – сталь 45.
- 4 Число деталей з заготовки – 31.
- 5 Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Додаток Д

Таблиця Д2 - Маршрут механічної обробки деталі «Вал» (рис. Д2)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Рубати пруток Ø28, витримуючи розмір 3000	Прес КБ 934	
010	Правити пруток(у міру потреби)	Прес И5526	
015	Торцювати кінці прутка фасками під кутом 20°	Токарний ХС-151	
020	Підрізати і центрувати торець, точити шийку під різьбу M16×1,5–8g, шийку Ø20Js $\left(\begin{smallmatrix} +0,0065 \\ -0,0065 \end{smallmatrix}\right)$, під шліфування, Ø26, Ø20Js $\left(\begin{smallmatrix} +0,0065 \\ -0,0065 \end{smallmatrix}\right)$, під шліфування, проточити 3 канавки b=3, точити фаски, відрізати деталь, витримуючи розмір 88	Токарний автомат 1Б240–6К	Наладка, цанговий патрон
025	Підрізати другий торець, витримуючи розмір 12,8 $_{-0,1}$, центрувати торець і точити фаску	Токарний 16Т02П	Цанговий патрон
030	Фрезерувати шпоночний паз b=5, витримуючи розмір 14 остаточно	Шпоночно–фрезерний 6930	Лещата
035	Зачистити заусенці	Вібраційна машина ВМПВ–100	
040	Накатати різьби M16×1,5–8g	Різьбонакатний А9518	Ніж
045	Шліфувати шийку Ø20Js6 $\left(\begin{smallmatrix} +0,0065 \\ -0,0065 \end{smallmatrix}\right)$ з підшліфовкою торця Ø26/Ø20Js6, витримуючи розмір 30 остаточно	Круглошліфувальний 3У10В	Центри, хомутик
050	Шліфувати шийку Ø20Js6 $\left(\begin{smallmatrix} +0,0065 \\ -0,0065 \end{smallmatrix}\right)$ з підшліфовкою торця Ø26/Ø20Js6, витримуючи розмір 13	Круглошліфувальний 3У10В	Центри, хомутик
055	Промити деталь	Машина для миття	
060	Повісити бірку з номером деталі на тару		
065	Технічний контроль	Плита за ГОСТ 10905–86	
070	Нанесення антикорозійного покриття		



276

Додаток Д

Таблиця ДЗ - Маршрут механічної обробки деталі типу
«Шліцевий вал» (рис. ДЗ)

Операція	Зміст або найменування операції	Верстат, обладнання	Оснащення
1	2	3	4
005	Відрізати заготовку	Фрезерно-відрізний	Призматичні тиски
010	Термічна обробка		
015	Фрезерувати торці в розмір 519±0,2 і центрувати з двох сторін одночасно	Фрезерно-центруючий 2Г942	Пристосування при верстаті
020	Точити: шийки Ø80g6 до Ø85; Ø90h7 до Ø95 і фаски	Токарний 16К20Ф3	Обертальний центр, повідковий патрон
025	Точити: шийки Ø85k6 до Ø90, Ø90h7 до Ø95 і фаски Точити: шийки Ø80g6 до Ø80; Ø105f7 до Ø105,5h4, фаски, Ø90h6 до Ø90,5h4, проточити дві канавки В=5	Токарний 16К20Ф3	Те саме
030	Точити шийки Ø80g6 до Ø85,5h4; Ø90h6 до Ø90,5h14, фаски, канавки В=5	Токарний 16К20Ф3	Те саме
035	Фрезерувати шпонковий паз 6	Шпоночно-фрезерний 6930	Самоцентруючі тиски
040	Обробити два різьбових отвори М10 на глибину 10	Радіально-свердлильний 2А554	Пристосування для свердління на торцях валів
045	Фрезерувати шість шліців в розмір 20js, до Ø87,8	Шліцефрезерний горизонтальний напівавтомат 5А352ПФ2	Центри, поводок
050	Фрезерувати шість шліців в розмір 20js, до Ø67,8	Те саме	Те саме
055	Зачистити заусенці	Механізований верстат	
060	Шліфувати шийки Ø80g6, Ø90h7, Ø105f7; торець Д	Круглошліфувальний 3М53ДФ2	Центри, поводок
065	Шліфувати шийки Ø85k6 і Ø90h7	Те саме	Те саме
070	Промити деталь	Машина для миття	
075	Технічний контроль		
080	Нанесення антикорозійного покриття		



Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інші $\pm \frac{IT_{14}}{2}$

Рисунок Е1 - Фланець

Додаток Е

Таблиця Е1 - Маршрут механічної обробки деталі «Фланець» (рис. Е1)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Лиття		
010	Обробка і очищення виливка		
015	Термічна		
020	Підрізати торець $\varnothing 62js7/\varnothing 54$ остаточно і $\varnothing 96/\varnothing 62js7$ остаточно, точити поверхню $\varnothing 62js7$ під шліфування, точити канавку В=3 і фаски	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трьохкулачковий пневматичний патрон
025	Підрізати торець $\varnothing 96$ і точити поверхню $\varnothing 96$	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трьохкулачковий патрон
030	Свердлити та зенкувати 4 отвори $\varnothing 9/\varnothing 14$, фрезерувати 2 лиски в розмір 86	Багатоцільовий свердлильно-фрезерний 21105Н7Ф4	Наладка УСП
035	Притупити гострі кромки	Верстат механізований	Трьохкулачковий патрон
040	Шліфувати поверхню $\varnothing 62js7$ та шліфувати торець $\varnothing 96js7$ остаточно	Універсально-шліфувальний 3У131ВМ	
045	Помити деталь		
050	Технічний контроль		
055	Нанесення антикорозійного покриття		

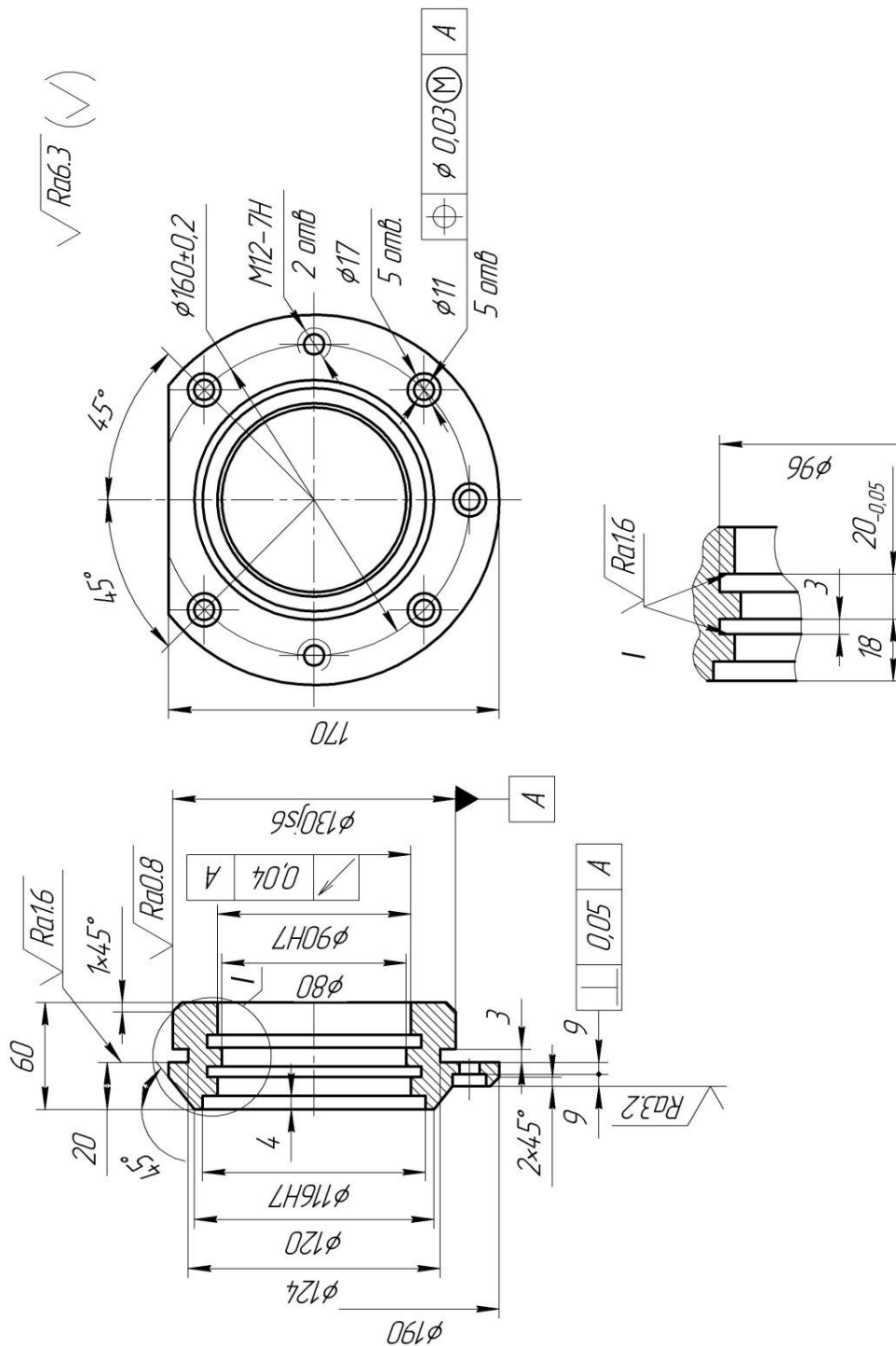


Рисунок Е2 - Стакан

1. Вид заготовки – виливок.
2. Матеріал – чавун СЧ20.
3. Число деталей з заготовки – 1.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: валів $h14$, отворів $H14$, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Додаток Е

Таблиця Е2 - Маршрут механічної обробки деталі «Стакан» (рис. Е2)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Лиття		
010	Обрубка і очищення виливка		
015	Підрізати торці Ø130Js6/Ø90H7, торця Ø190(правий торець), точити поверхню Ø130Js6, точити канавку, розточити отвори Ø80 і Ø90H7, з підрізанням внутрішнього торця Ø90H7/ Ø80	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
020	Підрізати торці Ø190(лівий торець), торець Ø144, розточити отвір Ø116H7, обточити поверхні Ø190 і конічну поверхню Ø144×45°	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
025	Термічна обробка		
030	Підрізати торець Ø130Js6/Ø90H7 остаточно, точити поверхню Ø130Js6 з підрізанням торця Ø190(правий торець) під шліфування, фаски, канавку остаточно. Розточити отвір Ø90H7 з підрізанням внутрішнього торця Ø90H7/ Ø80 і отвір Ø80, канавки 3×Ø96 остаточно, притупити гострі кромки	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
035	Підрізати торці Ø144/Ø116H7, точити поверхню Ø190, конусну поверхню Ø144×45° остаточно. Розточити отвори Ø90H7, з підрізанням внутрішнього торця Ø90H7/ Ø80 під тонке розточування виточки Ø116H7 і двох канавок 3×Ø96	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий пневматичний патрон
040	Свердлити 5 отворів Ø11, два отвори Ø10,2 під різьбу М12 – 7Н, зенкувати 5 отворів Ø11/Ø17, фаски 2×60°, нарізати різь М12. Фрезерувати лиски у розмір 120	Багатоцільовий вертикальний фрезерно-свердильний ГФ2171	Наладка УСПО
045	Зачистити заусенці	Машина для зняття заусенців	
050	Розточити два отвори Ø90H7	Алмазно – розточний (спеціальний)	Установочне пристосування
055	Шліфувати Ø130Js6 з підшліфуванням торця Ø190(правий торець)	Круглошліфувальний напівавтомат 3У131ВМ	Спеціальна оправка
060	Промити деталь	Машина для миття	
065	Технічний контроль		
070	Нанесення антикорозійного покриття		

Додаток І

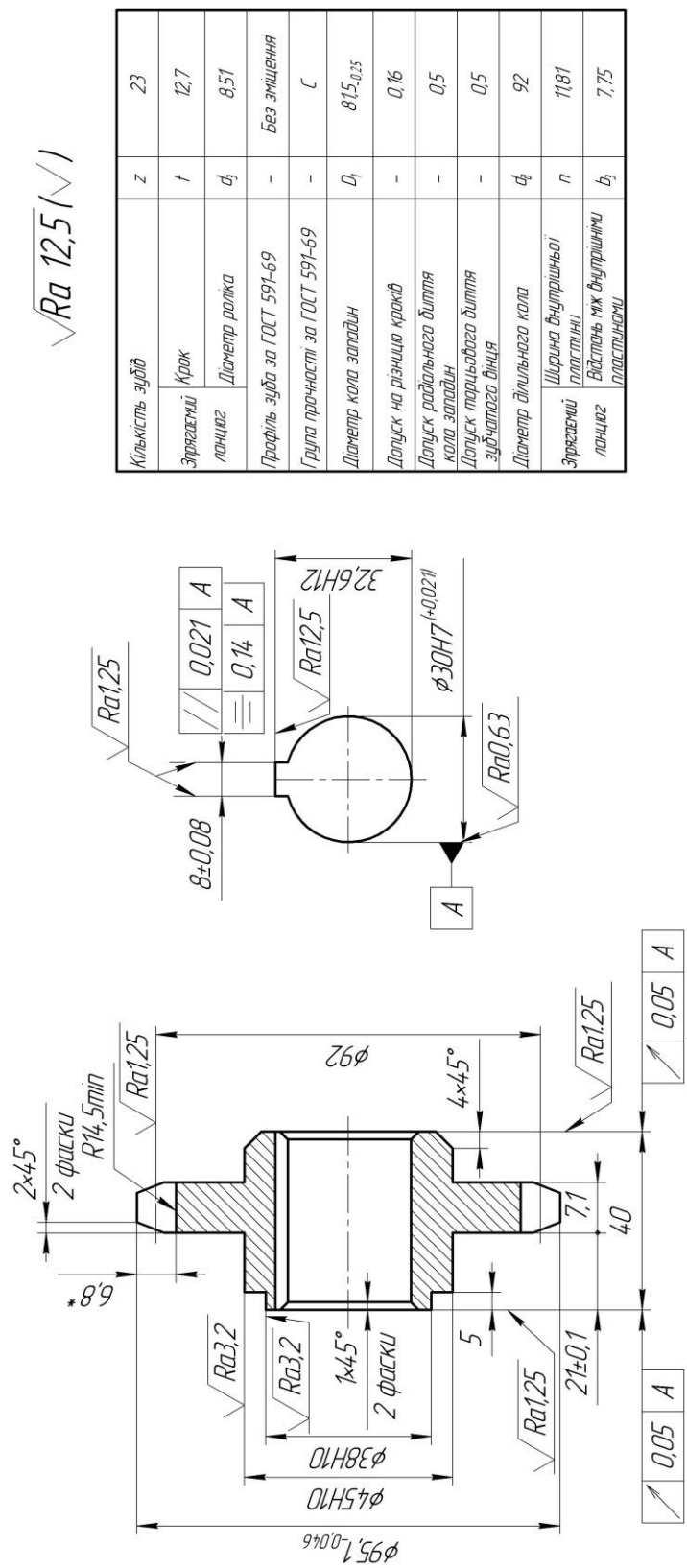


Рисунок І1 - Зірочка

1. Зубці обробити ТВЧ на глибину 1...3(мм) до твердості 45...50 HRC.
2. Вид заготовки – штампівка.
3. Матеріал – Сталь 45.
4. Число деталей з заготовки – 1.
5. Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Додаток I

Таблиця I1 - Маршрут механічної обробки деталі «Зірочки» (рис. I1)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Відрізати заготовку	Абразивно-відрізний 8Б262	Лещата
010	Кування		
015	Термічна обробка		
020	Підрізати торці $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ і $\varnothing 45/\varnothing 30H7$ попередньо, обточити зовнішню поверхню $\varnothing 95,1_{-0,46}$ і $\varnothing 45$ попередньо. Розточити і обточити фаски.	Токарний напівавтомат з ЧПК КТ141	Трикулачковий патрон
025	Підрізати торці $\varnothing 38/\varnothing 30H7$ і $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ попередньо. Обточити зовнішні поверхні $\varnothing 38$ і $\varnothing 45$ попередньо. Розточити і обточити фаски.	Токарний напівавтомат з ЧПК КТ141	Трикулачковий патрон
030	Протягнути отвір $\varnothing 30H7$	Горизонтально-протяжний 7512	Жорстка опора
035	Протягнути паз В=8Н9 остаточно	Горизонтально-протяжний 7512	Напрямна втулка
040	Підрізати торці $\varnothing 38/\varnothing 30H7$ і $\varnothing 95,1/\varnothing 45$ остаточно. Обточити зовнішні поверхні $\varnothing 38$ і $\varnothing 45$, $\varnothing 95,1_{-0,46}$ і $R=14,5$ остаточно. Розточити і обточити фаски.	Токарний з ЧПК 16Б16Ф3	Спеціальна оправка
045	Технічний контроль		
050	Фрезерувати 22 зуба ($m=12,7$) остаточно.	Зубофрезерний 53А20В	Пристосування
055	Зачистити заусенці	Вібробункер	
060	Помити деталь	Миюча машина	
065	Технічний контроль		
070	Термічна обробка	Установка в ТВЧ	
075	Шліфувати отвір $\varnothing 30H7$ остаточно	Внутрішньо-шліфувальний 3А227АФ2	Індуктор Трикулачковий патрон
080	Промити деталь	Миюча машина	
085	Технічний контроль		
090	Нанести антикорозійне покриття		

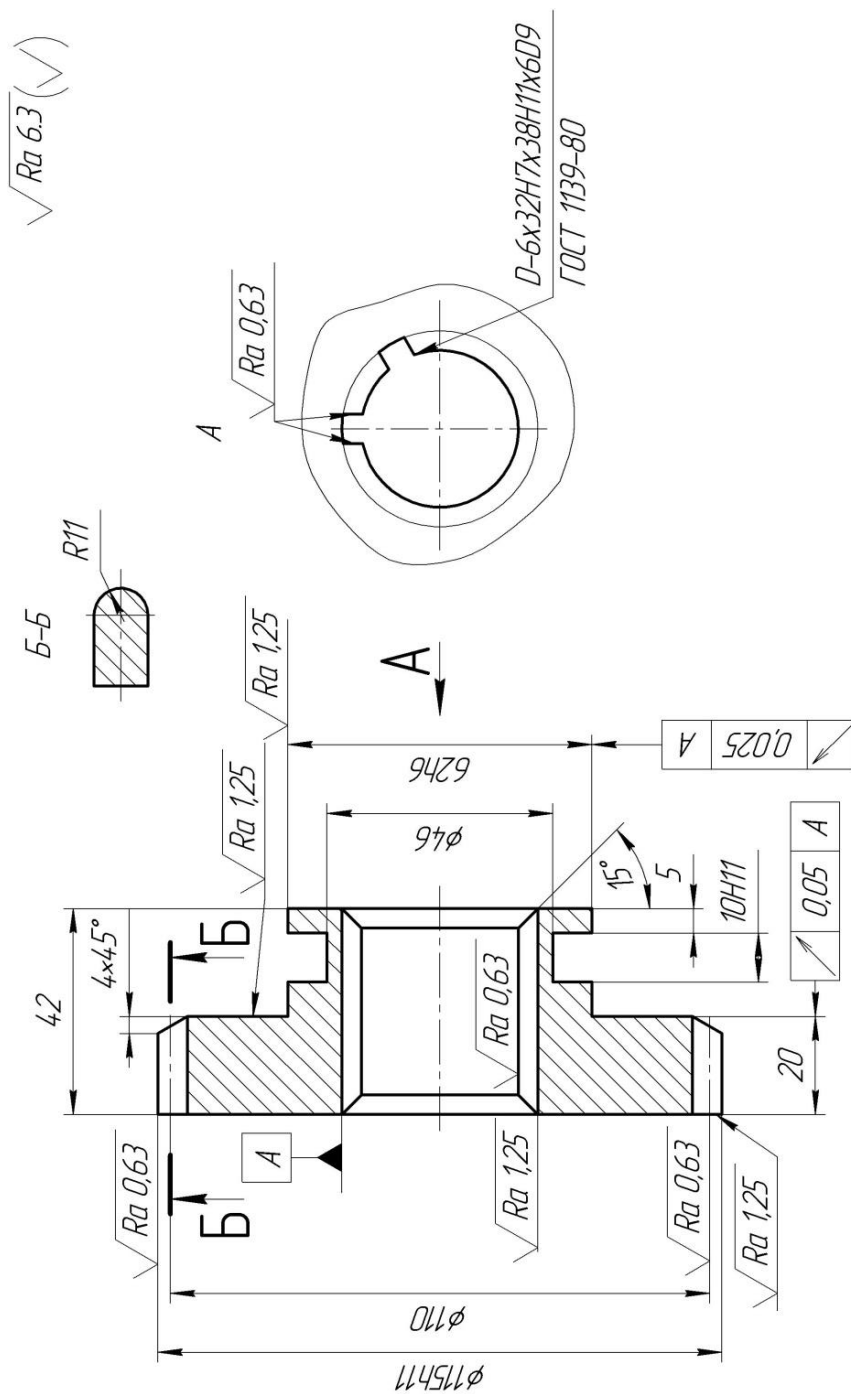


Рисунок І2 - Зубчасте колесо з шліцевим отвором.

1. Вид заготовки – штамповка.
2. Матеріал – сталь 25ХГТ.
3. Гартування ТВЧ 45..50 HRC
4. Число деталей з заготовки – 1.
5. Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Додаток I

Таблиця I2 - Маршрут механічної обробки деталі «Зубчасте колесо з шліцевим отвором» (рис. I2)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Відрізати заготовку	Абразивно-відрізний	Лещата
010	Кувальна		
015	Термічна обробка(відпал)	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
020	Підрізати торці Ø115h11/Ø62h6 і Ø62h6/Ø32H7попередньо. Точити зовнішню поверхню Ø62h6 з підрізанням торця попередньо. Обробити отвір під Ø32H7 до Ø30. Обточити і розточити фаски	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
025	Підрізати торець Ø115h11/Ø32H7 попередньо. Точити зовнішню поверхню Ø115h11 попередньо. Точити фаски	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
030	Протягнути восьми - шліцевий отвір Ø32H7×Ø38H11×6D9 під шліфування	Протяжний 7512	Жорстка опора
035	Підрізати торець Ø115h11/Ø62h6 остаточно, торці Ø62h6/Ø32H7 і Ø115h11/Ø32H7 під шліфування. Точити зовнішню поверхню Ø62h6 з підрізанням торця остаточно і поверхню Ø115h11 під шліфування. Точити паз В = 10H11. Точити фаски.	Токарний з ЧПК КТ141	Спеціальна оправка
040	Технічний контроль		
045	Фрезерувати 44 зуба (m = 2,5) під шліфування (по две деталі)	Зубофрезерний 53A20В	Пристосування
050	Закруглити 44 зуба (m = 2,5) остаточно	Зубозакругляючий напівавтомат 5Е580	Пристосування
055	Зачистити заусенці на торцях зубців	Одношпиндельний напівавтомат для зняття фасок 5Б525	Трикулачковий патрон
060	Калібрувати восьмишліцевий отвір	Прес ЛС6–НА	Підставка
065	Термічна обробка		
070	Шліфувати зовнішню поверхню Ø115h11і торець Ø115h11/Ø32H7 остаточно	Круглошліфувальний 3Т161Д	Грибова оправка
075	Шліфувати отвір Ø32H7 і торець Ø62h6/Ø32H7 остаточно	Внутрішньошліфувальний 3А227АФ2	Пристосування
080	Шліфувати Ø62h6 і торець остаточно	Круглошліфувальний 3Т161Д	Грибова оправка
085	Шліфувати бокові сторони шліців остаточно	Спеціальний	Трикулачковий патрон
090	Шліфувати 44 зуба (m = 2,5) остаточно	Зубошліфувальний 5В833	Оправка
095	Промити деталь	Машина для миття	
100	Технічний контроль		
105	Нанесення антикорозійного покриття		

Додаток І

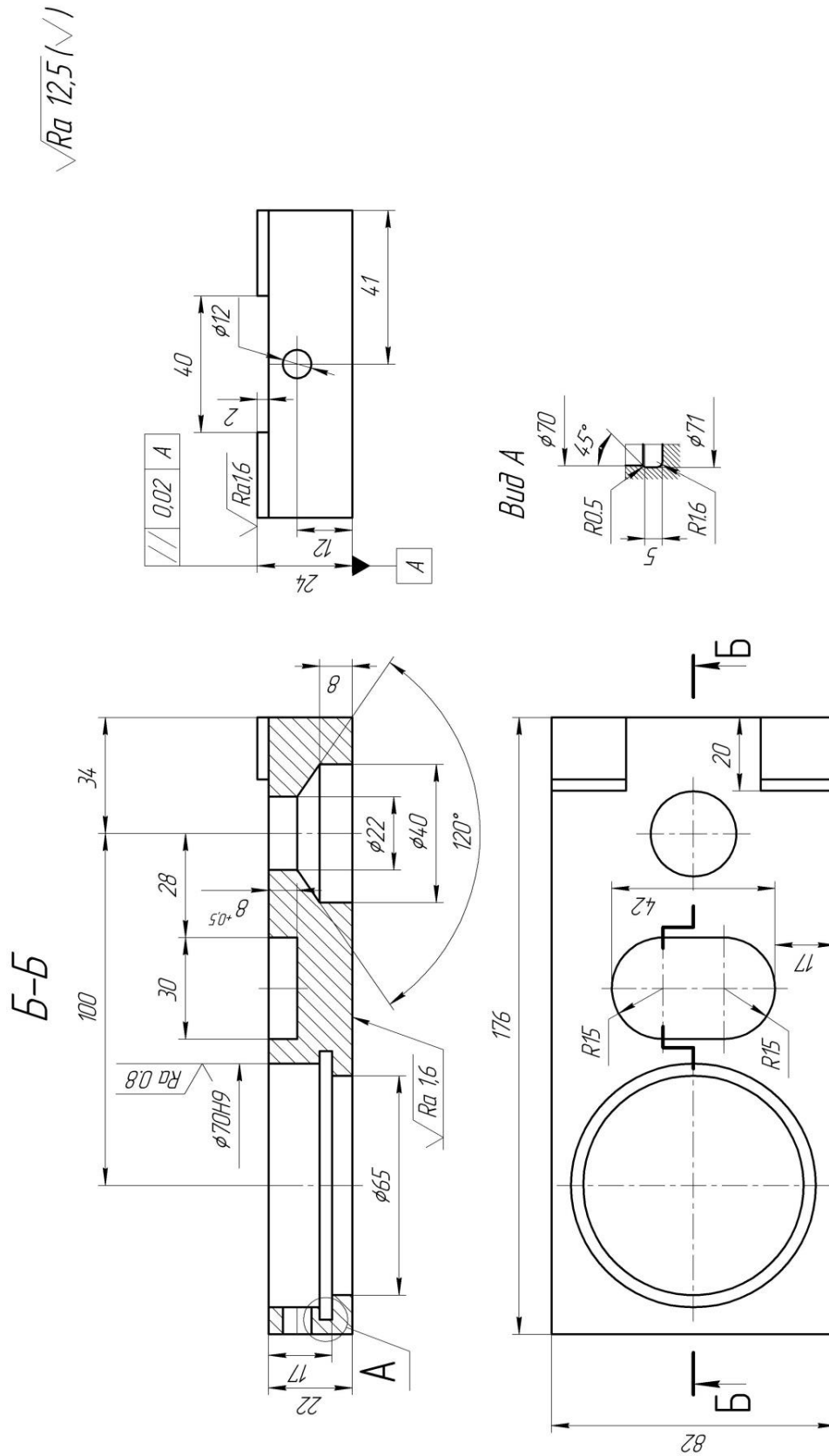


Рисунок І1 - Планка

1. Вид заготовки – полоса.
2. Матеріал – Сталь 45.
3. Число деталей із заготовки – 1.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: валів $h14$, отворів $H14$, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Додаток К

Таблиця І1 - Маршрут механічної обробки деталі «Планка» (рис. І1)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Відрізати заготовку від полоси	Абразивно-відрізний 8Б262	Лещата
010	Повісити бірку з проміром деталі на тару		
015	Фрезерувати дві поверхні в розмір 24,3 під шліфування і дві поверхні 82 остаточно.	Вертикально-фрезерний 6Т12	Гідролещата Двохпозиційна наладка
020	Фрезерувати два торці під розмір 176 остаточно.	Горизонтально-фрезерний 6Т82Г	УСП з гідравлічним затискачем
025	Зачистити заусенці після фрезерування	Машина для зняття заусенців	
030	Шліфувати дві поверхні в розмір 24 остаточно	Плоскошліфувальний 3П722ДВ	Магнітна плита
035	Зачистити заусенці та притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
040	Фрезерувати два платика в розмір 20×40×2 остаточно. Свердли, розточити і розвернути один отвір Ø65/Ø71/Ø70Н9 остаточно, фрезерувати паз В=30 і h=8 ^{+0,5} остаточно, свердли і зенкувати один отвір Ø22/Ø45 остаточно.	Розточувально-свердлильно-фрезерний з ЧПК і інструментальним магазином 2254ВМФ4	Наладка УСП двопозиційна
045	Свердли один отвір Ø12	Вертикально-свердлильний 2Н125-1	Кондуктор
050	Зачистити заусенці	Машина для зняття заусенців	
055	Помити деталь	Миюча машина	
060	Технічний контроль		
065	Хімічне оксидування		
070	Нанесення антикорозійного покриття		

✓(✓/✓)

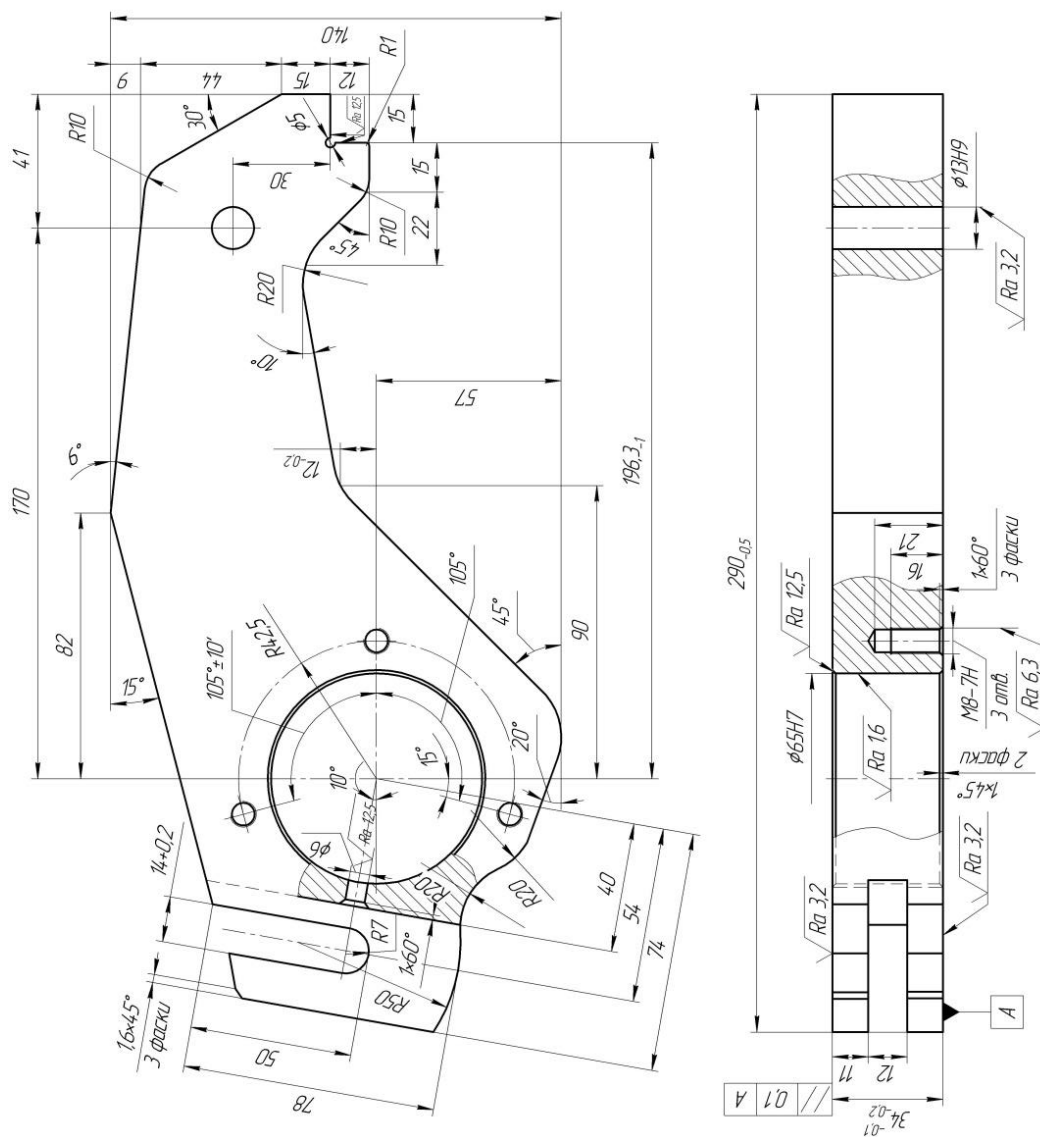


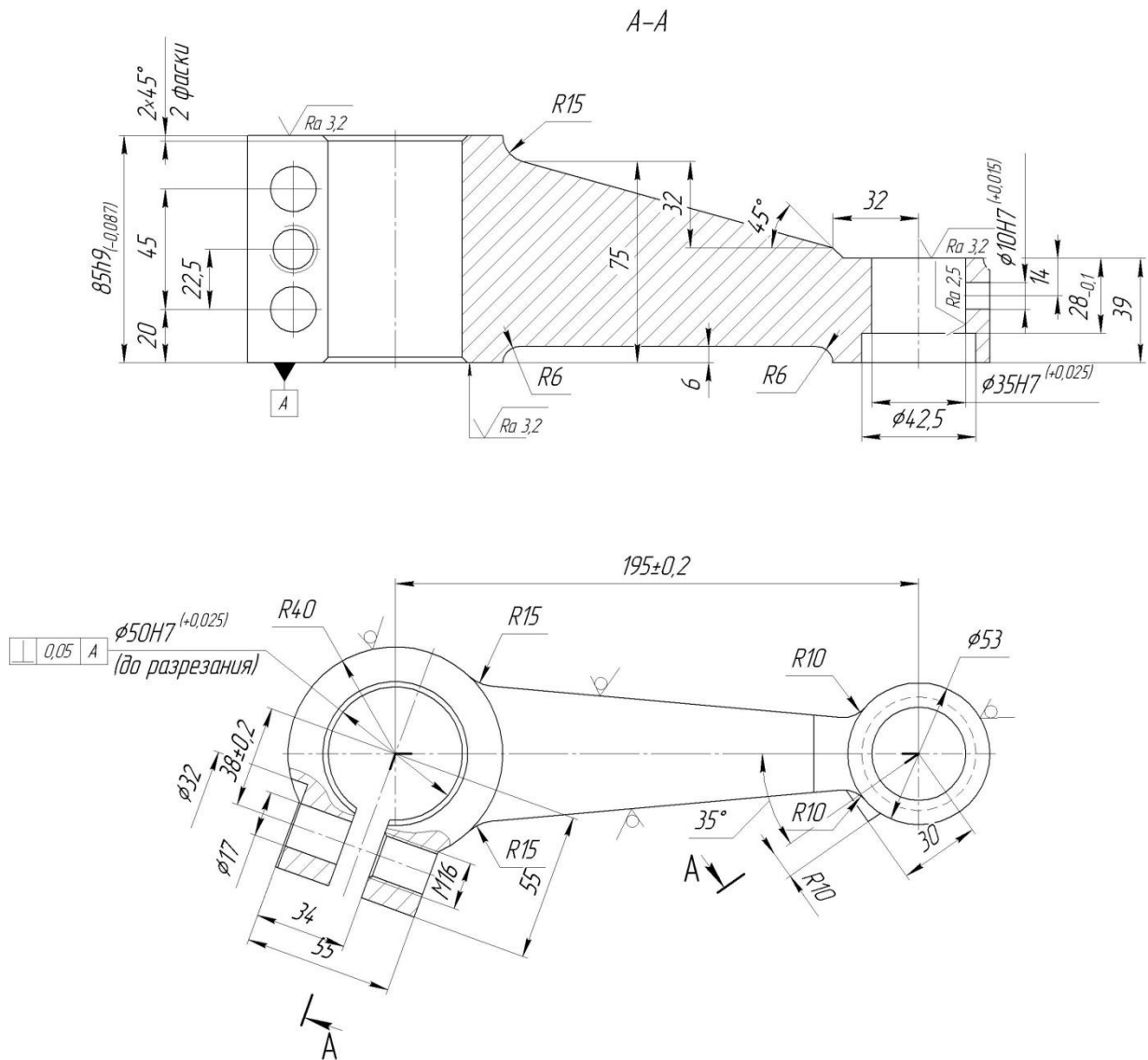
Рисунок І2 - Важіль

1. Вид заготовки – лист
2. Матеріал – сталь 20Х
3. Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інших $\pm IT \frac{14}{2}$

Додаток К

Таблиця Ї2 - Маршрут механічної обробки деталі типу «Важіль» (рис. Ї2)

Операція	Зміст або найменування операції	Верстат, обладнання	Оснащення
005	Вирізати заготовку з листа	Машина з ЧПК для вирізки	
010	Нанести бирку з номером деталі на тару		
015	Шліфувати дві площини в розмір 34,5 попередньо	Плоскошліфувальний з круглим висувним столом і вертикальним шпинделем підвищеної точності 3E756Ф2	Магнітний стіл
020	Обробити отвори Ø65H7 до Ø64,5 і отвір Ø13H14 до Ø13H9 (технологічно)	Вертикальний розточувально-свердлильно-фрезерний з ЧПК і інструментальним магазином 2256ВМФ2	Наладка УСПО (УВПО)
025	Фрезерувати контур деталь остаточно, паз $B=14+0,2$ остаточно, три фаски $1,6 \times 45^\circ$ і паз $B=18^{+0,4}_{+0,1}$ остаточно. Свердлити отвір Ø5 під вихід круга	Вертикальний консольний фрезерний з ЧПК і інструментальним магазином ГФ2171	Наладка УСПО (УВПО)
030	Фрезерувати уступ по розмірам 15 і 12 під шліфування	Горизонтальний консольно-фрезерний 6Т82Г	Пристосування
035	Зачистити заусенці	Машина для зняття заусенців	
040	Свердлити і нарізати різьбу М8-7Н в трьох отворах остаточно	Вертикальний свердлильний з ЧПК 2Р135Ф2-1	Наладка УСПО
045	Свердлити отвір Ø6, розсвердлити отвір Ø12, зенкувати фаску остаточно	Радіально-свердлильний 2К52-1	Кондуктор
050	Термічна обробка		
055	Шліфувати дві площини в розмір $34^{-0,1}_{-0,2}$ остаточно	Плоскошліфувальний з горизонтальним шпинделем і прямокутним столом 3E711ВФ2	Магнітна плита
060	Розточити отвір Ø65H7 остаточно	Координатно-розточний 2431С	Нормальне кріплення
065	Шліфувати уступ 15×12 попередньо	Плоскошліфувальний з горизонтальним шпинделем і хрестоподібним столом 3E711ВФ2	Пристосування
070	Шліфувати уступ 15×12 остаточно	Те саме	Те саме
075	Полірувати деталь		
080	Промити деталь	Машина для миття	
085	Технічний контроль		
090	Нанесення антикорозійного покриття		



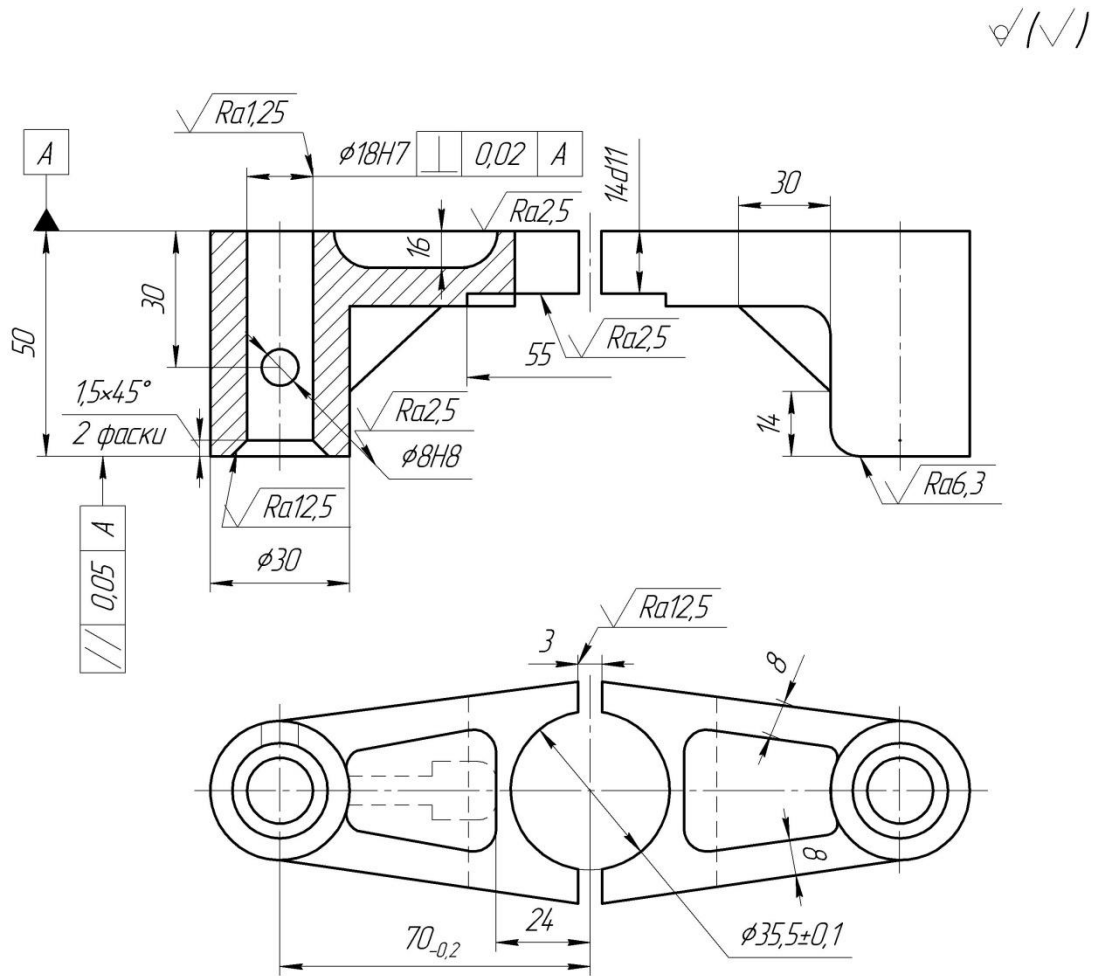
1. Вид заготовки – виливок.
2. Матеріал – Сталь 45Л.
3. Число деталей з заготовки – 1.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: валів $h14$, отворів $H14$, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Рисунок ЇЗ - Важіль

Додаток К

Таблиця ІЗ - Маршрут механічної обробки деталі «Важіль» (рис. ІЗ)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, Обладнання	Пристосування
1	2	3	4
005	Лиття		
010	Обрубкування і очищення виливка		
015	Фрезерувати літники	Вертикально – фрезерний консольний 6Т13	Лещата
020	Повісити бирку з номером деталі		
025	Фрезерувати нижню площину з припуском на шліфування	Вертикально – фрезерний консольний 6Т13	Пристосування
030	Шліфувати нижню площину остаточно	Плоскошліфувальний з прямокутним столом і горизонтальним шпинделем підвищеної точності 3П722ДВ	
035	У першій позиції: фрезерувати поверхню бобишок в розмір 85 і 39 остаточно, розточити отвори Ø50Н7, Ø35Н7 і фаски остаточно; цекувати виточку Ø42,5 остаточно. В другій позиції: обробити два отвори Ø32/ Ø17/ М16 і один отвір М12 остаточно, фрезерувати паз В = 3 остаточно	Багатоцільовий (свердлильно – фрезерно – розточний) вертикальний високої точності 2256ВМФ4	Наладка УСПО двопозиційна
040	Обробити отвір Ø10Н7 остаточно	Радіально – свердлильний 2К52-1	Кондуктор
045	Зачистити заусенці	Машина для зняття заусенців	
050	Миюча	Машина для миття	
055	Технічний контроль		

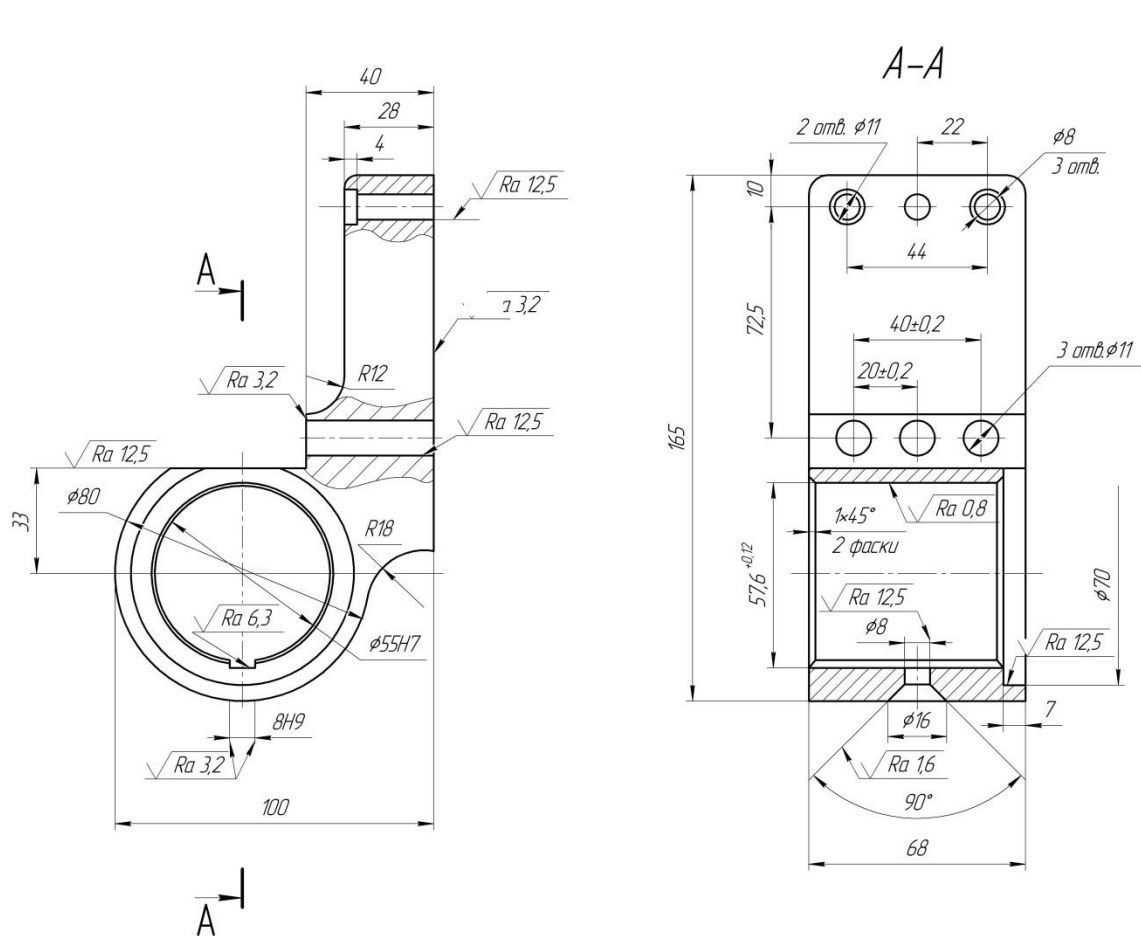


1. Вид заготовки – виливок.
2. Матеріал – чавун СЧ 20.
3. Число деталей з заготовки – 2.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: валів $h14$, отворів $H14$, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Рисунок І4 - Вилка

Таблиця І4 - Маршрут механічної обробки деталі «Вилка» (рис. І4)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Лиття		
010	Обробка і очищення виливка		
015	Малярна		
020	Повісити бирку з номером деталі на тару		
025	В першій позиції: фрезерувати площину прилягання з припуском під шліфування. Свердлити, розточити та розвернути два отвори $\varnothing 18H7$, зенкувати фаски, розточити отвір $\varnothing 35,5 \pm 0,1$ остаточно. В другій позиції: фрезерувати заглиблення в розмір 14,2 під шліфування, зенкувати фаски $1 \times 45^\circ$ в двох отворах $\varnothing 18H7$.	Вертикально-фрезерний з ЧПК і інструментальним магазином ГФ2171	Наладка УСПО двопозиційна чотиримісна
030	Свердлити один отвір $\varnothing 8H8$ під штифт, зенкерувати, розвернути отвір	Вертикально-свердильний з ЧПК 2Р135	Спеціальне пристосування
035	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
040	Термічна обробка		
045	Шліфувати площину прилягання остаточно	Плоскошліфувальний 3П722ДВ	Магнітна плита
050	Шліфувати заглиблення в розмір 14d11	Плоскошліфувальний 3П722ДВ	Магнітна плита
055	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
060	Промити деталь	Машина для миття	
065	Технічний контроль		
070	Нанесення антикорозійного покриття		



1. Вид заготовки – виливок.

2. Матеріал – чавун СЧ 20.

3. Число деталей з заготовки – 1.

4. Невказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інші $\pm \frac{IT14}{2}$

Рисунок І5 - Кронштейн.

Додаток К

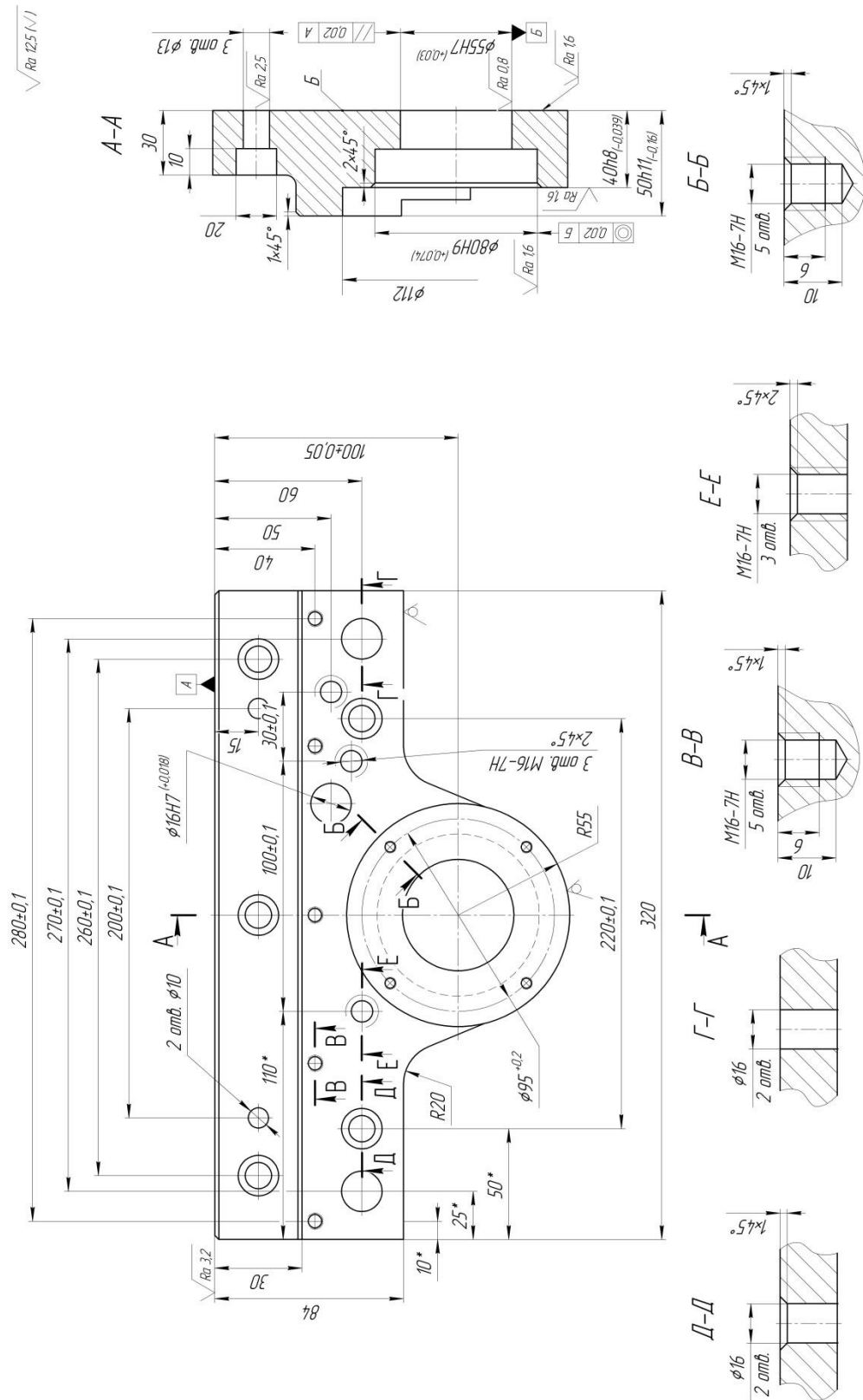
Таблиця І5 - Маршрут механічної обробки деталі типу «Кронштейн» (рис. І5)

Операція	Зміст або найменування операції	Верстат, обладнання	Оснащення
005	Лиття		
010	Обрубка та очищення виливка		
015	Малярна		
020	Нанести бирку з номером деталі на тару		
025	В першій позиції: фрезерувати площину прилягання в розміри 100 і 28 остаточно. Свердлити чотири отвори Ø11. Свердлити і розвернути два отвори Ø8 до Ø8H7 технологічно. У другій позиції: фрезерувати уступ в розміри 40 і 73 (R40+33) остаточно. Зенкувати два отвори Ø11 до Ø20 остаточно. В третій позиції: розточити отвір Ø55H7, виточку Ø70 з пропіловкою торця Ø55H7/Ø70 остаточно.	Розточувально-свердлильно-фрезерний з ЧПК і інструментальним магазином 2254ВМФ4	Наладка УСПО (УВПО) трипозиційна
030	Зенкувати фаску 1×45° в отворі Ø55H7	Вертикально-свердлильний 2Н135-1	Підставка
035	Протягнути паз b=8H9 остаточно	Горизонтально-протягувальний 7512	Пристосування
040	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
045	Промити деталь	Машина для миття	
050	Технічний контроль		
055	Нанесення антикорозійного покриття		

296

Таблиця Ї6 - Маршрут механічної обробки деталі «Кронштейн» (рис. Ї6)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Лиття		
010	Обрубкування і очищення виливка		
015	Повісити бірку з номером деталі на тару		
020	Фрезерувати поверхню прилягання попередньо	Вертикально – фрезерний 6Т13	Пристосування
025	Фрезерувати торець отвору Ø35Н7 попередньо, розточити отвір Ø35Н7 попередньо	Багатоцільовий з ЧПК та інструментальним магазином ИР320МФ4	Наладка УСП двомісна
030	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
035	Термічна обробка		
040	Фрезерувати торець отвору Ø35Н7 остаточно, розточити і розвернути отвір Ø35Н7 остаточно, свердли, зенкерувати і розвернути отвір Ø8Н7 остаточно	Багатоцільовий з ЧПК та інструментальним магазином ИР320МФ4	Наладка УСП
045	У першій позиції: фрезерувати поверхню прилягання і паз 35 (15+20) остаточно, свердли чотири отвори Ø7, два отвори Ø6, свердли і нарізати різь в двох отворах М6 – 7Н. В другій позиції: зенкувати чотири отвори Ø7 до Ø11 остаточно, розточити два отвори Ø6 до Ø11 остаточно, центрувати, свердли і нарізати різь М10 – 7Н остаточно	Багатоцільовий з ЧПК та інструментальним магазином ИР320МФ4	Наладка УСП двопозиційна
050	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
055	Технічний контроль		
060	Консервація		



1. Вид заготовки – виліток.
2. Матеріал – чавун СЧ 20.
3. Число деталей з заготовки – 1.
4. Небказані граничні відхилення розмірів: валів h14, отворів H14, інші $\pm \frac{IT14}{2}$.

Рисунок І7 - Кронштейн

Додаток К

Таблиця І7 - Маршрут механічної обробки деталі «Кронштейн» (рис. І7)

Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
1	2	3	4
005	Лиття		
010	Обрубання і очищення виливка		
015	Малярна		
020	Повісити бірку з номером деталі на тару		
025	Фрезерувати поверхню Б в розмір 32 і протилежну поверхню в розмір 52 попередньо	Карусельно-фрезерний 6М23С13	Пристосування двопозиційне чотиримісне з гідравлічним затискачем
030	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
035	Фрезерувати верхню поверхню в розмір 86	Горизонтально-фрезерний 6Т82Г	Пристосування з гідравлічним затискачем
040	Фрезерувати два торця в розмір 324 попередньо	Горизонтально-фрезерний 6Т82Г	Пристосування двопозиційне з гідравлічним затискачем
045	Розточити отвір Ø55Н7 попередньо до Ø60	Горизонтально-розточний 2А614Ф1	Пристосування
050	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
055	Старити деталь		
060	Фрезерувати верхню поверхню Б в розмір 30,3 і протилежну поверхню в розмір 50,6 під шліфування	Карусельно-фрезерний 6М23С13	Пристосування двопозиційне чотиримісне з гідравлічним затискачем
065	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
070	Фрезерувати верхню поверхню в розмір 84 остаточно	Горизонтально-фрезерний 6Т82Г	Пристосування з гідравлічним затискачем
075	Фрезерувати два торця в розмір 320 остаточно	Горизонтально-фрезерний 6Т82Г	Пристосування двопозиційне з гідравлічним затискачем

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

1	2	3	4
080	Шліфувати поверхню Б в розмір 30 і протилежну поверхню в розмір 50 остаточно	Плоско-шліфувальний 3П722ДВ	Магнітна плита
085	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
090	Розточити отвір Ø55Н7, отвір Ø80Н9 і проточку Ø112 остаточно. Свердлити і зенкувати 3 отв. Ø13/Ø20; свердлити два отвори Ø16 і два отвори Ø10, свердлити, зенкувати і розвернути отвір Ø16Н7, свердлити і нарізати різьбу в одинадцяти отворах М6-7Н, свердлити і нарізати різьбу в трьох отворах М16-7Н, свердлити, розсвердлити і нарізати різьбу в отворі Ø20/М10×1-7Н	Горизонтальний розточно-свердлильно-фрезерний верстат з ЧПК і інструментальним магазином 2204ВМФ4	Наладка УСПО
095	Притупити гострі кромки	Машина для зняття заусенців	
100	Промити деталь	Машина для миття	
105	Технічний контроль		
110	Нанесення антикорозійного покриття		

Додаток К

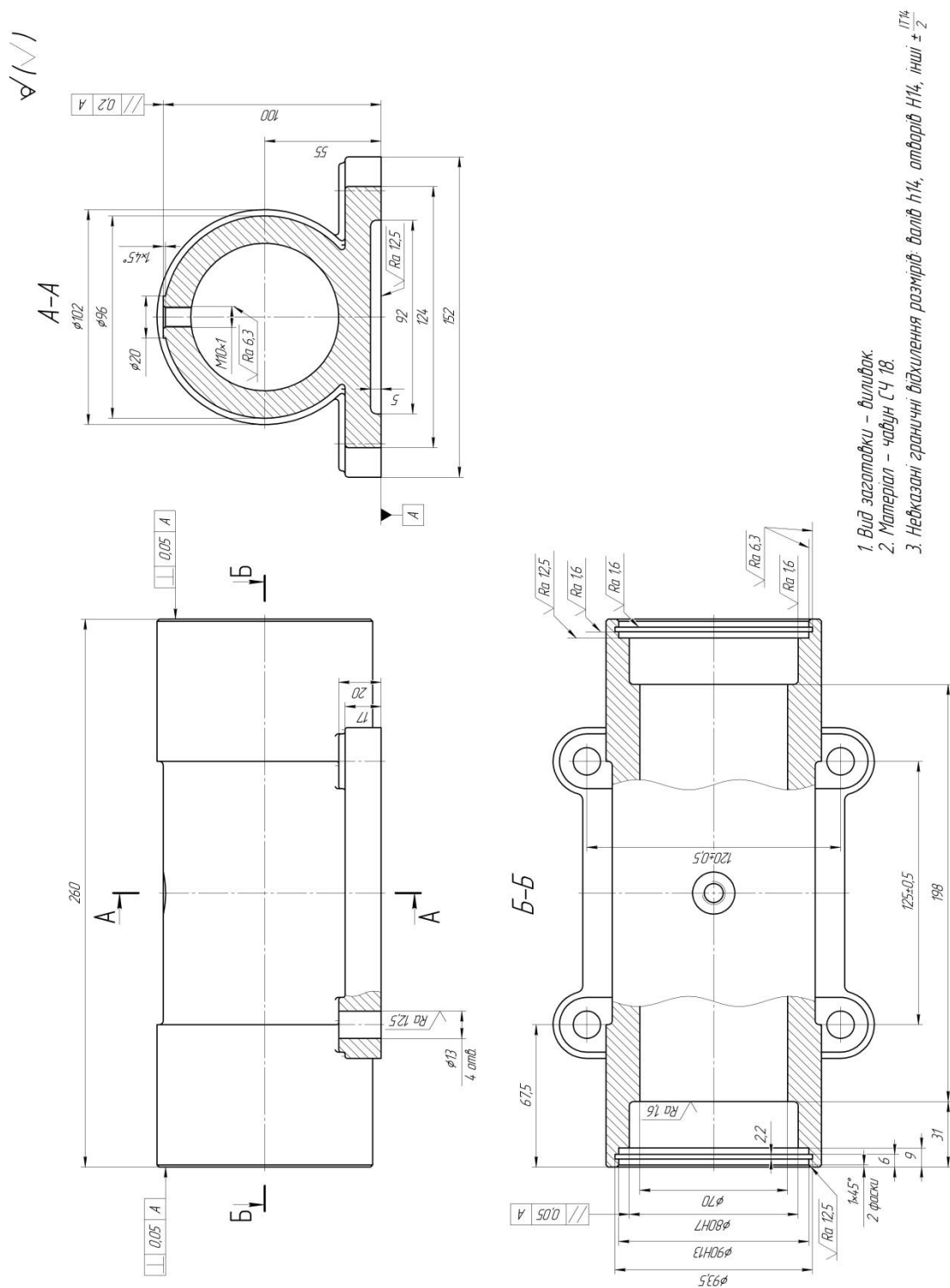


Рисунок К1 - Корпус.

Таблиця К1 - Маршрут механічної обробки деталі типу
«Корпус» (рис. К1)

Операція	Зміст або найменування операції	Верстат, обладнання	Оснащення
005	Лиття		
010	Обрубка та очищення виливка		
015	Фрезерувати площину основи остаточно. Свердлити чотири отвори $\varnothing 13$ остаточно. Фрезерувати площину бобишки $\varnothing 20$ остаточно, свердлити і нарізати різь М10×1-7Н в одному отворі остаточно. Фрезерувати торець $\varnothing 102$, витримуючи розмір 230 остаточно. Розточити виточки $\varnothing 80H7$; $\varnothing 90H13$ і фаску $1 \times 45^\circ$ остаточно. Фрезерувати канавку $b=2,2 \pm 0,5$ остаточно. Повернути стіл на 180° . Розточити виточки $\varnothing 80H7$; $\varnothing 90H13$ і фаску $1 \times 45^\circ$ остаточно. Фрезерувати канавку $2,2 \pm 0,5$ остаточно	Багатоцільовий з ЧПК і інструментальним магазином ІР500МФ4	Наладка УСПО (УПВО)
020	Притупити гострі кромки	Верстак	
025	Технічний контроль		
030	Нанесення антикорозійного покриття		

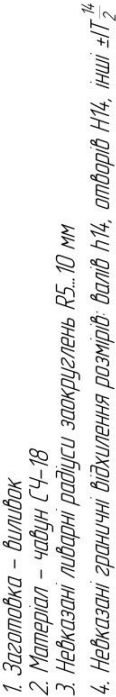


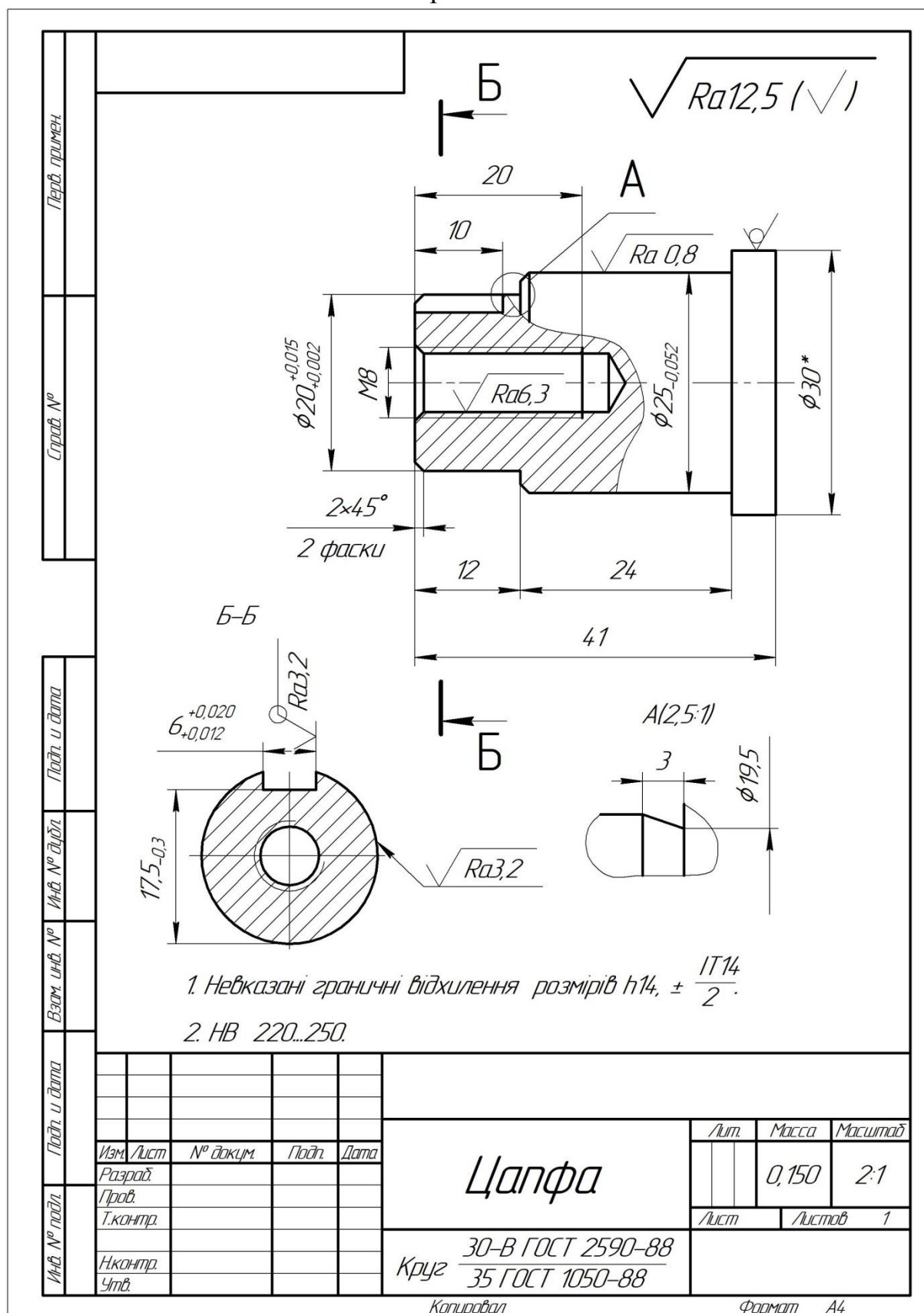
Рисунок К2 - Корпус

Таблиця К2 - Маршрут механічної обробки деталі «Корпус» (рис. К2)

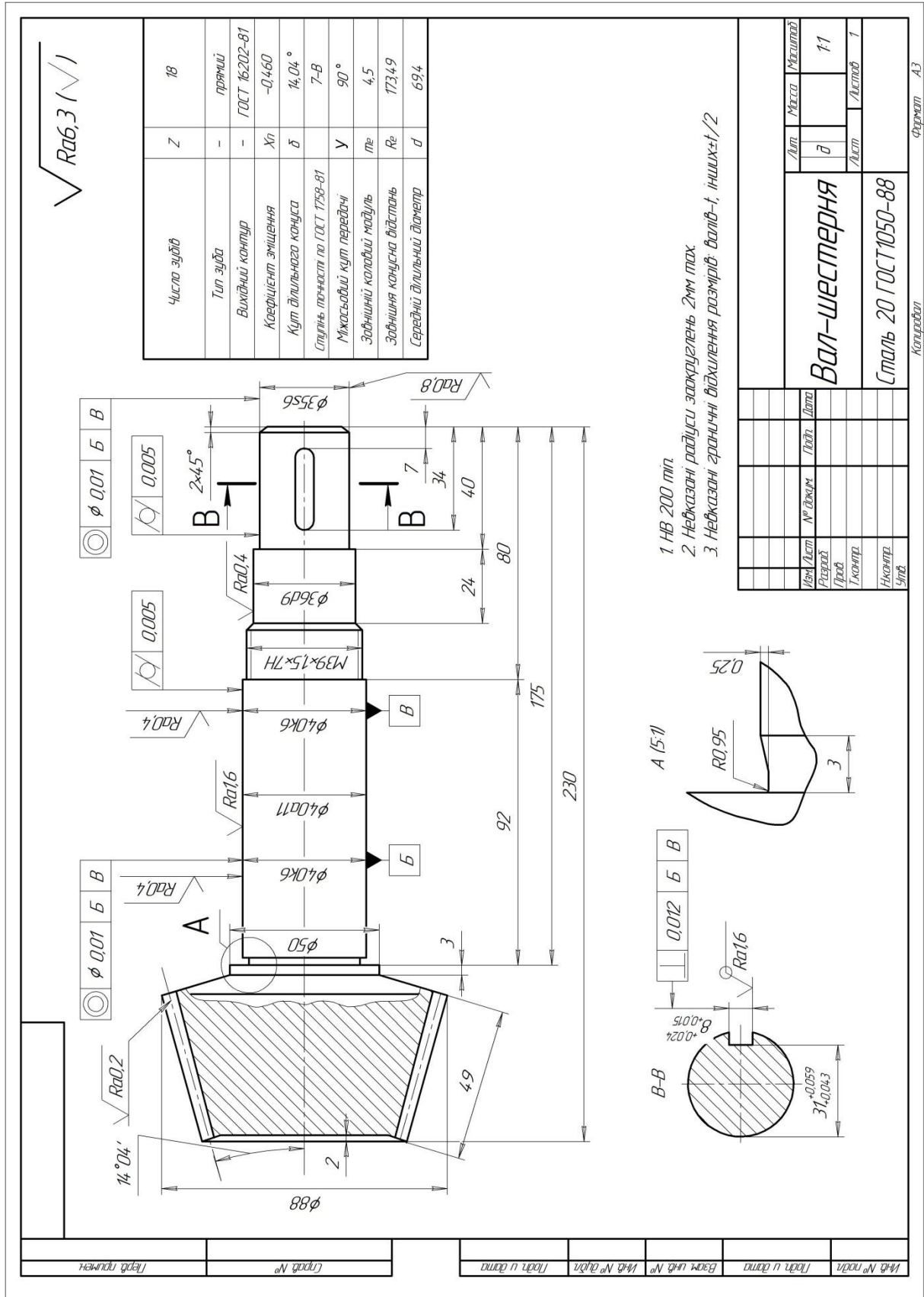
Операція	Зміст і найменування операції	Верстат, обладнання	Пристосування
005	Лиття		
010	Обрубкування і очищення виливка		
015	Фрезерувати ліву бокову площину попередньо і остаточно. Свердлити, зенкерувати і розвернути два отвори Ø15H9,	Вертикально-фрезерний з ЧПК з інструментальним магазином ГФ2171	Наладка УСПО
020	Фрезерувати передню площину остаточно, розточити отвір Ø110H7 і Ø120H7 остаточно, свердлити і нарізати різьбу М12-7Н в десяти отворах остаточно. Фрезерувати виступ на лівій боковій площині остаточно, свердлити і нарізати різь М8-7Н в восьми отворах остаточно, свердлити, зенкерувати і розвернути два отвори Ø15H9 остаточно. Фрезерувати задню площину остаточно, розточити отвори Ø110H7 і Ø120H7 остаточно. Свердлити і нарізати різь М8-7Н в восьми отворах остаточно, свердлити, зенкерувати і розвернути чотири отвори Ø19H9 остаточно.	Верстак	Спеціальне пристосування
025	Притупити гострі кромки		
030	Технічний контроль		
035	Малярна		
040	Нанесення покриття		

Додаток Л

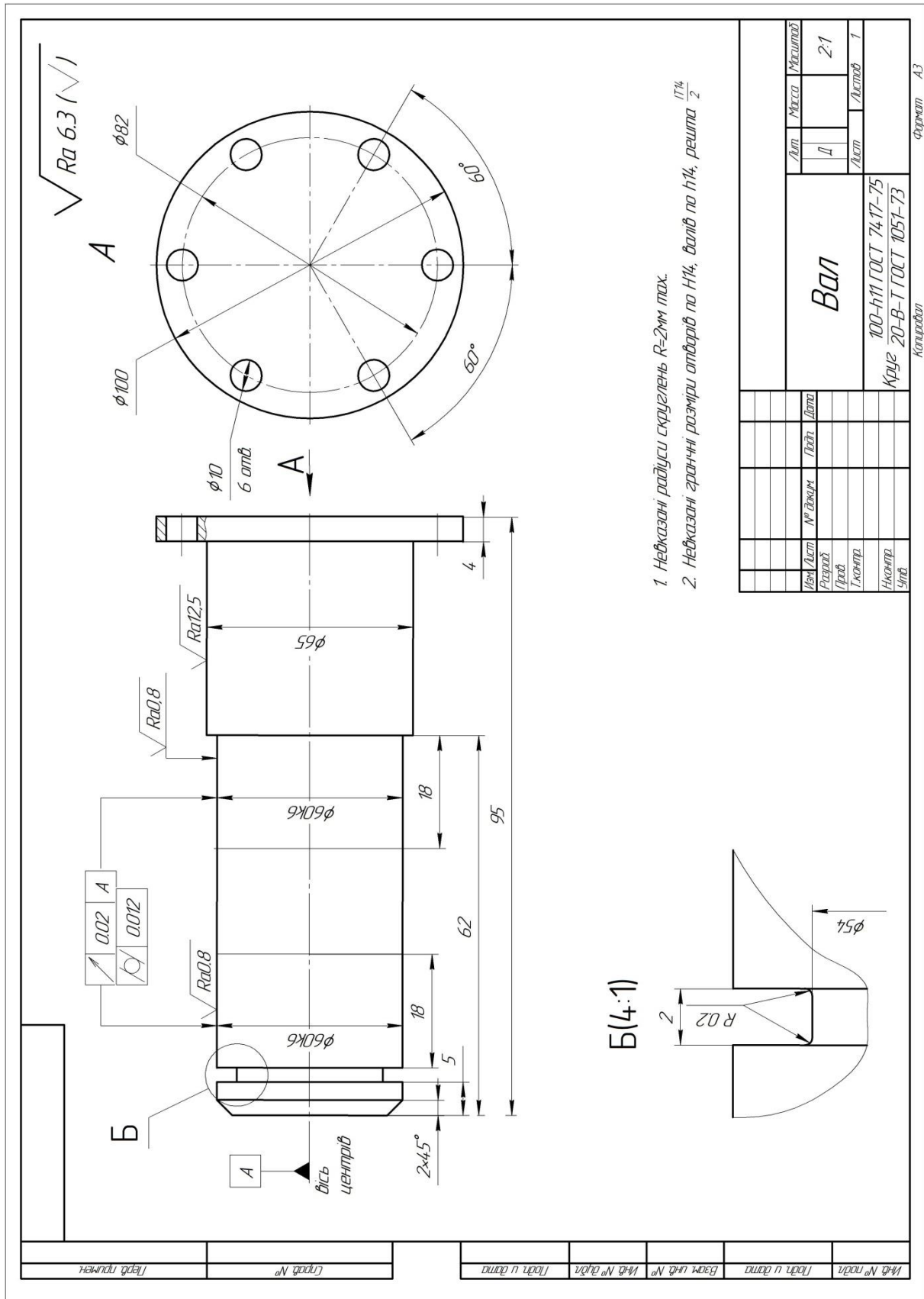
Варіант №1

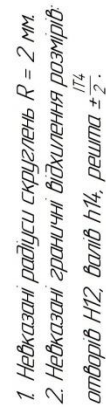




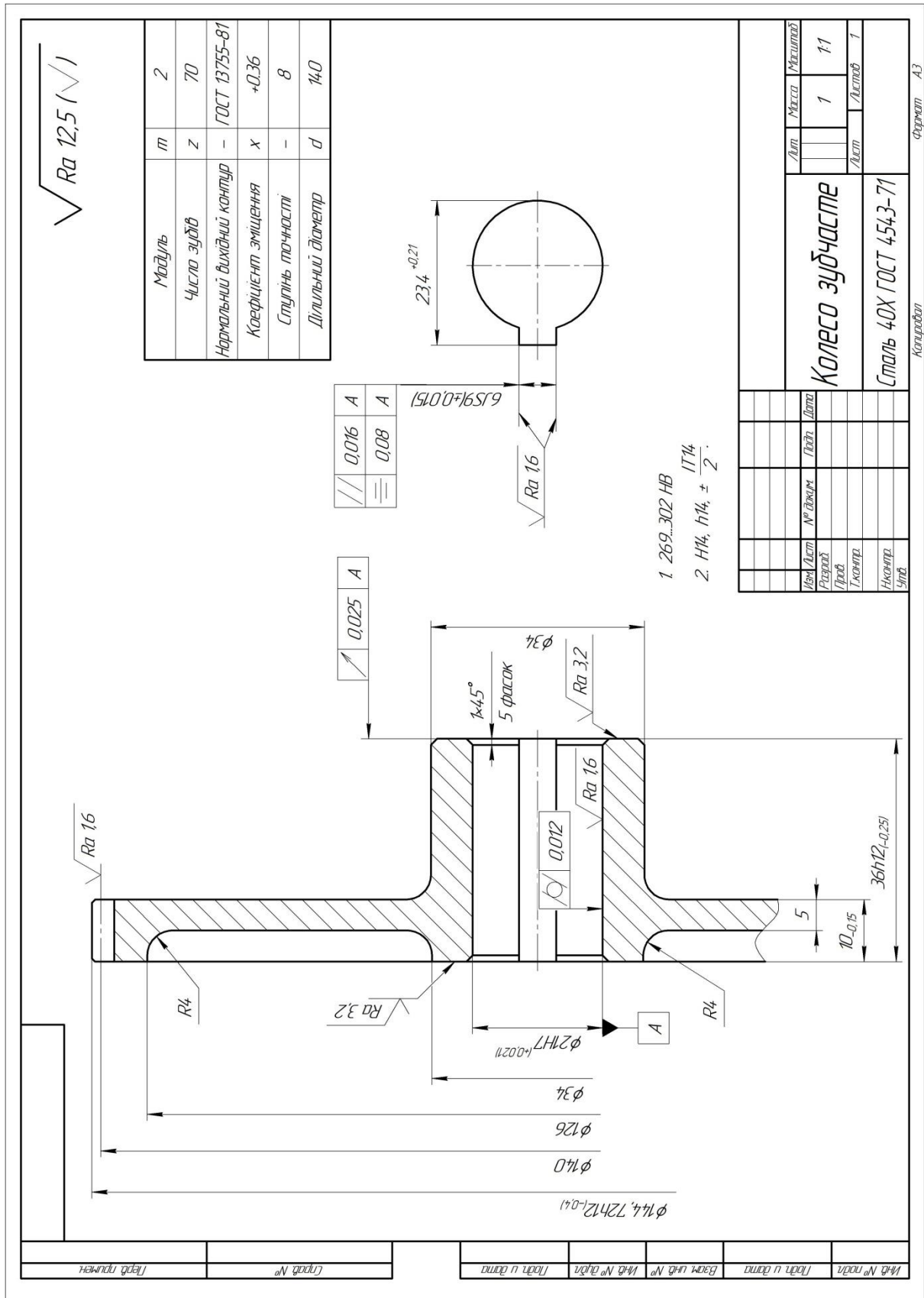


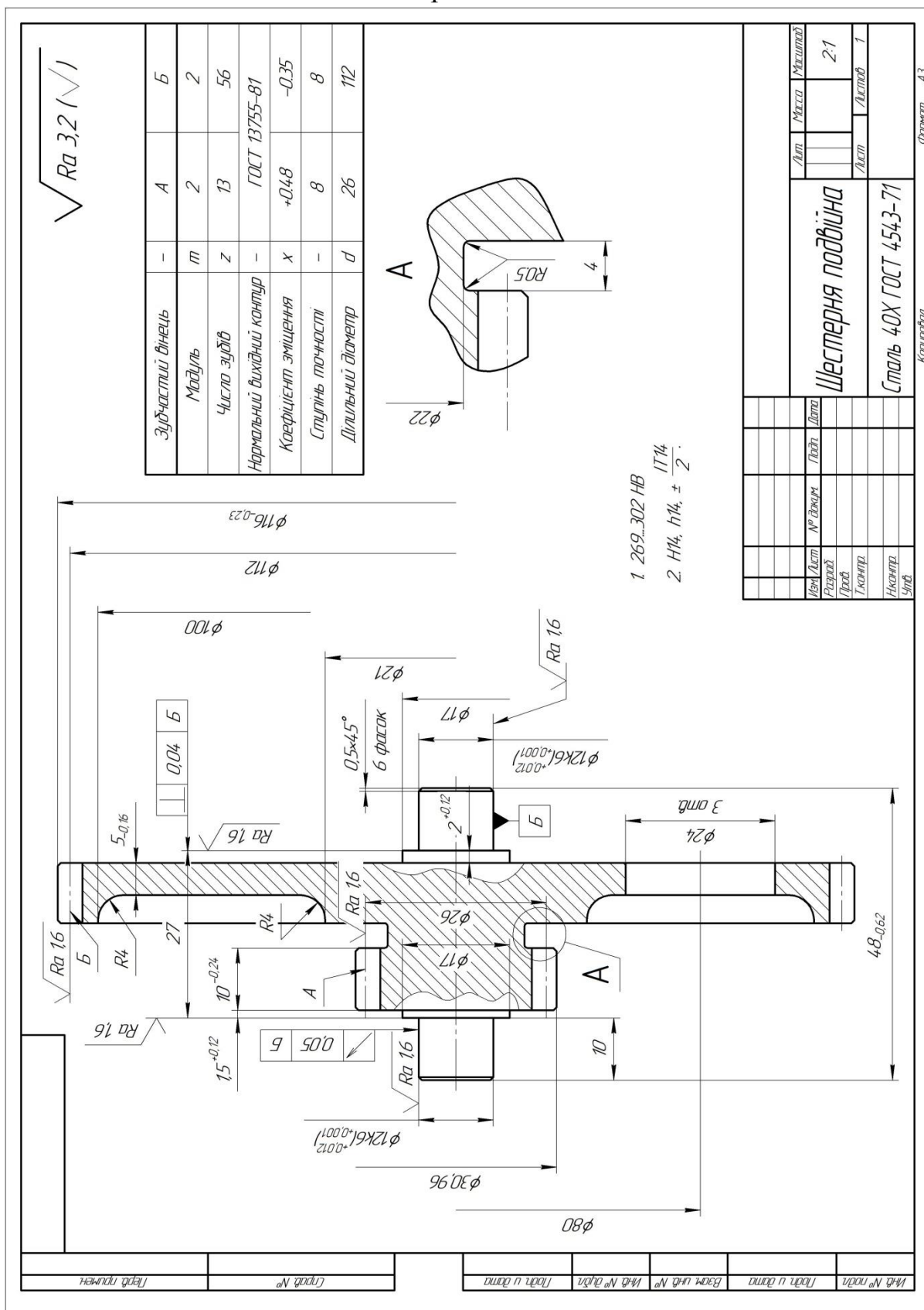


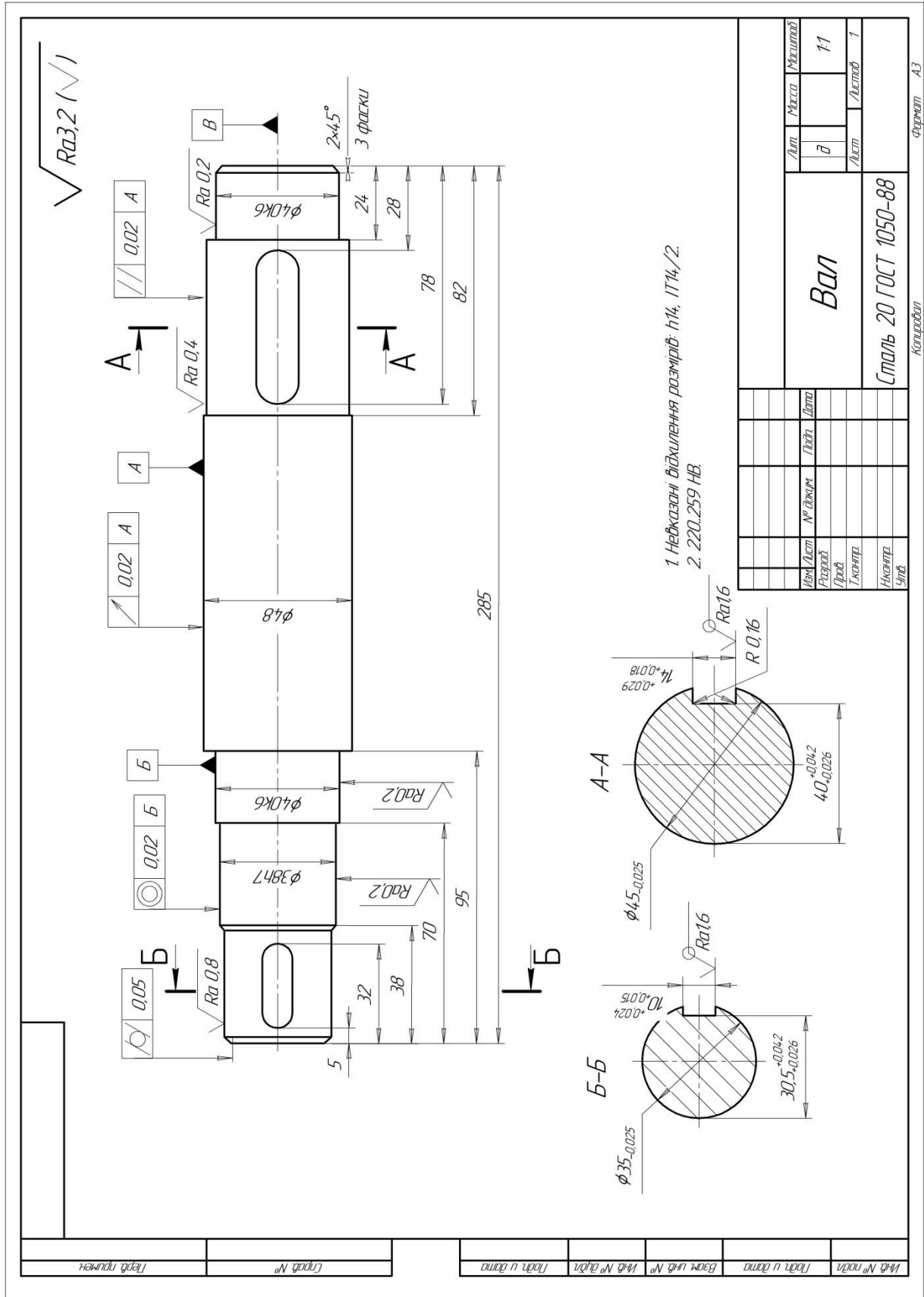


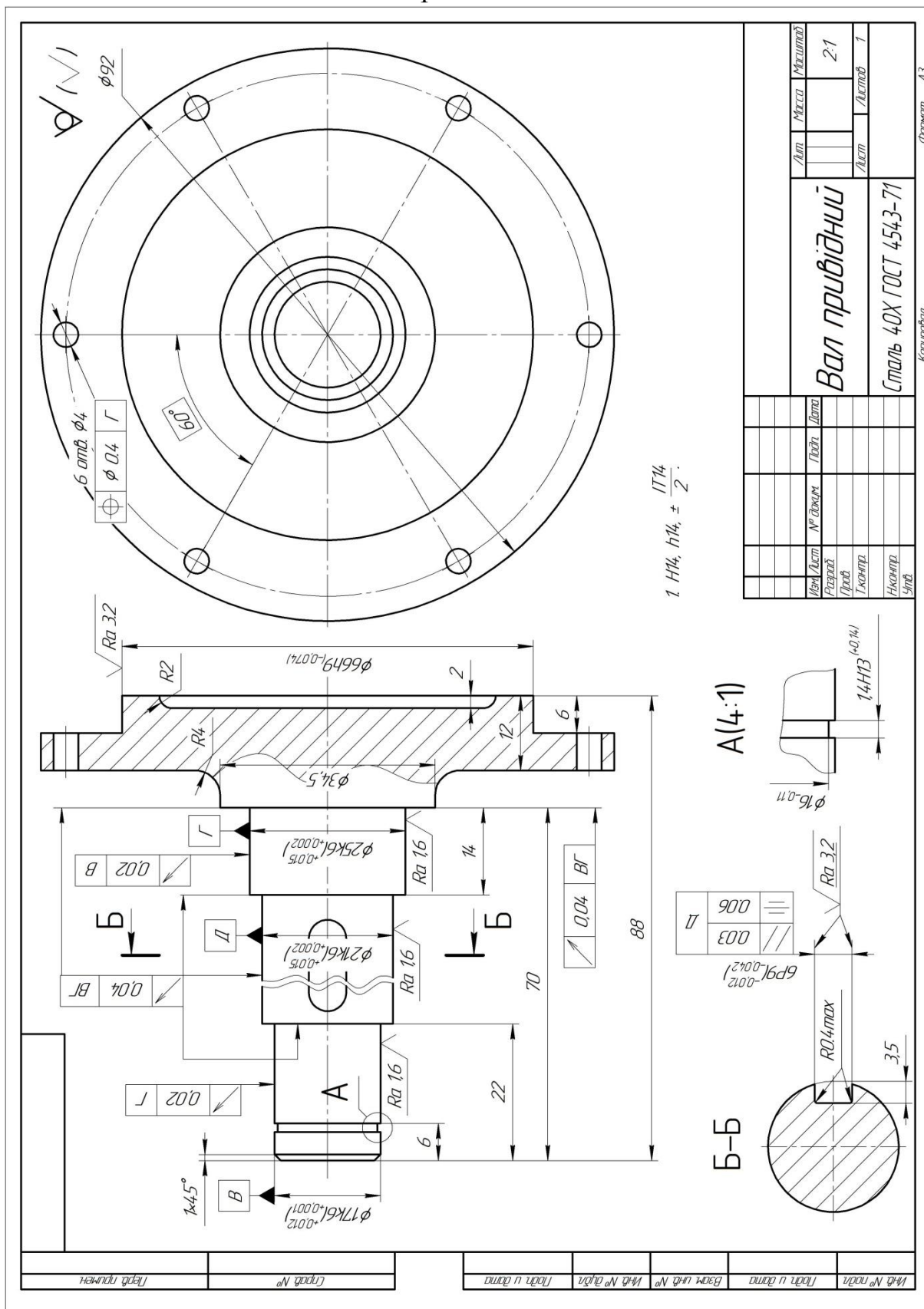


Вариант №7









Додаток М

Додаток М

Розрахунок режимів різання

Таблиця М1 - Поправковий коефіцієнт K_{TV} , що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання

Оброблюваний матеріал	Сталь	Сірий чавун	Ковкий чавун
Розрахункова формула	$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$	$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$	$K_{MV} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Примітки: 1. σ_B і HB — фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання.

2. Коефіцієнт K_r , що характеризує групу сталі по оброблюваності, і показник степені n , див. в таблиця М2.

Таблиця М2 - Значення коефіцієнта K_r , і показники степені n_v у формулі для розрахунку коефіцієнта оброблюваності сталі K_{MV} .

Оброблюваний матеріал	Коефіцієнт K_T для матеріалу інструмента		Показники степеня p_v при обробці						
			різцями		свердлами, зенке-рами, розгортками		фрезами		
	зі швидкорі-зальної сталі	із твердого сплаву	зі швидкорі-зальної сталі	із твердого сплаву	зі швидкорі-зальної сталі	із твердого сплаву	зі швидкорі-зальної сталі	із твердого сплаву	
Сталь: вуглецева ($C \leq 0,6\%$), σ_B , МПа:									
<450	1,0	1,0	-1,0	1,0	-0,9	1,0	-0,9	1,0	
450-550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9		
>550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9		
підвищеної і високої оброблюваності різанням	1,2	1,1	1,75	1,0	1,05	1,0	—	1,0	
хромиста	0,85	0,95	1,75		1,45				
вуглецева ($C > 0,6\%$)	0,8	0,9	1,5		1,35				
хромонікелева, хромо-молібденованадієва, хромо-кремнієва, хромокремне-марганцева, хромонікель-молібденова, хромо-моліб-дено-алюмінієва	0,7	0,8	1,25		0,9		1,0		1,0
хромованадієва	0,85	0,8	1,25						
марганцовиста	0,75	0,9	1,5						
хромонікельвольфрамова, хромо-молібденова	0,8	0,85	1,25						
хромоалюмінієва	0,75	0,8	1,25						
хромонікельванадієва	0,75	0,85	1,25						
швидкорізальні	0,6	0,7	1,25						
Чавун: сірий	—	—	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25	
ковкий	—	—	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25	

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця М3 - Поправковий коефіцієнт K_{MV} , що враховує вплив фізико-механічних властивостей жароміцних і корозійностійких сталей і сплавів на швидкість різання

Марка сталі або сплаву	σ_b , МПа	Середнє значення коефіцієнта K_{MV}	Марка сталі або сплаву	σ_b , МПа	Середнє значення коефіцієнта K_{MV}
12X18H9T	550	1,0	XH60BT	750	0,48
13X11H2B2MФ	1100-1460	0,8-0,3	XH77TЮ	850-1000	0,40
14X17H2	800-1300	1,0-0,75	XH77TЮP	850-1000	0,26
13X14H3B2ФP	700-1200	0,5-0,4	XH35BT	950	0,50
37X12H8Г8MФБ	-	0,95-0,72	XH70BMTЮ	1000-1250	0,25
45X14H14B2M	700	1,06	XH55BMTKЮ	1000-1250	0,25
10X11H20T3P	720-800	0,85	XH65BMTЮ	900-1000	0,20
12X21H5T	820-10000	0,65	XH35BTЮ	900-950	0,22
20X23H18	600-620	0,80	BT3-1; BT3	950-1200	0,40
31X19H9MBBT		0,40	BT5; BT4	750-950	0,70
15X18H12C4TЮ	730	0,50	BT6; BT8	900-1200	0,35
XH78T	780	0,75	BT14	900-1400	0,53-0,43
XH75MBTЮ	-	0,53	12X13	600-1100	1,5-1,2
			30X13; 40X13	850-1100	1,3-0,9

Таблиця М4 - Поправковий коефіцієнт K_{MV} , що враховує вплив фізико-механічних властивостей мідних і алюмінієвих сплавів на швидкість різання

Мідні сплави	K_{MV}	Алюмінієві сплави	K_{MV}
Гетерогенні: HB > 140	0,7	Силумін і ливарні сплави (загартовані), $a_b = 200 \div 300$ МПа, HB > 60 Дюралюміній (загартований), $a = 400$ - f -г 500 МПа, HB > 100	0,8
HB 100-140	1,0		
Свинцюваті при основній гетерогенній структурі	1,7		
Гомогенні	2,0	Силумін і ливарні сплави, $\sigma_b = 100 \div 200$ МПа, HB < 65. Дюралюміній, $\sigma_b = 300 \div 400$ МПа, HB ≤ 100	1,0
Сплави зі змістом свинцю <10% при основній гомогенній структурі	4,0		
Мідь	8		
Сплави зі змістом свинцю >15%	12,0	Дюралюміній, $\sigma_b = 200 \div 300$ МПа	1,2

Таблиця М5 - поправковий коефіцієнт K_{PV} , що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання.

Стан поверхні заготовки					
без корки	з кіркою				
	Прокат	Кування	Сталеві і чавунні виливки при корці		Мідні і алюмінієві сплави
			нормальній	сильно забруднений	
1,0	0,9	0,8	0,8-0,85	0,5-0,6	0,9

Додаток М

Таблиця М6 - Поправковий коефіцієнт K_{IV} , що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання

Оброблюваний матеріал	Значення коефіцієнта K_{IV} залежно від марки інструментального матеріалу						
Сталь конструкційна	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4	BK8
	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Корозійно-стійкі і жароміцні сталі	BK8	T5K10	T15K6	P18	-		
	1,0	1,4	1,9	0,3	-		
Сталь загартована	HRC 35-50				HRC 51-62		
	T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
	1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Сірий і ковкий чавун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чавун, мідні і алюмінієві сплави	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBГ	Y12A	-
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	-

Таблиця М7 - Коефіцієнт зміни стійкості K_{Ti} залежно від числа одночасно працюючих інструментів при середній рівномірності завантаження

Число працюючих інструментів	1	3	5	8	10	15
K_{Ti}	1	1,7	2	2,5	3	4

Примітки: 1. При рівномірному завантаженні інструментів коефіцієнт K_{Ti} збільшувати в 2 рази.

2. При завантаженні інструментів з великою нерівномірністю коефіцієнт K_{Ti} зменшувати на 25 — 30%.

Таблиця М8 - Коефіцієнт зміни періоду стійкості K_{Tc} залежно від кількості верстатів, що обслуговують одночасно

Кількість обслуговуваних верстатів	1	2	3	4	5	6	7 і більше
K_{Tc}	1,0	1,4	1,9	2,2	2,6	2,8	3,1

Таблиця М9 - Поправковий коефіцієнт K_{mp} для сталі й чавуну, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності

Оброблюван ий матеріал	Розрахун-кова формула	Показник степені п при визначенні		
		складової Р _z сили різання при обробці різцями	крутного моменту М і осьо- вої сили Р ₀ при свердлінні, розточуванні, розсвердлю- ванні і зенкеруванні	колової сили різання Р _z при фрезеруванні
Конструкційна вуглецева і легована сталь σ _в , МПа:				
≤600	$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$	0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
> 600		0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3
Сірий чавун	$K_{Mp} = (HB / 190)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чавун	$K_{MV} = (HB / 150)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55

Примітка. У чисельнику наведені значення показника степені n для твердого сплаву, у знаменнику - для швидкорізальної сталі.

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця М10 - Коректуючий коефіцієнт $K_{\text{мр}}$, що враховує вплив якості мідних і алюмінієвих сплавів на силові залежності

Мідні сплави	$K_{\text{мр}}$	Алюмінієві сплави	$K_{\text{мр}}$
Гетерогенні: НВ 120	1,0	Алюміній і силумін	1,0
НВ > 120	0,75	Дюралюміній, $\sigma_{\text{в}}$, МПа:	
Свинцеві при основній гетерогенній структурі і свинцеві зі вмістом свинцю 10% при основній гомогенній структурі	0,65-0,70	250	1,5
		350	2,0
		> 350	2,75
Гомогенні	1,8-2,2		
Мідь	1,7-2,1		
Зі вмістом свинцю > 15 %	0,25-0,45		

Таблиця М11 - Подачі при чорновому зовнішньому точінні різцями з пластинами із твердого сплаву і швидкорізальної сталі

Діаметр деталі, мм	Розмір державки різця, мм	Оброблюваний матеріал				
		Сталь констр. вуглецева, легована і жароміцна				
		Подача s, мм/об, при глибині різання t, мм				
		До 3	Від 3 до 5	Від 5 до 8	Від 8 до 12	Від 12
До 20	Від 16 x 25 до 25 x 25	0,3-0,4	—	—	—	—
Від 20 до 40	Від 16 x 25 до 25 x 25	0,4-0,5	0,3-0,4	—	—	—
» 40 » 60	Від 16 x 25 до 25 x 40	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	—	—
» 60 » 100	Від 16 x 25 до 25 x 40	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	—
» 100 » 400	Від 16 x 25 до 25 x 40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	—
» 400 » 500	Від 20 x 30 до 40 x 60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1
» 500 » 600	Від 20 x 30 до 40 x 60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,1-1,2
» 600 » 1000	Від 25 x 40 до 40 x 60	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3
» 1000 » 2500	Від 30 x 45 до 40 x 60	1,3-2,0	1,3-1,8	1,2-1,6	1,1-1,5	1,0-1,5

Діаметр деталі, мм	Розмір державки різця, мм	Оброблюваний матеріал				
		Чавун і мідні сплави				
		Подача s, мм/об, при глибині різання t, мм				
		До 3	Від 3 до 5	Від 5 до 8	Від 8 до 12	Від 12
До 20	Від 16 x 25 до 25 x 25	—	—	—	—	—
Від 20 до 40	Від 16 x 25 до 25 x 25	0,4-0,5	—	—	—	—
» 40 » 60	Від 16 x 25 до 25 x 40	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	—	—
» 60 » 100	Від 16 x 25 до 25 x 40	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	—
» 100 » 400	Від 16 x 25 до 25 x 40	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9	—
» 400 » 500	Від 20 x 30 до 40 x 60	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,7-0,9	—
» 500 » 600	Від 20 x 30 до 40 x 60	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
» 600 » 1000	Від 25 x 40 до 40 x 60	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2
» 1000 » 2500	Від 30 x 45 до 40 x 60	1,6-2,4	1,6-2,0	1,4-1,8	1,3-1,7	1,2-1,7

Примітки: 1. Нижні значення подач відповідають меншим розмірам державки різця й більш міцним оброблюваним матеріалам, верхні значення подач - (більшим розмірам державки різця й менш міцним оброблюваним матеріалам).

2. При обробці жароміцних сталей і сплавів, подачі понад 1 мм/об не застосовувати.

3. При обробці переривчастих поверхонь і при роботах з ударами табличні значення

Додаток М

подач варто зменшувати на коефіцієнт 0,75-0,85.

4. При обробці загартованих сталей табличні значення подачі зменшувати, шляхом добутку на коефіцієнт 0,8 для сталі з HRC 44—56 і на 0,5 для сталі з HRC 57 — 62.

Таблиця М12 - Подачі при чорновому розточуванні на токарних, токарно-револьверних і карусельних верстатах різцями із пластинами з твердого сплаву і швидкорізальної сталі

Різець або оправка		Оброблюваний матеріал					
Діаметр круглого перерізу різця або розміри прямокутного перетину оправки, мм	Виліт різця або оправки, мм	Сталь конструкційна вуглецева, легована і жароміцна					
		Подача s, мм/об, при глибині різання t, мм					
		2	3	5	8	12	20
Токарні і токарно-револьверні верстати							
10	50	0,08	—	—	—	—	—
12	60	0,10	0,08	—	—	—	—
16	80	0,1-0,2	0,15	0,1	—	—	—
20	100	0,5-0,3	0,15-0,25	0,12	—	—	—
25	125	0,25-0,5	0,15-0,4	0,12-0,2	—	—	—
30	150	0,4-0,7	0,2-0,5	0,12-0,3	—	—	—
40	200	—	0,25-0,6	0,15-0,4	—	—	—
40 x 40	150	—	0,6-1,0	0,5-0,7	—	—	—
	300	—	0,4-0,7	0,3-0,6	—	—	—
60 x 60	150	—	0,9-1,2	0,8-1,0	0,6-0,8	—	—
	300	—	0,7-1,0	0,5-0,8	0,4-0,7	—	—
75 x 75	300	—	0,9-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9	—	—
	500	—	0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,7	—	—
	800	—	—	0,4-0,7	—	—	—
Карусельні верстати							
	200	—	1,3-1,7	1,2-1,5	1,1-1,3	0,9-1,2	0,8-1,0
	300	—	1,2-1,4	1,0-1,3	0,9-1,1	0,8-1,0	0,6-0,8
	500	—	1,0-1,2	0,9-1,1	0,7-0,9	0,6-0,7	0,5-0,6
	700	—	0,8-1,0	0,7-0,8	0,5-0,6	—	—

Різець або оправка		Оброблюваний матеріал					
Діаметр круглого перерізу різця або розміри прямокутного перетину оправки, мм	Виліт різця або оправки, мм	Чавун і мідні сплави					
		Подача s, мм/об, при глибині різання t, мм					
		2	3	5	8	12	20
		Токарні і токарно-револьверні верстати					
10	50	0,12-0,16	—	—	—	—	—
12	60	0,12-0,20	0,12-0,18	—	—	—	—
16	80	0,20-0,30	0,15-0,25	0,1-0,18	—	—	—
20	100	0,3-0,4	0,25-0,35	0,12-0,25	—	—	—
25	125	0,4-0,6	0,3-0,5	0,25-0,35	—	—	—
30	150	0,5-0,8	0,4-0,6	0,25-0,45	—	—	—
40	200	—	0,6-0,8	0,3-0,8	—	—	—
40 x 40	150	—	0,7-1,2	0,5-0,9	0,4-0,5	—	—
	300	—	0,6-0,9	0,4-0,7	0,3-0,4	—	—

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

60 x 60	150	—	1,0-1,5	0,8-1,2	0,6-0,9	—	—
	300	—	0,9-1,2	0,7-0,9	0,5-0,7	—	—
75 x 75	300	—	1,1-1,6	0,9-1,3	0,7-1,0	—	—
	500	—	—	0,7-1,1	0,6-0,8	—	—
	800	—	—	0,6-0,8	—	—	—
Карусельні верстати							
	200	—	1,5-2,0	1,4-2,0	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2
	300	—	1,4-1,8	1,2-1,7	1,0-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9
	500	—	1,2-1,6	1,1-1,5	0,8-1,1	0,7-0,9	0,6-0,7
	700	—	1,0-1,4	0,9-1,2	0,7-0,9	—	—

Примітки: 1. Верхні межі подач рекомендуються для меншої глибини різання при обробці менш міцних матеріалів, нижні - для більшої глибини й більше міцних матеріалів.

2. Див. примітку 2 - 4 до таблиці 11.

Таблиця М13 - Подачі, мм/об, що допускається міцністю пластини із твердого сплаву, при точінні конструкційної сталі різцями з головним кутом у плані $\varphi = 45^\circ$

Товщина, мм	Глибина різання t, мм, до			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,6	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

Примітки: 1. Залежно від механічних властивостей сталі на табличні значення подачі вводити поправковий коефіцієнт 1,2 при $\sigma_b = 480 \div 640$ МПа; 1,0 при $\sigma_b = 650 \div 870$ МПа і 0,85 при $\sigma_b = 870 \div 1170$ МПа.

2. При обробці чавуну табличне значення подачі множити на коефіцієнт 1,6.

3. Табличне значення подачі множити на поправковий коефіцієнт 1,4 при $\varphi = 30^\circ$; 1,0 при $\varphi = 45^\circ$; 0,6 при $\varphi = 60^\circ$ і 0,4 при $\varphi = 90^\circ$.

4. При обробці з ударами подачу зменшувати на 20%.

Таблиця М14 - Подачі, мм/об, при чистовому точінні

Параметр шорсткості поверхні, мкм		Радіус при вершині різця r, мм						
		0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	
Ra	Rz	-	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
0,63	-		0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
1,25			0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
2,50			0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
-	20	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87	
	40	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14	
	80							

Примітка. Подачі дані для обробки сталей з $\sigma_b = 700 \div 900$ МПа і чавунів; для сталей з $\sigma_b = 500 \div 700$ МПа значення подач множити на коефіцієнт $K_s = 0,45$; для сталей з $\sigma_b = 900 \div 1100$ МПа значення подач множити на коефіцієнт $K_s = 1,25$.

Додаток М

Таблиця М15 - Подачі, мм/об, при прорізанні пазів і відрізанні

Діаметр обробки, мм	Ширина різця, мм	Оброблюваний матеріал	
		Сталь конструкційна вугле- цева і легована, сталеве лиття	Чавун, мідні і алюмінієві сплави
Токарно-револьверні верстати			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
Від 20 до 40	3-4	0,1-0,12	0,16-0,19
» 40 » 60	4-5	0,13-0,16	0,20-0,24
» 60 » 100	5-8	0,16-0,23	0,24-0,32
» 100 » 150	6-10	0,18-0,26	0,3-0,4
» 150	10-15	0,28-0,36	0,4-0,55
Карусельні верстати			
До 2500	10-15	0,35-0,45	0,55-0,60
Від 2500	16-20	0,45-0,60	0,60-0,70

Примітки: 1. При відрізанні суцільного матеріалу діаметром більше 60 мм при наближенні різця до осі деталі до 0,5 радіуса табличні значення подачі варто зменшити на 40 - 50%.

2. Для загартованої конструкційної сталі табличні значення подачі зменшувати на 30% при HRC < 50 і на 50% при HRC > 50.

3. При роботі різцями, установленими в револьверній головці, табличні значення множити на коефіцієнт 0,8.

Таблиця М16 - Подачі, мм/об, при фасонному точінні

Ширина різця, мм	Діаметр обробки, мм			
	20	25	40	60 і більше
8	0,03 - 0,09	0,04 - 0,09	0,04 - 0,09	0,04 - 0,09
10	0,03 - 0,07	0,04 - 0,085	0,04 - 0,085	0,04 - 0,085
15	0,02 - 0,05	0,035 - 0,075	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08
20	—	0,03 - 0,06	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08
30	—	—	0,035 - 0,07	0,035 - 0,07
40	—	—	0,03 - 0,06	0,03 - 0,06
50 і більше	—	—	—	0,025 - 0,055

Примітка. Менші подачі брати для більше складних і глибоких профілів і твердих металів, більші - для простих профілів і м'яких металів.

Таблиця М17 - Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулах швидкості різання при обробці різцями

Вид обробки	Матеріал різальної частини різця	Характе- ристика подачі	Коефіцієнт і показники ступені			
			C_v	x	y	m
1	2	3	4	5	6	7
Обробка конструкційної вуглецевої сталі, $\sigma_b = 750$ МПа						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	Т15К6*	s до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		s від 0,3 до 0,7	350		0,35	
		s > 0,7	340		0,45	

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

1	2	3	4	5	6	7
Те ж, різцями з додатковим лезом	T15K6*	$s \leq 1$	292	0,30	0,15	0,18
		$s > 1$		0,15	0,30	
Відрізання	T5K10*	—	47	—	0,80	0,20
	P18**		23,7		0,66	0,25
Фасонне точіння	P18**		22,7	—	0,50	0,30
Нарізання кріпильної різі	T15K6*		244	0,23	0,30	0,20
	P6M5	Чорнові ходи:				
		$P \leq 2 \text{ мм}$	14,8	0,70	0,30	0,11
		$P > 2 \text{ мм}$	30	0,60	0,25	0,08
Чистові ходи		41,8	0,45	0,30	0,13	
Вихрове нарізування різі	T15K6*	—	2330	0,50	0,50	0,50
Обробка сірого чавуну, HB 190						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	BK6*	$s \leq 0.40$	292	0,15	0,20	0,20
		$s > 0.40$	243		0,40	
Зовнішнє поздовжнє точіння різцями з додатковим лезом	BK6**	$s \geq t$	324	0,40	0,20	0,28
		$s < t$	324	0,20	0,40	0,28
Відрізання	BK6*	—	68,5	—	0,40	0,20
Нарізання кріпильної різі		—	83	0,45	—	0,33
Обробка ковкого чавуну, HB 150						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	BK8*	$s \leq 0.40$	317	0,15	0,20	0,20
		$s > 0,40$	215	0,15	0,45	0,20
Відрізання	BK6*	—	86	—	0,4	0,20
Обробка мідних гетерогенних сплавів середньої твердості, HB 100-140						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	P18*	$s \leq 0,20$	270	0,12	0,25	0,23
		$s > 0,20$	182		0,30	
Обробка силуміну й ливарних алюмінієвих сплавів $\sigma_{\text{в}} = 100 \div 200 \text{ МПа}$, HB ≤ 65 ; дюралюмінію $\sigma_{\text{в}} = 300 \div 400 \text{ МПа}$, HB ≤ 100						
Зовнішнє поздовжнє точіння прохідними різцями	P18*	$s \leq 0,20$ $s > 0,20$	485 328	0,12	0,25 0,50	0,28

* Без охолодження. ** З охолодженням.

Примітки: 1. При внутрішній обробці (розточуванні, прорізання канавок в отворах, внутрішньому фасонному точінні) приймати швидкість різання, рівну швидкості різання для зовнішньої обробки із введенням поправкового коефіцієнта 0,9.

2. При обробці без охолодження конструкційних і жароміцних сталей і сталевих виливків різцями зі швидкорізальної сталі вводити поправковий коефіцієнт на швидкість різання 0,8.

3. При відрізання й прорізання з охолодженням різцями із твердого сплаву T15K6 конструкційних сталей і сталевих виливків вводити на швидкість різання поправковий коефіцієнт 1,4.

4. При фасонному точінні глибокого й складного профілю на швидкість різання вводити поправковий коефіцієнт 0,85.

5. При обробці різцями зі швидкорізальної сталі термооброблених сталей швидкість різання для відповідної сталі зменшувати, вводячи корегуючий коефіцієнт 0,95 - при нормалізації, 0,9 - при відпалі, 0,8 - при поліпшенні.

6. Подача s у мм/об.

Додаток М

Таблиця М18 - Поправочні коефіцієнти, що враховують вплив параметрів різця на швидкість різання

Головний кут у плані φ°	Коефіцієнт $K_{\varphi v}$	Допоміжний кут у плані φ_1°	Коефіцієнт $K_{\varphi 1 v}$	Радіус при вершині різця r^* , мм	Коефіцієнт K_{rv}
20	1,4	10	1,0	1	0,94
30	1,2	15	0,97	2	1,0
45	1,0	20	0,94	3	1,03
60	0,9	30	0,91	—	—
75	0,8	45	0,87	5	1,13
90	0,7	—	—	—	—

* Враховують тільки для різців зі швидкорізальної сталі.

Таблиця М19 - Режими різання при тонкому точінні і розточуванні

Оброблюваний матеріал	Матеріал робочої частини різального інструменту	Параметр шорсткості поверхні R_a , мкм	Подача, мм/об	Швидкість різання, мм/хв
Сталь: $\sigma_B < 650$ МПа $\sigma_B = 650-800$ МПа $\sigma_B > 800$ МПа	Т30К4	1,25-0,63	0,06-0,12	250-300 150-200 120-170
Чавун: НВ 149-163 НВ 156-229 НВ 170-241		2,5-1,25		150-200 120-150 100-120
Алюмінієві сплави і бабіт	ВК 3	1,25-0,32	0,04-0,1	300-600
Бронза і латунь			0,04-0,08	180-500

Примітки: 1. Глибина різання 0,1-0,15 мм.

2. Попередній прохід із глибиною різання 0,4 мм поліпшує геометричну форму обробленої поверхні.

3. Менші значення параметра шорсткості поверхні відповідають меншим подачам.

Таблиця М20 - Режими різання при точінні загартованої сталі різцями із пластинами із твердого сплаву

Подача s, мм/об	Ширина прорізання, мм	Твердість оброблюваного матеріалу HRC									
		35	39	43	46	49	51	53	56	59	62
		Швидкість різання v, м/хв.									
Зовнішнє поздовжнє точіння											
0,2	—	157	135	116	107	83	76	66	48	32	26
0,3	—	140	118	100	92	70	66	54	39	25	20
0,4	—	125	104	88	78	60	66	45	33	—	—
0,5	—	116	95	79	71	53	—	—	—	—	—
0.6	—	108	88	73	64	48	—	—	—	—	—
Прорізання паза											
0,05	3	131	110	95	83	70	61	54	46	38	29
0,08	4	89	75	65	56	47	41	37	31	25	19

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Подача s , мм/об	Ширина прорізання, мм	Твердість оброблюваного матеріалу HRC									
		35	39	43	46	49	51	53	56	59	62
		Швидкість різання v , м/хв.									
0,12	6	65	55	47	41	35	30	27	23	18	14
0,16	8	51	43	37	32	27	23	—	—	—	—
0,20	12	43	36	31	27	23	20	—	—	—	—

Примітки: 1. Залежно від глибини різання на табличне значення швидкості різання вводити поправковий коефіцієнт: 1,15 при $t = 0,4 \div 0,9$ мм; 1,0 при $t = 1 \div 2$ мм і 0,91 при $t = 2 \div 3$ мм.

2. Залежно від параметра шорсткості на табличне значення швидкості різання вводити поправковий коефіцієнт: 1,0 для $R_z = 10$ мкм; 0,9 для $R_a = 2,5$ мкм і 0,7 для $R_a = 1,25$ мкм.

3. Залежно від марки твердого сплаву на швидкість різання вводити поправковий коефіцієнт K_{nv}

Твердість оброблюваного матеріалу	HRC 35-49				HRC 50-62		
Марка твердого сплаву	T30K4	T15K6	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
Коефіцієнт K_{nv}	1,25	1,0	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74

4. Залежно від головного кута в плані різця вводити поправочні коефіцієнти: 1,2 при $\phi = 30^\circ$; 1,0 при $\phi = 45^\circ$; 0,9 при $\phi = 60^\circ$; 0,8 при $\phi = 75^\circ$; 0,7 при $\phi = 90^\circ$.

5. При роботі без охолодження вводити на швидкість різання поправковий коефіцієнт 0,9.

Таблиця М21 - Режими різання при точінні і розточуванні різцями, оснащеними композитом на основі нітриду бора

Оброблюваний матеріал	Характер обробки	Марка композита	Глибина різання t , мм	Подача s , мм/об	Швидкість різання v , м/хв.
Загартовані сталі, HRC 40-58	Без удару	01; 05	0,05-3,00	0,03-0,2	50-160
	3 ударом	10; 10Д	0,05-1,0	0,03-0,1	40-120
Загартовані сталі, HRC 58-68	Без удару	01	0,05-0,8	0,03-0,1	50-120
	3 ударом	10; 10Д	0,05-0,2	0,03-0,07	10-100
Сірі і високо-міцні чавуни, HB 150-300	Без удару	05; 01	0,05-3,0	0,05-0,3	300-1000
	3 ударом	10; 10Д; 05; 01	0,05-3,0	0,05-0,15	300-700
Вибілені загартовані чавуни, HB 400-600	Без удару	05; 01	0,05-2,00	0,03-0,15	80-200
	3 ударом	10; 10Д	0,05-1,0	0,03-0,10	50-100
Тверді сплави BK15, BK20, BK25 і т.п., HRA 80-86	Без удару, допускається биття	10; 10Д; 01	0,05-1,0	0,03-0,1	5-20

Додаток М

Таблиця М22 Значення коефіцієнта C_p і показників степені у формулах сили різання при точінні

Оброблюваний матеріал	Матеріал робочої частини різця	Вид обробки	Коефіцієнт і показники степені для складових у формулах											
			тангенціальної P_T				радіальної P_y				осьовий P_x			
			C_p	x	y	n	C_p	x	y	n	C_p	x	y	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Конструкційна сталь і сталеві виливки, $\sigma_B = 750$ МПа	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння і розточування	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,4
		Зовнішнє поздовжнє точіння різцями з додатковим лезом	384	0,90	0,90									
		Відрізання і прорізання	408	0,72	0,8									
		Нарізання різі	148	—	1,7									
	Швидкорізальна сталь	Зовнішнє поздовжнє точіння, підрізання і розточування	200	1,0	0,75	—	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
		Відрізання і прорізання	247											
		Фасонне точіння	212											
	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння і розточування	204	1,0	0,75	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Сталь жароміцна 12Х18Н9Т НВ 141	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння і розточування	204	1,0	0,75	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння і розточування	92	1,0	0,75	—	54	0,9	0,75	—	46	1,0	0,4	—
		Зовнішнє поздовжнє точіння різцями з додатковим лезом	123											
		Нарізання різі	103											
	Швидкорізальна сталь	Відрізання і прорізання	158	1,0	0,85	0,82	—	—	—	—	—	—	—	—
	Твердий сплав	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння і розточування	103	1,0	0,85	0	61	0,6	0,5	0	24	1,05	0,2	0
		Зовнішнє поздовжнє точіння різцями з додатковим лезом	123											
		Нарізання різі	103											

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Алюміній і силумін	Мідні гетерогенні сплави, HB 120	Ковкий чавун, HB 150
Швидкорізальна сталь		Твердий сплав
Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння, розточування, підрізання	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння, розточування	Зовнішнє поздовжнє і поперечне точіння, розточування
Відрізання і прорізання	Відрізання і прорізання	Відрізання і прорізання
50	40	139
1,0	75	100
1,0	55	81
0	1,0	0,75
—	1,0	1,0
—	—	88
—	—	43
—	—	0,9
—	—	0,75
—	—	0
—	—	40
—	—	38
—	—	1,2
—	—	1,0
—	—	0,65
—	—	0,4
—	—	0

Таблиця М23 - Поправкові коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів різальної частини інструмента на складові сили різання при обробці сталі і чавуну

Параметри		Матеріал різальної частини інструмента	Поправочні коефіцієнти			
Найме- нування	Вели- чина		Познач	Величина коефіцієнта для складових		
				тангенціальної P_z	радіальної P_y	осьової P_x
Головний кут γ° плані φ°	30	Твердий сплав	$K_{\varphi\gamma}$	1,08	1,30	0,78
	45			1,0	1,0	1,0
	60			0,94	0,77	1,11
	90			0,89	0,50	1,17
	30	Швидкорізальна сталь		1,08	1,63	0,70
	45			1,0	1,0	1,00
	60			0,98	0,71	1,27
	90			1,08	0,44	1,82
Передній кут γ°	-15	Твердий сплав	$K_{\gamma\varphi}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,1	1,4	1,4
	10			1,0	1,0	1,0
	12-15	Швидкорізальна сталь		1,15	1,6	1,7
	20-25			1,0	1,0	1,0
Кут нахилу головного леза λ°	-5	Твердий сплав	$K_{\lambda\varphi}$	1,0	0,75	1,07
	0				1,0	1,0
	5				1,25	0,85
	15				1,7	0,65
Радіус при вершині r , мм	0,5	Швидкорізальна сталь	$K_{r\varphi}$	0,87	0,66	1,0
	1,0			0,93	0,82	
	2,0			1,0	1,0	
	3,0			1,04	1,14	
	4,0			1,10	1,33	

Додаток М

Таблиця М24 - Режими різання при обробці площин на чавунних деталях широкими різцями зі сплавів ВК8 на поздовжно-стругальних верстатах

Характер обробки	Площа оброблюваної поверхні, м ²	Число проходів	Глибина різання t, мм	Подача s, мм/подв. хід	Швидкість різання v, м/хв
Напівчистова $R_z = 40 \div 10$ мкм	—	1	До 2	10-20	14-18
Чистова $R_a = 2,5 \div 1,25$ мкм: попередній прохід			0,15-0,3	10-20	5-15
остаточний прохід	6	1 — 2	0,05-0,1	12-16	15
	8				11
	12				7
	17				55
	22				4

Примітки: 1. Прямолінійну ділянку леза контролювати по лекальній лінійці.

2. Оброблювану поверхню змочувати гасом.

Таблиця М25 - Подачі, мм/об, при свердлінні сталі, чавуну, мідних і алюмінієвих сплавів свердлами зі швидкорізальної сталі

Діаметр свердла D, мм	Сталь				Сірий і ковкий чавун, мідні і алюмінієві сплави	
	HB < 160	HB 160 - 240	HB 240 - 300	HB > 300	HB ≤ 170	HB > 170
2-4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4-6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6-8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8-10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10-12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12-16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16-20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20-25	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,89	0,47-0,54
25-30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30-40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,19	0,60-0,71
40-50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,36	0,71-0,81

Примітка. Наведені подачі застосовують при свердленні отворів глибиною $l < 3D$ з точністю не вище 12-го квалітету в умовах жорсткої технологічної системи. У противному випадку вводять поправкові коефіцієнти:

- 1) на глибину отвору - $K_{ls} = 0,9$ при $l < 5D$; $K_{ls} = 0,8$ при $l < 7D$; $K_{ls} = 0,75$ при $l < 10D$;
- 2) для досягнення більш високої якості отвору в зв'язку з наступною операцією розвертання або нарізування різі — $K_{os} = 0,5$;
- 3) на недостатню жорсткість системи ВПД при середній жорсткості $K_{жс} = 0,75$; при малій жорсткості $K_{жс} = 0,65$;
- 4) на інструментальний матеріал - $K_{кс} = 0,6$ для свердла з ріжучою частиною із твердого сплаву.

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця М26 - Подачі, мм/об, при обробці отворів зенкерами зі швидкорізальної сталі і твердого сплаву

Оброблюваний матеріал	Діаметр зенкера D, мм								
	До 15	Від 15 до 20	Від 20 до 25	Св: 25 до 30	Від 30 до 35	Від 35 до 40	Від 40 до 50	Від 50 до 60	Від 60 до 80
Сталь	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,9	0,8-1,0	0,9-1,1	0,9-1,2	1,0-1,3	1,1-1,3	1,2-1,5
Чавун, HB < 200 і мідні сплави	0,7-0,9	0,9-1,1	1,0-1,2	1,1 -1,3	1,2-1,5	1,4-1,7	1,6-2,0	1,8-2,2	2,0-2,4
Чавун, HB > 200	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,1	1,0-1,2	1,2-1,4	1,3-1,5	1,4-1,5

Примітки: 1. Наведені значення подачі застосовувати для обробки отворів з допуском не вище 12-го квалітету. Для досягнення більше високої точності (9 – 11 - й квалітети), а також при підготовці отворів під наступну обробку їх однократним розгортанням або під нарізування різи мітчиком, вводити поправковий коефіцієнт $K_{os} = 0,7$.

2. При зенкеруванні глухих отворів подача не повинна перевищувати 0,3 - 0,6 мм/об.

Таблиця М27 - Подачі, мм/об, при попередньому (чорновому) розвертанні отворів розвертками зі швидкорізальної сталі

Оброблюваний матеріал	Діаметр розвертки D, мм									
	До 10	Від 10 до 15	Від 15 до 20	Від 20 до 25	Від 25 до 30	Від 30 до 35	Від 35 до 40	Від 40 до 50	Від 50 до 60	Від 60 до 80
Сталь	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
Чавун, HB ≤ 200 і мідні сплави	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,2	3,4	3,8	4,3	5,0
Чавун, HB > 200	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,4	3,8

Примітки: 1. Подачу варто зменшувати: а) при чистовому розвертанні за один прохід з точністю по 9 – 11 - му квалітетах і параметром шорсткості поверхні $Ra = 3,2 \div 6,3$ мкм або при розвертанні під полірування і хонінгування, множачи на коефіцієнт $K_{os} = 0,8$; б) при чистовому розвертанні після чорнового з точністю по 7-му квалітету і параметром шорсткості поверхні $Ra = 0,4 \div 0,8$ мкм, множачи на коефіцієнт $K_{os} = 0,7$; в) при твердосплавній робочій частині, множачи на коефіцієнт $K_{ис} = 0,7$.

2. При розвертуванні глухих отворів подача не повинна перевищувати 0,2 - 0,5 мм/об.

Таблиця М28 - Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулі швидкості різання при свердлінні

Оброблюваний матеріал	Матеріал різальної частини інструмента	Подача s, мм/об	Коефіцієнт і показники ступені				Охолод ження
			C _v	q	y	m	
Сталь конструкційна вуглецева, σ _в = 750 МПа	P6M5	≤0,2	7,0	0,40	0,70	0,20	Є
		>0,2	9,8		0,50		
Сталь жароміцна 12X18H9T, HB 141		-	3,5	0,50	0,45	0,12	
Чавун сірий, HB 190		≤0,3	14,7	0,25	0,55	0,125	Немає
		>0,3	17,1		0,40		
	BK8	-	34,2	0,45	0,30	0,20	
Чавун ковкий, HB 150	P6M5	≤0,3	21,8	0,25	0,55	0,125	Є

Додаток М

		>0,3	25,3		0,40		
	ВК8	-	40,4	0,45	0,3	0,20	Немає
Мідні гетерогенні сплави середньої твердості (HB 100-140)	P6M5	≤0,3	28,1	0,25	0,55	0,125	Є
		>0,3	32,6		0,40		
Силумін і ливарні алюмінієві сплави, $\sigma_B = 100 \div 200$ МПа, HB ≤ 65; дюралюміній, HB ≤ 100		≤0,3	36,3	0,25	0,55	0,125	
>0,3		40,7	0,40				

Примітка. Для свердл зі швидкорізальної сталі розраховані за наведеним даними швидкості різання дійсні при подвійному заточенні й підгостреній перемичці. При одинарному заточенні свердл зі швидкорізальної сталі розраховану швидкість різання варто зменшувати, множачи її на коефіцієнт $K_{zv} = 0,75$.

Таблиця М29 - Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулі швидкості різання при розсвердлюванні, зенкуванні і розвертанні

Оброблюваний матеріал	Вид обробки	Матеріал різальної частини інструмента	Коефіцієнт і показники степені					Охолодження
			C_v	q	x	y	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конструкційна вуглецева сталь, $\sigma_B = 750$ МПа	Розсвердлювання	P6M5	16,2	0,4	0,2	0,5	0,2	Є
		BK8	10,8	0,6		0,3	0,25	
	Зенкерування	P6M5	16,3	0,3		0,5	0,3	
		T15K6	18,0	0,6		0,3	0,25	
	Розвертання	P6M5	10,5	0,3	0,2	0,65	0,4	
		T15K6	100,6	0,3	0	0,65		
Конструкційна загартована сталь, $\sigma_B = 1600 \div 1800$ МПа, HRC 49 -54	Зенкерування	T15K6	10,0	0,6	0,3	0,6	0,45	Є
	Розвертання		14,0	0,4	0,75	1,05	0,85	
Сірий чавун, HB 190	Розсвердлювання	P6M5	23,4	0,25	0,1	0,4	0,125	Немає
		BK8	56,9	0,5	0,15	0,45	0,4	
	Зенкерування	P6M5	18,8	0,2	0,1	0,4	0,125	
		BK8	105,0	0,4	0,15	0,45	0,4	
	Розвертання	P6M5	15,6	0,2	0,1	0,5	0,3	
		BK8	109,0	0,2	0	0,5	0,45	
Ковкий чавун, HB 150	Розсвердлювання	P6M5	34,7	0,25	0,1	0,4	0,125	Є
		BK8	77,4	0,5	0,15	0,45	0,4	
	Зенкерування	P6M5	27,9	0,2	0,1	0,4	0,125	Є
		BK8	143,0	0,4	0,15	0,45	0,4	
	Розвертання	P6M5	23,2	0,2	0,1	0,5	0,3	Є
		BK8	148,0	0,2		0,5	0,45	Немає

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця М30 - Середні значення періоду стійкості свердл, зенкерів і розгортки

Інструмент (операція)	Оброблюваний матеріал	Матеріал різальної частини інструмента	Стійкість Т, хв, при діаметрі інструмента, мм							
			До 5	6- 10	11- 20	21- 30	31- 40	41- 50	51- 60	61- 80
Свердло (свердління і розсвердлювання)	Конструкційна вуглецева і легована сталь	Швидкорізальна сталь	15	25	45	50	70	90	110	-
		Твердий сплав	8	15	20	25	35	45	-	-
	Корозійностійка сталь	Швидкорізальна сталь	6	8	15	25	-	-	-	-
Свердло (свердління і розсвердлювання)	Сірий і ковкий чавун, мідні й алюмінієві сплави	Швидкорізальна сталь	20	35	60	75	105	140	170	-
		Твердий сплав	15	25	45	50	70	90	-	-
Зенкери (зенкерування)	Конструкційна вуглецева й легована сталь, сірий і ковкий чавун	Швидкорізальна сталь і твердий сплав	-	-	30	40	50	60	80	100
Розгортки (розвертання)	Конструкційна вуглецева й легована сталь	Швидкорізальна сталь	-	25	40	80	80	120	120	120
		Твердий сплав	-	20	30	50	70	90	110	140
	Сірий і ковкий чавун	Швидкорізальна сталь	-	-	60	120	120	180	180	180
		Твердий сплав	-	-	45	75	105	135	165	210

Таблиця М31 - Поправковий коефіцієнт K_{lv} на швидкість різання при свердлінні, що враховує глибину оброблюваного отвору

Параметр	Свердління					Розсвердлювання, зенкерування, розвертання
Глибина оброблюваного отвору	3D	4D	5D	6 D	8D	-
Коефіцієнт K_{lv}	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	1,0

Додаток М

Таблиця М32 - Значення коефіцієнтів і показників степені у формулах крутного моменту і осьової сили при свердлінні, розсвердлюванні і зенкуванні

Оброблюваний матеріал	Найменування операції	Матеріал різальної частини інструмента	Коефіцієнт і показники степені у формулах							
			крутного моменту				осьової сили			
			C_M	q	x	y	C_p	q	x	y
Конструкційна вуглецева сталь, $\sigma_B = 750$ МПа	Свердління	Швидко-різальна сталь	0,0345	2,0	-	0,8	68	1,0	-	0,7
	Розсвердлювання і зенкерування		0,09	1,0	0,9	0,8	67	-	1,2	0,65
Жароміцна сталь 12X18H9T, HB 141	Свердління		0,041	2,0	-	0,7	143	1,0	-	0,7
	Розсвердлювання і зенкерування		0,106	1,0	0,9	0,8	140	-	1,2	0,65
Сірий чавун, HB 190	Свердління	Твердий сплав	0,012	2,2	-	0,8	42	1,2	-	0,75
	Розсвердлювання і зенкерування		0,196	0,85	0,8	0,7	46	-	1,0	0,4
	Свердління	Швидко-різальна сталь	0,021	2,0	-	0,8	42,7	1,0	-	0,8
	Розсвердлювання і зенкерування		0,085	-	0,75	0,8	23,5	-	1,2	0,4
Ковкий чавун, HB 150	Свердління	Твердий сплав	0,021	2,0	-	0,8	43,3	1,0	-	0,8
	Розсвердлювання і зенкерування		0,01	2,2	-	0,8	32,8	1,2	-	0,75
			0,17	0,85	0,8	0,7	38	-	1,0	0,4
Гетерогенні мідні сплави середньої твердості, HB 120	Свердління	Швидко-різальна сталь	0,012	2,0	-	0,8	31,5	1,0	-	0,8
	Розсвердлювання і зенкерування		0,031	0,85	-	0,8	17,2	-	1,0	0,4
Силумін і дюралюміній	Свердління		0,005	2,0	-	0,8	9,8	1,0	-	0,7

Примітка. Розраховані за формулою осьові сили при свердлінні дійсні для свердл з підгостреною перемичкою; з невідгостреною перемичкою осьова сила при свердлінні зростає в 1,33 рази.

Таблиця М33-Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими, циліндричними й дисковими фрезами із пластинами із твердого сплаву

Потужність	Сталь		Чавун і мідні сплави	
	Подача на зуб фрези s, мм, при твердому сплаві			
	T15K6	T5K10	BK6	BK8
5-10	0,09-0,18	0,12-0,18	0,14-0,24	0,20-0,29
Від 10	0,12-0,18	0,16-0,24	0,18-0,28	0,25-0,38

Примітки: 1. Наведені значення подач для циліндричних фрез дійсні при ширині фрезерування $B < 30$ мм; при $B > 30$ мм табличні значення подач варто зменшувати на 30%.

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

2. Наведені значення подач для дискових фрез дійсні при фрезеруванні площин і уступів; при фрезеруванні пазів табличні значення подач варто зменшувати в 2 рази.

3. При фрезеруванні з наведеними в таблиці подачами досягається параметр шорсткості поверхні $Ra = 0,8$ (1,6 мкм.

Таблиця М34 - Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими, циліндричними і дисковими фрезами зі швидкорізальної сталі.

Потужність верстата або головки, кВт	Жорсткість системи за- готовка – пристосува ння	Фрези			
		торцеві і дискові		циліндричні	
		Подача на один зуб. s_z , мм, при обробці			
		конструкційної сталі	чавуну і мід- них сплавів	конструкційної сталі	чавуну мідних сплавів
Фрези з великим зубом і із вставними ножами					
Більше 10	Підвищена	0,20-0,30	0,40-0,60	0,40-0,60	0,60-0,80
	Середня	0,15-0,25	0,30-0,50	0,30-0,40	0,40-0,60
	Знижена	0,10-0,15	0,20-0,30	0,20-0,30	0,25-0,40
5-10	Підвищена	0,12-0,20	0,30-0,50	0,25-0,40	0,30-0,50
	Середня	0,08-0,15	0,20-0,40	0,12-0,20	0,20-0,30
	Знижена	0,06-0,10	0,15-0,25	0,10-0,15	0,12-0,20
До 5	Середня	0,06-0,07	0,15-0,30	0,08-0,12	0,10-0,18
	Знижена	0,04-0,06	0,10-0,20	0,06-0,10	0,08-0,15
	Підвищена	0,08-0,12	0,20-0,35	0,10-0,15	0,12-0,20
Фрези із дрібним зубом					
5-10	Середня	0,06-0,10	0,15-0,30	0,06-0,10	0,10-0,15
	Знижена	0,04-0,08	0,10-0,20	0,06-0,08	0,08-0,12
До 5	Середня	0,04-0,06	0,12-0,20	0,05-0,08	0,06-0,12
	Знижена	0,03-0,05	0,08-0,15	0,03-0,06	0,05-0,10

Примітки: 1. Більші значення подач брати для меншої глибини і ширини фрезерування, менші - для більших значень глибини й ширини.

2. При фрезеруванні жароміцної і корозійностійкої сталі подачі брати ті ж, що і для конструкційної сталі, але не вище 0,3 мм/зуб.

Таблиця М35 - Подачі при фрезеруванні сталевих заготовок різними фрезами зі швидкорізальної сталі

Діаметр фрези D, мм	Фрези	Подача на зуб s_z , мм, при глибині фрезерування t , мм								
		3	5	6	8	10	12	15	20	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	Кінцеві	0,08-0,05	0,06-0,05							
20		0,10-0,06	0,07-0,04							

Таблиця М35 (Продовження)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	Кінцеві	0,12- 0,07	0,09- 0,05	0,08- 0,04	—	—	—	—	—	—
35		0,16- 0,10	0,12- 0,07	0,10- 0,05	—	—	—	—	—	—
	Кутові і фасонні	0,08- 0,04	0,07- 0,05	0,06- 0,04	—	—	—	—	—	—
40	Кінцеві	0,20- 0,12	0,14- 0,08	0,12- 0,07	0,08- 0,05	—	—	—	—	—
	Кутові і фасонні	0,09- 0,05	0,07- 0,05	0,06- 0,03	0,06- 0,03	—	—	—	—	—
	Прорізні	0,009- 0,005	0,007- 0,003	0,01- 0,007	—	—	—	—	—	—
50	Кінцеві	0,25- 0,15	0,15- 0,10	0,13- 0,08	0,10- 0,07	—	—	—	—	—
	Кутові і фасонні	0,10- 0,06	0,08- 0,05	0,07- 0,04	0,06- 0,03	—	—	—	—	—
	Прорізні	0,010- 0,006	0,008- 0,004	0,012- 0,008	0,012- 0,008	—	—	—	—	—
60	Кутові і фасонні	0,10- 0,06	0,08- 0,05	0,07- 0,04	0,06- 0,04	0,05- 0,03	—	—	—	—
	Прорізні	0,013- 0,008	0,010- 0,005	0,015- 0,01	0,015- 0,01	0,015- 0,01	—	—	—	—
	Відрізні	—	—	0,025- 0,015	0,022- 0,012	0,02- 0,01	—	—	—	—
75	Кутові і фасонні	0,12- 0,08	0,10- 0,06	0,09- 0,05	0,07- 0,05	0,06- 0,04	0,06- 0,03	—	—	—
	Прорізні	—	0,015- 0,005	0,025- 0,01	0,022- 0,01	0,02- 0,01	0,017- 0,008	0,015- 0,007	—	—
	Відрізні	—	—	0,03- 0,015	0,027- 0,012	0,025- 0,01	0,022- 0,01	0,02- 0,01	—	—

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

90	Кутові і фасонні	0,12-0,08	0,12-0,05	0,11-0,05	0,10-0,05	0,09-0,04	0,08-0,04	0,07-0,03	0,05-0,03	—
	Відрізні	—	—	0,03-0,02	0,028-0,016	0,027-0,015	0,023-0,015	0,022-0,012	0,023-0,013	—
110	Відрізні	—	—	0,03-0,025	0,03-0,02	0,03-0,02	0,025-0,02	0,025-0,02	0,025-0,015	—
150-200		—	—	—	—	—	—	0,03-0,02	0,028-0,016	0,02-0,01

Примітки: 1. При фрезеруванні чавуну, мідних і алюмінієвих сплавів подачі можуть бути збільшені на 30-40%. 2. Наведено подачі для фасонних фрез із опуклим плавно обкресленим профілем; для таких же фрез із різко обкресленим або ввігнутим профілем подачі повинні бути зменшені на 40%. 3. Подачі для прорізних і відрізних фрез із дрібним зубом установлені при глибині фрезерування до 5 мм, з великим зубом - при глибині від 5 мм.

Таблиця М36 - Подачі при фрезеруванні твердосплавними кінцевими фрезами площин і уступів сталевих заготовок

Чорнове фрезерування								
Вид твердо-сплавних елементів	Діаметр фрези D, мм	Подача на один зуб фрези s_z , мм, при глибині фрезерування t , мм						
		1-3	5	8	12	20	30	40
Коронка	10-12	0,01-0,03	—	—	—	—	—	—
	14-16	0,02-0,06	0,02-0,04	—	—	—	—	—
	18-22	0,04-0,07	0,03-0,05	0,02-0,04	—	—	—	—
Гвинтові пластинки	20	0,06-0,10	0,05-0,08	0,03-0,05	—	—	—	—
	25	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,10	0,05-0,08	—	—	—
	30	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,09	—	—	—
	40	0,10-0,18	0,08-0,13	0,06-0,11	0,05-0,10	0,04-0,07	—	—
	50	0,10-0,20	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,09	0,05-0,08	0,05-0,06
	60	0,12-0,20	0,10-0,16	0,10-0,12	0,08-0,12	0,06-0,10	0,06-0,10	0,06-0,08
Чистове фрезерування								
Діаметр фрези D, мм		10-16		20-22		25-35		40-60
Подача фрези s , мм/об		0,02-0,06		0,06-0,12		0,12-0,24		0,3-0,6

Примітки: 1. При чорновому фрезеруванні чавуну подачі, наведені для чорнового фрезерування сталі, можуть бути збільшені на 30-40%; при чистовому фрезеруванні чавуну зберігається величина подачі, рекомендована для чистового фрезерування сталі.

2. Верхні межі подач при чорновому фрезеруванні застосовувати при малій ширині фрезерування на верстатах високої жорсткості, нижні межі - при великій ширині фрезерування на верстатах недостатньої жорсткості.

3. При роботі з подачами для чистового фрезерування досягається параметр шорсткості $Ra = 0,8 - 1,6$ мкм.

Таблиця М37 - Подачі, мм/об, при чистовому фрезеруванні площин і уступів торцевими, дисковими й циліндричними фрезами

Параметр	Торцеві і дискові фрези із вставними ножами		Циліндричні фрези зі швидкорізальної сталі при діаметрі фрези, мм, залежно від оброблюваного матеріалу					
шорсткості поверхні Ra, мкм	із твердого сплаву	зі швидкорізальної сталі	конструкційна вуглецева і легована сталь			чавун, мідні і алюмінієві сплави		
			40-75	90-130	150-200	40-75	90-130	150-200
6,3	—	1,2-2,7	—	—	—	—	—	—
3,2	0,5-1,0	0,5-1,2	1,0-2,7	1,7-3,8	2,3-5,0	1,0-2,3	1,4-3,0	1,9-3,7
1,6	0,4-0,6	0,23-0,5	0,6-1,5	1,0-2,1	1,3-2,8	0,6-1,3	0,8-1,7	1,1-2,1
0,8	0,2-0,3	—	—	—	—	—	—	—
0,4	0,15	—	—	—	—	—	—	—

Таблиця М38 - Подачі при фрезеруванні сталевих заготовок шпонковими фрезами зі швидкорізальної сталі

Діаметр фрези D, мм	Фрезерування на шпонково-фрезерних верстатах з маятниковою подачею при глибині фрезерування на один подвійний хід, що становить частину глибини шпонкового паза		Фрезерування на вертикально-фрезерних верстатах за один прохід	
			Осьове врізання на глибину шпонкового паза	Поздовжній рух при фрезеруванні шпонкового паза
	Глибина фрезерування t, мм	Подача на один зуб s _z , мм		
6	0,3	0,10	0,006	0,020
8		0,12	0,007	0,022
10		0,16	0,008	0,024
12		0,18	0,009	0,026
16	0,4	0,25	0,010	0,028
18		0,28	0,011	0,030
20		0,31	0,011	0,032
24		0,38	0,012	0,036
28	0,5	0,45	0,014	0,037
32		0,50	0,015	0,037
36		0,55	0,016	0,038
40		0,65	0,016	0,038

Примітка. Подачі дані для конструкційної сталі з $\sigma_B < 750$ МПа; при обробці сталей більше високої міцності подачі знижують на 20—40%.

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця М39 - Значення коефіцієнта C_v і показників степені у формулі швидкості різання при фрезеруванні

Фрези	Матеріал різальної частини	Операція	Параметри зрізувано- го шару, мм		Коефіцієнт і показники степені у формулі швидкості різання							
			B	t	Sz	Cv	q	x	y	u	p	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обробка конструкційної вуглецевої сталі сталі з $\sigma_B = 750$ МПа												
Торцеві	T15K6 ^{*1}	Фрезерування площин	—	—	—	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5 ^{*2}		—	—	≤0,1 >0,1	64,7 41	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0	0,2
Циліндричні	T15K6 ^{*1}		≤35	≤2 >2	—	390 443	0,17	0,19 0,38	0,28	-0,05	0,1	0,33
			>35	≤2 >2		616 700	0,17	0,19 0,38	0,28	0,08	0,1	0,33
	P6M5 ^{*2}	—	—	≤0,1 >0,1	55 35,4	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33	
Дискові із вставними ножами	T15K6 ^{*1}	Фрезерування площин і уступів	—	—	<0,12 >0,12	1340 740	0,2	0,4	0,12 0,4	0	0	0,35
			Фрезерування пазів	—	—	<0,06 >0,06	1825 690	0,2	0,3	0,12 0,4	0,1	0
		Дискові із вставними ножами	P6M5 ^{*2}	Фрезерування площин, уступів і пазів	—	—	<0,1 >0,1	75,5 48,5	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1
Дискові цільні	P6M5 ^{*2}	—	—		—	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві з коронками	T15K6 ^{*1}	—	—		—	145	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37
з напаяними пластинами		—	—		—	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37
Кінцеві цільні	P6M5 ^{*2}	—	—		—	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33
Прорізнi відрізнi	P6M5 ^{*2}	Прорізнання пазів і відрізн.	—	—	—	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Фасонні опуклим профілем	P6M5 ^{*2}	Фасонне фрезерування	—	—	—	53	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Кутові і фа- сонні з увіг- нутим проф.	P6M5 ^{*2}	Фрезерування кутових кана- вок і фасонне	—	—	—	44	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Шпонкові дволезові	P6M5 ^{*2}	Фрезерування шпонкових пазів	—	—	—	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26
Обробка жароміцної сталі 12X18H9T у стані поставки												
Торцеві	BK8 ^{*1}	Фрезерування площин	—	—	—	108	0,2	0,06	0,3	0,2	0	0,32
	P6M5 ^{*2}		—	—	—	49,6	0,15	0,2	0,3	0,2	0,1	0,14
Циліндричні	P6M5 ^{*2}	Фрезерування площин і уступів	—	—	—	44	0,29	0,3	0,34	0,1	0,1	0,24
Кінцеві	P6M5 ^{*2}		—	—	—	22,5	0,35	0,21	0,48	0,03	0,1	0,27

Додаток М

Таблиця 39 (продовження)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обробка сірого чавуну, HB 190												
Торцеві	BK6 ^{*1}	Фрезерування площин	—	—	—	445	0,2	0,15	0,35	0,2	0	0,32
	P6M5 ^{*1}		—	—	—	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15
Циліндричні	BK6 ^{*1}		—	<2,5	<0,2	923	0,37	0,13	0,19	0,23	0,14	0,42
					>0,2	588			0,47			
	P6M5 ^{*1}		—	>2,5	<0,2	1180	0,37	0,40	0,19	0,23	0,14	0,42
					>0,2	750			0,47			
	P6M5 ^{*1}		—	—	<0,15	57,6	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
					>0,15	27			0,6			
Дискові із вставними ножами	P6M5 ^{*1}	Фрезерування площин, уступів і пазів	—	—	—	85	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Дискові цільні	P6M5 ^{*1}		—	—	—	72	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Кінцеві	P6M5 ^{*1}	Фрезерування площин уступів	—	—	—	72	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
Прорізні і відрізні	P6M5 ^{*1}	Прорізання пазів і відрізання	—	—	—	30	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,15
Обробка ковкого чавуну, HB 150												
Торцеві	BK6 ^{*1}		—	—	<0,18	994	0,22	0,17	0,1	0,22	0	0,33
	>0,18				695	0,32						
	P6M5 ^{*2}	Фрезерування площин	—	—	≤0,1	90,5	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
					>0,1	57,4			0,4			
Циліндричні	P6M5 ^{*2}		—	—	≤0,1	77	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
					>0,1	49,5			0,4			
Дискові із вставними ножами	P6M5 ^{*2}	Фрезерування площин, уступів і пазів	—	—	≤0,1	105,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
					>0,1	68			0,4			
Дискові цільні	P6M5 ^{*2}		—	—	—	95,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві	P6M5 ^{*2}	Фрезерування площин і уступів	—	—	—	68,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорізні і відрізні	P6M5 ^{*2}	Прор. пазів і відр.	—	—	—	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обробка гетерогенних мідних сплавів середньої твердості, HB 100 - 140												
Торцеві	P6M5 ^{*1}	Фрезерування площин	—	—	0,1	136	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
					0,1	86,2			0,4			
Циліндричні	P6M5 ^{*1}		—	—	0,1	115,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
					0,1	74,3			0,4			
Дискові із вставними ножами	P6M5 ^{*1}	Фрезерування площин, уступів і пазів	—	—	0,1	158,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
					0,1	102			0,4			

Таблиця 39 (продовження)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Дискові цільні	P6M5* ¹		—	—	—	144	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві	P6M5* ¹	Фрезерування площин і уступів	—	—	—	103	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорізні і відрізні	P6M5* ¹	Прорізання пазів і відріз.	—	—	—	111,3	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обробка силуміну й ливарних алюмінієвих сплавів, $\sigma_B = 100 \div 200$ МПа, HB ≤ 65 і дюралюмінію $\sigma_B = 300 \div 400$ МПа, HB ≤ 100												
Торцеві	P6M5* ¹	Фрезерування площин	—	—	$\leq 0,1$	245	0,25	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
					$> 0,1$	155						
Циліндричні	P6M5* ¹		—	—	$\leq 0,1$	208	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
					$> 0,1$	133,5						
Дискові із вставними ножами	P6M5* ¹	Фрезерування площин, уступів і пазів	—	—	$\leq 0,1$	285	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
					$> 0,1$	183,4						
Дискові цільні	P6M5* ¹		—	—	—	259	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Кінцеві	P6M5* ¹	Фрезерування площин і уступів	—	—	—	185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорізні і відрізні	P6M5* ¹	Прорізання пазів і відрізання	—	—	—	200	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2

*¹ Без охолодження. *² С охолодженням.

Примітка. Швидкість різання для торцевих фрез, розрахована за табличним даними, дійсна при головному куті в плані $\phi = 60^\circ$. При інших величинах цього кута значення швидкості варто множити на коефіцієнти: при $\phi = 15^\circ$ — на 1,6; при $\phi = 30^\circ$ — на 1,25; при $\phi = 45^\circ$ — на 1,1; при $\phi = 75^\circ$ - на 0,93; при $\phi = 90^\circ$ - на 0,87.

Таблиця М40 - Середні значення періоду стійкості Т фрез

Фрези	Стійкість Т, хв, при діаметрі фрези, мм											
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	250	300	400
Торцеві	—		120	180					240		300	400
Циліндричні із вставними ножами і цільні з великим зубом	—				180				240	—		
Циліндричні цільні із дрібним зубом	—		120		180		—					
Дискові	—					120		150	180	240	—	
Кінцеві	80	90	120	180		—						
Прорізні і відрізні	—					60	75	120		150	—	
Фасонні і кутові	—		120			180	—					

Додаток М

Таблиця М41 - Значення коефіцієнта C_p і показників степені у формулі окружної сили P при фрезеруванні

Фрези	Матеріал різальної частини інструмента	Коефіцієнт і показники степені					
		C_p	x	y	и	q	w
1	2	3	4	5	6	7	8
Обробка конструкційної вуглецевої сталі стали $\sigma_b = 750$ МПа							
Торцеві	Твердий сплав	825	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
	Швидкорізальна сталь	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0
Циліндричні	Твердий сплав	101	0,88	0,75	1,0	0,87	0
	Швидкорізальна сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Дискові, прорізні і відрізні	Твердий сплав	261	0,9	0,8	1,1	1,1	0,1
	Швидкорізальна сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Кінцеві	Твердий сплав	12,5	0,85	0,75	1,0	0,73	-0,13
	Швидкорізальна сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Фасонні й кутові	Швидкорізальна сталь	47	0,86	0,72	0,1	0,86	0
Обробка жароміцної сталі 12Х18Н9Т у стані поставки НВ141							
Торцеві	Твердий сплав	218	0,92	0,78	1,0	1,15	0
Кінцеві	Швидкорізальна сталь	82	0,75	0,6	1,0	0,86	0
Обробка сірого чавуну, НВ 190							
Торцеві	Твердий сплав	54,5	0,9	0,74	1,0	1,0	0
	Швидкорізальна сталь	50	0,9	0,72	1,14	1,14	0
Циліндричні	Твердий сплав	58	0,9	0,8	1,0	0,9	0
	Швидкорізальна сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
Дискові, кінцеві, прорізні і відрізні	Швидкорізальна сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
Обробка ковкого чавуну, НВ 150							
Торцеві	Твердий сплав	491	1,0	0,75	1,1	1,3	0,2
	Швидкорізальна сталь	50	0,95	0,8	1,1	1,1	0
Циліндричні, дискові, кінцеві, прорізні і відрізні	Швидкорізальна сталь	30	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Обробка гетерогенних мідних сплавів середньої твердості, НВ 100 - 140							
Циліндричні, дискові, кінцеві, прорізні і відрізні	Швидкорізальна сталь	22,6	0,86	0,72	1,0	0,86	0

Примітки: 1. Окружну силу P_z при фрезеруванні алюмінієвих сплавів, розраховувати, як для сталі, із введенням коефіцієнта 0,25.

2. Окружна сила P_z , розрахована за табличним даними, відповідає роботі фрезою без затуплення. При затупленні фрези до допустимої величини зношування, сила зростає: при обробці м'якої сталі ($\sigma_b < 600$ МПа) в 1,75-1,9 рази; у всіх інших випадках — в 1,2-1,4 рази.

Таблиця М42 - Відносні значення складових сили різання при фрезеруванні

Фрезерування	$P_h:P_z$	$P_v:P_z$	$P_y:P_z$	$P_x:P_z$
Фрези циліндричні, дискові, дискові, кінцеві, кутові і фасонні (див. рис. 5)				
Зустрічне (проти подачі)	1,1-1,2	0-0,25	0,4-0,6	$(0,2-0,4) \operatorname{tg} \omega$
Покутне (у напрямку подачі)	-(0,8-0,9)	0,7-0,9		
Фрези торцеві й кінцеві (див. рис. 6)				
Симетричне	0,3-0,4	0,85-0,95	0. 3-0,4	0,5-0,55
Несиметричне зустрічне	0,6-0,8	0,6-0,7		
Несиметричне попутне	0,2-0,3	0,9-1,0		

*1 Фрези, що працюють за схемою циліндричного фрезерування, коли торцеві зуби в різанні не беруть участь.

*² Фрези, що працюють за схемою торцевого фрезерування.

Примітка. Зміна складових P_y й P_x при торцевому фрезеруванні залежно від головного кута в плані ϕ див. у таблиця 23.

Додаток Н

Додаток Н.

Нормативи часу для нормування операцій механічної обробки

Таблиця Н1 - Допоміжний час на встановлення й знімання деталі під час виконання токарних робіт.

Встановлення в самоцентрувальному патроні							
Спосіб встановлення деталі		Маса деталі, кг, до					
		0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12
		Час, хв.					
В патроні з пневматичним затиском	без вивірки	0,11	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30
	з вивіркою на биття крейдою	0,25	0,35	0,40	0,47	0,55	0,65
Встановлення в центрах							
Встановлення деталі	Підведення пінолі задньої бабки	Маса деталі, кг, до					
		0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12
		Час, хв.					
із закріпленням хомутика	поворотом маховичка	0,22	0,26	0,32	0,38	0,46	0,55
в центрах з самозатискним хомутиком	за допомогою пневматичного пристрою	-	0,22	0,25	0,28	0,31	0,37
Встановлення в центровій оправці							
з вільним встановленням деталі	за допомогою пневматичного пристрою	-	0,23	0,27	0,34	0,41	0,50

Примітка: Для перевстановлення деталі застосовувати коефіцієнт 0,8.

Таблиця Н2 - Допоміжний час (в хв.), пов'язаний з переходом, для робіт,
що виконуються на токарних верстатах

Характер обробки, спосіб встановлення інструмента на розмір обробки			Вимірюваний розмір, мм	Обробка на операції			
				одним інструментом		декількома інструментами	
				Найбільший діаметр виробу, мм			
		до 300	до 400	до 300	до 400		
різцем, попередньо встановленим на розмір для чорнового або чистового точіння на одноперехідній операції			25	0,08	0,11	-	-
			100	0,09	0,12	-	-
			> 100	0,10	0,13	-	-
з встановленням різця на розмір за допомогою лімба або упора (чорнова або чистова обробка грубіше 8-го квалітету точності)			25	0,13	0,17	0,16	0,21
			100	0,14	0,19	0,17	0,23
			> 100	0,16	0,21	0,19	0,25
точіння і розточування з використанням способу пробних проходів і промірів	чорнова обробка		25	0,27	0,3	0,30	0,36
			100	0,33	0,36	0,38	0,42
	чистова обробка з квалітетом	9...10	25	0,24	0,29	0,27	0,33
			100	0,35	0,43	0,38	0,47
	ім точності	8	25	0,38	0,43	0,41	0,47
			100	0,60	0,70	0,65	0,75
поперечне точіння	з встановленням різця за лімбом або на упор (чорнова обробка)		-	0,17	0,23	0,27	0,3
	з використанням способу пробних проходів і промірів	чорнова обробка	100	0,31	0,35	0,38	0,34
			300	0,43	0,49	0,55	0,46
		чистова обробка	100	0,27	0,33	0,37	0,30
		300	0,50	0,60	0,65	0,55	

Таблиця Н3 - Допоміжний час, пов'язаний з переходом на прийоми, що не ввійшли в комплекси (токарні роботи)

Найменування прийомів			Найбільший діаметр виробу, мм	
			до 300	до 400
			Час, хв.	
Зміна частоти обертання шпинделя			0,07	0,08
Зміна величини або напрямку подачі			0,06	0,07
Зміна різця поворотом різцетримача			0,07	0,07
Встановити і зняти інструмент	різець	прохідний, підрізний, розточувальний	0,5	0,6
		нарізний, відрізний, фасонний	0,6	0,8
	свердло, зенкер, розвертка		0,1	0,12

Таблиця Н4 - Час на обслуговування робочого місця й перерви на відпочинок та особисті потреби під час токарних робіт

Найбільший діаметр виробу, мм	Час на обслуговування робочого місця та перерви на відпочинок і особисті потреби (у % від оперативного часу)
до 300	7,5
до 400	8,0

Таблиця Н5 - Підготовчо-заклучний час на токарних операціях

А. На налагодження верстата, інструментів та пристроїв			
Спосіб встановлення	Кількість різальних інструментів у наладці	Найбільший діаметр виробу, мм	
		300	до 400
		Час, хв.	
в універсальному пристрої (патрон, центри, оправка)	до 2	14	16
	до 4	17	20
	до 6	22	26
Б. На додаткові прийоми			
Встановити й зняти копір чи конусну лінійку		4	4
Встановити й зняти люнет з регулюванням кулачків		3	4
В. На одержання інструментів та пристроїв та повернення їх після закінчення обробки – 7 - 10 хв.			

Таблиця Н6 - Час на контрольні вимірювання

Вимірювальний інструмент	Точність вимірювання	Розмір, що вимірюється, мм (до)	Довжина поверхні, що вимірюється, мм			
			50	100	200	500
			Час, хв.			
штангенциркуль	—	50	0,10	0,13	0,16	0,21
		100	0,13	0,16	0,19	0,24
		200	0,16	0,17	0,21	0,25
калібр-скоба	9-10 квалітети	50	0,05	0,06	0,08	0,10
		100	0,07	0,08	0,10	0,11
	7-8 квалітети	50	0,09	0,10	0,13	0,16
		100	0,12	0,13	0,16	0,19
калібр-пробка	9-10 квалітети	25	0,07	0,09	0,13	-
		50	0,09	0,11	0,15	-
	7-8 квалітети	25	0,11	0,14	0,20	-
		50	0,13	0,16	0,22	-

Таблиця Н7 - Поправкові коефіцієнти до часу на контрольні вимірювання (враховують періодичність вимірювань під час механічної обробки деталей)

Форма поверхні	Спосіб обробки	Точність вимірюваного розміру	Величина вимірюваного розміру, мм	Спосіб забезпечення розміру		
				Обробка мірним інструментом	Налаштування на розмір інструментом	З встановленням інструмента за допомогою лімба
				Поправкові коефіцієнти до часу на контрольні вимірювання		
Циліндричні	свердління, зенкерування	10-14 квалітети	—	0,3	—	—
	точіння, розточування, розвертування	9-10 квалітети	до 50	0,3	0,4	0,8
			до 200	0,4	0,5	0,9
		7-8 квалітети	50 200	0,4 0,5	0,5 0,6	1,0 1,0
Плоскі	фрезерування, точіння	0,1 мм	50	-	0,3	0,8
			200	-	0,4	0,9
		0,2 мм	50	-	0,2	0,7
			200	-	0,3	0,8

Таблиця Н8 - Поправкові коефіцієнти до допоміжного часу в залежності від розміру партії оброблюваних деталей

Оперативний час, хв.	Кількість деталей в партії, шт								
	16	25	40	63	100	160	250	400	630
	Поправковий коефіцієнт								
1	-	-	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81
4	1,23	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	-
8	1,15	1,07	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	-	-
30 і більше	1,0	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	-	-	-

Таблиця Н8 - Допоміжний час на встановлення й знімання деталі під час виконання свердильних робіт

Спосіб встановлення деталі	Стан базової поверхні	Наявність вивірки та спосіб її здійснення	Кількість одночасно оброблюваних деталей	Маса деталі, кг (до)				
				1	5	8	12	15
				Час, хв. (на комплект установлюваних деталей)				
На столі із затисканням планкою і одним болтом	Оброблена або необроблений прокат	Без вивірки	1	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
У самоцентрувальному патроні з немеханізованим затисканням		Без вивірки	1	–	0,35	0,40	0,47	0,55
У пристрої з накидною планкою та ексцентриковим затискачем	–	–	–	0,16	0,19	0,25	0,28	0,35
У лещатах з гвинтовим затискачем	Оброблена або необроблений прокат	Без вивірки	1	Маса деталі, кг (до)				
				0,25	1	3	5	8
			2	0,23	0,27	0,29	0,32	0,36
	Необроблена (вилівок)	Без вивірки	1	0,29	0,35	0,40	0,46	0,55
			1	0,28	0,32	0,34	0,37	0,41
			3 вивіркою	1	0,7	0,8	0,85	0,95
Зі встановленням деталей понад вказану кількість на кожну наступну деталь додавати, хв.				0,08	0,11	0,14	–	–

Додаток Н

Таблиця Н9 - Допоміжний час на встановлення у спеціальних пристроях вручну і знімання деталі під час виконання свердлильних робіт

Спосіб затискання		Маса деталі, кг (до)				
		1	3	8	12	
		Час, хв.				
Рукояткою пневматичного чи гідравлічного затискача		0,13	0,15	0,19	0,22	
Рукояткою ексцентрикового чи роликового затискача		0,13	0,15	0,20	0,23	
Додавати на кожний затискач кількістю понад один, хв.		0,03	0,03	0,04	0,24	
Накидною кришкою ексцентриковим затиском		3	0,16	0,19	0,25	0,28
При встановленні в багатомісному пристрої на кожну наступну деталь додавати, хв.		0,06	0,08	0,12	0,15	
Очищення пристрою від стружки						
Прийоми		Розмір очищуваної поверхні, мм				
		100×100	200×300	300×400		
		Час, хв.				
Очищення пристрою від стружки	стисненим повітрям	0,05	0,07	0,08		
	щіткою	0,07	0,08	0,09		

Примітка: Для роботи з накладним кондуктором час на його встановлення приймати рівним часу на встановлення деталі у відповідності зі способом базування й закріплення та додавати до часу на встановлення й знімання деталі.

Таблиця Н10 - Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для операцій, що виконуються на вертикально-свердлильних і радіально-свердлильних верстатах

Характер обробки	Вид подачі	Найбільший діаметр оброблюваного отвору						
		до 35 мм			до 50 мм			
		Найдовше горизонтальне переміщення інструмента для обробки наступного отвору, мм, до						
		0	200	500	0	200	500	1000
		Допоміжний час, пов'язаний з переходом, хв.						
Свердління за розміткою	Механічна	0,10	0,12	0,15	0,11	0,14	0,17	0,20
	Ручна	0,07	0,09	0,12	0,08	0,13	0,14	0,17
Свердління кондуктором, розсвердлювання, зенкерування, розгортання	Механічна	0,07	0,10	0,13	0,09	0,12	0,15	0,18
	Ручна	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15
Зенкування, цекування	Ручна	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15
Нарізання різі	-	0,05	0,07	0,10	0,06	0,09	0,12	0,15

Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування

Таблиця Н11 - Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для нормування робіт, що виконуються на вертикально-свердлильних і радіально-свердлильних верстатах, на прийоми, що не ввійшли в комплекси

Найменування прийомів				Час, хв.
Увімкнути чи вимкнути обертання шпинделя	кнопкою за допомогою важіля			0,02
				0,02
Змінити частоту обертання шпинделя або подачу				0,08
Встановити і зняти інструмент	в швидкозмінному патроні без вимикання обертання шпинделя	діаметр інструмента, мм, до	15	0,05
			25	0,06
	в кулачковому патроні			0,17
	в отворі шпинделя з конусом Морзе №		2	0,12
			3	0,15
	у державці	для зенківки, цеківки чи підрізного ножа		0,24
для мітчика		0,08		
Вставити і зняти кондукторну втулку з внутрішнім діаметром втулки до 20 мм				0,07

Таблиця Н12 - Допоміжний час на виведення свердла для очищення від стружки під час роботи на вертикально-свердлильних і радіально-свердлильних верстатах

Оброблюваний матеріал	Діаметр свердла, мм, до	Довжина свердління в діаметрах свердла (D_c)			
		$3D_c$	$4D_c$	$6D_c$	$8D_c$
		Час, хв.			
сталі вуглецеві в'язкі, сталі жароміцні	10	-	0,05	0,07	0,11
	20	-	0,07	0,14	0,24
сталі конструкційні, латунь, алюміній	10	-	0,04	0,06	0,10
	20	-	0,07	0,13	0,20
чавун, бронза	3-10	-	0,03	0,05	0,07
	20	-	0,07	0,11	0,16

Примітка: Час наводиться для роботи свердлом до 10 мм з ручною подачею і свердлами більше 10 мм з механічною подачею.

Додаток Н

Таблиця Н13 - Час на обслуговування робочого місця, перерви на відпочинок і особисті потреби та підготовчо-заклучний час для нормування робіт, які виконуються на вертикально-свердлильних і радіально-свердлильних верстатах у серійному виробництві

А. Час на обслуговування робочого місця			
Група верстатів	I	II	III
Найбільший діаметр отвору, що свердлиється, мм, до	12	25	50
Час (в % від оперативного часу)	3,5	4,0	4,0
Б. Час перерви на відпочинок та особисті потреби для робіт з механічною подачею			
4% від оперативного часу			
В. Підготовчо-заклучний час на партію			
1. На налагодження верстата, інструментів та пристроїв			
Спосіб встановлення деталі	Кількість різальних інструментів в у наладці	Група верстатів	
		I	II
		Найбільший діаметр отвору, що свердлиється, мм, до	
		12	15
		Час, хв.	
в універсальному пристрої	3	10	11
	6	11	13
в кондукторі з встановленням кондуктора вручну	3	11	13
	6	12	15
2. На додаткові прийоми			
Встановити й зняти багатошпindelьну головку		20	25
Встановити й зняти додатковий стіл		2	2
3. На одержання інструментів і пристроїв виконавцем роботи до початку обробки партії деталей і здавання їх після закінчення роботи			
5-7 хв.			

Таблиця Н14 - Довжини врізання і перебігу інструмента для токарних та свердлильних робіт

Типи різців	Головний кут в плані φ , °	Глибина різання, мм					
		1	2	4	6	8	10
		Врізання й перебіг, мм					
Прохідні, підрізні, розточувальні	45	2	3.5	6	8	11	13
	60	2	2.5	4	5	7	8
	75	2	2,5	3	4	5	6
	90	3 - 5					
Прорізні	-	2 - 5					
Величина врізання й перебігу інструмента для обробки отворів							
Характер обробки		Діаметр інструмента D_c , мм до					
		3	5	10	15	20	
		Довжини врізання й перебігу, мм					
Наскрізне свердління свердлами з одинарною заточкою		2	2,5	5	6	8	
Наскрізне зенкерування з глибиною різання, мм	1	-	-	-	3	3	
	3	-	-	-	5	5	
Наскрізне розверстування циліндричних отворів		-	8	9	15	18	
Нарізання різі машинними мітчиками	Наскрізь	Довжина забірної частини 3-6 ниток і ще 1-2 нитки – калібрувальні					
	До упора	2,5 - 3 кроки різі					

Таблиця Н15 - Складові допоміжного часу для нормування робіт, що виконуються на горизонтально-, вертикально- та універсально-фрезерних верстатах

Час, пов'язаний із переходом, хв.						
Характер обробки, спосіб встановлення різального інструмента на розмір обробки				Група верстатів		
				I	II	
				Довжина стола, мм, до		
				750	1250	
				Час		
Фрезерування площин, фасонних поверхонь і пазів	Фрезою, попередньо встановленою на розмір			0,14	0,18	
				0,24	0,30	
				0,47	0,60	
	З встановленням фрези на розмір способом пробних проходів і промірів з використанням універсального вимірювального інструменту		Розмір, що вимірюється, мм	до 100	0,47	0,55
				понад 100	0,55	0,65
Час на прийоми, що пов'язані з переходом і не ввійшли в комплекси, хв.						
Змінити частоту обертання шпинделя				0,06	0,07	
Змінити величину або напрямок подачі				0,06	0,07	
Повернути ділильну головку чи ділильний пристрій на одну позицію				0,04	0,04	
Повернути пристрій з робочої позиції на завантажувальну				-	0,09	
Встановити і зняти щиток захисту від стружки		шарнірний		0,05	0,06	
		зйомний		0,16	0,18	

Таблиця Н16 - Час на обслуговування, перерви на відпочинок і підготовчо-заключний час для нормування робіт, що виконуються на горизонтально-, вертикально – і універсально-фрезерувальних верстах

Час на обслуговування робочого місця				
Група верстатів		I	II	
Довжина стола, мм, до		750	1250	
Процент від оперативного часу		3	3,5	
Час перерви на відпочинок та особисті потреби				
Процент від оперативного часу			4	
Підготовчо-заключний час на налагодження верстата, інструментів і пристроїв				
Спосіб встановлення деталі		Кількість Встановлених фрез	Група верстатів	
			I	II
			Довжина стола, мм, до	
			750	1250
			Час, хв.	
В універсальному пристрої (патрон, патрон з центром, центри, болти з планками, лещата)	без ділильної головки	- 1-2	10 14	11 16
	з ділильною голівкою	- 1-2	16 20	17 22
В спеціальному пристрої з встановленням пристрою вручну		- 1-2	13 17	16 21
Час на отримання інструменту й пристроїв до початку та здавання їх після закінчення роботи				
Час, хв.			7	10

Додаток Н

Таблиця Н17 - Величина врізання та перебігу інструмента при виконанні фрезерних робіт (фрези циліндричні, дискові, прорізнi, фасонні і кінцеві).

Глибина різання, мм	Діаметр фрези, мм, до					
	40	50	63	80	100	200
	Врізання й перебіг, мм					
6	16	18	21	24	27	38
7	17	19	22	25	29	41
8	18	20	24	27	30	43
9	19	21	25	28	32	46
10	19	22	26	29	33	48
50	-	-	-	-	-	91

Примітки: Для чистової обробки з метою забезпечення відповідної шорсткості поверхні в місцях виходу фрези величину врізання і перебігу для дискових фрез потрібно збільшувати вдвічі.

ВЕСЕЛОВСЬКА Н.Р., ШАРГОРОДСЬКИЙ С.А.,
РУТКЕВИЧ В.С., МОТОРНА О.О.

Наукове видання

ПРАКТИКУМ
З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ»
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
для студентів інженерно-технологічного факультету

Підписано до друку 26.06.2020. Формат 60х84/16.

Папір офсетний. Друк лазерний

Ум. друк арк. 20,58. Наклад 300 прим.

Зам.2621/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.

ФОП Корзун Д.Ю.

Свідоцтво про державну реєстрацію фізичної особи-підприємця
серія В02 №818191 від 31.07.2002 р.

Видавець ТОВ «ТВОРИ»

Свідоцтво про внесення до суб'єктів реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 6188 від 18.05.2018 р.

21027, а/с 8825, м. Вінниця, вул. Келецька, 51а.

Тел.: (0432) 603-00, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.

e-mail: tvoru@tvoru.com.ua, <http://www.tvoru.com.ua>