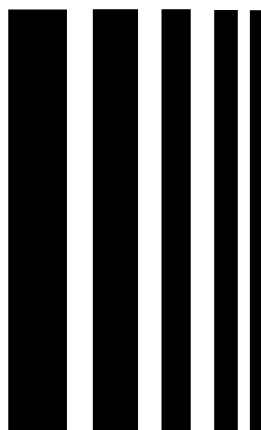


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**



ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕННЯ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ
ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНОЇ
І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТАМИ ДЕННОЇ
ФОРМИ НАВЧАННЯ**

З КУРСУ

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА САД СИСТЕМИ

**Тернопіль
2024**

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ**

Кафедра конструювання верстатів, інструментів та машин

**Упорядники: доц., к.х.н. Ковбашин В.І., доц., к.т.н. Пік А.І., ст.
викладач, к.т.н. Сенік А.А.**

**Рецензент: завідувач кафедри інжинірингу машинобудівних
технологій ТНТУ, доцент, к.т.н. Окіпний І.Б.**

Відповідальний за випуск: доц., к.х.н. Ковбашин В.І

**Методичний посібник розглянуто й затверджено на засіданні
кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин, протокол №8
від 07.02 2024р.**

**Методичний посібник розглянуто та схвалено НМК факультету
інженерії машин, споруд та технологій, протокол №6 від 22.02 2024р.**

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.

Найпоширенішими у сучасному машинобудуванні та приладобудуванні серед механічних передач є зубчасті передавачі.

ДСТУ 3321-2003 визначає *зубчастий передавач* як «триланковий механізм, в якому дві рухомі ланки - зубчасті колеса, що утворюють із нерухомою ланкою обертову або поступну пару»

Порівняно з іншими механічними передачами зубчасті передавачі мають такі переваги: високий ККД (0,96÷0,98 для однієї пари коліс); сталість передаточного числа; висока навантажувальна здатність; невеликі габаритні розміри у порівнянні з іншими видами передач; велика надійність в роботі, простота обслуговування; порівняно невеликі навантаження на вали та опори.

До недоліків зубчастих передавачів належать такі: неможливість безступінчастої зміни передатного числа; високі вимоги до точності виготовлення і монтажу; шум при великих швидкостях; громіздкість при великих відстанях між вісями ведучого і веденого валів; потреба у спеціальному обладнанні та інструменті для нарізання зубців.

Загальні терміни, визначення і позначення елементів зубчастих передач встановлює ДСТУ ISO 701-2001 «Міжнародна система позначень зубчастих передач. Умовні позначення геометричних даних».

Зубчасте колесо - основна деталь зубчастого передавача у вигляді диска з зубами на циліндричній або конічній поверхні, що входять в зачеплення із зубами іншого зубчастого елемента і призначена для передавання руху до цього зубчастого елемента або отримання руху від нього.

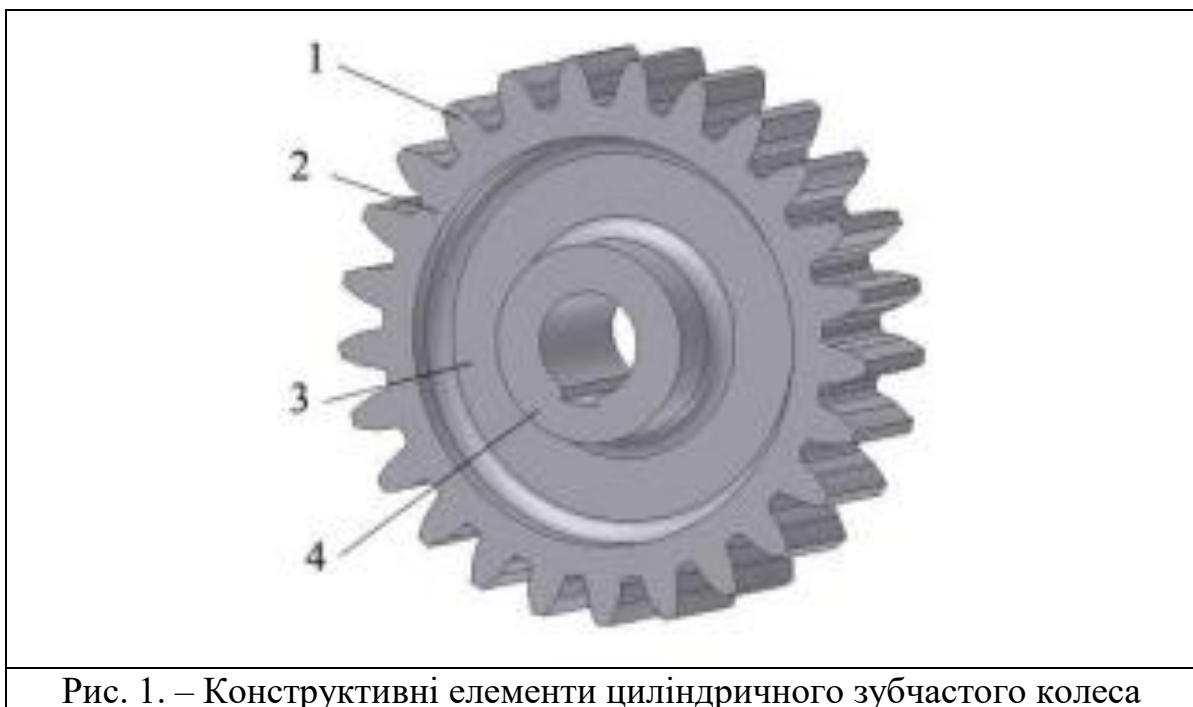


Рис. 1. – Конструктивні елементи циліндричного зубчастого колеса

Конструктивними елементами циліндричного зубчастого колеса є (рис. 1, рис. 2): 1- зубчастий вінець; 2- обід (несе на собі зубці); 3 – диск (або спиці) ; 4 – маточина. Маточина забезпечує сполучення колеса з валом і передачу обертаючого моменту від вала до колеса або навпаки – від колеса до вала.

Зубчасті колеса можуть бути різноманітної конструкції, яка залежить від характеру зачеплення (зовнішнє або внутрішнє), взаємного розміщення обертових валів, способу передачі і т. д. Найбільшого розповсюдження досягли циліндричні і конічні зубчасті колеса.

Ознайомимося із деякими елементами зубчастого колеса (рис. 2).

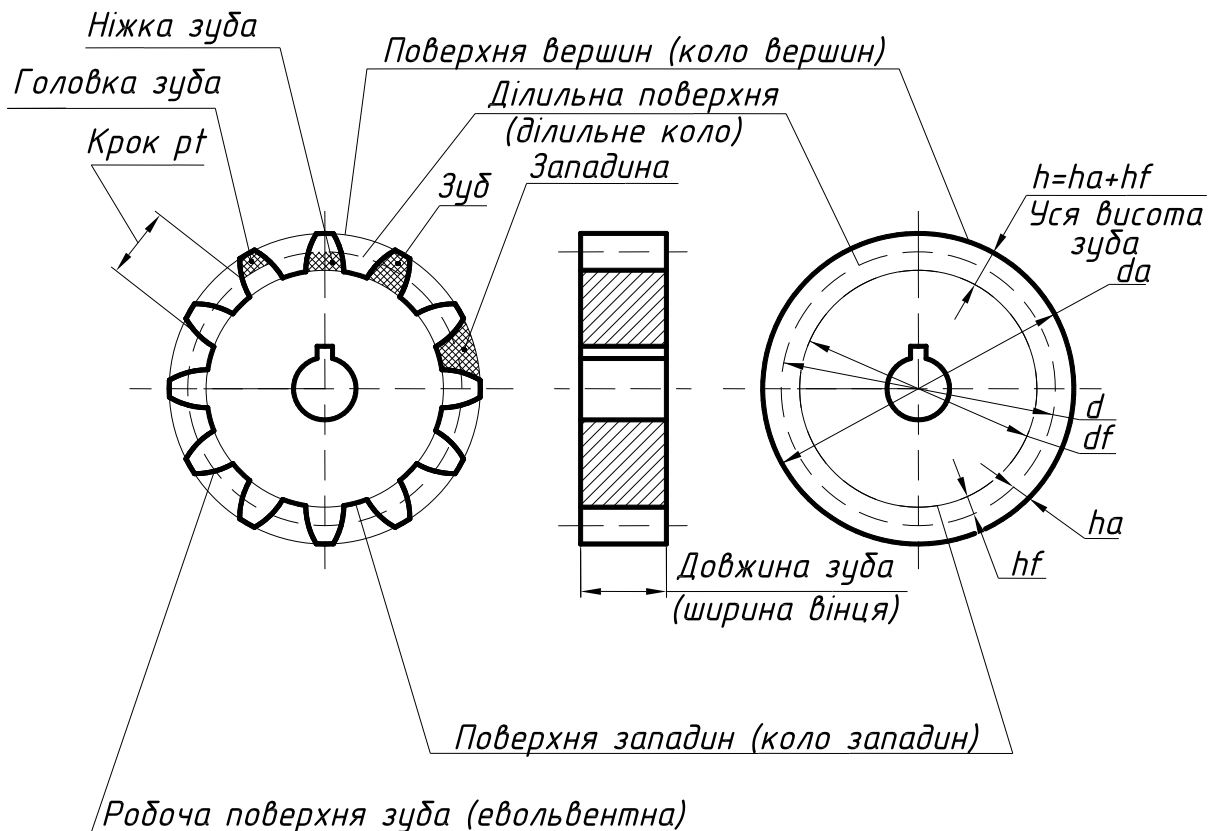


Рис. 2

Основним елементом зубчастого колеса є **зуб** – виступ певної форми, що призначений для передавання руху шляхом дії на виступ іншого елемента зубчастої передачі.

Частина зубчастого колеса, що не входить до зубів називається **тілом зубчастого колеса**.

Частина зубчастого колеса, що складається з усіх його зубів і частини тіла зубчастого колеса, що їх зв'язує називається **зубчастим вінцем**.

Простір, що знаходиться між боковими поверхнями сусідніх зубів та поверхнями вершин і дном западини називається **западиною** (рис. 2).

Ділильна поверхня зубчастого колеса (рис. 2) ділить зуб на дві частини – головку і ніжку зуба. Проекція поверхні виступів на площину,

що перпендикулярна до осі зубчастого колеса називається колом вершин (виступів), а поверхня западин – колом западин. Проекція ділильної поверхні називається ділильним колом. На рис. 2 висота зуба – h , головки зуба – ha і ніжки зуба – hf .

Ділильним кроком pt називається віддаль, що вимірюється по ділильному колу між однойменними профілями суміжних зубів. Діаметр ділильного кола – d , діаметр кола виступів – da , западин – df .

Модулем зубчастого колеса m називається лінійна величина, що в π раз менша за ділильний крок зубів pt . Модуль є базою для визначення елементів зубів та їхніх розмірів: $m=pt/\pi$.

Висота головки зуба нормального зубчастого колеса приблизно дорівнює модулю: $ha \approx m$, а висота ніжки $hf \approx 1,25m$. За цими співвідношеннями можна вивести наступну залежність діаметрів виступів da від модуля m і кількості зубів z зубчастого колеса: $da = m(z + 2)$.

На кресленнях циліндричних зубчастих коліс коло виступів зображують суцільною товстою лінією, а ділильне коло – штрихпунктирною тонкою лінією (рис. 2). На розрізах, які одержані січною площиною що проходить через вісь колеса, зуби зображуються незаштрихованими.

Основні дані, що необхідні для виготовлення зубчастого вінця колеса, дані для його контролю, а також довідкові дані наводять в таблиці параметрів (ДСТУ EN ISO 2203:2018), яку розміщують у правій верхній частині поля креслення (рис. 3).

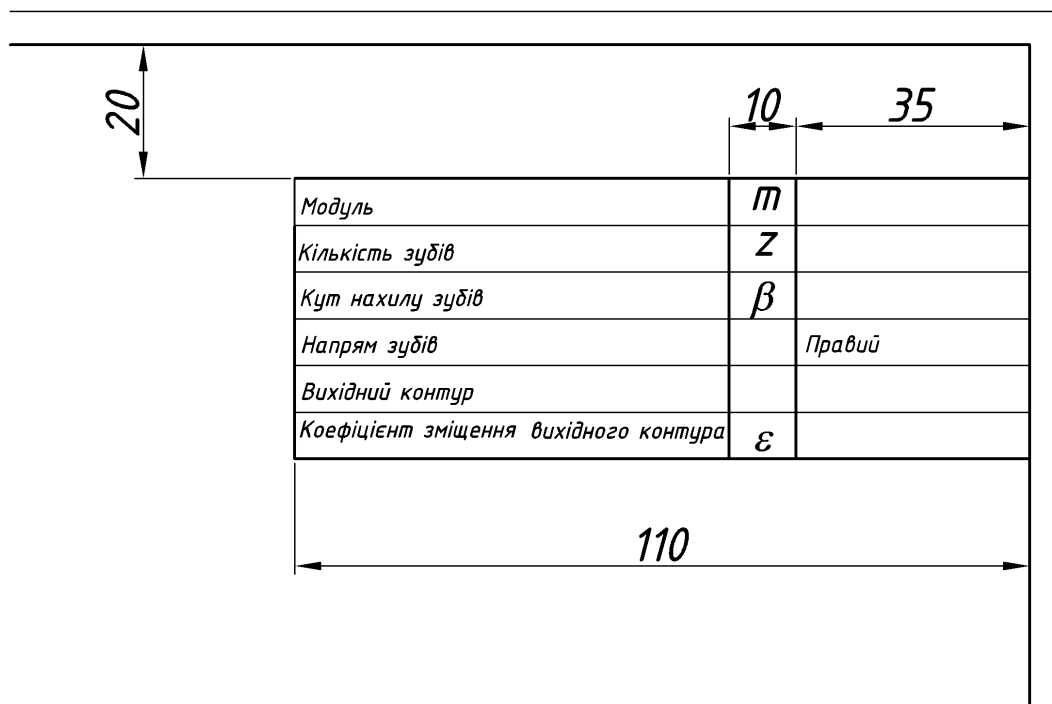


Рис. 3

На зображенні циліндричних зубчастих коліс наводять розміри діаметра кола виступів, ширини зубчастого вінця, фасок, а також наносять позначення шорсткості поверхонь виступів, западин та бокової поверхні зубів. Приклад зображення зубчастого колеса наведено на рис. 4.

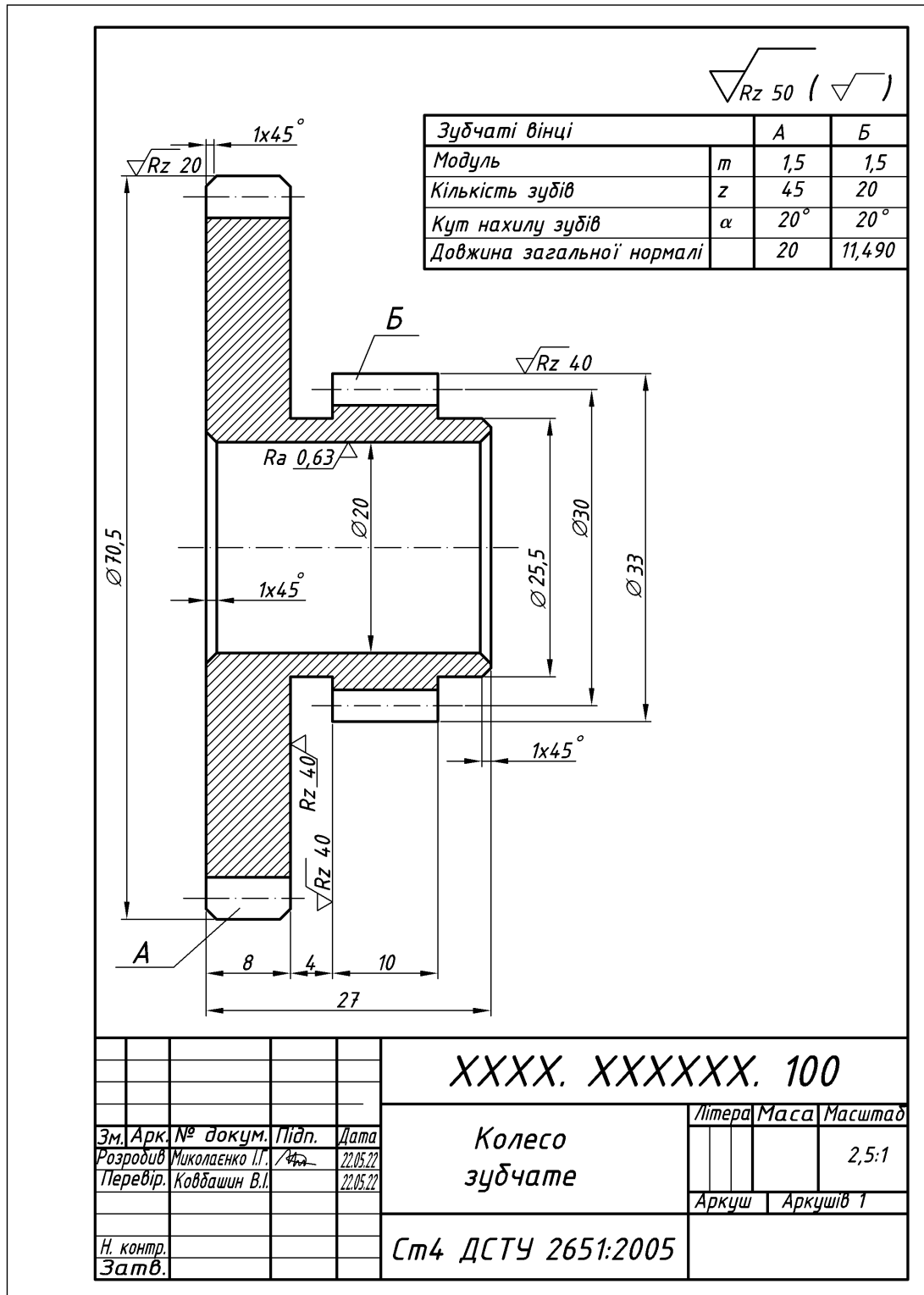


Рис. 4

Для передачі руху між валами, у яких осі перетинаються, використовують конічні зубчасті колеса. Умовне зображення конічного зубчастого колеса наведено на рис. 5.

У розрізі площиною, що проходить через вісь колеса, зуби зображуються незаштрихованими. На вигляді, що одержаний проектуванням на площину, яка перпендикулярна до осі колеса, суцільними товстими лініями зображують кола, що відповідають великому і малому виступу зубів, а штрихпунктирною тонкою лінією – коло більшої основи ділительного конуса.

У конічного зубчастого колеса є свої специфічні елементи та відповідні позначення і розміри, що відсутні у циліндричного колеса:

δ – кут ділительного конуса;

δ_a – кут конуса виступів;

δ_f – кут конуса западин;

A – конусна віддаль;

α – кут зовнішнього доповнюючого конуса.

Основні розміри некорегованих конічних зубчастих коліс можуть бути визначені за наступними формулами.

Діаметр початкового кола $d_e = mz$.

Діаметр кола виступів $d_{ae} = m(z + 2 \cos \delta)$.

Діаметр кола западин $d_{fe} = m(z - 2,4 \cos \delta)$.

Конусна віддаль $A = d_e / (2 \cos \delta)$.

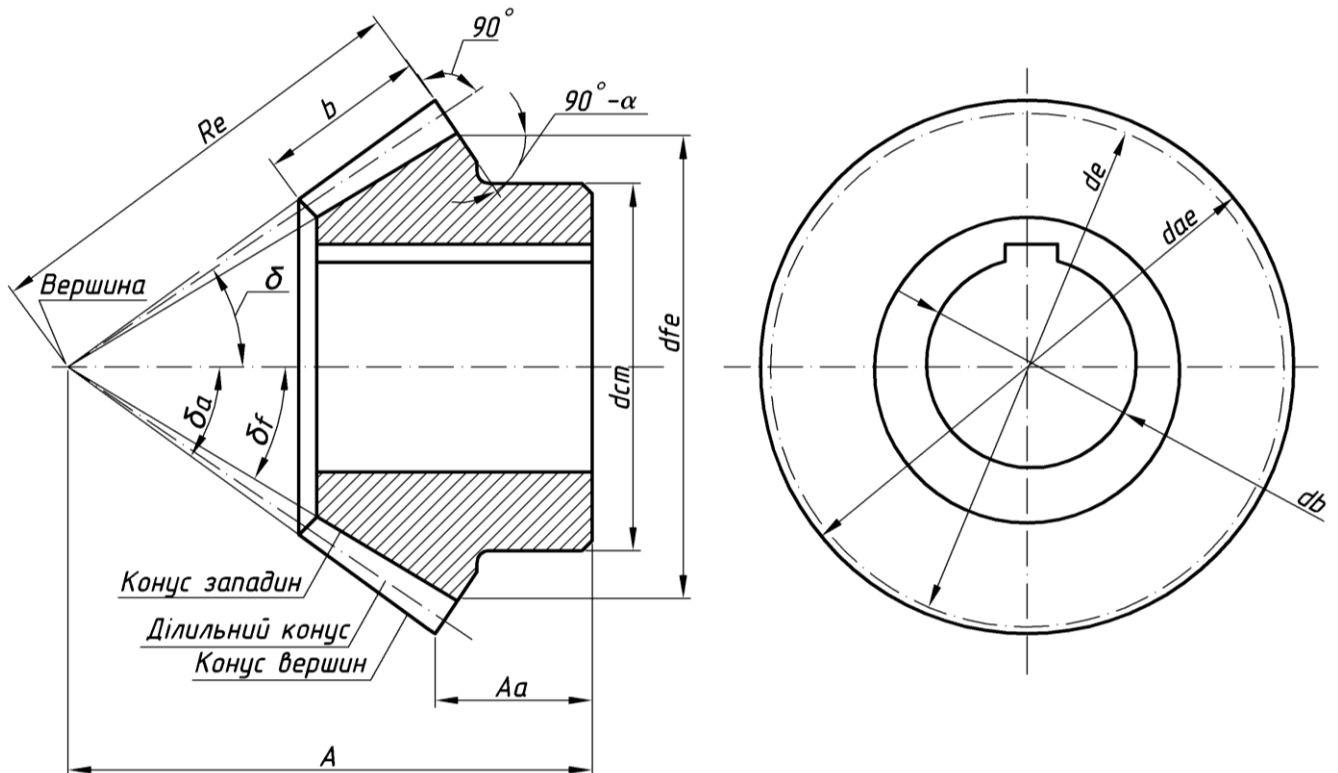


Рис. 5

Креслення конічного зубчастого колеса наведено на рис. 6.

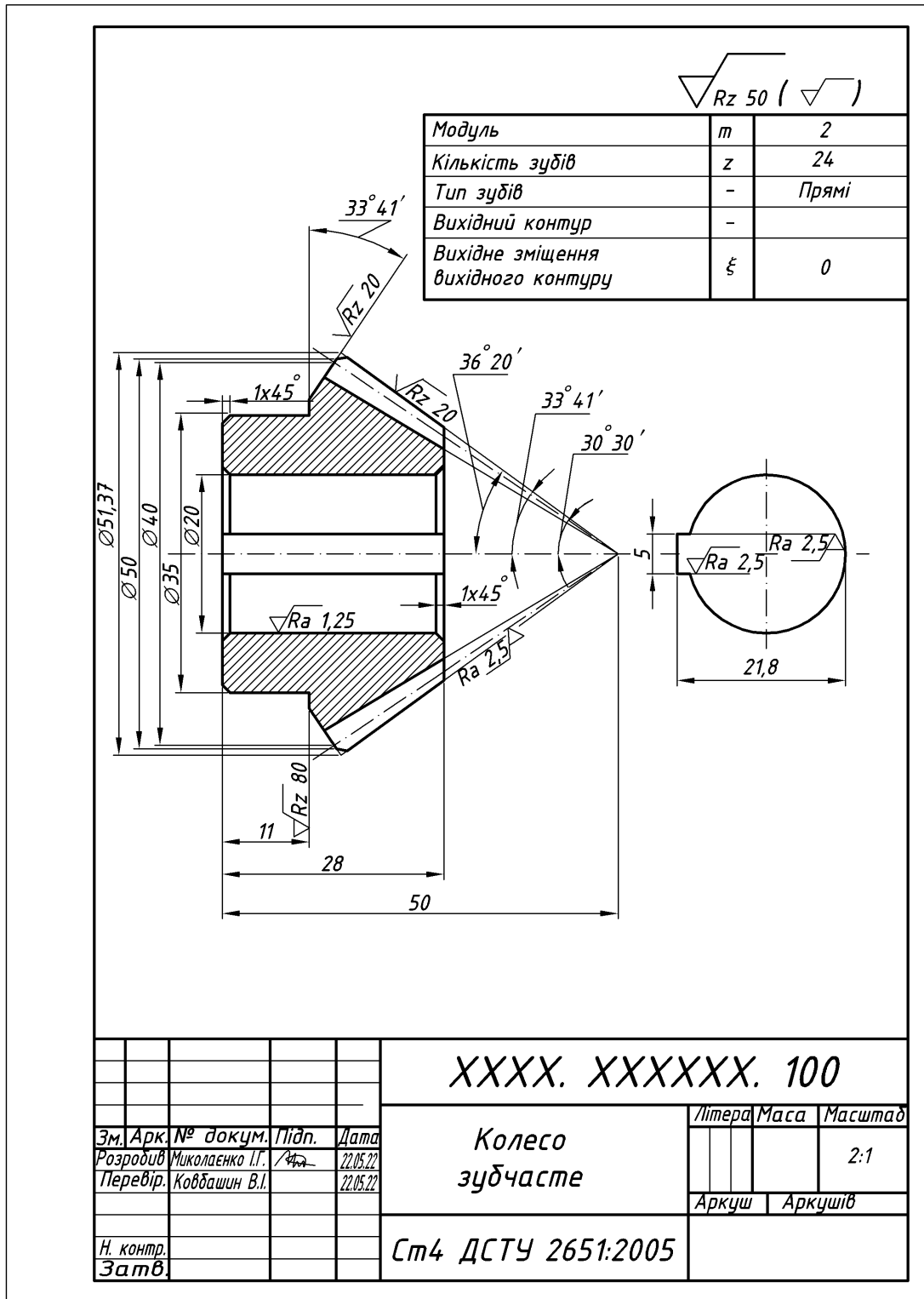


Рис. 6

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНЬ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС.

В даному завданні учбові робочі креслення зубчастих циліндричних коліс виконуються на креслярському папері формату А3 (297x420), за

параметрами m , z , D_e взятими з таблиці 1 та візрцями, поданими на рис. 7 і 8.

Варіанти (в табл. 1) відповідають порядковому номеру запису прізвища студента в журналі групи.

Користуючись нижчеподаними формулами залежності розмірів елементів зубів і колеса від модуля m та інших величин, підраховують розміри елементів зубчастого вінця та маточини.

Висота головки зуба $h_a = m$.

Висота ніжки зуба $h_f = 1,25m$.

Висота зуба $h = h_a + h_f = 2,25m$.

Ділильний діаметр $d = mz$.

Діаметр кола вершин зубів $d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$.

Діаметр кола западин зубів $d_f = d - z h_f = m(z - 2,5)$.

Коловий крок зубів $pt = \pi m$.

Колова товщина зуба $S_t = 0,5pt = 0,5\pi m$.

Колова ширина западини $e_t = 0,5pt = 0,5\pi m$.

Довжина зуба (ширина вінця) $b = (6 \dots 8)m$.

Внутрішній діаметр обода $D_o = d_a - 8,5m$.

Товщина обода зубчастого вінця $G = (2,0 \dots 3,0)m$.

Зовнішній діаметр маточини $D_m = (1,6 \dots 1,8)D_e$.

Довжина маточини $L = 1,5D_e \geq 1,1b$.

Діаметр вала (за ГОСТ 6636-69) D_e – береться з таблиці 1.

Товщина диска $n = 0,3b; (3 \dots 3,6)m; (1/2 \dots 1/3)pt$.

Діаметр центровогокола отворів (див. рис. 6) $d_3 = 0,5(D_o + D_m)$.

Розміри елементів спиць зубчастого колеса, зображеного на рис. 6, розраховуються за формулами наведеними нижче.

Товщина ребра спиці $n = (1,2 \dots 2)\sqrt{D_e} \geq 10\text{мм}$.

Товщина ребра спиці з нахилом $S = 0,8n \geq 10\text{мм}$.

Більша основа спиці $H_1 = 0,8D_e$.

Менша основа спиці $H_2 = 0,8H_1 = 0,64D_e$.

Висота буртика $e = 0,1D_e$.

Радіус скруглень $R = 10\text{мм}, R_1 = 5\text{мм}$.

Радіус R_σ визначається графічно (див. рис. 6, виносний елемент). При малій висоті спиці залишати диск з круглими отворами, але нахил одного ребра треба виконувати з нахилом 1:20. Величина зрізу зубів на торцевих кромках $c = 0,5m$.

Розміри елементів спиць зубчастого колеса, зображеного на рис. 7 розраховують за формулами наведеними нижче.

Товщина ребра спиці $n = 1,7m \geq 10\text{мм}$.

Товщина ребра спиці з нахилом $S = 1,5m \geq 10\text{мм}$.

Більша основа спиці $H_1 = 6G$ (G – товщина обода зубчастого вінця).

Менша основа спиці $H_2 = 0,8H_1$.

Висота буртика $e = 0,1D_e$.

Радіус скруглення

$$R=d:50 \quad (d - \text{ділильний діаметр}).$$

Величина зрізу зубів на торцевих кромках $c=0,5m$. Розмір паза під шпонку $a=D_e+t_2$ береться з таблиці 2 та рис. 9.

Таблиця 1.

Параметри для розрахунку зубчастого колеса та варіанти завдань.

Варіант	Колесо зубчасте (рис. 7)				Варіант	Колесо зубчасте (рис. 8)			
	масштаб	z	m	D_e		масштаб	z	m	D_e
1	1:2,5	34	10	70	16	1:2,5	35	10	70
2	1:2,5	36	9	70	17	1:2,5	38	9	70
3	1:2,5	36	9	60	18	1:2,5	36	9	70
4	1:2,5	40	8	60	19	1:2,5	37	9	60
5	1:2	42	7	60	20	1:2	35	8	60
6	1:2	40	7	60	21	1:2	34	8	60
7	1:2	46	6	50	22	1:2	40	7	50
8	1:2	44	6	50	23	1:2	38	7	50
9	1:2	47	6	42	24	1:2	44	6	50
10	1:2	56	5	42	25	1:2	46	6	40
11	1:2	26	10	70	26	1:2	54	5	40
12	1:2	25	10	66	27	1:2	55	5	40
13	1:2	27	10	62	28	1:2	52	5	40
14	1:2	44	6	68	29	1:2	54	5	40
15	1:2	42	6	64	30	1:2	56	5	40

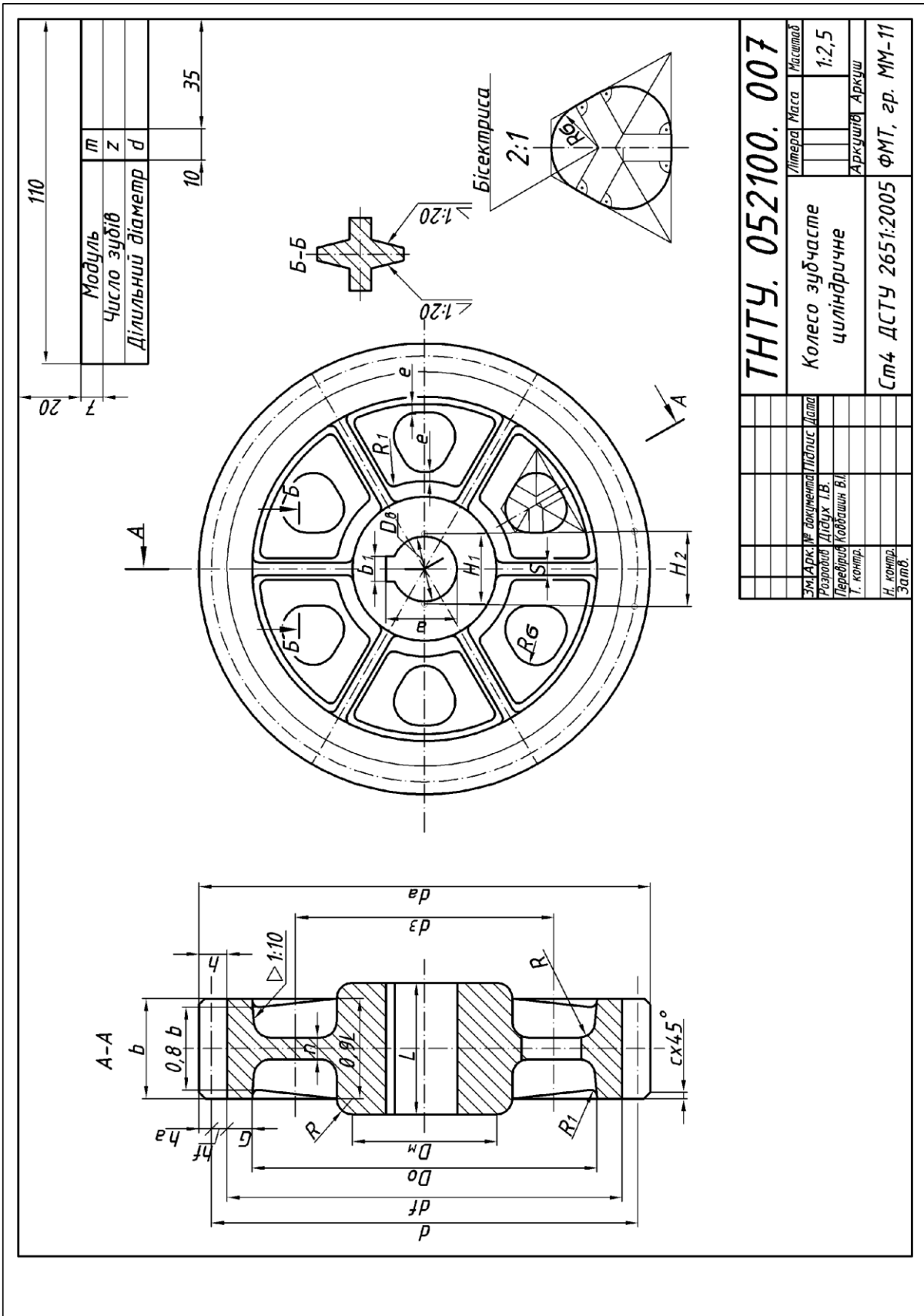


Рис. 7

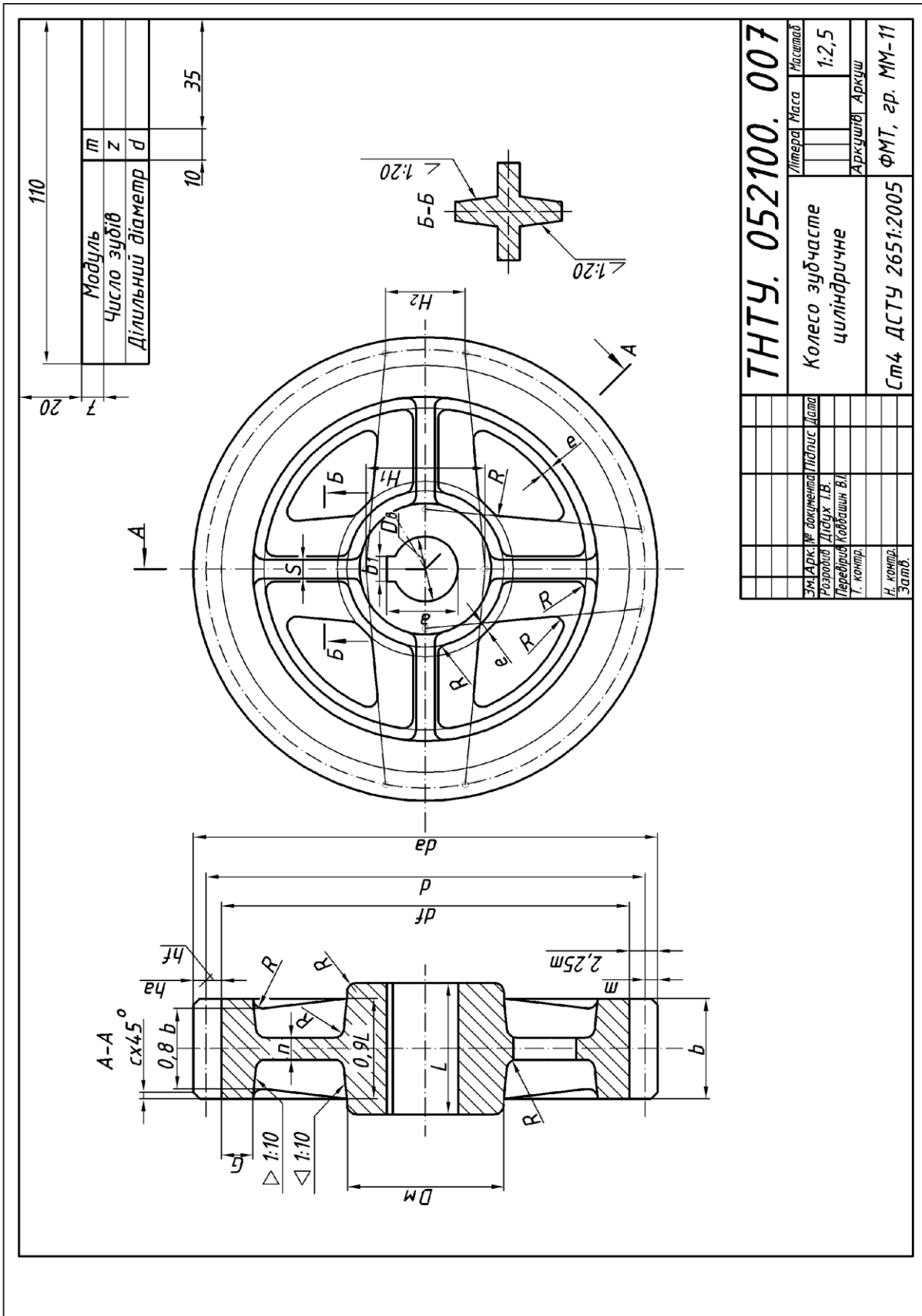


Рис. 8

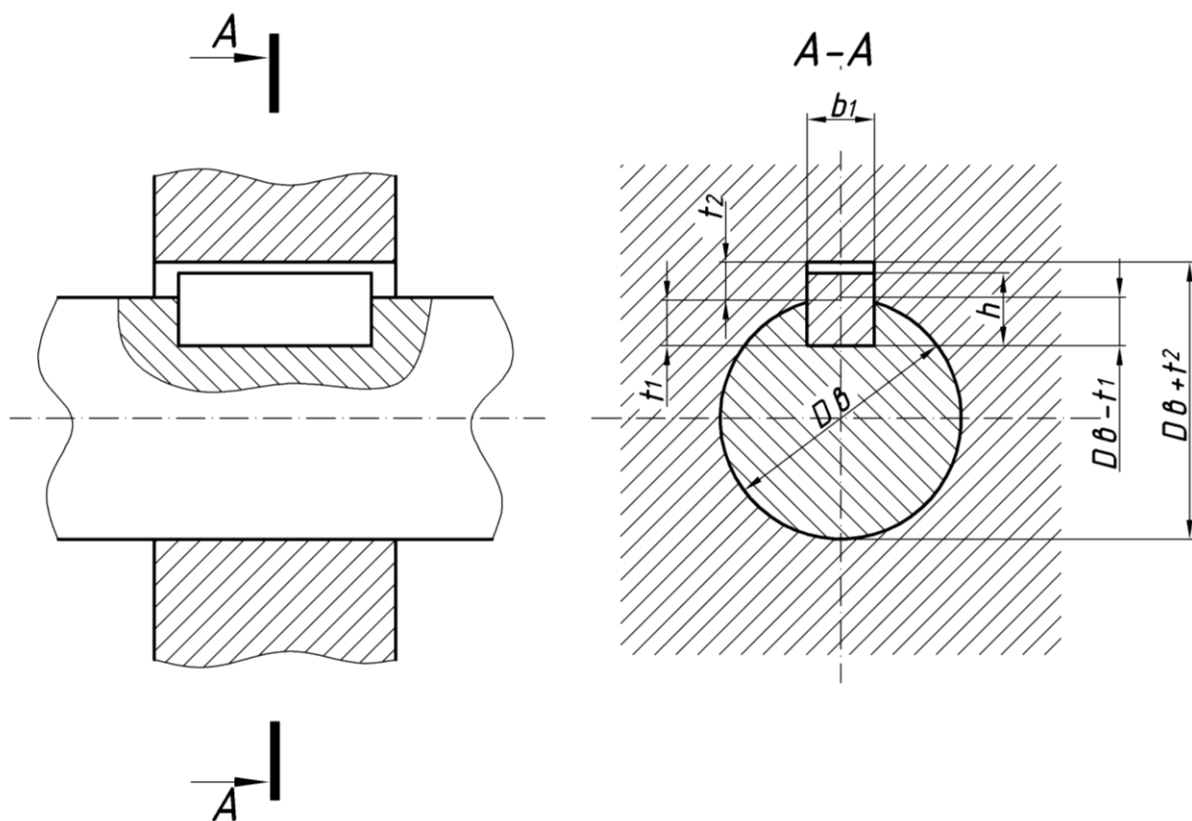


Рис 9

Таблиця 2

Розміри паза під шпонку (мм).

Діаметр вала	Розміри перерізу шпонки		Глибина паза	
	b_1	h	вал t_1	втулка t_2
Від 30 до 38	10	8	5	3,3
Більше 38 до 44	12	8	5	3,3
Більше 44 до 50	14	9	5,5	3,8
Більше 50 до 58	16	10	6	4,3
Більше 58 до 65	18	11	7	4,4
Більше 65 до 75	20	12	7,5	4,9
Більше 75 до 85	22	14	9	5,4
Більше 85 до 95	25	14	9	5,4

Список використаної літератури

1. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка графіка [Текст] / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, Ю.С. Ковальов. – Київ: Каравелла: – 2003. – 344 с.
2. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан. – Київ: Вища щкола, 2001. – 350с.
3. Михайленко В.Є. Інженерна графіка [Текст] / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, Ю.С. Ковальов. – Київ: Каравелла, – Львів: Піча Ю.В.; – Львів: Новий Світ-2000, 2002. – 284с.
4. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки [Текст] / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан. – Київ: Вища щкола, 2002. – 159с.
5. Ванін, В.В. Оформлення конструкторської документації: навч. посібник [Текст] / В.В. Ванін, А.В. Блюк, Г.О. Гнітецька. – К.: 2000. – 160с.
6. Інженерна графіка: довідник [Текст]; за ред. А.П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268с.
7. Хаскін, А.М. Креслення [Текст] / А.М. Хаскін. – К.: Вища щкола, 1976. – 457с.