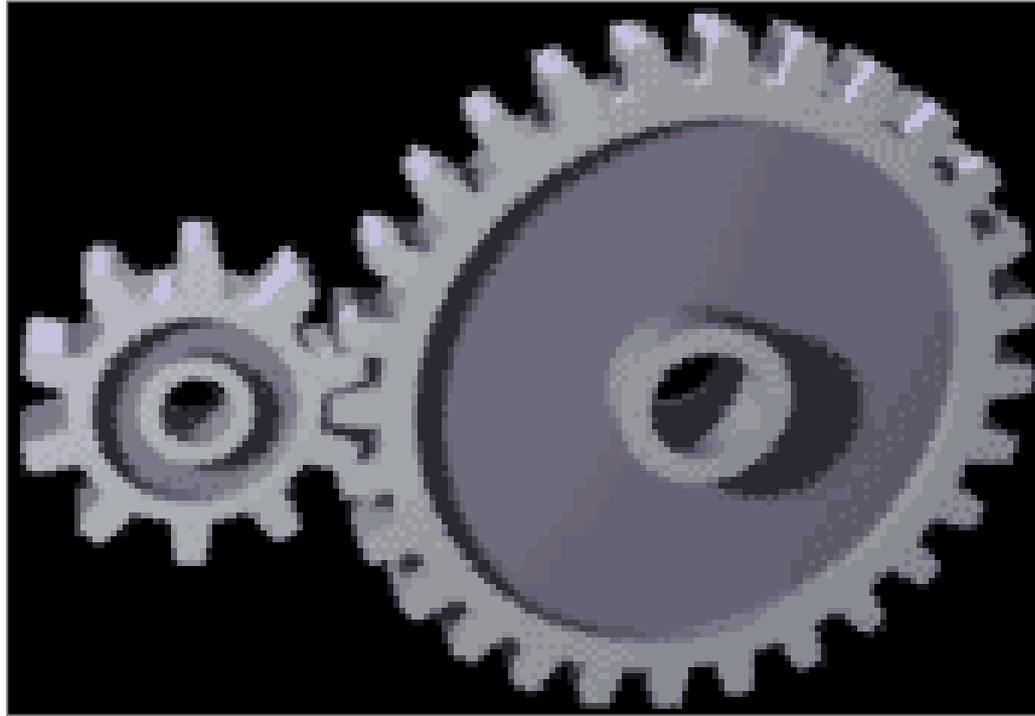


ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



Класифікація, основні геометричні параметри, основи побудови зображення

Зубчасті передачі



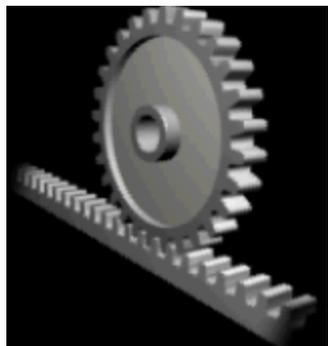
Зубчаста передача – це механізм або частина механізму механічної передачі, в склад якого входять зубчасті колеса.



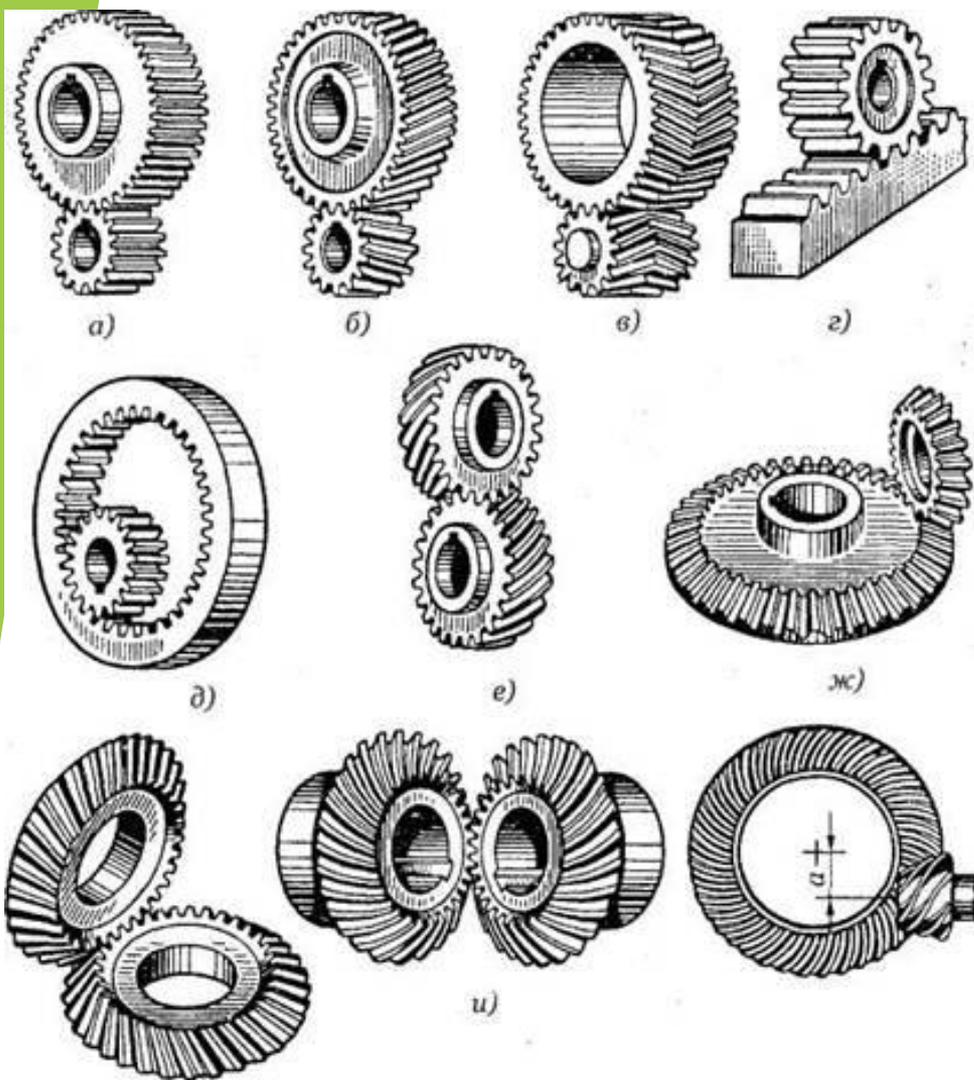
Призначення:



- передача обертального руху між валами, які можуть мати паралельні осі, осі які перетинаються або перехрещуються;
- перетворення обертального руху в поступальний, і навпаки.



Зубчасті передачі



Види зубчастих передач:

- а, б, в** – циліндричні зубчасті передачі із зовнішнім зачепленням;
- г** – рейкова передача;
- д** – циліндрична передача із внутрішнім зачепленням;
- е** – зубчаста гвинтова передача;
- ж, з, и** – конічні зубчасті передачі;
- к** – гепоїдна передача

Зубчасті передачі

Основні елементи, терміни, визначення і позначення:

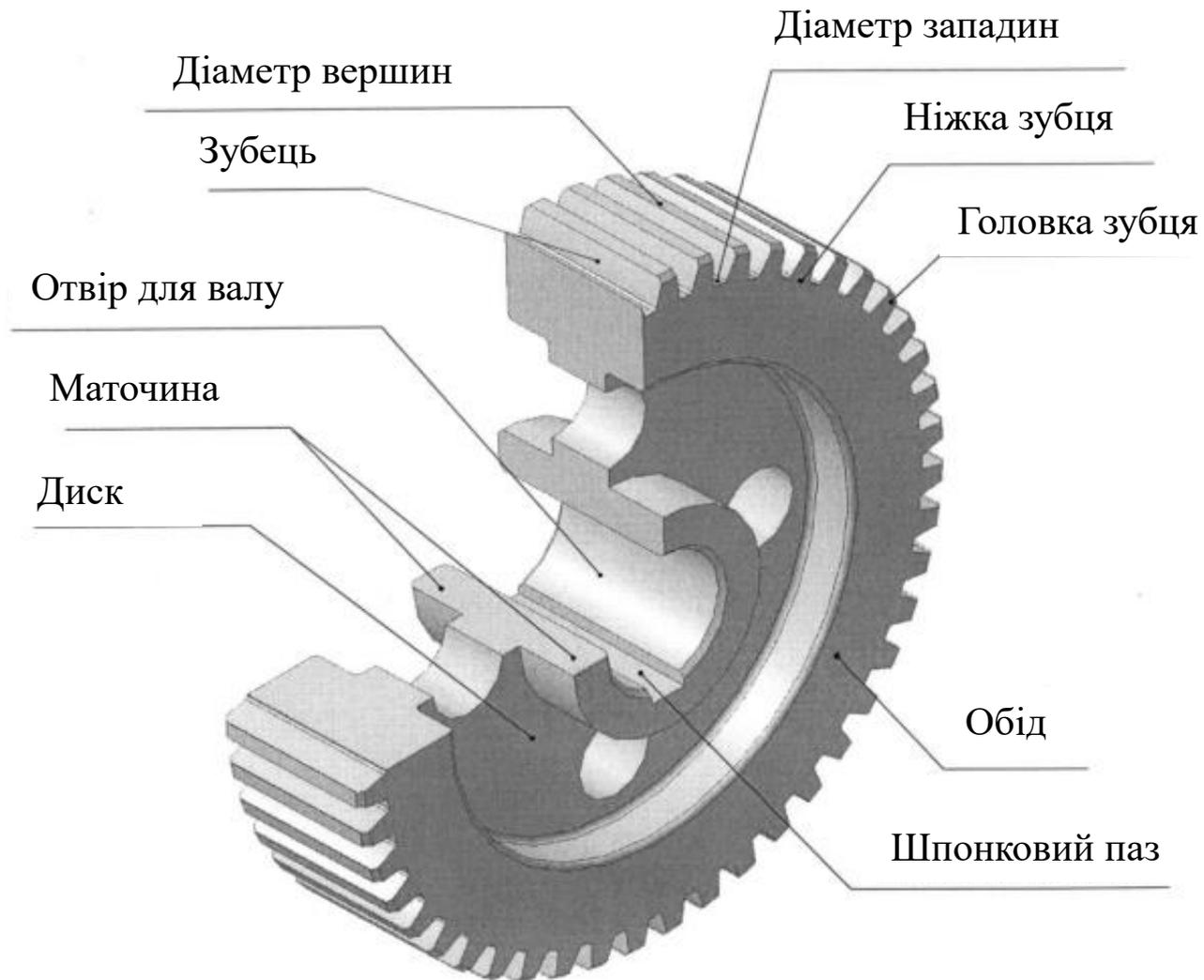
Зубчаста передача складається з двох зубчастих коліс - **ведучого і веденого**.

Менше по числу зубців з пари коліс називають **шестернею**, а більше - **колесом**.

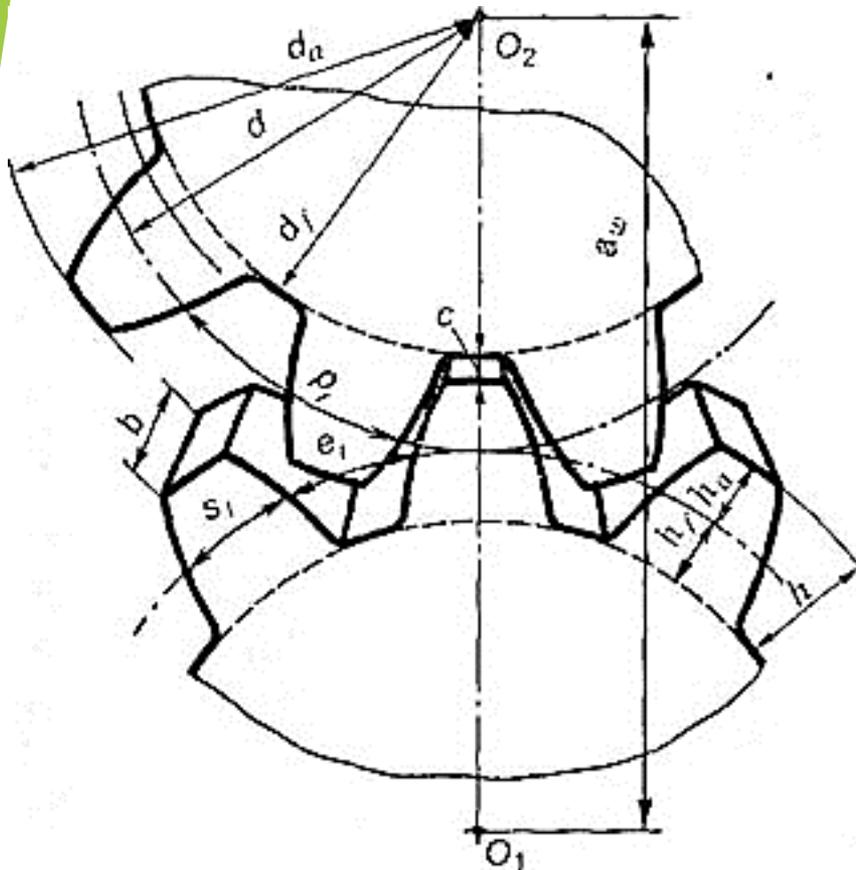
Термін «зубчасте колесо» є загальним.

Параметрам шестерні (ведучого колеса) приписують при позначенні індекси 1, 3, 5 тощо, а параметрам веденого колеса - 2, 4, 6 тощо.

Конструктивні елементи зубчастого колеса



Основні параметри:



- d_a – діаметр вершин зубців;
- d_r – діаметр западин зубців;
- d_a – початковий діаметр;
- d – ділительний діаметр;
- p_t – окружний крок;
- h – висота зубця;
- h_a – висота ніжки зубця;
- c – радіальний зазор;
- b – ширина вінця (довжина зубця);
- e_t – окружна ширина западин зубця;
- s_t – окружна товщина зубця;
- a_w – міжосева відстань;
- a – ділительна міжосева відстань;
- Z – число зубців.

Ділительне коло – коло, по якому обкатується інструмент під час нарізання зубців.
Ділительне коло пов'язане з колесом і ділить зуб на голівку та ніжку.

Зубчасті передачі

Модулем зубців називається частина діаметру ділильного кола, яка припадає на один зуб

Модуль є основною характеристикою розмірів зубців. Для пари коліс зачеплення модуль повинен бути однаковим.

Лінійну величину, що в π раз менше окружного кроку зубців, називають окружним модулем зубців і позначають m .

Розміри циліндричних прямозубих коліс вираховують по окружному модулю, який називають розрахунковим модулем зубчатого колеса, або просто **модулем**; позначають літерою **m** . Модуль вимірюють в міліметрах.

Модулі стандартизовані (табл. 1).

1-й ряд	2-й ряд						
1	1,125	3	3,5	10	11	32	36
1,25	1,375	4	4,5	12	14	40	45
1,5	1,75	5	5,5	16	18	50	55
2	2,25	6	7	20	22	60	70
2,5	2,75	8	9	25	28	80	90

Таблиця 1. Стандартні значення модулів

Примітка. При призначенні модулів перший ряд значень переважає другий.

Циліндрична прямозуба передача



Зубчасту передачу з паралельними осями, у коліс якої поверхні по діаметру виступів циліндричні, називають **циліндричною**.

Циліндрична прямозуба зубчаста передача складається з двох чи декількох пар циліндричних зубчастих коліс з прямими зубцями.

Така передача найбільш проста у виготовленні. Застосовується як у відкритому, так і у закритому виконанні.

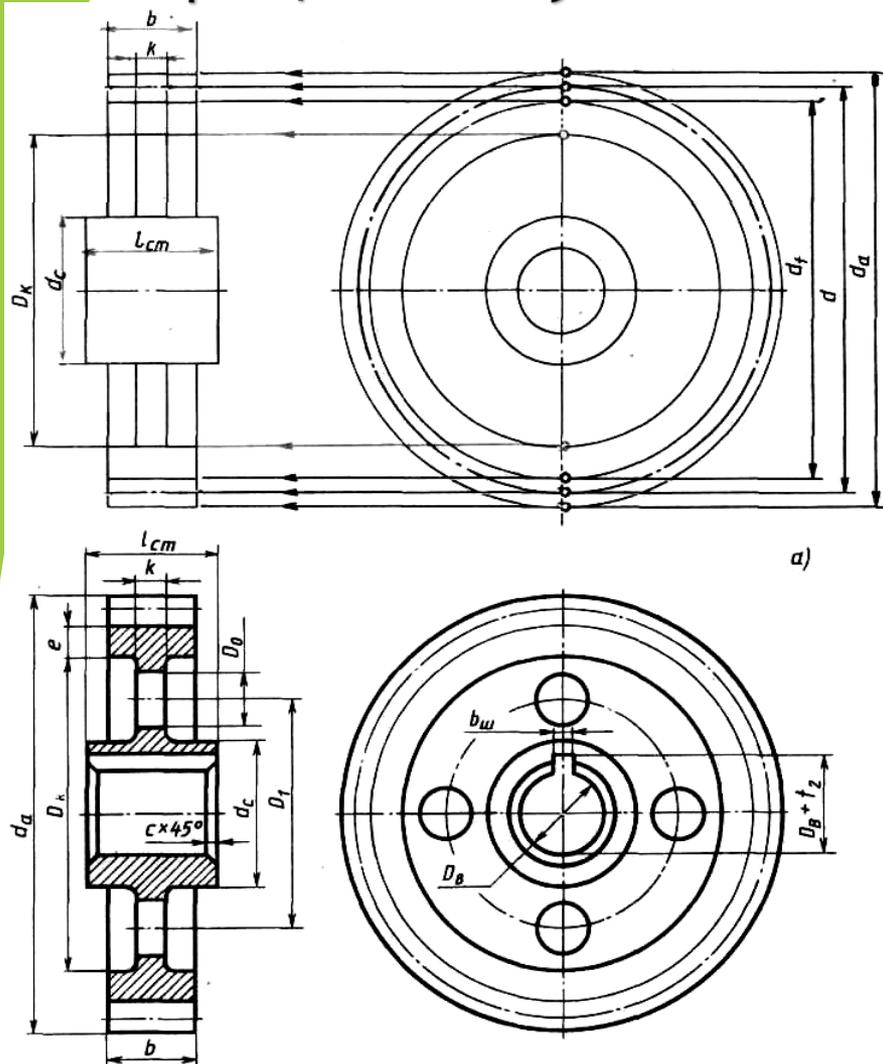
Параметр, позначення	Розрахункові формули	Параметр, позначення	Розрахункові формули
Модуль m	$m = \frac{p}{\pi}; m = \frac{d}{z}; m = \frac{d}{z+2}; m = \frac{2a_w}{z_2}$	Окружна товщина зуба	$s_t = \frac{\pi m}{2}$
Діаметр вершин зубців d_a	$d_a = m(z + 2)$	Окружна товщина западин зубців	$e_t = \frac{\pi m}{2}$
Ділильний діаметр d	$d = mz$	Радіальний зазор c	$c = 0,25m$
Діаметр западин зубців d_f	$d_f = m(z - 2,5)$	Міжосева відстань	$a_w = \frac{mz_2}{2}$
Висота зуба h	$h = 2,25m$	Окружний крок p_t	$p_t = \pi m$
Висота голівки зуба h_a	$h_a = m$	Довжина зуба (ширина вінця)	$b_w = b = m \psi_m$
Висота ніжки зуба h_f	$h_f = 1,25m$		

Таблиця 2. Геометричні параметри прямозубої циліндричної передачі

Передаточне число u обмежується габаритними розмірами передачі.
Для однієї пари циліндричних зубчастих коліс: $z_2 / z_1 = u \leq 12,5$

Зубчасті передачі

Спрощення та умовні зображення зубчастого колеса



За ГОСТ 2.402—68 встановлено такі умовні зображення на кресленнях:

- коло і твірні поверхні виступів зубців показують основною лінією на всіх зображеннях;
- коло і твірні поверхні западин зубців у розрізах і перерізах показують основною лінією. Дозволяється на видах, перпендикулярних до осі колеса, показувати коло і твірні поверхні западин суцільною тонкою лінією;
- початкові і ділильні кола та твірні поверхні початкових і ділильних циліндрів зображують тонкою штрих-пунктирною лінією на всіх видах і розрізах колеса;
- зубці коліс креслять лише в осьових розрізах (зображають нерозрізаними), а на інших зображеннях показують поверхню їх вершин. Якщо треба показати профіль зубця, рекомендується накреслити його у вигляді виносного елемента або на обмеженій ділянці деталі;
- напрям зубців у разі потреби показують поблизу осі колеса трьома тонкими паралельними лініями з відповідним похилом поблизу осі колеса.

Зубчасті передачі

Послідовність виконання зображення зубчастого колеса

Ескізи і робочі креслення зубчастих коліс виконують у такій послідовності:

- ❖ вимірюють діаметр кола d_a і підраховують число зубців;
- ❖ за формулою визначають модуль і звіряють його з таблицею модулів. Якщо подібної величини в стандарті немає, для розрахунку беруть найближче стандартне значення і за ним визначають всі параметри зубчастого колеса. Наприклад, число зубців колеса $z = 24$, діаметр кола виступів $d_a = 210$ мм.

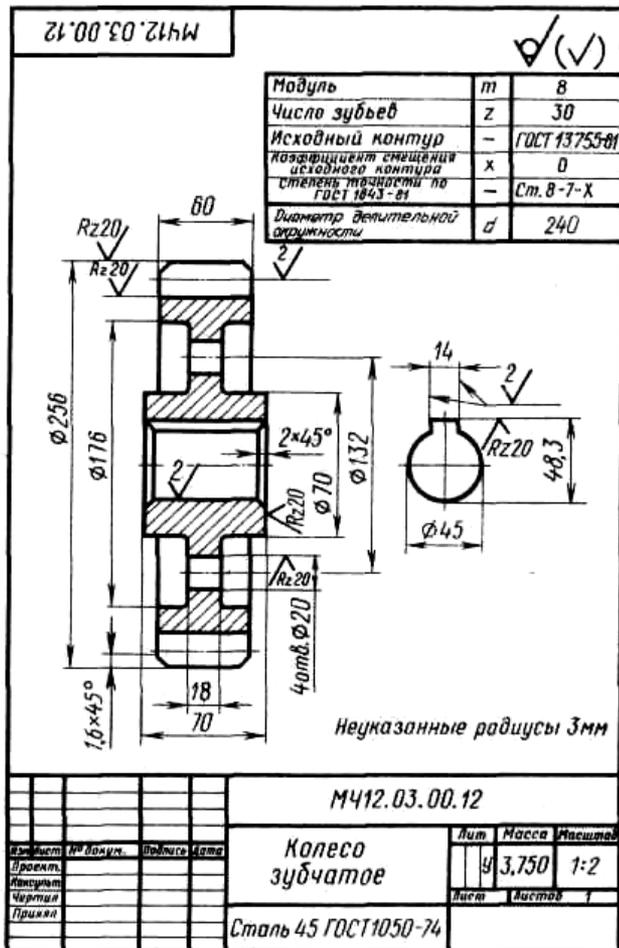
$$\text{Отже, модуль } m = \frac{d_a}{z+2} = \frac{210}{24+2} = 8,07 \text{ мм.}$$

Звіряючи його з таблицею модулів, бачимо, що найближче значення $m = 8$ мм, за яким і виконуємо далі розрахунки.

- ❖ Креслення виконують за ГОСТ 2.403—75 у поздовжньому фронтальному розрізі на місці виду спереду і виду зліва.

Зубчасті передачі

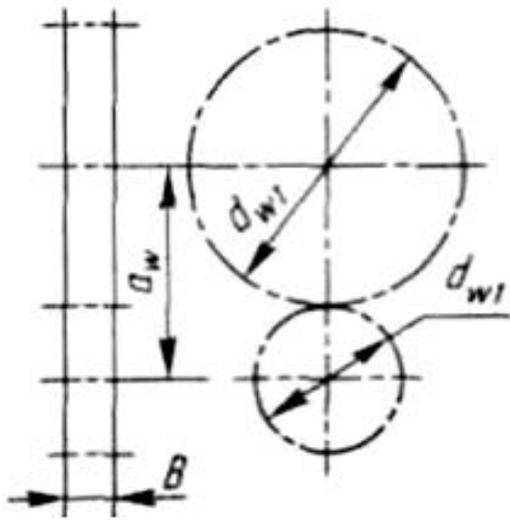
Послідовність виконання зображення зубчастого колеса



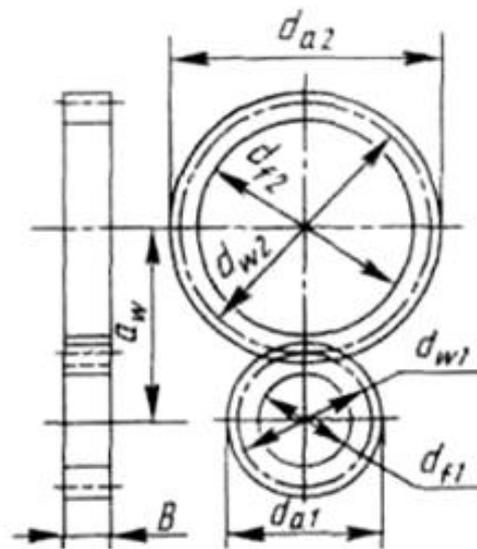
- ❖ На зображенні циліндричного зубчастого колеса проставляють розмір діаметра кола вершин d_a , довжину (ширину) зубців b розмір фасок або радіусів заокруглень на торцевих кромках циліндра виступів, шорсткість бічної поверхні зубців, поверхні виступів і западин;
- ❖ наносять усі конструктивні розміри, що характеризують елементи колеса – обід, маточину і диск;
- ❖ у верхньому правому куті вміщують таблицю параметрів. Вона поділяється на три частини, відокремлені одна від одної основними лініями: перша (верхня) містить дані для виготовлення колеса, друга призначена для контролю виробу, а третя містить довідкові матеріали

Зубчасті передачі

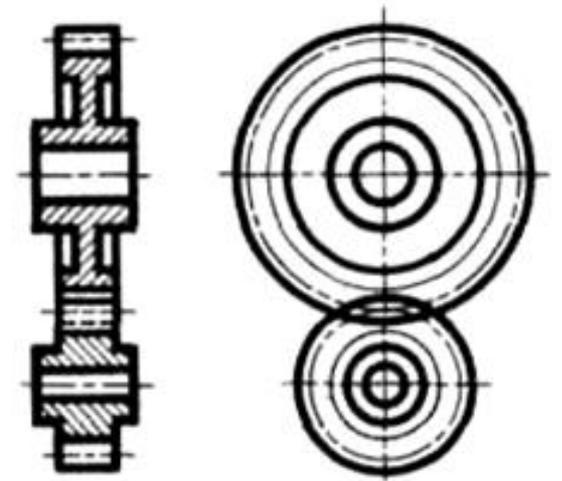
Послідовність виконання зображення
циліндричної зубчастої передачі



Перший етап



Другий етап



Третій етап

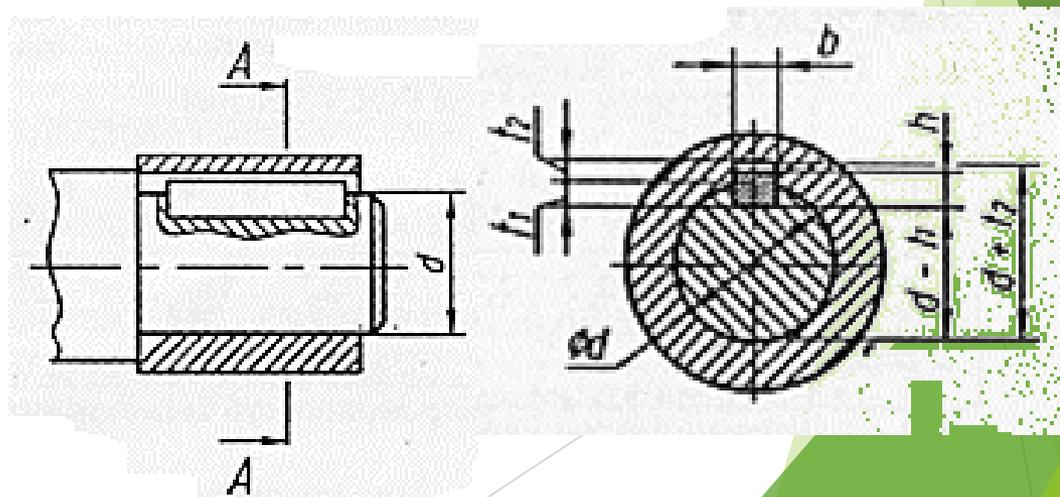
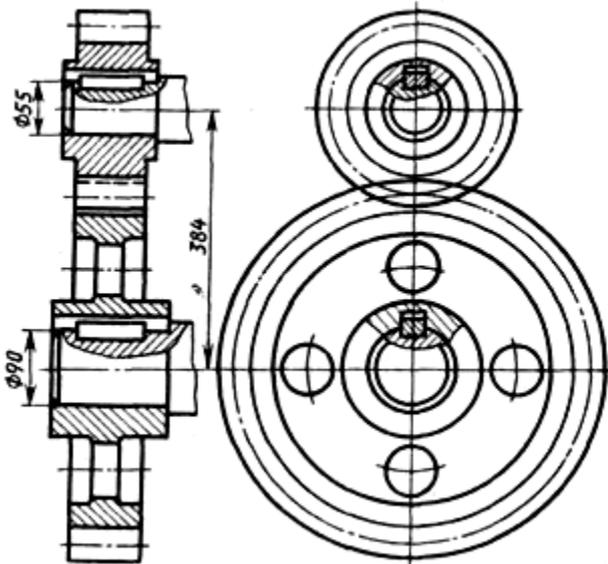
Зубчасті передачі

Шпонкове з'єднання ГОСТ 23360-78

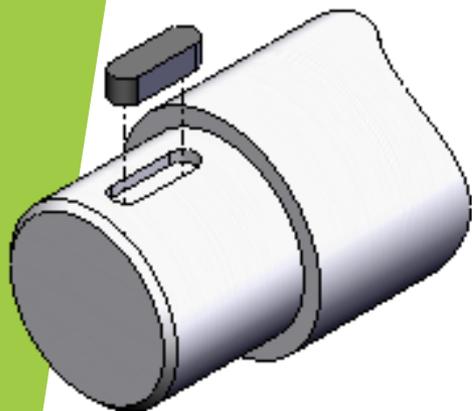
Шпóнкове з'єднання — один з видів з'єднання валу з втулкою з використанням додаткового конструктивного елемента шпонки, призначеної для запобігання їх відносного провертання. Найчастіше шпонкове з'єднання використовується для передачі крутільного моменту в з'єднаннях обертового валу із зубчастим колесом.

Шпонкові з'єднання — розбірні.

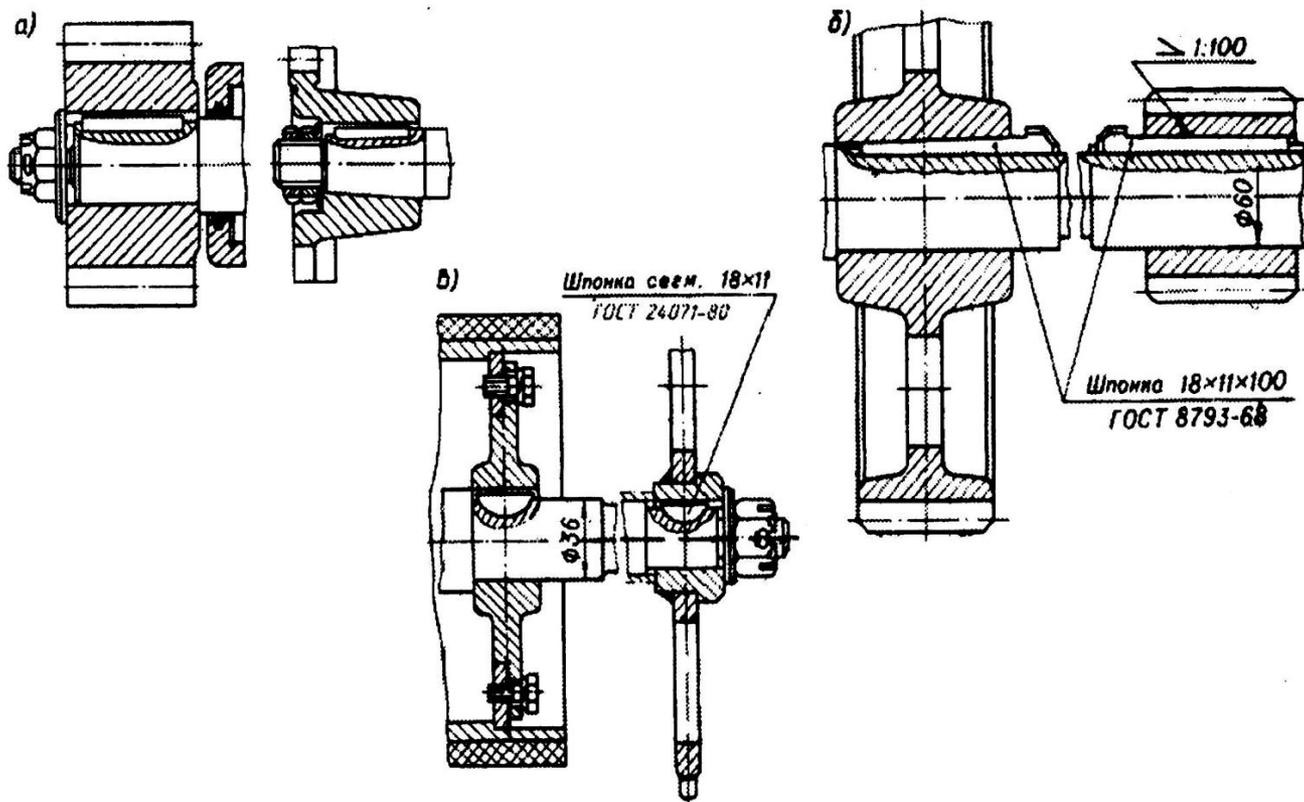
Шпонкові пази у валах отримують фрезеруванням дисковими або пальцевими фрезами, а в маточинах — довбанням чи протягуванням.



Зубчасті передачі

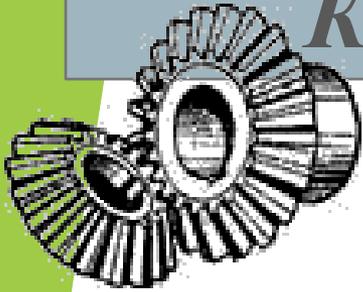


Шпóнка (від нім. *Spron, Span* — тріска, клин, підкладка) — це металева або дерев'яна деталь, яку встановлюють у пазах двох дотичних деталей для запобігання відносного обертання чи зміщення цих деталей. При роботі шпонка зазнає деформації згину, зсуву, зрізу і стискання.



За формою шпонки поділяються на призматичні (а), клинові (б), сегментні (в), тангенціальні і циліндричні.

Конічна зубчаста передача



Зубчасту передачу з осями, що перетинаються і у якій початкові і ділильні поверхні коліс конічні, називають **конічною**.

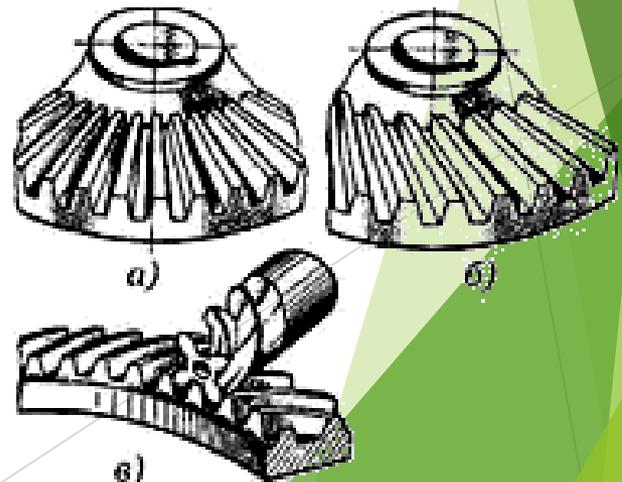
- Конічна передача складається з двох конічних зубчастих коліс і служить для передачі обертального моменту між валами з осями що перетинаються під кутом:

$$\delta_1 + \delta_2 = \Sigma$$

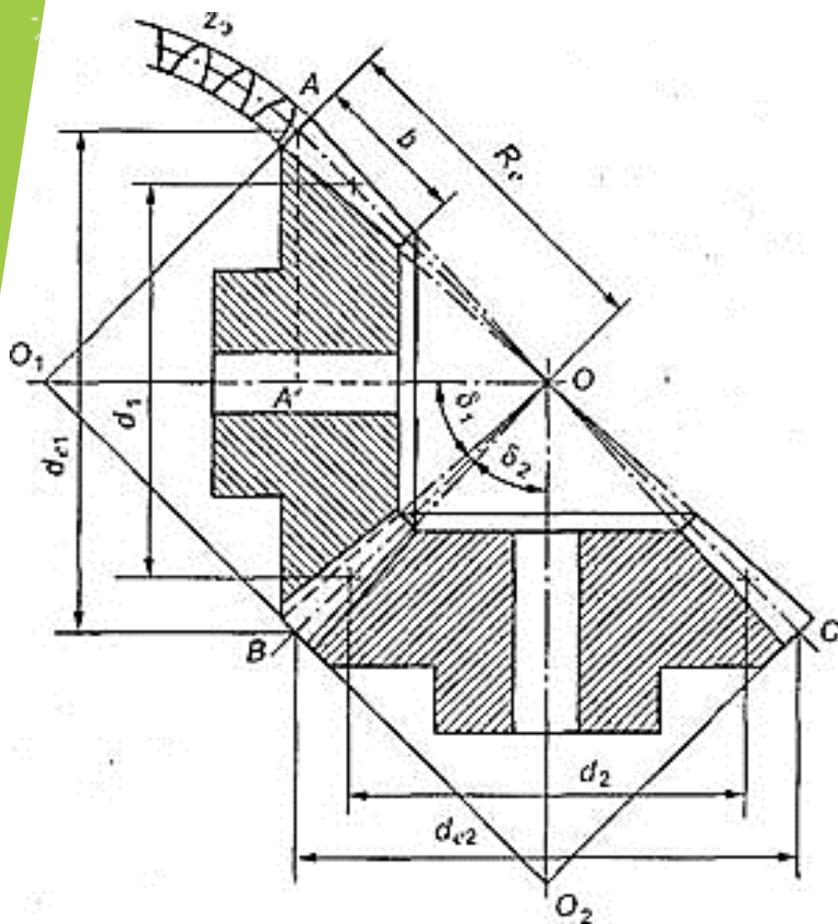
- Найбільш розповсюджена в машинобудуванні конічна передача з кутом між осями $\Sigma = 90^\circ$, але можуть бути $\Sigma \geq 90^\circ$

Конічні зубчасті колеса:

- a* — колесо з прямими зубцями;
- б* — колесо з косими зубцями;
- в* — колесо з круговими зубцями



Зубчасті передачі

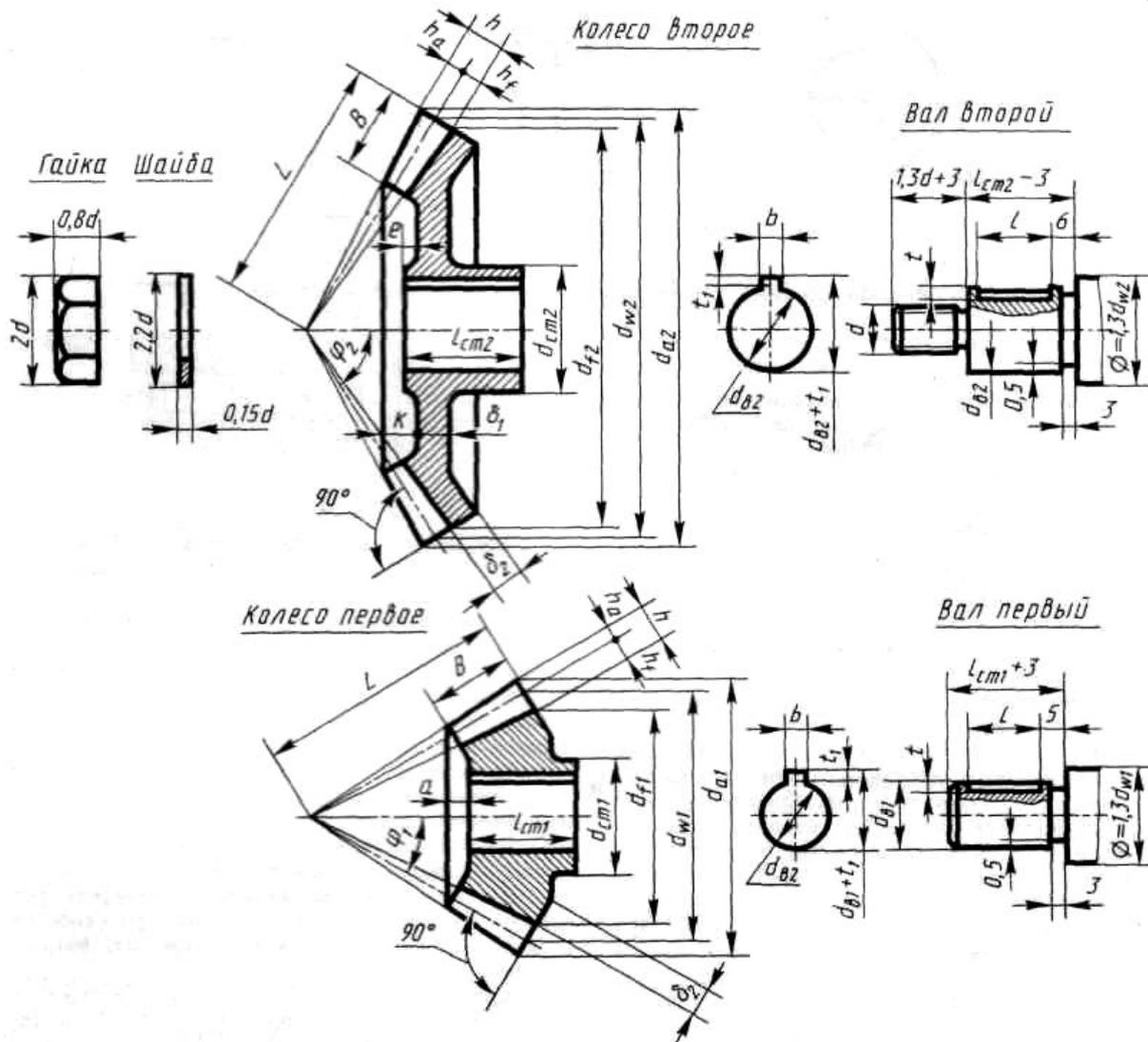


Таблиця 3. Геометричні параметри
конічної зубчастої передачі

Параметр, позначення	Розрахункові формули
Зовнішній окружний модуль	$m_e = \frac{d_e}{z}; m_e = \frac{2R_e \sin \delta}{z}$
Середній окружний модуль	$m = m_e - \frac{b}{z} \sin \delta$
Зовнішній діаметр вершин зубців	$d_{ae} = m_e(z + 2 \cos \delta)$
Зовнішній ділительний діаметр	$d_e = m_e z$
Зовнішній діаметр западин зубців	$d_{fe} = m_e(z - 2,4 \cos \delta)$
Висота зуба	$h_e = 2,2 m_e$
Висота голівки зуба	$h_{ae} = m_e$
Висота ніжки зуба	$h_{fe} = 1,2 m_e$
Окружний крок	$p_{ie} = \pi m_e$
Окружна товщина зуба	$c_e = 0,25 m_e$
Окружна ширина западини	$s_{ze} = \frac{\pi m_e}{2}$
Радіальний зазор	$e_{ze} = \frac{\pi m_e}{2}$
Ширина зубчастого вінця	$b = \psi_{bd} d_1$
Зовнішня ділительна конусна відстань	$R_e = \frac{m_e z}{2 \sin \delta}$
Кут ділительного конуса шестерні	$\delta_1 = 90^\circ - \delta_2$
колеса	$\text{tg} \delta_2 = u$

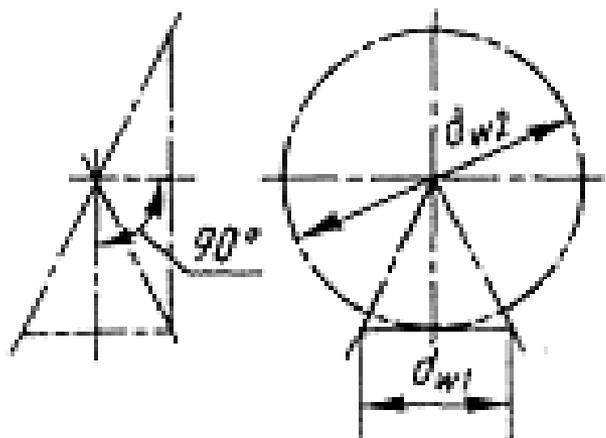
Зубчасті передачі

Вихідні данні для конічної зубчастої передачі

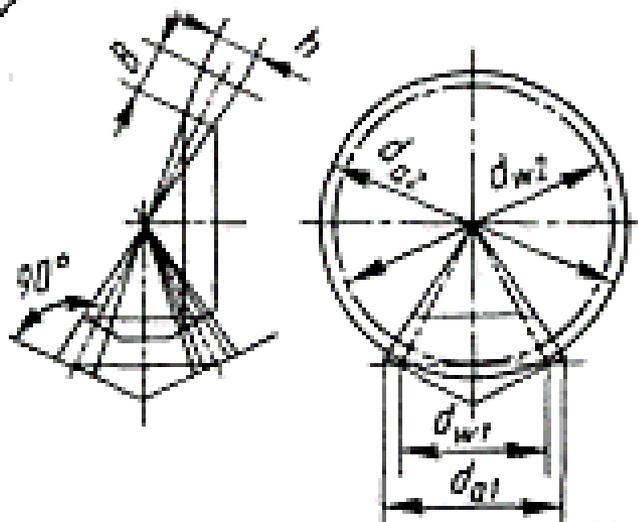


Зубчасті передачі

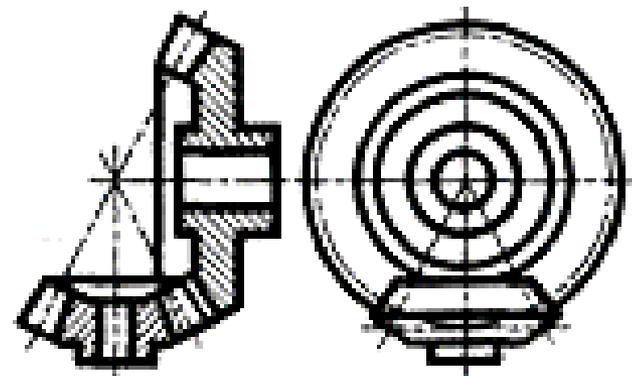
Послідовність виконання зображення конічної зубчастої передачі



Перший етап

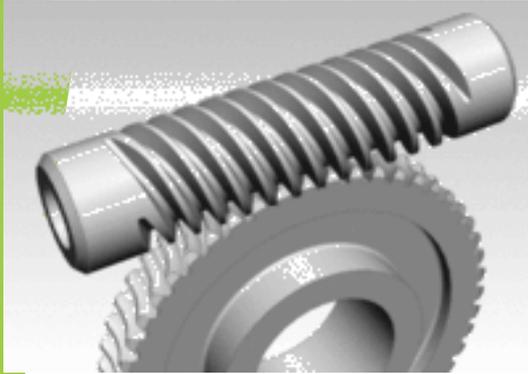


Другий етап



Третій етап

Черв'ячна передача – зубчастогвинтова передача



- це механічна передача, яка здійснюється за рахунок зачеплення черв'яка і спряженого з ним черв'ячного колеса

Конструкція

Черв'як представляє собою гвинт зі спеціальною різьбою, у випадку евольвентного профілю колеса форма профілю різьби близька до трапецеїдальної. На практиці застосовуються однозаходні, двозаходні та чотирьохзаходні черв'яки.

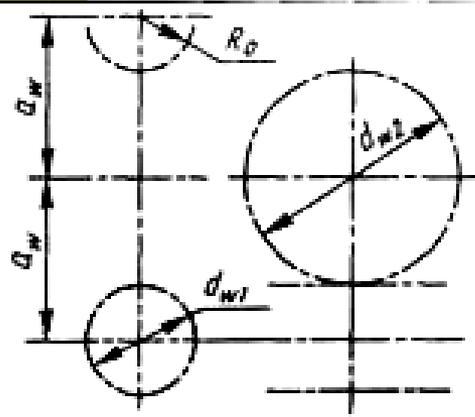
Черв'ячне колесо представляє собою зубчасте колесо. З технологічною метою черв'ячне колесо, як правило, виготовляють зібраним з двох матеріалів: вінець – з дорогого антифрикційного матеріалу (наприклад, з бронзи), а серцевину – з більш дешевих і міцних сплавів: сталі або чавуну.

Вхідний і вихідний вали передачі перехрещуються, частіше (але не завжди) під прямим кутом.

Зубчасті передачі

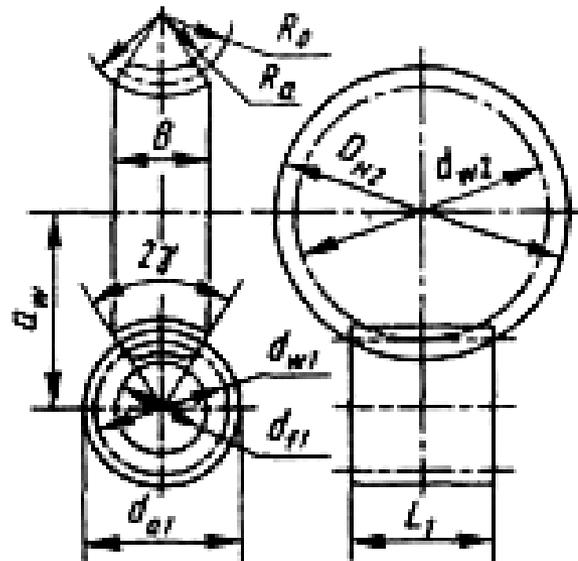
<i>Елементи черв'яка і черв'ячного колеса</i>	<i>Розрахункові формули</i>	<i>Елементи черв'яка і черв'ячного колеса</i>	<i>Розрахункові формули</i>
Діаметр початкового кола черв'яка	$d_w = 10m$	Радіус кривизни по лінії зачеплення (по лінії початкового діаметра)	$R_0 = 5m$
Діаметр кола виступів зубців черв'яка	$d_{a1} = d_{w1} + 2m$	Радіус кривизни поверхні вінця (виступів зубців)	$R_a = 4m$
Діаметр кола западин	$d_{f1} = d_{w1} - 2.4 m$	Радіус кривизни вінця по западинам	$R_f = 6,2m$
Довжина нарізаної частини черв'яка	$L = (14...15) m$	Ширина вінця колеса	$B \approx 0,75 d_{a1}$
Крок черв'яка (осевий)	$P_x = m$	Товщина ободу вінця	$\delta_2 = 2 m$
Число заходів черв'яка	z_1 — задається	Товщина диску	$\delta_1 = 0,3 B$
Діаметр вала черв'яка	$d_{\phi 1} = 0,9 d_{f1}$	Кут обхвату черв'яка вінцем колеса	2γ — задається
Діаметр початкового кола колеса	$d_{w2} = m z_2$	Діаметр отвору для валу	$d_{\phi 2}$ — задається
Діаметр кола виступів колеса	$d_{a2} = d_{w2} + m$	Діаметр маточини колеса	$d_{ct} = (1,6...1,8) d_{\phi 2}$
Діаметр кола западин колеса	$d_{f2} = d_{w2} - 2,4 m$	Довжина маточини	$l_{ct} = (1,3...1,5) d_{\phi 2}$
Зовнішній діаметр черв'ячного колеса	$d_{H2} \leq d_{a2} + 1,5m$ при $z = 2...3$	Діаметр кола розташування технологічних отворів	$D_2 = \frac{D_{0_2} - d_{\tilde{n}\delta_2}}{2}$
Міжосева відстань	$a_w = \frac{d_{w1} - d_{w2}}{2}$	Діаметр ободу колеса	D_{O2} — по побудові
		Діаметр технологічних отворів	$d_{\tilde{a}} = \frac{D_{0_2} - d_{\tilde{n}\delta_2}}{4}$

Зубчасті передачі

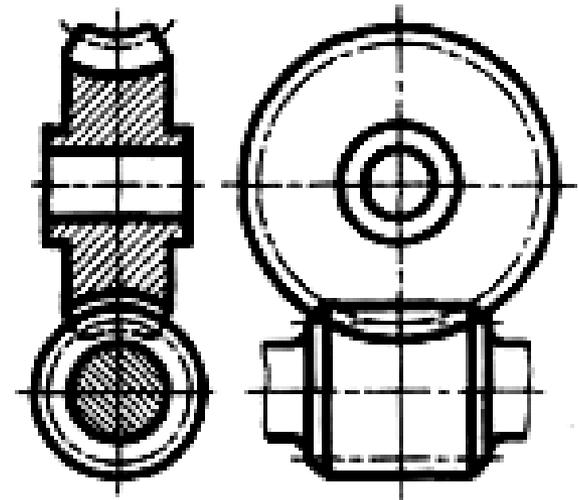


Перший етап

Послідовність виконання зображення черв'ячної передачі



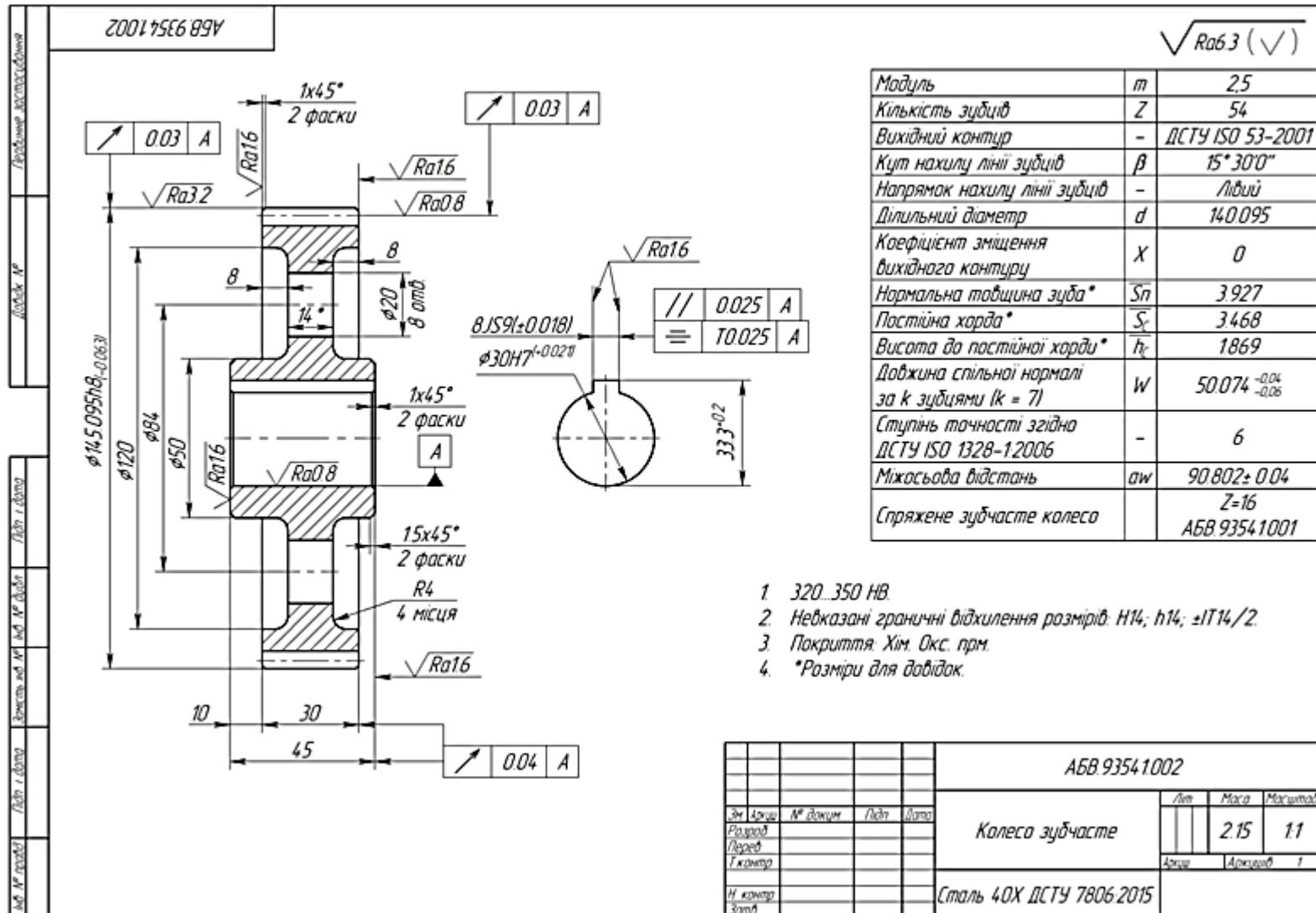
Другий етап



Третій етап

Зубчасті передачі

ЗРАЗОК



$\sqrt{Ra 6.3} (\checkmark)$

Модуль	<i>m</i>	2.5
Кількість зубців	<i>Z</i>	54
Вихідний контур	-	ДСТУ ISO 53-2001
Кут нахилу лінії зубців	β	$15^\circ 30' 0''$
Напрямок нахилу лінії зубців	-	Лівий
Ділильний діаметр	<i>d</i>	140.095
Коефіцієнт зміщення вихідного контуру	<i>x</i>	0
Нормальна товщина зуба*	<i>S_n</i>	3.927
Постійна хорда*	<i>S_f</i>	3.468
Висота до постійної хорди*	<i>h_f</i>	1.869
Довжина спільної нормалі за <i>k</i> зубцями (<i>k</i> = 7)	<i>W</i>	$50.074^{+0.04}_{-0.06}$
Ступінь точності згідно ДСТУ ISO 1328-1:2006	-	6
Міжосьова відстань	<i>a_w</i>	90.802 ± 0.04
Спряжене зубчасте колесо		Z=16 A68.9354.1001

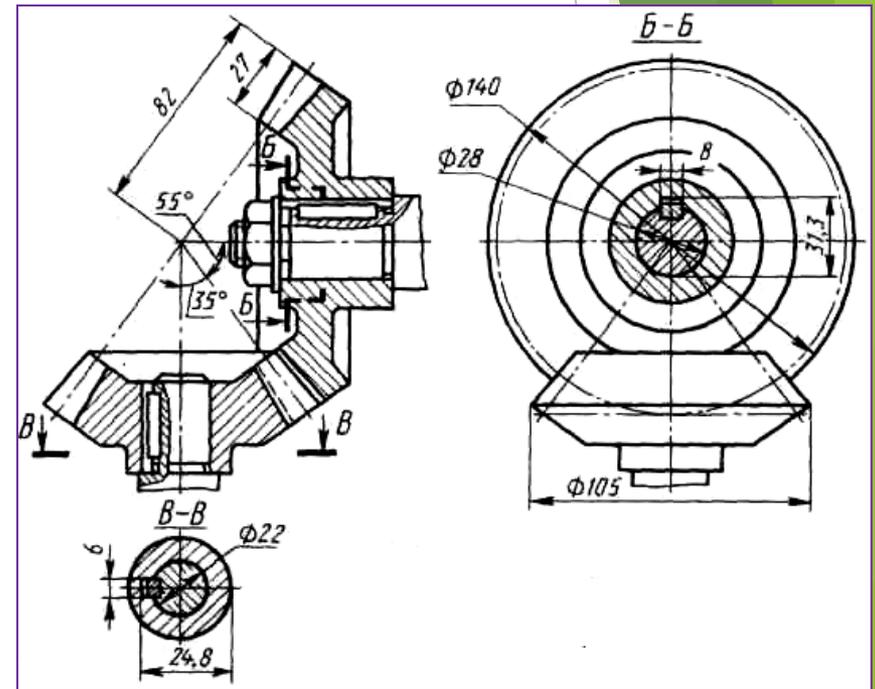
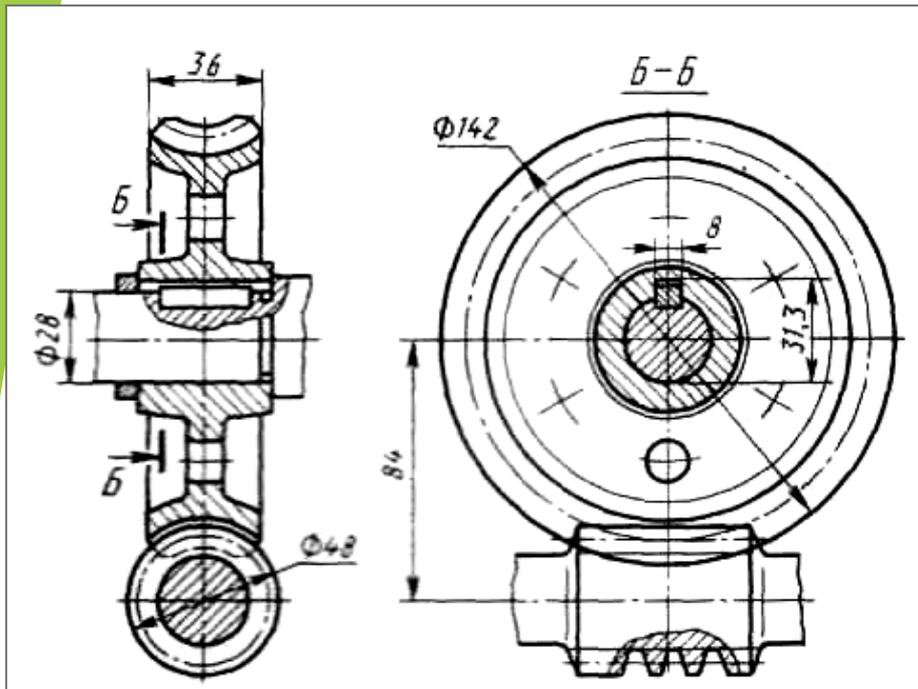
- 320...350 HB
- Невказані граничні відхилення розмірів: H14; h14; ±IT14/2
- Покриття Хім. Окс. прм.
- *Розміри для довідок.

				A68.9354.1002			
Зм. Аркуш	№ докум.	Лист	Всього	Колесо зубчасте	Лист	Маса	Масштаб
Розроб					Аркуш	2.15	1.1
Перев.							1
Г.контр.							
Н.контр.				Сталь 40X ДСТУ 7806:2015			
Затв.							

Зубчасті передачі

ЗАВДАННЯ

Креслення виконують на аркушах формату А3. Завдання виконують згідно варіанту, з обов'язковим виконанням розрахунків, які здають разом з виконаним кресленням. На кресленні виконують і заповнюють таблицю параметрів. Масштаб зображення студент обирає самостійно.



Дякую за увагу!