

Лекція 8 ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Зубчасті передачі — це складні кінематичні пари, які мають ряд призначень, а саме: передача крутних моментів, зміни напрямку руху, зміни частоти обертання, перетворення обертального руху в поступальний і навпаки.

Класифікуються зубчасті передачі за такими ознаками: призначенням (кінематичні, швидкісні, силові, загального призначення); формою деталі (циліндричні, конічні, гіпоідні, 24

черв'ячні); напрямом зуба (прямо- і косозубі, шевронні); формою зуба (евольвентні, циклоїдальні, дуга кола).

Геометричні параметри зубів зубчастих коліс стандартизовані.

Найпоширеніші в промисловості зубчасті колеса з евольвентним профілем зуба, ГОСТ 13755-81.

Система допусків циліндричних зубчастих коліс. Параметри точності регламентують точність окремого колеса та експлуатаційні параметри передач за ГОСТ 1643-81.

Встановлено 12 степенів точності зубчастих коліс і передач: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 (степені 1 і 2 — перспективні).

Застосування передач з різними степенями точності: 3 ... 5 — у контрольно вимірювальних приладах; 5 ... 7 — у верстатах; 6 ... 9 — в автомобілях і тракторах сільськогосподарських машинах; 9 ... 12 — у підйомно-вантажних машинах.

Для кожного ступеня точності встановлено норми допустимих відхилень параметрів, що визначають кінематичну точність, плавність роботи і контакт зубів (норми кінематичної точності, плавності роботи, контакту зубів).

Норми кінематичної точності. Кінематичні похибки колеса і передачі обмежуються.

Найбільша кінематична похибка зубчастого колеса — це найбільша алгебраїчна різниця значень кінематичної похибки зубчастого колеса в межах кута φ (повного оберт):

$$F'_{ir} = \Delta\varphi_{\max} - (-\Delta\varphi_{\max}) \quad (3.1)$$

де $\Delta\varphi_{\max}$, $-\Delta\varphi_{\max}$ — відповідно найбільша додатна і від'ємна похибка кута.

Графік кінематичної похибки зображений на рисунку 3.1.

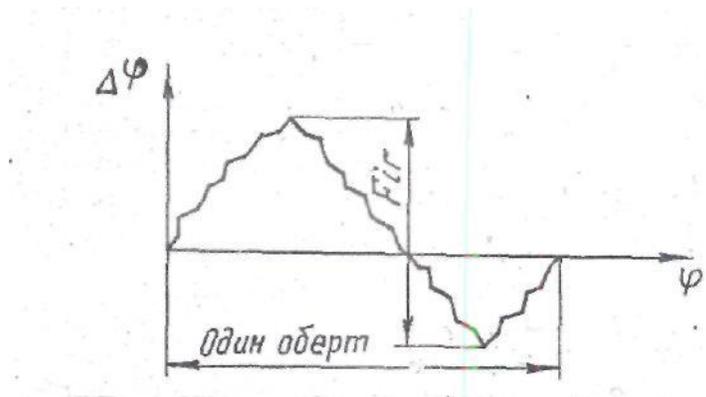


Рисунок 3.1

2. Накопичена похибка кроку зубчастого колеса F_{pr} — найбільша алгебраїчна різниця накопичених похибок у межах зубчастого колеса

$$F_{pr} = \Delta P_{\max} - (-P_{\max}) \quad (3.2)$$

де ΔP_{\max} , $-P_{\max}$ — найбільша відповідно додатна і від'ємна похибка. Графік накопиченої похибки кроку зображено на рисунку 3.2.

3. Радіальне биття зубчастого вінця F_{rr} — це різниця дійсних граничних положень

контуру в межах зубчастого колеса (рисуюнок 3.3)

$$F_{rr} = R_{\max} - R_{\min} \quad (3.3)$$

де R_{\max}, R_{\min} — відповідно найбільше і найменше граничне положення контуру зуба.

4. Коливання довжини спільної нормалі F_{wr} — це різниця між граничними довжинами спільної нормалі (рисуюнок 3.4)

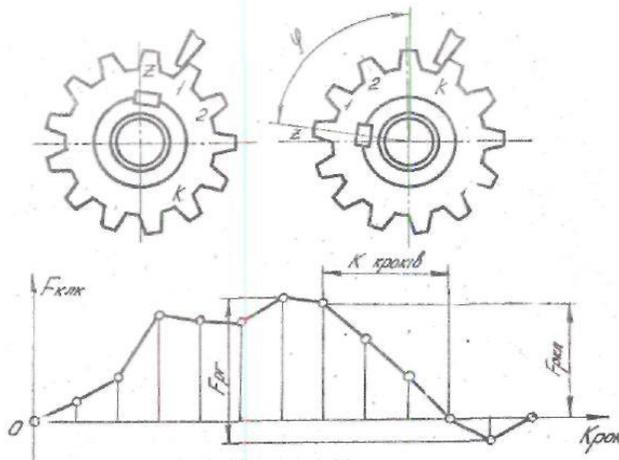
$$F_{wr} = W_{\max} - W_{\min} \quad (3.4)$$

де W_{\max}, W_{\min} — найбільше і найменше значення довжини загальної нормалі.

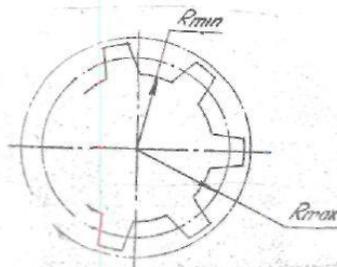
На параметри кінематичної точності встановлено допуски.

Допуски F_i, F_p, F_r, F_w наведено в таблицях ГОСТ 1643-81.

Норми плавності роботи характеризують параметри, похибки яких на один оберт зубчастого колеса складають частину кінематичної похибки.



Рисуюнок 3.2



Рисуюнок 3.3

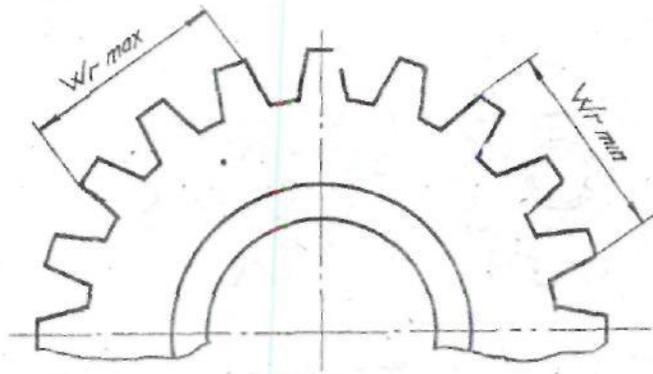


Рисунок 3.4

1. Найбільша місцева кінематична похибка зубчастого колеса f_{ir} — це подвоєна амплітуда складової кінематичної похибки (найбільша різниця між сусідніми граничними значеннями похибок зубчастого колеса, рисунок 3.5).

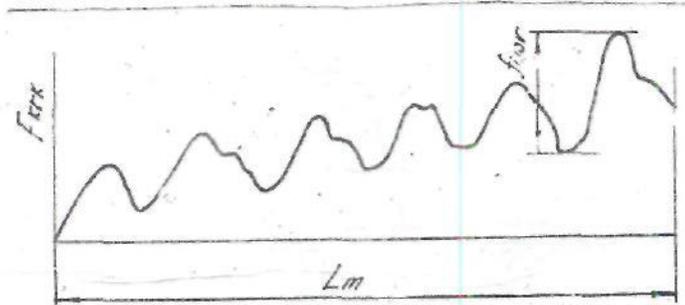


Рисунок 3.5

2. Похибка профілю зуба f_{fr} — це відстань між дотичними до профілю.

Похибка профілю зменшує поверхню контакту зубів і погіршує плавність роботи (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6

3. Похибка кроку f_{pr} — це різниця між дійсним і номінальним кроками (рисунок 3.7)

$$f_{pr} = P_A - P_H$$

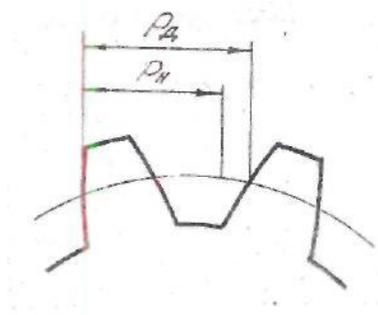


Рисунок 3.7

На всі параметри норм плавності передбачені допуски.

Допуски f_i, f_f, f_p тощо наведені в таблицях.

Норми контакту зубів. Контакт зубів у передачі визначає довговічність, Якість контакту може характеризуватись плямою контакту, похибкою напрямку зуба, непаралельністю осей і їх перекосом.

1. Сумарна пляма контакту — це частина активної бокової поверхні зуба колеса, на якій розміщуються сліди прилягання його до зубів парного колеса. На зуби парного колеса попередньо наносять фарбу. Пляма контакту визначається відносними розмірами — у відсотках (рисунок 3.8).

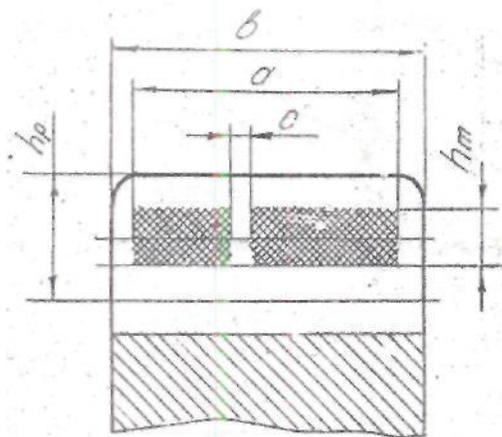


Рисунок 3.8

2. Похибки напрямку зуба — відстань за нормами між двома ближчими номінальними ділительними лініями зуба, між якими розміщена дійсна ділительна лінія зуба (рисунок 3.9).

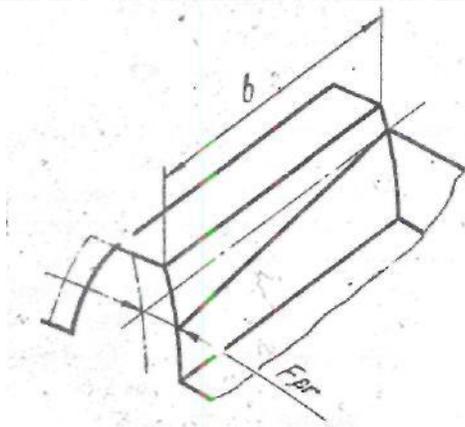


Рисунок 3.9

3. Відхиленням від паралельності осей f_{xr} - називається відхилення від паралельності проєкцій робочих осей зубчастих коліс в передачі на площину, в якій лежить одна із осей і точки другої осі в середній площині передачі (рис 3.10,а). Середня площа— це площа, що проходить через середину робочої ширини вінця:

$$f_{xr} = a_1 - a_2 \quad (3.6)$$

4. Перекос осей f_{yr} — відхилення від паралельності проєкцій робочих осей зубчастих коліс в передачі на площину, паралельну одній із осей і перпендикулярну до площини, в якій лежить ця вісь, і точка перетину другої осі.

Середня площаина передач (рисунок 3.10, б)

$$f_{yr} = a_1 + a_2 \quad (3.7)$$

Види спряжень зубів коліс. З метою запобігання заклинюванню при перегріві передач, забезпечення умов змащування і обмеження мертвого ходу при реверсуванні у передачі повинен бути боковий зазор j_n (між неробочими профілями зубів спряжених коліс). Передбачено шість видів спряжень, які визначають різні значення $j_{n\min}$ (рисунок 3.11). Кожний вид спряження має умовну назву, символ і передбачає різні значення зазору, а саме: вид *A* — збільшений; *B* - нормальний; *C* — зменшений; *D*— малий; *E*— особливо малий; *H*—нульовий (рисунок 3.12).

У результаті збільшення температури при роботі в передачі розміри коліс збільшуються, а боковий зазор зменшується. Необхідний для компенсації температурних деформацій і розміщення мастильного матеріалу боковий зазор

$$j_{n\min} = V + a_w (\alpha_1 \Delta t_1^0 - \alpha_2 \Delta t_2^0) 2 \sin \alpha \quad (3.8)$$

де V —товщина шару мастила між зубами;

a_w - міжосьова відстань;

α_1, α_2 — температурні коефіцієнти лінійного розширення матеріалу відповідно коліс і корпусу;

$\Delta t_1^0, \Delta t_2^0$ — відхилення температур коліс і корпусу від 20°C;

α — кут профілю вихідного контура.

Боковий зазор, що забезпечує нормальні умови змащування, орієнтовно приймають в межах від 0,01 m_n (для тихохідних кінематичних передач) до 0,03 m_n (для високошвидкісних передач), де

m_n — нормальний модуль.

На боковий зазор встановлено допуск T_{jn} , який визначається різницею між найбільшим і найменшим зазорами. На нього встановлено вісім видів допуску

$$T_{jn} : x, y, z, a, b, c, d, h.$$

Принципи побудови системи допусків для зубчастих конічних передач за ГОСТ 1758-81 аналогічні принципам побудови системи для циліндричних передач

Позначення параметрів точності. Приклади позначення зубчастих коліс і передач:

7-*B* ГОСТ 1643-81 -циліндрична передача 7-ї степені точності з видом спряження *B* видом допуску бокового зазора *b*.

8-7-6-*Ba* ГОСТ 1643-81 — циліндрична зубчаста передача 8-ї степені точності за нормами кінематичної точності, 7-ї — за нормами планості, 6-ї—за нормами контакту зубів, з видом спряження *B*, видом допуску бокового зазора *a*.