

При відсутності точних значень коефіцієнт рекомендується приймати  $\phi_{\sigma} = \phi_{\tau}$ .

*Література:*

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин / В.Т.Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Иванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.

**УДК 62-233.3**

**ТОЧНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС  
ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ**

Кобиляцький М.В., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет  
Науковий керівник к.т.н., доц. Иванов Г.О.

***Анотація***

Розглянути основні помилки виготовлення зубчастих коліс. Проведений аналіз видів руйнування зубів. Доведено, що розрахунки по контактних напруженнях, що застерігають викришування зубів, отримали застосування в практиці конструювання.

***Annotation***

To consider the basic errors of manufacturing of gear wheels. Prevedeni analysis of the types of tooth decay. It is proved that the calculations for contact pressure, a warning chipping of the teeth received the application in practice of design.

Основними помилками виготовлення зубчастих коліс є: помилка кроку і форми профілю зубів, помилка у напрямі зубів щодо утворюючої ділильного циліндра.

Помилка кроку і профілю порушує кінематичну точність і плавність роботи передачі. В передачі зберігається постійним тільки середнє значення передаточного відношення і. Миттєві значення і в процесі обертання змінюються.

Коливання передаточного відношення особливо небажані в кінематичних ланцюгах, що виконують стежачі, ділильні і вимірювальні функції. В силових швидкохідних передачах з помилками кроку і профілю пов'язані додаткові динамічні навантаження, удари і шум в зачепленні.

Помилки у напрямі зубів в поєднанні з перекосом валів викликають нерівномірний розподіл навантаження по довжині зуба.

Точність виготовлення зубчастих передач регламентується державним стандартом (ГОСТ 1643-89), який передбачає 12 ступенів точності. Кожний ступінь точності характеризується трьома показниками:

1) нормою кінематичної точності, що регламентує найбільшу погрішність передаточного відношення або повну погрішність кута повороту зубчастого колеса в межах одного обороту (в зачепленні із еталонним колесом);

2) нормою плавності роботи, що регламентує циклічні помилки передаточного відношення або кута повороту, що багато разів повторюються, в межах одного обороту;

3) нормою контакту зубів, регламентуючої помилки виготовлення зубів і збірки передачі, впливаючи на розміри плями контакту в зачепленні (розподіл навантаження по довжині зуба).

Ступінь точності вибирають залежно від призначення і умов роботи передачі, в першу чергу залежно від коллоїд швидкості. Найбільше розповсюдження мають 6, 7, 8 і 9 ступені точності.

Щоб уникнути заклинювання зубів в зачепленні повинен бути боковий зазор. Розмір зазору регламентується видом сполучення зубчастих коліс. Згідно ГОСТ 1643-89 встановлюється шість видів сполучень, що позначаються А, В, С, D, Е, Н, при яких реалізуються по величині гарантовані зазори, і вісім допусків на боковий зазор:  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $h$ . Позначення дані в порядку убавання величини гарантованого зазору і допуску на зазор. Тут  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – додаткові допуски.

Оскільки величина бокового зазору залежить від зміни міжосьової відстані, ГОСТ 1643-89 встановлює шість класів відхилень міжосьової відстані, що позначаються в порядку убавання точності цифрами від I до VI. Наприклад, для сполучень Н і Е відповідає II клас точності міжосьової відстані.

Умовне позначення точності зубчастого колеса включає групу цифр – ступені точності і групу букв – види сполучень і допуски на них. Наприклад: 7-6-7-Вх ГОСТ 1643-81, означає: 7 – ступінь точності за нормами кінематичної точності; 6 – за нормами плавності; 7 – за нормами контакту; В – вид сполучення, х – вид допуску на сполученні.

Види руйнування зубів. При передачі крутного моменту в зачепленні окрім нормальної сили  $F_n$  виникає сила тертя  $F_{тр} = F_n f$ , дія якої виявляється при ковзанні профілів. Під дією цих сил матеріал зуба знаходиться в складному напруженому стані. На робочих поверхнях виникають періодичні контактні напруження  $\sigma_H$ , в перетинах зуба – періодичні нормальні напруження згину  $\sigma_F$ . Для кожного зуба ці напруження не є постійно діючими. Вони змінюються в часі по деякому перевчистому віднульовому циклу.

Час дії  $\sigma_F$  за один оборот колеса  $t_1$  дорівнює тривалості зачеплення одного зуба  $t_2$ . Напруження  $\sigma_H$  діє ще менше часу. Цей час дорівнює тривалості перебування в зачепленні даної точки поверхні зуба з урахуванням зони розповсюдження контактних напружень.

Змінність напружень є причиною втомного руйнування зубів: поломки зубів від напруження згину та викришування поверхні від контактних напружень.

Розрізняють два види поломки зубів: поломка від великих перевантажень ударної або статичної дії; втомна поломка, що походить від дії змінних напружень протягом порівняно тривалого терміну служби. Для попередження втомних поломок особливе значення мають заходи по усуненню концентраторів напружень (рисок від обробки, раковин, тріщин та ін.).

Загальні заходи попередження поломки зубів – збільшення модуля, позитивний зсув при нарізуванні зубів, термообробка, наклеп, зменшення концентрації навантаження по краях (жорсткі вали, зуби із зрізуючими кутами).

Пошкодження поверхні зубів. Всі види пошкодження поверхні зубів (рис. 1) пов'язані з контактними напруженнями і тертям.

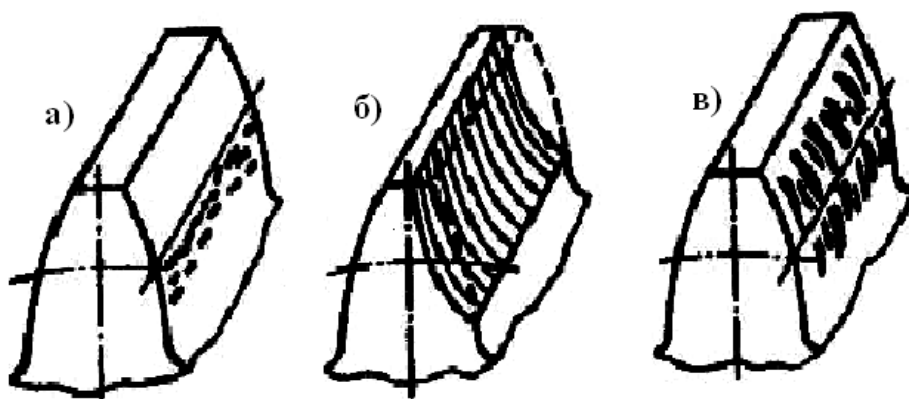


Рис. 1. Види пошкодження поверхні зубів

Втомне викришування відконтактних напружень (рис. 1,а) є основним видом руйнування поверхонь зубів закритих передач, із доброю змазкою.

Викришування (спочатку утворюються оспини, потім раковини) починається поблизу полюсної лінії на ніжках зубів, там, де навантаження передається однією парою зубів, а ковзання і перекочування зубів направлено так, що масло запресовується в тріщини і сприяє викришуванню матеріалу.

Основні заходи попередження викришування: підвищення твердості матеріалу шляхом термообробки; підвищення ступеня точності, особливо по нормі контакту зубів.

Абразивний знос (рис. 1, б) є основною причиною виходу з ладу передач при поганій змазці. Це, як правило, відкриті передачі або погано захищені від пилу закриті передачі. Основні заходи попередження зносу – підвищення твердості поверхні зубів, захист від забруднення, застосування спеціальних мастил.

Заїдання (рис. 1, в) спостерігається переважно у високонавантажених і високо-швидкісних передачах. В місцях стикання зубів цих передач розвивається висока температура, сприяюча розриву масляної плівки і утворенню металевому контакту. Тут відбувається як би зварювання частинок металу з подальшим відривом їх від менш міцної поверхні. Нарости, що утворилися, задирають робочі поверхні зубів у напрямі ковзання. Заходи попередження заїдання – ті ж, що і проти зносу. Бажано фланкування зубів (зріз верхніх кромek зуба) та інтенсивне охолодження мастила.

Із всіх видів руйнування поверхні зубів найбільш поширено і вивчено викришування. Це дозволило виробити норми допустимих контактних напружень, що знімають викришування протягом заданого терміну служби. Розрахунки по контактних напруженнях, що застерігають викришування, отримали застосування в практиці конструювання.

В сучасній методиці розрахунків з двох напружень  $\sigma_H$  і  $\sigma_F$  в якості основних в більшості випадків прийняті контактні напруження, оскільки в межах заданих габаритів коліс  $\sigma_H$  залишаються постійними, а  $\sigma_F$  можна зменшити шляхом збільшення модуля.

#### *Література:*

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т.Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Иванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.

**УДК 621.81:621.713:621.793/795**

### **РОЗРАХУНОК ДОПУСКІВ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ВАЛІВ**

Алеєв В.О., студент гр. М 4/2

Миколаївський національний аграрний університет  
Науковий керівник к.т.н., доц. Іванов Г.О.

#### ***Анотація***

Наведено приклад розрахунку допусків форми і розташування поверхонь валів: циліндричності, співвісності, перпендикулярності і паралельності посадкових поверхонь для підшипників кочення і зубчастого колеса. Приведений ескіз вала з вказанням баз і допусків форми і розташування поверхонь.

#### ***Annotation***

The example of calculation of tolerances of form and position of surfaces of shafts: cylindricity, coaxiality, perpendicularity and parallelism Seating surfaces for bearings and gears. The above sketch of the shaft showing bases and tolerances of form and position of surfaces.