

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА БУДІВЕЛЬНА КОРПОРАЦІЯ
ДВНЗ «ЗАПОРІЗЬКИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ КОЛЕДЖ»*

*Лабораторія:
Ремонту автомобілів*

*ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 03
Контроль і дефектація зубчастих коліс
ЗБК. ОРАД. ПРОТРА. № 03*

*Розглянуто і схвалено
на засіданні циклової комісії
протокол №01 від 31.08.2011
Голова комісії спеціальності ОРАД
_____ В.І. Пурдік*

*Запоріжжя
2011*

Лабораторна робота № 3.
“Контроль і дефектація зубчастих коліс.”

Учбова мета:

1. Ознайомитися з прийомами та правилами контролю зубчастих коліс при спрацюванні зубів.
2. Вивчити конструкцію штангензубоміра та методику вимірювання ним товщини зуба.
3. Виробити навички у вимірюванні товщини зуба зубчастих коліс штангензубоміром.
4. Навчитися визначати спрацювання зуба по товщині.
5. Навчитися визначати придатність зубчатого колеса при спрацюванні зуба по товщині.

Зміст роботи:

1. Визначення дефектів зовнішнім оглядом.
2. Вимірювання довжини зуба штангенциркулем.
3. Визначення модуля зубчастого колеса.
4. Визначення основних розмірів зубчастого колеса: m , L , S , D_H , D_L , D_B , Z .
5. Визначення висоти зуба, на якій необхідно виміряти товщину зуба.
6. Вивчення устрою штангензубоміра та методики вимірювання ним товщини зуба.
7. Настроювання штангензубоміра на висоту “ h_x ”.
8. Вимірювання товщини зуба колеса, обробка розмірів та розрахунки.
9. Визначення придатності зубчастого колеса через допустиме спрацювання зуба по товщині.
10. Складання звіту.
11. Захист звіту.

Обладнання і інструменти робочого місця:

1. Штангензубомір $m=5...36$.
2. Штангенциркуль ШЦ-2-250-0,05.
3. Лупа.
4. Зубчасті колеса.
5. Мікрокалькулятор.

Послідовність виконання роботи:

1. Зовнішнім оглядом визначити наявність ступінчатого спрацювання, облومів, тріщин, забоїн, раковин і записати у звіт.

2. Штангенциркулем виміряти довжину зуба по вершинам. Якщо торці зубів мають косий зріз, то довжину зубів виміряти не по вершинам, а у середній частині – по початковому колу. Виміряти довжину $Z^{\text{бок}}$ зубів через 120° . Для цих же зубів виміряти і довжину.

3. Товщину зуба можна визначити вимірюванням штангензубоміром тільки після визначення висоти “ h_x ”, на якій необхідно виміряти. Висота “ h_x ” визначається через модуль.

Модуль зубчастого колеса визначати за формулою:

$$m = \frac{D_H}{Z}, \quad (1.1)$$

де m – модуль;

D_H – діаметр початкового кола колеса, мм;

Z – кількість зубів колеса.

але D_H практично виміряти не можливо, то для розрахунку модуля використовувати одну з наступних формул:

$$m = \frac{D_B}{Z + 2}, \quad \text{або} \quad m = \frac{D_I}{Z - 2.4}, \quad (1.2) \quad (1.3)$$

де D_B – діаметр кола виступів, мм, визначити вимірюванням штангенциркулем;

D_I – діаметр кола западин, мм, визначити вимірюванням штангенциркулем.

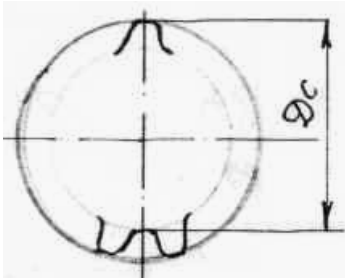
Якщо зубчасте колесо має парну кількість зубів, то вимірювати D_B і D_I особистих складностей не представляє і в цьому випадку модуль визначити за формулами 1.2 або 1.3.

Якщо кількість зубів не парне, то модуль визначити за формулою:

$$m = \frac{D_C}{Z - 0.4}, \quad (1.4)$$

де D_C – середня величина між D_B і D_I , яку визначити вимірюванням штангенциркулем як відстань між вершиною одного зуба і западиною між зубцями з протилежної сторони;

Z – кількість зубів, які визначити рахуванням по колесу.



Визначити модуль, розрахований з точністю 0.01мм, і кількість зубів записати у звіт, розділ 3 “Основні розміри зубчастого колеса.”

4. Виміряти штангенциркулем номінальну довжину зуба по ширині обода і записати у розділ 3 звіту.

Розрахувати номінальну товщину зуба по хорді початкового кола за формулою:

$$e = 1.57 \cdot m, \text{ мм}, \quad (1.5)$$

де m – модуль колеса, який визначили розрахунком

Розрахувати діаметр початкового кола за формулою:

$$D_H = m \cdot Z, \text{ мм} \quad (1.6)$$

Розрахувати діаметр кола виступів за формулою:

$$D_B = m \cdot (Z + 2), \text{ мм}. \quad (1.7)$$

Розрахувати діаметр кола западин за формулою:

$$D_I = m \cdot (Z - 2.4), \text{ мм} \quad (1.8)$$

Усі розрахунки і вимірювання виконати з точністю до сотих долей та записати у розділ 3 звіту.

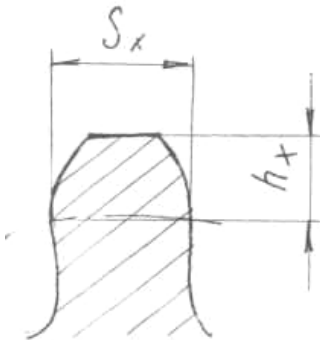
5. Для вимірювання товщини зуба штангензубоміром упор рамки висотної лінійки установлюємо на величину висоти головки зуба до хорди початкового кола “ h_x ”. Ця висота декілька більше розрахункової висоти головки зуба h і її можна визначити за формулою:

$$h_x = m \cdot H, \text{ мм}, \quad (1.9)$$

де “ h_x ”- висота зуба для вимірювання товщини (розрахувати з точністю 0.02);

m – модуль, визначений розрахунком;

H – коефіцієнт, який приймаємо з таблиці 1.1 в залежності від кількості зубів.



Таблиця 1.1 – Значення коефіцієнтів H у залежності від кількості зубів колеса.

Z	H	Z	H	Z	H	Z	H
10	1.0615	19	1.0324	28	1.0221	37	1.0167
11	1.0559	20	1.0308	29	1.0212	38	1.0162
12	1.0514	21	1.0293	30	1.0206	39	1.0158
13	1.0474	22	1.0280	31	1.0199	40	1.0154
14	1.0440	23	1.0268	32	1.0192	41	1.0150
15	1.0410	24	1.0256	33	1.0187	42	1.0146
16	1.0385	25	1.0245	34	1.0182	43	1.0144
17	1.0362	26	1.0237	35	1.0176	44	1.0141
18	1.0342	27	1.0228	36	1.0171	45	1.0137

У тому разі, коли дані таблиці не охоплюють всі значення “ Z ”, “ h_x ” визначається за формулою:

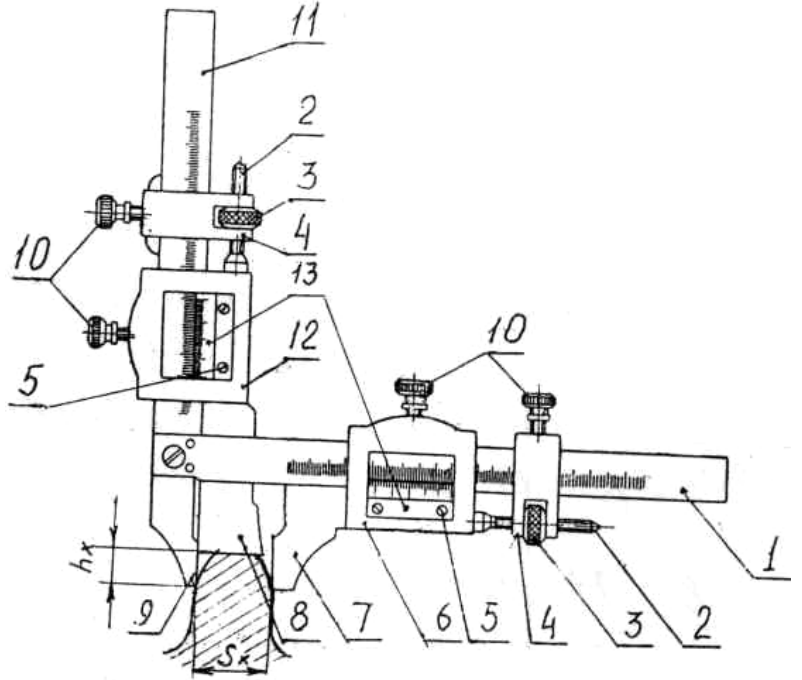
$$h_x = h + \frac{m \cdot Z}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{90}{Z} \right), \text{ мм} \quad (2.10)$$

де m - модуль, визначений розрахунком;
 $h=m$, мм – висота головки зуба;
 Z – кількість зубів на колесі.

6. Устрій штангензубоміра

Штангензубомір призначений для вимірювання товщини зуба S_x по хорді початкового кола “ h_x ”. Штангензубомір складається з двох штанг 1 і 11, з’єднаних нерухомо і розташованих взаємно перпендикулярно.

На вертикальній штанзі 11 з вимірювальною губкою 9 рухомо установлена рамка 12 з упором 8 для установлення його на зуб; на рамці 12 на гвинтах 5 установлена шкала Ноніуса з ціною ділення 0.02 мм; сама рамка 12 фіксується на штанзі 11 гвинтом 10. На штанзі 11 також рухомо установлена рамка 4 мікрогвинта 2, яка фіксується на штанзі 11 гвинтом 10. На рамці 4 установлений мікрогвинт подачі 2 рамки 12 з гайкою 3. Рамка 12 переміщується по штанзі 11 за допомогою мікрогвинта 2 та гайки 3.



На горизонтальній рамці 1 рухомо установлена рамка 6 з губкою 7 для вимірювання товщини зуба S_x і шкалою Ноніуса 13; рамка 6 переміщується по штанзі 1 за допомогою мікрогвинта 2 з гайкою 3. На штанзі 1 також рухомо установлена рамка мікрогвинта подачі 4. Рамка 6 і рамка 4 фіксуються на штанзі гвинтами 10.

7. Розраховану висоту “ h_x ” (з точністю 0.02) установити на вертикальній штанзі 11 за допомогою мікрогвинта 2 і гайки 3; на шкалі штанги 11 вручну установити по нульовому штриху шкали Ноніуса 13 цілі мм і 0.5мм, закріпити рамку 4 гвинтом 10 і обертаючи гайку 3 мікрогвинта 2 переміщуємо рамку 12 до тих пір поки установимо по шкалі Ноніуса соті долі мм розміру “ h_x ” (соті долі мм фіксуємо по збігу штриха на шкалі Ноніуса і основній шкалі штанги 11.)

Установлений розмір фіксуємо закріпленням рамки 12 гвинтом 10.

8. Настроений на висоту “ h_x ” штангензубомір установити на зуб так, щоб упор 8 рамки 12 торкнувся поверхні кола виступів зуба, а вимірювальні губки товщини 9 і 7 - бокової поверхні зуба. Стопорим рамку 4 гвинтом 10, обертаємо гайку 3, яка переміщує гвинтом 2 рамку 6 з вимірювальною губкою 7 до щільного стикання з боковою поверхнею зуба, що оцінюється появленням маленького просвіту між упором 8 і поверхнею кола виступів зуба.

Зворотнім обертанням гайки 3 повернути упор 8 до стикання с поверхнею кола виступів зуба, тобто просвіт повинен уникнути.

Фіксуємо рамку 6 гвинтом 10 і читаємо розмір товщини зуба: на шкалі горизонтальної штанги 1 проти нульової риски шкали Ноніуса 13 читаємо 7мм і 0.5мм, а по шкалі Ноніуса 13 читаємо соті долі мм по збігу риски шкали Ноніуса 13 і риски на шкалі горизонтальної штанги 1. Це і буде товщина зуба по хорді початкового кола, яку записуємо до звіту.

Таким чином виміряти три зуба, розташованих через 120° . Кожний зуб виміряти у двох поясах, розташованих від торця зуба на відстані $\frac{1}{4}$ його довжини. Всі вимірювання занести до звіту у таблиці 4.2.

По кожному зубу розрахувати середньо, арифметичну товщину зуба (півсума розмірів 1 і 2 поясів) і записати до табл.4.2.

9. Дані розрахунків:

5.1 З таблиці 4.2 визначаємо найменшу довжину зуба L_{min} .

5.2 З таблиці 4.2 (графу “Середня товщина”) виписуємо найменше значення середньої товщини S_{min} .

5.3 Максимальне середнє спрацювання зуба по товщині визначаємо за формулою:

$$\sigma = S - S_{min}, \text{ мм}, \quad (1.11)$$

де S – номінальна товщина зуба по хорді початкового кола (з розділу 3 “основні розміри зубчастого колеса”) $S=1.57 \cdot m$;

S_{min} – дійсна найменша середня товщина зуба з розділу 5.

10. Висновок про придатність колеса.

Придатність зубчастого колеса для подальшої експлуатації визначаємо:

а). По зовнішньому огляду;

б). По максимальному середньому спрацюванню зуба по товщині.

Зубчасте колесо непридатне до експлуатації, якщо при зовнішнього огляді виявили ступінчасте спрацювання, обломки, тріщини, раковини; а

при вимірюванні товщини зуба: $\sigma_x > \sigma$,

де σ_x – максимальне середнє спрацювання з розділу 5;

σ - допустим спрацювання, з таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – значення гранично допустимого спрацювання зубів сталевих зубчастих коліс, при яких вони не ремонтуються.

Режим роботи	Колова швидкість м/сек.	Максимальне граничне спрацювання в % до S.
Тривала передача потужності в одному напрямі	2.2...5.5	8%; 6%; 4%. $\sigma = \frac{S \cdot (8...4)}{100}$
Передача потужності реверсуваням при ударному навантаженні.	2...2.5	5% $\sigma = \frac{S \cdot 5}{100}$

Для чавунних зубчастих коліс дані зменшити на 40%.

$$\sigma_{\text{чав}} = \sigma - \frac{\sigma \cdot 40}{100}$$

Умови придатності зубчастого колеса:

$$\sigma_x \prec \sigma - \text{придатне}$$

$$\sigma_x \succ \sigma - \text{непридатне.}$$

11. Склад звіту:

1. Розділ. Обладнання і інструменти.

Записати найменування і стисло характеристику тільки того обладнання і інструмента, які використовували в роботі.

2. Розділ. Дефекти, виявлені зовнішнім оглядом.

Записати дефекти, які виявили при зовнішньому огляді.

3. Розділ. Основні розміри зубчастого колеса.

3.1 Порахувати кількість зубів на колесі і записати до звіту.

3.2 Виміряти діаметр колеса і розрахувати модуль за формулою:

$$m = \frac{D_B}{Z + 2}; \quad m = \frac{D_I}{Z - 2.4} \quad \text{або} \quad m = \frac{D_C}{Z - 0.4},$$

(залежно від того чи парна кількість зубів, чи не парна).

3.3 Номінальну довжину зуба виміряти штангенциркулем по ширині обода.

3.4 Номінальну товщину зуба по хорді початкового кола визначити за формулою:

$$S = 1.57 \cdot m \quad (\text{точність до } 0.01 \text{ мм})$$

3.5; 3.6; 3.7 Визначити діаметри початкового кола, кола виступів, кола западин за формулами:

$$D_H = m \cdot Z; \quad D_B = m \cdot (Z + 2); \quad D_I = m \cdot (Z - 2.4).$$

4. Розділ. Дані вимірювання зубів зубчастого колеса штангензубоміром.

Щоб виміряти товщину зуба зубчастого колеса необхідно настроїти штангензубомір (упор 8 рамки 12) на розрахункову висоту:

$$h_x = m \cdot H, \text{ мм (точність до 0.02 мм)}$$

Таблиця 4.2 Таблиця вимірювання зубів.

Для кожного з Z^{ox} зубів записати виміряні дані: довжина з точністю до 0.1 мм, товщина у першому поясі, другому поясі і середню з точністю до 0.02 мм.

5. Розділ. Дані розрахунків.

5.1 З таблиці 4.2 виписати найменшу довжину з $Z^{\text{юx}}$ зубів.

5.2 З таблиці 4.2. з колонки “Середня” виписати найменше значення.

5.3 Розрахунком визначити найбільше середнє спрацювання зуба по товщині порівнюючи номінальну товщину зуба S (з розділу 3) і найменшу середню товщину S_{min} за формулою:

$$\sigma_x = S - S_{\text{MIN}}$$

6. Розділ. Висновок про придатність колеса.

6.1 Зробити висновок про придатність колеса по дефектам, виявлених зовнішнім оглядом.

6.2 Придатність колеса по товщині зуба визначаємо за умовою:

$$\sigma_x < \sigma - \text{колесо придатне.}$$

$$\sigma_x > \sigma - \text{колесо непридатне.}$$

Захист звіту:

- а) знати кільцеву мету роботи;
- б) вміти пояснити і обґрунтувати прийняті технологічні рішення;
- в) знати технологію використання приладів та інструментів;
- г) знати послідовність виконання роботи;
- д) відповісти на контрольні питання.

Контрольні питання:

- 1). Як практично в роботі використовувати величину “ h_x ”?
- 2). Устрій штангензубоміра.
- 3). Методика вимірювання товщини зуба штангензубоміром.
- 4). Як визначити коефіцієнт “ H ”?
- 5). Як визначити величину “ h_x ”?
- 6). Як визначити максимальне середнє спрацювання зуба по товщині?
- 7). Умови придатності зубчастого колеса по товщині зуба.

- 8). Скільки зубів підлягають вимірюванню і скільки замірів необхідно виконати на кожному з них?
- 9). Як розрахувати модуль зубчастого колеса?
- 10). Як визначити номінальну товщину зуба по хорді початкового кола?
- 11). Як визначити допустиме спрацювання?
- 12). Як визначити найменшу середню товщину зуба по хорді початкового кола?

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА БУДІВЕЛЬНА КОРПОРАЦІЯ
ДВНЗ ЗАПОРІЗЬКИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ КОЛЕДЖ

Лабораторія:
Ремонту автомобілів

ЗВІТ

з лабораторної роботи №3
Контроль і дефектація
зубчастих коліс
ЗБК. ОРАД. ПРОТРА. №3

Група _____

Виконав студент: _____

Перевірів викладач: _____

1. ОБЛАДНАННЯ, ПРИСТРОЇ, ІНСТРУМЕНТИ

Найменування обладнання, пристроїв, інструментів та їх стисла характеристика

2. ДЕФЕКТИ, ВИЯВЛЕНІ ЗОВНІШНІМ ОГЛЯДОМ:

3. ОСНОВНІ РОЗМІРИ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА:

3.1 Кількість зубів $Z =$ _____

3.2 Модуль $m =$ _____ мм.

3.3 Номінальна довжина зуба $L =$ _____ мм.

3.4 Номінальна товщина зуба по хорді початкового кола $S = 1,57 \cdot m =$ _____ мм.

3.5 Діаметр початкового кола $D_H = m \cdot Z =$ _____ мм.

3.6 Діаметр кола виступів $D_B = m \cdot (Z + 2) =$ _____ мм.

3.7 Діаметр кола западин $D_I = m \cdot (Z - 2,4) =$ _____ мм.

4. ДАНІ ВИМІРЮВАННЯ ЗУБІВ ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА ШТАНГЕНЗУБОМІРОМ

4.1 Висота головки зуба для настроювання штангензубоміра $h_x = m \cdot H =$ _____ мм.

4.2 Таблиця вимірювання зубів:

№ зуба	Довжина зуба, мм	Товщина зуба, мм		
		1 пояс	2 пояс	Середня
1				
2				
3				

5. ДАНІ РОЗРАХУНКІВ:

5.1 Найменша довжина зуба $L_{min} =$ _____ мм.

5.2 Найменша середня товщина зуба по хорді початкового кола $S_{min} =$ _____ мм.

5.1 Максимальне середнє спрацювання зуба по товщині $\sigma_x = S - S_{min} =$ _____ мм.

6. ВИСНОВОК ПРО ПРИДАТНІСТЬ КОЛЕСА:

6.1 По зовнішньому огляду колесо

тому що

Допустиме спрацювання зуба $\sigma =$

6.2 По товщині зуба колесо

тому що