

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

### **НОРМУВАННЯ ЗУБООБРОБНИХ РОБІТ**

**Мета заняття:** Ознайомлення з методикою нормування та набуття практичних навичок технічного нормування зубообробних робіт (на прикладі нормування зубофрезерування по методу обкатки, зубофрезерування по методу копіювання та зубодовбання по методу обкатки)

## **Загальні положення**

Одним з найскладніших видів обробки металів по кінематиці і конструкції різального інструменту є **зубообробка**.

Різноманітні способи обробки зубчастих вінців пропонують різну кінематику навіть при одному і тому самому методі обробки (методів обробки зубчастих вінців існує два: **1 – метод копіювання. 2 – метод обкатування**).

**Основний час**, що витрачається на обробку зубів колеса залежить від взаємного переміщення різального інструменту і заготовки та швидкості переміщення їх один відносно другого.

Формули для розрахунків основного часу при зубообробці лезовим інструментом наведені в довідникових таблицях.

### **Основні позначення при використовуються нормуванні зубообробних робіт:**

*$t_e$  – основний час обробки за один прохід;*

*$l$  – довжина обробки в напрямлені подачі;*

*$l_1$  – величина врізання і перебігу інструменту;*

*$z$  – число зубів нарізує мого колеса;*

*$n$  – частота обертання інструменту, хв.;*

*$S_0$  – подача інструменту на один оберт заготовки;*

*$k$  – число заходів фрези;*

*$q$  – число одночасно оброблюваних деталей;*

$m$  – модуль;

$S_{кр}$  – подача на один оберт інструмента;

$h$  – висота зуба;

$S_{рад}$  – радіальна подача інструмента, мм/хід;

$S_m$  – хвилинна подача;

$t$  – час на поділ;

$z_i$  – число зубів ріжучого інструмента;

$n_{дох}$  – число подвійних проходів довбача.

Таблиця 1

**Розрахункові формули для визначення основного часу при зубообробці.**

Верстати	Метод обробки	Формула
<i>Зубо і шліцефрезерні, працюючі методом обкатки.</i>  <i>Зубодовбальні</i>  <i>Зубофрезерні полу автомати з автоматичним циклом</i>  <i>Шевінгувальні</i>	<i>Нарізні циліндричних коліс і шліців методом обкатки.</i>	$t_o = \frac{(l + l_1)z}{nS_o kq}$
	<i>Зубодовбання методом обкатки</i>	$t_o = \frac{\pi z_i i}{n_{дох} S_{кр}} + \frac{h}{n S_{рад}}$
	<i>Зубонарізання методом копіювання</i>	$t_o = \frac{(l + l_1)z}{S_m} + \frac{(l + l_1)z}{S_{ох}} + tz$
	<i>Зубошевінгування металевим дисковими шеверами</i>	$t_o = \frac{lz}{S_o z_i n}$

**ПРИКЛАД 1 - ЗУБОФРЕЗЕРУВАННЯ ПО МЕТОДУ ОБКАТКИ**

**Завдання.** Визначити норму штучного часу на операцію нарізання зубів циліндричного зубчастого колеса черв'ячною фрезою (рис. 5, див. ст.. 22)

## Вихідні дані.

Деталь – колесо зубчасте.  $z=42$ .  $t=3$  мм. Ширина вінця  $t_0=30$  мм: ступінь точності - 8; параметр шорсткості  $R_a=2,5$  мкм; матеріал – сталь 40Х з  $G_s=700$  МПа; маса деталі 2 кг. Кількість заготовок, що оброблюються одночасно -  $q=5$ . Модель верстата – 5К324. Фреза черв'ячна -  $t=3$  мм.  $D_{cp}=70$  мм.  $L_p=60$  мм, число заходів 3, матеріал різальної частини – Р6М5. Встановлення деталі виконується на оправці з кріпленням гайкою. Тип виробництва – великосерійний.

## Рішення

1. Розрахунок основного часу.

**1.1. Розрахункові розміри обробки:  $z=42$ .  $t=3$  мм.  $l=l_1$ .  $q=30$   $S=150$  мм: число робочих ходів  $i=1$ .**

Глибина різання:  $t=2,2m=2,2*3=6,6$  мм.

Довжина робочого ходу фрези:  $L_{px}=l+l_1$

де величина врізання і пробігу -  $l_1=30$  мм (4, додаток 1, лист 9):

$$L_{px}=150+30=180 \text{ мм.}$$

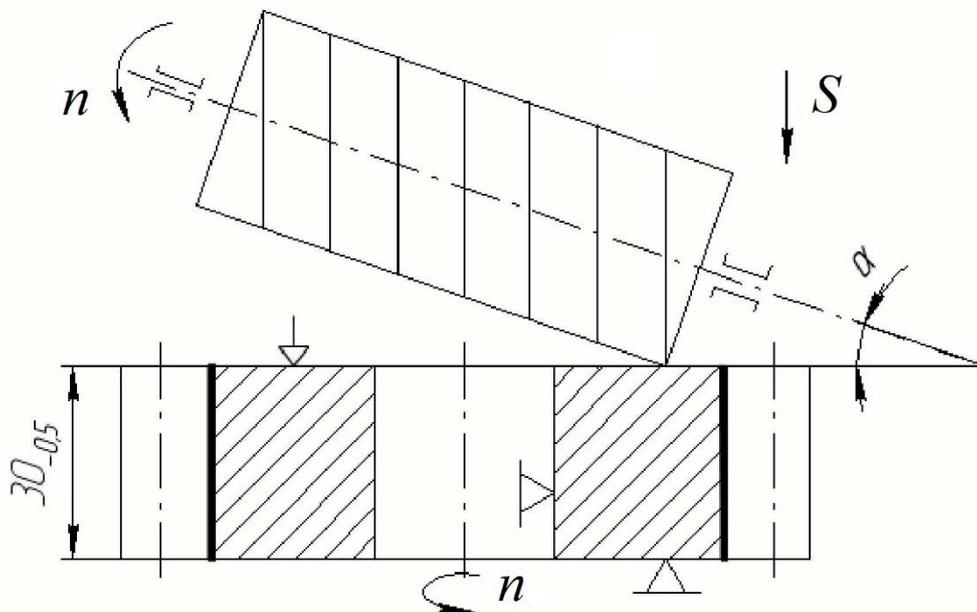


Рис. 1. Схема обробки. Приклад 1

1.2. По нормативам (6), а також паспортним даним верстата визначається осьова подача, швидкість різання і частота обертання фрези:

$$S_0=1 \text{ мм/об}; \quad V=42 \text{ м/хв}; \quad n=190 \text{ хв}^{-1}.$$

1.3 Основний час (див.табл.1) :

$$t_o = \frac{(l + l_1)z}{nS_0k} = \frac{180 \cdot 42}{190 \cdot 1 \cdot 1} = 39,5 \quad \text{хв.}$$

2. Допоміжний час:

2.1 Час на встановлення і зняття першої заготовки - 0,12 хв.

Кожній наступній заготовці + - 0,14 хв (4 карта 18, лист 1), час на закріплення і відкріплення заготовки - 0,19 хв (4, карта 18, лист 3).

Таким чином сумарний час на встановлення 5 заготовок на верстаті:

$$T_{0,уст}=0,12+0,14*5 +0,19= 1,01 \text{ хв.}$$

2.2. Допоміжний час зв'язаний з переходом (робота на напівавтоматі):

$$t_{в.пер}=0,02 \text{ хв. (4, карта 33, лист 2).}$$

2.3. Сумарний допоміжний час:

$$T_{дон} = 1,01+0,02=1,03 \text{ хв.}$$

3. Оперативний час:

$$t_{он} = t_o + t_{в} = 39,5 + 1,03 = 40,58 \text{ хв.}$$

4. Час на обслуговування робочого місця складає 4,5% від  $t_{он}$  (4.карта 45)

$$T_{об}=t_{он} * 0,045 = 40,23 * 0,045 = 1,91 \text{ хв.}$$

5. Час на відпочинок і особисті потреби складає 4% від  $t_{он}$  (4. карта 45)

$$t_{відп} = t_{он} * 0,04 = 1,6 \text{ хв.}$$

6. Норма штучного часу:

$$T_{шт} = \frac{t_{он} + t_{об} + t_{онп}}{S_M} = \frac{40,23 + 1,91 + 1,6}{5} = 8,75 \text{ хв.}$$

## ПРИКЛАД 2 - ЗУБОФРЕЗЕРУВАННЯ ПО МЕТОДУ КОПІЮВАННЯ.

**Завдання.** *Визначити штучний час на операцію нарізання зубів циліндричного зубчатого колеса дисковою модульною фрезою по методу копіювання (рис 6).*

### Вихідні данні.

*Деталь – колесо зубчате.  $z=30$ ,  $m=4$  мм, ширина вінця  $l_d=30$  мм; степiнь точності - 9; параметр шорсткості  $R_a=2,5$  мкм, матеріал – сталь 40Х.  $G_s=700$  МПа; верстат горизонтально фрезерний 6Р81: пристрій – ділильна головка, фреза дискова модульна;  $D=80$  мм,  $m=4$  мм,  $z=12$ , кількість заготовок, що оброблюються одночасно -  $q=5$ ; матеріал різальної частини – Р6М5; маса деталі 1,5 кг. Робота виконується з охолодженням. Тип виробництва – великосерійний.*

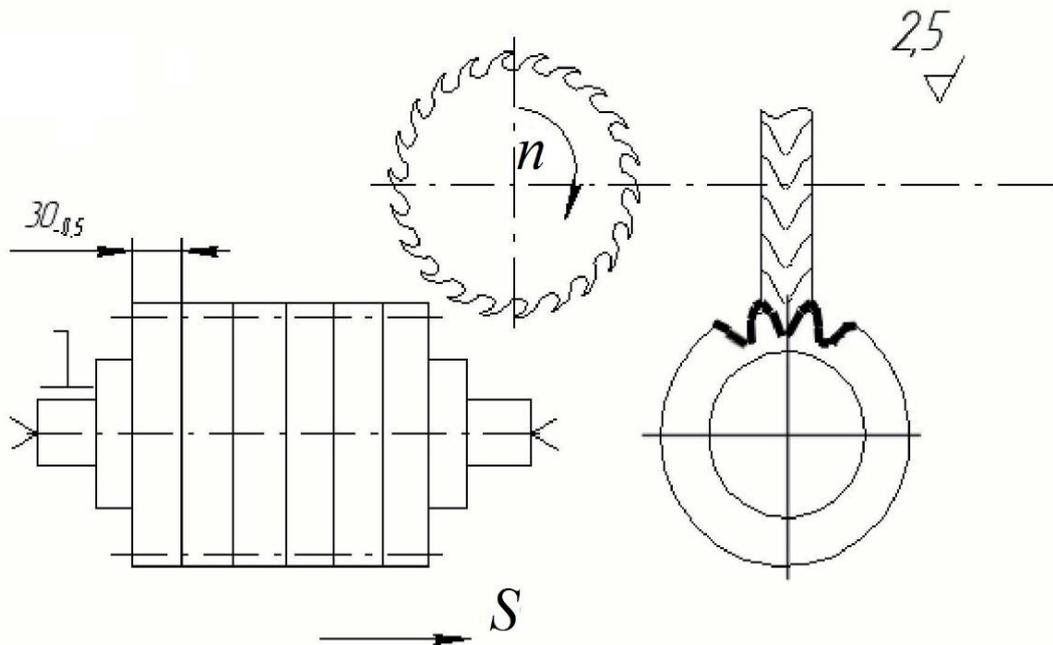


Рис.2 Схема обробки. Приклад 2

## Рішення

### 1 Розрахунок основного часу.

1.1 Розрахункові розміри обробки:  $z=30$ ,  $m=4$  мм.  $l=l_d$ ,  $q=30*5=150$  мм;  
число робочих ходів  $l=1$ .

Глибина різання дорівнює висоті зуба:  $t=h=2,2m=2,2*4=8,8$  мм.

Довжина робочого ходу стола:  $L_{рх}=l+l_1+l_2$ ;

при чистовій обробці, діаметр фрези 80 мм і  $t=8,8$  мм,  $l_1=28*2=56$  мм  
(4, додаток 1. лист 3).

1.2 По нормативам (6) а також паспортним даним верстата визначається хвилинна подача:  $S_m=115$  мм/хв.

### Основний час.

### 2 Визначення допоміжного часу.

2.1. Час на встановлення і зняття деталі:  $t_{в.уст1}=0,39$  хв

(4, карта 7, лист 1, поз. 7).

Час встановлення ще чотирьох деталей:  $t_{в.уст2}=0,11*4=0,44$  хв.

Загальний час:  $t_{в.уст}=0,39+0,44=0,83$  хв.

2.2. Час пов'язаний з переходом:  $t_{o.пер1}=0,17$  хв (4, карта 27, лист 1, поз. 2).

Час необхідний на поворот ділильної головки на одну позицію (29 зубців):

$t_{o.пер2}=0,04$  хв (4, карта 27, лист 1, поз. 17).

Загальний час, пов'язаний з переходом:  $t_{o.пер}=0,17+0,04*29=1,29$  хв.

**2.3. Час на вимірювання буде перекриватися основним часом і тому в розрахунок штучного часу не входить.**

2.4. Загальний допоміжний час:

$$t_в = t_{в.уст} + t_{в.пер} = 0,83 + 1,29 = 2,12 \text{ хв.}$$

### 3 Оперативний час

$$t_{оп} = t_в + t_с = 53,5 + 2,12 = 55,62 \text{ хв.}$$

4 Час на обслуговування робочого місця 4% від  $t_{on}$  (4, карта 45)

$$t_{ep} = t_{on} * 0,04 = 55,62 * 0,04 = 2,22 \text{ хв.}$$

5 Час на відпочинок і особисті потреби складає - **4% від  $t_{on}$**  (4, карта 46)

$$t_{відп} = t_{on} * 0,04 = 55,62 * 0,04 = 2,22 \text{ хв.}$$

## 6 Норма штучного часу

$$T_{шт} = \frac{t_{оп} + t_{об} + t_{онт}}{S_M} = \frac{55,62 + 2,22 + 2,22}{5} = 12,01 \text{ хв.}$$

## ПРИКЛАД 3 - ЗУБОДОВБАННЯ ПО МЕТОДУ ОБКАТКИ

Завдання. *Визначити штучний час на чистову обробку зубів циліндричного зубчатого колеса довбачем по методу обкатки (рис 3).*

### Вихідні данні.

*Деталь – колесо зубчате.  $z=52$ ,  $m=4$  мм, ширина вінця  $l_0=40$  мм; параметр шорсткості  $R_a=2,0$  мкм, степінь точності 8, матеріал – сталь 40Х. НВ=180. Заготовка з попередньо прорізними зубами, припуск на обробку по міжцентровій відстані  $h=0,8$  мм. Верстат зубодовбальний 5М14: Довбач - дисковий прямозубий;  $D=100$  мм,  $m=4$ мм,  $\gamma=5^\circ$ , сталь – Р6М5; Робота з охолодженням. Встановлення заготовки виконується на оправку з кріпленням гайкою. Маса деталі 1,5 кг. Виробництво - великосерійне.*

### Рішення

#### 1. Розрахунок основного часу.

1.1 *Розрахункові розміри обробки:  $z=52$ ,  $m=4$  мм.  $l=l_0$ , число робочих ходів  $l=1$ . Глибина різання 0,8 мм. Довжина робочого ходу довбача  $L_{ох}=l_0 + l$ ;*

Перебіг довбача на дві сторони по ширині вінця до 51 м приймаємо  $l_1=8$  мм (6, додаток 14).

Відповідно  $L_{рх} = 30+8 = 38$  мм.

1.2 По нормативам (6) а також паспортним даним верстата визначається колова і радіальна подачі, швидкість різання, число двійних проходів довбача:

$$S_{кр}=0,24 \text{ мм/об}; \quad S_{рад}=0,048 \text{ мм/дв.хід};$$

$$V=30,4 \text{ м/хв.}; \quad n_{дв.х}=400 \text{ дв.х/хв..}$$

1.3 Основний час:

$$t_0 = \frac{\Pi m z i}{n_{дв.х} S_{кр}} + \frac{h}{n S_{рад}} = \frac{3,14 \times 4 \times 52 \times 1}{400 \times 0,24} + \frac{0,8 \times 8,8}{400 \times 0,048} = 7,3 \text{ хв.}$$

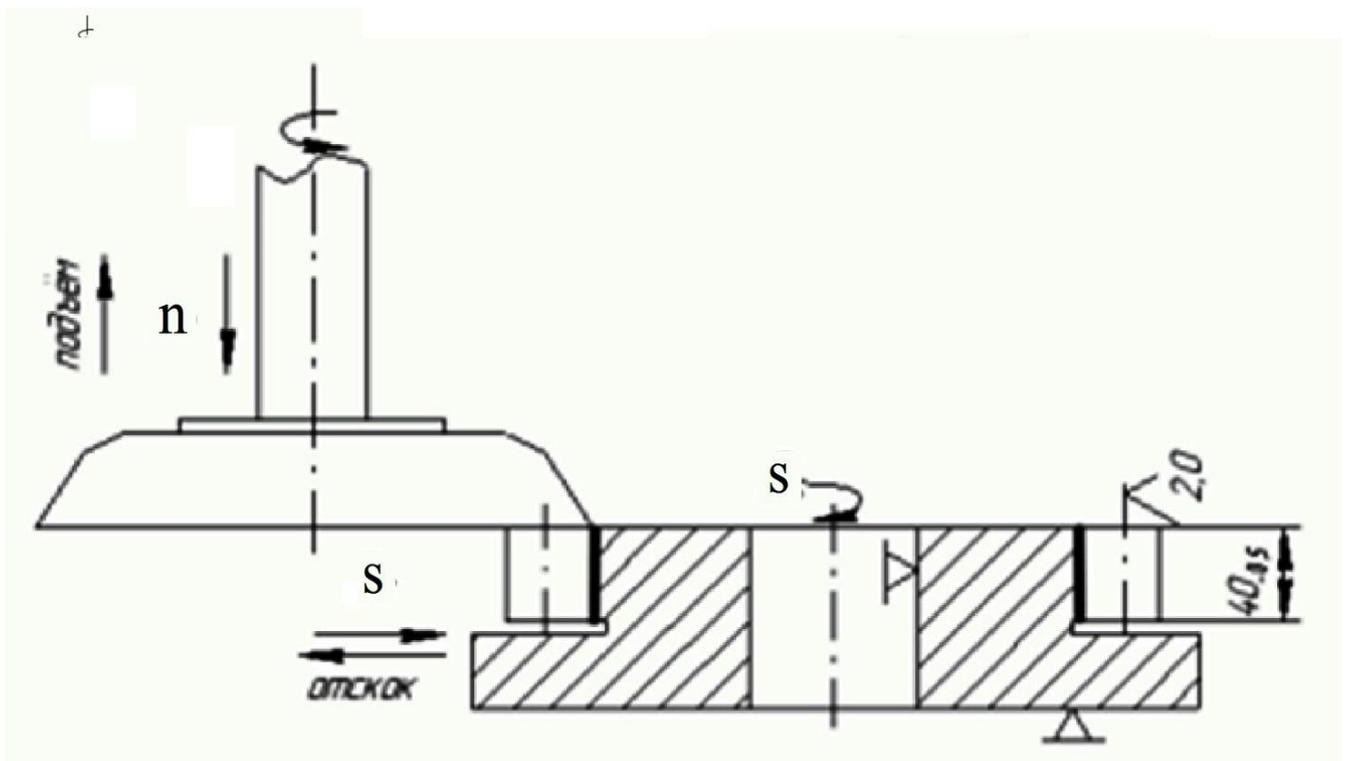


Рис. 3 Схема обробки. Приклад 3

## **2. Визначення допоміжного часу:**

2.1. Час на встановлення і зняття деталі:

$$t_{в.уст1}=0,12 \text{ хв} \text{ (4, карта 18, лист 1).}$$

Час на закріплення і відкріплення заготовки :

$$t_{в.уст2}=0,19 \text{ хв.} \text{ (4, карта 18, лист 3, поз. 39).}$$

Загальний час Час на встановлення і зняття деталі:

$$t_{в.уст}=0,12+0,19=0,31 \text{ хв.}$$

2.2. Час зв'язаний з переходом:

$$t_{о.пер}=0,02 \text{ хв.} \text{ (4. Карта 33, лист 2, поз. 28).}$$

**2.3. Час на вимірювання є перекривасмим.**

2.4. Загальний допоміжний неперекривасмий час,

$$t_{в} = t_{в.уст} + t_{в.пер} = 0,31 + 0,02 = 0,33 \text{ хв.}$$

3. Оперативний час:

$$t_{он} = t_0 + t_{в} = 7,3 + 0,33 = 7,63 \text{ хв.}$$

4. Час на обслуговування робочого місця **4% від  $t_{он}$** : (4, карта 45):

$$T_{обс} = t_{он} * 0,04 = 7,63 * 0,04 = 0,3 \text{ хв.}$$

5. Час на відпочинок і особисті потреби дорівнює **4% від  $t_{он}$**  (4, карта 46):

$$T_{відп} = t_{он} * 0,04 = 0,3 \text{ хв.}$$

6. **Норма штучного часу:**

$$T_{шт} = t_{он} + T_{обс} + T_{відп} = 7,63 + 0,3 + 0,3 = 7,69 \text{ хв.}$$