Практична робота 11
Розробка зубофрезерної операції

Мета: вивчити методику призначення режимів різання та норм часу за таблицями нормативів. Ознайомитися й придбати навички роботи з нормативами.

Завдання:

1 Вибрати різальний інструмент.

2 Призначити режими різання (глибину, подачу, стійкість, швидкість, частоту обертання, силу та потужність різання).

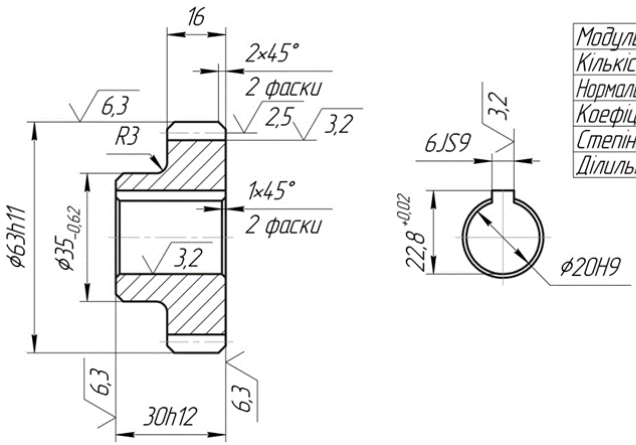
3 Порівняти знайдену потужність з потужністю двигуна, зробити висновок про можливість проведення операції.

4 Визначити основний час, що витрачається на обробку заданої деталі.

5 Визначити норми часу (допоміжний час, штучний та підготовчо-заключний)

6 Заповнити операційну карту та карту ескізів.

Вихідні дані:



Модуль	m	3
Кількість зубів	z	19
Нормальний вихідний контур	–	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	x	0
Степінь точності	–	9-9-Вс
Ділильний діаметр	d	57

Рисунок 1 – Ескіз деталі

Обробка прямозубого циліндричного колеса відбувається на зубофрезерному верстаті 53А50. Число зубів колеса $\mathbf{Z_k}$, модуль **m**, ширина вінця **b,** Кількість одночасно оброблюваних коліс **q** (табл. 1).

Таблиця 1 – Вихідні дані

Варі-ант	Матеріал заготовки	Z_k	m, *мм*	b, *мм*	q
1	Сталь 35 НВ 187	40	2	32	1
2	Сталь 30ХГТ НВ 207	34	6	22	3
3	Чавун сірий НВ 175	74	8	40	1
4	Сталь 38ХНЮА НВ 255	26	3	30	2
5	Сталь 50 НВ 229	50	7	24	1
6	Чавун сірий НВ 230	30	2,5	50	1
7	Сталь 45 НВ 190	18	9	42	2
8	Сталь 12ХН4А НВ 230	36	2,75	55	1
9	Сталь 35Х НВ 207	28	5	34	3
10	Чавун сірий НВ 205	48	5,5	48	1
11	Сталь 20Х НВ 179	42	8	30	1
12	Сталь 35Х НВ 197	32	6	24	2
13	Чавун сірий НВ 190	26	7	40	1
14	Сталь 18ХГТ НВ 229	30	3,5	24	3
15	Сталь 45 НВ 229	122	2,5	32	1
16	Чавун сірий НВ 170	40	5	50	1
17	Сталь 35 НВ 180	26	4,5	20	4
18	Сталь 15Х НВ 179	35	9	36	1
19	Сталь 60 НВ 250	98	1,25	30	2
20	Сталь 30 НВ 179	40	1,75	24	1
21	Чавун сірий НВ 180	30	3	40	2
22	Сталь 20ХН НВ 179	18	2,25	32	4
23	Сталь 40ХН НВ 229	82	3,5	45	1
24	Чавун сірий НВ 210	50	2,5	34	2
25	Сталь 45 НВ 229	36	2,75	22	3
26	Сталь 40 НВ 217	20	4	32	1
27	Чавун сірий НВ 190	32	10	40	1
28	Сталь 35 НВ 207	25	5	30	2
29	Чавун сірий НВ 220	40	12	50	1
30	Сталь 15Х НВ 179	52	3,5	36	1

Порядок виконання роботи

Перед визначенням режиму різання рекомендується накреслити схему різання. Після цього призначається різальний інструмент. Для черв'ячних модульних фрез потрібно вказати модуль, зовнішній діаметр та довжину фрези, число зубів фрези та матеріал. Параметри черв'ячних фрез приведені в таблицях 106-108 (с. 193 - 196) [10] або в додатку 15 (с. 184) [7].

Потрібно вказати також верстат, на якому буде проводитися обробка.

Глибина різання дорівнює глибині впадин між зубами оброблюваного колеса.

Якщо обробка проводиться за один прохід:

$$t = 2{,}2 \cdot m, \text{ мм}$$

Якщо обробка проводиться за два проходи, то для першого проходу приймають:

$$t_1 = 1{,}4 \cdot m, \text{ мм}$$

Для другого проходу залишають:

$$t_2 = 0{,}8 \cdot m, \text{ мм}$$

Для чистової обробки по попередньо обробленому зубу глибина різання дорівнює припуску на обробку t = h мм.

Подача. При зубофрезеруванні призначається подача фрези на один оберт заготовки $\mathbf{S_o}$, мм/об. Подачу S_o можна вибрати з таблиці 2, з карти 3-2 (с. 148) [9] або з карт 2, 3 (с. 26, 27) [7].

Вибрані подачі потрібно корегувати по паспорту верстата (додаток, стор.179).

Швидкість різання. Для зубофрезерування швидкість визначається з таблиці 3, з карти 3-2 (с. 148) [9] або з карти 4-8 (с. 28-33) [7]. При зубофрезеруванні також визначається число осьових переміщень фрези з карти 11 (с. 36-37) [7].

Після визначення швидкості різання для зубофрезерування визначається **число обертів шпинделя**.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв}$$

де D – діаметр фрези, мм;

Число обертів фрези потрібно корегувати по паспорту верстата (додаток).

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв}$$

Для перевірки можливості обробки на вибраному режимі різання потрібно визначити потужність різання. Для зубофрезерування – таблиця 4 або карти 4 – 7 (стор. 28-32) [7].

Необхідна потужність електродвигуна верстата (N).

$$N = \frac{N_{різ.}}{\eta}, \text{ кВт}$$

η – коефіцієнт корисної дії верстата (додаток).

Якщо умова $N < N_ф$ не виконується, то потрібно зменшити відповідно швидкість різання.

Основний технологічний час визначається за формулами:

$$T_o = \frac{(B + l_1) \cdot z}{n \cdot S_o \cdot k}, \text{ хв.}$$

де Z – число зубів оброблюваного колеса;

k – число заходів черв'ячної фрези;

l_1 – величина врізування та перебігу фрези - таблиця 5, (додаток 4, стор. 167-168) [7], (стор. 304) [9];

B – ширина оброблюваного колеса або комплекту коліс.

Норма штучного часу розраховується за формулою:

$$t_{шт} = t_{оп} \cdot (1 + \frac{a_{орг} + a_{відп}}{100}), \text{хв}$$

де $T_{оп}$ – операційний час, хв.;

$$t_{оп} = T_о + T_д, \text{хв}$$

де $T_о$ – основний час на операцію, хв;

$T_д$ – допоміжний час на операцію, хв; Визначається за Горбацевичем.

$$Т_д = t_{уст} + t_{зв} + t_{пк} + t_{вим}, хв$$

де $Т_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв;

$Т_{зв}$ – час, на закріплення та відкріплення деталі, хв;

$Т_{пк}$ – час на прийоми керування, хв;

$Т_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

$a_{орг}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{орг} = 4\%$;

$a_{відп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{відп} = 4\%$.

Таблиця 2 – Подачі для обробки зубчастих коліс червячними модульними однозахідними фрезами

Чорнова обробка					
Матеріал заготовки	Модуль m в *мм*	Потужність зубофрезерувального верстата			
		1,5 – 2,8	3 – 4	5 – 9	> 10
		Подача на один оберт заготовки $s_{табл}$ в *мм/об*			
Сталь	1,5	0,8 – 1,2	1,4 – 1,8	1,6 – 1,8	-
	2,5	1,2 – 1,6	2,4 – 2,8	2,4 – 2,8	2,4 – 2,8
	4	1,6 – 2,0	2,6 – 3,0	2,8 – 3,2	2,8 – 3,2
	6	1,2 – 1,4	2,2 – 2,6	2,4 – 2,8	2,6 – 3,0
	8	-	2,0 – 2,2	2,2 – 2,6	2,4 – 2,8
	12	-	-	2,0 – 2,4	2,2 – 2,6
Чавун	1,5	0,9 – 1,3	1,6 – 2,2	1,8 – 2,2	-
	2,5	1,3 – 1,8	2,6 – 3,0	2,6 – 3,0	2,6 – 3,2
	4	1,8 – 2,2	2,8 – 3,2	2,8 – 3,2	3,0 – 3,5
	6	1,3 – 1,6	2,4 – 3,0	2,4 – 3,0	2,8 – 3,3
	8	-	2,2 – 2,4	2,5 – 2,8	2,6 – 3,0
	12	-	-	2,2 – 2,8	2,4 – 2,8

Чистова обробка по суцільному металу				Чистова обробка по попередньообробленому зубу		
	Ra, *мкм*	m, *мм*	$S_{табл}$, *мм/об*		Ra, *мкм*	$S_{табл}$, *мм/об*
Сталь	10 – 3,2	1,5 – 2 3	1,0 – 1,2 1,2 – 1,8	Сталь,		2,0 – 2,5
		1,5 – 2	0,5 – 0,8			

	2,5 – 1,6	3	0,8 – 1,0	чавун	10 – 3,2	
Чавун	10 – 3,2	1,5 – 2 3	1,2 – 1,4 1,4 – 1,8		2,5 – 1,6	0,7 – 0,9
	2,5 – 1,6	1,5 – 2 3	0,5 – 0,8 0,8 – 1,0			

Примітка:

1 Менші значення подач приймати для обробки зубчастих коліс з числом зубів до 25.

2 Якщо обробка зубчастого колеса проводиться методом попутного фрезерування то подачу можна збільшувати на 20 – 25%.

Подача на один оберт заготовки $\mathbf{s = s_{табл}}$ K_1 K_2 (*мм/об)*

Коефіцієнти K_1, K_2

Сталі з твердістю НВ	вуглецеві		12ХН3, 20Х, 40Х		18ХНВ, 6ХНМ	
	< 207	> 207	< 207	> 207	< 229	> 229
Коефіцієнт $\mathbf{K_1}$	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7

Кут нахилу зуба колеса β	0	15	30
Коефіцієнт $\mathbf{K_2}$	1,0	0,9	0,8

Швидкість різання $V = V_{табл} \cdot K_{V3} \cdot K_4 \cdot K_{V5}$ (*м/хв*);

Потужність різання $N = N_{табл} \cdot K_{N3} \cdot K_4 \cdot K_{N5}$ (*кВт*),

де K_3 – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу заготовки, K_4 - коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу зуба колеса, K_5 - коефіцієнт, що враховує за скільки проходів оброблюється зуб колеса.

Таблиця 3 – Режими різання для обробки зубчастих коліс черв'ячними модульними однозахідними фрезами

Чорнова обробка								
Подача **S** в *мм*	Модуль оброблюваного колеса **m** в *мм* до							
	1,5 - 4	6	8	12	4	6	8	12
	Швидкість різання $V_{табл}$ в *м/хв*				Потужність різання $N_{табл}$ *кВт*			
0,6	-	58	48	40	-	0,7	0,8	1,2
0,8	57	50	41	35	0,7	0,8	0,9	1,4
1,1	48	42	35	30	0,8	0,9	1,1	1,6
1,5	42	36	30	25,5	0,9	1,1	1,2	1,8
2,0	36	32	26	22	1,1	1,2	1,5	2,0
2,8	30,5	27	22	18,7	1,2	1,4	1,6	2,3

Чистова обробка					
Чистова обробка по суцільному металу			Чистова обробка по попередньообробленому зубу		
m в *мм*	**S**, *мм/об*	$V_{табл}$ в *м/хв*	Ra, *мкм*	**S,** *мм/об*	$V_{табл}$ *м/хв*
1,5 - 3	0,7	60	10 – 3,2	2,0 – 2,5	22 - 24
	0,9	48			
	1,1	41			
	1,3	35			
	1,6	29			
	2,0	24,5	2,5 – 1,6	0,7 – 0,9	18 - 22

Коефіцієнти K_3, K_4, K_5

Сталі з твердістю НВ	Вуглецеві сталі		12ХН3А, 20Х, 45ХН, 18ХГТ		18ХНВА, 6ХНМ 38ХМЮА		Чавун
	< 207	>207	< 207	> 207	< 229	> 229	
Коефіцієнт K_{V3}	1,0	0,8	1,0	0,9	0,8	0,6	0,8
Коефіцієнт K_{N3}	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,6

Кут нахилу зуба колеса β	0 - 15	30
Коефіцієнт $\mathbf{K_4}$	1,0	0,9

Кількість проходів для обробки зуба	Один прохід	Два проходи	
		Чорновий	Чистовий
Коефіцієнт $\mathbf{K_{V5}}$	1,0	1,0	1,4
Коефіцієнт $\mathbf{K_{N5}}$	1,0	0,6	0,4

Таблиця 4 – Величина врізування та перебігу черв'ячної модульної фрези при обробці прямозубих циліндричних зубчастих коліс

Модуль **m** в *мм*	Діаметр фрези, *мм*	Величина врізування та перебігу, *мм*			
		По суцільному металу	За два проходи		По попередньо обробленому зубу
			перший	другий	
1	50	10	-	-	-
2	55	18	-	-	-
3	70	24	-	-	-
5	90	33	-	-	14
6	125	41	-	-	16
8	145	50	42	31	17
10	164	59	49	36	18
12	174	65	54	40	18

Додаток 1 – Зубофрезерувальний верстат 53А50

Найбільший діаметр оброблюваного колеса – 500 *мм*
Найбільший модуль – 8 *мм*
Потужність електродвигуна – 8 *кВт*
Коефіцієнт корисної дії – 0,65
Число обертів шпинделя *(об./хв.):*
40; 59; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400
Вертикальна подача супорта за один оберт заготовки *(мм/об.):*
0,75; 0,92; 1,1; 1,4; 1,7; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,1; 3,4; 3,7; 4,0; 5,1; 6,2; 7,5.
Радіальна подача *(мм/об.):*
0,33; 0,4; 0,48; 0,55; 0,66; 0,75; 0,84; 1,0; 1,2; 1,53; 1,8; 2,25.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. М. Машиностроение, 1975.

2 Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. М. Высшая школа, 1985.

3 Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ. Житомир. ЖІТІ, 2001.

4 Коптьолов В.М. Технічне нормування праці у машинобудуванні. Збірник задач. Київ, Вища школа, 1974.

5 Нефёдов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту. М. Машиностроение, 1990.

6 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. М. Машиностроение, 1974.

7 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. М. Машиностроение, 1974.

8 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 3. М. Машиностроение, 1974.

9 Режимы резания металлов. Справочник, под ред. Б.В. Барановского. М. Машиностроение, 1972.

10 Справочник технолога-машиностроителя. Т.2, под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М. Машиностроение, 1986.

11 Справочник технолога-машиностроителя. Т.2, под ред. А.Н. Малова. М. Машиностроение, 1972.

12 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник металлиста. Т. 5, под ред. В.И. Баранчикова. М. Машино-строение, 1990.

13 Справочник металлиста. Т. 5, под ред. Б.А.Богуславского. М. Машиностроение, 1978.