

Практична робота № 18.

Тема: Розрахунок норм часу на фрезерні роботи.

Мета роботи: набуття практичних навичок проектування фрезерної операції, режимів різання і розрахунку технічно обґрунтованих норм часу.

Зміст роботи: вивчити вихідні дані та усвідомити мету операції, призначити склад операції, підібрати обладнання, пристрої, інструмент (ріжучий і вимірювальний), призначити режим різання і провести нормування операції.

Обладнання робочого місця.

1. Мікрокалькулятор.
2. Деталі та вузли, за якими вирішуються завдання.
3. Довідкова література з режимами різання, характеристиками обладнання і таблицями для нормування.

Фрезерування застосовується для отримання поверхонь гравюр штампів і пресформ, шпонкових пазів, різьб і зубчастих коліс. Фрези - багатолезовий інструмент. Кожен зуб являє собою різець, що знімає стружку, що має форму коми. У роботі одночасно бере участь один або кілька зубів, інші зуби в цей час встигають декілька охолотитися. Таким чином, процес різання при фрезеруванні відрізняється від безперервного різання, точіння і свердління тим, що зуби - фрези працюють періодично. Це підвищує стійкість фрез.

ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ

Суть розрахунку режиму різання при фрезеруванні полягає у виборі схеми обробки, моделі верстата, розмірів і геометрії ріжучого інструменту, розрахунку елементів режиму різання і машинного (основного) часу. Для цього треба мати такі вихідні дані:

- креслення деталі або розмір оброблюваної поверхні (діаметр, довжина);
- характеристику матеріалу деталі (твердість, стан деталі перед обробкою).

Послідовність розрахунку елементів режиму різання при фрезеруванні:

1. Привести схему обробки деталі і довжину оброблюваної поверхні.
2. Враховуючи властивості оброблюваного матеріалу, вибрати марку інструментального матеріалу.
3. Спираючись на схему обробки, вибрати форму, розміри та геометричні параметри фрези.
4. Вибрати модель верстата.
5. Призначити режими різання і провести нормування операції (схеми розрахунку наведені нижче).

1. Фрезерування площині торцевою фрезою.

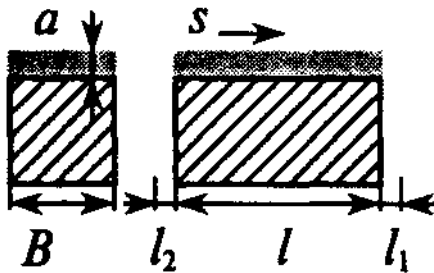


Рис. 1. - Фрезерування площині циліндричною фрезою:

a - припуск, B - ширина фрезерування, S - подача, l - довжина різання, l_1 - величина врізання, l_2 - величина перебігу інструменту.

- діаметр фрези D , мм, приймається за нормативами (див. табл. 6 /9/).
- число зубів фрези z , шт., - загальна кількість ріжучих кромки фрези (див. табл. 6 /9/).
- матеріал торцевої фрези - швидкорізальна сталь _____.
- ширина фрезерування B , мм, - найбільше значення оброблюваної поверхні.
- довжина різання l , мм, - довжина ділянки, що підлягає обробки.
- величина врізання l_1 , мм, розраховується за формулою:

$$l_1 = 0,5 \times D - \sqrt{C_1 \times (D - C_1)}; \quad 1.1$$

де C_1 - величина зміщення фрези щодо торця заготовки, розраховується за формулою:

$$C_1 = (0,03...0,05) \cdot D. \quad 1.2$$

- величина перебігу інструменту l_2 , мм, приймається:

$$l_2 = 5 \text{ мм}. \quad 1.3$$

- розрахункова довжина оброблюваної поверхні L , мм, розраховується за формулою:

$$L = l + l_1 + l_2. \quad 1.4$$

- припуск a , мм, - величина, яку необхідно зняти за один прохід інструменту.

- число робочих проходів $i=1$.

- теоретична подача на один зуб S_z , мм/зуб, приймається за табл. 1.1, 1.2:

Таблиця 1.1. - Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими фрезами з твердого сплаву:

Потужність верстата, кВт	Сталь		Чавун і мідні сплави, силуміни	
	Подача на зуб фрези S_z , мм/зуб, при твердому сплаві			
	T15K6	T5K10	BK6	BK8
5-10	0,09...0,18	0,12...0,18	0,14...0,24	0,20...0,29
Понад 10	0,12...0,18	0,16...0,24	0,18...0,28	0,25...0,38

Таблиця 1.2. - Подачі при чорновому фрезеруванні торцевими фрезами з швидкорізальної сталі:

Потужність верстата, кВт	Сталь	Чавун і мідні сплави, силуміни
До 5	0,05...0,12	0,06...0,18
5-10	0,06...0,20	0,10...0,30
Понад 10	0,30...0,40	0,40...0,60

- теоретична подача на один оборот S_o , мм/об, розраховується за формулою:

$$S_o = S_z \cdot z. \quad 1.5$$

- фактична подача на один оборот $S_{оф}$, мм/об, обрана величина подачі, яка зіставлена з наявними подачами обладнання (за паспортом верстата).

- фактична подача на один зуб $S_{zф}$, мм/зуб, розраховується за формулою:

$$S_{zф} = \frac{S_o}{z}. \quad 1.6$$

- період стійкості інструменту T , хв., приймається за по табл. 1.3:

Таблиця 1.3. - Середні значення періоду стійкості T фрез:

Фрези	Стійкість T , хв., при діаметрі фрези D , мм									
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	
Циліндричні з великим зубом	-			180			240			
Циліндричні з дрібним зубом	-		120			180		-		

- швидкість різання V , м/хв., - окружна швидкість фрези, розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot a^x \cdot S_{z\phi}^y \cdot B^u \cdot z^p}, \quad 1.7$$

де C_v - коефіцієнт, що залежить від матеріалу фрези і режиму різання (табл. 1.4);

q, m, x, y, u, p - емпіричні показники ступенів (табл. 1.4).

Таблиця 1.4. - Значення коефіцієнта C_v та показників ступеня при обробці циліндричними фрезами:

Матеріал ріжучої частини	Матеріал, що обробляється	Параметри зрізаного шару, мм			Коефіцієнт і показники ступеня						
		B	a	$S_{z\phi}$	C_v	q	x	y	u	p	m
Т15К6 ¹	Конструкційна вуглецева сталь	≤35	≤2	-	390	0,17	0,19	0,28	-0,05	0,1	0,33
			>2		443		0,38				
		>35	≤2		616		0,19				
			>2		700		0,38				
Р6М5 ²	Жароміцна сталь	-	-	≤0,1	55	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
				>0,1	35,4			0,4			
ВК6 ¹	Сірий чавун, HB 190	-	<2,5	≤0,2	923	0,37	0,13	0,19	0,23	0,14	0,42
				>0,2	588			0,47			
		-	≥2,5	≤0,2	1180			0,19			
				>0,2	750			0,47			
Р6М5 ¹		-	-	≤0,15	57,6	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
			>0,15	27	0,6						
Р6М5 ²	Ковкий чавун, HB 150	-	-	≤0,1	77	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
				>0,1	49,5			0,4			
Р6М5 ¹	Мідні сплави, HB 100-140	-	-	≤0,1	115,5			0,2			
				>0,1	74,3			0,4			
	Силуміни	-	-	≤0,1	208	0,2					
				>0,1	133,5	0,4					

Примітка: 1. Без охолодження.

2. З охолодженням.

- теоретична частота обертання деталі n , хв.⁻¹, розраховується за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad 1.8$$

де 1000 - числовий множник перекладу метрів в міліметри;

π - відношення довжини кола до діаметру (3,14).

- фактична частота обертання деталі n_ϕ , хв.⁻¹, вибирається зіставленням теоретичної частоти обертання деталі з параметрами устаткування і приймаємо найближче більше значення n_ϕ .

- фактична швидкість різання V_ϕ , м/хв., розраховується за формулою:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}. \quad 1.9$$

- подача хвилинна S_x , мм/хв., розраховується за формулою:

$$S_x = S_{z\phi} \cdot z \cdot n_\phi. \quad 1.10$$

- окружна сила різання P_z , Н, розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot a^x \cdot S_{z\phi}^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w}, \quad 1.11$$

де C_p - коефіцієнт, що залежить від матеріалу фрези і режиму різання (табл. 1.5);

x, y, n, q, w - емпіричні показники ступенів (табл. 1.5).

Таблиця 1.5. - Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня при обробці циліндричними фрезами:

Матеріал ріжучої частини	Матеріал, що обробляється	Коефіцієнт і показники ступеня					
		C_p	x	y	n	q	w
Твердий сплав	Конструкційна вуглецева сталь	101	0,88	0,75	1,0	0,87	0
Швидкорізальна сталь		68,2	0,86	0,72		0,86	
Твердий сплав	Жароміцна сталь	58	0,9	0,8		0,9	
Швидкорізальна сталь		30	0,83	0,65		0,83	
Твердий сплав	Сірий чавун, HB 190	58	0,9	0,8		0,9	
Швидкорізальна сталь		30	0,83	0,65		0,83	
Швидкорізальна сталь	Ковкий чавун, HB 150	22,6	0,86	0,72		0,86	
Швидкорізальна сталь	Мідні сплави, HB 100-140						

Примітка: окружну силу P_z при фрезеруванні силумінів розраховувати, як для сталі, з введенням коефіцієнта 0,25.

- крутний момент $M_{кр}$, Н·м, розраховується за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \quad 1.12$$

де 2 - коефіцієнт, що враховує половину окружний сили різання;

1000 - коефіцієнт переведення міліметрів в метри.

- потужність різання N , кВт, розраховується за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1000 \cdot 60}, \quad 1.13$$

де 1000 - коефіцієнт переведення ватів в кіловати;

60 - коефіцієнт переведення хвилин в секунди.

- *потужність верстата* $N_{вер}$, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{вер} = \frac{N}{\eta_M}, \quad 1.14$$

де η_M - механічний коефіцієнт корисної дії, $\eta_M=0,8$.

- *дійсна потужність головного електродвигуна верстата* N_δ , кВт, приймається по паспорту верстата.

- *коефіцієнт використання устаткування за потужністю* η_N , розраховується за формулою:

$$\eta_N = \frac{N_{вер}}{N_\delta}. \quad 1.15$$

Якщо коефіцієнт не перевищує одиницю, то можна зробити висновок, що верстат обраний правильно і можна переходити до визначення основного часу. При значно менших або більших значеннях цього коефіцієнта доводиться вибирати інший верстат з меншою або більшою потужністю головного електродвигуна.

- *основний (машинний) час* t_0 , хв., розраховується за формулою:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_x}. \quad 1.16$$

- *допоміжний час* $t_{дон}$, хв., визначається за таблицями 1.6, 1.7, 1.8 для кожного переходу за елементами: час на установку і зняття деталі; час, пов'язаний з переходами; час, пов'язаний з контрольними вимірами.

Таблиця 1.6. - Нормативи допоміжного часу $t_{дон}$ на установку деталей і зняття, хв.:

Спосіб вивірки	Конфігурація деталі	Маса деталі, кг, до			
		1	6	12	15
1	2	3	4	5	6
Без вивірки	Проста	0,15	0,27	0,41	0,48
	Середньої складності	0,19	0,34	0,53	0,62
	Складна	0,26	0,47	0,72	0,84

Продовження табл. 1.6.

1	2	3	4	5	6
Проста вивірка	Проста	0,18	0,32	0,49	0,58
	Середньої складності	0,23	0,42	0,64	0,75
	Складна	0,31	0,56	0,86	1,01
Складна вивірка	Проста	0,21	0,38	0,57	0,67
	Середньої складності	0,27	0,49	0,74	0,87
	Складна	0,37	0,66	0,99	1,17

Таблиця 1.7. - Нормативи допоміжного часу $t_{дон}$ на зміну режиму роботи верстата, хв.:

Характер зміни режиму і зміна інструменту		Верстати з висотою центрів, мм, до	
		200	300
Змінити частоту обертання шпинделя	Однією рукояткою	0,05	0,06
Змінити величину подачі	Те ж	0,04	0,04

Таблиця 1.8. - Нормативи допоміжного часу $t_{дон}$ на один вимір деталей при слюсарних роботах, хв.:

Тип інструмента і характер зміни	Діаметр деталі, мм	Довжина обробки, мм, до		
		100	200	400
Масштабна лінійка	-	0,08	0,09	0,10
Штангенциркуль (точність вимірювання до 0,1 мм)	50	0,15	0,17	0,20
	100	0,18	0,20	0,22
Мікрометр (встановлення розміру в ході вимірювання)	50	0,20	0,25	0,28
	100	0,23	0,26	0,30

$$t_{дон} = \sum_1^j t_{дон_j}, \quad 1.17$$

де j - кількість врахованих видів допоміжного часу.

- *додатковий час* $t_{доd}$, хв., приймається у відсотках від суми основного і допоміжного часу:

$$t_{доd} = (t_o + t_{дон}) \cdot \frac{x}{100}, \quad 1.18$$

де x - додатковий час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби фрезерувальника, % від суми основного і допоміжного часу: $x=5,2$ %.

- *штучний час* $T_{шт}$, хв., розраховується за формулою:

$$T_{шт} = t_o + t_{дон} + t_{доd}. \quad 1.19$$

- *підготовчо-заклучний час* t_{n-3} , хв., визначається за таблицею 1.9:

Таблиця 1.9. - Нормативи підготовчо-заключного часу t_{n-3} на фрезерні роботи, хв.:

Спосіб установки заготовки	Довжина столу верстата, мм, до		
	750	1250	1800
У тисах	14	16	18
У патроні	17	19	21
Отримання виконавцем роботи, інструменту і пристроїв	7	7	10

- *технічна норма часу T_n , хв., розраховується за формулою:*

$$T_n = T_{шт} + \frac{t_{n-3}}{z}, \quad 1.20$$

де z - кількість деталей в партії, шт.

2. Фрезерування пазів шпонковою фрезою.

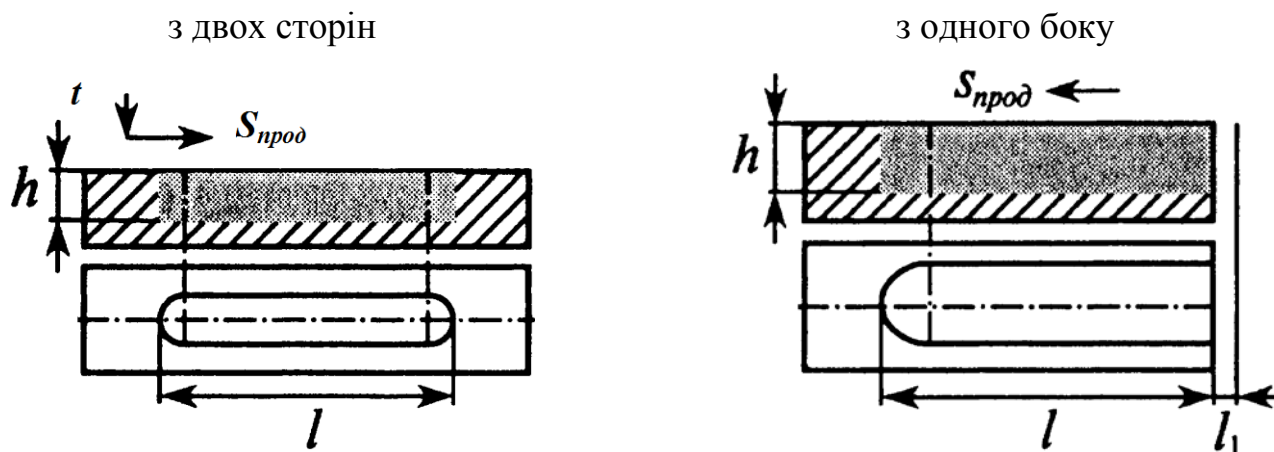


Рис. 2. - Фрезерування пазів шпонковою фрезою:

h - голубина шпонкової канавки, l - довжина різання, l_1 - величина врізання, $S_{прод}$ - поздовжня подача.

- діаметр фрези D , мм, приймається рівним ширині паза (див. табл. 7 /9/).

- число зубів фрези z , шт., - загальна кількість ріжучих кромки фрези (див. табл. 7 /9/).

- матеріал шпонкової фрези - швидкорізальна сталь _____.

- глибина шпонкової канавки, h , мм, - глибина шпонкового паза.

- довжина різання l , мм, - довжина ділянки, що підлягає обробки.

- величина врізання l_1 , мм, при фрезеруванні з одного боку, розраховується за вираженням 1.1.

- розрахункова довжина поверхні, що обробляється L , мм, розраховується за формулою:

- з двох сторін: $L = l$; 2.1

- з одного боку: $L = l + l_1$. 2.2

- глибина різання t , мм, вибирається з таких умов:

- з двох сторін:	Діаметр фрези D , мм	6-12	13-24	25-40
	Глибина фрезерування t , мм	0,3	0,4	0,5

- з одного боку: $t = h$. 2.3

- число робочих проходів i , розраховується за формулою:

$$i = \frac{h}{t}. \quad 2.4$$

- теоретична подача на один зуб S_z , мм/зуб, приймається за табл. 2.1:

Таблиця 2.1. - Подачі при фрезеруванні шпонковими фрезами з швидкорізальної сталі:

Діаметр фрези D , мм	з двох сторін	з одного боку
6	0,10	0,020
8	0,12	0,022
10	0,16	0,024
12	0,18	0,026
16	0,25	0,028
18	0,28	0,030
20	0,31	0,032
24	0,38	0,036
28	0,45	0,037
32	0,50	0,037
36	0,55	0,038
40	0,65	0,038

- теоретична подача на один оборот S_o , мм/об, розраховується за вираженням 1.5.

- фактична подача на один оборот $S_{оф}$, мм/об, обрана величина подачі, яка зіставлена з наявними подачами обладнання (за паспортом верстата).

- фактична подача на один зуб $S_{zф}$, мм/зуб, розраховується за вираженням 1.6.

- поздовжня подача $S_{позд}$, вибирається за наявними подачам обладнання (за паспортом верстата).

- період стійкості інструменту T , хв., приймається за табл. 2.2:

Таблиця 2.2. - Середні значення періоду стійкості T фрез:

Стійкість T , хв., при діаметрі фрези D , мм		
20	25	40
80	90	120

- швидкість різання V , м/хв., - окружна швидкість фрези, розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot h^x \cdot S_{z\phi}^y \cdot D^u \cdot z^p}, \quad 2.5$$

де C_v - коефіцієнт, що залежить від матеріалу фрези і режиму різання (табл. 2.3);

q, m, x, y, u, p - емпіричні показники ступенів (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. - Значення коефіцієнта C_v та показників ступеня при обробці шпонковими фрезами:

Матеріал ріжучої частини	Матеріал, що обробляється	Коефіцієнт і показники ступеня						
		C_v	q	x	y	u	p	m
P6M5	Конструкційна вуглецева сталь	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26
	Сірий чавун	30	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,15
	Ковкий чавун ¹	74	0,25	0,3	0,2			0,2
	Мідні сплави ²	111,3				0,2		
	Силуміни ²	200						

¹ З охолодженням.

² Без охолодження.

- змащувально-охолоджуюча рідина ЗОР - _____ (див. табл. 4 /9/).

- теоретична частота обертання деталі n , хв.⁻¹, розраховується за формулою 1.8.

- фактична частота обертання деталі n_{ϕ} , хв.⁻¹, вибирається зіставленням теоретичної частоти обертання деталі з параметрами устаткування і приймаємо найближче більше значення n_{ϕ} .

- фактична швидкість різання V_{ϕ} , м/хв., розраховується за формулою 1.9.

- подача хвилинна S_x , мм/хв., розраховується за формулою 1.10.

- окружна сила різання P_z , Н, розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot h^x \cdot S_{z\phi}^y \cdot D^n \cdot z}{D^q \cdot n_{\phi}^w}, \quad 2.6$$

де C_p - коефіцієнт, що залежить від матеріалу фрези і режиму різання (табл. 2.4);

x, y, n, q, w - емпіричні показники ступенів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4. - Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня при обробці шпонковими фрезами:

Матеріал, що обробляється	Матеріал ріжучої частини	Коефіцієнт і показники ступеня					
		C_p	x	y	n	q	w
Конструкційна вуглецева сталь	Твердий сплав	261	0,9	0,8	1,1	1,1	0,1
	Швидкорізальна сталь	68,2	0,86	0,72	1,0	0,86	0
30		0,83	0,65	0,83			
22,6		0,86	0,72	0,86			
Сірий чавун	Швидкорізальна сталь	30	0,83	0,65	1,0	0,83	0
Ковкий чавун							
Мідні сплави							
Силуміни	Окружну силу P_z розраховувати, як для сталі, з введенням коефіцієнта 0,25.						

- *крутний момент* $M_{кр}$, Н·м, розраховується за формулою 1.12.

- *потужність різання* N , кВт, розраховується за формулою 1.13.

- *потужність верстата* $N_{вер}$, кВт, розраховується за формулою 1.14.

- *дійсна потужність головного електродвигуна верстата* N_d , кВт, приймається по паспорту верстата.

- *коефіцієнт використання устаткування за потужністю* η_N , розраховується за формулою 1.15.

- *основний (машинний) час* t_0 , хв.:

- з двох сторін: розраховується за формулою 1.16.

- з одного боку:
$$t_0 = \left(\frac{h}{S_x} + \frac{L}{S_{нозд}} \right) \cdot i. \quad 2.7$$

- *допоміжний час* $t_{дон}$, хв., визначається за таблицями 2.5, 2.6 для кожного переходу по елементам: час на установку і зняття деталі; час, пов'язаний з переходами; час, пов'язаний з контрольними вимірами і розраховується за формулою 1.17.

Таблиця 2.5. - Нормативи допоміжного часу $t_{дон}$ на установку деталей і зняття, хв.:

Спосіб установки деталі	Маса деталі, кг, до					
	1	3	5	8	12	20
На столі з кріпленням болтами	0,8	0,95	1	1,2	1,35	1,6
У тисах з гвинтовим затискачем без вивірки	0,27	0,29	0,32	0,36	0,41	0,46
Те ж, з вивірянням	0,47	0,51	0,55	0,63	0,71	0,8
У патроні, в спецпристрої	0,14	0,18	0,19	0,22	0,23	0,26

Таблиця 2.6. - Нормативи допоміжного часу $t_{доп}$ на один вимір деталей при слюсарних роботах, хв.:

Вимірювальний інструмент	Точність вимірювання	Розмір, що вимірюється, мм		
		100	500	1000
Масштабна лінійка	-	0,06	0,09	0,11
Штангенциркуль	0,1 мм	0,13	0,20	0,44
	0,05 мм	0,25	0,35	0,66
Мікрометр	0,1 мм	0,22	0,30	-
Калібр	-	0,13	-	-

- додатковий час $t_{дод}$, хв., приймається у відсотках від суми основного і допоміжного часу і розраховується за формулою 1.18.

- штучний час $T_{шт}$, хв., розраховується за формулою 1.19.

- підготовчо-заклучний час $t_{п-з}$, хв., визначається за таблицею 2.7:

Таблиця 2.7. - Нормативи підготовчо-заклучного часу $t_{п-з}$ на фрезерні роботи, хв.:

Спосіб установки заготовки	Час, хв.
Отримання виконавцем роботи, інструменту і пристроїв	7
На столі з кріпленням болтами і планками	24
У тисах	22
У патроні	16
В спецпристрої	27

- технічна норма часу T_n , хв., розраховується за формулою 1.20.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. - М.: Мастерство; Высш. Школа, 2001. - 496 с.
2. Ландо С. Я. Восстановление автомобильных деталей: Учеб. пособие для средних ПТУ. - М.: Транспорт, 1987. - 112 с.: ил., табл.
3. Ремонт автомобилей: Учебник для автотранспортных техникумов/ Румянцев С.И., Бодиев А.Г., Бойко Н.Г. и др.; Под ред. С.И. Румянцева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 327 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т./ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.1. - 656 с. Т.2. - 496 с.
5. Э.Э. Миллер. Техническое нормирование труда в машиностроении. М., Машиностроение, 1972, - 247 с.
6. Боднев А.Г., Шаверин Н.Н. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей: Учеб. пособие для техникумов. - М.: Транспорт, 1984. - 117 с.
7. Цеханов А.Д. Лабораторный практикум по ремонту автомобилей. - М.: Транспорт, 1978. - 138 с.
8. Справочник технолога авторемонтного производства/ Под ред. Малышева Г.А., М.: Транспорт, 1977. - 432 с.
9. Гітунець О.І. Обладнання на фрезерні роботи до практичної роботи №18 "Розрахунок норм часу на фрезерні роботи". Маріуполь: МБК, 2008. - 8 с.