

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Методичні вказівки
до практичних занять для студентів,
які навчаються за напрямом підготовки
6.050502 «Інженерна механіка»

КИЇВ 2012

УДК 69.002.5(076)

ББК 34.641

О-16

Укладачі: Ю.Д. Абрашкевич, д-р техн. наук, професор

О.А. Марченко, асистент

О.В. Човнюк, асистент

Рецензент В.П. Рашківський, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск Л.Є. Пелевін, канд. техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри будівельних машин, протокол №8 від 5 грудня 2011 року.

Видається в авторській редакції.

Обладнання для монтажних робіт: методичні вказівки до практичних
О-16 занять / уклад: Ю.Д. Абрашкевич, О.А. Марченко,
О.В. Човнюк. – К.: КНУБА, 2012. – 44 с.

Наведено порядок розрахунків, пояснення, методики розрахунків і перелік прийнятих позначень до виконання практичних вправ з дисципліни «Обладнання для монтажних робіт».

Призначено для студентів, які навчаються за напрямком підготовки 6.050502 «Інженерна механіка»

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
<i>Вправа 1.</i> Визначення потреби в інструменті залежно від об'єму операцій з врахуванням кількості робочих (бригад).....	5
<i>Вправа 2.</i> Визначення необхідної кількості інструменту залежно від об'єму робіт, часу використання інструменту і терміну монтажу.....	13
<i>Вправа 3.</i> Розрахунок експлуатаційного фонду.....	19
<i>Вправа 4.</i> Визначення потреби в абразивних армованих кругах.....	22
<i>Вправа 5.</i> Розрахунок робочих параметрів різання абразивними кругами.....	27
<i>Вправа 6.</i> Визначення норм витрат абразивних кругів та техніко-економічних показників абразивного різання.....	31
Список літератури.....	43

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Робочою програмою дисципліни «Обладнання для монтажних робіт» для студентів, які навчаються за напрямком підготовки 6.050502 «Інженерна механіка», передбачено виконання практичних вправ.

Метою виконання вправ є закріплення і поглиблення теоретичних знань, які отримані студентами протягом лекційного курсу, здобуття студентами потрібного обсягу знань з вибору ручних машин і допоміжних робочих інструментів, визначення способів їх експлуатації, раціональних режимів виконання технологічних операцій, які дозволяють підвищити ефективність виконання масових трудомістких ручних процесів.

Кожна вправа містить умови задачі, порядок розрахунків, короткі теоретичні пояснення, розрахункові параметри, розшифровку прийнятих позначень. Значення всіх вихідних і довідкових даних для виконання вправ наведено в таблицях та на рисунках.

Вправа 1. Визначення потреби в інструменті залежно від об'єму операцій з врахуванням кількості робочих (бригад)

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку наведені в табл. 1.1.

Розрахунок

Розрахунок виконується в два етапи. На першому визначають потребу в інструменті виходячи з об'єму операцій, на другому – виходячи з кількості робочих (бригад).

I етап. Визначення потреби в інструменті виходячи з об'єму операцій

1. Об'єми операцій, які виконуються за допомогою інструменту, визначають виходячи з таких умов:

а) при монтажі трубопроводів необхідно в середньому на 100 м труб діаметром 100...150 мм виконати 32 різи зі зняттям фаски для встановлення відводів, 19 – для фланців, 3 – для переходів, 9 – для патрубків, 5 – для стикування труб та 4 – для підгонки вузлів.

Загальна кількість перерізів на 100 м труби становить:

$$n^{100} = \sum n_i = 32 + 19 + 3 + 9 + 5 + 4 = 72 \text{ різа.}$$

Таким чином, загалом необхідно обробити кінцівки труб із загальною довжиною кромки:

$$L_{\text{тз}} = n^{100} \frac{Q_{\text{т}}}{100} \pi D = 72 \frac{10000}{100} 3,14 \cdot 0,089 = 2012,1 \text{ м,}$$

де D – діаметр трубопроводу, м; $Q_{\text{т}}$ – загальний об'єм операцій, який виконується при монтажі трубопроводів.

б) при монтажі металоконструкцій на 5 т конструкцій виробничого виготовлення та 1 т тих, що виконуються безпосередньо на монтажній площадці припадає приблизно по 1 м різа та по 0,5 м² зачистки.

Таким чином, при загальному об'ємі монтажу металоконструкцій $Q_m = 50$ т необхідно виконати:

$$- \text{перерізів, м: } L_{\text{мз}} = \frac{Q_m}{Q_{\text{пр}}} 1 = \frac{50}{5} 1 = 10 \text{ м,}$$

Таблиця 1.1

Нормер варіанта	Загальний об'єм операцій, який виконується при монтажі					Тривалість виконання в змінах	Співвідношення довжини зварних швів до сумарної довжини зрізів		Усереднена товщина зварних елементів S , мм
	трубопроводів, 1000 м	діаметр трубопроводів, мм	металоконструкцій, т	тип виготовлення металоконструкцій	з'язки різбових з'єднань, 1000 шт.		трубопроводів	металоконструкцій	
1	15	89	55	виробниче виготовлення	40	50	0,8	1,0	6
2	15	102	60		75	70	0,9	1,1	8
3	20	108	70		100	80	1,0	1,2	10
4	25	114	80		125	90	1,1	0,8	12
5	30	127	90		150	100	1,2	0,9	14
6	35	133	100		175	110	0,8	1,0	6
7	40	152	120		200	120	0,9	1,1	8
8	45	159	130		225	130	1,0	1,2	10
9	50	89	140		250	140	1,1	0,8	12
10	55	102	150		275	150	1,2	0,9	14
11	60	108	160		300	160	0,8	1,0	6
12	65	114	170		325	170	0,9	1,1	8
13	70	127	180		350	180	1,0	1,2	10
14	75	133	190		375	190	1,1	0,8	12
15	80	152	200		400	200	1,2	0,9	14
16	10	159	50	виготовлення безпосередньо на монтажній площадці	50	60	0,8	1,0	6
17	15	89	60		75	70	0,9	1,1	8
18	20	102	70		100	80	1,0	1,2	10
19	25	108	80		125	90	1,1	0,8	12
20	30	114	90		150	100	1,2	0,9	14
21	35	127	100		175	110	0,8	1,0	6
22	40	133	120		200	120	0,9	1,1	8
23	45	152	130		225	130	1,0	1,2	10
24	50	159	140		250	140	1,1	0,8	12
25	55	102	150		275	150	1,2	0,9	14
26	60	108	160		300	160	0,8	1,0	6
27	65	114	170		325	170	0,9	1,1	8
28	70	127	180		350	180	1,0	1,2	10
29	75	133	190		375	190	1,1	0,8	12
30	80	152	200		400	200	1,2	0,9	14

де $Q_{\text{пр}}$ – зведена маса металоконструкцій, на яку припадає 1 м різни та яка залежить від виду виготовлення металоконструкцій, ;

$$\text{– зачистки, м}^2: F_{\text{зач}} = \frac{Q_{\text{м}}}{Q_{\text{пр}}} 0,5 = \frac{50}{5} 0,5 = 5 \text{ м}^2;$$

в) витрати електродів обраховуються на підставі розрахунку: довідковий посібник «Зварювання і споріднені технології» ін-т Е.О. Патона. Норми витрати електродів при цьому розрахунку не включають втрати, що входять в норму природного спаду (втрати при транспортуванні і зберіганні), а також витрату електродів, пов'язану з випробуванням зразків, ремонтом металоконструкцій, виготовленням оснащення та інші види витрати, що не відносяться до виготовлення продукції основного виробництва.

При обрахунку зварних швів умовно вважаємо, що зварні шви виконані з параметрами стикового шва типу С17 ДСТУ 5264–80 (рис.1.1), дані до розрахунку якого наведені в табл. 1.2.

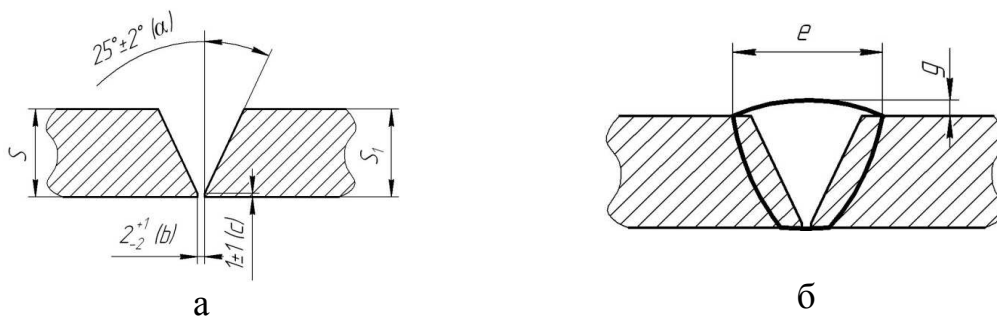


Рис. 1.1. Конструктивні елементи стикового шва типу С17 ДСТУ 5264–80:
а – підготовлених кромки зварюваних деталей; б – зварного шва

Таблиця 1.2

Розміри шва, мм

Умовне позначення зварного з'єднання	$s = s_1$, мм	e		g	
		Номінальне значення, мм	Граничне відхилення	Номінальне значення, мм	Граничне відхилення
С17	Від 3 до 5	8	±2	0,5	+1,5 -0,5
	Вище 5 до 8	12			
	Вище 8 до 11	16			
	Вище 11 до 14	19			
	Вище 14 до 17	22			

Площа поперечного перетину наплавленого металу шва даного зварного з'єднання (С17) визначається за формулою:

$$F = Sb + (S - c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75eg,$$

де S , b , c , α , e , g – геометричні розміри перерізу зварного шва приведені в табл. 1.2

$$F = 6 \cdot 2 + (6 - 1)^2 \operatorname{tg} 25^\circ + 0,75 \cdot 12 \cdot 0,5 = 28,16 \text{ мм}^2 \approx 28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Маса наплавленого металу на 1 м шва визначають за формулою:

$$M = F \cdot \rho \cdot L = 28 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 1 = 0,22 \text{ кг},$$

де F – площа поперечного перетину наплавленого металу шва даного зварного з'єднання, що розраховується по номінальних розмірах конструктивних елементів підготовлених кромок зварюваних деталей і шва зварного з'єднання по ДСТУ 5264-80, м^2 ; ρ – щільність металу, прийнята для вуглецевих і низьколегованих сталей рівною 7850 кг/м^3 ; L – довжина шва, яка дорівнює 1 м.

У загальному вигляді норма витрати електродів H_e (у кілограмах) при зварці може бути описана формулою:

$$H_e = M + M_0,$$

де M – маса наплавленого металу; M_0 – маса технологічних відходів і втрат (на чад, розбризкування, огарки, допоміжні прихвати при збірці).

Нормативна витрата електродів на 1кг наплавленого металу в загальному вигляді визначається за формулою:

$$H = M \cdot K_p = 0,22 \cdot 1,6 = 0,352 \text{ кг},$$

де $K_p = 1,6$ – коефіцієнт витрати електродів даної марки (для II групи електродів). Цей коефіцієнт враховує втрати при зварці на чад і розбризкування, довжину огарка не більше 50 мм.

Для визначення норм витрати електродів для зварки всієї конструкції можна користуватися виразом:

$$H_{\text{вир}} = \sum_{i=1}^n H_i \cdot L_i \cdot k_i,$$

де H_i – норматив витрати електроду на 1 м i -го типа шва при даній товщині, кг; L_i – довжина i -го типа шва, м; k_i – поправковий коефіцієнт, що враховує просторове положення виконання i -го типа шва.

Поправковий коефіцієнт k_i , залежно від положення шва в просторі має такі значення:

- для нижнього – 1,0;
- для вертикального і горизонтального на вертикальній площині – 1,1;
- для стельового – 1,2.

Довжину зварних з'єднань знаходимо з виразу:

$$k_{зш} = \frac{L_{зш}}{L_{зр}},$$

де $L_{зш}$, $L_{зр}$ – довжина зварних швів і зрізів відповідно, м. Значення $k_{зш}$ наведені в табл. 1.1.

Довжину зварних з'єднань, м:

- трубопроводів: $L_{зшт} = k_{зшт} \cdot L_{ТЗ} = 0,8 \cdot 2012,1 = 1609,7$ м;
- металоконструкцій: $L_{зшм} = k_{зшм} \cdot L_{МЗ} = 1,0 \cdot 10 = 10$ м;

$$H_{\text{вир}} = 0,352 \cdot 1609,7 \cdot 1,1 + 0,352 \cdot 10 \cdot 1,1 = 627,15 \text{ кг} \approx 0,65 \text{ т.}$$

Оббивку шлаку визначають виходячи з тоннажу витрат електродів на ручне зварювання з розрахунку 3000 м на 1 т електродів

$$L_{\text{шл}} = \frac{H_{\text{вир}}}{1} 3000 = \frac{0,65}{1} 3000 = 1950 \text{ м.}$$

Фаски від іржи відчищають у кількості 10% від їх загальної довжини: $L_{\text{ф}} = 0,1(L_{ТЗ} + L_{МЗ}) = 0,1(2012,1 + 10) \approx 202$ м.

2. З табл. 1.3 (або шляхом безпосередніх замірів при роботі інструменту) визначається продуктивність інструмента Π та середній коефіцієнт його використання на даній операції k_0 .

3. Кількість кожного виду інструменту N_i , яка необхідна для виконання усього об'єму операцій, визначається залежністю:

$$N_i = \frac{Q_i}{60 \cdot T_i \cdot n_{зм} \cdot \Pi_i \cdot k_0},$$

де Q_i – об'єм операцій, який виконується інструментом, м; м²; шт.;
 T_i – тривалість робочого часу в одній зміні ($T_i = 8$ год); $n_{зм}$ – кількість змін на виконання роботи; Π_i – продуктивність інструменту, м/хв; м²/хв; шт/хв;
 k_0 – середній коефіцієнт використання інструмента.

Результати розрахунку зводимо в табл.1.4.

Таблиця 1.3

**Продуктивність інструмента та середній
коефіцієнт його використання**

Вид роботи при монтажі	Інструмент, що використовується	Продуктивність інструмента П	Середній коефіцієнт використання інструмента k_0	Примітки
1	2	3	4	5
Оброблення кінців труб, механічна різка труб	Труборіз Шліфувальна машина	0,2 м/хв 0,25 м/хв	0,1 0,1	
Те ж , із зняттям фаски	Кромкоріз Шліфувальна машина	0,5 м/хв 0,08 м/хв	0,1 0,1	
Обробка металоконструкцій, механічна різка	Шліфувальна машина	0,15 м/хв	0,05	
Те ж , із зняттям фаски	Кромкоріз	2,0 м/хв	0,1	
Зачистка фасок від іржи	Шліфувальна машина	1,0 м/хв	0,1	
Зачистка поверхні та зварного шва	Шліфувальна машина	0,04 м ² /хв	0,15	
Оббивка шлаку та видалення ґрату	Пневмозубило	0,7 м/хв	0,05	
Зачистка кореня зварного шва	Шліфувальна машина	0,11 м/хв	0,1	
Затяжка гайок	Гайковерт	2 шт/хв для $S = 27\text{ мм}$	0,2	При поетапній затяжці

Таблиця 1.4

№ п/п	Види робіт	Інструмент	Об'єм робіт	Продуктивність інструмента	Середній коефіцієнт використання	Потрібна розрахункова кількість інструмента
1	Механічна різка труб	Шліфувальна машина	2012,1 м	0,25 м/хв	0,1	$2,79 \approx 3$
2	Утворення фаски на трубах	Труборіз	2012,1 м	0,20 м/хв	0,1	$3,49 \approx 4$
3	Механічна різка металу	Шліфувальна машина	10 м	0,15 м/хв	0,05	$0,05 \approx 1$
4	Утворення фаски на металі	Кромкоріз	10 м	2,0 м/хв	0,1	$0,02 \approx 1$
5	Зачистка металу	Шліфувальна машина	5 м ²	0,04 м ² /хв	0,15	$0,03 \approx 1$
6	Затяжка гайок	Гайковерт	50000 шт	2 шт/хв	0,2	$4,3 \approx 5$
7	Зачистка кореня зварного шва	Шліфувальна машина	201,21 м	0,11 м/хв	0,1	$0,64 \approx 1$
8	Оббивка шлаку	Пневмозубило	1950	0,7 м/хв	0,05	$1,93 \approx 2$
9	Очистка фасок від іржи	Шліфувальна машина	202	1,0 м/хв	0,1	$0,07 \approx 1$

Загальна кількість інструменту по I етапу:

- шліфувальна машина: $3+1+1+1+1=7$ шт.;
- труборіз: 4 шт.;
- кромкоріз: 1 шт.;
- гайковерт: 5 шт.;
- пневмозубило: 2 шт.

*II етап. Визначення потреби в інструменті виходячи
з кількості робочих (бригад)*

4. Встановлюється число робочих (бригад) по кожній спеціальності:

$$n_1, n_2, n_3 \dots n_i,$$

де n_i – число робочих (бригад) даної спеціальності.

Наприклад, n_3 – число бригад для монтажу технологічних металоконструкцій.

5. Згідно табл. 1.5 визначається необхідна кількість даного інструмента для спеціалізованої бригади з шести чоловік m_{ki} ,

де m_{ki} – кількість інструмента даного типорозміру для визначеної спеціалізованої бригади; k – порядковий номер інструмента; i – шифр бригади (з табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Спеціалізовані бригадні набори

№ п/п	Найменування інструмента	Кількість інструменту для спеціалізованих бригад по монтажу, шт./шифр бригад				
		технологічного обладнання (машин) / 1	технологічних трубопроводів / 2	технологічних метало-конструкцій / 3	обладнання легкої та харчової промисловості / 4	сталевих і залізобетонних конструкцій / 5
1	Шліфувальні машини для армованих кругів	1	2	2	1	1
2	Шліфувальні машини для неармованих кругів електричні	1	1	1	1	1
3	Те ж, пневматичні	–	1	1	–	–
4	Кромкорізи	–	1	1	–	1
5	Електротруборіз	–	3	–	–	–
6	Гайковерт	2	3	3	2	1
7	Пучковий молоток	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8	Пневматичне зубило	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9	Машина для свердління	1	1	1	1	1
10	Комплект електроінструмента	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
11	Електроножиці	–	–	1	1	1
12	Балансир	1	1	1	1	1

Наприклад, m_23 – кількість шліфувальних машин для неармованих кругів для спеціалізованої бригади з монтажу технологічних металоконструкцій.

6. Для заданого числа бригад i знайденої за табл. 1.3 кількості інструмента в бригаді визначається необхідна кількість інструмента на підрозділ:

$$N_i = n_i \cdot m_{ki}.$$

Приклад. Припустимо, що в організації (управлінні або на ділянці) працює на монтажу технологічних трубопроводів 20 бригад. Кількість кромкорізів в бригаді для монтажу технологічних трубопроводів ($k = 4, i = 2$) $m_42 = 1$, звідки необхідна кількість кромкорізів складає 20 шт.

7. Порівнюючи необхідну кількість інструмента, яка визначена по двох етапах, вибирають більшу.

Вправа 2. Визначення необхідної кількості інструмента залежно від об'єму робіт, часу використання інструмента і терміну монтажу

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку наведені в табл. 2.1.

Розрахунок

1. Визначення типу та необхідної кількості інструмента для кожного виду робіт.

Необхідна кількість інструмента N_i для монтажу технологічного устаткування визначається за залежністю:

$$N_i = 0,007 P_0 \cdot T_0 + 1,$$

де P_0 – кількість устаткування, яке монтується за місяць, т; T_0 – час використання інструмента для монтажу 1 т технологічного устаткування, год (табл. 2.2).

Необхідна кількість інструмента (N_i) для монтажу технологічних металоконструкцій визначається залежністю:

$$N_i = 0,008 P_M \cdot T_M + 2,3,$$

де P_M – кількість змонтованих металоконструкцій в місяць, т; T_M – час використання інструмента для монтажу 1 т металоконструкцій, год (табл.2.3).

Необхідна кількість інструментів (N_i) для монтажу технологічних трубопроводів визначається залежністю:

$$N_i = 0,007 P_T \cdot T_T + 2,5,$$

де P_T – кількість монтованих трубопроводів в місяць, т; T_T – час використання інструмента для монтажу 1 т трубопроводів, год (табл. 2.4).

Таблиця 2.1

Нормер варіанта	Технологічне обладнання, яке монтується		Металоконструкції промислових будівель, які монтуються		Трубопроводи, які монтуються		Термін для монтажу технологічного обладнання $n_{зм}$, змін
	Вид	Кількість за місяць, т	Вид будівлі, яка монтується	Кількість за місяць, т	Діаметр умовного проходу, мм	Кількість за місяць, т	
1	Подібно-вальне розмільне	100	Одноповерхового середнього типу	100	125	10	4
2		120		120	150	12	5
3		140		140	200	14	6
4		160		160	250	16	7
5		180		180	300	18	8
6		200		200	350	20	9
7	Прокатне	100	Одноповерхового важкого типу	100	125	12	10
8		120		120	150	14	12
9		140		140	200	16	4
10		160		160	250	18	5
11		180		180	300	20	6
12		200		200	350	10	7
13	Вантажопідіймачі	100	Багатоповерхового	100	125	14	8
14		120		120	150	16	9
15		140		140	200	18	10
16		160		160	250	20	12
17		180		180	300	10	4
18		200		200	350	12	5
19	Насоси та компресори	100	Укрупнена збірка багатопових	100	125	16	6
20		120		120	150	18	7
21		140		140	200	20	8
22		160		160	250	10	9
23		180		180	300	12	10
24		200		200	350	14	12
25	Гірниче та машини	100	Укрупнена збірка одноповерхового середнього типу	100	125	18	7
26		120		120	150	20	8
27		140		140	200	10	9
28		160		160	250	12	10
29		180		180	300	14	12
30		200		200	350	16	4

Приклад. Припустимо, що за місяць монтується 150 т компресорного устаткування, а час використання інструмента, наприклад, шліфувальних машин для монтажу 1 т устаткування 1,24 год, тоді

$$N_i = 0,007 \cdot 150 \cdot 1,24 + 1 = 2,21.$$

Округлюємо до цілого більшого числа і одержуємо, що необхідна кількість шліфувальних машин становить 3 шт.

2. Загальна потрібна кількість інструмента N_0 кожного виду визначається як сума інструмента N_i , знайденого для кожної з груп устаткування:

$$N_0 = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_i.$$

Таблиця 2.2

Час використання інструмента для монтажу 1 т технологічного устаткування T_0 , год

Номенклатура монтажного інструмента	Види технологічного обладнання				
	Подріблювальне розмільне	Прокатне	Вантажопідйомне	Насоси та компресори	Гірничорудне та машини
Машина шліфувальна для армованих кругів	0,81	0,77	0,36	1,24	–
Машина шліфувальна для неармованих кругів	0,243	0,27	0,26	0,76	–
Гайковерти	0,67	1,24	1,4	0,58	1,4
Пневматичні пучкові молотки	0,05	0,1	0,14	0,1	0,2
Пневматичні зубила	0,08	–	0,05	0,1	–
Свердлильні машини	0,18	0,67	0,52	0,51	0,13
Різенарізні машини	0,03	0,012	–	0,02	0,04

3. Кількість інструмента певного типорозміру визначається залежністю, шт.:

$$N_M = N_i \cdot K_S,$$

де N_i – кількість інструмента заданого виду, шт.; K_S – коефіцієнт, що враховує об'єм робіт на операціях, що припадає на інструмент даного типорозміру певного вигляду. Приблизні значення коефіцієнта K_S для визначеного виду обладнання та типу інструмента наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.3

**Час використання механізованого інструмента
для монтажу та укрупненої зборки 1 т металоконструкцій T_M , год**

Номенклатура монтажного інструмента	Вид промислових будівель			
	Одноповерхові типу			Багатоповерхові
	легкого	середнього	важкого	
Монтаж металевих конструкцій				
Свердлильні машини	0,110	0,240	0,330	0,125
Гайковерти	0,175	0,400	0,455	0,230
Машина шліфувальна для армованих кругів	0,160	0,230	0,300	0,210
Кромкорізи	0,034	0,056	0,070	0,046
Пневматичні пучкові молотки	0,170	0,300	0,290	0,150
Укрупнена зборка металевих конструкцій				
Свердлильні машини	—	0,192	0,297	0,130
Гайковерти	—	0,120	0,128	0,052
Машина шліфувальна для армованих кругів	—	0,130	0,120	0,090
Кромкорізи	—	0,090	0,140	0,080
Пневматичні пучкові молотки	—	0,150	0,189	0,120

4. За відомим значенням об'єму робіт, згідно вихідних даних, по даній групі технологічного устаткування і заданому терміну монтажу, кількість кожного виду інструмента N_i (шт.), необхідну, для монтажу кожної групи устаткування можна визначати за залежністю:

$$N_i = \frac{P_i \cdot T_{\text{пит}}}{n_{\text{змі}} \cdot T \cdot K_{\text{вик}}},$$

де P_i – об'єм монтажних робіт по даній групі технологічного устаткування, т; $n_{\text{змі}}$ – задана кількість змін для монтажу технологічного устаткування даної групи, що приймається згідно проекту виробництва робіт або директивному терміну; T – задана кількість годин в зміні, $T = 8$ год; $T_{\text{пит}}$ – питомі витрати часу при виконанні робочих операцій інструментом, ін.-год/т (табл. 2.6.); $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання інструмента (табл. 2.7.).

Таблиця 2.4

Час використання інструмента для монтажу 1 трубопроводів T_T , год

Номенклатура монтажного інструмента	Діаметр умовного проходу трубопроводу, мм								
	80	100	125	150	200	250	300	350	400
Машина шліфувальна для армованих кругів	24,5	23,3	15,9	12,4	10,4	7,2	5,5	4,24	4,0
Кромкорізи, фаскорізи	–	–	6,6	5,2	4,22	2,94	2,2	1,6	1,5
Гайковіверти	2,0	2,0	3,4	2,8	2,2	1,5	1,17	0,39	0,38
Труборізи	32,2	31,0	20,6	17,6	14,4	10,0	7,64	5,88	5,58
Свердлильні машини	0,5	2,0	1,4	1,1	0,9	0,1	0,5	0,4	0,4

Таблиця 2.5

**Питома вага використання механізованого інструмента
за типорозміром K_S**

Номенклатура монтажного інструмента	Моделі механізованого інструмента (по ведучому параметру)	Групи технологічного обладнання				
		Подрібнювальне розмельне	Прокатне	Вантажопідйомне	Насоси та компресори	Гірничорудне та машини
Свердлильні машини	$\leq \varnothing 9,0$ мм	0,20	0,20	0,10	0,15	0,15
	9,0 ... 15,0	0,41	0,40	0,55	0,47	0,35
	15,0 ... 23,0	0,24	0,25	0,29	0,30	0,20
	23,0 ... 32,0	0,10	0,15	0,06	0,08	0,20
	$> \varnothing 32,0$ мм	0,05	–	–	–	0,10
Машина шліфувальна для неармованих кругів	$\varnothing 150$ мм	0,49	0,40	0,40	0,30	0,30
	$\varnothing 200$ мм	0,21	0,29	0,30	0,21	0,30
	$\varnothing 400$ мм	0,30	0,31	0,30	0,49	0,40
Машина шліфувальна для армованих кругів	$\varnothing 180$ мм	0,58	0,55	0,52	0,55	0,53
	$\varnothing 230$ мм	0,42	0,45	0,48	0,45	0,47
Гайковіверти	до М 16	0,13	0,20	0,20	0,20	0,25
	М 24	0,49	0,42	0,44	0,45	0,39
	М 36	0,27	0,28	0,25	0,25	0,23
	М 42 та більше	0,11	0,10	0,11	0,10	0,13
Гайковіверти при поетапному методі	до М 16	0,89	0,90	0,89	0,90	0,77
	більше М 16	0,11	0,10	0,11	0,10	0,23
Пневматичні молотки та зубила	Пучкові	0,74	0,68	0,70	0,75	0,68
	Бойкові	0,26	0,32	0,30	0,25	0,32

Таблиця 2.6

Питомі витрати часу при виконанні робочих операцій механізованим інструментом при монтажі 1 т технологічного обладнання
($T_{\text{пит}}$), ін.-год/т

Номенклатура монтажного інструмента	Групи технологічного обладнання				
	Подрібно-розмельне	Прокатне	Вантажо-підйомне	Насоси та компресори	Гірниче та машини
1	2	3	4	5	6
Машина шліфувальна для армованих кругів	0,78	1,10	0,07	1,25	0,53
1	2	3	4	5	6
Машина шліфувальна для неармованих кругів	0,41	0,38	0,26	0,35	0,21
Гайковерти	0,63	0,97	0,53	0,61	1,23
Пневматичні молотки та зубила	0,08	0,06	0,05	0,04	0,02
Свердлильні машини	0,18	0,13	0,51	0,10	0,13
Різонарізні машини	0,03	0,02	–	0,01	–

Таблиця 2.7

Коефіцієнт використання механізованого інструмента ($K_{\text{вик}}$)

Номенклатура монтажного інструмента	Групи технологічного обладнання				
	Подрібно-розмельне	Прокатне	Вантажопідйомне	Насоси та компресори	Гірниче та машини
Машина шліфувальна для армованих кругів	0,154	0,215	0,069	0,290	0,206
Машина шліфувальна для неармованих кругів	0,134	0,198	0,128	0,135	0,108
Гайковерти	0,155	0,190	0,172	0,172	0,238
Пневматичні молотки та зубила	0,078	0,117	0,073	0,093	0,067
Свердлильні машини	0,035	0,025	0,094	0,029	0,025
Різонарізні машини	0,059	0,047	–	0,023	–

Приклад. Припустимо, що об'єм робіт з монтажу устаткування (вантажопідйомне) складе 240 т, заданий час монтажу – 100 год.

$T_{\text{пит}}$ для гайковертів – 0,53 год/т, $K_{\text{вик}} = 0,172$, тоді

$$N_i = \frac{240 \cdot 0,53}{100 \cdot 0,172} = 7,4 \approx 8 \text{ шт.}$$

5. Отримані при розрахунку результати проаналізувати та звести до табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Номенклатура монтажного інструмента	Необхідна кількість інструмента, залежно від:		
	об'єму робіт за місяць	типорозміру інструмента	терміну виконання монтажу

Вправа 3. Розрахунок експлуатаційного фонду

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку наведені в табл. 3.1.

Розрахунок

Для безперебійного забезпечення монтажних робіт необхідно мати оптимальні запаси інструмента, які повинні систематично поповнюватися. Запаси повинні бути достатніми для безперебійної роботи і разом з тим мінімальними, щоб не заморожувати оборотні фонди і не затримувати їх обіг.

Експлуатаційний фонд відповідної групи (типу) інструмента складається з технологічного комплекту, резервного фонду на інструмент, що виїшов з ладу раніше середнього терміну служби, і страхового запасу:

$$F_E = F_T + F_P + F_{C.З.},$$

де F_E – експлуатаційний фонд; F_T – технологічний комплект інструмента; F_P – резервний фонд, що враховує час ремонту інструмента і термін його служби; $F_{C.З.}$ – страховий запас інструмента.

У випадках, коли термін служби інструменту T_C (табл. 3.2) становить період менше року, технологічний комплект визначається залежністю

$$F_T = \frac{N_0}{T_C}.$$

Якщо T_C дорівнює одному року, то $F_T = N_0$, коли T_C більше року, то в подальші роки технологічний комплект інструмента поповнюється до $F_T = N_0$, де N_0 – кількість кожного виду інструмента, що складає потрібний технологічний комплект та наведена у вихідних даних.

Таблиця 3.1

Номер варіанта	Потрібна на рік кіль- кість кожного виду інструмента N_0 , шт.	Середня, за спис- ком, кількість ро- бітників на діль- ниці P_C , чол.	Передбачена тимчасова мак- симальна кількість робітни- ків для виконання терміно- вих робіт P_B , чол.
1	Беруть за результатами розрахунку вправи 1, відповідно до кожного типу інструмента	4	10
2		5	9
3		6	8
4		7	12
5		8	13
6		9	14
7		10	15
8		11	16
9		12	17
10		13	18
11		14	19
12		15	20
13		16	21
14		17	22
15		18	23
16		4	7
17		5	8
18		6	9
19		7	10
20		8	12
21		9	14
22		10	16
23		11	18
24		12	20
25		13	22
26		14	24
27		15	23
28		16	21
29		17	19
30		18	25

Страховий запас

$$F_{C.з.} = N_0 \frac{P_B - P_C}{P_C} 1,43,$$

де P_C – середня, за списком, кількість робітників в управлінні (на ділянці); 1,43 – коефіцієнт, що враховує випадкове зменшення інструмента і невчасність його поставки; P_B – передбачена тимчасова максимальна кількість робітників для виконання термінових робіт за розрахунковий період.

Резервний фонд

$$F_P = \frac{K_P \cdot F_T}{100},$$

де K_P – запас інструмента з урахуванням термінів його служби і ремонту, що визначається з табл. 3.2, відповідно до типу механізованого інструмента, %.

Таблиця 3.2

Відсоток річного запасу інструмента, що враховує ремонт та термін його експлуатації

Група механізованого інструмента	Середній моторесурс інструмента, год.	Розрахунковий термін експлуатації інструмента, років	Запас інструмента на рік K_P , %
Для складання різьбових з'єднань (гайкові, шуруповерти, шпилькові)	333	1	30
Для різки матеріалів (ножиці, пили, труборізи, кромко різи, високошвидкісні шліфувальні машини)	575	1,5	20
Для клепки та рубки (рубальні та клепальні молотки, перфоратори)	700	1,5	8
Для зачистки та доводки поверхні (шліфувальні машини, щітки, пучкові молотки)	525	2	5
Для обробки отворів (свердлильні та розгортчні машини, різьборізи, розвальцювальники)	525	3	3

Приклад розрахунку.

Виходячи з розрахунку вправи 1, отримали кількість кожного виду інструмента, що складає потрібний технологічний комплект:

- шліфувальна машина: 7 шт.;
- труборіз: 4 шт.;
- кромкоріз: 1 шт.;
- гайковерт: 5 шт.;
- пневмозубило: 2 шт.

Для шліфувальних машин отримуємо: $T_C = 1,5$ роки

$$F_T = N_0 = 7 \text{ шт.};$$

$$F_{C.3.} = N_0 \frac{P_B - P_C}{P_C} 1,43 = 7 \frac{10 - 4}{4} 1,43 = 15 \text{ шт.};$$

$$F_P = \frac{K_P \cdot F_T}{100} = \frac{20 \cdot 7}{100} = 1,4 \approx 2 \text{ шт.};$$

$$F_E = F_T + F_P + F_{C.3.} = 7 + 15 + 2 = 24 \text{ шт.}$$

Вправа 4. Визначення потреби в абразивних армованих кругах

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку наведені в табл. 4.1.

Розрахунок

Розрахунок проводять для умов різання методом врізання (за один прохід).

$$\text{Площа перетину труби: } F_{\text{ТР}} = \frac{\pi}{4} \left(D_{\text{т}}^2 - (D_{\text{т}} - 2\delta)^2 \right),$$

де $D_{\text{т}}$ – зовнішній діаметр труби; δ – товщина стінки труби.

$$\text{Площа периферії круга: } F_{\text{КР}} = \pi \cdot D_{\text{к}} \cdot b_{\text{к}},$$

де $D_{\text{к}}$ – зовнішній діаметр абразивного круга; $b_{\text{к}}$ – висота абразивного круга.

Виходячи зі співвідношення $F_{\text{ТР}} / F_{\text{КР}}$ знаходимо згідно табл. 4.2 значення параметрів визначення коефіцієнта шліфування α , β , m , C .

Оптимальна швидкість подачі визначається за залежністю:

$$V_{\text{ОПТ}} = \left(\frac{m \cdot X \cdot D_{\text{т}}}{F_{\text{ТР}} \cdot b_{\text{к}} \cdot y} \right)^{\frac{m}{1+m}} \cdot C^{\frac{1}{1+m}},$$

Таблиця 4.1

Номер варіанта	Параметри абразивного круга $D_K \times b_K \times d_K$, мм	Кількість перерізів, що необхідно зробити Z_Σ , шт.	Параметри труби, що розрізається $D_T \times \delta$, мм
1	400×5×32	2500	Ø 108×6
2	400×4×32	2200	Ø 89×5
3	300×4×32	2000	Ø 70×5
4	300×3×32	1800	Ø 60×4
5	230×3×22	1600	Ø45×3
6	230×2×22	1400	Ø 30×2
7	180×3×22	1200	Ø 30×2
8	180×2×22	1000	Ø 27×2
9	180×1,6×22	1200	Ø20×2
10	500×5×32	1400	Ø 127×6
11	400×5×32	1600	Ø 95×5
12	400×4×32	1800	Ø 76×4
13	300×4×32	2000	Ø 60×3
14	300×3×32	2400	Ø 42×3
15	230×3×22	1000	Ø 28×2,5
16	230×2×22	1200	Ø 26×2
17	180×3×22	1400	Ø25×2
18	180×2×22	1600	Ø 18×1,5
19	180×1,6×22	1800	Ø 16×2
20	500×5×32	2000	Ø 108×5
21	400×5×32	2200	Ø 102×5
22	400×4×32	2400	Ø 73×4
23	300×4×32	2600	Ø 63,5×3
24	300×3×32	2800	Ø 54×2,5
25	230×3×22	2600	Ø 44,5×2
26	230×2×22	2400	Ø 33×2,5
27	180×3×22	2200	Ø 32×2
28	180×2×22	2000	Ø 25×1,5
29	180×1,6×22	1800	Ø 19×1,5
30	500×5×32	2000	Ø114×5

де X – вартість машинного часу, праці оператора і накладні витрати,
 $X = \frac{k \cdot S_{3M}}{60 \cdot T_{3M}}$, грн/хв.; k – коефіцієнт, що враховує вміст накладних витрат у

вартості машинного часу, $k=1,5$; S_{3M} – заробітна плата оператора за зміну, $S_{3M}=150$ грн; T_{3M} – тривалість зміни, $T_{3M}=8$ год; $y=86000$ грн./м³ – середня вартість одиниці об'єму круга.

З табл. 4.2 визначаємо значення параметрів α , β , що відповідають отриманим значенням співвідношення площин $F_{\text{ТР}}/F_{\text{КР}}$ та економічній подачі $V_{\text{ОПТ}}$.

Таблиця 4.2

Значення параметрів коефіцієнта шліфування

$F_{\text{ТР}} / F_{\text{КР}}$	Швидкість подачі $V_{\text{ПОД}}$, м/хв	Параметри			
		$\alpha(V_{\text{ПОД}})$	$\beta(V_{\text{ПОД}})$	m	C
0,1	0,2 ... 0,8	1,58 ... 1,39	-0,58 ... -0,39	2,35	28,0
0,13	0,2 ... 0,8	1,95 ... 1,70	-0,95 ... -0,70	1,75	8,0
0,18	0,2 ... 0,8	2,05 ... 1,98	-1,05 ... -0,98	1,43	3,4
0,21	0,2 ... 0,8	2,03 ... 1,96	-1,03 ... -0,96	1,20	1,6
0,31	0,120 ... 0,315	0,38 ... 0,43	-0,62 ... -0,57	2,20	0,8

Мінімально можливий діаметр круга, при якому можливе різання матеріалу, залежно від конструкції кріплення диску та технології різання:

$$D_{\min} = 2 \left(\frac{d_{\text{фл}}}{2} + h_0 + D_{\text{т}} \right),$$

де $d_{\text{фл}}$ – діаметр фланця кріплення диску, для дисків $\varnothing 180$ та $\varnothing 230$ мм дорівнює 40 мм, $\varnothing 300$ – 80 мм, $\varnothing 400$ – 100 мм, $\varnothing 500$ – 130 мм; h_0 – гарантований розмір для забезпечення зазору між фланцем та деталлю $h_0 = 5$ мм.

Цьому діаметру відповідає швидкість різання

$$V_{\text{р}} = \frac{D_{\min}}{D_{\text{к}}} V_{\max},$$

де $V_{\max}$ – максимальне значення колової швидкості, $V_{\max} = 80$ м/с.

Мінімальне значення коефіцієнта шліфування для вказаних умов різання

$$S = k \left(a \frac{V_{\text{р}}}{V_{\max}} + \beta \right) \left(\frac{C}{V_{\text{ПОД}}} \right)^{\frac{1}{m}},$$

де k – коефіцієнт, який визначає жорсткість конструкції верстата. Цей коефіцієнт для маятникових пил складає 0,8...0,9.

Число перерізів z , яке можна виконати одним кругом при різанні труби:

$$z = \frac{\pi(D_0^2 - D_z^2)S}{4F_{\text{ТР}}},$$

де D_0 – початковий діаметр круга; D_z – діаметр круга після z перерізів, у розрахунку приймаємо $D_z = D_{\text{min}}$ (максимально можливий знос диску).

Кількість дисків необхідна для виконання необхідної кількості перерізів на маятниковій пилі: $n = z_{\Sigma} / z$.

Кількість дисків необхідна для виконання необхідної кількості перерізів на верстаті з жорсткою конструкцією: $n = z_{\Sigma} / (z \cdot k)$.

Приклад визначення необхідного числа абразивних армованих кругів $\varnothing 400 \times 4 \times 32$ мм для виконання 2 тис. перерізів труби 76×4 мм. Визначаємо площу перетину труби і площу периферії круга, а також відношення між ними при значенні параметрів m і C ($F_{\text{ТР}} = 9,04 \text{ см}^2$; $F_{\text{КР}} = 50,24 \text{ см}^2$; $F_{\text{ТР}} / F_{\text{КР}} = 9,04 / 50,24 = 0,18$; $m = 1,43$; $C = 3,4$).

Оптимальну швидкість подачі визначаємо для таких початкових даних:

$X = 0,47$ грн/хв. – вартість машинного часу, праці оператора і накладні витрати; $D = 0,076$ м – зовнішній діаметр труби, яка розрізається; $F_{\text{ТР}} = 0,000904 \text{ м}^2$ – площа перетину труби; $y = 86000$ грн/м³ – середня вартість одиниці об'єму круга; $b = 0,004$ м – висота круга.

$$\begin{aligned} V_{\text{ОПТ}} &= \left(\frac{m X D_{\text{ТР}}}{F_{\text{ТР}} b y} \right)^{\frac{m}{1+m}} \cdot C^{\frac{1}{1+m}} = \\ &= \left(\frac{1,43 \cdot 0,47 \cdot 0,076}{0,000904 \cdot 0,004 \cdot 86000} \right)^{0,588} \cdot 3,4^{0,41} = 0,57 \text{ м/хв.} \end{aligned}$$

З табл. 4.2 визначаємо значення параметрів α , β для $F_{\text{ТР}} / F_{\text{КР}} = 0,18$ при отриманому значенні економічної подачі $V_{\text{ОПТ}} = 0,5$ м/хв; $\alpha = 2$, $\beta = -1$. Різання труби 76×4 мм кругом $\varnothing 400 \times 4 \times 32$ мм можливе до діаметра 270 мм, що відповідає робочій швидкості 54 м/с.

За залежністю (5.13) визначаємо мінімальне значення коефіцієнта шліфування для вказаних умов різання:

$$S = \left(a \frac{V_p}{V_{\max}} + \beta \right) \left(\frac{C}{V_{\text{ПОД}}} \right)^{\frac{1}{m}} = \left(2 \frac{54}{80} - 1 \right) \left(\frac{3,4}{0,5} \right)^{\frac{1}{1,43}} = 1,3.$$

У процесі різання у міру зношення круга змінюється відношення $F_{\text{ТР}}/F_{\text{КР}}$, яке значною мірою визначає величину коефіцієнта шліфування. Тому при розрахунку потреби в кругах слід приймати коефіцієнт шліфування відповідний не мінімальній, а середній робочій швидкості круга. В цьому випадку коефіцієнт шліфування має дещо більше значення.

При різанні маятниковою пилою коефіцієнт шліфування дорівнює:

$$S = 1,33 \cdot 0,85 = 1,13.$$

Використовуємо залежність для визначення коефіцієнта шліфування

$$S = \frac{4z F_{\text{ТР}}}{\pi(D_0^2 - D_z^2)},$$

де z – число перерізів; $F_{\text{ТР}}$ – площа поперечного перетину розрізуваної труби, мм²; D_0 – початковий діаметр круга, мм; D_z – діаметр круга після z перерізів, мм.

Визначимо число перерізів, яке можна виконати одним кругом $\emptyset 400 \times 4 \times 32$ мм при різанні труби 76×4 мм:

$$z = \frac{\pi(D_0^2 - D_z^2)S}{4F_{\text{ТР}}} = \frac{0,785(40^2 - 27,2^2)1,33}{9,04} = 100.$$

При різанні маятниковою пилою можна виконати 85 перерізів. Таким чином, для виконання 2 тис. перерізів труби 76×4 мм кругами $\emptyset 400 \times 4 \times 32$ мм потрібно

$$n = \frac{2000}{100} = 20 \text{ кругів}$$

при різанні на верстаті з жорсткою конструкцією або 24 круги – на маятниковій пилі. З урахуванням коефіцієнта шліфування, прийнятого при середній робочій швидкості, в даному прикладі число кругів складе не 20, а 18. Разом з тим коефіцієнт, який характеризує жорсткість машини, залежить від конкретного типу приводного пристрою.

Вправа 5. Розрахунок робочих параметрів різання абразивними кругами

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку наведені в табл. 5.1.

У процесі виконання роботи провести розрахунок режимних параметрів при різанні прокату (трубопроводу) в один прохід при використанні нового та максимально зношеного круга. Порівняти отримані значення.

Розрахунок

1. Початковий діаметр нового круга, мм: $D_0 = D_k$.

Діаметр зношеного круга при розрізанні труби за один прохід, мм:

$$D_1 = 2d + D_{\min}.$$

Діаметр максимально зношеного круга:

$$D_{\min} = d_{\text{фл}} + 2h_0,$$

де $d_{\text{фл}}$ – діаметр фланця кріплення диску, для дисків $\varnothing 180$ та $\varnothing 230$ мм дорівнює 40 мм, $\varnothing 300$ – 80 мм, $\varnothing 400$ – 100 мм, $\varnothing 500$ – 130 мм; h_0 – гарантований розмір для забезпечення зазору між фланцем та деталлю, $h_0 = 5$ мм.

2. Визначення максимального кута контакту при розрізанні труби (рис.5.1) радіусом $r = \frac{d}{2}$, рад:

$$\varphi_p = \frac{l_k}{R} = 2 \arccos \left(\frac{R^2 - r^2 + (R - r + \delta)^2}{2R(R - r + \delta)} \right),$$

де R – радіус круга, $R = \frac{D}{2}$; l_k – довжина лінії контакту різу; δ – товщина труби.

3. Колова швидкість круга, м/с:

– різання новим кругом діаметром D_0 :

$$V_{k0} = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

– різання зношеним кругом діаметром D_1 :

$$V_{k1} = V_{k0} \frac{D_1}{D_0}, \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Таблиця 5.1

Номер варіанта	Параметри труби, що розрізається $d \times \delta$, мм	Параметри абразивного круга $D_K \times b_K \times d_K$, мм
1	Ø 108×6	400×5×32
2	Ø 89×5	400×4×32
3	Ø 70×5	300×4×32
4	Ø 60×4	300×3×32
5	Ø45×3	230×3×22
6	Ø 30×2	230×2×22
7	Ø 30×2	180×3×22
8	Ø 27×2	180×2×22
9	Ø20×2	180×1,6×22
10	Ø 127×6	500×5×32
11	Ø 95×5	400×5×32
12	Ø 76×4	400×4×32
13	Ø 60×3	300×4×32
14	Ø 42×3	300×3×32
15	Ø 28×2,5	230×3×22
16	Ø 26×2	230×2×22
17	Ø25×2	180×3×22
18	Ø 18×1,5	180×2×22
19	Ø 16×2	180×1,6×22
20	Ø 108×5	500×5×32
21	Ø 102×5	400×5×32
22	Ø 73×4	400×4×32
23	Ø 63,5×3	300×4×32
24	Ø 54×2,5	300×3×32
25	Ø 44,5×2	230×3×22
26	Ø 33×2,5	230×2×22
27	Ø 32×2	180×3×22
28	Ø 25×1,5	180×2×22
29	Ø 19×1,5	180×1,6×22
30	Ø114×5	500×5×32

4. Визначення складових сили різання, Н:

– тангенціальна (колова):

$$P_z = Rq_v b_K \frac{V_{\Pi}}{V_K} (1 - \cos \varphi_p);$$

– нормальна: $P_y = \frac{P_z}{K}$,

де q_v , K – експериментальне значення енергоємності та співвідношення тангенціальної та нормальної складових сил при різанні та зачищенні (для

металу – $q_v = 3,6 \cdot 10^9 \text{ Дж/м}^3$; $K = 0,35 \dots 0,40$; для неметалевих матеріалів – $q_v = 6,0 \cdot 10^8 \text{ Дж/м}^3$; $K = 0,45 \dots 0,50$; b_k – ширина круга, м; $v_n = 0,15 \dots 0,35 \text{ м/хв}$ – швидкість подачі круга.

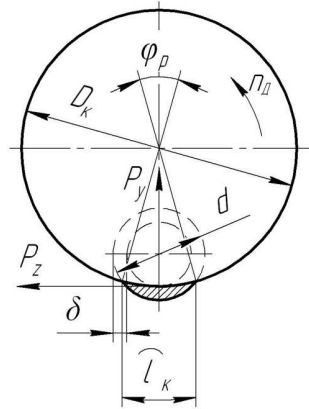


Рис. 5.1. Схема для визначення максимального кута контакту

4. Потужність двигуна, що витрачається на обертання круга, Вт:

$$N_{об} = \frac{P_z V_k}{\eta},$$

де $\eta = 0,85 \dots 0,95$ – ККД механізму обертання.

Приклад розрахунку робочих параметрів різання абразивним кругом
 $D_k \times b_k \times d_k = 300 \times 3 \times 32$ мм труби $d \times \delta = 70 \times 2$ мм.

Розрахункові значення діаметрів:

- нового круга: $D_0 = D_k = 300$ мм;
- максимально зношеного круга (за умови різання в один прохід):
 $D_1 = 2d + D_{\min} = 2d + d_{\phi л} + 2h_0 = 2 \cdot 70 + 80 + 2 \cdot 5 = 230$ мм.

Розрахункові значення радіусів круга та трубопроводу:

- нового: $R_0 = \frac{300}{2} = 150$ мм;
- максимально зношеного: $R_1 = \frac{230}{2} = 115$ мм;
- трубопроводу: $r = \frac{70}{2} = 35$ мм.

Максимальний кут контакту при розрізанні труби:

$$\varphi_p = \frac{l_k}{R} = 2 \arccos \left(\frac{R^2 - r^2 + (R - r + \delta)^2}{2R(R - r + \delta)} \right);$$

$$\varphi_{p0} = 2 \arccos \left(\frac{150^2 - 35^2 + (150 - 35 + 2)^2}{2 \cdot 150(150 - 35 + 2)} \right) = 10,09^\circ = 0,176 \text{ рад};$$

$$\varphi_{p1} = 2 \arccos \left(\frac{115^2 - 35^2 + (115 - 35 + 2)^2}{2 \cdot 115(115 - 35 + 2)} \right) = 13,76^\circ = 0,240 \text{ рад}.$$

Колова швидкість круга:

$$V_{k0} = 80 \text{ м/с}; V_{k1} = V_{k0} \frac{D_1}{D_0} = 80 \frac{230}{300} = 61,33 \text{ м/с}.$$

Визначення складових сили різання:

– тангенціальна (колова): $P_z = R q_v b_k \frac{V_{\Pi}}{V_k} (1 - \cos \varphi_p);$

$$P_{z0} = 0,15 \cdot 3,6 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \frac{0,25}{80} (1 - \cos 10,09^\circ) = 78,3 \text{ Н};$$

$$P_{z1} = 0,115 \cdot 3,6 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \frac{0,25}{61,33} (1 - \cos 13,76^\circ) = 111,4 \text{ Н}.$$

– нормальна: $P_y = \frac{P_z}{K};$

$$P_{y0} = \frac{78,3}{0,4} = 196 \text{ Н}; P_{y1} = \frac{111,4}{0,4} = 279 \text{ Н}.$$

Потужність двигуна, що витрачається на обертання круга:

$$N_{об} = \frac{P_z V_k}{\eta};$$

$$N_{об0} = \frac{78,3 \cdot 80}{0,9} = 6960 \text{ Вт} \approx 7 \text{ кВт};$$

$$N_{об1} = \frac{111,4 \cdot 61,33}{0,9} = 7591 \text{ Вт} \approx 7,6 \text{ кВт}.$$

Збільшення витрат потужності при роботі зношеним кругом:

$$\varepsilon_N = \frac{|N_{об1} - N_{об0}|}{N_{об0}} 100 \% = \frac{7,6 - 7}{7} 100 \% \approx 8,6\%.$$

Висновок: виходячи з отриманих результатів при роботі максимально зношеним кругом без зміни кінематичних параметрів різання збільшення витрат енергії становить приблизно 8,6%.

Вправа 6. Визначення норм витрат абразивних кругів та техніко-економічних показників абразивного різання

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку наведені в табл. 6.1.

Розрахунок

6.1. Визначення норм витрат абразивних кругів

Витрати відрізних абразивних армованих кругів при різанні труб або прокату визначається числом перерізів, яке може бути обраховане згідно методики до вправи 4, або використовуючи формулу (ВСН 434–88):

$$N = \frac{\pi(D_0^2 - D_1^2)}{4F_d} S_{\text{норм}} - 1,067 \frac{\pi}{4F_d} \left(D_0^2 + D_1^2 \left(2 \frac{D_1}{D_0} - 3 \right) \right),$$

де N – число перерізів даного прокату, яке може бути проведене одним кругом даного типорозміру; D_0 – початковий діаметр круга, мм; D_1 – діаметр зношеного круга при розрізанні труби за один прохід, $D_1 = 2d + D_{\text{мін}}$, мм; $D_{\text{мін}}$ – діаметр максимально зношеного круга, який залежить від параметрів кріплення до приводного вала, $D_{\text{мін}} = d_{\text{фл}} + 2h_0$; $d_{\text{фл}}$ – діаметр фланця кріплення диску, для дисків $\varnothing 180$ та $\varnothing 230$ мм дорівнює 40 мм, $\varnothing 300$ – 80 мм, $\varnothing 400$ – 100 мм, $\varnothing 500$ – 130 мм; h_0 – гарантований розмір для забезпечення зазору між фланцем та деталлю, $h_0 = 5$ мм; F_d – площа поперечного перерізу прокату, для труби:

$$F_d = \frac{\pi}{4} (d^2 - (d - 2\delta)^2), \text{ мм}^2;$$

$S_{\text{норм}}$ – нормативний коефіцієнт різання, $S_{\text{норм}} = 1,5$ [10].

При розрізанні листового матеріалу витрати кругів визначаються через довжину, яка може бути прорізана одним кругом, мм:

$$L = \frac{\pi(D_0^2 - D_1^2)}{4h} S_{\text{норм}} - 1,067 \frac{\pi}{4h} \left(D_0^2 + D_1^2 \left(2 \frac{D_1}{D_0} - 3 \right) \right),$$

де h – товщина листового матеріалу, мм (при розрахунку прийняти $h = \delta$).

При розрахунку довжини різа листового матеріалу діаметр зношеного круга визначається формулою:

$$D_1 = 2h + D_{\min}, \text{ мм.}$$

Час, який затрачується на переріз, може бути розрахований за формулою:

$$\begin{aligned} - \text{ один переріз: } T_1 &= \frac{l}{k_B \cdot V_{\Pi}}, \text{ хв;} \\ - N - \text{ перерізів: } T &= T_1 \cdot N = \frac{l \cdot N}{k_B \cdot V_{\Pi}}, \text{ хв,} \end{aligned}$$

де k_B – коефіцієнт використання машин з абразивними армованими кругами при монтажі ($k_B = 0,2$ при різанні прокату (труб), $k_B = 0,4$ – при різанні листового матеріалу); l – відстань, яку круг проходить за один переріз (для труб $l = d$), м.

Потреба в різальних абразивних армованих кругах на одну робочу зміну:

$$\begin{aligned} - \text{ при перерізі прокату (труб, та ін.): } n_T &= \frac{t_{3M}}{T} = \frac{k_B \cdot V_{\Pi} \cdot t_{3M}}{l \cdot N}; \\ - \text{ при перерізі листового матеріалу: } n_L &= \frac{k_B \cdot V_{\Pi} \cdot t_{3M}}{L}, \end{aligned}$$

де t_{3M} – тривалість робочої зміни у хвиликах ($t_{3M} = 8 \cdot 60 = 480$ хв).

Таблиця 6.1

Номер варіанта	Параметри труби, що розрізається $d \times \delta$, мм	Параметри абразивного круга для різання $D_K \times b_K \times d_K$, мм	Параметри абразивного круга для шліфування $D_K \times b_K \times d_K$, мм
1	Ø 108×6	400×5×32	180×7×22
2	Ø 89×5	400×4×32	150×6×22
3	Ø 70×5	300×4×32	180×6×22
4	Ø 60×4	300×3×32	230×7×22
5	Ø 45×3	230×3×22	230×8×22
6	Ø 30×2	230×2×22	180×7×22
7	Ø 30×2	180×3×22	150×6×22
8	Ø 27×2	180×2×22	180×6×22
9	Ø 20×2	180×1,6×22	230×7×22

Номер варіанта	Параметри труби, що розрізається $d \times \delta$, мм	Параметри абразивного круга для різання $D_k \times b_k \times d_k$, мм	Параметри абразивного круга для шліфування $D_k \times b_k \times d_k$, мм
10	Ø 127×6	500×5×32	230×8×22
11	Ø 95×5	400×5×32	180×7×22
12	Ø 76×4	400×4×32	150×6×22
13	Ø 60×3	300×4×32	180×6×22
14	Ø 42×3	300×3×32	230×7×22
15	Ø 28×2,5	230×3×22	230×8×22
16	Ø 26×2	230×2×22	180×7×22
17	Ø 25×2	180×3×22	150×6×22
18	Ø 18×1,5	180×2×22	180×6×22
19	Ø 16×2	180×1,6×22	230×7×22
20	Ø 108×5	500×5×32	230×8×22
21	Ø 102×5	400×5×32	180×7×22
22	Ø 73×4	400×4×32	150×6×22
23	Ø 63,5×3	300×4×32	180×6×22
24	Ø 54×2,5	300×3×32	230×7×22
25	Ø 44,5×2	230×3×22	230×8×22
26	Ø 33×2,5	230×2×22	180×7×22
27	Ø 32×2	180×3×22	150×6×22
28	Ø 25×1,5	180×2×22	180×6×22
29	Ø 19×1,5	180×1,6×22	230×7×22
30	Ø 114×5	500×5×32	230×8×22

Витрата зачисних абразивних армованих кругів визначається масою матеріалу (металу), який зачищено за формулою:

$$M_{\text{дет}} = \frac{\pi H}{4 \sin \alpha} \left(\rho_k (D_0^2 - D_1^2) s_{\text{ш.норм}} - 1,067 \rho_{\text{дет}} \left(D_0^2 + D_1^2 \left(2 \frac{D_1}{D_0} - 3 \right) \right) \right),$$

де $M_{\text{дет}}$ – маса металу, яку можна зняти одним кругом даного типорозміру, кг; H – висота круга, мм; α – кут між площиною круга та поверхнею, яка обробляється, $\alpha = 15^\circ \dots 40^\circ$; ρ_k – щільність матеріалу круга,

$\rho_k = 2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2800 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кг}}{\text{мм}^3}$; $\rho_{\text{дет}}$ – щільність матеріалу, який оброб-

ляється, для сталі $\rho_{\text{дет}} = 7850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 7850 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кг}}{\text{мм}^3}$; $D_1 = D_{\text{min}}$ – діаметр мак-

симально зношеного зачисного круга; $S_{\text{ш.норм}}$ – нормований коефіцієнт шліфування для зачисних кругів діаметром 180 та 230 мм дорівнює 5,9.

Потреба в зачисних абразивних армованих кругах на одну робочу зміну:

$$n_{\text{ш}} = \frac{k_{\text{в}} \cdot v_{\text{шл}} \cdot \rho_{\text{дет}} \cdot t_{\text{зм}}}{M_{\text{дет}}},$$

де $k_{\text{в}} = 0,5$ – коефіцієнт використання машин із зачисними абразивними армованими кругами при монтажі; $v_{\text{шл}}$ – об'єм знятого матеріалу за хвилину,

$$v_{\text{шл}} = \frac{H}{\sin \alpha} h \cdot V_{\text{п.ш}}, \quad \text{м}^3 / \text{хв},$$

$h = (1,5 \dots 2,5) 10^{-3} \text{ м}$ – глибина шліфування; $V_{\text{п.ш}} = 0,1 \dots 0,15 \text{ м}^3 / \text{хв}$ – швидкість подачі при шліфуванні.

6.2. Визначення техніко-економічних показників при роботі абразивним інструментом

Основним техніко-економічним показником є собівартість продукції, яка у загальному вигляді може бути визначена за формулою:

$$C = C_{\text{м}} + C_{\text{е}} + C_{\text{з}} + C_{\text{а}},$$

де $C_{\text{м}}$ – експлуатаційні витрати матеріалів при проведенні робіт; $C_{\text{е}}$ – витрати електроенергії; $C_{\text{з}}$ – витрати пов'язані зі заробітною платою основного та допоміжного персоналу; $C_{\text{а}}$ – річні витрати, які включають амортизаційні відрахування на реновацію та капітальний ремонт.

Обрахунок експлуатаційних витрат:

- при різанні прокату (труб): $C_{\text{мт}} = \frac{C'_{\text{к}}}{N}, \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$
- при різанні листового матеріалу: $C_{\text{мл}} = \frac{C'_{\text{к}}}{L}, \frac{\text{грн}}{\text{м}};$

– при шліфуванні матеріалу: $C_{\text{мш}} = \frac{C'_k}{M_{\text{дет}}}, \frac{\text{грн}}{\text{кг}},$

де C'_k – затрачена вартість круга на обробку матеріалу,

$$C'_k = C_k - C_0, \text{ грн};$$

C_k – вартість одного круга на час розрахунку (при розрахунку прийняти дані наведені у табл. 6.2); C_0 – залишкова вартість круга після зносу до діаметра D_1 ,

$$C_0 = \frac{D_1^2 - D_{\text{min}}^2}{D_0^2 - D_{\text{min}}^2} C_k, \text{ грн.}$$

Таблиця 6.2

	Діаметр круга, мм	Вартість одного круга C_k , грн
Круги відрізні	180	15,0
	230	17,0
	300	20,0
	400	30,0
	500	45,0
Круги зачисні	150	25,0
	180	30,0
	230	35,0

Обрахунок витрат електроенергії:

– при різанні прокату (труб): $C_{\text{ет}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{т}} \cdot N}, \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$

– при різанні листового матеріалу: $C_{\text{ел}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{л}} \cdot L}, \frac{\text{грн}}{\text{м}};$

– при шліфуванні матеріалу: $C_{\text{еш}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{ш}} \cdot M_{\text{дет}}}, \frac{\text{грн}}{\text{кг}},$

де P – потужність приводного двигуна (при розрахунку рахувати, що різання здійснюється на маятниковій пилі потужністю 5,5 кВт, а зачистка кутошліфувальною машиною потужністю 2,0 кВт); $t_{\text{зм}}$ – тривалість робо-

чої зміни, год ($t_{\text{зм}} = 8$ год); $c_e = 0,8 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$ – вартість електроенергії для підприємств; $k_{\text{ве}}$ – коефіцієнт, який враховує період включення ма-

шини з урахуванням її навантаження, при різанні $k_{\text{вс}} = 0,3$ та при зачистці $k_{\text{вс}} = 0,4$.

Обрахунок витрат пов'язаних із заробітною платою персоналу. Виплати за місяць пов'язані з заробітною платою можна визначити за формулою:

$$S = S_0(1 + k_3 + k_a),$$

де S_0 – місячна заробітна плата оператора, $S_0 = 3000$ грн; $k_3 = 0,25$ – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату; $k_a = 0,2$ – коефіцієнт, який враховує адміністративні витрати при проведенні робіт.

Витрати пов'язані із заробітною платою:

- при різанні прокату (труб): $C_{\text{зт}} = \frac{S}{n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{т}} \cdot N}, \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$
- при різанні листового матеріалу: $C_{\text{зл}} = \frac{S}{n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{л}} \cdot L}, \frac{\text{грн}}{\text{м}};$
- при шліфуванні матеріалу: $C_{\text{зш}} = \frac{S}{n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{ш}} \cdot M_{\text{дет}}}, \frac{\text{грн}}{\text{кг}},$

де $n_{\text{зм}} = 22$ – кількість робочих змін на місяць.

Річні витрати, які включають амортизаційні відрахування на реновацію та капітальний ремонт:

$$A = \frac{K}{T_p}(1 + E),$$

де K – капітальні витрати на придбання обладнання (у розрахунку взяти для маятникової пили $K = 12000$ грн, для кутової шліфувальної машини

$K = 2000$ грн); T_p – термін служби в роках (у розрахунку прийняти для маятникової пили $T_p = 5_{\text{років}}$, для кутової шліфувальної машини – $T_p = 2_{\text{роки}}$); $E = 0,2$ – нормативний коефіцієнт амортизації.

Тривалість роботи в годинах за рік: $t_p = n_p \cdot k_p \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{д}},$

де $n_p = 248_{\text{днів}}$ – кількість робочих днів на рік; $k_p = 0,6$ – коефіцієнт, який враховує час використання обладнання протягом року; $t_{\text{зм}} = 8_{\text{год}}$ – тривалість робочої зміни; $n_d = 1$ – кількість робочих змін на день.

Витрати на одиницю продукції, які пов'язані з амортизаційними відрахуваннями на реновацію та капітальний ремонт визначають за формулою:

- при різанні прокату (труб): $C_{\text{ат}} = \frac{A}{60 \cdot t_p} T_1, \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$
- при різанні листового матеріалу: $C_{\text{ал}} = \frac{A}{60 \cdot t_p \cdot V_{\text{п}} \cdot k_{\text{в}}}, \frac{\text{грн}}{\text{м}};$
- при шліфуванні матеріалу: $C_{\text{аш}} = \frac{A}{60 \cdot t_p \cdot v_{\text{шл}} \cdot \rho_{\text{дет}} \cdot k_{\text{в}}}, \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$

Приклад розрахунку. Розрахувати техніко-економічні показники різання труби $d \times \delta = 70 \times 2$ мм та листа товщиною $\delta = 2$ мм абразивним кругом $D_{\text{к}} \times b_{\text{к}} \times d_{\text{к}} = 300 \times 3 \times 32$ мм на маятниковій пилі, та шліфування металевої поверхні кутовою шліфувальною машинкою абразивним кругом $D_{\text{к}} \times b_{\text{к}} \times d_{\text{к}} = 180 \times 8 \times 22$ мм.

Визначення норм витрат абразивних кругів.

Площа поперечного перерізу прокату, для труби:

$$F_{\text{д}} = \frac{\pi}{4} (d^2 - (d - 2\delta)^2) = \frac{\pi}{4} (70^2 - (70 - 2 \cdot 2)^2) = 427,04 \text{ мм}^2.$$

Орієнтовний діаметр максимально зношеного круга, $D_{\text{мін}} = d_{\text{фл}} + 2h_0$:

- для різання: $D_{\text{мін}} = 80 + 2 \cdot 5 = 90$ мм;
- для зачистки (шліфування): $D_{\text{мін}} = 40 + 2 \cdot 5 = 50$ мм.

Діаметр максимально зношеного круга (за умови різання в один прохід):

- при різанні труби: $D_1 = 2d + D_{\text{мін}} = 2 \cdot 70 + 90 = 230$ мм;
- при різанні листа: $D_1 = 2\delta + D_{\text{мін}} = 2 \cdot 2 + 90 = 94$ мм;

– при зачистці (шліфуванні): $D_1 = D_{\min} = 50 \text{ мм}$.

Число перерізів труби одним кругом:

$$N = \frac{\pi(D_0^2 - D_1^2)}{4F_d} S_{\text{норм}} - 1,067 \frac{\pi}{4F_d} \left(D_0^2 + D_1^2 \left(2 \frac{D_1}{D_0} - 3 \right) \right),$$

$$N = \frac{3,14(300^2 - 230^2)}{4 \cdot 427,04} 1,5 - 1,067 \frac{3,14 \left(300^2 + 230^2 \left(2 \frac{230}{300} - 3 \right) \right)}{4 \cdot 427,04} \approx 80.$$

Довжина листа, яка може бути прорізана одним кругом, мм:

$$L = \frac{\pi(D_0^2 - D_1^2)}{4h} S_{\text{норм}} - 1,067 \frac{\pi}{4h} \left(D_0^2 + D_1^2 \left(2 \frac{D_1}{D_0} - 3 \right) \right),$$

$$L = \frac{3,14}{4 \cdot 2} \left((300^2 - 94^2) 1,5 - 1,067 \left(300^2 + 94^2 \left(2 \frac{94}{300} - 3 \right) \right) \right) 10^{-3} \approx 20 \text{ м}.$$

Час, який затрачується на один переріз: $T_1 = \frac{l}{k_B \cdot V_{\Pi}} = \frac{0,07}{0,2 \cdot 0,25} = 1,4 \text{ хв}$; на

N – перерізів: $T = T_1 \cdot N = 1,4 \cdot 80 = 112 \text{ хв}$.

Потреба в різальних абразивних армованих кругах на одну робочу зміну:

– при перерізі прокату (труб, та ін.): $n_T = \frac{t_{3M}}{T} = \frac{480}{112} \approx 4,3$;

– при перерізі листового матеріалу:

$$n_{\Pi} = \frac{k_B \cdot V_{\Pi} \cdot t_{3M}}{L} = \frac{0,4 \cdot 0,25 \cdot 480}{20} = 2,4.$$

Маса матеріалу (металу), який зачищено:

$$M_{\text{дет}} = \frac{\pi}{4} \frac{H}{\sin \alpha} \left(\rho_K (D_0^2 - D_1^2) S_{\text{ш.норм}} - 1,067 \rho_{\text{дет}} \left(D_0^2 + D_1^2 \left(2 \frac{D_1}{D_0} - 3 \right) \right) \right),$$

$$M_{\text{дет}} = \frac{3,14 \cdot 8}{4 \cdot \sin 30^\circ} \left(\frac{2800 \cdot 10^{-9} (180^2 - 50^2) \cdot 5,9 -}{-1,067 \cdot 7850 \cdot 10^{-9} \left(180^2 + 50^2 \left(2 \frac{50}{180} - 3 \right) \right)} \right) \approx 3,43 \text{ кг.}$$

Об'єм знятого матеріалу за хвилину:

$$v_{\text{шл}} = \frac{H}{\sin \alpha} h \cdot V_{\text{п.ш}} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15}{\sin 30^\circ} = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{хв.}$$

Потреба в зачисних абразивних армованих кругах на одну робочу

$$\text{зміню: } n_{\text{ш}} = \frac{k_{\text{в}} \cdot v_{\text{шл}} \cdot \rho_{\text{дет}} \cdot t_{\text{зм}}}{M_{\text{дет}}} = \frac{0,5 \cdot 4,8 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 480}{3,43} \approx 2,6.$$

*Визначення техніко-економічних показників
при роботі абразивним інструментом*

Залишкова вартість круга після зношення до діаметра D_1 :

$$\text{– при різанні труб: } C_0 = \frac{230^2 - 90^2}{300^2 - 90^2} 20 \approx 10 \text{ грн};$$

$$\text{– при різанні листа: } C_0 = \frac{94^2 - 90^2}{300^2 - 90^2} 20 = 0,18 \text{ грн} \approx 0.$$

Затрачена вартість круга на обробку матеріалу при різанні труб:

$$C'_k = C_k - C_0 = 20 - 10 = 10 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати матеріалів:

$$\text{– при різанні прокату (труб): } C_{\text{мт}} = \frac{C'_k}{N} = \frac{10}{80} = 0,12 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

$$\text{– при різанні листового матеріалу: } C_{\text{мл}} = \frac{C'_k}{L} = \frac{20}{20} = 1,0 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

$$\text{– при шліфуванні матеріалу: } C_{\text{мш}} = \frac{C'_k}{M_{\text{дет}}} = \frac{30}{3,43} = 8,75 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Витрати електроенергії:

- при різанні прокату (труб):

$$C_{\text{ет}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{т}} \cdot N} = \frac{5,5 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,3}{4,3 \cdot 80} = 0,03 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

- при різанні листового матеріалу:

$$C_{\text{ел}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{л}} \cdot L} = \frac{5,5 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,3}{2,4 \cdot 20} = 0,22 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

- при шліфуванні матеріалу:

$$C_{\text{еш}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{ш}} \cdot M_{\text{дет}}} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,4}{2,6 \cdot 3,43} = 0,57 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Витрати пов'язаних із заробітною платою персоналу

Виплати за місяць пов'язані з заробітною платою:

$$S = S_0 (1 + k_z + k_a) = 3000(1 + 0,25 + 0,2) = 4350 \text{ грн.}$$

Витрати пов'язані із заробітною платою:

- при різанні прокату (труб):

$$C_{\text{зт}} = \frac{S}{n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{т}} \cdot N} = \frac{4350}{22 \cdot 4,3 \cdot 80} = 0,57 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

- при різанні листового матеріалу:

$$C_{\text{зл}} = \frac{S}{n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{л}} \cdot L} = \frac{4350}{22 \cdot 2,4 \cdot 20} = 4,12 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

- при шліфуванні матеріалу:

$$C_{\text{зш}} = \frac{S}{n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{ш}} \cdot M_{\text{дет}}} = \frac{4350}{22 \cdot 2,6 \cdot 3,43} = 22,17 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Річні витрати, які включають амортизаційні відрахування на реновацію та капітальний ремонт:

$$A = \frac{K}{T_p} (1 + E),$$

- при використанні маятникової пили:

$$A = \frac{12000}{5} (1 + 0,2) = 2880 \frac{\text{грн}}{\text{рік}};$$

- при використанні кутошліфувальної машини:

$$A = \frac{2000}{2}(1 + 0,2) = 1200 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Тривалість роботи обладнання за рік:

$$t_p = n_p \cdot k_p \cdot t_{зм} \cdot n_d = 248 \cdot 0,6 \cdot 8 \cdot 1 = 1190 \text{ год}.$$

Витрати на одиницю продукції, які пов'язані з амортизаційними відрахуваннями на реновацію та капітальний ремонт визначають за формулою:

- при різанні прокату (труб):

$$C_{ат} = \frac{A}{60 \cdot t_p} T_1 = \frac{2880}{60 \cdot 1190} 1,4 = 0,06 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

- при різанні листового матеріалу:

$$C_{ал} = \frac{A}{60 \cdot t_p \cdot V_{л} \cdot k_b} = \frac{2880}{60 \cdot 1190 \cdot 0,25 \cdot 0,4} = 0,40 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

- при шліфуванні матеріалу:

$$C_{аш} = \frac{A}{60 t_p \cdot v_{шл} \cdot \rho_{дет} \cdot k_b} = \frac{1200}{60 \cdot 1190 \cdot 4,8 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 0,5} = 0,89 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Собівартість продукції для кожного типу робіт:

$$C = C_m + C_e + C_z + C_a:$$

- при різанні прокату (труб):

$$C = 0,12 + 0,03 + 0,57 + 0,06 = 0,78 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

- при різанні листового матеріалу:

$$C = 1,0 + 0,22 + 4,12 + 0,40 = 5,74 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

- при шліфуванні матеріалу:

$$C = 8,75 + 0,57 + 22,17 + 0,89 = 32,38 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Абрашкевич Ю.Д., Сотников Г.А.* Абразивные армированные инструменты для строительного-монтажных работ. – М.: Стройиздат, 1983. – 110 с.
2. *Александров В.А.* Обработка природного камня алмазным инструментом. – К.: Наукова думка, 1979. – 239 с.
3. *Абрашкевич Ю.Д.* Оптимизация параметров мобильных машин для ремонта горного оборудования. Известия вузов. Горный журнал №6, 1989. – С. 71-74.
4. *Гальперин М.И., Артемьев В.И., Местечкин Л.М.* Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Стройиздат, 1982. – 351 с.
5. *Абрашкевич Ю.Д., Бирюков В.М.* Абразивные инструменты для механизации работ при ремонте и монтаже горношахтного оборудования. – М.: ЦНИЭИУголь, 1987. – 30 с.
6. *Ипполитов Г.М.* Абразивно-алмазная обработка. – М.: Машиностроение, 1969. – 335 с.
7. *Абрашкевич Ю.Д.* Механізація трудомістких процесів: навч. посіб. – К.: КНУБА, 2005. – 180 с.
8. *Абрашкевич Ю.Д., Рашківський В.П.* Механізація трудомістких процесів: методичні вказівки до практичних робіт. - К.: КНУБА, 2007. – 20 с.
9. *ДСТУ ГОСТ 5264–80.* Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
10. *ДСТУ ГОСТ 21963:2003* Круги відрізні. Технічні умови.
11. *ВСН 434–88.* Нормирование потребности в покупном стандартном, слесарно-монтажном, измерительном и абразивном инструменте для организаций минмонтажспецстроя.
12. *Абрашкевич Ю.Д., Марченко О.А., Човнюк Ю.В.* Визначення потреби в абразивних інструментах в будівельно-монтажних організаціях //Гірн. – будів. – дор. і меліорат. машини: Респ. міжвід. науково-техн. збірник. – К. Вип. 77.– 2011.– С. 60 – 63.

Навчально-методичне видання

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Методичні вказівки
до практичних занять для студентів,
які навчаються за напрямом підготовки
6.050502 «Інженерна механіка»

Укладачі: **АБРАШКЕВИЧ** Юрій Давидович
МАРЧЕНКО Олександр Анатолійович
ЧОВНІЮК Олена Вікторівна

Комп'ютерне верстання *А.П Морозюк*

Підписано до друку 2011. Формат 60х84
Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5,
Тираж 30 прим. Вид. № 1/III-12 Зам. №

КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

E-mai: red_isdat@ua.fm

Видруковано в редакційно-видавничому відділі
Київського національного університету будівництва і архітектури

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ДК № 808 від 13.02.2002р.