

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю G11 «Машинобудування»

Київ 2025

УДК 69.002.5(076)

О16

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

О.А. Марченко, канд. техн. наук, доцент;

О.В. Човнюк, асистент

Рецензент М.О. Пристайло, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.П. Рашківський, канд. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри будівельних машин,
протокол № 6 від 27 січня 2025 року.*

В авторській редакції.

О16 **Обладнання** для монтажних робіт : методичні вказівки до виконання практичних занять / уклад. : Ю.Д. Абрашкевич та ін. – Київ : КНУБА, 2025. – 44 с.

Містять зміст, порядок оформлення та пояснення методики розрахунків і перелік прийнятих позначень до виконання практичних вправ з дисципліни.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G11 «Машинобудування».

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
Література	43

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Робочою програмою дисципліни «Обладнання для монтажних робіт» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G11 «Машинобудування» передбачено виконання практичних вправ.

На будівельно-монтажних майданчиках виконуються значні обсяги робіт з різання та зачистки металевих та неметалевих матеріалів, збирання різьбових з'єднань, інших трудомістких технологічних операцій. Трудомісткість зазначених операцій обчислюється мільйонами людиногодин. Вони виконуються ручними шліфувальними машинами, гайковертами, іншими механізованими та ручними інструментами. Для ефективного виробництва робіт із монтажу технологічного обладнання, трубопроводів та металоконструкцій необхідно визначити номенклатуру та кількість засобів малої механізації, необхідних для виконання конкретної операції.

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 малюнках.

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

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку приведені 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 наступних умов:

а) під час монтажу 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 з 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 під час монтажу трубопроводів.

б) під час монтажу металоконструкцій на 5 т конструкцій виробничого виготовлення та 1 т тих, що виконуються безпосередньо на монтажній площадці, приходить приблизно по 1 м різа та по 0,5 м² зачистки.

Таким чином, за загального об'єму монтажу металоконструкцій $Q_{\text{м}} = 50$ т необхідно виконати:

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

Таблиця 1.1

Вихідні дані до розрахунку

№ варіанта	Загальний об'єм операцій, який виконується під час монтажу				Тривалість виконання в змінах	Співвідношення довжини зварних швів до сумарної довжини зрізів		Усереднена товщина зварних елементів S , мм	
	трубопроводів, 1000 м	діаметр трубопроводів, мм	металококонструкцій, т	тип виготовлення металококонструкцій		з закладки різьбових з'єднань, 1000 шт.	трубопроводів		металококонструкцій
1	10	89	50	виробниче виготовлення	50	60	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 $Q_{\text{пр}}$ – приведена маса металокопструкцій, на яку приходитьсЯ 1 м рїзу та яка залежить вїд виду виготовлення металокопструкцій;

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

в) витрати електродів обраховуютьсЯ на пїдставї розрахунку: довідковий посїбник «Зварка і родиннї технологїї» ін-т Е.О. Патона. Норми витрати електродів у разї цього розрахунку не включають втрати, що входять в норму природного спаду (втрати пїд час транспортування і зберїгання), а також витрату електродів, пов'язану з випробуванням зразків, ремонтом металокопструкцій, виготовленням оснащення, і иншї види витрат, що не вїдносятьсЯ до виготовлення продукції основного виробництва.

Пїд час обрахунку зварних швїв умовно вважаємо, що зварнї шви виконанї з параметрами стикового шва типу С17 ДСТУ 5264–80 (рис. 1.1), данї до розрахунку якого приведенї в табл. 1.2.

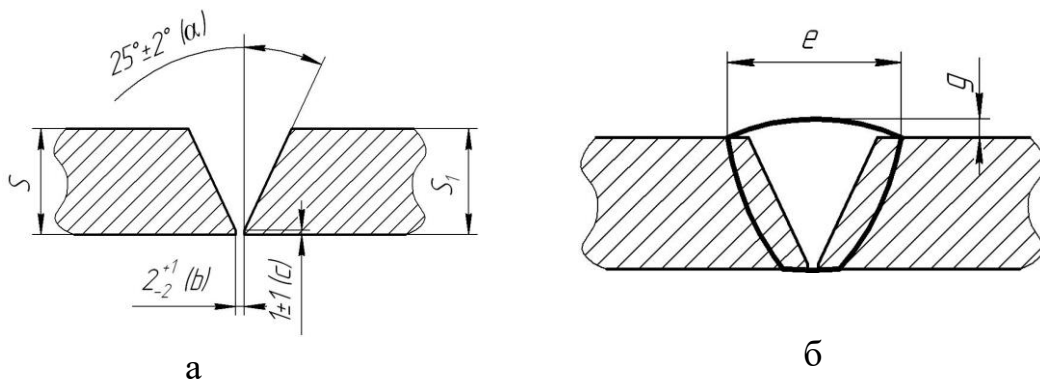


Рис. 1.1. Конструктивнї елементи стикового шва типу С17 ДСТУ 5264–80:
а – пїдготовлених кромок зварюваних деталей; б – зварного шва

Таблиця 1.2

Розмїри шва, мм

Умовне позначення зварного з'єднання	$s = s_1$, мм	e		g	
		Номїнальне значення, мм	Граничне вїдхилення	Номїнальне значення, мм	Граничне вїдхилення
С17	Вїд 3 до 5	8	±2	0,5	+1,5 -0,5
	Вїще 5 до 8	12			
	Вїще 8 до 11	16			
	Вїще 11 до 14	19			
	Вїще 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.

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

Масу 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 за номінальними розмірами конструктивних елементів підготовлених кромок зварюваних деталей і шва зварного з'єднання за ДСТУ 5264-80, м²; ρ – щільність металу, прийнята для вуглецевих і низьколегованих сталей рівною 7850 кг/м³; L – довжина шва, яка дорівнює 1 м.

У загальному вигляді норма витрати електродів H_e (у кілограмах) під час зварки може бути описана формулою:

$$H_e = M + M_0,$$

де M – маса наплавленого металу; M_0 – маса технологічних відходів і втрат (на чад, розбризування, огарки, допоміжні прихвати під час збірки).

Нормативна витрата електродів на 1 кг 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 під час зварки на чад і розбризування, довжину огарка, не більш 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 типу шва у разі даної товщини, кг; L_i – довжина i -го типу шва, м; k_i – поправочний коефіцієнт, що враховує просторове положення виконання i -го типу шва.

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

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

Довжину зварних з'єднань знаходимо з співвідношення:

$$k_{зш} = \frac{L_{зш}}{L_{зр}},$$

де $L_{зш}$, $L_{зр}$ – довжина зварних швів і зрізів, відповідно, м. Значення $k_{зш}$ приведені 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.

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

Оббивку шлаку визначають, виходячи з тоннажу витрат електродів на ручну зварку, з розрахунку 3000 м на 1 т електродів.

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

Фаски від іржі відчищають у кількості 10% від їх загальної довжини:

$$L_{ф} = 0,1(L_{тз} + L_{мз}) = 0,1(2012,1 + 10) \approx 202 \text{ м.}$$

2. З табл. 1.3 (або шляхом безпосередніх замірів під час роботи 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 інструменту.

Результати розрахунку зводимо в табл.1.4.

Таблиця 1.3

Продуктивність інструменту та середній коефіцієнт його використання

Вид роботи під час монтажу	Інструмент, що використовується	Продуктивність інструменту (П)	Середній коефіцієнт використання інструменту k_0	Примітки
1	2	3	4	5
Обробка 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 іржі	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	Під час поетапної затяжки

Результати розрахунку

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

5. Згідно з табл. 1.5 визначається необхідна кількість даного інструменту для спеціалізованої бригади з шести осіб $m_k i$,

де $m_k i$ – кількість інструменту даного типорозміру для визначеної спеціалізованої бригади; k – порядковий номер інструменту; i – шифр бригади (за табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Спеціалізовані бригадні набори

№ п/п	Найменування інструменту	Кількість інструменту для спеціалізованих бригад з 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 електроінструменту	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
11	Електроножиці	–	–	1	1	1
12	Балансир	1	1	1	1	1

Наприклад, $m_2 3$ – кількість шліфувальних машин для неармованих кругів для спеціалізованої бригади з монтажу технологічних метало-конструкцій.

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

$$N_i = n_i \cdot m_k i.$$

Приклад. Припустімо, що в організації (управлінні або на ділянці) працює на монтажу технологічних трубопроводів 20 бригад. Кількість кромкорізів в бригаді для монтажу технологічних трубопроводів ($k = 4, i = 2$) $m_4 2 = 1$, звідки необхідна кількість кромкорізів складає 20 шт.

7. Порівнюючи необхідну кількість інструменту, яка визначена по двох етапах, приймається більше.

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

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку приведені в табл. 2.1.

Розрахунок

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

Необхідна кількість інструменту 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 інструменту для монтажу 1 т технологічного устаткування, год (табл. 2.2).

Необхідна кількість інструменту (N_i) для монтажу технологічних металокопункцій визначається з залежності:

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

де P_M – кількість змонтованих металокопункцій за місяць, т; T_M – час використання інструменту для монтажу 1 т металокопункцій (табл. 2.3) або 1 т трубопроводів (табл. 2.4), год.

Таблиця 2.1

Вихідні дані до розрахунку

№ варіанта	Технологічне обладнання, яке монтуюється		Металоконструкції промислових будівель, які монтуються		Трубопроводи, які монтуються		Термін для монтажу технологічного обладнання $n_{ЗМ}$, змін
	Вид	Кількість за місяць, т	Вид будівлі, яка монтуюється	Кількість за місяць, т	Діаметр умовного проходу, мм	Кількість за місяць, т	
1	Подрібновальное розмільне	100	Одноповерховое 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	Одноповерховое 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	Вантажопідійомне	100	Багатоповерховое	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	Укріплена збірка, багатоповерховое	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	Гірничорудне та машини	100	Укріплена збірка одноповерховое 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. Припустімо, що за місяць монтується 150 т компресорного устаткування, а час використання інструменту, 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 складе 3 шт.

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

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

Таблиця 2.2

Час використання інструменту для монтажу 1 т технологічного устаткування (T_0), год

Номенклатура монтажного інструменту	Види технологічного обладнання				
	Подріблювально-розмельне	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
Різьбонарізні машини	0,03	0,012	–	0,02	0,04

3. Кількість інструменту певного типорозміру визначається з залежності, шт.:

$$N_M = N_i \cdot K_S,$$

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

Таблиця 2.3

Час використання механізованого інструменту

для монтажу та укрупненої зборки 1 т металоконструкцій (T_M), год

Номенклатура монтажного інструменту	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 з вихідними даними, по даній групі технологічного устаткування і заданому терміну монтажу, кількість кожного виду інструменту 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 з проектом виробництва робіт або директивним терміном; T – задана кількість годин в зміні, $T = 8$ год; $T_{\text{пит}}$ – питомі витрати часу під час виконання робочих операцій

інструментом, ін.-год/т (табл. 2.6); $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання інструменту (табл. 2.7.).

Таблиця 2.4

Час використання інструменту для монтажу 1 т трубопроводів (T_T), год

Номенклатура монтажного інструменту	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
Гайковерти	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 інструменту за типорозміром (K_S)

Номенклатура монтажного інструменту	Моделі механізованого інструменту (по ведучому параметру)	Групи технологічного обладнання				
		Подрібно-розмельне	Прокатне	Вантажоцідне	Насоси та компресори	Гірничорудне та машини
Свердлильні машини	≤ ø 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
	> ø 32,0 мм	0,05	–	–	–	0,10
Машина шліфувальна для неармованих кругів	ø 150 мм	0,49	0,40	0,40	0,30	0,30
	ø 200 мм	0,21	0,29	0,30	0,21	0,30
	ø 400 мм	0,30	0,31	0,30	0,49	0,40
Машина шліфувальна для армованих кругів	ø 180 мм	0,58	0,55	0,52	0,55	0,53
	ø 230 мм	0,42	0,45	0,48	0,45	0,47
Гайковерти	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
Гайковерти у разі поетапного методу	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 під час виконання робочих операцій
механізованим інструментом під час монтажу 1 т
технологічного обладнання ($T_{\text{шт}}$), ін.-год/т**

Номенклатура монтажного інструменту	Групи технологічного обладнання				
	Подріблювально-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
Різьбонарізні машини	0,03	0,02	–	0,01	–

Таблиця 2.7

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

Номенклатура монтажного інструменту	Групи технологічного обладнання				
	Подріблювально-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
Різьбонарізні машини	0,059	0,047	–	0,023	–

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

$T_{\text{шт}}$ 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 під час розрахунку результати проаналізувати та звести до зведеної табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Результати під час розрахунку

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

Вправа 3. Розрахунок експлуатаційного фонду

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку приведені в табл. 3.1.

Розрахунок

Для безперебійного забезпечення монтажних робіт необхідно мати оптимальні запаси інструменту, 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) інструменту складається з технологічного комплекту, резервного фонду на інструмент, що вийшов з ладу раніше середнього терміну служби, і страхового запасу:

$$F_E = F_T + F_P + F_{C.3.},$$

де F_E – експлуатаційний фонд; F_T – технологічний комплект інструменту; F_P – резервний фонд, що враховує час ремонту інструменту і термін його служби; $F_{C.3.}$ – страховий запас інструменту.

У випадках, коли термін служби інструменту T_C (табл. 3.2) складає період, менше року, технологічний комплект визначається з залежності:

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

Якщо T_C рівний одному року, то $F_T = N_0$, коли T_C більше року, то в подальші роки технологічний комплект інструменту поповнюється до

$F_T = N_0$. Де N_0 – кількість кожного виду інструменту, що складає потрібний технологічний комплект, наведена у вихідних даних.

Таблиця 3.1

Вихідні дані до розрахунку

№ варіанта	Потрібна на рік кількість кожного виду інструменту N_0 , шт.	Середня, за списком, кількість робітників на дільниці P_C , осіб.	Передбачена тимчасова макси- мальна кількість робітників для виконання термінових робіт P_B , осіб.
1	Приймається згідно з результатами розрахунку вправи 1, відповідно до кожного типу інструменту	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

$$F_{C.3.} = N_0 \frac{P_B - P_C}{P_C} 1,43,$$

де P_C – середня, за списком, кількість робітників в управлінні (на ділянці); 1,43 – коефіцієнт, що враховує випадкове зменшення інструменту 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 інструменту з урахуванням термінів його служби і ремонту, що визначається за табл. 3.2, відповідно до типу механізованого інструменту, %.

Таблиця 3.2

Відсоток річного запасу інструменту, що враховує ремонт та строки служби інструменту

Група механізованого інструменту	Середній моторесурс інструменту, год	Розрахунковий строк служби інструменту, років	Запас інструменту на рік K_P , %
Для складання різьбових з'єднань (гайковерти, шурупверти, шпильковерти)	333	1	30
Для різки матеріалів (ножиці, пили, труборізи, кромкорізи, 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 розгорточні машини, різьборізи, розвальцювальники)	525	3	3

Приклад розрахунку.

Виходячи з розрахунку вправи 1, отримали кількість кожного виду інструменту, 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: так як, $T_C = 1,5$ року

$$F_T = N_0 = 7 \text{ шт.};$$

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

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

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

Вправа 4. Визначення потреби в абразивних армованих кругах

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку приведені в табл. 4.1.

Розрахунок

Розрахунок проводиться 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.

Оптимальна швидкість подачі визначається за залежністю:

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

Таблиця 4.1

Вихідні дані до розрахунку

№ 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	400×4×32	2500	ø 108×6
2	400×4×32	2200	ø 89×5
3	300×3×32	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	400×4×32	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	400×4×32	2200	ø 102×5
22	400×4×32	2400	ø 73×4
23	300×3×32	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,
 $X = \frac{k \cdot S_{\text{ЗМ}}}{60 \cdot T_{\text{ЗМ}}}$, грн/хв; k – коефіцієнт, що враховує вміст накладних витрат

у вартості машинного часу, $k=1,5$; $S_{\text{ЗМ}}$ – заробітна плата оператора за зміну, $S_{\text{ЗМ}}=150$ грн; $T_{\text{ЗМ}}$ – тривалість зміни, $T_{\text{ЗМ}} = 8$ год; $y=203804$ 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 економічної 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, за якого можливе різання матеріалу, залежно від конструкції кріплення диску та технології різання:

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

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

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

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

Мінімальне значення коефіцієнта шліфування для вказаних умов різання

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

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 під час різання 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 $D_z = D_{\min}$ (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 400×4×32 мм для виконання 2 тис. перерізів труби 76×4 мм. Визначаємо площу перетину труби і площу периферії круга, а також відношення між ними у разі значень 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 за наступних початкових даних:

$X = 2$ 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; $y = 203804$ грн/м³ – середня вартість одиниці об'єму круга; $b = 0,004$ м – висота круга.

$$\begin{aligned} V_{\text{ОПТ}} &= \left(\frac{m X D_{\text{ТР}}}{F_{\text{ТР}} b y} \right)^{\frac{m}{1+m}} \cdot C^{\frac{1}{1+m}} = \\ &= \left(\frac{1,43 \cdot 0,47 \cdot 0,076}{0,000904 \cdot 0,004 \cdot 203804} \right)^{0,588} \cdot 3,4^{0,41} = 0,8 \text{ м/хв.} \end{aligned}$$

З табл. 4.2 визначаємо значення параметрів α , β для $F_{\text{ТР}}/F_{\text{КР}}=0,18$ за отриманого значення 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 діаметру 270 мм, що відповідає робочій швидкості 54 м/с.

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

$$S = \left(a \frac{V_p}{V_{\max}} + \beta \right) \left(\frac{C}{V_{\text{ПОД}}} \right)^{\frac{1}{m}} = \left(2 \frac{54}{80} - 1 \right) \left(\frac{3,4}{0,8} \right)^{1,43} = 1,33.$$

В процесі різання по мірі зносу круга змінюється відношення $F_{\text{ТР}}/F_{\text{КР}}$, яке в значній мірі визначає величину коефіцієнта шліфування. Тому під час розрахунку потреби в кругах слід приймати коефіцієнт шліфування відповідний не мінімальній, а середньої робочої швидкості круга. В цьому випадку коефіцієнт шліфування має дещо більше значення.

Під час різання на маятниковій пилі коефіцієнт шліфування рівний:

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

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 $\varnothing 400 \times 4 \times 32$ мм під час різання труби 76×4 мм:

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

Під час різання на маятниковій пилі можна виконати 85 перерізів. Таким чином, для виконання 2 тис. перерізів труби 76×4 мм кругами $\varnothing 400 \times 4 \times 32$ мм потрібно

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

під час різання на верстаті з жорсткою конструкцією або 24 круги – на маятниковій пилі. З урахуванням коефіцієнта шліфування, прийнятого за середньої робочої 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 приведені в табл. 5.1.

У ході виконання роботи провести розрахунок режимних параметрів під час різання прокату (трубопроводу) в один прохід під час використання нового та максимально зношеного круга. Порівняти отримані значення.

Розрахунок

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

Діаметр зношеного круга під час розрізання 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 під час розрізання 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 різку; δ – товщина труби.

3. Колова швидкість круга, м/с:

– різання новим кругом діаметром D_0 :

$$V_{к0} = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

– різання зношеним кругом діаметром D_1 :

$$V_{к1} = V_{к0} \frac{D_1}{D_0}, \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Таблиця 5.1

Вихідні дані до розрахунку

№ варіанта	Параметри труби, що розрізається $d \times \delta$, мм	Параметри абразивного круга $D_{\text{к}} \times b_{\text{к}} \times d_{\text{к}}$, мм
1	ø 108×6	400×4×32
2	ø 89×5	400×4×32
3	ø 70×5	300×3×32
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	400×4×32
12	ø 76×4	400×4×32
13	ø 60×3	300×3×32
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	400×4×32
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 під час різання та зачищення (для металу –

$$q_v = 3,6 \cdot 10^9 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}; K = 0,35 \dots 0,40;$$

для неметалевих матеріалів – $q_v = 6,0 \cdot 10^8 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}; K = 0,45 \dots 0,50;$

b_k – ширина круга, м; $V_{\Pi} = 0,15 \dots 0,35 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$ – швидкість подачі круга.

5. 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):

$$D_1 = 2d + D_{\min} = 2d + d_{\text{фл}} + 2h_0 = 2 \cdot 70 + 80 + 2 \cdot 5 = 230 \text{ мм.}$$

Розрахункові значення радіусів круга та трубопроводу:

– нового: $R_0 = \frac{300}{2} = 150$ мм ;

– максимально зношеного: $R_1 = \frac{230}{2} = 115$ мм;

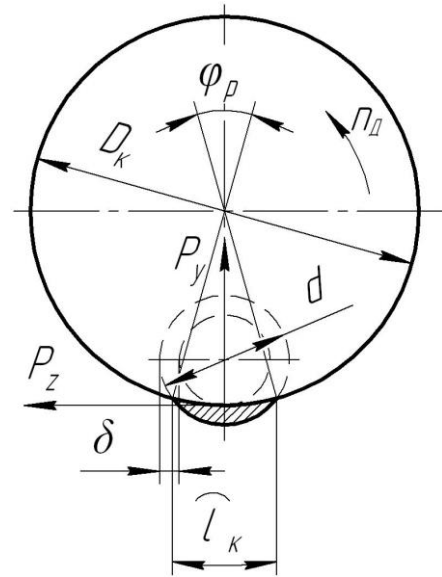


Рис. 5.1. Схема для визначення максимального кута контакту

– трубопроводу: $r = \frac{70}{2} = 35$ мм.

Максимальний кут контакту під час розрізання 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:

$$V_{к0} = 80 \text{ м/с}; V_{к1} = V_{к0} \frac{D_1}{D_0} = 80 \frac{230}{300} = 61,33 \text{ м/с}.$$

Визначення складових сили різання:

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

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

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

– 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:

$$N_{об} = \frac{P_z V_{к}}{\eta};$$

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

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

Збільшення витрат потужності під час роботи 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, під час роботи максимально зношеним кругом без зміни кінематичних параметрів різання збільшення витрат енергії складе приблизно 8,6%.

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

Вихідні дані

Вихідні дані до розрахунку приведені в табл. 6.1.

Розрахунок

6.1. Визначення норм витрат абразивних кругів

Витрати відрізних абразивних армованих кругів під час різання труб або прокату визначається числом перерізів, яке може бути обраховане згідно з методикою до вправи 4, або використовуючи формулу (ВСН 434–88):

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

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 під час розрізання труби за один прохід, $D_1 = 2d + D_{\min}$, мм; D_{\min} – діаметр максимально зношеного круга, який залежить від параметрів кріплення до приводного валу, $D_{\min} = d_{\text{фл}} + 2h_0$; $d_{\text{фл}}$ – 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, $S_{\text{норм}} = 1,5$.

Під час розрізання 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 (під час розрахунку прийняти $h = \delta$).

Під час розрахунку довжини різку листового матеріалу діаметр зношеного круга визначається за формулою:

$$D_1 = 2h + D_{\text{min}}, \text{ мм.}$$

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

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

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

Потреба в різучих абразивних армованих кругах на одну робочу зміну:

$$\begin{aligned} & \text{– під час перерізу прокату (труб та ін.): } n_T = \frac{t_{3M}}{T} = \frac{k_B \cdot V_{\text{П}} \cdot t_{3M}}{l \cdot N}; \\ & \text{– під час перерізу листового матеріалу: } n_{\text{Л}} = \frac{k_B \cdot V_{\text{П}} \cdot t_{3M}}{L}, \end{aligned}$$

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

Таблиця 6.1

Вихідні дані до розрахунку

№ 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	400×4×32	180×6×22
2	ø 89×5	400×4×32	150×6×22
3	ø 70×5	300×3×32	180×6×22
4	ø 60×4	300×3×32	230×6×22
5	ø45×3	230×3×22	230×6×22
6	ø 30×2	230×2×22	180×6×22
7	ø 30×2	180×3×22	150×6×22
8	ø 27×2	180×2×22	180×6×22
9	ø20×2	180×1,6×22	230×6×22
10	ø 127×6	500×5×32	230×6×22
11	ø 95×5	400×4×32	180×6×22
12	ø 76×4	400×4×32	150×6×22
13	ø 60×3	300×3×32	180×6×22
14	ø 42×3	300×3×32	230×6×22
15	ø 28×2,5	230×3×22	230×6×22
16	ø 26×2	230×2×22	180×6×22
17	ø25×2	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	230×6×22
20	ø 108×5	500×5×32	230×6×22
21	ø 102×5	400×4×32	180×6×22
22	ø 73×4	400×4×32	150×6×22
23	ø 63,5×3	300×3×32	180×6×22
24	ø 54×2,5	300×3×32	230×6×22
25	ø 44,5×2	230×3×22	230×8×22
26	ø 33×2,5	230×2×22	180×6×22
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	230×6×22
30	ø114×5	500×5×32	230×6×22

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

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

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, $\alpha = 15^\circ \dots 40^\circ$; $\rho_{\text{к}}$ – щільність матеріалу круга, $\rho_{\text{к}} = 2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2800 \cdot 10^{-9} \frac{\text{кг}}{\text{мм}^3}$; $\rho_{\text{дет}}$ – щільність матеріалу, який обробляється, 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 максимально 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 з зачисними абразивними армованими кругами під час монтажу; $v_{\text{шл}}$ – об'єм знятого матеріалу за хвилину,

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

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

6.2. Визначення техніко-економічних показників під час роботи абразивним інструментом

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

$$C = C_M + C_e + C_3 + C_a,$$

де C_M – експлуатаційні витрати матеріалів під час проведення робіт; C_e – витрати електроенергії; C_3 – витрати, пов’язані із заробітною платою основного та допоміжного персоналу; C_a – річні витрати, які включають амортизаційні відрахування на реновацію та капітальний ремонт.

Обрахунок експлуатаційних витрат:

– під час різання прокату (труб): $C_{MT} = \frac{C'_K}{N}, \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$

– під час різання листового матеріалу: $C_{ML} = \frac{C'_K}{L}, \frac{\text{грн}}{\text{м}};$

– під час шліфування матеріалу: $C_{MШ} = \frac{C'_K}{M_{\text{дет}}}, \frac{\text{грн}}{\text{кг}};$

де C'_K – витрачена вартість круга на обробку матеріалу,

$$C'_K = C_K - C_0, \text{ грн};$$

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

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

Таблиця 6.2

Дані до розрахунку

	Параметри круга, мм	Вартість одного круга C_K , грн
Круги відрізні	180	40
	230	75
	300	140
	400	300
	500	550
Круги зачисні	180	85
	230	105

Обрахунок витрат електроенергії:

- під час різання прокату (труб): $C_{ет} = \frac{P \cdot t_{зм} \cdot c_e \cdot k_{ве}}{n_T \cdot N}$, $\frac{\text{грн}}{\text{переріз}}$;
- під час різання листового матеріалу: $C_{ел} = \frac{P \cdot t_{зм} \cdot c_e \cdot k_{ве}}{n_L \cdot L}$, $\frac{\text{грн}}{\text{м}}$;
- під час шліфування матеріалу: $C_{еш} = \frac{P \cdot t_{зм} \cdot c_e \cdot k_{ве}}{n_{ш} \cdot M_{дет}}$, $\frac{\text{грн}}{\text{кг}}$,

де P – потужність приводного двигуна (під час розрахунку рахувати, що різання здійснюється на маятниковій пилі, потужністю 5,5 кВт, а зачистка кутошліфувальною машиною, потужністю 2,0 кВт);

$t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год ($t_{зм} = 8$ год); $c_e = 7 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$ –

вартість електроенергії для підприємств, кВт/год; $k_{ве}$ – коефіцієнт, який враховує період включення машини з урахуванням її навантаження, під час різання $k_{ве} = 0,3$ та під час зачистки $k_{ве} = 0,4$.

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

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

де S_0 – місячна заробітна плата оператора, $S_0 = 21200$ грн; $k_z = 0,25$ – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату; $k_a = 0,2$ – коефіцієнт, який враховує адміністративні витрати під час проведення робіт.

Витрати, пов'язані зі заробітною платою:

- під час різання прокату (труб): $C_{зт} = \frac{S}{n_{зм} \cdot n_T \cdot N}$, $\frac{\text{грн}}{\text{переріз}}$;
- під час різання листового матеріалу: $C_{зл} = \frac{S}{n_{зм} \cdot n_L \cdot L}$, $\frac{\text{грн}}{\text{м}}$;
- під час шліфування матеріалу: $C_{зш} = \frac{S}{n_{зм} \cdot n_{ш} \cdot M_{дет}}$, $\frac{\text{грн}}{\text{кг}}$,

де $n_{зм} = 22$ – 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 прийняти для маятникової пили $K = 30000$ грн, для кутошліфувальної машини $K = 6000$ грн); T_p – термін служби в роках (у розрахунку прийняти для маятникової пили $T_p = 5$ років, для кутошліфувальної – $T_p = 2$ роки); $E = 0,2$ – нормативний коефіцієнт амортизації.

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

де $n_p = 248$ днів – кількість робочих днів на рік; $k_p = 0,6$ – коефіцієнт, який враховує час використання обладнання протягом року; $t_{зм} = 8$ 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:

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

Приклад розрахунку. Розрахувати техніко-економічні показники різання труби $d \times \delta = 70 \times 2$ мм та листа, товщиною $\delta = 2$ мм, абразивним кругом $D_k \times b_k \times d_k = 300 \times 3 \times 32$ мм на маятниковій

пилі та шліфування металевої поверхні кутовою шліфувальною машинкою абразивним кругом $D_k \times b_k \times d_k = 180 \times 8 \times 22$ мм.

Визначення норм витрат абразивних кругів

Площа поперечного перерізу прокату для труби:

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

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

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

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

- під час різання труби: $D_1 = 2d + D_{\min} = 2 \cdot 70 + 90 = 230$ мм;
- під час різання листа: $D_1 = 2\delta + D_{\min} = 2 \cdot 2 + 90 = 94$ мм;
- під час зачистки (шліфування): $D_1 = D_{\min} = 50$ 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:

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

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

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

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

Потреба в ріжучих абразивних армованих кругах на одну робочу зміну:

– під час перерізу прокату (труб та ін.): $n_T = \frac{t_{ЗМ}}{T} = \frac{480}{112} \approx 4,3;$

– під час перерізу листового матеріалу:

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

Маса матеріалу (металу), який зачищено:

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

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

Об'єм знятого матеріалу за хвилину:

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

Потреба в зачисних абразивних армованих кругах на одну робочу

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

*Визначення техніко-економічних показників
під час роботи абразивним інструментом*

Залишкова вартість круга після зносу до діаметра D_1 :

– під час різання труб: $C_0 = \frac{230^2 - 90^2}{300^2 - 90^2} 140 \approx 70$ грн;

– під час різання листа: $C_0 = \frac{94^2 - 90^2}{300^2 - 90^2} 140 = 1,25$ грн ≈ 1 .

Затрачена вартість круга на обробку матеріалу під час різання труб:

$$C'_k = C_k - C_0 = \frac{140 - 70}{140 - 1} = \frac{70}{139} \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати матеріалів:

– під час різання прокату (труб): $C_{\text{мт}} = \frac{C'_k}{N} = \frac{70}{80} = 0,875 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}}$;

– під час різання листового матеріалу: $C_{\text{мл}} = \frac{C'_k}{L} = \frac{139}{20} = 6,95 \frac{\text{грн}}{\text{м}}$;

– під час шліфування матеріалу: $C_{\text{мш}} = \frac{C'_k}{M_{\text{дет}}} = \frac{85}{3,43} = 24,78 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}$.

Витрати електроенергії:

– під час різання прокату (труб):

$$C_{\text{ет}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_T \cdot N} = \frac{5,5 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 0,3}{4,3 \cdot 80} = 0,26 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

– під час різання листового матеріалу:

$$C_{\text{ел}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_L \cdot L} = \frac{5,5 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 0,3}{2,4 \cdot 20} = 1,92 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

– під час шліфування матеріалу:

$$C_{\text{еш}} = \frac{P \cdot t_{\text{зм}} \cdot c_e \cdot k_{\text{ве}}}{n_{\text{ш}} \cdot M_{\text{дет}}} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 0,4}{2,6 \cdot 3,43} = 5 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Витрати, пов'язані із заробітною платою персоналу

Виплати за місяць, пов'язані з заробітною платою:

$$S = S_0(1 + k_3 + k_a) = 21200 (1 + 0,25 + 0,2) = 30740 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані зі заробітною платою:

– під час різання прокату (труб):

$$C_{зт} = \frac{S}{n_{зм} \cdot n_{т} \cdot N} = \frac{30740}{22 \cdot 4,3 \cdot 80} = 4,06 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

– під час різання листового матеріалу:

$$C_{зл} = \frac{S}{n_{зм} \cdot n_{л} \cdot L} = \frac{30740}{22 \cdot 2,4 \cdot 20} = 29,10 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

– під час шліфування матеріалу:

$$C_{зш} = \frac{S}{n_{зм} \cdot n_{ш} \cdot M_{дет}} = \frac{30740}{22 \cdot 2,6 \cdot 3,43} = 156,7 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

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

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

– під час використання маятникової пили:

$$A = \frac{30000}{5}(1 + 0,2) = 7200 \frac{\text{грн}}{\text{рік}};$$

– під час використання кутошліфувальної машини:

$$A = \frac{6000}{2}(1 + 0,2) = 3600 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

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:

– під час різання прокату (труб):

$$C_{ат} = \frac{A}{60 \cdot t_p} T_1 = \frac{7200}{60 \cdot 1190} 1,4 = 0,14 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

– під час різання листового матеріалу:

$$C_{ал} = \frac{A}{60 \cdot t_p \cdot V_{п} \cdot k_B} = \frac{7200}{60 \cdot 1190 \cdot 0,25 \cdot 0,4} = 1 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

– під час шліфування матеріалу:

$$C_{аш} = \frac{A}{60 t_p \cdot v_{шл} \cdot \rho_{дет} \cdot k_B} = \frac{3600}{60 \cdot 1190 \cdot 4,8 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 \cdot 0,5} = 2,67 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

Собівартість продукції для кожного типу робіт:

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

– під час різання прокату (труб):

$$C = 0,875 + 0,26 + 4,06 + 0,15 = 5,34 \frac{\text{грн}}{\text{переріз}};$$

– під час різання листового матеріалу:

$$C = 6,95 + 1,92 + 29,1 + 1,0 = 38,97 \frac{\text{грн}}{\text{м}};$$

– під час шліфування матеріалу:

$$C = 24,78 + 5,0 + 156,68 + 2,67 = 189,13 \frac{\text{грн}}{\text{кг}}.$$

ЛІТЕРАТУРА

1. *Пелевін Л.Є.* Обладнання для монтажних робіт : підручник / Л.Є. Пелевін, Ю.Д. Абрашкевич, В.П. Рашківський. – Київ : КНУБА, 2016. – 232 с.
2. *Абрашкевич Ю.Д.* Механізація трудомістких процесів : навч. посіб. / Ю.Д. Абрашкевич та ін. – Київ : КНУБА, 2005. – 180 с.
3. *Абрашкевич Ю.Д.* Механізація трудомістких процесів : методичні вказівки до практичних робіт / Ю.Д. Абрашкевич, В.П. Рашківський / Київ : КНУБА, 2007. – 20 с.
4. Національний стандарт України. Круги відрізнi. Технічні умови ДСТУ ГОСТ 21963:2003.
5. *Абрашкевич Ю.Д.* Визначення потреби в абразивних інструментах в будівельно-монтажних організаціях / Гірн., будів., дор. і меліорат. машини. / Респ. міжвід. науково-техн. збірник / Ю.Д. Абрашкевич, О.А. Марченко, О.В. Човнюк. – Київ : вип. 77, 2011. –60–63 с.

Навчально-методичне видання

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю G11 «Машинобудування»

Укладачі: **Абрашкевич** Юрій Давидович,
Марченко Олександр Анатолійович,
Човнюк Олена Вікторівна

Випусковий редактор *Л.С. Тавлуй*
Комп'ютерне верстання *Д. С. Виноградової*

Підписано до друку 23.10.2025. Формат 60 x 84_{1/16}
Ум. друк арк. 2,56 Обл.-вид. арк. 2,75
Електронний документ. Вид. № 68/III-25

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

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