



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

А.В. КОВАЛЕНКО,  
М.А. ГОЛТВ'ЯНСЬКИЙ

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт  
з дисциплін

**"РЕМОНТ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ",  
"РЕМОНТ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ  
ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ"**

Частина II

*(для студентів 4–5 курсів усіх форм навчання спеціальностей  
7.092201 "Електричні системи і комплекси транспортних засобів",  
6.092200 "Електричний транспорт")*

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисциплін "Ремонт транспортних засобів", "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина II (для студентів 4–5 курсів усіх форм навчання спеціальностей 7.092201 "Електричні системи і комплекси транспортних засобів", 6.092200 "Електричний транспорт"). Укл. Коваленко А.В., Голтв'янський М.А. – Х: ХНАМГ, 2009. – 70 с.

Укладачі: доц., к.т.н. А.В. Коваленко,  
доц., к.т.н. М.А. Голтв'янський

Рецензент: проф., д.т.н. В.П. Шпачук

Рекомендовано кафедрою електричного транспорту,  
протокол №2 від 09.09.2008 р.

## ЗМІСТ

1. Технічне нормування робіт, які виконують на металообробних верстатах.....	4
Методика розрахунку норми часу на технологічну операцію, яку виконують на металообробному верстаті.....	6
Визначення основного часу для робіт, які виконують на токарному верстаті.....	11
Визначення основного часу для свердлильних та розточувальних робіт...	13
Визначення основного часу для фрезерних робіт.....	15
Визначення основного часу для шліфувальних робіт.....	17
2. Технічне нормування ремонтних робіт.....	25
Нормування слюсарних робіт.....	26
Нормування розбірно–складальних робіт.....	27
Нормування зварювальних і наплавочних робіт.....	30
Нормування робіт при напиленні матеріалів.....	40
Нейтралізація тріщин полімерними композиціями.....	43
Нормування гальванічних робіт.....	44
Список літератури.....	58
Додаток А.....	59

# 1. ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ РОБІТ, ЩО ВИКОНУЮТЬ НА МЕТАЛООБРОБНИХ ВЕРСТАТАХ

*Мета занять:*

1. Виявити основне завдання технічного нормування.
2. Отримати практичні навички у визначенні технічно обґрунтованих норм часу при виконанні робіт на металообробних верстатах.

Основні поняття:

Технічне нормування робіт є основною частиною організації праці і покликане вивчати й раціоналізувати трудові процеси вимірюванням їх у годинах.

Основне завдання технічного нормування полягає у визначенні технічно обґрунтованих норм часу на виконання робіт шляхом систематичного вивчення технологічних процесів, організації робочих місць та інших джерел підвищення продуктивності праці і зменшення затрат на одиницю продукції.

Технічно обґрунтована норма часу  $T_q$  – визначений розрахунковим шляхом час на виконання окремих операцій технологічного процесу в конкретних організаційно–технічних умовах.

При одиничному, дрібно – або середньосерійному виробництві технічно обґрунтованою нормою часу є так званий штучно–калькуляційний час. Його прийнято позначити –  $T_{шк}$ . При багатосерійному або масовому виробництві технічно обґрунтованою нормою часу прийнято вважати так званий штучний час; його позначають –  $T_{ш}$ . Штучно–калькуляційний час складається із затрат часу на виконання кожної операції технологічного процесу і в загальному випадку знаходять за формулою

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{Z}, \quad (1.1)$$

де  $T_{пз}$  – підготовчо–заклучний час, хв;

$Z$  – кількість деталей в партії, шт.

Кількість деталей в партії встановлюють за формулою

$$Z = \frac{\sum T_{пз}}{k \cdot \sum T_{ш}}, \quad (1.2)$$

де  $\sum T_{пз}$  – сума підготовчо–заключного часу на партію деталей за всіма операціями технологічного процесу;

$\sum T_{ш}$  – сума штучного часу на деталь за всіма операціями технологічного процесу;

$k$  – коефіцієнт, що враховує втрати часу на підготовчо–заключні роботи, які залежать від виду виробництва;

Числові значення цього коефіцієнту приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Числові значення коефіцієнта

№з/п	Найменування виду виробництва	Числове значення коефіцієнта $k$
1	Малосерійне	0.14...0.18
2	Серійне	0.8...0.13
3	Багатосерійне	0.04...0.07

Штучний час визначають за формулою:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{дод}, \quad (1.3)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час, хв;

$T_{дод}$  – додатковий час, хв.

Оперативний час визначають за формулою:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (1.4)$$

де  $T_o$  – основний (технологічний, машинний) час, хв;

$T_d$  – допоміжний час, хв.

Додатковий час задають у відсотках до оперативного часу; його визначають за формулою:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K_i}{100}, \quad (1.5)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт, що характеризує відношення додаткового часу до оперативного, %.

Допоміжний час визначають за формулою:

$$T_d = T_{ду} + T_{дп} + T_{дз}, \quad (1.6)$$

де  $T_{ду}$  – допоміжний час, який витрачають на установку і зняття деталі, хв;

$T_{дп}$  – допоміжний час, що зв'язаний з переходом, хв. (Це час, який витрачає робітник на підведення і відведення загального інструмента, включення та відключення верстата, подач, швидкостей);

$T_{дз}$  – допоміжний час, що пов'язаний із замірами оброблюваної деталі в процесі виконання операції, хв.

З аналізу наведених вище виразів виходить аналітичне вираження штучно–калькуляційного часу у вигляді:

$$T_{ч} = T_{шк} = \frac{T_{пз}}{Z} + T_o + T_d + T_{дод}. \quad (1.7)$$

З усіх складових частин штучно–калькуляційного часу, як правило розраховують основний і додатковий час.

Допоміжні та підготовчо–заклучні види часу встановлюють за допомогою так званих нормативних таблиць [3,4].

Отримані результати при визначенні штучного й підготовчо–заклучного часу заносять до маршрутної карти; результати основного й допоміжного часів – до оперативної карти.

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НОРМИ ЧАСУ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ОПЕРАЦІЮ, ЯКУ ВИКОНУЮТЬ НА МЕТАЛООБРОБНОМУ ВЕРСТАТІ

Розрахунок норми часу на технологічну операцію, яку виконують на металообробному верстаті, проводять у наступній послідовності:

1. Підготовка початкових даних, до яких відносять:

- твердість, межа міцності й матеріал деталі, яку обробляють;
- вимоги до точності розміру, форми, розташування і шорсткості поверхні;
- виконання операційного ескізу деталі.

2. Розробка складу технологічної операції, тобто з'ясування мети техноло-

гічних і допоміжних переходів, послідовності їх виконання. Державний стандарт вимагає, щоб зміст переходів висловлювався в наказовому способі і включав у собі спосіб установлення та закріплення деталі і роботу, яку виконують при переході.

3. Вибір обладнання, пристроїв, інструменту, за допомогою яких можна виконати поставлене завдання.

4. Користуючись нормативними документами за видами обробки, визначити, а якщо необхідно – то розрахувати елементи режиму різання в послідовності, що встановлена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Послідовність визначення елементів режиму різання

Найменування параметра режиму різання	Позначення	Одиниця виміру	Спосіб отримання
Розрахункова довжина обробки	$L_p$	мм	Розрахунок
Діаметр обробки	$d$	мм	-----//-----
Припуск на обробку	$a$	мм	-----//-----
Глибина різання	$t$	мм	-----//-----
Число робочих проходів	$i$	шт	-----//-----
Величина подачі	$S$	мм/оберт	Норматив
Фактична величина подачі	$S_\phi$	мм/оберт	Паспорт верстата
Швидкість різання	$V_p$	м/хв	Норматив
Частота обертання деталі	$n$	хв <sup>-1</sup>	Розрахунок
Частота подвійних ходів	$n_{пх}$	хв <sup>-1</sup>	-----//-----
Фактична частота обертання	$n_\phi$	хв <sup>-1</sup>	Паспорт верстата
Фактична частота подвійних ходів	$n_{пх \phi}$	хв <sup>-1</sup>	-----//-----
Фактична швидкість різання	$V_\phi$	м/хв	Розрахунок
Зусилля різання	$P_z$	Н	-----//-----
Потужність різання	$N_p$	кВт	-----//-----

Параметр режиму різання визначають таким чином.

Розрахункову довжину обробки визначають за формулою:

$$L_p = 1 + 1_x, \quad (1.8)$$

де  $l$  – дійсна довжина обробки, яку визначають за рисунком, мм;

$l_x$  – величина, що зв'язана з урізуванням і перебігом інструмента (для кожного способу обробки має свої особливості у визначенні), мм.

Визначають діаметр обробки  $d$  і припуск на обробку  $a$ . Значення діаметрів валів беруться до обробки, а значення діаметрів отвору – після обробки. Припуск – це незначна величина деталі, яку необхідно з неї зняти при обробці.

Глибину різання  $t$ , як правило, приймають такою, що дорівнює припуску на сторону.

Число робочих проходів знаходять за формулою:

$$i = \frac{a}{2t}. \quad (1.9)$$

Величину подачі  $S$  визначають за нормативами залежно від виду обробки.

Вибрану величину подачі порівнюють з існуючими подачами обладнання за паспортом верстата і приймають для наступних розрахунків найближче значення  $S_{\phi}$ .

Швидкість різання  $V_p$  встановлюють за формулою:

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (1.10)$$

де  $V_T$  – швидкість різання за нормативом, значення якої залежить від оброблюваного матеріалу, його механічних властивостей, матеріалу різального інструмента, глибини різання, подачі, геометрії інструмента;

$K_1, K_2, K_3$  – коефіцієнти, що залежать відповідно від матеріалу, який обробляють, стійкості марки твердого сплаву, виду обробки.

Частоту обертання деталі  $n$  визначають за формулою:

$$n = \frac{1000V_p}{3,14d}, \quad (1.11)$$

де  $V_p$  – швидкість різання;

$d$  – найбільший діаметр поверхні, яку обробляють, мм.

Частоту подвійних ходів при виконанні інструментом або деталлю зворотно-поступального руху знаходять за формулою:



$$n_{\pi} = \frac{1000 \cdot V_{зп}}{2 \cdot L_p}, \quad (1.12)$$

Тут  $V_{зп}$  – швидкість зворотно–поступального руху, м/хв;

$L_p$  – довжина робочого ходу, мм.

Величину частоти обертання або частоти подвійних ходів порівнюють зі значеннями цих параметрів обладнання і приймають найближче значення  $n_{\phi}$  або  $n_{пд \phi}$ , фактичну швидкість різання (зворотно–поступального руху) знаходять за формулою

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot d \cdot n_{\phi}}{1000}. \quad (1.13)$$

Тангенціальне зусилля різання розрахунковим шляхом встановлюють за формулою

$$P_z = P_{zT} \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.14)$$

Тут  $P_{zT}$  – сила різання за нормативом;

$K_4, K_5$  – коефіцієнти, що залежать відповідно від матеріалу, швидкості різання і геометрії різця, визначають за нормативом.

Потужність різання визначають за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{60000}, \quad (1.15)$$

де  $N_p$  – потужність різання, кВт.

Необхідну потужність верстата визначають за формулою:

$$N_{не} = \frac{N_p}{\eta_m}, \quad (1.16)$$

де  $N_{не}$  – необхідна потужність верстата, кВт;

$\eta_m$  – механічний коефіцієнт корисної дії, його беруть рівним 0,97.

Правильність вибраного обладнання і його оптимального завантаження кожної операції оцінюють за допомогою коефіцієнта використання обладнання за потужністю; його визначають за формулою:

$$N_{де} = \frac{N_p}{\eta_m}, \quad (1.17)$$

де  $N_{де}$  – дійсна потужність головного електродвигуна вибраного верстата, кВт.

Коефіцієнт використання обладнання за потужністю дозволяє судити щодо правильності вибору верстата для виконання даної операції. Якщо  $\eta_N \approx 1$ , то верстат вибраний правильно. Якщо  $\eta_N \ll 1$ , то слід вибрати верстат з меншою потужністю головного електродвигуна.

5. Основний час для кожного технологічного переходу знаходять за формулою:

$$T_o = \frac{L_p}{S_\phi \cdot n_\phi} i, \quad (1.18)$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина обробки, мм;

$n_\phi$  – частота обертання деталі або інструмента, хв<sup>-1</sup>;

$S_\phi$  – величина подачі деталі або інструмента, мм/оберт;

$i$  – число проходів інструмента.

Основний час для кожної технологічної операції визначають шляхом складання основного часу з переходами на операцію.

6. На всі переходи технологічної операції за формулою (1.5) визначають за допомогою таблиць нормативів допоміжний час, після чого знаходять їхню суму на операцію.

При цьому слід пам'ятати, що, по–перше, на допоміжні переходи призначають допоміжний час, що пов'язаний з установкою деталі; по–друге, на технологічні переходи призначають допоміжний час, що пов'язаний з переходом; по–третє, на переходи, після яких необхідно робити заміри, призначають допоміжний час, пов'язаний із замірами.

7. Оперативний час визначають за формулою (1.3).

8. Додатковий час визначають за формулою (1.4).

9. Штучний час визначають за формулою (1.2).

10. За таблицею нормативів визначають підготовчо–заключний час.

11. Штучно–калькуляційний час визначають за формулою (1.1).

Дані розрахунку заносять до зведеної таблиці за формою (див. в наведеному нижче в прикладі).

Послідовність визначення штучно–калькуляційного часу для всіх видів робіт, які виконують на металообробних верстатах, однакова. Особливістю для кожного виду обробки є визначення основного (машинного) часу.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНОГО ЧАСУ ДЛЯ РОБІТ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ

На токарних верстатах можуть обробляти деталі будь–яких форм – циліндричні, конічні, плоскі, фасонні. В основному обробку виконують різцями. Однак, можуть бути використані й інші інструменти, такі як: свердла, зенкери, розвертки, плашки, мітчики. З їх допомогою обточують зовнішні циліндричні поверхні, розточують отвори, обробляють торцеві поверхні, відрізають деталі, нарізають різьбу.

Для всіх перелічених вище видів робіт головним рухом є обертання деталі, допоміжним – подача інструмента.

Розрахунок основного часу здійснюють за формулою (1.18). Обточення зовнішньої циліндричної поверхні (рис. 1.1) – один з найпоширеніших видів робіт на токарному верстаті. Окремі параметри, такі, як глибина різання  $t$ , величина подачі деталі  $S_{\phi}$ , швидкість різання  $V_p$ , зусилля різання  $P_z$  визначають за нормативами. Інші ж параметри – розраховують у відповідності з методикою.

При розточенні отвору (рис. 1.2) значно погіршуються умови роботи інструмента – збільшується його нагрів, бо зменшується поперечний переріз, ускладнюється підведення охолоджуючої рідини, збільшується деформація стружки в процесі різання. Всі розрахунки ведуть як для обточення з наступним введенням поправочного коефіцієнта  $K$  на швидкість різання. Його значення залежить від діаметра розточуваного отвору  $d_0$ :

при  $d_0 > 250$  мм,  $K = 1,0$ ;

при  $d_0 = (151 \dots 250)$  мм,  $K = 0,95$ ;

при  $d_0 = (75 \dots 150)$  мм,  $K = 0,90$ ;

при  $d_0 < 75$  мм,  $K = 0,85$ .

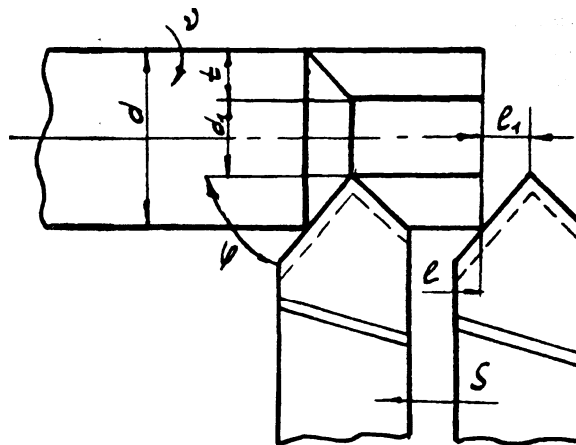


Рис. 1.1 – Схема обточения зовнішніх циліндричних поверхонь на токарно-му верстаті

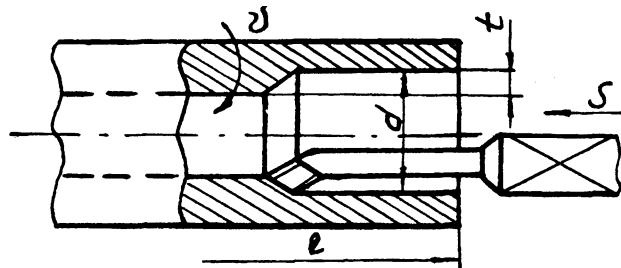


Рис. 1.2 – Схема розточения отвору на токарному верстаті

При обробці торцевих поверхонь розрахунок ведуть так же, як для обточения, тільки дійсну довжину обробки визначають як для суцільної поверхні торця, тобто

$$l = \frac{d}{2}.$$

Дійсну довжину обробки кільцевої поверхні визначають за формулою:

$$l = d - \frac{d_1}{2}, \quad (1.19)$$

де  $d_1$  – діаметр деталі після обробки кільцевої поверхні.

Для визначення частоти обертання за швидкістю приймають середній діаметр поверхні, яку обробляють.

Відрізання деталі і прорізання канавок виконують відрізним різцем. Глибиною різання при цьому є ширина відрізного різця, яку визначають з допомо-

гою аналітичного виразу:

$$b = 0,6d^{0,5},$$

де  $b$  – ширина ріжучої кромки відрізного різця, мм;

$d$  – діаметр відрізної деталі, мм.

Нарізання зовнішньої й внутрішньої різьби виконують різьбовими різцями; їх заточують за профілем створюваної різьби за рахунок здійснення чорнових і чистових проходів загальним числом близько 10. Для трикутних різьб глибина різання повинна бути:

– при кроці різьби  $< 2,0$  мм для чистових і чорнових проходів – у межах  $0,05...0,10$  мм на один прохід;

– при кроці різі  $> 2,0$  мм для чорнових проходів –  $(0,25...0,50)$  мм, а для чистових –  $(0,05...0,10)$ мм на один прохід.

При нарізанні внутрішньої різьби число проходів збільшується на 25%. Подачу визначають кроком нарізання різьби. Швидкість різання визначають за нормативами, як для обточення; при нарізанні внутрішньої різьби швидкість множать на коефіцієнт  $K = 0,8$ . Частоту обертання визначають за формулою (1.10), а основний час – за формулою (1.17) із збільшенням отриманого результату в два рази. Це пояснюють витратою часу на переміщення інструмента в початкове положення.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНОГО ЧАСУ ДЛЯ СВЕРДЛИЛЬНИХ ТА РОЗТОЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

На верстатах свердлильної групи виконують наступні роботи: свердління, зенкерування та розвертання отворів, нарізання різьби метчиками, а також розточення отвору, обробка площини бобишок та цекування (рис. 1.3).

Головним рухом є обертання інструмента, а допоміжним – подача інструмента. Загальна методика розрахунку викладена вище.

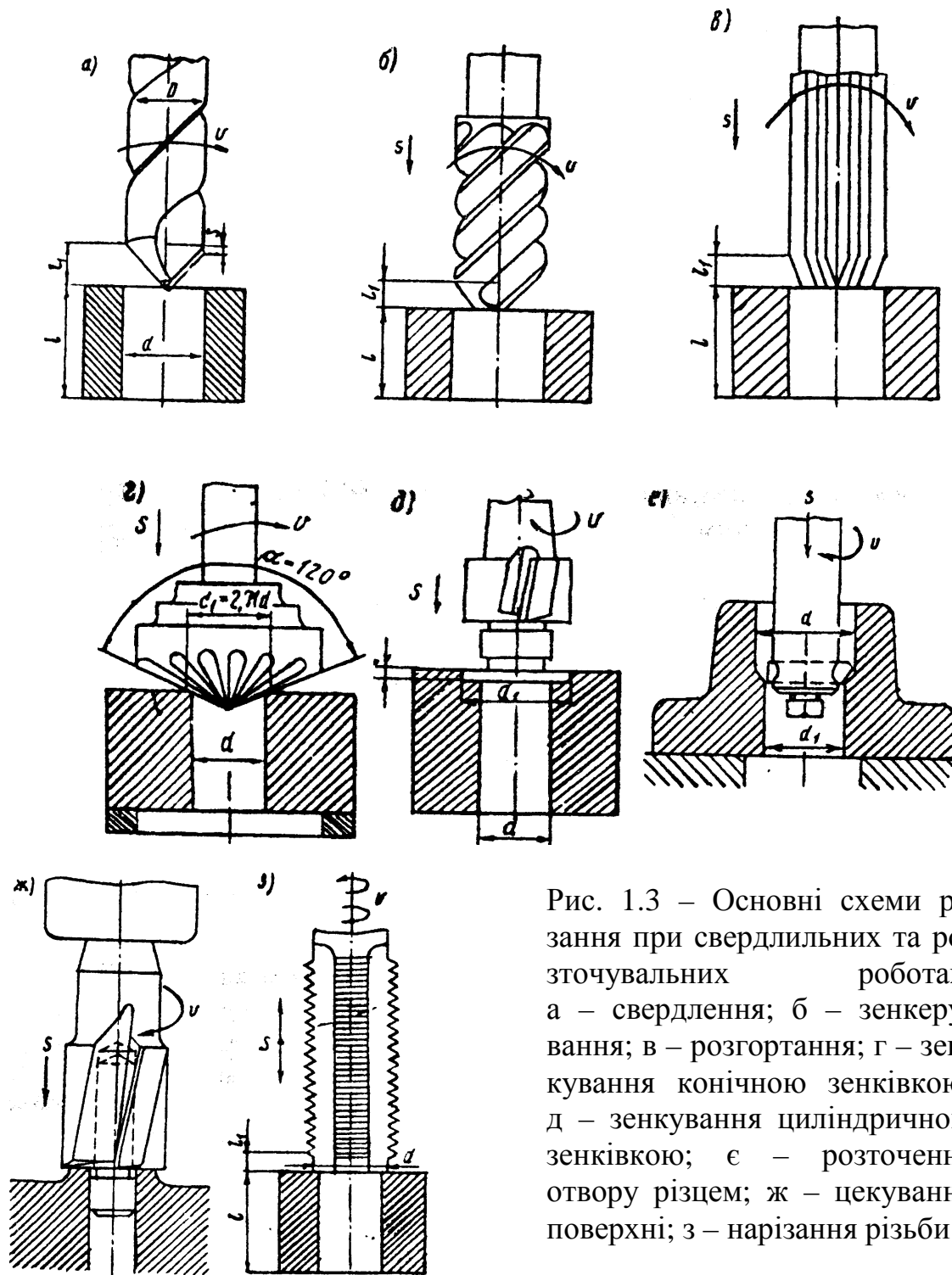


Рис. 1.3 – Основні схеми різання при свердлильних та розточувальних роботах: а – свердлення; б – зенкування; в – розгортання; г – зенкування кінцевою зенківкою; д – зенкування циліндричною зенківкою; е – розточення отвору різцем; ж – цекування поверхні; з – нарізання різьби

Глибину різання визначають за такими формулами:

– при свердлінні отвору в суцільному матеріалі:

$$t = \frac{D_1}{2};$$

– при обробці отвору:

$$t = \frac{D - D_1}{2}, \quad (1.20)$$

де  $D, D_1$  – діаметри отвору відповідно після і до обробки, мм.

При розгортанні і зенкеруванні конічних отворів глибину різання не визначають. При нарізанні різьби, глибиною різання є глибина різьби. При циліндричному зенкеруванні та цекуванні, глибиною різання є ширина обробки. При розточувальних роботах, глибиною різання є товщина шару, який знімають за один прохід інструмента.

Подачу  $S_{\phi}$  визначають за нормативами і після цього уточнюють за паспортними даними верстата. Вона залежить від умов і виду обробки, оброблюваного матеріалу, від діаметра і точності обробки. На величину подачі також впливає відношення довжини отвору до діаметра.

При визначенні довжини обробки величину різання і перебіг свердла визначають величиною  $0,3D$ , де  $D$  – діаметр свердла.

При розточенні отвору основний (машинний) час визначають аналогічно, як і при токарній обробці деталі.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНОГО ЧАСУ ДЛЯ ФРЕЗЕРНИХ РОБІТ

Головним рухом на верстатах фрезерної групи, як видно з рис. 1.4, є обертання фрези, допоміжними рухами є поздовжня, поперечна й вертикальна подачі стола. При цьому використовують циліндричні, торцеві, дискові та інші фрези.

Загальна методика розрахунку й послідовність визначення режимів різання і норм часу залишаються попередніми, як викладено вище.

Особливостями визначення режимів різання є:

– довжину робочого ходу  $L_p$  визначають за формулою:

$$L_p = l + l_1 + l_2 + L_{\text{дод}}, \quad (1.21)$$

де  $l$  – довжина різання, що дорівнює довжині обробки, яку вимірюють в напрямку різання, мм;

$l_1, l_2$  – довжина врізання і довжина перебігу інструмента, які визначають за нормативами, мм;

$L_{\text{дод}}$  – додаткова довжина ходу, що викликана особливостями наладки і конфігурації деталі, мм;

– глибину фрезерування  $t$  визначають як величину, яку необхідно зняти за один прохід інструмента;

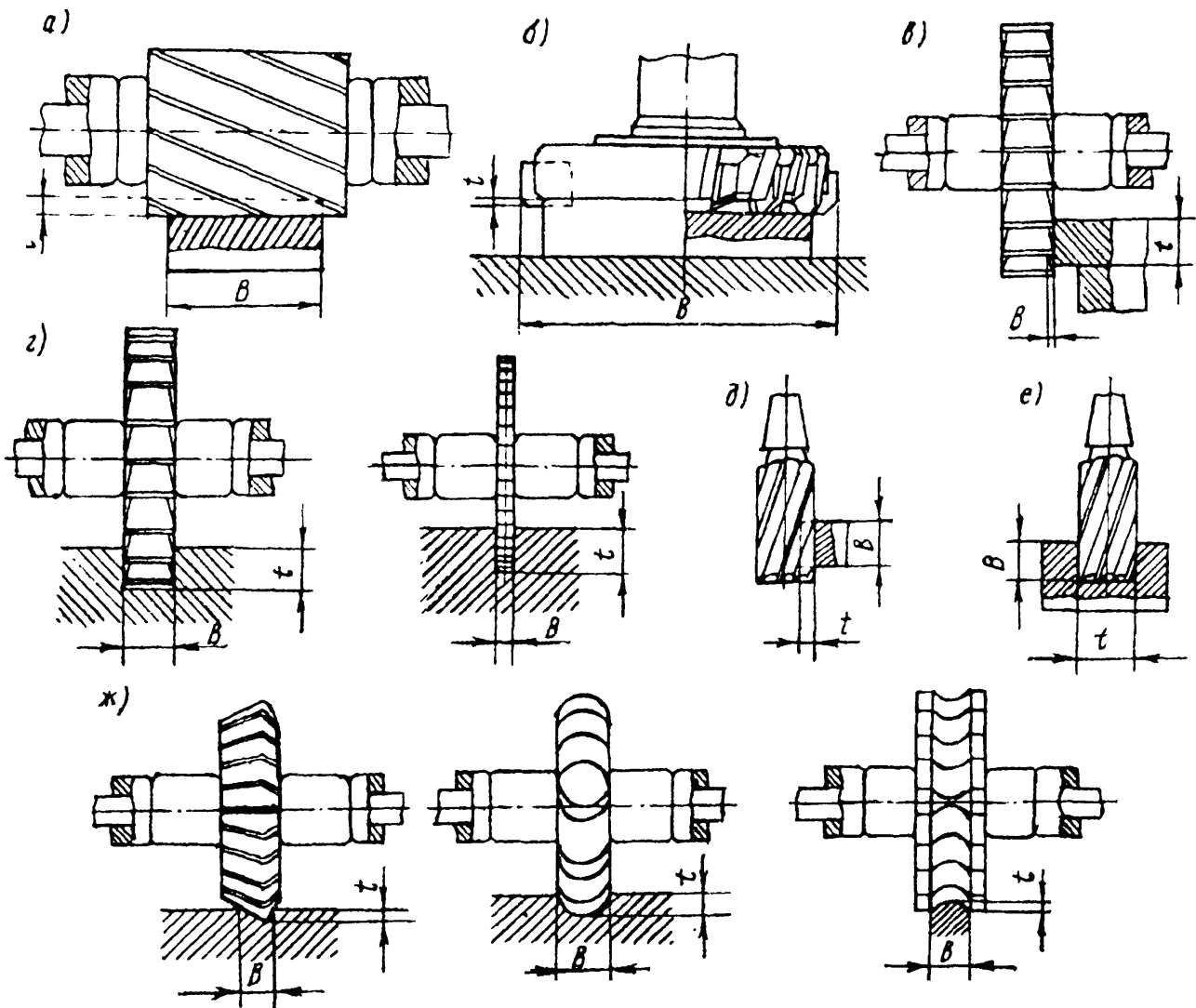


Рис. 1.4 – Основні схеми при фрезерних роботах: а) – обробка площини циліндричною фрезою; б) – те саме торцевою фрезою; в) – те саме дисковою фрезою; г) – фрезерування пазів дисковою фрезою; д) – обробка площини кінцевою фрезою; е) – фрезерування пазів кінцевою фрезою; ж) – фрезерування фасонними фрезами



– середню ширину фрезерування  $B$  визначають за допомогою виразу:

$$B = \frac{F}{l}, \quad (1.22)$$

де  $F$  – площа фрезерованої поверхні,  $\text{мм}^2$  (як правило, ширину фрезерування вимірюють в напрямку, паралельному осі обертання фрези, а глибину фрезерування – у перпендикулярному напрямку до цієї осі обертання; при фрезеруванні торцевими фрезами ширину і глибину фрезерування вимірюють навпаки);

- подачу на зуб  $S_z$  визначають за нормативами її матеріалу.

Хвилинну подачу  $S_m$ , визначають за формулою з наступним уточненням за паспортними даними верстата:

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_{\phi}, \quad (1.23)$$

де  $Z$  – число зубців фрези.

Основний час усіх видів фрезерування визначають за формулою:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} \cdot i. \quad (1.24)$$

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНОГО ЧАСУ ДЛЯ ШЛІФУВАЛЬНИХ РОБІТ

На верстатах шліфувальної групи (як видно з рис. 1.5) виконують кругле зовнішнє шліфування з поздовжньою та поперечною подачею, зовнішнє кругле шліфування – тільки з поперечною подачею, плоске шліфування – периферією круга, плоске шліфування – торцем круга, внутрішнє кругле шліфування.

Основний час для всіх видів робіт визначають за формулою:

$$T_o = \frac{L_p \cdot a}{n_k \cdot S_{\text{пр}} \cdot S_t} \cdot K, \quad (1.25)$$

де  $L_p$  – довжина ходу стола або шліфувального круга,  $\text{мм}$ ;

$a$  – припуск на обробку на сторону,  $\text{мм}$ ;

$n_k$  – частота обертання кола,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$S_{\text{пр}}$  – поздовжня подача,  $\text{мм/об}$ ;

$S_t$  – поперечна подача (глибина різання),  $\text{мм}$ ;

$K$  – коефіцієнт, що враховує знос кола і точність при шліфуванні, числове значення якого лежить у межах:

- при чорному шліфуванні 1,1... 1,4;
- при чистому шліфуванні 1,5... 1,8.

Загальна методика розрахунку і послідовність визначення режимів різання та норм часу залишаються попередніми.

Особливості при визначенні режимів різання на конкретних верстатах шліфувальної групи викладені в [1,2].

Найбільш імовірний машинний час обробки окремих поверхонь на металообробних верстатах визначають за формулами, які зібрані в таблиці А.1 додатку А.

Приклад:

Розрахувати технічно обґрунтовані норми часу на токарну операцію нарізання різьби на шийці поворотного кулака (рис. 1.6).

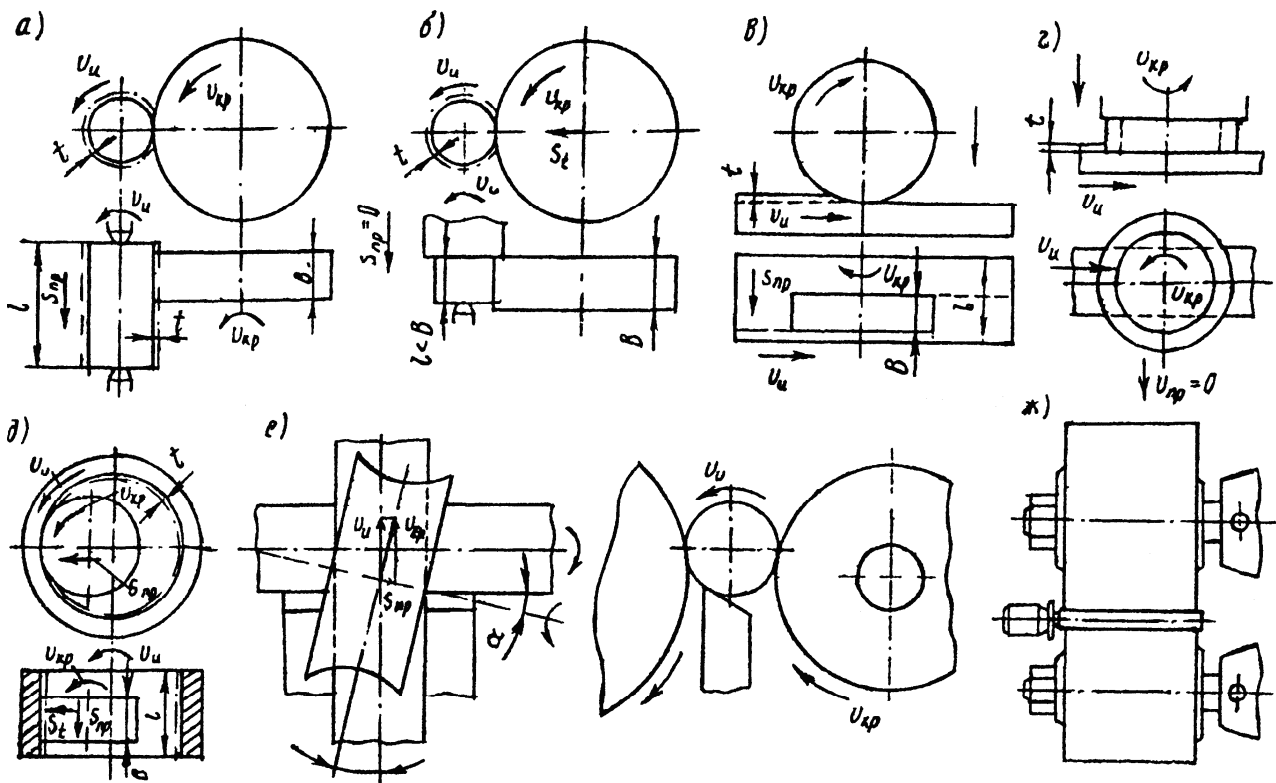


Рис. 1.4 – Основні схеми різання при шліфуванні: а) – зовнішнє кругле шліфування з поздовжньою та поперечною подачами; б) – зовнішнє шліфування тільки з поперечною подачею; в) – плоске шліфування периферією круга; г) – плоске шліфування торцем круга; д) – внутрішнє кругле шліфування; е) – безцентрове шліфування способом поздовжньої подачі; ж) – безцентрове шліфування способом врізання

Деталь №24–3001012, матеріал – сталь 35Х (ДСТ 4543–71), твердість НВ 265...321, межа міцності  $\sigma_B = 70$  кгс/мм<sup>2</sup>, різьба М 24х1,5 – 4h.

Шийка спрямована до  $d_1 = 28$  мм; маса 4 кг, партія – 10 шт.

Рішення:

1. Склад операції:

- встановити поворотний кулак в центри верстату, приєднати повідець (зняти кулак);
- проточити наплавлену шийку під різьбу діаметром  $0,24_{-0,18}$  мм на довжині, що дорівнює 20 мм ( $l = 20$  мм);
- проточити канаву шириною  $f = 3$  мм на глибину  $l_1 = 2$  мм;
- зняти фаску  $2 \times 45^\circ$  на кінці шийки;
- нарізати різьбу М 24х1,5 – 4h.

2. Обладнання та інструмент:

- верстат типу А62;
- поводкова планшайба;
- передній і задній центри;
- різьці: прохідний з пластинкою твердого сплаву Т5К10 з кутом  $\varphi = 45^\circ$ ; канавочний різець з пластинкою твердого сплаву; різьбовий різець Р – 18;
- штангенциркуль ШЦ–11 –250–0,05 (ДСТ 166–80).
- різьбовий шаблон.

3. Режим різання на переході 2:

- припуск на обробку  $a = 2$  мм на бік відрізають за один прохід ( $i = 1$ ). Глибину різання при цьому визначають за формулою:

$$t = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ мм};$$

- при обробці сталей з межею міцності  $\sigma_B = 70$  кгс/мм<sup>2</sup> за нормативами [3, карта Т–2]; визначають подачу –  $S_T = 0,6$  мм/оберт;
- подачу  $S_T$  – коректують за паспортними даними верстата, в результаті чого  $S_\phi = 0,06$  мм/оберт;
- за нормативами [3, карта Т–3] визначають період стійкості різця –  $T = 50$  хв;

– швидкість різання визначають за формулою (1.10)

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3.$$

За нормативами [3, карта Т-4] визначають  $V_T = 110$  м/хв;  $K_1 = 0,6$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ .

Тоді  $V_p = 110 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 66$  м/хв.

– частоту обертання шпинделя визначають за формулою (1.11):

$$n = \frac{1000V_p}{3,14d} = \frac{1000 \cdot 66}{3,14 \cdot 28} = 750 \text{ хв}^{-1},$$

За паспортними даними верстата також коректують фактичну частоту обертання, в результаті чого  $n_\phi = 765 \text{ хв}^{-1}$ .

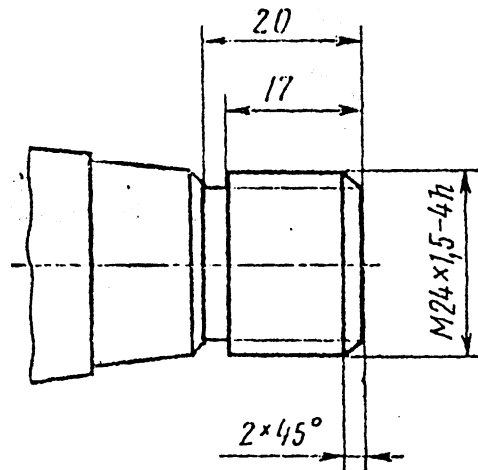


Рис. 1.6 – Ескіз обробки різьби поворотного кулака після наплавлення

– фактичну швидкість різання визначають за формулою (1.13)

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 765}{1000} = 67,2 \text{ м/хв.};$$

– силу різання визначають за формулою (1.14):

$$P_z = P_{zT} \cdot K_4 \cdot K_5$$

За нормативами [3, Т-3] визначають:

$$P_{zT} = 2700 \text{ Н}, K_4 = 0,95, K_5 = 1,0.$$

Підставляючи числові значення, отримують:

$$P_{zT} = 2700 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 2620 \text{ Н};$$

– потужність, що витрачають на різання, визначають за формулою (1.14)

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{60000} = \frac{2620 \cdot 67.2}{60000} = 2,86 \text{ кВт};$$

– необхідну потужність верстата визначають за формулою:

$$N_{не} = \frac{N_p}{\eta_m} = \frac{2,86}{0,97} = 2,9 \text{ кВт};$$

– за паспортом визначають дійсну потужність головного електродвигуна вибраного верстата.  $N_{де}$  дорівнює 5,85 кВт. Оскільки  $N_p < N_{де}$  ( $2,86 < 5,85$ ), то реалізація призначеного режиму можлива.

4. Норми часу визначають наступним чином.

Основний час визначають за формулою (1.23)

$$T_o = \frac{L_p}{n \cdot S} \cdot i$$

Довжину робочого ходу  $L_p$  визначають за формулою (1.20)

$$L_p = l + l_1 + l_2$$

Тут довжина поверхні, яку обробляють,  $l$  дорівнює 20 мм; величину врізання різця  $l_1$  визначають за нормативом [3, с. 300], при цьому вона дорівнює 2 мм; довжину підведення і переміщення різця  $l_2$  також визначають за нормативом [3, с 300], при цьому вона дорівнює 2 мм. Тоді

$$L_p = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм},$$

$$T_o = \frac{24}{765 \cdot 0,6} \cdot 1 = 0,05 \text{ хв.}$$

Допоміжний час  $T_d$  знаходять як суму його складових частин, за формулою (1.6).

Час на установку деталі  $T_{ду}$ , визначають за нормативом [4, т. 47], він дорівнює 0,32 хв;

Час на перехід  $T_{дп}$  встановлюють за нормативом [4, т. 48,49], він дорівнює 0,26 хв;

Час на замірювання  $T_{дз}$  встановлюють за нормативом [4, т. 53], він дорівнює 0,10 хв;

Підставляючи числові значення, отримують:

$$T_d = T_{ду} + T_{дп} + T_{дз} = 0,32 + 0,06 + 0,10 = 0,68 \text{ хв.}$$

5. Режим різання, норми часу по переходах 3 і 4 розраховують аналогічно.

Результати розрахунку зібрані в таблицю.

6. Режим різання і норми часу на перехід 5:

– припуск на бік дорівнює висоті профілю різьби  $H$ , яку визначають за формулою:

$$H = 0,65S,$$

де  $S$  – крок різьби, що дорівнює 1,5 мм.

$$\text{Тоді } H = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97 \text{ мм.}$$

Для різьби з діаметрами до 52 мм і кроком 2 мм рекомендують 6... 10 проходів при глибині різання близько 0,12 мм;

– число проходів визначають за формулою:

$$i = \frac{H}{t} = \frac{0,97}{0,12} = 8,05$$

Приймають 8 проходів (4 чорних і 4 чистових);

– швидкість різання визначають за нормативом:

- для чорних проходів  $V_{ч} = 36 \text{ м/хв}$ ;
- для чистових проходів  $V_{чист} = 64 \text{ м/хв}$ ;

– частоту обертання шпинделя визначають за формулою (1.11)

$$n_{рч} = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 24} = 476 \text{ хв}^{-1},$$

а приймають  $n_{\phi} = 480 \text{ хв}^{-1}$ ;

$$n_{рчист} = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 24} = 850 \text{ хв}^{-1},$$

а приймають  $n_{\phi} = 765 \text{ хв}^{-1}$ ;

– основний час визначають за формулою (1.18):

$$T_o = \frac{2(1 + l_1 + b)}{nS} i,$$

де  $l$  – довжина різьби, що дорівнює 17 мм;

$l_1 - (2...3)S$ , ( $S$  – крок різьби, що дорівнює 1,5 мм), приймають  $l_1 = 3$  мм;  $b = 3$  мм.

Тоді

$$T_{\text{оч}} = \frac{2(17 + 3 + 3)}{480 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,29 \text{ хв},$$
$$T_{\text{очист}} = \frac{2(17 + 3 + 3)}{765 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,09 \text{ хв.},$$
$$T_{\text{озаг}} = 0,29 + 0,09 = 0,38 \text{ хв.}$$

– допоміжний час визначають за формулою (1.5):

- час на перехід  $T_{\text{дп}}$  визначають за нормативом [4, т. 48,49], числове значення якого дорівнює 0,61 хв;
- час на замірювання  $T_{\text{дз}}$  визначають за нормативом [4, т. 53], що чисельно дорівнює 0,10 хв.

7. Норма часу на операцію:

– основний (машинний) час на 2, 3,4 та 5 переходи при складанні отримують:

$$T_o = 0,05 + 0,033 + 0,09 + 0,38 = 0,47 \text{ хв};$$

– допоміжний час на установку і зняття, переходи і замірювання при складанні отримують:

$$T_d = 0,32 + 0,26 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,61 + 0,10 = 2,51 \text{ хв};$$

– додатковий час (на обслуговування робочого місця і для відпочинку робітника) визначають за формулою (1.5)

$$T_{\text{дод}} = (T_o + T_{\text{доп}}) \frac{K_i}{100}.$$

Коефіцієнт  $K_i$  визначають за нормативом [4, т. 50], який дорівнює 7,5%.

Тоді

$$T_{\text{дод}} = (0,47 + 2,51) \frac{7,5}{100} = 0,22 \text{ хв.}$$

Штучний час визначають за формулою (1.3)

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{дод}} = 0,47 + 2,51 + 0,22 = 3,20 \text{ хв.}$$

Підготовчо–заключний час  $T_{\text{іс}}$  визначають за нормативом [4, т. 51], числове значення якого дорівнює 21 хв.

Нормований час (штучно–калькуляційний) визначають за формулою (1.1)

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{пз}}}{Z} = 3,2 + \frac{21}{10} = 5,3 \text{ хв.}$$

Технічне нормування свердлильної, фрезерної, шліфувальної операцій визначають так само, як і токарної операції, але з урахуванням особливостей конструкцій інструмента (свердла, фрези, шліфувального круга) і верстатів.

Таблиця 1.3 – Зведена

Елементи режиму різання та норми врізання на операцію			Переходи				
Найменування параметра	Позначка	Спосіб отримання	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8
Припуск, мм	a	розрахунок					
Глибина різання, мм	t	-----//-----					
Число переходів	i	-----//-----					
Довжина робочого ходу, мм	L	норматив					
Стійкість інструмента, хв.	T	-----//-----					
Подача за нормативом, мм/оберт	S <sub>T</sub>	-----//-----					
Подача фактична, мм/оберт	S <sub>ф</sub>	паспорт					
Швидкість різання, м/хв.	V <sub>T</sub>	норматив					
Частота обертання шпинделя фактична, хв <sup>-1</sup>	n <sub>ф</sub>	паспорт					
Частота обертання шпинделя, хв <sup>-1</sup>	n <sub>p</sub>	розрахунок					
Швидкість різання фактична, м/хв.	V <sub>ф</sub>	розрахунок					
Потужність різання, кВт	N <sub>p</sub>	-----//-----					
Основний(моторний) час, хв.	T <sub>o</sub>	-----//-----					
Допоміжний час установки, хв.	T <sub>ду</sub>	норматив					
Допоміжний час переходу, хв.	T <sub>дп</sub>	-----//-----					
Допоміжний час замірювання, хв.	T <sub>дз</sub>	-----//-----					
Додатковий час, хв.	T <sub>дод</sub>	розрахунок					
Штучний час, хв.	T <sub>ш</sub>	-----//-----					
Підготовчо–заключний час, хв.	T <sub>пз</sub>	норматив					
Нормований час(штучно–калькуляційний), хв.	T <sub>шк</sub>	розрахунок					



### *Список літератури*

1. Ремонт автомобилей. Учебник/ Под ред. С.И. Румянцева. – М.: Транспорт, 1981. – 462 с.
2. Далека В.Х., Голтв'янський М.А. Ремонт рухомого складу міського електро-транспорту. Навчальний посібник. Х.: ХНАМГ, 2004 – 307 с.
3. Режим резания металлов. Справочник/Под ред. Барановского Ю.В. – М.: Машиностроение, 1974 – 407 с.
4. Стародубцева В.С. Сборник задач по техническому нормированию. – М.: Машиностроение, 1974 – 271 с.

### *Контрольні запитання*

1. У чому полягає основне завдання технічного нормування?
2. З яких складових частин складається штучно–калькуляційний час?
3. Розкрийте фізичну суть складових частин штучно–калькуляційного часу.
4. У чому полягає особливість визначення штучно–калькуляційного часу верстатних робіт?
5. Викладіть методику визначення основного часу для робіт, які виконують на токарному верстаті.
6. Перелічіть параметри режиму свердлильної, розточної і шліфувальної операцій.

## **2. ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ**

### *Мета заняття:*

1. Закріпити теоретичні знання з технічного нормування.
2. Освоїти особливості технічного нормування ремонтних робіт.
3. Отримати практичні навички з технічного нормування ремонтних робіт.

### *Особливості нормування ремонтних робіт*

Слюсарні, розбірно–складальні, електромонтажні, зварювальні, ковальські, термічні, жерстяницькі, малярні та інші ручні роботи і впливають на ефективність і якість ремонту.

До нормованого часу ремонтних робіт  $T_{ч}$ , аналогічно як і для верстатних

робіт, входять всі витрати робочого часу на технологічну операцію. У залежності від вигляду виробництва, нормований час ремонтних робіт також класифікують на штучно–калькуляційний  $T_{шк}$  (при одиничному мало– і середньо–серійному виробництві) або штучний  $T_{ш}$  (при великосерійному і масовому виробництві). Цей нормований час складається з основного (машинного)  $T_o$ , допоміжного  $T_d$ , додаткового  $T_{дод}$  і підготовчо–заключного  $T_{пз}$  часу. Його подають виразом

$$T_q = T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{Z} = T_o + T_d + T_{дод} + \frac{T_{пз}}{Z}, \quad (2.1)$$

де  $Z$  – число деталей в партії;

$T_{ш}$  – штучний час, який зображають виразом

$$T_{ш} = T_o + T_d + T_{дод} = T_o + T_{ду} + T_{дп} + T_{дз} + T_{дод} = T'_{оп} + T_{ду} + T_{дз} + T_{дод}. \quad (2.2)$$

Особливістю нормування ремонтних робіт є те, що основний час  $T_o$  і частина допоміжного, пов'язаного з переходом  $T_{дп}$  (взяти, покласти, вставити, зсунути, сумістити та інше), визначають спільно у вигляді неповного оперативного часу  $T'_{оп}$ . Це зумовлено тісним переплетенням цих робіт.

Неповний оперативний час визначають за нормативами, або вираховують за формулами. Нормативи неповного оперативного часу призначають за певних умов. Всякі відхилення від цих умов враховують шляхом поправних коефіцієнтів, які можуть бути як більше, так і менше одиниці. У таблицях нормативів неповний оперативний час встановлений на одиницю параметру основної роботи (1 кг, 1 мм, 1 шт, 1 м<sup>2</sup>, 1 дм<sup>2</sup> і т. ін.) і комплекс прийомів у хвилинах.

У зв'язку з цим, при нормуванні ремонтних робіт необхідно чітко визначати зміст нормованої операції і умови, в яких її виконують.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою і кріпленням деталі  $T_{ду}$ , а також замірами  $T_{дз}$ , визначають окремо за нормативами.

## НОРМУВАННЯ СЛЮСАРНИХ РОБІТ

Слюсарні роботи включають в себе велику кількість впливів на оброблювані деталі, таких як різання металевого листа ножицями, різання ножівкою,

рубка металу зубилом, правка заготівлі, розмітка, свердлення отвору, обпилювання напилками, розбірно–складальні роботи і т. ін. Слюсарна операція – процес повної обробки деталі виконавцем на одному робочому місці.

Методика визначення нормованого часу аналогічна визначенню цього часу для робіт, які виконують на металорізних верстатах (верстатні роботи). Нормативи на слюсарні роботи призначають на одиницю поверхні, яку обробляють (площа обробки, кількість впливів, кількість отворів і т. ін.).

Норму штучно–калькуляційного часу при слюсарних роботах визначають за формулою

$$T_{\text{шк}} = T'_{\text{оп}} + T_{\text{ду}} + T_{\text{дз}} + T_{\text{дод}} + \frac{T_{\text{пз}}}{Z}. \quad (2.3)$$

Неповний оперативний час визначають за формулою:

$$T'_{\text{оп}} = \sum t'_{\text{оп}} QK, \quad (2.4)$$

де  $t'_{\text{оп}}$  – питомий неповний оперативний час на одиницю параметру, хв;

$Q$  – величина основного параметру роботи, яку виконують (наприклад, площа обробки, кількість впливів, кількість отворів, довжина зварювального шва і т. ін.);

$K$  – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови обробки; він чисельно дорівнює добутку окремих коефіцієнтів.

Допоміжний, додатковий і підготовчо–заключний час визначають за нормативами.

## НОРМУВАННЯ РОЗБІРНО–СКЛАДАЛЬНИХ РОБІТ

Технологічні процеси розбирання та зборки вміщують у собі технологічні операції, комплекси прийомів і окремі прийоми, в основі яких лежать складальні одиниці.

При нормуванні цих робіт за основу беруть принцип складальної пари, що являє собою первинну складальну одиницю. Таку складальну одиницю одержують при поєднанні тільки двох деталей, для яких і призначають неповний

оперативний час за нормативами.

За наявності відхилень від прийнятих середніх умов вводять поправочні коефіцієнти, які визначають за нормативами. Наприклад, коефіцієнт одночасності ( $K_1 = 0,95$  при закручуванні одночасно до 11 гайок, а при закручуванні одночасно до 25 гайок він дорівнює 0,8), коефіцієнт стриманості (коли гайковий ключ можна повернути, наприклад, тільки на  $60^\circ$   $K_2 = 1,3$ ) і т. ін.

Допоміжний час  $T_d$  при розбірно–складальних роботах вміщує в собі час на установку, кріплення деталі в затискачі, на вимір її положення у процесі роботи і зняття деталі  $t_{ду}$ , а також контрольні заміри  $t_{дз}$ . Його визначають за формулою:

$$T_d = \sum(t_{ду} + t_{дз}). \quad (2.5)$$

Допоміжний час на установку та заміри визначають за нормативами в залежності від маси деталі, її конфігурації, характеру установки, міри точності вивірення деталі і т. ін.

Додатковий час визначають у відсотках від оперативного часу за нормативами.

Підготовчо–заклучний час визначають за нормативами залежно від виду роботи, яку виконують, умов її виконання, умов організації праці і виробництва.

Нормативи комплектують в окремі збірники з таким розрахунком, щоб кожний збірник містив:

- 1) нормативи виконання слюсарних робіт;
- 2) збільшені нормативи штучного часу на комплекси слюсарно–складальних робіт.

Нормування збільшеними комплексами значно скорочує час розрахунку норм. При цьому штучний час визначають шляхом складання штучного часу окремих комплексів складальних робіт. До штучного часу включені: підготовчо–заклучний час, час на обслуговування робочого місця і час на відпочинок і особисті потреби, прийнятий в розмірі 11% від оперативного часу. Час у цих нормативах розрахований на тривалість виконання складальних комплексів

робіт одним слюсарем–складальником.

При виконанні роботи зі збирання вузла або виробу одночасно двома або більшою кількістю слюсарів–складальників норму часу слід розраховувати залежно від частки участі цих робітників у виконанні складальних операцій з урахуванням перекриття і суміщення прийомів робіт. Тоді

$$T_{\text{ш}} = \sum(t_{\text{ш1}} + \dots + t_{\text{шn}}) \cdot K, \quad (2.6)$$

де  $T_{\text{ш}}$  – штучний час на збільшений комплекс;

$t_{\text{ш1}}, t_{\text{ш2}}, t_{\text{шn}}$  – штучний час на окремі прийоми і комплекси прийомів робіт;

$K$  – коефіцієнт, що враховує кількість вузлів, що збираються, виробів у партії;

3) нормативи штучного часу на комплекси прийомів слюсарно–складальних робіт (установочні, закріпні, пригоночні, регульовальні та інші прийоми);

4) нормативи штучного часу на окремі прийоми, що пов’язані з виконанням складальних операцій;

5) додаток–карти на прийоми і комплекси прийомів робіт, що включені до збільшених нормативів штучного часу.

У нормативних картах передбачені: установка регульованих деталей, технологічних валиків і втулок, а також зняття їх за необхідністю. Повторна установка деталей у картах не передбачена.

Час на регулювання, приведений в нормативах, поданий як середній для робіт цього типу.

Для слюсарних і слюсарно–складальних робіт зі складання машин малосерійного і одиничного виробництва передбачене застосування поправочних коефіцієнтів на величину партії, чисельні значення яких наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Чисельні значення поправочних коефіцієнтів

Кількість вузлів, які збирають, виробів у партії	1–3	4–5	6–7	8 і більше 8
Коефіцієнт $K$	1,0	0,95	0,9	0,85

## НОРМУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ І НАПЛАВОЧНИХ РОБІТ

У ремонтному виробництві рухомого складу знаходять широке застосування ручні види зварювання (газове, електродугове) і механізовані види наплавки (вібродугова, під шаром флюсу, в середовищі інертних газів та ін.).

Норму штучного часу на операцію при виконанні ручного електродугового зварювання розраховують за формулою

$$T_{\text{ш}} = [(t_0 + t_{\text{дп}})L \cdot K + T_{\text{ду}}] + T_{\text{дод}} = T'_{\text{оп}} + T_{\text{ду}} + T_{\text{дод}}, \quad (2.7)$$

де  $t_0$  – питомий основний час на 1 м шва, хв/м;

$t_{\text{дп}}$  – питомий допоміжний час, що пов'язаний зі зварюванням швом на 1 м, хв/м, який визначають за формулою:

$$t_{\text{дп}} = t_{\text{дп1}} + t_{\text{дп2}} \quad (2.8)$$

$t_{\text{дп1}}$  – питомий час, необхідний для огляду і очистки зварюваних кромки;

$t_{\text{дп2}}$  – питомий час, необхідний на зміну електрода;

$L$  – довжина шва, м;

$K$  – коефіцієнт, що враховує умови, за яких виконують зварювання;

$T_{\text{ду}}$  – допоміжний час, що пов'язаний зі зварюванням деталлю і керуванням зварювальним агрегатом, хв;

$T_{\text{дод}}$  – додатковий час.

Основний час при електродуговому зварюванні – це час безпосереднього горіння електричної дуги і утворення зварювального шва. Для більшості електрозварювальних робіт основний час визначають за диференційованими нормативами на 1 м шва або за комплексними нормативами на певний, виконуваний на даному підприємстві вид робіт.

Диференційовані нормативи передбачають визначення питомого основного  $t_0$ , питомого допоміжного  $t_{\text{д}}$  і питомого неповного оперативного часу  $t'_{\text{оп}}$  в залежності від товщини зварюваного матеріалу, діаметра електрода, сили струму зварювальної дуги. Ці нормативи визначають при зварюванні нижніх швів у горизонтальній площині; за інших умов роботи вводять поправочні коефіцієнти, наприклад:

– при виконанні стельового шва  $K_1 = 1,5$ ;

- при кільцевому шві  $K_1 = 1,1 \dots 1,3$ ;
- при вертикальному шві  $K_1 = 1,25$ ;
- при довжині шва 200...500 мм  $K_2 = 1,1$ ;
- при довжині шва  $< 200$  мм  $K_2 = 1,2$ .

Комплексні нормативи встановлюють для часто повторюваних робіт на підставі зварювальних та інших зв'язаних зі зварюванням впливів.

Види зварювальних робіт, для яких будуть відсутні диференціювання і комплексна норма, нормують із застосуванням формули (2.7). При цьому оперативну та основну години при зварюванні визначають за формулами:

$$T_{\text{оп}} = (t_0 + t_{\text{дп}})L \cdot K \cdot T_{\text{ду}}, \quad (2.9)$$

$$t_0 = \frac{60Q}{\alpha_n \cdot i}, \quad (2.10)$$

де  $Q$  – маса металу, що наплавлений в шов, г;

$\alpha_n$  – коефіцієнт наплавки, г/А – г;

$i$  – сила струму, А.

Масу металу, наплавленого при отриманні шва, можна розрахувати за формулою:

$$Q = F \cdot L \cdot v \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.11)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу шва, мм<sup>2</sup>;

$L$  – довжина шва, м;

$v$  – щільність наплавлюваного металу, г/см<sup>3</sup>;

$K_{\text{п}} = 0,9$  – коефіцієнт розбризкування металу.

Значення  $\alpha_n$  та  $i$  визначають за нормативами режимів ручного електродугового зварювання, що містяться у довідниках з нормування зварювальних робіт.

Норму штучного часу на виконання газового зварювання визначають за формулою:

$$T_{\text{ш}} = (t_0 + t_{\text{дп}})L \cdot K + T_{\text{ог}} \cdot \Pi_p + T_{\text{ду}} + T_{\text{дод}}, \quad (2.10)$$

де  $T_{\text{ог}}$  – основний час на один розігрів зварюваних кромок, хв;

$\Pi_p$  – число розігрівів, яке визначають числом окремих ділянок зварювання і довжиною зварювального шва (на кожній ділянці 1...2 розігрівів).

Нормативи основного, допоміжного й неповного оперативного часу побу-

довані також, як і при електродуговому зварюванні. Тривалість основного часу визначають з урахуванням товщини зварюваних листів, номера насадки пальника і діаметра присадочного матеріалу за формулою:

$$T_o = \frac{F \cdot L \cdot \gamma}{\alpha_n} + T_{ог} \cdot П_p, \quad (2.13)$$

де  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/хв.

Допоміжний час визначають за нормативами залежно від вигляду допоміжних робіт і маси зварюваних деталей.

Нормативи додаткового часу встановлені у відсотках від оперативного часу. Величину відсотка визначають залежно від зручності виконуваної роботи.

Підготовчо–заклучний час визначають за нормативами в залежності від вигляду і складності робіт, що виконуються зварювальником. Для визначення основного часу при механічному наплавленні необхідно, з одного боку мати швидкість наплавлення, частоту обертання деталі і подачу, а з другого боку, для визначення товщини наплавки треба за силою зварювального струму і діаметром електроду визначити швидкість подачі.

Перелічені вище режими наплавки залежать від діаметра електроду, щільності струму і коефіцієнта наплавки, що позначається, як подача і частота обертання, експериментально, бо від цих параметрів залежать властивості наплавленого шару.

Знаючи режими наплавки, основний час визначають за формулою:

$$T_o = \frac{L_n}{n \cdot S} \cdot i, \quad (2.14)$$

де  $L_n$  – довжина наплавлюваної поверхні деталі, мм;

$n$  – частота обертання деталі, хв<sup>-1</sup>;

$S$  – подача зварювальної голівки, мм/об;

$i$  – число шарів наплавки.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою і зняттям деталі, визначають за нормативами на токарні роботи. Допоміжний час, пов'язаний зі зварювальним швом визначають за нормативами на зварювальні роботи. Нормативи додаткового часу встановлю-



ють у відсотках від оперативного часу як для зварювальних робіт.

Підготовчо–заклучний час визначають за нормативами.

Для швидкого, але менш точного нормування часу ремонтних робіт застосовують так звані технічні норми часу.

Технічні норми часу при виконанні ручних газозварювальних робіт визначають за формулою:

$$T_{\text{шк}} \left[ \left( \frac{F \cdot \gamma}{a_p} + T_{\text{ор}} \cdot n_p + 1 + 0,4F \right) L + T_{\text{ду}} \right] \cdot 1,16, \quad (2.15)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу шва (валика),  $\text{мм}^2$ ;

$\gamma$  – щільність розплавленого металу,  $\text{г/см}^3$ ; (сталь 7,8; чавун 7,0; алюмінієві сплави 2,8; мідь 8,9; латунь 8,6; цинк 7,0);

$a_p$  – коефіцієнт розплавлення (табл. 2.2);

$T_{\text{ор}}$  – основний час на один розігрів кромки на початку і в процесі зварювання (табл. 2.2), хв;

$n_p$  – число розігрівів кромки на один метр шва;

$l$  – час на очистку і контроль зварюваних кромки і шва;

$L$  – довжина шва (валика), м;

$T_{\text{ду}}$  – допоміжний час, зв'язаний з установкою, поворотом і зняттям виробу (табл. 2.3), хв;

1,16 – коефіцієнт, що враховує час обслуговування робочого місця та на особисті потреби робітника і підготовчо–заклучні роботи.

Таблиця 2.2 – Параметри газового зварювання (наплавлення)

Товщина зварюваного металу і наплавленого шару, мм	Діаметр присадочного дроту, мм	Номер насадки	$a_p$ , г/Ач	$T_{\text{ор}}$ , хв.
до 1,0	1...1,5	0	1,25	0,10
1...2	1,5...2	1	2,50	0,18
2...4	2...3	2	5,00	0,31
4...6	3...4	3	9,00	0,43
6...8	4...5	4	12,5	0,57

Технічну норму часу при виконанні ручних і механізованих електрозварювальних наплавочних робіт визначають за формулою:

$$T_{\text{шк}} = \left[ \left( \frac{60 \cdot F \cdot \gamma \cdot i}{a_p \cdot I} + T_{\text{дп1}} + T_{\text{дп2}} \cdot F \right) L \cdot K_p \cdot K_d + T_{\text{ду}} \right] \cdot 1,16, \quad (2.16)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу шва (валика),  $\text{мм}^2$ ;

$\gamma$  – щільність розплавленого металу,  $\text{г/см}^3$ ;

$i$  – число шарів шва (валика);

$a_p$  – коефіцієнт розплавлення (табл. 2.4);

$I$  – сила струму,  $\text{А}$  (визначають в залежності від діаметра електродів, виду зварювання і т. ін.) (див. табл. 2.4);

$T_{\text{дп1}}$  – допоміжний час на контроль і очистку одного метра шва;  $\text{хв/м}$  (0,3 при одношаровому зварюванні і наплавленні стикового з'єднання без розчищення кромки; 0,5 – те ж з  $V$ -подібним розчищенням кромки і при зварюванні внапусток; 0,6 – для першого і останнього шарів багатшарового зварювання і наплавлення; 1,2 – для проміжних шарів зварювання і наплавлення);

$T_{\text{дп2}}$  – час на зміну електрода, віднесена до  $1 \text{ см}^3$  розплавленого металу,  $\text{хв/см}^3$  (приймають при коефіцієнті переходу металу в шов, що дорівнює 0,90 за табл. 2.5);

$L$  – довжина шва,  $\text{м}$ ;

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує просторове розташування шва (табл. 2.6);

$K_d$  – коефіцієнт на довжину шва;

$T_{\text{ду}}$  – допоміжний час, що пов'язаний з установкою, поворотом і зняттям виробу (табл. 2.3),  $\text{хв}$ ;

1,16 – коефіцієнт, що враховує час обслуговування робочого місця та на особисті потреби робітника і підготовчо–заклучні роботи.

Таблиця 2.3 – Допоміжний час на установку, поворот і зняття виробу, хв

Елементарні операції Піднести, покласти, зняти і віднести деталь	Маса виробу, кг				
	До 5	5...10	10...15	15...20	20...200
Робота на столі	0,24	0,39	0,49	0,53	2,70
Робота в пристрої	0,35	0,58	0,71	0,78	2,70
Повернути деталь	0,12	0,19	0,24	0,26	1,6

Роботу виконують із застосуванням підйомного механізму

Таблиця 2.4 – Параметри електрозварювання

Марка елект- рода	Використання електрода (на по- стійному і змін- ному струмі, прямої і зворот- ної полярності)	Діаметр електрода, мм	Сила зварюва- льного струму I, А	Коефіцієнт ро- зплавлення $a_p$ , г/Ач
СМ– ЦМ–7, 7с ВСЦ–1,–2,–3 УРНИ–13/55,–13/85 МР–1,–3 ОЗС–2–4–6	Зварювання вуг- лецевих і низько- легованих сталей	4...6	100...200	7,2
		4...6	160...320	10,6
		3...5	80...220	10
		2...6	45...240	3,5...10
		3...6	100...320	7,8...8,5
ОМА–2	Зварювання де- талей з листової сталі	1,5...3	16...80	10
ОЗН–250У 300У 350У 400У	Наплавлення де- талей з мало– і середньо– вуглецевих і ни- зьколегованих сталей	4...5	120...240	8,2...8,6
ОМЧ–1 МНЧ–2 ОЗЧ–1–2 ЦЧ–3–4 АНЧ–1 ПАНЧ– 11	Зварювання і на- плавлення дета- лей з чавуну (з попереднім підіг- рівом і без нього)	6...8 3...5 3...4 1,2...1,6	250...450 90... 190 60... 120 110...220	15,2
ОЗА–2	Зварювання і на- плавлення дета- лей з алюмініє- вих сплавів	5...6	140...250	6,2...6,5

Роботу виконують із застосуванням підйомного механізму

Таблиця 2.5 – Час на заміну електрода

Діаметр. довжина електрода, мм	2x250	3x350	4x450	5x450	6x450	7x450	8x450	10x450
$T_{дп2}, \frac{M^2}{XB/CM^3}$	0,193	0,057	0,024	0,016	0,011	0,008	0,006	0,004

Таблиця 2.6 – Коефіцієнт  $K_p$ , що враховує просторове розташування зварювального шва

Найменування шва	Просторове розташування шва	$K_p$
Нижній Вертикальний Горизонтальний Стельовий	На горизонтальній площині згори	1,0
	На вертикальній площині знизу доверху	1,25
	На вертикальній площині по горизонтальній лінії	1,30
	На горизонтальній площині знизу (над головою)	1,60

Особливості нормування автоматизованої наплавки на спеціальній установці або на пристосованому токарному верстаті полягають в тому, що необхідно враховувати як чинники зварювального процесу, так і режими, які використовують при токарній обробці. В залежності від відомих значень чинників наплавки визначення технічної норми часу здійснюють за однією з наступних формул:

– при відомих значеннях  $n, S$ :

$$T_{шк} = 1,13 \left[ \frac{L \cdot i}{n \cdot S} + T_{дп1} + T_{дп2} \cdot L \right] + \frac{T_{пз}}{Z}; \quad (2.17)$$

– при відомих значеннях  $V_n, S$ :

$$T_{шк} = 1,13 \left[ \frac{\pi \cdot D \cdot L \cdot i}{1000 \cdot V_n \cdot S} + T_{дп1} + T_{дп2} \cdot L \right] + \frac{T_{пз}}{Z}; \quad (2.18)$$

– при відомих значеннях  $D_a, a_n, d$ :

$$T_{шк} = 1,13 \left[ \frac{D \cdot L \cdot h \cdot i}{0,24d^2 D_a \cdot a_n} + T_{дп1} + T_{дп2} \cdot L \right] + \frac{T_{пз}}{Z}; \quad (2.19)$$

– при відомих значеннях  $V_{др}, S$ :

$$T_{\text{шк}} = 1,13 \left[ \frac{D \cdot L \cdot S \cdot h \cdot i}{250 \cdot V_{\text{др}} \cdot a \cdot K_3} + T_{\text{дп1}} + T_{\text{дп2}} \cdot L \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{Z}; \quad (2.20)$$

– при відомих значеннях  $I$ ,  $a_n$ :

$$T_{\text{шк}} = 1,13 \left[ \frac{0,19D \cdot L \cdot h \cdot \gamma \cdot i}{I \cdot a_n} + T_{\text{дп1}} + T_{\text{дп2}} \cdot L \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{Z}, \quad (2.21)$$

де  $n$  – частота обертання деталі, об/хв;

$S$  – подача (крок наплавки), мм/об (табл. 2.7);

$V_n$  – швидкість наплавлення, м/хв;

$I$  – сила струму, А (табл. 2.7);

$a_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/Ач (табл. 2.8);

$V_{\text{др}}$  – швидкість подачі електродного дроту, м/хв;

$D_a$  – щільність струму, А/мм<sup>2</sup>;

$d$  – діаметр електродного дроту, мм;

1,13 – коефіцієнт, що враховує час обслуговування робочого місця на особисті потреби робітника;

$L$  – довжина наплавлюваної поверхні, мм;

$i$  – число шарів наплавлюваного матеріалу;

$D$  – діаметр наплавлюваної поверхні, мм;

$h$  – товщина наплавлюваного шару, мм (табл.2.7);

$\gamma$  – щільність розплавленого матеріалу електроду, г/см<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт переходу розплавленого присадочного металу на наплавлювану поверхню (табл. 2.9).

Таблиця 2.9 – Коефіцієнт  $K$  і  $A$  в залежності від вигляду наплавлення

Вид наплавки	$K$	$A$
Під шаром флюсу	0,94	0,99
У середовищі $CO_2$	0,86	0,92
У струмені рідини	0,83	0,80

Таблиця 2.10 – Підготовчо–заклучний час  $T_{пз}$  на партію деталей при зварюванні та наплавленні, хв.

Зміст роботи		Висота центрів верстату, мм	
		200	300
1		2	3
Установка деталей в центрах		8,0	11,0
Установка в патроні або на планшайбі з кріпленням планками		9,0	12,0
Установка на планшайбі з кутником в центруючому пристрої		13,0	17,0
Зміна подачі наплавочної головки		0,05	0,05
Зміщення задньої "бабки" для наплавки конусної поверхні		2,5	3,0
Установка сили струму на трансформаторах		0,8	0,8
Установка частоти обертання шпинделя держакоробки швидкості		0,05	0,05
Установка швидкості подачі електродного дроту	Держакоробки швидкості	0,1	0,1
	Змінною ролика	1,3	1,3

Технічну норму часу на виконання автоматизованої наплавки зовнішніх шліцьових поверхонь визначають за формулою:

$$T_{шк} = 1,13 \left[ \frac{L \cdot n \cdot i}{V_n} + T_{др1} + T_{др2} \cdot \frac{L \cdot n \cdot i}{1000} + 0,46 \right] + \frac{T_{пз}}{Z}, \quad (2.22)$$

де 1,13– довжина шліцьової западини, мм;

$n$  – число западин;

$i$  – число шарів наплавки;

$V_n$  – швидкість наплавки, м/хв;

$T_{др1}$  – час на установку, зняття і закріплення виробу, хв (табл. 2.10);

$T_{др2}$  – час на очистку і контроль 1 м погонної довжини наплавленого валика, хв/м (при наплавці під флюсом – 1,4; при вібродуговій наплавці – 0,7);

$L$  – довжина шліцьової западини, мм;

$a$  – коефіцієнт неповноти наплавленого шару (табл. 2.9);

0,46 – час на поворот деталі і установку наплавочної голівки в початкове положення на кожну шліцьову канавку, хв;

$T_{пз}$  – підготовчо–заключний час на партію деталей, хв (табл. 2.11);

$Z$  – кількість деталей в партії, шт.

Таблиця 2.7 – Режим автоматизованої наплавки

Вид наплавки	d, мм	h, мм	S, мм/об	$V_{пр}$ , м/хв	I, А	$V_{н}$ , м/хв
Під шаром флюсу	1,6–1,8	0,8–2,5	3–5	1,5–2,2	150–200	0,3–0,6
У середовищі CO <sub>2</sub>	1,6	0,5–2	2,5–4	2,8–3,5	140–180	0,3–1,5
Вібродугова в середовищі рідини	1,6–1,8	0,3–2	3–2	1,2–1,8	140–180	0,4–1,4
Вібродугова в середовищі CO <sub>2</sub>	1,6	0,3–2	2–4	1,4–2	130–170	0,4–1,4

Таблиця 2.8 – Режим наплавки ( $D_a$  і  $a_n$ ) залежно від діаметра електродного дроту

Діаметр дроту, мм	Наплавка під шаром флюсу		Вібродугова наплавка	
	$D_a$ , А/мм <sup>2</sup>	$a_n$ , г/А·год	$D_a$ , А/мм <sup>2</sup>	$a_n$ , г/А·год
1,0	116	8	90	6,5
1,2	109	9	88	6,8
1,4	102	10,1	86	7,1
1,6	94	11,1	84	7,4
1,8	88	12,1	82	7,7
2,0	80	13,2	80	7,8

Швидкість наплавки визначають за формулою:

$$V_n = 0,785 \cdot d^2 \cdot K \cdot a \cdot \frac{V_{пр}}{S_t}, \quad (2.23)$$

де  $d$  – діаметр електродного дроту, мм;

$K, a$  – коефіцієнти (табл. 2.9);

$V_{пр}$  – швидкість подачі електродного дроту, м/хв (табл. 2.7);

$S_t$  – поперечний переріз шліцьової западини, мм<sup>2</sup>.

## НОРМУВАННЯ РОБІТ ПРИ НАПИЛЕННІ МАТЕРІАЛІВ

Високотемпературне напилення матеріалів застосовують для відновлення зношених поверхонь, створення різноманітних видів покриттів (декоративних, антифрикційних, протикорозійних, жаростійких та ін.), нейтралізації тріщин на корпусних деталях, вирівнювання поверхонь деталей з тонколистового матеріалу і т. ін. За видом джерела тепла для розпилення матеріалів способи напилення класифікують на газополум'яний, електродуговий, плазмодуговий та інші.

Технічну норму часу при виконанні механізованого напилення матеріалів із застосуванням газо– і електрометалізатора визначають за формулою:

$$T_{\text{шк}} = 1,09 \left[ \frac{6\pi D(L + Y) \cdot h \cdot \gamma \cdot i}{10^5 g \cdot K_n} + T_{\text{дп1}} + T_{\text{дп2}} \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{Z}, \quad (2.24)$$

де 1,09 – коефіцієнт, що враховує час обслуговування робочого місця на особисті потреби робітника;

$D$  – діаметр наплавлюваної поверхні, мм;

$Y$  – пробіг металізатора, мм (0,8 мм при  $L = 50$  мм; 0,4 мм при  $L = 50 \dots 100$ ; 0,3 мм при  $L = 100 \dots 200$ ; 0,2 мм при  $L = 200$  мм і більше);

$L$  – довжина наплавлюваної поверхні, мм;

$h$  – товщина наплавлюваного шару, мм;

$\gamma$  – щільність напиленого металу, г/см<sup>3</sup>;

$g$  – продуктивність металізатора, кг/г (табл. 2.12);

$i$  – число переходів шарів;

$K_n$  – коефіцієнт напилення (табл. 2.12);

$T_{\text{др1}}$  – час на установку, зняття й закріплення виробу, хв (табл. 2.10);

$T_{\text{др2}}$  – час, пов'язаний з виконанням основного переходу, хв (табл. 2.14);

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо–заключний час на партію деталей, хв (табл. 2.11);

$Z$  – число деталей в партії, шт.

Продуктивність електрометалізатора, що працює на змінному струмі при діаметрі дроту 1,5...2 мм, складає для сталевого дроту 1,8...8,7 кг/г (при силі



струму 100...370 А), а для мідного, латунного і цинкового – 1,5... 12,1 кг/г (при силі струму 40...250 А). Продуктивність високочастотних металізаторів типу МВЧ при напиленні сталі з дроту діаметром 4...5 мм складає 5... 10 кг/г.

Продуктивність плазмових установок УПУ–3 з напилення порошку дорівнює 6... 12 кг/г, УіМП–4–4М – 6кг/г, УМП–6–5М – 8 кг/г.

Число переходів визначають товщиною напиленого шару і тим, що нагрів поверхні деталі не повинен перевищувати 80–90 °С. При цьому за один прохід рекомендують збільшувати шар металу товщиною до 0,5 мм. Товщина шару  $h$  при діаметрі  $D$  до 50 мм складає 1,2–1,3 мм; при  $D = 50... 100$  мм  $h = 1,6... 1,7$  мм; при  $D = 100$  мм і більше  $h = 1,8...2,7$  мм.

Таблиця 2.12 – Продуктивність газового металізатора МГІ (кг/г) при діаметрі дроту 1,5...2 мм

Пальний газ	Розплавлений метан			
	Сталь	Алюмінієвий сплав	Латунь	Цинк
Ацетилен	1,3...1,4	1,0...1,5	3,5...3,7	4,6...5,4
Пропан–бутанова суміш	1,2...1,6	1,0...2,0	3,0...4,4	4,5...6,2
Метан	1,0...1,3	0,9...1,3	3,0...3,2	4,5...5,4

Таблиця 2.13 – Залежність коефіцієнта напилення  $K_n$  від діаметра напилюваної поверхні

Д, мм	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150
$K_n$	0,18	0,24	0,30	0,35	0,40	0,46	0,50	0,58	0,64	0,68	0,82

Таблиця 2.14 – Допоміжний час  $T_{дп2}$ , пов'язаний з виконанням основного переходу, хв

Діаметр, мм	Висота центрів верстата, мм	
	200	300
До 100	0,36	0,40
100...300	0,42	0,46

Технологічну норму при виконанні ручного напилення металів визначають за формулою:

$$T_{\text{шк}} = 1,08 \left[ \frac{7,2F \cdot h \cdot \gamma}{10^3 g \cdot K_n} + T_{\text{дп1}} + T_{\text{оп3}} + T_{\text{дп2}} \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{Z}, \quad (2.24)$$

де 1,08 – коефіцієнт, що враховує час обслуговування робочого місця на особисті потреби робітника;

$F$  – площа напилюваної поверхні,  $\text{см}^2$ ;

$h$  – середня товщина наплавлюваного шару,  $\text{мм}$ ;

$\gamma$  – щільність напилюваного металу,  $\text{г/см}^3$  (див. вище);

$g$  – продуктивність металізатора,  $\text{кг/г}$  (див. вище);

$T_{\text{оп2}}$  – час на огляд і протирання поверхні перед напиленням (табл. 2.16);

$T_{\text{оп3}}$  – час на знежирення поверхні розчинником перед покриттям (табл. 2.17);

$T_{\text{дп1}}$  – час на установку, поворот і зняття виробу (табл. 2.3);

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо–заключний час на партію,  $\text{хв}$ ;

$Z$  – число деталей в партії.

Таблиця 2.15 – Залежність коефіцієнта напилення  $K_n$  – від кута атаки газотермічного струменя

Кут атаки, град.	Напилюваний метал			
	Сталь	Цинк	Латунь	Алюмінієві сплави
90	0,28	0,72	0,65	0,82
60	0,3	0,3	0,31	0,41

Таблиця 2.16 – Час на огляд і протирання поверхні перед напиленням

Площа поверхні, $\text{см}^2$	До 20	20...30	30...50	50...80	80...120	120...200	200...3000	300...5000
Оп. 2	0,23	0,26	0,30	0,35	0,40	0,46	0,56	0,61

Таблиця 2.17 – Час на знежирювання поверхні перед покриттям

Площа поверхні, $\text{см}^2$	До 100	100...200	200...400	400...600	600... 800	800...1000
Оп. 3	0,2	0,9	1,4	1,6	1,9	2

## НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ ТРІЩИН ПОЛІМЕРНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

Технічну норму часу при нейтралізації тріщин у корпусних деталях визначають за формулою:

$$T_{\text{шк}} = 1,08 \left[ T_{\text{оп1}} + T_{\text{оп2}} + 10^{-3} S \gamma \left( T_{\text{оп3}} G_1 + \frac{T_{\text{оп3}}}{G_1} \right) + T_{\text{оп5}} + T_{\text{дп1}} \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{Z}, \quad (2.27)$$

де 1,08 – коефіцієнт, що враховує час обслуговування робочого місця на особисті потреби робітника;

$T_{\text{оп1}}$  – оперативний час на підготовку тріщин (засвердлення отвору, вирубування і зачистка абразивним колом), хв (табл. 2.18);

$T_{\text{оп2}}$  – час на знежирення тріщин і поверхні навколо неї, хв (табл. 2.17);

$S$  – площа поперечного перерізу шва валика композиції в тріщині, мм<sup>2</sup>;

$L$  – довжина тріщини, мм;

$\gamma$  – щільність композиції, г/см<sup>3</sup> (для композиції смоли і залізного порошку із співвідношенням по масі 1:1 приймають  $\gamma = 4,5$ , а зі співвідношенням по масі епоксидної смоли і алюмінієвого порошку 1:0,2  $\gamma = 1,4$ );

$T_{\text{оп3}}$  – час на попереднє приготування композиції масою  $G_1$  (до 1кг – 8,1 хв; від 1 до 3 кг – 13,0 хв);

$T_{\text{оп4}}$  – час на остаточне приготування дози композиції масою  $G_2$  на робочому місці, тобто зважування, введення затверджувача і перемішування (табл. 2.19);

$T_{\text{оп5}}$  – час нанесення композиції на тріщину і її ущільнення (табл. 2.20);

$T_{\text{дп1}}$  – час на установку, поворот і зняття виробу (табл. 2.3);

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо–заключний час на партію, хв;

$Z$  – число деталей в партії.

Таблиця 2.18 – Час на підготовку тріщини

Довжина тріщини, мм	До 25	25...40	40...65	65...100	100...160
$T_{\text{оп1}}$ , хв	7,5	9,0	13,5	18,3	27,0

Примітка. При виконанні робіт у незручному положенні, табличний час приймають з коефіцієнтом 1,25.

Таблиця 2.19 – Час на остаточне приготування дози композиції

Маса дози приготовлюваної композиції,г	$T_{оп4}$ , хв
До 50	5,4
50... 100	5,5
100...150	6,5
150...200	8,0

Таблиця 2.20 – Час нанесення та ущільнення композиції

Довжина тріщини, мм	$T_{оп1}$ , хв
До 25	0,20
25...90	0,45
90...150	0,55
150...250	0,80

## НОРМУВАННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ РОБІТ

Нормування гальванічних робіт здійснюють для умов малосерійного виробництва з урахуванням організації праці засобів технологічного оснащення, що застосовуються. Технологічний процес отримання металевих (хімічних) покриттів є багатоопераційним, багатоагрегатним процесом, в якому основний час нанесення покриття в основній ванні може бути досить тривалим, що дозволяє робітнику під час осадження покриття (без його участі) в основній ванні, виконувати операції з підготовки інших партій деталей до покриття і їх заключній обробці після покриття.

З метою ефективного використання й підвищення продуктивності праці висококваліфікованого робітника, зайнятого виконанням основних і складних операцій, і простих операцій (зачистка поверхні шліфувальною шкуркою, монтаж і демонтаж деталей з підвісних пристроїв, завантаження і вивантаження деталей з сушильної шафи, зняття ізоляції та ін.) рекомендують доручити іншому, менш кваліфікованому робітникові. У цьому зв'язку існує час неперекриваний і перекриваний [3,5].

*Неперекриваний час*  $T_{оп.н}$  – оперативний неперекриваний час на виконання ком-

плексу операцій над партією деталей, що водночас завантажують в основну ванну. Цей комплекс включає операцію покриття, безпосередні операції, що відбулись та наступні операції.

*Перекриваний час*  $T_{\text{оп.п.}}$  – оперативний перекриваний час на виконання ряду операцій з підготовки інших партій деталей до нанесення покриття і їх заключній обробці, що виконуються під час нанесення покриття в основній ванні.

*Штучно–калькуляційний час* при виконанні гальванічних робіт складається з основного, допоміжного, оперативного часу, часу на обслуговування робочого місця і підготовчо–заключного часу.

*Основний час*  $T_o$  – час знаходження деталей у ваннах. Від ділиться на час витримання деталей в основній і додатковій ваннах до і після покриття і під час осадження шару металу (час витримки) в основній ванні, та визначається за формулою:

$$T_o = \frac{60 \cdot 100 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot c \cdot \eta}, \quad (2.28)$$

де  $h$  – товщина шару покриття, мм;

$\gamma$  – щільність осадження металу, г/см<sup>3</sup> (табл. 2.21);

$D_k$  – катодна щільність струму, А/дм<sup>2</sup>;

$c$  – електрохімічний еквівалент, г/А·год. (табл. 2.21);

$\eta$  – коефіцієнт виходу металу по струму, % (табл. 2.21).

Таблиця 2.21 – Основні дані з нанесення гальванічних покриттів

№ з/п	Вигляд покриття	h, мм	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	$D_k$ , А/см <sup>2</sup>	c, г/А·г	%	
1.	Хромування	Зносостійке	0,2...0,3	6,9	30...60	0,324	13
		Захисно–декоративне	0,001	6,9	20...25	0,324	13
2.	Залізнення	0,2...0,6	7,8	30...50	1,042	95	
3.	Міднення й кислення	0,003...0,030	8,9	3	1,186	100	
4.	Нікелювання	0,015...0,020	8,9	3	1,095	95	
5.	Цинкування	0,010	7,1	2	1,22	95	

Для спрощення розрахунків в табл. 2.22 наведені значення витримки деталей в основній ванні  $T_{ов}$  для отримання шару покриття 1мкм, тоді:

$$T_o = T_{ов} \cdot h.$$

При цьому, якщо фактичне значення коефіцієнта виходу металу по струму  $\eta_{\phi}$  буде відрізнятись від табличного, тоді:

$$T_o = T_{ов} \cdot \frac{\eta}{\eta_{\phi}} \quad (2.29)$$

Додатковий час операції технологічного процесу приймають із [3,5].

*Допоміжний час*  $T_d$  – сума часу на монтаж і демонтаж партії деталей, на повне завантаження основної ванни, ізоляцію і знежирювання поверхонь, завантаження і вивантаження деталей з ванни і сушильної шафи, переходи робітника від одного робочого місця до іншого з деталями і без них та ін. Частину цих робіт виконують з партією деталей, які завантажують в основну і додаткову ванни, при виконанні всього комплексу безперервних операцій. Цей час – допоміжний неперекриваний  $T_{дн}$ . Частина робіт з іншими партіями деталей під час роботи основної ванни – допоміжний перекриваний час  $T_{дп}$ . Допоміжний час на повне завантаження підвісок з деталями в основну (додаткову) ванну і їхнє вивантаження визначають за формулою:

$$T_{дн} = T_{дп} \cdot a, \quad (2.30)$$

де  $T_{дн}$  – час на разове завантаження однієї або декількох підвісок до ванни та їх вивантаження з ванни;

$a$  – число завантажувальних до ванни, яке визначають за формулою:

$$a = \frac{n}{n_3},$$

де  $n$  – кількість підвісок на повне завантаження ванни;

$n_3$  – кількість підвісок при разовому завантаженні ванни.

Оперативний час визначають за формулою:

$$T_{оп.} = T_o + T_d, \quad (2.31)$$

де  $T_{оп.}$  – сума основного й допоміжного часу. В свою чергу їх ділять на пе-

рекриваний оперативний  $T_{оп.н}$ . Неперекриваний оперативний час включає в себе час виконання тих операцій, що відбулись перед нанесенням шару покриття, зокрема анодне травлення, обробку в розчині сірчаної кислоти, промивку, декапірування (активацію), нагрів і витримку без струму, а також частину основного часу, пов'язаного з вимкненням струму і поступовим доведенням його до номінального значення, з активним контролем за процесом нанесення покриття – промивка, вилучення електроліту, нейтралізація, якщо вони виконуються при вимкненій основній ванні. Основний час нанесення покриття, а також час на анодну обробку декапірування, нейтралізацію, промивку тривалістю більше 2 хв в суму  $T_{оп.н}$  не включають.

*Перекриваний оперативний час* – це час на виконання операції з підготовки партії деталей під покриття (зачистка, просочення, знежирювання, монтаж, ізоляція, промивка) і завершальних операцій – сушіння, демонтаж, зняття ізоляції та ін. Основний час означених операцій тривалістю більше 2 хв в суму  $T_{оп.п}$  не включають.

*Оперативний час*  $T_{оп}$  на операції, які виконують у ваннах, складають з допоміжного часу  $T_d$  на пересування робітника з вантажем або без нього, або пересування підвісок з деталями за допомогою підйомно–транспортних засобів, на завантаження і вивантаження деталей з ванни і основного часу  $T_o$  на виконання основного переходу [5]. Аналогічно формують параметр  $T_{оп}$  і для інших операцій. При підрахунку  $T_{оп}$  на зазначені операції тривалість основного часу більше 2 хв. в суму не включають.

Для нормування технологічних процесів цинкування і хімічного нікелювання користуються збільшеними нормативами суми  $T_{оп}$  [3,5].

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби робітника  $T_{о.р.м.}$  і підготовчо–заклучний  $T_{п.з.}$  в сумі приймають у відсотках від  $T_{оп.}$  (враховується коефіцієнтом  $K$ ).

Технічну норму часу на гальванічне покриття  $T_{шк}$  на одну деталь визначають двома способами.

*Перший спосіб.*

Якщо час витримки деталей в основній ванні більше суми перекриваного часу, тобто

$T_o > (T_o + T_{дп})$ , тоді

$$T_{шк.} = (T_o + T_{дп} + T_{оп.п.}) \frac{K \cdot K_c}{п \cdot T \cdot K_n}, \quad (2.32)$$

де  $T_o$  – основний час покриття шаром металу, хв;

$T_{дп}$  – допоміжний перекриваний час на повне завантаження і вивантаження деталей з основної ванни, хв;

$T_{оп.п.}$  – оперативний перекриваний час на виконання без перерви всього комплексу операцій, хв;

$K$  – коефіцієнт, що враховує суму  $T_{о.р.м.} + T_{п.з.}$  (для хромування – 1,15; для залізнення, цинкування, нікелювання – 1,13);

$K_c$  – коефіцієнт деталей, що водночас завантажують в основну ванну;

$n$  – кількість деталей, що водночас завантажують в основну ванну;

$m$  – кількість ванн–дублерів, що водночас обслуговує один робітник або бригада;

$K_n$  – коефіцієнт використання обладнання [3,5].

Кількість деталей, що водночас завантажують до основної ванни, визначають за формулою:

$$n = \frac{a \cdot V}{f} \text{ (округляють до меншого цілого),}$$

де  $a = 0,01 \dots 0,03$  дм<sup>2</sup>/л – допустима питома норма завантаження поверхні, що покривається в 1 дм<sup>2</sup> на 1 л електроліту основної ванни (менші значення приймають для складних деталей, більші – для простих);

$V$  – робоча ємність основної ванни, л [5,3];

$f$  – покривана поверхня однієї деталі, дм<sup>2</sup>.

Розрахункове число робочих  $N$  корегують за фактичною кількістю розміщених деталей у ванні і визначають за формулою (округляють до цілого):



$$N = \frac{(T_o + T_{д.п.} + T_{оп.п})K_a}{(T_{д.п.} + T_{д.н.} + T_{оп.п})} + 1, \quad (2.33)$$

де  $T_{д.п.}$  – допоміжний перекриваний час на монтаж і демонтаж деталей з підвісок, на повне завантаження основної ванни, зачистку поверхні, ізоляцію і зняття ізоляції, завантаження і вивантаження з сушильної шафи і т.ін. (цей час може повністю або частково не включатись до формули, якщо операції, що її складають, виконує інший робітник).

$T_{оп.п}$  – операційний перекриваний час;

$K_a$  – коефіцієнт, що враховує мікропаузи в роботі працівника і відхилення фізичних витрат  $T_d$  від значень, що прийняті за нормативами.

При  $T_o = T_{оп.п} + T_{дп.}$  приймають  $m = 1$ .

*Другий спосіб.*

Витримка деталей в основній ванні менше суми перекриваного часу, тобто

$T_{осж} > (T_o + T_{дп.})$ , тоді

$$T_{шк} = (T_{дп.} + T_{дн.} + T_{оп.п} + T_{оп.н.}) \frac{K}{K_n}. \quad (2.34)$$

Для усунення можливих простоїв ванн необхідно організувати бригаду, кількість робітників якої визначають за формулою:

$$N = \frac{(T_{д.п.} + T_{д.н.} + T_{оп.п} + T_{оп.н.})}{(T_o + T_{д.н.} + T_{оп.п})}. \quad (2.35)$$

Кількість робітників у бригаді корегують в залежності від фактичної зайнятості всіх робітників при виконанні всього комплексу робіт на гальванічній ділянці.

Штучно–калькуляційний час на деталь при обслуговуванні автоматизованих і автоматичних установок визначають за формулою:

$$T_{шк} = T_{оп} \cdot \frac{K}{n}, \quad (2.36)$$

де  $T_{оп}$  – оперативний час на монтаж і демонтаж деталей з підвісок і на навіску підвісок з деталями на штангу установки та їхнє зняття;

$K$  – коефіцієнт, що враховує суму ( $T_{\text{орм}} + T_{\text{пз}}$ );

$n$  – число деталей на підвісці.

Необхідне число робітників для обслуговування установок:

$$N = T_{\text{оп}} \cdot \frac{n_{\text{п}}}{\tau} \quad (2.37)$$

де  $n_{\text{п}}$  – число підвісок на штанзі;

$\tau$  – такт виходу штанги з підвісками, хв.

Таблиця 2.22 – Час витримки деталей в основній ванні для отримання шару покриття в 1 мкм (основний час гальванопокриття) ( $T_{\text{ов}}$ ), хв.

Вид покриття	%	Катодна щільність $D_{\text{к}}$ А/дм <sup>2</sup>															
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	10	20	30	40	50	60	70	
Хромування	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,9	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4
Залізнення	95		–	–	–	–	–	–	–	–	0,24	0,16	0,12	0,10	0,08	–	–
Нікелювання	95	10,2	5,1	3,4	2,6	2,0	1,7	1,3	1,0	0,5	–	–	–	–	–	–	–
Міднення	100	9,0	4,5	3,0	2,3	1,8	1,5	1,1	0,9	0,4	–	–	–	–	–	–	–
Цинкування	95	1,4	3,7	2,5	1,8	1,5	1,2	0,9	0,7	0,4	–	–	–	–	–	–	–

*Примітка.* Для дзвонів і барабанів табличний час збільшують на 1,25.

*Порядок технічного нормування гальванічних покриттів.*

Технічне нормування гальванічних покриттів виконують таким чином:

- визначають номенклатуру і річну кількість, маси, площі покриваних і непокриваних поверхонь деталей за кожним видом покриття, середню товщину шару покриття;
- розробляють технологічний процес покриття (за кожним видом) з усіх операцій і переходів з використанням типових процесів [3,5];
- нормують технологічний процес з усіх операцій і переходів [3,5];
- визначають  $T_{\text{о}}, T_{\text{дп}}, T_{\text{дн}}, T_{\text{оп.п}}, T_{\text{оп.н}}$ ;
- зіставляють  $T_{\text{о}}, (T_{\text{оп.п}} + T_{\text{дп}})$ , вибирають формулу для визначення  $T_{\text{шк}}$ ;
- визначають  $n, N, m, T_{\text{шк}}$ .

### *Послідовність і методика розрахунку технічних норм часу*

1. Усвідомити особливості виду ремонтних робіт і мету операції, конструктивну характеристику деталі, вимірність одиниці параметра основної роботи.

2. Визначити вагу деталі, а при необхідності – марку її матеріалу, твердість і межу міцності.

3. Розробити склад операції, зокрема: визначити мету технологічних і допоміжних переходів і послідовність їх виконання.

4. Встановити вимоги до умови виконання даної роботи (ступінь точності обробки й зборки), складність форми поверхні, клас покриття та обробки при малярних роботах; розташування в просторі і герметичність швів при зварних роботах.

5. Підібрати обладнання, пристрої, інструмент і матеріали, за допомогою яких можна досягти мети операції.

6. Користуючись нормативними даними з видів ремонтних робіт, розрахувати величини параметрів цих робіт в послідовності, що викладена в таблиці звіту (приклад).

Технологічні режими інших ручних ремонтних робіт залежать від технічної характеристики інструмента, який застосовують (електрична або пневматична дрилі, гайковерт, прес та ін.).

7. Розрахувати основний час, наприклад для електродугового зварювання за формулами (2.7), (2.8); для газового зварювання – (2.13).

8. Для слюсарних розбірно–складальних, ковальських, малярних робіт знайти за таблицею нормативів неповний оперативний час  $T'_{оп}$ , на одиницю параметра основної роботи (1шт., 1мм, 1см<sup>2</sup> і т.ін.) і виправні коефіцієнти зміни, що враховують умови роботи, що відрізняються від нормативних).

9. Розрахувати неповний оперативний час на основну роботу переходу (різку, правку, зачистку, затяжку гайки, пофарбування поверхні і т.ін.) за формулою (2.4).

10. Розрахувати аналогічно неповний оперативний час з усіх інших переходів і скласти їх за всю операцію.

11. За таблицями нормативів знайти допоміжний час  $T_d$ , хв:

А) для зварних робіт;

$T_{дп1}$  – допоміжний час, зв'язаний з переходом (з довжиною зварюваного шва по 1 м), мм;

$T_{дп2}$  – допоміжний час, зв'язаний із зварюванням деталі (час на установку, повороти і зняття деталі), хв.

Б) для слюсарних розбірно–складальних та інших ручних робіт:

$T_d$  – допоміжний час, пов'язаний з установкою, закріпленням, відкріпленням, зняттям деталі, хв.

12. Розрахувати додатковий час на операцію за формулою:

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{оп}} \cdot \frac{X}{100},$$

де  $X$  – норма додаткового часу за нормативом, %.

13. Розрахувати штучний час за формулою (2.2).

14. За таблицею нормативів знайти підготовчо–заклучний час.

15. Розрахувати норму штучно–калькуляційного часу за формулою (2.1).

16. Результати розрахунків представити у вигляді таблиці за формою №1.

### **Технічне нормування ремонтних робіт**

Форма №1

1. Інформація:

- деталь;
- матеріал;
- твердість;
- межа міцності;
- маса.

2. Склад операції.

3. Обладнання, оснащення, матеріали.

4. Розрахунки та ескізи.

5. Елемент режиму виконання ремонтної роботи і норми часу на операцію.

Найменування параметру	Умовне позначення	Розмір, найменування, марка, одиниці	Переходи						
			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Товщина зварюваного матеріалу									
Тип і марка електрода (присадочного матеріалу)									
Діаметр електрода (присадочного пуску)	d								
Зварювальний струм	I	A							
Коефіцієнт наплавки	a <sub>н</sub>								
Потужність зварювального пальника	N								
Склад зварювального полум'я									
Кут нахилу пальника до наплавлення шва									
Напрямок руху пальника									
Допоміжний час (зварювання)	T <sub>дп1</sub>	хв.							
Допоміжний час	T <sub>дп2</sub>	хв.							
Неповний оперативний час	T <sub>оп</sub>	хв.							
Основний час	T <sub>о</sub>	хв.							
Додатковий час	T <sub>дод</sub>	хв.							
Штучний час	T <sub>ш</sub>	хв.							
Підготовчо–заклучний час	T <sub>п.з.</sub>	хв.							
Нормативний час	T <sub>н</sub>	хв.							

*Приклад розрахунку норм часу ремонтних робіт*

Завдання. Розрахувати норми часу на ремонт моторної балки візка трамвайного вагона.

Інформація:

- деталь №2801014–б;
- матеріал сталь 30 Т;
- твердість HB–220;
- межа міцності  $\sigma_b = 750 \text{ Н/мм}^2$ ;

Дефект – стомлювана тріщина  $l = 60 \text{ мм}$  на полиці (ширина полиці 80 мм),

яка зображена на ескізі (рис. 2.1);

Спосіб ремонту – ручне електродугове зварювання.

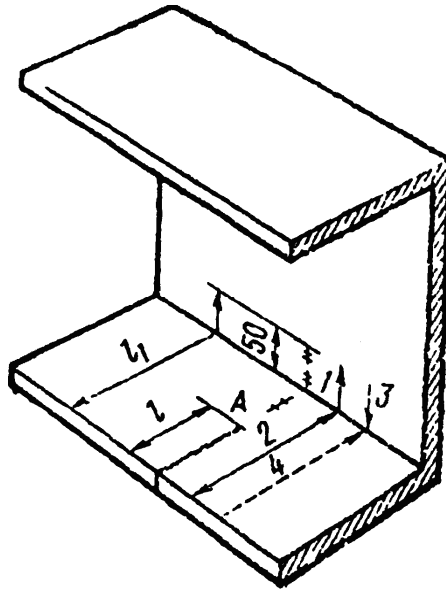


Рис. 2.1 – Ескіз підготовки і зварювання тріщин моторної балки

### *Вирішення*

#### 1. Склад операції:

1.1. Встановити балку в кантувач;

1.2. Прорізати тріщину ножівкою на довжину  $l_1 = 130$  мм (з виходом на стінку).

1.3. Зачистити поверхню, що прилягає до тріщини, по 20 мм праворуч і ліворуч з обох боків балки;

1.4. Провернути валку внутрішньою поверхнею вгору;

1.5. Накласти першу ділянку (1) шва;

1.6. Повернути балку на  $90^\circ$ ;

1.7. Накласти другу ділянку (2) шва;

1.8. Повернути балку на  $90^\circ$ ;

1.9. Накласти третю ділянку (3) шва;

1.10. Повернути балку на  $90^\circ$ ;

1.11. Накласти четверту ділянку (4) шва;

1.12. Повернути балку на  $90^\circ$ ;

1.13. Підварити кромку;

1.14. Зміцнити зону термічного впливу з обох сторін балки;

1.15. Зняти балку.

2. Обладнання та інструмент:

– зварювальний перетворювач ПС-300 ( $P = 14$  кВт,  $U = 30$  В,  $I_c = 80 \dots 380$  А,

$M = 590$  кг);

– кантувач;

– щиток із світлофільтром Е-2;

– реверсивна щітка РШ-4;

– слюсарна ножівка з полотном 300 мм;

– код-щітка;

– молоток з радіусом бійки 3 мм, клеймо.

3. Режим зварювання:

– товщина матеріалу 6 мм;

– електрод УОНИ 13-55,  $d = 4,0$  мм;

– струм 130... 150 А, полярність зворотна;

– положення шва нижнє (на згині профілю вертикальне);

– коефіцієнт наплавки  $a_n = 9$  г/А·год.

4. Неповний оперативний час на слюсарні переходи.

Перехід 2. Норматив: різка сталі товщиною 6 мм  $\sigma_b = 400 \dots 600$  Н/мм<sup>2</sup> при довжині розрізу 100... 150 мм;  $t'_{оп} = 0,5$  мм на 10 мм різки; уточнення за умовами роботи:

– поправка за  $\sigma_b = 750$  Н/мм<sup>2</sup>,  $K_1 = 1,2$ ;

– поправка на незручні умови роботи і складність профілю  $K_2 = 1,2$

[4, с. 261].

Тоді з використанням виразу (2.4) запишемо:

$$T'_{оп-2} = \sum t'_{оп} \cdot Q \cdot K = 0,5 \cdot 13 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 9,4 \text{ хв.}$$

Перехід 3. Норматив: зачищення 1 см<sup>2</sup> сталі  $\sigma_b = 600$  Н/мм<sup>2</sup>, ширина зачистки 3,6...4,5 см, площа до 80 мм<sup>2</sup>,  $t'_{оп} = 0,033$  хв; уточнення за умовами роботи:

– поправка за  $\sigma_b = 750$  Н/мм<sup>2</sup>,  $K_1 = 1,1$ ;

– поправка за складністю профілю  $K_r = 1,2$  [3, табл. IV.3.103 ].

$$T'_{оп-3} = 0,033 \cdot 104 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 4,55 \text{ хв.}$$

Перехід 14. Норматив [3. табл. IV. 3. 103]:

За площею зміцнення до  $0,02 \text{ дм}^2$ ,  $t'_{оп} = 0,78 \text{ мм}$ , для сталі  $\sigma_b = 60 \text{ кгс/мм}^2$ .

Уточнення за умов праці:

– поправка за  $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$ ,  $K_1 = 1,2$ ;

– поправка за складності роботи  $K_2 = 1,45$ .

$$T_{оп-14} = 0,78 \cdot 12 \cdot 1,45 = 1,41 \text{ хв.}$$

5. Основний час зварювання на 1 м:

Переходи 5, 7, 9, 11, 13.

Масу наплавлюваного металу  $Q$  на 1 м шва приймають за нормативом [3]

При зварюванні сталі товщиною 6 мм встик  $Q = 409 \text{ г}$ .

$$t_o = \frac{60 \cdot Q}{\alpha_h \cdot I} = \frac{409 \cdot 60}{9 \cdot 150} = 18,17 \text{ хв.}$$

6. Допоміжний час:

6.1. – для переходів установки (1) і зняття (15) балки за нормативами [4, табл. 145] визначаємо відповідно  $T_{дп-1} = 2,3 \text{ хв}$  і  $\dot{O}_{\dot{a}\dot{a}-15} = 1,4 \text{ хв}$ ;

Для переходів, пов'язаних зі зварюванням балки (4, 6, 8, 10, 12 ) за умови, що необхідно повернути 5 раз на  $90^\circ$  масу до 10 кг ( коефіцієнт котіння в опорах кантувача  $f = 0,05$  ) з урахуванням нормативів [3].

$$\text{Визначаємо } T_{дп-2-4,6,10,12} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ хв.}$$

6.2. Допоміжний час, зв'язаних з довжиною зварюваного шва, визначають з використанням нормативів [3] за формулою (2.8 )

$$t_{дп} = t'_{дп1} + t'_{дп2} = 0,3 + 0,31 = 0,61 \text{ хв.}$$

7. Додатковий час на операцію визначають за нормативами [3,4].

7.1. Оперативний час зварювання визначають за формулою (2.9)

$$T_{оп38} = (t'_{o} + t'_{оп})l + T_{дп} = (18,17 + 1,61) \cdot 0,266 + 0,5 = 5,76 \text{ хв,}$$

$$l = 130 + 130 + 6 = 266 \text{ мм} = 0,266 \text{ м.}$$



Оперативний час слюсарних переходів 2, 3, 14 визначають як суму

$$T_{\text{оп.сл}} = T'_{\text{оп-2}} + T'_{\text{оп-3}} + T'_{\text{оп-14}} + T_{\text{дп-1}} + T_{\text{дп-15}} = 9,4 + 4,55 + 1,41 + 2,3 + 1,4 = 19,06$$

хв.

Оперативний час всієї операції:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{оп-св}} + T_{\text{оп-сл}} = 5,76 + 19,06 = 24,82 \text{ хв.}$$

7.2. Підставляючи до формули чисельне значення  $T_{\text{оп}}$  і відсоток додаткового часу ( $X - II$ ), що визначають за нормативом [3, табл. 50], отримуємо

$$T_{\text{дод}} = 24,82 \frac{11}{100} = 2,73 \text{ хв.}$$

8. Штучний час визначають за формулою (2.2)

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{д}} = 24,82 + 2,73 = 27,55 \text{ хв.};$$

9. Підготовчо – заключний час визначають за нормативом [3, с. 313].

$$T_{\text{пз}} = 0,99 \text{ хв.}$$

10. Норму часу на операцію визначають за формулою (2.1)

$$T_{\text{н}} = T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{Z} = 27,55 + \frac{0,99}{1} = 28,54 \text{ хв.}$$

### *Контрольні запитання*

1. У чому полягає особливість технічного нормування ремонтних робіт?
2. Викласти порядок технічного нормування слюсарних робіт.
3. Як вираховують участь одночасно працюючих слюсарів – складальників при виконанні складальних операцій.
4. Перерахувати параметри, які характеризують режим ручного електродугового зварювання. Як визначають режим ручної операції електродугового зварювання?
5. Перерахувати параметри, що характеризують режим ручного газового зварювання. Як визначають режим операції ручного газового зварювання?
6. Як визначають неповний оперативний час ручної ремонтної роботи?
7. Як визначають основний час ручної ремонтної роботи?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ремонт автомобилей: Учебник /Под ред. С.И. Румянцева. – М.: Транспорт, 1981 – 462 с.
2. Далека В.Х., Голтв'янський М.А. Ремонт рухомого складу міського електротранспорту. Навчальний посібник. Х.: ХНАМГ, 2004 – 307 с.
3. Справочник технолога авторемонтного предприятия/ Под ред. Г.А. Малышева – М.: Транспорт, 1977 – 431 с.
4. Стародубцева В.С. Сборник задач по техническому нормированию в машиностроении. М.: Машиностроение, 1974 – 271 с.
5. Общеотроительные нормативы времени на гальванические покрытия и подготовку поверхностей до и после покрытия. – М.: Машиностроение, 1975.

Додаток А

Перехід	Теоретична формула машинного часу	Величина коефіцієнта $D_0$	Найбільш імовірні значення величин	Розрахункова формула найбільш імовірного машинного часу
1	2	3	4	5
Розрізання дисковою пилкою	$T_0 = \frac{1}{S_{ш}} + \frac{1}{S_{шх}}$	$K = \frac{1}{S_M} + \frac{1}{S_{MX}}$ $K = \frac{1}{S_M}$ $K = \frac{1}{S_{MX}}$ $K = \frac{1}{S}$	$S = 91,7$ мм/хв. $= 5000$ мм/хв. $K_1 = 0,0109$ $K_2 = 0,0002$	$T_0 = 0,011$
Розрізання ножівкою	$T_0 = \frac{1}{S_{ш}}$	$K = \frac{1}{S}$	$S = 11$ мм/хв. $K = 0,0877$	$T_0 = 0,0877$
Обрізання різцем	$T_0 = \frac{3,14 \cdot D^2}{200 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{4000 \cdot V \cdot S}$	$S = 0,1$ мм/оберт $V = 40$ м/хв. $K = 0,000393$	$T_0 = 0,000393D^2$
Підрізання торця (за один прохід)				
Підрізання торця (кільця): Чернеткове	$T_0 = \frac{3,14 \cdot (D^2 - d^2)}{4000V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{4000 \cdot V \cdot S}$	$S = 0,5$ мм/оберт $V = 70$ м/хв. $K = 0,0000224$	$T_0 = 0,0000224x \cdot (D^2 - d^2)$
Чистове	$T_0 = \frac{3,14 \cdot (D^2 - d^2)}{4000V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{4000 \cdot V \cdot S}$	$S = 0,41$ мм/оберт $V = 174,6$ м/хв. $K = 0,000011$	$T_0 = 0,000011x \cdot (D^2 - d^2)$
Підрізання торця (суцільного кола): Чернеткове	$T_0 = \frac{3,14 \cdot D^2}{4000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{4000 \cdot V \cdot S}$	$S = 0,5$ мм/оберт $V = 70$ м/хв. $K = 0,0000224$	$T_0 = 0,0000244D^2$
Чистове	$T_0 = \frac{3,14 \cdot D^2}{4000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{4000 \cdot V \cdot S}$	$S = 0,41$ мм/оберт $V = 174,6$ м/хв. $K = 0,000011$	$T_0 = 0,000011D^2$
Обробка тіл обертання				
Обточування тіл при обертанні ( $D=20-100$ мм – одного східця за один прохід)				

## Продовження додатка А

1	2	3	4	5
Обточування: Чернеткове	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,4 мм/оберт V = 105 м/хв. K = 0,000075	T <sub>o</sub> =0,00012DI
Чистове	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,15 мм/оберт V = 120 м/хв. K = 0,000175	T <sub>o</sub> =0,000175 DI
Шліфування кругле зовнішнє з поздовжньою подачею				
Шліфування: Попереднє	$T_o = \frac{3,14 a \cdot D \cdot i}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	$K = \frac{3,14 a}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	A = 0,25 мм V = 24 м/хв. t = 0,024 мм/подв.хід S = 14 мм/оберт f = 1,2 K = 0,00012	T <sub>o</sub> =0,00012DI
Чистове	$T_o = \frac{3,14 a \cdot D \cdot i}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	$K = \frac{3,14 a}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	A = 0,1 мм V = 30 м/хв. t = 0,008 мм/подв.хід S = 10 мм/оберт f = 1,4 K = 0,000184	T <sub>o</sub> =0,000184DI
Тонке	$T_o = \frac{3,14 a \cdot D \cdot i}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	$K = \frac{3,14 a}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	A = 0,25 мм V = 20 м/хв. t = 0,003 мм/подв.хід S = 8 мм/оберт f = 2,0 K = 0,000327	T <sub>o</sub> =0,000327DI
Шліфування зовнішнє безцентрове з поздовжньою подачею (D = 20–60 мм)				
Шліфування: Попереднє	$T_o = \frac{1}{S_M} \cdot i \cdot a_1$ $S_M = 3,14 d_{BK} \cdot \sin \alpha$	$K = \frac{i \cdot a_1}{S_M}$	S <sub>M</sub> = 1070 мм/хв A <sub>1</sub> = 1,5 мм i = 3 K = 0,00422	T <sub>o</sub> =0,00422I
Чистове	$T_o = \frac{1}{S_M} \cdot i \cdot a_1$	$K = \frac{i \cdot a_1}{S_M}$	S <sub>M</sub> = 866 мм/хв. A <sub>1</sub> = 1,5 мм i = 4 K = 0,00693	T <sub>o</sub> =0,00693I

1	2	3	4	5
<b>Шліфування зовнішніє кругле врізанням</b>				
Шліфування:				
Грубе	$T_o = \frac{3,14 \cdot a \cdot D}{1000 \cdot V_3 \cdot I} \cdot f$	$K = \frac{3,14 \cdot a}{1000 \cdot V_3 \cdot I} \cdot f$	A = 0,1 мм V <sub>3</sub> = 19 м/хв. f = 2,0 I = 0,02 мм/оберт K = 0,00362	T <sub>o</sub> = 0,00362D
Чистове	$T_o = \frac{3,14 \cdot a \cdot D}{1000 \cdot V_3 \cdot I} \cdot f$	$K = \frac{3,14 \cdot a}{1000 \cdot V_3 \cdot I} \cdot f$	A = 0,15 мм V <sub>3</sub> = 35 м/хв. f = 1,25 I = 0,0025 мм/оберт K = 0,0068	T <sub>o</sub> = 0,0068D
Тонке	$T_o = \frac{3,14 \cdot a \cdot D}{1000 \cdot V_3 \cdot I} \cdot f$	$K = \frac{3,14 \cdot a}{1000 \cdot V_3 \cdot I} \cdot f$	A = 0,1 мм V <sub>3</sub> = 35 м/хв. f = 1,5 I = 0,0017 мм/оберт K = 0,0079	T <sub>o</sub> = 0,0079D
<b>Обробка зміцнюючим інструментом</b>				
Обробка роликом або кулькою після чистового точіння	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,3 мм/оберт V = 100 м/хв. K = 0,0001	T <sub>o</sub> = 0,0001DI
<b>Обробка отвору</b>				
Свердлення отвору діаметром до 20 мм	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,25 мм/оберт V = 22,4 м/хв. K = 0,00056	T <sub>o</sub> = 0,00056DI
Розсвердлення отвору діаметром 20–70 мм	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,25 мм/оберт V = 29,7 м/хв. K = 0,000423	T <sub>o</sub> = 0,000423DI
Зенкерування	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 1 мм/оберт V = 15 м/хв. K = 0,00021	T <sub>o</sub> = 0,0002 DI
Розгортання: Чернеткове	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,6 мм/оберт V = 12 м/хв. K = 0,000436	T <sub>o</sub> = 0,000436DI
Чистове	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,6 мм/оберт V = 6 м/хв. K = 0,000876	T <sub>o</sub> = 0,000876DI

## Продовження додатка А

1	2	3	4	5
Розточування: Чернеткове	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,36 мм/оберт V = 63,4 м/хв. K = 0,000134	$T_o = 0,000134DI$
Чистове	$T_o = \frac{3,14 \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{3,14}{1000 \cdot V \cdot S}$	S = 0,35 мм/оберт V = 50 м/хв. K = 0,00018	$T_o = 0,00018DI$
Шліфування внутрішнє				
Шліфування: Попереднє	$T_o = \frac{2 \cdot 3,14 a \cdot D \cdot i}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	$K = \frac{2 \cdot 3,14}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	A = 0,2 мм V = 27 м/хв. t = 0,004 мм/подв.хід S = 12 мм/оберт f = 1.4 K = 0,000146	$T_o = 0,000146DI$
Чистове	$T_o = \frac{2 \cdot 3,14 a \cdot D \cdot i}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	$K = \frac{2 \cdot 3,14}{1000 V \cdot S \cdot t} \cdot f$	A = 0,2 мм V = 36 м/хв. t = 0,009 мм/подв.хід S = 10 мм/оберт f = 1,5 K = 0,000583	$T_o = 0,000583DI$
Протягування внутрішніх поверхонь				
Протягування: Рядове	$T_o = \frac{a_1 \cdot I}{1000 \cdot V}$	$K = \frac{a_1 \cdot I}{1000 \cdot V}$	V = 7 м/хв. A <sub>1</sub> = 2 мм K = 0,000286	$T_o = 0,000286I$
Чистове	$T_o = \frac{a_1 \cdot I}{1000 \cdot V}$	$K = \frac{a_1 \cdot I}{1000 \cdot V}$	V = 4 м/хв. A <sub>1</sub> = 2 мм K = 0,0005	$T_o = 0,0005I$
Ущільнюючи- ми протяжка- ми, багатозу- бими (типу дорнів)	$T_o = \frac{a_1 \cdot I}{1000 \cdot V}$	$K = \frac{a_1 \cdot I}{1000 \cdot V}$	V = 5 м/хв. A <sub>1</sub> = 2 мм K = 0,0004	$T_o = 0,0004I$
Прошивання: Чистове	$T_o = \frac{I}{1000 \cdot V}$	$K = \frac{I}{1000 \cdot V}$	V = 3 м/хв. K = 0,00033	$T_o = 0,00033 I$
Тонке	$T_o = \frac{I}{1000 \cdot V}$	$K = \frac{I}{1000 \cdot V}$	V = 2 м/хв. K = 0,0005	$T_o = 0,0005 I$

1	2	3	4	5
<b>Обробка внутрішніх поверхонь, оздоблювальна</b>				
Калібрування після розточування (дорном і т.п.)	$T_o = \frac{1}{S_m}$	$K = \frac{1}{S_m}$	$S_m = 2000 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,0005$	$T_o = 0,0005$
Полірування	$T_o = K \cdot F_{\Sigma}^*$	Викінчувальні роботи	$K = 0,00016$	$T_o = 0,00016 F_{\Sigma}$
Хонінгування: Середнє Тонке	$T_o = K a^{**}$ $T_o = K a^{**}$	Значення режимів обробки, взяті за нормативними матеріалами	$K = 0,126$ $K = 0,121$	$T_o = 0,126 a$ $T_o = 0,121 a$
Суперфінішування	$T_o = K D$		$K = 0,0238$	$T_o = 0,0238 D$
Суперфінішування дворазове	$T_o = K D$		$K = 0,051$	$T_o = 0,051 D$
Механічне притирання деталей: з незагартованої сталі із загартованої сталі		Значення режимів обробки, взяті за нормативними матеріалами	$K = 0,00024$ $K = 0,000225$	$T_o = 0,00024 F_{\Sigma}$ $T_o = 0,000225 F_{\Sigma}$
$F = D I_{\Sigma} \pi$ ** а – припуск на сторону, мм				
<b>Обробка плоских поверхонь фрезерування торцевою фрезою</b>				
Фрезерування: Чернеткове	$T_o = \frac{1}{S_m}$	$K = \frac{1}{S_m}$	$S_m = 170 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,0059$	$T_o = 0,0059 I$
Чистове	$T_o = \frac{1}{S_m}$	$K = \frac{1}{S_m}$	$S_m = 208 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,00482$	$T_o = 0,00482 I$
Тонке	$T_o = \frac{1}{S_m}$	$K = \frac{1}{S_m}$	$S_m = 351 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,00286$	$T_o = 0,00286 I$

1	2	3	4	5
<b>Фрезерування циліндричною фрезою</b>				
Фрезерування: Чернеткове	$T_0 = \frac{1}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_i = 150 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,0066$	$T_0 = 0,0066I$
Чистове	$T_0 = \frac{1}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 600 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,00166$	$T_0 = 0,00166I$
Тонке	$T_0 = \frac{1}{S_M}$	$K = \frac{1}{S_M}$	$S_M = 285 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,00352$	$T_0 = 0,00352I$
Підрізання бо- бишок торце- вим зенкером або ножем	$T_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{\pi \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$	$S_M = 0,3 \text{ мм/хв.}$ $K = 0,0007$	$T_0 = 0,0007DI$
<b>Стругання або дробіння</b>				
Стругання: Чернеткове	$T_0 = \frac{B \cdot I \cdot a_1}{1000 \cdot V_{p.x.} \cdot S}$	$K = \frac{a_1}{1000 \cdot V_{p.x.} \cdot S}$	$A_1 = 1,43 \text{ мм}$ $S = 1,5 \text{ мм/подв.хід}$ $V_{p.x.} = 22 \text{ м/хв.}$ $K = 0,0000434$	$T_0 = 0,0000434BI$
Чистове	$T_0 = \frac{B \cdot I \cdot a_1}{1000 \cdot V_{p.x.} \cdot S}$	$K = \frac{a_1}{1000 \cdot V_{p.x.} \cdot S}$	$A_1 = 1,43 \text{ мм}$ $S = 1,6 \text{ мм/подв.хід}$ $V_{p.x.} = 26 \text{ м/хв.}$ $K = 0,0000034$	$T_0 = 0,0000034BI$
<b>Шліфування плоске торцем кола (стіл зі зворотно–поступальним рухом)</b>				
Шліфування: Попереднє	$T_0 = \frac{I \cdot a \cdot f}{1000 \cdot V_{ст.} \cdot t}$	$K = \frac{a \cdot f}{1000 \cdot V_{ст.} \cdot t}$	$f = 1,2$ $A_1 = 0,3$ $V_{ст.} = 12 \text{ м/хв.}$ $K = 0,0015$ $t = 0,02 \text{ мм/подв.хід}$	$T_0 = 0,0015I$
Чистове	$T_0 = \frac{I \cdot a \cdot f}{1000 \cdot V_{ст.} \cdot t}$	$K = \frac{a \cdot f}{1000 \cdot V_{ст.} \cdot t}$	$f = 1,4$ $A_1 = 0,1$ $V_{ст.} = 12 \text{ м/хв.}$ $K = 0,0013$ $t = 0,009 \text{ мм/подв.хід}$	$T_0 = 0,0013I$
Тонке	$T_0 = \frac{I \cdot a \cdot f}{1000 \cdot V_{ст.} \cdot t}$	$K = \frac{a \cdot f}{1000 \cdot V_{ст.} \cdot t}$	$f = 1,5$ $A_1 = 0,04$ $V_{ст.} = 8 \text{ м/хв.}$ $K = 0,0015$ $t = 0,005 \text{ мм/подв.хід}$	$T_0 = 0,0015I$



1	2	3	4	5
<b>Доводка плоских поверхонь</b>				
Полірування $V \cdot I = F_{\Sigma}$ $V \cdot I$ від 30*30 До 200*200 Механічне при- тирання дета- лей: з незагартова- ної сталі із загартованої сталі	$T_o = K \cdot F_{\Sigma}$	Значення ре- жимів обробки, взяті за норма- тивними мате- ріалами	$K=0,0016$	$T_o = 0,00016 F_{\Sigma}$
	$T_o = K \cdot F_{\Sigma}$		$K=0,00024$	$T_o = 0,00024 F_{\Sigma}$
	$T_o = K \cdot F_{\Sigma}$		$K=0,000225$	$T_o = 0,000225 F_{\Sigma}$
<b>Обробка поверхонь (гвинтова)</b>				
Нарізання різь- би Мітчиком, плашкою і гви- нторізною не- розкриваючою- ся голівкою на верстаті	$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot I \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{\pi \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S}$	$A_1=1,85$ $S=2,0$ мм $V=9,1$ м/хв. $K=0,000319$	$T_o = 0,000319 DI$
Нарізання різь- би саморозкри- ваючоюся різь- бонарізною го- лівкою Фрезерування різьб багатони- точною фрезой (зовнішні різь- би)	$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S}$ $T_o = \frac{1,2 \cdot \pi^2 \cdot d_{\phi}}{1000 V \cdot S_z \cdot Z_{\phi}}$	$K = \frac{\pi}{1000 \cdot V \cdot S}$ $K = \frac{1,2 \cdot \pi^2 \cdot d_{\phi}}{1000 V \cdot S_z \cdot Z_{\phi}}$	$S=2,0$ мм $V=14$ м/хв. $K=0,000112$  $d_{\phi}=65$ мм $S_z=0,05$ мм/зуб $V=33,3$ м/хв. $Z_{\phi}=14$	$T_o = 0,000112 DI$  $T_o = 0,033 D$
Накатування різьб роликami і плашкою	$T_o = KD$	$K=0,032$	$K=0,033$ $K=0,0032$	$T_o = 0,032 D$
Нарізання різь- би різцем чер- неткове (різьба однозаходна)	$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot I \cdot i \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{\pi \cdot I \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S}$	$V=14$ м/хв. $A_1=1,85$ $i=1,9$ $K=0,000278=$ $=76,8$ м/хв.	$T_o = 0,000278 DI$
Чистове (різьба однозаходна)	$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot I \cdot i \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{\pi \cdot I \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S}$	$A_1=0,85$ $i=1,2$ $K=0,000091$	$T_o = 0,00009 DI$

1	2	3	4	5
Шліфування різьби чистове (різьба одноза- ходна)	$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot I}{1000 \cdot V \cdot S} \times$ $\times \left( \frac{a}{t} + p \right) \cdot a_1$	$K = \frac{\pi \cdot i \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot S} \times$ $\times \left( \frac{h}{I} + P \right)$	A = 0,85 V = 7,5 м/хв. P = 3 t = 0,05 мм/подхід A = 1,1 i = 1,9 S = 2 мм K = 0,0046	$T_o = 0,0046DI$
Обробка евольвентних поверхонь Обробка зубців циліндричних зубчатих коліс (m = 1–10 мм)				
Довбання зубів чернеткове (за один обкат)	$T_o = B_m^{***} \times$ $\times \left( \frac{2,22}{1000V \cdot S_p} + \right.$ $\left. + Z \cdot \frac{2\pi}{1000V \cdot S_{кр}} \right)$	$K_1 = \frac{2 \cdot 2,2}{1000/S_p}$ $K_1 = \frac{2 \cdot \pi}{1000/S_{кр}}$	V = 7,5 м/хв. S <sub>p</sub> = 0,6 мм/подхід.	$T_o = B(0,0035 +$ $+ 0,000713)$
Довбання зубів чистове	$T_o = B \times$ $\times \left( \frac{4,4}{1000V \cdot S_p} + \right.$ $\left. + Z \cdot \frac{2\pi}{1000V \cdot S_{кр}} \right)$	$K_1 = \frac{4,4}{1000 \cdot V \cdot S_p}$ $K_1 = \frac{2 \cdot \pi}{1000 \cdot V \cdot S_{кр}}$	V = 34 м/хв. S <sub>p</sub> = 0,04 мм/подхід S <sub>кр</sub> = 0,22 мм/подхід. K <sub>1</sub> = 0,00324 K <sub>1</sub> = 0,00084	$T_o = B \cdot 0,00324 +$ $+ Z \cdot 0,00084$
Фрезерування: Чернеткове /вертикальна подача/	$T_o = \frac{B \cdot Z \cdot \pi \cdot d_\phi}{1000 \cdot V \cdot S \cdot q}$ де q – число за- ходів фрези	$K = \frac{\pi \cdot d_\phi}{1000 \cdot V \cdot S \cdot q}$	d <sub>φ</sub> = 70 мм S = 1,8 мм/обер.заг. V = 25 м/хв. q = 1 K = 0,00488	$T_o = 0,00488BZ$
Чистове /вертикальна подача/	$T_o = \frac{B \cdot Z \cdot \pi \cdot d_\phi}{1000 \cdot V \cdot S}$	$K = \frac{\pi \cdot d_\phi}{1000 \cdot V \cdot S}$	d <sub>φ</sub> = 90 мм S = 1 мм/обер.заг. V = 30 м/хв. q = 1 K = 0,00943	$T_o = 0,00943BZ$
Шевінгування чистове	$T_o = \frac{B \cdot Z \cdot a \cdot f}{S \cdot n_{III} \cdot Z_{III} \cdot S_B}$	$K = \frac{a \cdot f}{S \cdot n_{III} \cdot Z_{III} \cdot S_B}$	A = 0,17 мм n <sub>III</sub> = 280 об/хв. f = 1,35 S <sub>B</sub> = 73 S <sub>B</sub> = 0,0045 мм/х.ст. S = 0,25 мм/обер.заг. K = 0,001	$T_o = 0,001BZ$

1	2	3	4	5
Обробка зубців циліндричних зубчатих коліс /m = 1–10мм/				
Шліфування конічним колом засобом обкатки /типу Найльс/	$T_o = \left[ \frac{2 \left( i_1 + i_2 + i_3 \right)}{n \left( S_1 + S_2 + S_3 \right)} + 2r_1 \left( i_1 + i_2 + i_3 \right) Z \right] K$	$K = \frac{2 \left( i_1 + i_2 + i_3 \right)}{\pi \left( S_1 + S_2 + S_3 \right)}$	n = 150 подв.хід. r <sub>1</sub> = 0,054 i <sub>1</sub> = 2 i <sub>2</sub> = 1 i <sub>3</sub> = 1 S <sub>1</sub> = 2,7мм/подв.хід S <sub>2</sub> = 2,7мм/подв.хід S <sub>3</sub> = 1,1мм/подв.хід K <sub>1</sub> = 0,027 K <sub>2</sub> = 0,4	T <sub>o</sub> = =(0,0027L+0,4Z)
Обробка торців зубів пальцевою фрезою				
Округлення зубів	T <sub>o</sub> = rZ	K = r	K = 0,0384	T <sub>o</sub> = 0,0384Z
Фрезерування зубів черв'ячних коліс				
Фрезерування: Чернеткове /фреза однозаходна/	$T_o = \frac{2,7 \cdot \pi \cdot D \cdot d_\phi}{1000 \cdot V_\phi \cdot S_p}$	$K = \frac{2,7 \cdot \pi \cdot d_\phi}{1000 \cdot V_\phi \cdot S_p}$	d <sub>φ</sub> = 80 мм V <sub>φ</sub> = 25 м/хв S <sub>p</sub> = 0,8 мм/об. K = 0,0346	T <sub>o</sub> = 0,0346D
Чистове /фреза однозаходна/	$T_o = \frac{2,94 \cdot \pi \cdot \sqrt{Z} \cdot d_\phi}{1000 V_\phi \cdot S_{ТДН}}$	$K = \frac{2,94 \cdot \pi \cdot d_\phi}{1000 V_\phi \cdot S_{ТДН}}$	d <sub>φ</sub> = 80 мм V <sub>φ</sub> = 25м/хв. S <sub>ТДН</sub> = 1,4мм/об K = 0,0212	T <sub>o</sub> = 0,0212√Z
Зубостругання прямозубих конічних коліс /m = 1–10 мм/				
Попереднє нарізання	$T_o = Zx \left( \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot I}{S_z \cdot Z \cdot 1000V} + r_2 \right)$	$K = \frac{\pi \cdot D_\phi}{S_z \cdot Z \cdot 1000V}$	D <sub>φ</sub> = 80 мм V = 29 м/хв. Z = 19 S <sub>z</sub> = 0,13 мм/зуб r <sub>2</sub> = 0,05 хв. K <sub>1</sub> = 0,00668 K <sub>2</sub> = 0,05	T <sub>o</sub> = Z(0,00668+0,05)
Зубостругання: Чистове	T <sub>o</sub> = rZ	K = r	K = 0,2	T <sub>o</sub> = 0,2Z
Тонке	T <sub>o</sub> = rZ	K = r	K = 0,25	T <sub>o</sub> = 0,25Z
Нарізання криволінійних конічних коліс зуборізними голівками /m = 1–10 мм/				
Нарізання: Чернеткове	T <sub>o</sub> = rZ	K = r	K = 0,36	T <sub>o</sub> = 0,36Z
Чистове	T <sub>o</sub> = rZ	K = r	K = 0,32	T <sub>o</sub> = 0,32Z

1	2	3	4	5
Обробка шліцевих поверхонь /вали d = 25–60 мм/				
Фрезування: Чернеткове	$T_o = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot I \cdot Z}{1000 \cdot V_\phi \cdot S_o}$	$K = \frac{\pi \cdot D_\phi}{1000 \cdot V_\phi \cdot S_o}$	$D_\phi = 100$ мм $S_o = 2,1$ мм/об $V_\phi = 32$ м/хв. $K = 0,0047$	$T_o = 0,0047LZ$
Чистове	$T_o = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot I \cdot Z}{1000 \cdot V_\phi \cdot S}$	$K = \frac{\pi \cdot D_\phi}{1000 \cdot V_\phi \cdot S_o}$	$D_\phi = 100$ мм $S_o = 1,2$ мм/об $V_\phi = 30$ м/хв. $K = 0,0087$	$T_o = 0,0087LZ$
Шліфування дна западин шліців /цент- рування за вну- трішнім ді- аметром/	$T_o = \frac{I \cdot Z \cdot a}{1000 \cdot V \cdot t}$	$K = \frac{a \cdot a_1}{1000 \cdot V \cdot t}$	$A = 0,15$ мм; $A_1 = 1,35$ $V = 6,5$ м/хв. $t = 0,03$ мм/подв.хід	$T_o = 0,00104LZ$

**Примітка.** Позначка величин у формулах найбільш імовірного машинного часу:  $a_1$  – коефіцієнт, що враховує час зворотного холостого холу;  $B$  – ширина заготовки, мм;  $D, d$  – діаметр заготовки /отвору/, мм;  $d_\phi$  – діаметр фрези, мм;  $F_\Sigma$  – сумарна площа поверхні, яку обробляють, мм;  $f$  – коефіцієнт, що враховує число проходів без поперечної подачі;  $a$  – припуск на обробку, мм;  $i$  – кількість проходів;  $i_1, i_2, i_3$  – число проходів відповідно: чернеткових, напівчистових, чистових;  $K_0$  – коефіцієнт, що характеризує найбільш імовірні умови обробки;  $I$  – довжина заготовки, східці, довжина холу, пряжки, мм;  $I_{обр}$  – довжина робочого ходу при обробці, мм;  $m$  – модуль зубчатого колеса, мм;  $n$  – число обертів, число подвійних ходів за хвилину;  $n_{ш}$  – число обертів шевера за хвилину,  $p$  – число проходів без поперечної подачі;  $S$  – поздовжня подача, мм/оберт при струганні, мм/подх.хід;  $S_1, S_2, S_3$  – подачі при чернетковому, напівчистовому і чистовому шліфуванні, мм/под.хід.;  $S_z$  – подача на зуб фрези;  $S_m$  – хвилинна подача, мм/хв;  $S_{тан}$  – тангенціальна подача, мм/оберт;  $S_p$  – радіальна подача, мм/подв.хід.;  $S_{хзх}$  – хвилинна подача зворотного ходу, мм/хв;  $S_{кр}$  – колова подача, мм/подв.хід;  $T_o$  – найбільш імовірний машинний час обробки, хв;  $r_1$  – час на переключення і ділення, хв;  $r_2$  – час на поворот заготов-

ки на один зуб, хв;  $V$  – швидкість різання, м/хв;  $V_3$  – окружна швидкість обертання заготовки, м/хв;  $V_{ст}$  – швидкість переміщення стола, м/хв;  $V_{рх}$  – швидкість робочого ходу, м/хв;  $\omega$  – число заготовок, що одночасно обробляються;  $Z$  – число зубів зубчатого колеса, шліцьового валу, зірочки;  $Z_{ф}$  – число зубів фрези;  $S_{ш}$  – число зубів шавера;  $d_{вк}$  – діаметр ведучого кола;  $n_{вк}$  – число оборотів за хвилину ведучого кола;  $S_v$  – вертикальна подача.

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисциплін "Ремонт транспортних засобів", "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина II (для студентів 4–5 курсів усіх форм навчання спеціальностей 7.092201 "Електричні системи і комплекси транспортних засобів", 6.092200 "Електричний транспорт").

Укладачі: Андрій Віталійович Коваленко,  
Микола Антонович Голтв'янський

Відповідальний за випуск: В.Х. Далека

Редактор: Д.Ф. Курильченко

Верстка: І. В. Волосожарова

План видання 2009, поз. 226М

---

Підп. до друку 24.11.09	Формат 60x84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн. –друк. арк. 2,9	Обл.–вид. арк. 3,4
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

---

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ  
61002, Харків, вул. Революції, 12