

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий механічний інститут
Кафедра будівельних, дорожніх та меліоративних машин



02-01-609М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт та самостійного вивчення
навчальної дисципліни

«Організація технічного сервісу та ремонт машин»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського)
рівня за освітньо-професійною програмою
«Створення та експлуатація машин і обладнання»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 4 від 31.12.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійного вивчення навчальної дисципліни «Організація технічного сервісу та ремонт машин» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Тхорук Є. І., Голотюк М. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 65 с.

Укладачі:

Тхорук Є. І., професор кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин, к.т.н., доцент;

Голотюк М. В., доцент кафедри агроінженерії, к.т.н., доцент.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин
Протокол № 9 від 31 грудня 2024 року

В.о. завідувача кафедри

Тхорук Є. І.

Керівник групи забезпечення, гарант ОПП

Тхорук Є. І.

Попередня версія МВ 02-02-112

© Є. І. Тхорук,
М. В. Голотюк, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Практична робота №1. Визначення кількості технічних обслуговувань, ремонтів машин і технологічного обладнання.....	5
Практична робота №2. Визначення ресурсних показників надійності машин і обладнання.....	11
Практична робота №3. Загальні положення дилерської діяльності.....	19
Практична робота №4. Контроль у сфері закупівельної діяльності підприємств технічного сервісу.....	21
Практична робота №5. Розробка технологічного процесу відновлення (виготовлення) деталі.....	28
Рекомендації до виконання самостійної роботи	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
ДОДАТКИ	54

ВСТУП

Метою навчальної дисципліни «Організація технічного сервісу та ремонт машин» є розвиток професійних значимих якостей майбутніх фахівців щодо організації і проведення технічної експлуатації і ремонту машин та обладнання, особливостей їх сервісного забезпечення обслуговуючими підприємствами і господарствами з практичним набуттям навичок розв'язання типових експлуатаційно-сервісних завдань.

Завдання навчальної дисципліни передбачає формування знань, вмінь, навичок і методики розв'язання інженерних завдань, пов'язаних з організацією і технологією технічного обслуговування і ремонту машин та обладнання та їх сервісного супроводу.

Самостійна робота студентів – це запланована пізнавальна, організаційно і методично спрямована їх діяльність, яка здійснюється без прямої допомоги викладача для досягнення конкретного результату.

Самостійна робота студента під керівництвом викладача протікає у формі ділової взаємодії: студент отримує безпосередні вказівки, рекомендації викладача з організації самостійної діяльності, а викладач виконує функцію управління через облік, контроль і коригування помилкових дій.

Самостійна робота студента проходить два етапи:

перший етап – період початкової організації, яка потребує від викладача безпосередньої участі в діяльності студентів, знаходженні та аналізі помилок;

другий етап – період самоорганізації.

Практична робота дозволяє студенту самостійно вибрати найраціональніше рішення з поставлених перед ним комплексних завдань.

Практична робота № 1

Визначення кількості технічних обслуговувань, ремонтів машин і технологічного обладнання

Мета заняття: ознайомлення з методами визначення кількості технічних обслуговувань, ремонтів технічних об'єктів.

Річний план ТО машинного парку (технологічного обладнання) являє собою вільну річну відомість робіт з ТО, яка виконується по кожному технічному об'єкті (для навчальних цілей вибір машинного парку або технологічного комплексу приймається самостійно згідно напрямку досліджень або видається викладачем). В експлуатаційних господарствах він є основним документом для розрахунку потреби в матеріальних і трудових ресурсах при розробці виробничо-фінансового плану.

Є три способи розрахунку річного плану ТО:

1. Аналітичний;
2. Графічний;
3. Спосіб номограм.

Аналітичний спосіб визначення ТО і ремонтів.

Кількість ТО і ремонтів ($N_{то.р}$) які повинні бути проведені в році, що планується, для відповідних технічних об'єктів, розраховують за формулою:

$$N_{то.р} = \left[(H'_\partial + H_{нл}) / P_i \right] - N_n; \quad (1.1)$$

де: H'_∂ – величина фактичного напрацювання на початок року, що планується, з часу проведення останнього виду ТО і Р або з початку експлуатації, маш-год. (год.);

$H_{нл}$ – напрацювання, що планується на розрахунковий рік, маш-год. (год.);

P_i – періодичність виконання певного виду технічного обслуговування, маш-год. (год.);

N_n – кількість всіх видів технічного обслуговування і ремонтів з періодичністю, більше періодичності того виду, по якому ведеться розрахунок.

Вихідні дані для розрахунку кількості ТО і ремонтів беруться згідно бакалаврської роботи з проектування машин, технологічного обладнання.

Для кожного виду ТО і Р формула приймає такий вигляд:

- капітальних ремонтів (N_k)

$$N_k = (H_{\phi k} + H_{nl}) / \Pi_k; \quad (1.2)$$

- поточних (середніх) ремонтів (N_m)

$$N_m = [(H_{\phi m} + H_{nl}) / \Pi_m] - N_k; \quad (1.3)$$

- технічних обслуговувань №3 (N_{mo3})

$$N_{mo3} = [(H_{\phi mo3} + H_{nl}) / \Pi_{mo3}] - (N_k + N_m); \quad (1.4)$$

- технічних обслуговувань №2 (N_{mo2})

$$N_{mo2} = [(H_{\phi mo2} + H_{nl}) / \Pi_{mo2}] - (N_k + N_m + N_{mo3}); \quad (1.5)$$

- технічних обслуговувань №1 (N_{mo1})

$$N_{mo1} = [(H_{\phi mo1} + H_{nl}) / \Pi_{mo1}] - (N_k + N_m + N_{mo3} + N_{mo2}); \quad (1.6)$$

Результати розрахунків наводимо у (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Річний план машинного парку або технологічного комплексу

№ з/п	Назва і марка (індекс) машини	Фактичне напрацювання				Кількість ТО і Р в плановому році				
		з початку експл. або КР	з часу проведення			КР	ТО-3	ТО-2	ТО-1	СО
			ТО-3	ТО-2	ТО-1					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ДТ-75	1300	340	100	40	0	2	8	31	2
2	ДТ-75	2200	280	40	40	0	2	8	31	2

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	ДТ-75	2650	730	10	10	0	3	7	31	2
4	ДТ-75	3100	220	220	40	0	2	9	30	2
5	ДТ-75	3550	670	190	10	1	2	8	30	2

Графічний спосіб визначення ТО і ремонтів.

При визначенні кількості ТО графічним способом для кожної марки машини (обладнання) будують графік планового напрацювання накопичувальним способом (на одному графіку наносять криві напрацювання, залежно від завантаження по кварталах для всіх марок машин даної групи). По осі абсцис відкладають час роботи машини (обладнання) по місяцях в році, що планується, а по осі ординат – напрацювання машини і одночасно наносять періодичність виконання технічного обслуговування. Початок кожної кривої беруть від точки шкали осі ординат, що відповідає напрацюванню машини на початок періоду, що планується.

Потрібна кількість ТО встановлюється в точках перетину кривої накопичувального напрацювання з горизонтальними лініями відповідних видів ТО. Для визначення приблизних термінів початку їх проведення із точок перетину опускають вертикаль до осі абсцис.

Поруч графіка (рис. 1.1) розташовують таблицю календар планових термінів початку проведення ТО даної групи машин або обладнання (табл. 1.2, табл. 1.3).

Таблиця 1.2 – Графічний спосіб визначення кількості ТО і Р

№ з/п	Назва і марка (індекс) машини або обладнання	Наробіток з початку експлуатації або КР	Плановий наробіток на рік	Кількість ТО і Р в плановому році		
				КР	ТО-3	ТО-2
1	2	3	4	5	6	7
1	ЕТЦ-208	2450	1512	0	2	4
2	ЕТЦ-208	2900	1512	0	1	5
3	ЕО-304А	2600	2797	0	3	9

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7
4	ЕО-304А	3500	2797	1	2	9
5	ЕО-4111	4040	2803	1	2	9
6	ЕО-2621А	3500	3109	1	2	10

Таблиця 1.3 – Розподіл наробітку за кварталами

Наробіток по кварталах;						
№ з/п	Марка машини	Фактичний наробіток на місяць:				
		0	3	6	9	12
1	ЕТЦ-208	2450	2828	3206	3584	3962
2	ЕТЦ-208	2900	3051	3504	4109	4412
3	ЕО-304А	2600	2879	3718	4837	5397
4	ЕО-304А	3500	3779	4618	5737	6297
5	ЕО-4111	4040	4320	5161	6282	6843
6	ЕО-2621А	3500	3810	4743	5987	6609

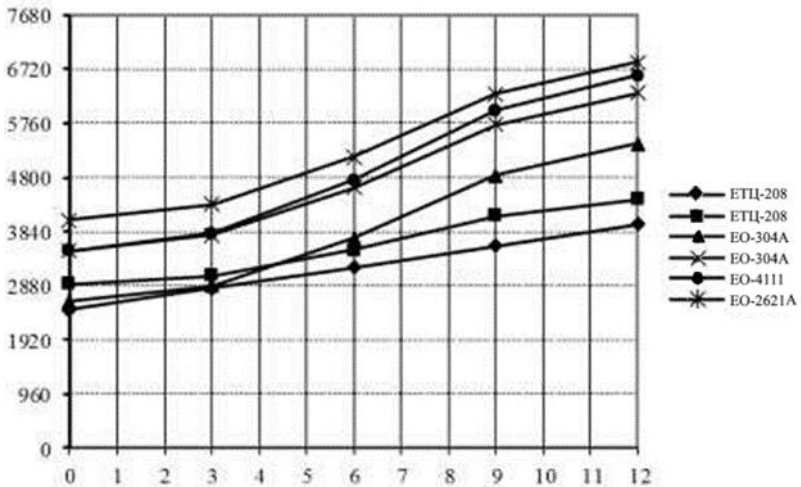


Рисунок 1.1 – Визначення кількості ТО і Р графічним способом

Спосіб номограм.

Номограми дозволяють встановити лише сумарну кількість різних видів ТО.

По осі ординат відкладають планове напрацювання машини (обладнання), а по осі абсцис періодичність ТО. Шкали напрацювання по осях абсцис і ординат, наносять в однаковому масштабі. Потім шкали осей з'єднують похилими лініями.

Для визначення в ТО з точки, що відповідає плановому напрацюванню машини в період, що планується, яке відкладається по осі ординат, проводиться горизонтальна лінія до перетину з перпендикуляром, встановленим з точки по осі абсцис, що відповідає напрацюванню машини з останнього КР, або початку експлуатації. Види і кількість ТО визначають по точках перетину перпендикуляра з похилими лініями (рис. 1.2).

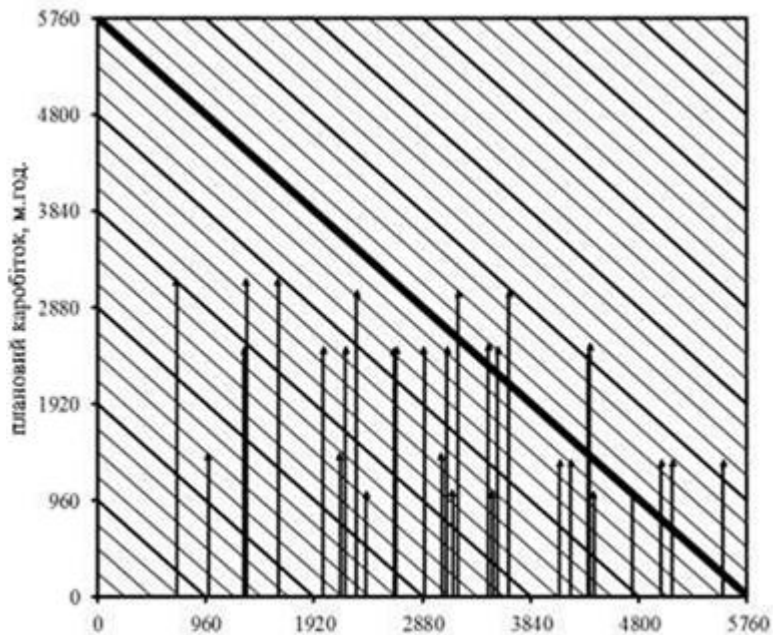


Рисунок 1.2 – Визначення кількості ТО і Р способом номограм

Місячний план-графік технічного обслуговування машинного парку складають на основі річного плану. План-графік встановлює дату зупинки кожної машини (об-ладнання) на технічне обслуговування і тривалість її простою в днях. Порядковий номер робочого дня місяця (D_{mo}) в який починається проведення технічного обслуговування, визначається за формулою

$$D_{mo} = \left\{ \left[\Phi_p \cdot (P_i - H_\phi) \right] / H_{nлм} \right\} + 1; \quad (1.7)$$

де: Φ_p – кількість робочих днів в місяці, що планується;

P_i – періодичність відповідного виду ТО, м-год.;

H_ϕ – фактичне напрацювання машин після відповідного виду ТО, м-год.;

$H_{nлм}$ – фактичний наробіток машин на місяць, м-год. можемо прийняти

$$H_{nл.м} = H_{nл} / 12; \quad (1.8)$$

де: $H_{nл}$ – плановий наробіток на розрахунковий рік, м-год.

Якщо при розрахунку величина (D_{mo}) буде більшою, ніж кількість робочих днів в місяці, що планується, відповідне ТО в цьому місяці не проводиться.

При розрахунку порядкового номера робочого дня проведення другого разу в місяць ТО одного виду його періодичність при підставленні в формулу збільшується в два рази ($2 \cdot n_i$), в третій – в три рази ($3 \cdot n_i$) і т.д (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Розрахунок місячного план-графіка

№	День ТО-1					год.	День ТО-2				год.
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	
ДТ-75	2,0	7,8	13,7	19,6		4	13,7				9
ДТ-75	2,0	7,8	13,7	19,6		4	19,6				9
ДТ-75	4,9	10,8	16,6			4					9
ДТ-75	2,0	7,8	13,7	19,6		4	2,0				9
ДТ-75	4,9	10,8	16,6			4	4,9				9

Контрольні запитання

1. Перерахуйте способи визначення кількості технічних обслуговувань і ремонтів машин.
2. Як визначити порядковий номер робочого дня місяця в який починається проведення технічного обслуговування?
3. Як визначити кількість технічних обслуговувань машин способом номограм?
4. Як визначити кількість технічних обслуговувань машин графічним способом?

Практична робота № 2

Визначення ресурсних показників надійності машин і обладнання

Мета заняття: ознайомлення з методами визначення ресурсних показників надійності машин та їх аналізу відповідно до умов експлуатації.

Основними ресурсними показниками є: гама- відсотковий ресурс (T_γ); середній ресурс (T_p) (до списання; до першого капітального ремонту; міжремонтний); календарний термін служби (T_c); планове напрацювання на функціональну відмову ($T_{відм}$).

Розрахункові формули для визначення гама-відсоткового ресурсу (T_γ) мають наступний вигляд:

- для нормального розподілу (НР)

$$T_\gamma = \bar{t} - U_\gamma \cdot \sigma_t; \quad (2.1)$$

де: \bar{t} і σ_t – параметри НР; U_γ – квантиль НР (додаток 1);

- для розподілу Вейбула (РВ)

$$T_\gamma = t_0 \cdot (-\ln(\gamma))^{1/m} + t_{3M} = t_0 \cdot H_{(1-\gamma)}^B + t_{3M}; \quad (2.2)$$

де: m і t_0 – параметри РВ; t_{3M} – зсув початку розсіювання;

$H_{(1-\gamma)}^B$ – квантиль РВ (додаток 2);

- для експоненціального розподілу (EP)

$$T_\gamma = \frac{1}{\lambda} \cdot (-\ln(\gamma)); \quad (2.3)$$

де: λ – параметр EP.

Для визначення гама-відсоткового доремонтного ресурсу машин (T_{pdy}) використовується наступна залежність

$$T_{pdy} = T_{pd} / K_\gamma; \quad (2.4)$$

де: T_{pd} – доремонтний ресурс; K_γ – коефіцієнт, що залежить від рівня регламентованої імовірності (γ), коефіцієнта варіації ресурсу (V) і закону розподілу ресурсу. Наприклад, при $\gamma = 0,8$ $V = 0,4$ і РВ $K_\gamma = 1,5$.

Розрахунок (T_γ) при РВ можна робити за допомогою номограми Ю. В. Булгакова (рис. 2.1).

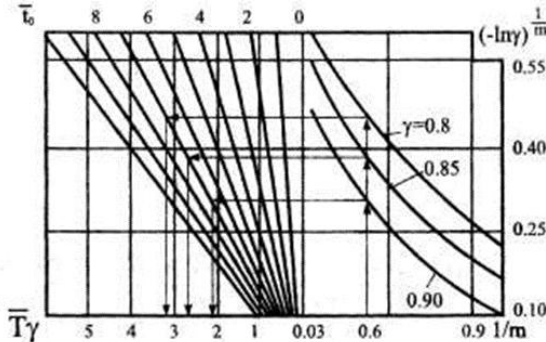


Рисунок 2.1 – Номограма для визначення гама-відсоткового ресурсу при розподілі Вейбула

Номограма базується на залежності (2.2) при ($t_{зм} = 0$):

$$T_\gamma = t_0 \cdot (-\ln(\gamma))^{1/m}; \quad (2.5)$$

Для одержання значень (t_0) потрібно помножити (\bar{t}_0) на (10^n), де: n – ціле число, обиране в залежності від порядку

величини (t_0) . Аналогічно одержують значення (T_γ) . У правому квадранті номограми побудовані функції $((-\ln(\gamma))^{1/m})$ для ($\gamma=0,8; 0,85; 0,9$) і ($m=1\dots3$). У лівому квадранті виконується множення (\bar{t}_0) на $((-\ln(\gamma))^{1/m})$. Вхідна величина – відношення ($1/m$)

Для визначення середнього ресурсу машин до першого капітального ремонту (T_{pd}) використовуються дві за лежності

а) формула ВНДІбуддормаша

$$T_{pd} = \frac{t_a}{1 + C_d} = \frac{T_c \cdot T_p \cdot K_c}{1 + C_d}; \quad (2.6)$$

де: t_a – рекомендоване напрацювання машини до списання (м.-год.); T_c – нормативний термін служби машини (у роках); T_p – середня тривалість експлуатації машини протягом календарного року (м.-год); C_d – коефіцієнт, що враховує зниження довговічності машини до списання; K_c – коефіцієнт переходу від напрацювання машини до напрацювання двигуна.

б) формула НАТИ

$$T_{pd} = T_c \cdot T_p \cdot \left(1 + \sum_1^{n_{kp}} K_{bi} \right)^{-1}; \quad (2.7)$$

де: K_{bi} – коефіцієнт відновлення ресурсу після і-го капітального ремонту; n_{kp} – число планових капітальних ремонтів.

На підставі залежності (7) М.А. Халфін розробив номограму (див. рис. 2.2) для визначення (T_{pd}) і ($T_{pd\gamma}$) базових машин за умови, що ресурс описується РВ, а $K_{bi}=0,8$.

Номограма дозволяє визначення (T_{pd}) та (T_{80}) при середньорічній зайнятості машин ($T_p=50\dots2000$); ($T_c=7$), 8 і 9 рокам; ($n_{кр}=1, 2, 3$).

Для великої групи будівельних і меліоративних машин поточні експлуатаційні витрати апроксимуються залежністю

- у доремонтний період

$$C_e^D(t) = C_0 \cdot t^\delta; \quad (2.8)$$

- у міжремонтний період

$$C_e^M(t) = q \cdot C_0 \cdot t^\delta; \quad (2.9)$$

де: C_0 – коефіцієнт, що визначає вихідну норму прогресуючих витрат; δ – показник зростання витрат, $q > 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення числа відмов після капітального ремонту (у середньому на 20% після кожного КР); t – напрацювання.

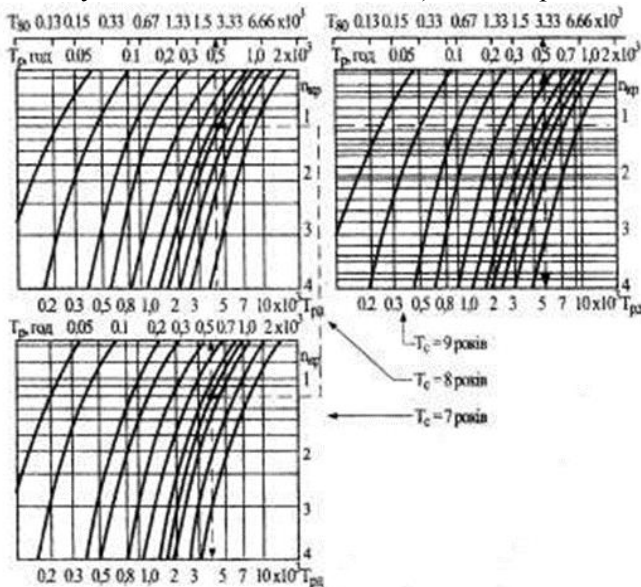


Рисунок 2.2 – Номограма М.А. Халфіна для визначення (T_{pd}) та 80 % (T_{80})

У цьому випадку оптимальні значення доремонтного ресурсу (T_{pd}^{onm}) і міжремонтних ресурсів (T_{pm}^{onm}) визначаються за формулами М. А. Халфіна.

$$T_{pd}^{onm} = T_c \cdot \left(1 + n_{кр} \cdot q^{-\left(\frac{1}{\delta}-1\right)} \right)^{-1}; \quad (2.10)$$

$$T_{pm}^{onm} = T_c \cdot \left(n_{кр} + q^{\frac{1}{\delta}-1} \right)^{-1}; \quad (2.11)$$

де: $T_c = const$ – нормативний термін служби машини; $n_{кр}$ – число планових капітальних ремонтів.

У багатьох випадках швидкість зношування можна прийняти постійною і рівною

$$a_u = k \cdot p^m \cdot V^n; \quad (2.12)$$

де: p – тиск на поверхні тертя; V – швидкість відносного ковзання; k – коефіцієнт зносу, що залежить від матеріалу пар тертя й умов зношування; $m = 0,5 \dots 3,0$; $n = 1$ для більшості пар тертя.

Для абразивного зношування (при $b_u = 0$)

$$a_u = k \cdot p \cdot V; \quad (2.13)$$

$$I(t) = k \cdot p \cdot t = a_u \cdot t; \quad (2.14)$$

Швидкість зношування й інтенсивність зношування зв'язані між собою співвідношенням

$$a_u = j \cdot V; \quad (2.15)$$

Зміна ресурсу деталі (чи сполучення) при зношуванні описується НР із параметрами (\bar{t}_R) і (σ_R).

Тоді імовірність безвідмовної роботи з критерію зношування буде:

$$P_{3H}(t_R) = 0,5 \cdot \left[1 - \Phi \cdot \left(\frac{t_R - \bar{t}_R}{\sigma_R} \right) \right]; \quad (2.16)$$

де: $\Phi(\cdot)$ – подвоєна функція Лапласа.

Якщо прийняти, що (a_u) , (p) і (V) мають НР із параметрами $(\bar{a}_u; \sigma_{a_u})$; $(\bar{p}; \sigma_{po})$; $(\bar{V}; \sigma_V)$; то одержимо:

$$\sigma_{a_u} = k \cdot \sqrt{\sigma_{po}^2 \cdot \sigma_V^2 + p^{-2} \cdot \sigma_V^2 + V \cdot \sigma_{po}^2}; \quad (2.17)$$

Знайдемо границі довірчого інтервалу (I_β) для швидкості зношування через квантілі НР (U_β) (додаток 3) за співвідношенням:

$$I_\beta = (\bar{a}_u + U_\beta \cdot \sigma; \bar{a}_u - U_\beta \cdot \sigma); \quad (2.18)$$

Для визначення ресурсу деталей машин за критерієм зношування використовуємо залежність (2.14). Прийемо в ній, що

$$I(t) = I_{np}; \quad a_u = (\bar{a}_u + U_\beta \cdot \sigma_{a_u});$$

Тоді ресурс деталі при заданій імовірності безвідмовної роботи $(p_{3H} = (t_R) = \beta)$ буде дорівнювати:

$$T_p^{3H}(\beta) = \frac{I_{np}}{\bar{a}_u + U_\beta \cdot \sigma_{a_u}}; \quad (2.19)$$

Середній ресурс деталі (T_p^{3H}) за критерієм абразивного зношування визначиться в такий спосіб

$$T_p^{3H} = I_{np} / \bar{a}_u; \quad (2.20)$$

Для загального випадку зношування маємо:

$$T_p^{3H} = \sqrt[3]{I_{np} / \bar{a}_u}; \quad (2.21)$$

Середнє напрацювання машини на відмову при фіксованому рівні надійності $(p(t))$ називається плановим напрацюванням на функціональну відмову

Для базової машини

$$T_{відм}^M = -\frac{t_M}{\ln P_M(t_M)}; \quad (2.22)$$

де: t_M – напрацювання машини;

Для будівельного або меліоративного агрегату, що включає (n) робочих машин:

$$T_{відм}^A = -\frac{-n \cdot t_M}{\ln P_M(t_M) + \frac{t_A}{T_{відм}^M}}; \quad (2.23)$$

де: t_A – напрацювання агрегату.

Розрахунок норм запасу для невідновлюваних складових частин машин може проводитись за різними критеріями.

Завдання

Задача 1. Оцінити 80 %-вий ресурс гусениці трактора якщо відомо, що її довговічність обмежена за зносом: ресурс описується НР із параметрами ($\bar{t}=10^4$) м.-год; ($\sigma_t=6 \cdot 10^3$) м.-год.

Задача 2. Визначити 80%-вий ресурс силової установки приводу технологічного обладнання за умови, що вона описується РВ із параметрами ($m=1,2$); ($t_0=1820$ м.-год) при ($t_{зм}=1300$ м.-год).

Задача 3. Визначити середній ресурс (T_{p0}) та 80% ресурс (T_{80}) трактора К-701 до першого капітального ремонту при наступних вихідних даних: планове напрацювання на рік ($T_p=1000$) м.-год; термін служби машини до списання ($T_c=9$) років; ($n_{кр}=1$); ресурс описується РВ, коефіцієнт відновлення ресурсу після капітального ремонту ($K_{BI}=0,8$). Для рішення скористатись номограмою М.А. Халфіна (рис. 2)

Задача 4. За формулами ВНДібуддормаша і НАТІ визначити середній ресурс базового трактора Т-150 до першого

капітального ремонту при наступних вихідних даних: ($T_p = 1350$) м.-год; ($T_c = 8$) років; коефіцієнт переходу від напрацювання машини до напрацювання двигуна ($K_c = 0,92$); коефіцієнт зниження довговічності до списання ($C_d = 0,82$); ($n_{кр} = 1$); ($K_{BI} = 0,8$). Зіставити отримані результати.

Задача 5. Вважаючи, що експлуатаційні витрати на гусеничний тягач класу 25 кН описуються залежностями: у доремонтний період ($C_e^D(t) = C_0 \cdot t^\delta$), у міжремонтний період ($C_e^M(t) = q \cdot C_0 \cdot t^\delta$), визначити оптимальні значення до- і міжремонтних ресурсів за умови, що нормативний термін служби ($T_c = 12$) років, кількість капітальних ремонтів до списання ($n_{кр} = 2$); показник зростання витрат ($\delta = 1,5$); зростання витрат після проведення капітального ремонту на 20% враховується коефіцієнтом ($q = 1,2$).

Задача 6. За критерієм абразивного зношування визначити середній ресурс деталі машини і її ресурс при заданій імовірності безвідмовної роботи ($P_3(t_R) = 0,8$). Прийняти, що швидкість зношування описується НР із параметром ($\bar{a}_u = 2 \cdot 10^{-2}$) мкм/год (параметр σ_{au} не відомий); максимальний припустимий знос ($I_{дон} = 10$) мкм. При розрахунку врахувати, що тиск (p) на поверхні тертя і швидкість відносного зношування (V) також описується НР із параметрами ($\bar{p} = 1,57$) МН/м²; ($\sigma_p = 0,147$) МН/м²; ($\bar{V} = 2$) м/с; ($\sigma_v = 0,2$) м/с.

Контрольні запитання

1. Наведіть приклад визначення гамма-відсоткового ресурсу машин з розподілом Вейбула за допомогою номограми Ю. В. Булгакова.

2. Перерахуйте способи визначення залишкового ресурсу роботи машини.

3. Якими параметрами описується критерій зношування деталей машин?

Практична робота № 3

Загальні положення дилерської діяльності

Мета завдання: з'ясувати суть основних дефініцій з основ дилерської діяльності; вивчити окремі Договори на поставку технічних засобів

Основні дефініції:

➤ *технічний засіб* – машина, механізм, обладнання, устаткування, технологічні комплекси і лінії з них;

➤ *амортизація технічних засобів* – це поступове фізичне і моральне зношення та перенесення їх вартості частинами у межах норм амортизаційних відрахувань на вартість виконаних робіт чи надання послуг;

➤ *вторинний ринок технічних засобів* – система товарно-грошових відносин, що виникають у процесі купівлі-продажу уживаних технічних засобів з метою відновлення їх споживних якостей або розукомплектування та використання придатних і відновлених вузлів, агрегатів і деталей для їх реалізації та проведення ремонтних робіт;

➤ *безпека технічних засобів, роботи, послуги з технічного сервісу* – відсутність будь-якого ризику для життя, здоров'я, майна покупця і навколишнього природного середовища за відповідних умов їх використання, зберігання, транспортування та утилізації;

➤ *технічний сервіс* – комплекс робіт та послуг із забезпечення покупців технічними засобами, ефективного використання та підтримання їх у справному стані протягом всього періоду експлуатації, вивчення попиту, реклама, технічна і торгово-економічна інформація, доставка, передпродажна підготовка, гарантійне обслуговування нових та

відремонтованих технічних засобів, забезпечення запасними частинами, навчання експлуатаційного і ремонтного персоналу;

➤ *виконавець* – юридична або фізична особа, яка виконує роботи та надає послуги з технічного сервісу для іншої особи з метою отримання прибутку;

➤ *виробник* – юридична або фізична особа (підприємство, організація, установа, громадянин- підприємець), яка виготовляє машини для реалізації, представляючи себе виробником, а також будь-яка інша особа, яка імпортує машини на територію України для торгівлі або іншого виду діяльності;

➤ *гарантійний термін* – термін, встановлений виробником технічних засобів, протягом якого, в разі дотримання відповідних умов використання і зберігання, в тому числі комплектуючих виробів і складових частин, повинна відповідати вимогам законодавства і протягом якого виробник, продавець, виконавець виконують гарантійні зобов'язання;

➤ *дилер* – юридична або фізична особа, яка, виконуючи функції продавця, здійснює закупівлю технічних засобів для наступного їх продажу і надає послуги з технічного сервісу;

➤ *договір* – угода між покупцем і виробником, продавцем, виконавцем про якість, терміни, ціну та інші умови, за якими здійснюються купівля-продаж технічних засобів, виконання роботи та надання послуг;

➤ *істотний недолік* – недолік, який робить неможливим або недопустимим використання технічного засобу, роботи, послуги відповідно до їх цільового призначення;

➤ *недолік* – окрема невідповідність технічного засобу, роботи, послуги вимогам нормативних документів або умовам договорів;

➤ *продавець* – юридична або фізична особа (підприємство, організація, установа, громадянин- підприємець), яка реалізовує технічні засоби оптом або в роздріб

➤ *покупець* – юридична або фізична особа, яка використовує, замовляє або має намір придбати чи замовити технічний засіб, роботу, послугу.

Взаємовідносини між виробником, дилером і споживачем будуються на договірній основі. У ньому формуються предмет

договору, якість і комплектність, терміни і порядок поставок, ціна і система розрахунку, майнова відповідальність сторін. Виробник для дилера гарантує якість технічних засобів в цілому, включаючи комплектуючі вироби і складові частини, відшкодовує витрати на регламентне обслуговування і ремонт в гарантійний термін. Він зобов'язаний забезпечити випуск запасних частин, а також спеціального устаткування, нормативно-технічної документації для ремонту і технічного обслуговування технічних засобів протягом усього терміну його експлуатації і декількох років після зняття з виробництва.

Завдання

Вивчити окремі договори на поставку технічних об'єктів (машин і обладнання). Скласти договір на поставку продукції у якому передбачити: вимоги до предмету договору (найменування засобів, його кількість, асортимент, якість і комплектність); порядок здійснення розрахунків і ціни; умови і порядок поставки продукції; вимоги до тари і упаковки; умови страхування; матеріальну відповідальність сторін; обмеження терміну дії договору; порядок зміни, скасування договору та інші умови, які сторони признають необхідним передбачити у договорі?

Практична робота № 4

Контроль у сфері закупівельної діяльності підприємств технічного сервісу

Мета завдання: ознайомлення студентів з методами контролю процесу постачання продукції для підприємства (центру); використання результатів контролю для прийняття рішення про продовження договору з постачальником.

Вибір постачальника – одна з важливих завдань центру (підприємства). На вибір постачальника суттєво впливають результати роботи за вже заключними договорами, на основі яких здійснюється розрахунок рейтингу постачальника. Відповідно, система контролю за виконання договорів

постачання дозволяє накопичувати інформацію, необхідну для такого розрахунку. Перед розрахунком рейтингу необхідно визначити, на основі яких критеріїв буде прийматися рішення про перспективність вибору постачальника. Як правило, в якості таких критеріїв використовується ціна, якість поставлених товарів і надійність постачання. Проте цей перелік може мати і більше критеріїв (в наведеному прикладі використовується 6 критеріїв).

Наступним кроком у виборі постачальника є їх оцінка за наміченими критеріями. При цьому, вага вибраного критерію у загальній їх сукупності визначається дослідним шляхом.

Наведемо приклад розрахунку рейтингу умовних постачальників (див. табл. 4.1). Припустимо, що протягом визначеного періоду підприємство отримало від трьох постачальників однакову продукцію. Прийнято рішення у майбутньому обмежуватися послугами одного постачальника. Якому з трьох необхідно віддати перевагу? Відповідь на це запитання можна отримати наступним чином.

Спочатку необхідно оцінити кожного з постачальників за кожним з вибраних критеріїв, а потім помножити вагу критерію на оцінку. Вага критерію і оцінка в даному випадку визначається дослідним шляхом.

Рейтинг визначається сумуванням добутків ваги критерію на його оцінку для даного постачальника. Розраховуючи рейтинг різних постачальників і порівнюючи отримані результати, визначають найкращого постачальника. Розрахунок, наведений у (табл. 4.1), показує, що таким партнером є постачальник № 1, і саме з ним необхідно продовжити термін дії договору.

Таблиця 4.1 – Приклад розрахунку рейтингу постачальника (П)

Критерій вибору постачальника	Вага критерію	Оцінка критерію за десятибальною шкалою			Добуток ваги критерію на оцінку		
		П №1	П №2	П №3	П №1	П №2	П №3
Надійність поставки	0,30	7	5	9	2,1	1,5	2,7
Ціна	0,25	6	2	3	1,5	0,5	0,75
Якість товару	0,15	8	6	8	1,2	0,9	1,2
Умови платежу	0,15	4	7	2	0,6	1,05	0,3
Можливість позапланових поставок	0,10	7	7	2	0,7	0,7	0,2
Фінансовий стан	0,05	4	3	7	0,2	0,15	0,35
СУМА	1,00	-	-	-	6,3	4,8	5,5

В даному прикладі вищий рейтинг постачальника № 1 свідчив про його вагомість у порівнянні з іншими. Проте, для розрахунку рейтингу може використовуватися інша система оцінок, за яким вищий рейтинг свідчить про більший рівень негативних якостей постачальника. В такому випадку перевагу необхідно віддати постачальнику з найнижчим рейтингом.

Система оцінки критеріїв в запропонованому нижче завданні і оснований на визначенні темпів росту негативних характеристик роботи постачальників.

Завдання 1

Провести оцінку постачальників № 1 і № 2 за результатами роботи для прийняття рішення про продовження договірних зобов'язань.

Вказівки до виконання

Протягом перших двох місяців року підприємство з технічного сервісу отримало від постачальників № 1 і № 2 продукцію А і В.

Динаміка цін на аналогічну продукцію яка постачається, а також динаміка постачань продукції неналежної якості і динаміка порушень постачальниками встановлених термінів поставок приведені у (табл. 4.2-4.4).

Для прийняття рішення щодо продовження договору з одним із постачальників необхідно розрахувати рейтинг кожного постачальника. Оцінку постачальників виконати за показниками: ціна, надійність і якість поставленої продукції. Прийняти до уваги, що продукція А і В не потребують безперебійного поповнення.

При розрахунку рейтингу постачальника прийняти наступну вагу показників:

- ціна 0,5
- якість поставленої продукції 0,3
- надійність поставки 0,2

Таблиця 4.2 – Динаміка цін на продукцію, яка постачається

Постачальник	Місяць	Запасні частини	Обсяг поставання, од./міс.	Ціна за одиницю, у.о.
1	2	3	4	5
№ 1	Січень	<i>A</i>	2000	100
	Січень	<i>B</i>	1000	50
№ 2	Січень	<i>A</i>	9000	90
	Січень	<i>B</i>	6000	40
№ 1	Лютий	<i>A</i>	1200	110
	Лютий	<i>B</i>	1200	60
№ 2	Лютий	<i>A</i>	7000	100
	Лютий	<i>B</i>	10 000	60

Таблиця 4.3 – Динаміка постачань продукції неналежної якості

Постачальник	Місяць	Кількість продукції неналежної якості, яка постачається протягом місяця, одиниць
№ 1	Січень	75
№ 2	Січень	300
№ 1	Лютий	120
№ 2	Лютий	425

Таблиця 4.4 Динаміка порушень встановлених термінів постачань продукції

Постачальник № 1			Постачальник № 2		
місяць	кількість постачань	всього запізньень, днів	місяць	кількість поста- чань	всього запіз- нень, днів
Січень	8	28	Січень	10	45
Лютий	7	35	Лютий	12	36

1. Розрахунок середньозваженого темпу росту цін (показник ціни).

Для оцінки постачальника за першим критерієм (ціна) необхідно розрахувати середньозважений темп росту цін (\bar{T}_y) на поставлену продукцію

$$\bar{T}_y = \sum_{i=1}^n T_{yi} \cdot d_i ; \quad (4.1)$$

де: T_{yi} – темп росту ціни на i -ту різновидність продукції, яка постачається на підприємство;

d_i – відсоток i -тої різновидності продукції в загальному обсязі постачань поточного періоду;

n – кількість різновидностей продукції, яка постачається.

Темп росту ціни на i -ту різновидність продукції, яка постачається на підприємство ($T_{\psi i}$) розраховується за формулою

$$T_{\psi i} = \left(\frac{P_{i1}}{P_{i0}} \right) \cdot 100; \quad (4.2)$$

де: P_{i1} – ціна i -тої різновидності продукції в поточному періоді;

P_{i0} – ціна i -тої різновидності продукції в попередньому періоді

Частка i -тої різновидності продукції (d_i) в загальному обсязі поставань розраховується за формулою

$$d_i = \left(\frac{S_i}{\sum S_i} \right); \quad (4.3)$$

де: S_i – сума, на яку поставлена продукції i -тої різновидності у поточному періоді, у.о.

Розрахунок середньозваженого темпу росту цін необхідно оформити у вигляді (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Розрахунок середньозваженого темпу росту цін

Постачальник	$T_{\psi A}$	$T_{\psi B}$	S_A	S_B	d_A	d_B	\bar{T}_{ψ}
№ 1							
№ 2							

2. Розрахунок темпу росту постачання продукції неналежної якості (показник якості).

Для оцінки постачальників за другим показником (якість продукції, яка постачається) розрахуємо темп росту постачання продукції неналежної якості ($T_{ня}$) за кожним постачальником

$$T_{ня} = \frac{d_{н.я1}}{d_{н.я0}} \cdot 100; \quad (4.4)$$

де: $d_{н.я1}$, $d_{н.я0}$ – відповідно, відсоток продукції неналежної якості в загальному обсязі поставань поточного та попереднього періоду;

3. Розрахунок темпу росту середнього запізнення (показник надійності поставання, $(T_{н.п})$).

Кількісною оцінкою надійності поставання є середній термін запізнення, тобто число днів запізень, які припадають на одне поставання.

Таким чином, темп росту середнього запізнення ($T_{н.п}$) за кожним поставачальником визначається за формулою

$$T_{н.п} = \left(\frac{Z_{н.я1}}{Z_{н.я0}} \right) \cdot 100; \quad (4.5)$$

де: $Z_{н.я1}$ – середнє запізнення на одне поставання в поточному періоді, днів;

$Z_{н.я0}$ – середнє запізнення на одне поставання в попередньому періоді, днів.

4. Розрахунок рейтингу поставачальників.

Для розрахунку рейтингу необхідно за кожним показником знайти добуток отриманого значення темпу росту на вагу. Підсумковий розрахунок рейтингу поставачальника запасних частин оформити у вигляді (табл. 4.6) і зробити висновок.

Необхідно пам'ятати, що для розглянутого випадку темп росту відображає збільшення негативних характеристик поставачальника (збільшення цін, відсотка неякісних запасних частин в загальному обсязі поставань, розмір запізень), то перевагу при переоформленні договору необхідно віддати поставачальнику, у якого рейтинг буде нижчим.

Таблиця 4.6 – Розрахунок рейтингу постачальників

Показник	Вага показника	Оцінка постачальника за даним показником		Добуток оцінки на вагу	
		постачальник №1	постачальник №2	постачальник №1	постачальник №2
Ціна					
Якість					
Надійність					
Рейтинг постачальника					

Контрольні запитання

1. Наведіть приклад застосування результатів контролю для прийняття рішення щодо продовження договору з постачальником.
2. Перерахуйте способи оцінки ефективності роботи постачальників продукції.
3. Перерахуйте показники оцінки ефективності роботи постачальників.

Практична робота № 5

Практична робота (ПР) дозволяє студенту самостійно вибрати найраціональніше рішення з поставлених перед ним комплексних інженерних завдань і показати вміння використання передовим досвідом, учбовими посібниками, довідниками, періодичною літературою на основі набутих ним знань.

Вибір варіанту ескізу деталі здійснюється з додатку 4 і додатку 5.

Розробка технологічного процесу відновлення (виготовлення) деталі

5.1. Технічні умови на відновлення (виготовлення) деталі

Характеризують деталь, вказують її найменування та ескіз, можливі варіанти застосування, матеріал, вид

термообробки, твердість, масу.

Залежно від конструктивних особливостей і умов роботи деталі заготовками (при виготовленні) можуть бути відливки з чавуну, сталі або кольорових металів, поковки, штамповий, сортовий прокат, неметалеві конструкційні матеріали.

5.2. Вибір технології відновлення (виготовлення) деталі (ескіз).

Виходячи з креслення і всіх технічних умов, намічають поопераційний технологічний процес і визначають послідовність виконання операцій, переходів і установок.

Порядок операцій назначається з конструктивно - технологічних особливостей і умов роботи деталі; експлуатаційних властивостей самих способів, які визначають довговічність деталі; вибраної заготовки для виготовлення; баз; заключної (фінішної) операцій; виробничих можливостей і форми організації ремонтного підприємства.

Конструктивно-технологічні особливості деталі визначаються геометричною формою і розмірами, матеріалом і видом термообробки, поверхневою твердістю, характером навантаження.

Відновлення деталі зводиться, як правило, до нанесення матеріалу, який компенсує знос поверхні, і наступної обробки для отримання початкової форми, розмірів, шорсткості. При виборі способу відновлення деталі можна керуватися їх техніко-економічною характеристикою (табл. 5.1).

Товщина компенсуючого шару повинна бути оптимальною з урахуванням припуску на механічну обробку. При наплавленні і нарощуванні шару металу задану твердість отримують в основному правильним підбиранням нанесеного матеріалу.

При цьому дотримуються наступних принципів.

Першими передбачають операції, при яких знімають найбільші шари металу (чорнова обробка) і в максимальній мірі зменшуються внутрішні залишкові напруження, які виникають при наплавленні, ковальській обробці тощо. Це виключає або зменшує можливе жолоблення деталі при наступній обробці.

На початку обробки деталі виконують операції, при яких можливе отримання підвищеного браку через дефекти металу (тріщини, раковини).

Таблиця 5.1 Характеристика способів відновлення деталей

Оціночний показник	Ручне зварювання			Механізоване наплавлення			Електричні покриття		Пластичне деформування
	електродугове	газове	аргонодугове	в середовищі CO_2	під шаром флюсу	вібродугове	хромування	осталювання	
Коефіцієнт зносу	0,70	0,70	0,70	0,72	0,91	1,0	1,67	0,91	1,0
Коефіцієнт витривалості	0,60	0,70	0,70	0,90	0,87	0,62	0,97	0,82	0,90
Коефіцієнт зчеплення	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,82	0,62	1,0
Коефіцієнт довговічності	0,42	0,49	0,49	0,63	0,79	0,62	1,72	0,58	0,9
Розрахункова товщина покриття	5	3	4	2-3	3-4	2-3	0,3	0,5	2
Витрата матеріалів, $кг/м^2$	48	38	36	30	38	31	21,2	23,3	3,5
Енергоємність відновлення $кВт/м^2$	580	80	520	256	286	234	324	121	126
Продуктивність процесу, $м^2/год$	0,016	0,014	0,018	0,036	0,033	0,031	0,018	0,054	0,028

В кінці обробки планують оздоблювальні операції (шліфування, полірування, притирка тощо). Цим виключається

пошкодження поверхонь, оброблених начисто, зміни їх розмірів тощо.

Не рекомендується суміщати чорнові і чистові операції.

Рекомендується передбачати в першу чергу обробку тих поверхонь, зняття металу яких не зменшує жорсткість деталі. Цим виключається можливість прогину і вібрації деталі при наступних обробках.

Механічну і термічну обробку виконують в такій послідовності: чорнова механічна; термічна і правка; чистова (шліфувальна) після термічної обробки і правки.

Контрольні операції передбачають після попередньої обробки, між операціями, перед трудомісткими і відповідальними операціями і після них.

5.3. Вибір засобів технологічного забезпечення

Вибір обладнання, пристосувань, пристроїв, ріжучого і вимірювального інструменту ведуть на основі попередньо вибраного технологічного маршруту, габаритних розмірів та конфігурації деталі.

Вибираючи технологічне забезпечення, треба керуватися наступними міркуваннями.

Вибраний верстат повинен забезпечити виконання всіх вимог креслення і технічних умов на обробку деталі для даної операції відносно точності розмірів, форми і якості поверхні. Розміри верстата повинні відповідати розмірам тих деталей, які на ньому оброблятимуть.

Вибираючи пристрої для встановлення і кріплення деталей, треба використовувати існуючі пристрої. Якщо деталь неможливо закріпити на верстаті, використовуючи обов'язкові пристрої до нього (трьохкулачкові патрони, центри, люнети, машинні тиски, ділильні головки тощо), то передбачають спеціальні.

Електрозварювальні агрегати вибирають залежно від способу зварювання (наплавлення) і необхідної вольт-амперної характеристики для здійснення процесу.

Нагрівальні печі вибирають з урахуванням розмірів деталей, виду термічної обробки, необхідної температури печі.

При монтажних, правильних роботах застосовують преси.

Вибираючи різальні інструменти, треба насамперед використовувати стандартний і нормальний інструменти. Необхідно також враховувати якість оброблюваного матеріалу, режими обробки, габаритні розміри деталі, необхідну шорсткість поверхні.

Вимірювальний інструмент вибирають залежно від виду вимірювальної поверхні і точності контрольованого розміру. Слід прагнути максимально застосовувати такі вимірювальні засоби, як граничні калібри, індикаторні прилади і контрольовано-вимірювальний інструмент.

5.4. Розрахунки режимів виконання операцій

Режими обробки розраховують окремо для кожної операції і переходу. Використовуючи нормативні дані для технологічних операцій, визначають необхідні режими (швидкість наплавлення, крок наплавлення, швидкість подачі електродного дроту, силу зварювального струму, глибина різання, подача інструменту, частота обертання шпинделя верстату тощо) з урахуванням матеріалу деталі, габаритних розмірів, необхідної якості отриманої поверхні та конструктивних особливостей деталі. Отримані значення коригуються за паспортними даними обладнання для здійснення операцій технологічного процесу.

5.4.1. Токарні операції. При обточуванні зовнішніх циліндричних поверхонь глибину різання вибирають залежно від величини припуску і ступеня чистоти обробки. Припуск на обробку вигідніше знімати за один прохід, але якість обробленої поверхні отримується низькою. Глибина різання при чистовому проході приймається в межах від 0,5 до 2 мм.

Припуск на обробку при поздовжньому зовнішньому точінні визначають за формулою

$$h = \frac{D-d}{2}, \text{ мм} \quad (5.1)$$

де D – діаметр заготовки (кінцевий діаметр розточеного отвору), мм; d – діаметр деталі (початковий діаметр розточуваного

отвору), мм.

Кількість проходів, необхідних для зняття припуску

$$i = \frac{h}{t}, \quad (5.2)$$

де t – глибина різання, мм.

Подачу вибирають залежно від прийнятої глибини різання, діаметру оброблюваної деталі, враховуючи при цьому ступінь чистоти обробки, подачі при чорновому поздовжньому точінні (мм/об.) і вибирають з табл. 8 [8].

При обробці перервних поверхонь і роботі з ударними навантаженнями табличні значення необхідно множити на коефіцієнт $K = 0,75-0,85$. Подачі при чистовому поздовжньому точінні (мм/об.) наведено в табл. 9 [8].

Швидкість різання вибирають залежно від глибини різання і подачі за таблицями. Швидкість різання (без охолодження) при обточуванні конструкційної сталі з межею міцності $\sigma_s = 65$ МПа наведено в табл. 10, 11 [8].

Вибрані за вказаними таблицями швидкості повинні бути відкориговані, якщо умови обробки відрізняються.

Коригування полягає у множенні табличної швидкості на поправочні коефіцієнти для змінених умов різання залежно від марки оброблюваного матеріалу, характеру заготовки і стану її поверхні, марки ріжучої частини різця і застосування охолодження. Значення поправочних коефіцієнтів наведено в табл. 12-16 [8].

Розточування – більш складана операція, ніж зовнішнє точіння. При розточуванні розмір поперечного перерізу різця повинен бути значно меншим діаметру отвору, а виліт різця – більшим глибини розточуваного отвору. Тому при розточуванні отворів значної глибини можливий згин різця, а при високих швидкостях різання – сильні вібрації. Це вимагає застосування менших величин подач. Швидкість різання встановлюють на 10-20% меншу, ніж при зовнішньому поздовжньому точінні. Глибину різання при чорновому розточуванні вибирають не більше 5 мм, при чистовому до 1 мм.

Припуск на обробку h визначають за формулою (1), кількість проходів i за формулою (2), подачу при розточуванні вибирають з табл. 17 [8]. Більші значення подач рекомендується

застосовувати при обробці менш міцних матеріалів, а також при більш жорсткій системі верстат – інструмент – деталь. Подачі при розточуванні (мм/об.) – табл. 17 [8].

Швидкості різання – табл. 18-19 [8]. Вибрані значення швидкості різання коригуються до умов обробки. Підрізають торці і уступи на токарних верстатах зазвичай підрізними різцями. Припуск на обробку при поперечному точінні визначають за формулою

$$h_1 = L - l, \text{ мм}, \quad (5.3)$$

де L – довжина заготовки (деталі) до підрізки, мм; l – довжина заготовки (деталі) після підрізки, мм.

Подачі при торцевому обточуванні (підрізці) вибирають за діаметром оброблюваної деталі і характеру обробки (табл. 20, [8]).

Швидкість різання вибирають за табл. 21-22 [8], які при необхідності повинні бути перераховані на поправочні коефіцієнти залежно від змінених умов.

Для відрізки деталей (заготовок) застосовуються відрізни різці. Залежно від діаметру оброблюваних деталей рекомендується застосовувати різці з наступною шириною ріжучої частини: для деталей діаметром не більше 20 мм ширина ріжучої частини різця 3 мм; не більше 40 мм – в межах 3-4 мм; не більше 60 мм – 4-5 мм; не більше 100 мм – 5-6 мм; не більше 150 мм – 6-8 мм; 200 мм і більше – 10 - 12 мм.

За глибину різання при проточуванні канавок і відрізуванні приймають ширину різця.

Подачі вибирають за табл. 23 [8] за діаметром деталі і оброблюваним матеріалом з урахуванням ширини різця, а швидкість різання – табл. 24-25 [8], яка коригується до умов обробки.

Свердління і розсвердлювання на токарних верстатах в більшості випадків – це підготовка отворів для наступної їх обробки розточуванням або розвертанням.

Подачі при свердлінні отворів вибирають за діаметром свердла і оброблюваним матеріалом за табл. 27 [8], а при розсвердлюванні – за діаметром свердла, діаметром попередньо просвердленим отвором і оброблюваним матеріалом за табл. 28

[8]. Подачі при свердлінні – табл. 27 [8].

Швидкість різання вибирають залежно від прийнятої подачі і діаметру свердла з табл. 29-30 [8]. Табличні значення швидкості різання розраховані на нормальну форму заточування свердла. У випадку роботи свердлом з подвійним заточуванням швидкість різання необхідно збільшувати на 10%, а при розсвердлюванні – на 15%. Вибрані значення при зміні умов обробки повинні бути перераховані на поправочні коефіцієнти, які наведено в табл. 12-16 [8]. При свердлінні отворів, довжина яких перевищує три діаметри свердла, вводиться поправочний коефіцієнт – табл. 61 [8].

При нарізанні різьби на токарно-гвинторізних верстатах застосовують різьбові різці, мітчики і плашки.

Основні елементи режиму при нарізанні різьби – швидкість і кількість проходів. Подачу вибирають за кроком різьби (табл. 31-32 [8]). Кількість проходів, вказаних в таблицях, дано для умов нарізання кріпильної метричної різьби за III класом точності. При нарізанні різьби кріпильної за II класом точності, крім вказаних в таблиці кількості проходів, необхідно виконати 3-4 зачисних ходів.

Швидкість різання вибирають залежно від кроку, виду різьби, оброблюваного матеріалу і матеріалу ріжучої частини різця – табл. 33-34 [8].

При нарізанні різьби круглими плашками швидкість і кількість обертів вибирають за діаметром і кроком різьби (табл. 35 [8]).

При нарізанні різьби мітчиками швидкість і кількість обертів вибирають за діаметром і кроком різьби (табл. 36 [8]). Нарізають різьбу одним машинним мітчиком, в окремих випадках двома мітчиками. Для зовнішньої різьби використовують одну плашку.

Встановлену швидкість різання необхідно перевірити на її відповідність обертам шпинделя токарного верстата, на якому оброблюється деталь.

Кількість обертів визначають після того, як виконають коригування швидкості різання на зміні умов обробки

$$n = \frac{318 \cdot v}{d}, \text{ об./хв.}, \quad (5.4)$$

де v – розрахункова швидкість різання, м/хв.; d – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Потім за табл. 37 [8] перевіряють кількість обертів на їх відповідність паспортним даним верстата. Невідповідність може бути двох видів: розрахункові оберти не виходять за межі обертів верстата, але не збігаються з паспортними; розрахункові оберти перевищують максимальні оберти, допустимі для роботи на верстаті.

В першому випадку приймають паспортні оберти, близькі з розрахунковими, а швидкість різання перераховують за формулою

$$n = \frac{n \cdot d}{318}, \text{ м/хв.} \quad (5.5)$$

Потім змінюють прийняту раніше глибину різання або подачу. В другому випадку приймають максимальні оберти, швидкість різання перераховують за формулою 5 і відповідно змінюють глибину різання або подачу.

При незначній різниці між розрахунковим і паспортними обертами (в межах $\pm 10\%$) зміна початкових значень глибини різання і подачі не потрібна.

5.4.2. Свердлильні операції. Основні елементи режиму при свердлінні – глибина, подача і швидкість. Глибиною різання $t_{св}$ при свердлінні в суцільному матеріалі рахується половина діаметру свердла $D_{св}$

$$t_{св} = \frac{D_{св}}{2}, \text{ мм} \quad (5.6)$$

При розсвердлюванні глибину різання t_p визначають за формулою

$$t_p = \frac{D_{св} - d_{отв}}{2}, \text{ мм} \quad (5.7)$$

де $d_{отв}$ – діаметр отвору, який розсвердлюється, мм.

Подача – величина переміщення свердла вздовж осі за один його оберт. Подачі вибирають за оброблюваним

матеріалом і діаметром ріжучого інструменту. Рекомендовані технологічні допустимі величини подач наведено для свердління – табл. 27 [8], для розсвердлювання – табл. 28 [8], для зенкування – табл. 57 [8], для розвертання – табл. 58 [8].

Швидкості різання при свердлінні в суцільному матеріалі визначають за діаметром свердла і прийнятої подачі (табл. 29 [8]), швидкості різання при розсвердлюванні – за глибиною різання свердла, діаметру розсвердлюваного отвору і прийнятої подачі (табл. 30 [8]).

Швидкість різання при зенкуванні визначають за діаметром зенкера і подачі (табл. 59 [8]), при розвертанні – за діаметром розверстки і прийнятій подачі (табл. 60 [8]).

У вказаних таблицях показані і значення кількості обертів інструменту, що відповідають вибраним швидкостям різання. Швидкості різання у вказаних табл. 29, 30, 59, 60 [8] необхідно множити на поправочні коефіцієнти залежно до умов обробки (табл. 12-16 [8]).

Розраховують кількість обертів для випадків свердління і розсвердлювання за формулою (4). Перевіряють вибрані і розраховані оберти на відповідність паспортним даним верстата (табл. 62-63 [8]).

5.4.3. Фрезерні операції. Глибину різання вибирають залежно від припуску на обробку і необхідної чистоти поверхні. При чорновому фрезеруванні весь припуск рекомендується знімати за один прохід (глибина різання становить 3-8 мм), якщо це допускає потужність верстата. При чистовому фрезеруванні глибина різання в межах 0,5-1,5 мм.

При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб фрези S_z в мм/зуб, подачу на один оберт фрези $S_{об}$ в мм/об., і хвилинну подачу S_m в мм/хв.

$$S_{об} = S_z \cdot z, \quad S_m = S_{об} \cdot n, \quad (5.8)$$

де z – кількість зубів фрези; n – кількість обертів фрези за хвилину.

Фрезерують площини зазвичай циліндричними і

торцевими фрезами.

Подачу на оберт фрези при обробці фрезами вибирають залежно від виду обробки, прийнятої глибини різання, діаметру і кількості зубів фрези (при обробці циліндричними фрезами – табл. 68 [8], при обробці торцевими фрезами – табл. 69 [8]).

Швидкості різання при обробці фрезами вибирають залежно від прийнятої глибини різання, подачі, діаметру, кількості зубів і ширини фрези (при обробці циліндричними фрезами – табл. 70 [8], при обробці торцевими фрезами – табл. 71 [8]). У вказаних таблицях наведено і значення обертів, які повинні бути відкориговані, якщо умови обробки відрізняються від умов, передбачених таблицями. коригування полягає у множенні табличної швидкості і кількості обертів на відповідні коефіцієнти. Значення їх вказано в табл. 12-15 [8].

Прямокутні пази фрезерують дисковими або кінцевими фрезами. Ширину фрезерування встановлюють відповідно до умов на обробку (ширина фрези рівна ширині пазу). Глибину різання визначають, враховуючи припуск на обробку.

Подачу на оберт фрези при фрезеруванні пазів вибирають залежно від виду обробки, прийнятої глибини різання, діаметру і кількості зубів фрези (при обробці дисковими фрезами – табл. 72 [8], при обробці кінцевими фрезами – табл. 73 [8]).

Швидкості різання при фрезеруванні пазів вибирають залежно від прийнятої глибини різання, подачі, діаметру, кількості зубів і ширини фрези (при обробці дисковими фрезами – табл. 74 [8], при обробці кінцевими фрезами – табл. 75 [8]).

У вказаних таблицях наведено і значення обертів, які повинні бути відкориговані, якщо умови обробки відрізняються від умов, передбачених таблицями. коригування полягає у множенні табличної швидкості і кількості обертів на відповідні коефіцієнти. Значення їх вказано в табл. 12-15 [8].

Для відрізнних робіт застосовують тонкі дискові фрези. Глибину різання приймають в межах від 6 до 30 мм. Подачу призначають залежно від глибини різання, оброблюваного матеріалу, а також діаметру, кількості зубів і ширини фрези (табл. 76 [8]).

Швидкість різання і кількість обертів визначають залежно

від глибини різання, подачі, діаметру, кількості зубів і ширини фрези (табл. 77 [8]). При змінених умовах обробки значення швидкості різання і кількості обертів повинні бути перераховані.

5.4.4. Строгальні операції. На строгальних верстатах можна оброблювати різні пази і шпонкові канавки, а також відрізати заготовки. В таких випадках ширину різця приймають рівним ширині паза. Якщо точність підвищується до 0,01 мм, спочатку виконують чорнове строгання різцем чорновим, ширина ріжучої кромки якого на 0,3-0,5 мм менша, ніж ширина паза, а потім різцем по розміру паза.

При обробці пазів і відрізуванні подачі вибирають залежно від оброблюваного матеріалу і ширини різця (табл. 49 [8]), а швидкість різання – з табл. 50 [8]. Вибрані з таблиці швидкості різання повинні бути перераховані на поправочні коефіцієнти залежно від зміни умов обробки.

Після остаточного встановлення швидкості різання визначають кількість подвійних ходів верстата за хвилину

$$n_n = 570 \frac{v}{L}, \quad (5.9)$$

де v – швидкість різання, м/хв.; 570 – відношення швидкості робочого ходу до швидкості холостого ходу; L – довжина ходу різця (стола), мм.

Для визначення довжини ходу різця (стола) необхідно враховувати величину врізання і перебігу в напрямку різання (табл. 51 [8]).

Розрахункова кількість подвійних ходів повинна бути звірена з паспортними даними верстата (табл. 52 [8]). Якщо вибране значення кількості подвійних ходів за межами паспортних даних, приймають граничні значення і, якщо необхідно, змінюють глибину різання і подачу.

5.4.5. Шліфувальні операції. Шліфування – основний метод чистової обробки металів.

Визначення режиму різання при зовнішньому круглому шліфуванні починається з визначення припуску на обробку

(формула (1)).

При чистовому шліфуванні припуск на обробку розподіляють наступним чином: 60-80% на попереднє (чорнове) і 20% (40%) на остаточне (чистове) шліфування.

Величину поперечного переміщення шліфувального круга в кінці кожного ходу називають глибиною шліфування або поперечною подачею. Глибина шліфування або товщина шару, що знімається за один прохід шліфувального круга при круглому шліфуванні, в межах від 0,005 до 0,08 мм.

Поздовжньою подачею при круглому шліфуванні називають шлях, пройдений деталлю за час одного оберту.

Для чорнової обробки поперечну подачу визначають за табл. 84 [8], поздовжню подачу – за табл. 85 [8]. Для чистової обробки – за табл. 86 [8].

За прийнятою поперечною подачею визначають кількість проходів за формулою (2), де t – поперечна подача (глибина шліфування). Поздовжня подача в таблицях дана в долях ширини шліфувального круга, оскільки в кожному конкретному випадку можна застосовувати різні круги. Тому перераховують її за формулою

$$S_{\text{пр}} = B_{\text{к}} \cdot \beta, \text{ мм/об.}, \quad (5.10)$$

де $B_{\text{к}}$ – ширина шліфувального круга, мм; β – поздовжня подача в долях ширини круга.

Швидкість різання при шліфуванні – це швидкість обертання деталі. При призначенні швидкості обертання деталі повинні бути враховані її механічні властивості і необхідна чистота обробки. Значення колових швидкостей при шліфуванні загартованих і незагартованих сталей наведено відповідно в табл. 87-88 [8].

Кількість обертів деталі визначають за формулою (4) і перевіряють їх на відповідність паспортним даним верстата (табл. 89).

5.5. Розрахунки технічних норм часу

Нормований час – це час корисної роботи, який пов'язаний

з виконанням виробничого завдання. Він класифікується на основний, допоміжний, додатковий і підготовчо-заклучний час.

Технічна норма часу, яка затрачається на ремонт або виготовлення деталей, складається з окремих елементів затрат часу

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}} \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{шт}}}, \text{ хв.}, \quad (5.11)$$

де $T_{\text{о}}$ – основний час, хв.; $T_{\text{доп}}$ – допоміжний час, хв.; $T_{\text{дод}}$ – додатковий час, хв.; $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, хв.; $n_{\text{шт}}$ – кількість деталей в партії.

Основним або технологічним називають час, протягом якого:

- змінюють форму, розміри, зовнішній вигляд або внутрішні властивості деталі в результаті будь-якого виду обробки;
- змінюють взаємне розміщення вузлів і деталей при виконанні розбирально-складальних робіт;
- перевіряють і випробовують зібрані вузли і агрегати.

Наприклад, при електрозварюванні основним є час плавлення електрода, при ковальських роботах – час, протягом якого відбувається деформація деталі під впливом молота, при фарбуванні – час нанесення шару фарби тощо.

За способом виконання основний час може бути ручним, машинним або машинно-ручним.

Ручний час – час виконання технологічного процесу робітником без участі механізму або верстата (наприклад, слюсарні, слюсарно-складальні).

Машинний час витрачають на виконання технологічного процесу за допомогою обладнання без безпосередньої участі робітника (наприклад, вібродугове наплавлення з механічною подачею).

Машинно-ручний час – час виконання технологічного процесу за допомогою обладнання при безпосередній участі робітника (наприклад, розточування з ручною подачею, газозварювальні роботи).

Допоміжним називають час, який витрачається на різні допоміжні дії, що забезпечують виконання основної роботи. Він включає: встановлення, вивірка, кріплення і зняття оброблюваної деталі; налагодження обладнання на визначені технологічні режими; зміна інструменту; очищення шва від шлаку (при зварюванні) та ін.

Додатковий час складається з організаційно-технічного обслуговування робочого місця, часу перерв на відпочинок і природні потреби.

Час організаційно-технічного обслуговування включає: розкладання і збирання інструменту; заміна затупленого інструменту; регулювання обладнання в процесі роботи; встановлення огороження при зварюванні; встановлення і заміна балонів для газового зварювання; передавання обладнання зміннику.

Час перерв на відпочинок включається тільки для фізично важких або шкідливих роботах (зварювання, ковальські, слюсарні, слюсарно-складальні, полімерні роботи).

Підготовчо-заклучним називають час, який затрачається робітником на підготовку до визначеної роботи і виконання дій, пов'язаних з її закінченням. Він включає наступні роботи: отримання завдання, наряду, інструменту; ознайомлення з роботою, кресленнями (зразком), технологічним процесом; інструктаж, отримання пристроїв, матеріалу; підготовка робочого місця; налагодження (переналагодження) обладнання, інструменту і пристроїв для виконання визначеної роботи; здавання готових деталей (виробів); здавання інструменту і прибирання робочого місця. Підготовчо-заклучний час включають у норму часу на всю партію деталей. Тому для визначення норми часу на одну деталь його включають після ділення на кількість деталей в партії. Підготовчо-заклучний час включають у норму часу на всю партію деталей. Тому для визначення норми часу на одну деталь його включають після ділення на кількість деталей в партії.

Сума основного T_o і допоміжного часу $T_{дон}$ складає оперативний час T_{on}

$$T_{on} = T_o + T_{don}, \text{ хв.} \quad (5.12)$$

Додатковий час T_{dod} розраховують пропорційно до затрат оперативного T_{on}

$$T_{dod} = \frac{T_{on} \cdot K}{100}, \text{ хв.}, \quad (5.13)$$

де K – відсоткове відношення додаткового часу до оперативного.

Сума основного T_o , допоміжного T_{don} і додаткового T_d часу складає штучний час T_u

$$T_u = T_o + T_{don} + T_{dod}, \text{ хв.} \quad (5.14)$$

5.5.1. Нормування робіт на металорізальних верстатах. Механічна обробка металів включає різноманітні роботи. Це токарні, стругальні, свердлильні, фрезерні і шліфувальні роботи.

Основний час при токарній обробці визначають за формулою

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}, \quad (5.15)$$

де L – розрахункова довжина поверхні, яку обробляють, з урахуванням врізання і перебігу, мм; i – кількість проходів; n – кількість обертів шпинделя (деталі) за хвилину; S – подача, мм/хв.

Розрахункову довжину оброблюваної поверхні визначають за формулою

$$L = l + y, \text{ мм}, \quad (5.16)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні деталі, мм; y – величина врізання і перебігу.

Величина врізання і перебігу при токарній обробці – табл. 38 [8], при нарізанні різьби – табл. 39 [8], при свердлінні і розсвердлюванні – табл. 64 [8].

Основний час при нарізанні різьби мітчиками або плашками визначають за формулою

$$T_0 = \frac{1,8 \cdot L}{n \cdot S}, \text{ хв.}, \quad (5.17)$$

де 1,8 – коефіцієнт, який враховує різницю швидкостей прямого і зворотного ходу ріжучого інструменту.

При проточці фасок і галтелей роботу виконують з ручною перемінною подачею і без зміни кількості обертів попереднього або наступного переходу. В зв'язку з цим режими різання при цих видах обробки не регламентують і в нормативах на них показують основний час (табл. 41 [8]). Після розрахунку основного часу за всіма переходами приступають до розрахунку допоміжного (табл. 43, 44 [8]), додаткового і підготовчо-заклучного часу (табл. 45 [8]).

Додатковий час визначають за формулою (5.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного (K) вибирають з табл. 7 [8].

Основний час при виконанні стругальних робіт визначають за формулою

$$T_0 = \frac{B}{n \cdot S}, \text{ хв.}, \quad (5.18)$$

де B – сумарна ширина оброблюваної поверхні, мм; n – кількість подвійних ходів повзуна або столу за хвилину; S – подача інструменту, мм/подвійний хід.

Сумарна ширина B оброблюваної поверхні

$$B = i \cdot (H + y), \text{ мм} \quad (5.19)$$

де i – кількість проходів; H – ширина оброблюваної поверхні в напрямку подачі, мм; y – бічне врізання і схід різця (табл. 53 [8]).

Норму часу визначають за формулою (1), а основний (машинний) час – за формулою (18). Затрати допоміжного часу на встановлення і зняття деталей наведено в табл. 54 [8]. Допоміжний час, пов'язаний з проходом, показано в табл. 55 [8].

Додатковий час визначають за формулою (5.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного вибирають з табл. 7 [8]. Підготовчо-заклучний час показано в табл. 56 [8].

Після встановлення режиму різання при виконанні свердлильних орбіт визначають основний (машинний) час за формулою (15).

Величину врізання і виходу інструменту робіт визначають залежно від характеру робіт і діаметру інструменту (табл. 64 [8]).

Допоміжний час на встановлення і зняття деталей визначають за табл. 65 [8], пов'язаний з проходом – табл. 66 [8].

Додатковий час визначають за формулою (13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного вибирають з табл. 7 [8]. Підготовчо-заклучний час показано в табл. 67 [8].

Основний час при виконанні фрезерних робіт визначають за формулою

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{об}}, \text{ хв.}, \quad (5.20)$$

де L – довжина поверхні, яку фрезерують, з урахуванням врізання і перебігу, мм; i – кількість проходів; n – кількість обертів деталі за хвилину; $S_{об}$ – подача на один оберт фрези, мм/хв.

Довжину фрезерування визначають за формулою

$$L = l + y_1 + y_2, \text{ мм}, \quad (5.21)$$

де l – довжина фрезерування, мм; y_1 – величина перебігу фрези, мм; y_2 – величина врізання (залежно від діаметру фрези), мм. Значення величин врізання і перебігу циліндричними і дисковими фрезами наведено в табл. 79 [8], торцевими і концевими – табл. 80 [8].

Після розрахунку основного часу за всіма переходами приступають до розрахунку допоміжного (табл. 81, 82 [8]), додатковий час визначають за формулою (5.13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного (K) вибирають з табл. 7 [8], підготовчо - заклучного часу – табл. 83 [8].

Основний час при виконанні шліфувальних робіт визначають за формулою

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_n} \cdot K_z, \text{ хв.}, \quad (5.22)$$

де L – довжина оброблювальної поверхні з урахуванням врізання і перебігу шліфувального круга, мм; i – кількість проходів; n – кількість обертів за хвилину; S_n – поздовжня подача, мм/об.; K_z – коефіцієнт зачисних ходів (приймають в межах 1,2-1,7 залежно від вимог до чистоти обробки; більше значення – для більш високого класу чистоти).

Довжину оброблювальної поверхні визначають за формулою (16), величину врізання і перебігу вибирають з даних на стор. 122 [8].

Допоміжний час на встановлення і зняття деталі – табл. 90 [8], допоміжний час, пов'язаний з проходом – табл. 91 [8].

Додатковий час визначають за формулою (13), відсоткове відношення додаткового часу до оперативного вибирають з табл. 7 [8]. Підготовчо-заклучний час визначають з табл. 92 [8].

5.5.2. Нормування зварювальних робіт. При ремонті і відновленні деталей машин широко застосовують електродугове (ручне зварювання і відродугове наплавлення, зварювання в середовищі захисного газу) та газове (ацетиленокисневим полум'ям) зварювання.

Ручне електродугове зварювання

Норму часу визначають за формулою

$$T_n = T_0 + T_{\text{дод}} + T_{\text{оп}} \cdot K_{nz}, \text{ хв.}, \quad (5.23)$$

де K_{nz} – відсоткове відношення підготовчо-заклучного часу до оперативного.

Основний час

$$T_0 = \frac{60 \cdot G}{v_n} \cdot A \cdot m, \text{ хв.}, \quad (5.24)$$

де G – маса наплавленого металу, необхідного для утворення шва, г; v_n – швидкість наплавлення; A – коефіцієнт, який враховує довжину шва (стор. 128 [8]); m – коефіцієнт, який

враховує положення шва у просторі (стор. 128 [8]).

Маса наплавленого металу G

$$G = L \cdot F \cdot \gamma, \text{ г} \quad (5.25)$$

де L – довжина шва, см; F – площа поперечного перерізу шва, см²; γ – густина металу електрода, г/см³ (стор. 126 [8]).

Площа поперечного перерізу наплавленого металу для різних видів швів визначають діленням його на прості геометричні фігури і сумуванням їх площ. Для зручності розрахунків наведено значення площ для основних типів зварних з'єднань в табл. 93 [8].

Швидкість наплавлення

$$v_H = \alpha \cdot I, \quad (5.26)$$

де α – коефіцієнт наплавлення, г/А год.; I – сила струму, А. При зварювальних роботах велике значення має правильно встановлений режим зварювання. Він залежить від багатьох факторів: тип і діаметр електрода (табл. 95 [8]), величина зварювального струму (табл. 94 [8]).

Допоміжний час складається з часу: пов'язаного із зварювальним швом (табл. 96 [8]); пов'язаного із виробом (табл. 97 [8]); пов'язаного із переміщенням зварювальника і протягування проводів (табл. 98 [8]).

Додатковий час встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного залежно від положення зварювальника під час роботи (стор. 130 [8]).

Підготовчо-заклучний час при виконанні ручних зварювальних робіт в умовах ремонтних підприємств встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного залежно від складності роботи (проста – 2%, середня – 4%, складна – 5%).

Вібродугове наплавлення. Наплавляють деталі дротом діаметром від 0,5 до 3 мм або стрічкою товщиною 0,5 мм і шириною 10-25 мм. Режим наплавлення вибирають за табл. 107

[8].

Норму часу T_n визначають за формулою (11).
Основний час T_o

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв.}, \quad (5.27)$$

де L – довжина поверхні, яка наплавляється мм; i – кількість проходів; n – кількість обертів деталі, об./хв.; S – поздовжня подача мундштука, або крок наплавлення, мм/об.

Допоміжний час складається з часу: встановлення і зняття деталі (табл. 108 [8]) і пов'язаного з наплавленням (включення генератора, підвід мундштука, включення вібратора, пуск верстата, включення поздовжньої подачі супорта і всі наступні дії до вимкнення установки після закінчення наплавлення), який приймають рівним 0,9 хв. на один прохід.

Додатковий час у відсотковому відношенні до оперативного часу ($K_{доd} = 15\%$) визначають за формулою (13).

Підготовчо-заклучний час при вібродуговому наплавленні встановлюють залежно від характеру і організації виробництва і складності застосованого обладнання (стор. 141 [8]).

Газове зварювання. Норму часу визначають за формулою

$$T_n = T_o + T_{доd} + T_{он} \cdot K_{доd} + T_{он} K_{нз}, \text{ хв.}, \quad (5.28)$$

Основний час

$$T_o = \frac{60 \cdot G}{\beta} = A \cdot m, \text{ хв.}, \quad (5.29)$$

де β – витрата ацетилену, л/год.; A – коефіцієнт, який враховує довжину шва (стор. 147 [8]); m – коефіцієнт, який враховує положення шва у просторі (стор. 147 [8]).

Допоміжний час складається з часу:

- встановлення, повертання і зняття деталі (табл. 97 [8]);
- пов'язаного з газовим зварювання: огляд і промірювання шва, очищення кромки після зварювання (табл.

114 [8]);

- пов'язаного із переміщенням зварювальника і протягування проводів (табл. 98 [8]).

Додатковий час встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного залежно від положення зварювальника під час роботи (зручне – 8%, незручне – 10%, напружене – 13%), а також умов виконання зварювання (з підігрівом деталі та без такого). У випадку підігріву деталі коефіцієнт збільшують на 4%.

Підготовчо-заключний час при виконанні газозварювальних робіт аналогічний роботам ручного дугового електрозварювання, який встановлюють у відсотковому відношенні від оперативного залежно від складності роботи (проста – 2%, середня – 4%, складна – 5%).

5.5.3. Нормування слюсарних робіт. Слюсарні роботи, які виконуються на ремонтних підприємствах, поділяються на такі види: розмічування, рубання зубилом, різання ножівкою, обпилювання, розвертання отворів, нарізування різьби, паяння.

В норму часу на виконання слюсарних робіт включають основний, допоміжний, додатковий і підготовчо-заключний час

$$T_{\text{н}} = T_0 + T_{\text{дон}} + T_{\text{дод}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{шт}}}, \text{ хв.}, \quad (5.30)$$

Проте внаслідок складності таких розрахунків цей метод застосовується не дуже широко. Норми часу на виконання слюсарних робіт визначають за завчасно розробленими таблицями нормативів часу. Якщо при визначенні норми часу були використані таблиці оперативного часу, то його визначають за формулою

$$T_{\text{н}} = 1,08 \cdot T_0 + T_{\text{он}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{шт}}}, \text{ хв.}, \quad (5.31)$$

При використанні таблиць неповного штучного часу норма часу визначається за формулою

$$T_{\text{н}} = T_{\text{нш}} + T_{\text{дон}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n_{\text{шт}}}, \text{ хв.}, \quad (5.32)$$

При використанні таблиць штучного часу за формулою

$$T_{\text{н}} = T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n_{\text{шт}}}, \text{ хв.}, \quad (5.33)$$

де $T_{\text{нш}}$ – неповний штучний час, хв.; $T_{\text{нш}}$ – штучний час, хв.

Допоміжний час затрачається на встановлення (зняття) деталі в лещата, на верстак, стенд, верстат, час на налагодження обладнання, заміри і транспортування деталі в межах робочого місця.

Додатковий час затрачається на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок, природні потреби і виробничу гімнастику. Його приймають в розмірі 8% оперативного і розраховують за формулою (13).

Підготовчо-заключний час – отримання завдання, наряду, інструменту, ознайомлення з роботою. Цей час приймають залежно від ступеня складності виконання роботи (табл. 207 [8]).

Рекомендації до виконання самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти денної форми навчання:

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

28 годин (0,5 год./1,0 год. лекції та практичних занять) – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять;

33 годин (6 год/1 кредит ECTS) – підготовка до контрольних заходів;

48 годин – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять.

опрацювання окремих тем програми або її частин, які не розглядаються на лекціях – 109-28-33 =48 год.

Всього: 109 годин

Теми для самостійної роботи		
№	Назва теми	Кількість годин
Змістовний модуль 1. Організація технічного сервісу машин		
1	Відмови технічних об'єктів та їх моделі (Деякі відомості з теорії імовірності та математичної статистики. Характеристика основних законів розподілу показників надійності. Збирання та обробка інформації про надійність технічних об'єктів. Комплексні показники надійності).	4
2	Основні несправності технічних об'єктів та їх зовнішні ознаки (Несправності силової установки, Несправності силового приводу, Несправності робочого обладнання технічних об'єктів).	4
3	Теоретичні передумови удосконалення системи ППР (Основні положення імовірнісного методу розрахунку потреби ТОіР. Оптимізація періодичності ТО і діагностування. Основні положення теорії масового обслуговування та її застосування).	4

4	Організація технічного сервісу машин та обладнання (Типові організаційні структури управління підприємств. Матеріально-технічне забезпечення підприємств. Технологічне забезпечення технічного сервісу).	4
5	Діагностичне забезпечення технічного сервісу машин і обладнання. (Типи діагностичних моделей, їх характеристика. Вимоги до діагностичних параметрів: чутливість, однозначність, стабільність, технологічність. Діагностичні нормативи).	4
6	Використання засобів технічного сервісу. Застосування інтелектуальних систем в засобах визначення технічного стану об'єкту використання. Опрацювання науково-технічної літератури за означеним напрямком.	4
Змістовний модуль 2. Ремонт машин		
7	Миття і очищення деталей (механізм дії мийних засобів, установки для миття машин, механізм очищення стічної води)	4
8	Застосування вимірювального інструменту при ремонті машин та обладнання	4
9	Комплектування деталей і складання агрегатів (методи забезпечення точності складання, види з'єднань і технології їх складання, технологічний процес збирання складових частин машин)	4
10	Випробування машин (загальні положення випробувань машин, експлуатаційні випробування машин, стендові і прискорені методи випробувань машин, методи вимірювань, які застосовуються при випробуванні машин)	4
11	Особливості поточного ремонту окремих типів машин і обладнання (технологічних комплексів, ремонт екскаваторів, ремонт автогрейдерів, ремонт бульдозерів, ремонт скреперів)	4

12	Застосування нанотехнологій у виробництві Історія розвитку нанотехнологій. Основні способи одержання наноматеріалів. Зміцнення та відновлення деталей.	4
	Всього	48

Оцінка рівня освоєння здобувачами освіти питань, які виносяться на самостійне опрацювання проводиться на модульних контролях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полянський С. К., Білякович М. О. Технічна експлуатація будівельно-дорожніх машин та автомобілів : підручник в 3 кн. Київ : Видавничий дім «Слово», 2010. 384 с.
2. Агулов І. І., Вознюк Л. Ф., Левчій О. В. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин. Київ : Урожай, 1989. 256 с.
3. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій : навч. посібник / Сідашенко О. І. Тіхонов О. І., Лузан С. О. та інші. Харків : ХНТУСГ, 2017. 361 с.
4. Клімов С. В. Експлуатація і обслуговування машин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 218 с.
6. Хітров І. О., Гавриш В. С. Ремонт машин і обладнання : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 184 с.
7. Клімов С. В. Організація технічного сервісу машин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 120 с.
8. Плаксов В. А., Фільштейн Л. М. Нормування праці у машинобудуванні. Кіровоград : КІСГМ, 1993. 60 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Квантиль порядку (γ) нормального розподілу випадкової величини (U_γ)

γ	U_γ	γ	U_γ	γ	U_γ
0,50	0	0,68	0,486	0,86	1,080
0,51	0,025	0,69	0,496	0,87	1,126
0,52	0,050	0,70	0,524	0,88	1,175
0,53	0,075	0,71	0,553	0,89	1,226
0,54	0,100	0,72	0,583	0,90	1,282
0,55	0,126	0,73	0,613	0,91	1,341
0,56	0,151	0,74	0,643	0,92	1,405
0,57	0,176	0,75	0,674	0,93	1,476
0,58	0,202	0,76	0,706	0,94	1,555
0,59	0,228	0,77	0,739	0,95	1,645
0,60	0,253	0,78	0,772	0,96	1,751
0,61	0,279	0,79	0,806	0,97	1,888
0,62	0,306	0,80	0,842	0,975	1,960
0,63	0,332	0,81	0,878	0,98	2,054
0,64	0,358	0,82	0,915	0,99	2,326
0,65	0,385	0,83	0,954	0,995	2,572
0,66	0,412	0,84	0,994	0,999	3,100
0,67	0,440	0,85	1,036		

Квантиль закону розподілу Вейбула ($H_{(1-\gamma)}^B$)

1- γ	Параметр m																
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,16	0,22	0,27	0,32	
0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,25	0,31	0,37	0,42	
0,05	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,31	0,37	0,43	0,48	
0,07	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,35	0,42	0,47	0,52	
0,10	0,08	0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,41	0,47	0,53	0,57	
0,15	0,14	0,17	0,19	0,23	0,25	0,29	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,42	0,50	0,56	0,60	0,63	
0,20	0,19	0,22	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,44	0,45	0,47	0,55	0,61	0,65	0,69	
0,25	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,61	0,66	0,70	0,73	
0,30	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53	0,55	0,56	0,58	0,60	0,66	0,71	0,75	0,77	
0,35	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,62	0,64	0,66	0,71	0,75	0,74	0,81	
0,40	0,47	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70	0,72	0,76	0,80	0,83	0,85	
0,45	0,57	0,60	0,63	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,81	0,84	0,86	0,88	
0,50	0,67	0,69	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,86	0,89	0,90	0,91	
0,55	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,93	0,94	0,95	
0,60	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	

продовження додатку 2

0,65	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
0,70	1,23	1,20	1,18	1,17	1,15	1,14	1,13	1,12	1,12	1,12	1,11	1,11	1,10	1,10	1,10	1,08	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
0,75	1,45	1,40	1,36	1,33	1,30	1,27	1,25	1,23	1,22	1,22	1,21	1,20	1,18	1,18	1,14	1,14	1,11	1,10	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
0,80	1,70	1,61	1,54	1,49	1,44	1,41	1,37	1,35	1,32	1,32	1,30	1,29	1,27	1,27	1,21	1,21	1,17	1,15	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
0,85	2,11	1,96	1,84	1,74	1,67	1,61	1,55	1,51	1,47	1,47	1,45	1,32	1,39	1,31	1,31	1,25	1,21	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
0,90	2,53	2,30	2,13	2,00	1,90	1,81	1,74	1,68	1,63	1,63	1,59	1,55	1,52	1,40	1,32	1,27	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23

Додаток 3

Квантиль порядку (β) нормального розподілу випадкової
величини (U_β)

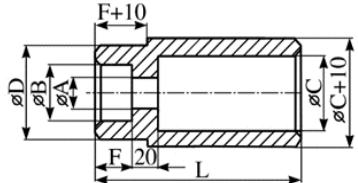
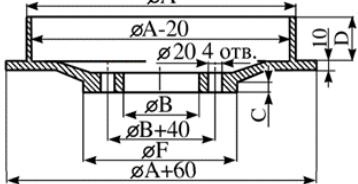
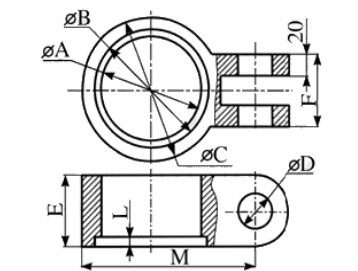
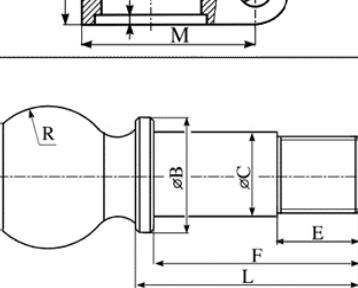
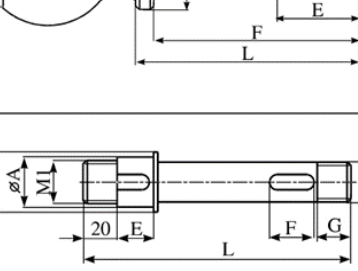
β	U_β	β	U_β	β	U_β
0,50	0	0,68	0,486	0,86	1,080
0,51	0,025	0,69	0,496	0,87	1,126
0,52	0,050	0,70	0,524	0,88	1,175
0,53	0,075	0,71	0,553	0,89	1,226
0,54	0,100	0,72	0,583	0,90	1,282
0,55	0,126	0,73	0,613	0,91	1,341
0,56	0,151	0,74	0,643	0,92	1,405
0,57	0,176	0,75	0,674	0,93	1,476
0,58	0,202	0,76	0,706	0,94	1,555
0,59	0,228	0,77	0,739	0,95	1,645
0,60	0,253	0,78	0,772	0,96	1,751
0,61	0,279	0,79	0,806	0,97	1,888
0,62	0,306	0,80	0,842	0,975	1,960
0,63	0,332	0,81	0,878	0,98	2,054
0,64	0,358	0,82	0,915	0,99	2,326
0,65	0,385	0,83	0,954	0,995	2,572
0,66	0,412	0,84	0,994	0,999	3,100
0,67	0,440	0,85	1,036		

Додаток 4

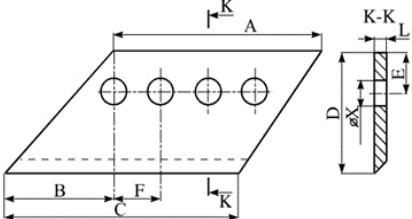
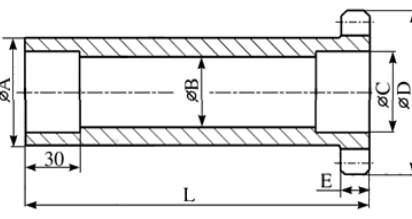


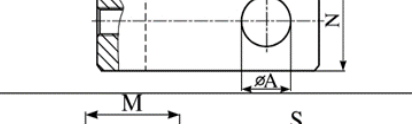

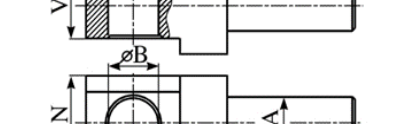
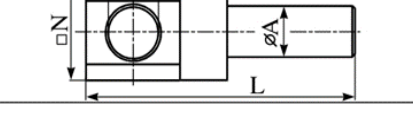
Завдання на проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Варіант	Деталь	Ескіз деталі*	Розміри, мм
I	2	3	4
00	Вісь, сталь 20		A=200; ØB=30; ØC=35; M=10; L=50; X=50
02			A=550; ØB=60; ØC=70; M=16; L=150; X=100
04			A=320; ØB=45; ØC=50; M=14; L=70; X=70
06	Вал, сталь 30		ØA=35; ØB=40; ØC=45; D=50; E=60; L=300
08			ØA=50; ØB=55; ØC=60; D=70; E=80; L=640
10			ØA=30; ØB=25; ØC=35; D=45; E=35; L=210
12	Ролик, сталь 30		A=25; ØB=75; ØC=95; ØD=105; ØE=50; N=30; L=150
14			A=50; ØB=130; ØC=180; ØD=200; ØE=90; N=50; L=250
16			A=40; ØB=140; ØC=170; ØD=210; ØE=100; N=80; L=320
18	Вал, сталь 45		A=410; ØB=80; ØC=100; ØD=80; ØE=70; F=90; G=120; K=100; L=80; M=70
20			A=200; ØB=40; ØC=45; ØD=38; ØE=35; F=80; G=100; K=75; L=60; M=65
22			A=315; ØB=70; ØC=80; ØD=75; ØE=70; F=100; G=90; K=90; L=75; M=80

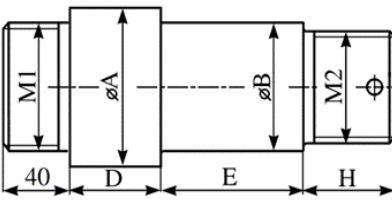
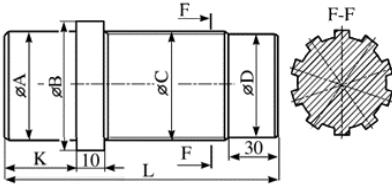
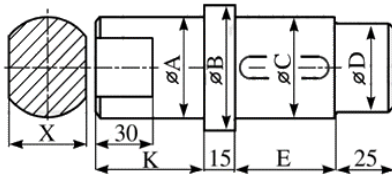
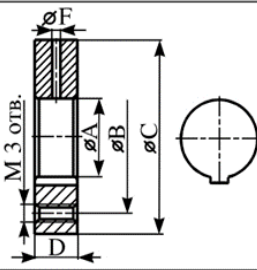
продовження додатку 4

1	2	3	4
24	Стакан, сталь 45		$\varnothing A=40; \varnothing B=55; \varnothing C=65;$ $\varnothing D=70; F=30; L=150$
26			$\varnothing A=30; \varnothing B=65; \varnothing C=85;$ $\varnothing D=100; F=50; L=100$
28			$\varnothing A=80; \varnothing B=100; \varnothing C=120;$ $\varnothing D=120; F=60; L=250$
30	Шків, сталь 45Л		$\varnothing A=500; \varnothing B=140;$ $\varnothing F=220; C=40; D=80$
32			$\varnothing A=250; \varnothing B=100;$ $\varnothing F=180; C=50; D=100$
34			$\varnothing A=140; \varnothing B=50;$ $\varnothing F=130; C=35; D=70$
36	Кронштейн, чавун КЧ 30		$\varnothing A=145; \varnothing B=165;$ $\varnothing C=200; \varnothing D=50; E=100;$ $F=90; L=25; M=280$
38			$\varnothing A=120; \varnothing B=140;$ $\varnothing C=175; \varnothing D=40; E=120;$ $F=80; L=30; M=260$
40			$\varnothing A=100; \varnothing B=130;$ $\varnothing C=150; \varnothing D=20; E=70;$ $F=60; L=40; M=220$
42	Палець, сталь 45		$\varnothing A=20; \varnothing B=54; \varnothing C=45;$ $M=36; F=100; L=110;$ $R=33; E=40$
44			$\varnothing A=24; \varnothing B=68; \varnothing C=50;$ $M=42; F=150; L=165;$ $R=42; E=30$
46			$\varnothing A=30; \varnothing B=100; \varnothing C=80;$ $M=48; F=70; L=85;$ $R=62; E=30$
48	Вісь, сталь 45		$\varnothing A=16; E=25; F=20; G=25;$ $M1=14; M2=12; L=140$
50			$\varnothing A=35; E=40; F=60; G=40;$ $M1=30; M2=24; L=250$
52			$\varnothing A=20; E=50; F=40; G=50;$ $M1=15; M2=20; L=200$

продовження додатку 4

1	2	3	4
54	Ніж, сталь 65Г		A=190; B=100; C=220; E=35; D=100; $\varnothing X=20$; F=35; L=15
56			A=100; B=50; C=120; E=20; D=50; $\varnothing X=12$; F=25; L=20
58			A=150; B=80; C=170; E=40; D=80; $\varnothing X=18$; F=30; L=10
60	Вал-колесо, сталь 45		$\varnothing A=80$; $\varnothing B=50$; $\varnothing C=68$; $\varnothing D=110$; L=130; E=30
62			$\varnothing A=50$; $\varnothing B=25$; $\varnothing C=35$; $\varnothing D=65$; L=100; E=20
64			$\varnothing A=35$; $\varnothing B=15$; $\varnothing C=25$; $\varnothing D=48$; L=70; E=25
66	Вилка, сталь 45		$\varnothing A=20$; D=50; L=80; S=55; V=15; N=45; M=14
68			$\varnothing A=30$; D=60; L=120; S=90; V=25; N=50; M=16
70			$\varnothing A=25$; D=70; L=140; S=80; V=30; N=60; M=18
72	Вісь, сталь 35		$\varnothing A=16$; $\varnothing B=16$; L=90; S=40; M=35; V=16; $\square N=30$;
74			$\varnothing A=30$; $\varnothing B=30$; L=150; S=80; M=50; V=30; $\square N=55$;
76			$\varnothing A=25$; $\varnothing B=25$; L=180; S=100; M=60; V=35; $\square N=45$;

продовження додатку 4

1	2	3	4
78	Шток, сталь 45		$\varnothing A=30; \varnothing B=22; D=50;$ $E=25; H=35; M1=16; M2=20$
80			$\varnothing A=88; \varnothing B=72; D=20;$ $E=80; H=50; M1=72; M2=64$
82			$\varnothing A=50; \varnothing B=45; D=20;$ $E=60; H=40; M1=42; M2=42$
84	Вал, сталь 45		$\varnothing A=120; \varnothing B=135; \varnothing C=110;$ $\varnothing D=75; K=70; L=240$
86			$\varnothing A=50; \varnothing B=60; \varnothing C=48;$ $\varnothing D=40; K=40; L=100$
88			$\varnothing A=40; \varnothing B=50; \varnothing C=42;$ $\varnothing D=35; K=50; L=150$
90	Вал, сталь 45		$\varnothing A=130; \varnothing B=138; \varnothing C=130;$ $\varnothing D=110; X=100; K=90;$ $E=70$
92			$\varnothing A=40; \varnothing B=45; \varnothing C=38;$ $\varnothing D=32; X=30; K=60; E=50$
94			$\varnothing A=70; \varnothing B=78; \varnothing C=60;$ $\varnothing D=50; X=55; K=80; E=80$
96	Кришка, сталь 30		$\varnothing A=30; \varnothing B=70; \varnothing C=110;$ $\varnothing F=5; D=80; M=8$ Поверхню $\varnothing C$ полірувати.
98			$\varnothing A=70; \varnothing B=110; \varnothing C=150;$ $\varnothing F=7; D=50; M=14$ Поверхню $\varnothing C$ полірувати.

*Примітка. Приймаються самостійно: необхідні розрізи і перерізи; отвори для мащення і центрові; пази вісетримачів, під стопорні кільця і шпонкові; шліців; канавок; лисок; проточок; фасок; параметрів різей і шестерень; радіусів закрутлень; шорсткості, допусків форми і розміщення поверхонь; маси; необхідної твердості

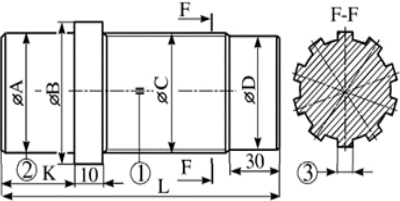
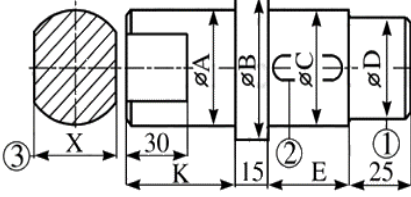
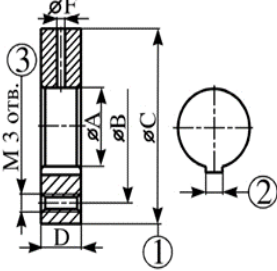
Завдання на проектування технологічного процесу відновлення деталі

Варіант	Деталь	Ескіз деталі	Дефекти деталі		
1	2	3	4		
01 (00)	Вісь, сталь 20		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин осі. 2. Спрацювання поверхонь $\varnothing B_{H4}$ під втулку. 3. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі M. 		
03 (02)				07 (06)	09 (08)
05 (04)					
07 (06)	Вал, сталь 30		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин вала. 2. Спрацювання поверхонь $\varnothing A_{k6}$, $\varnothing B_{k6}$ під підшипник. 3. Спрацювання пазу по ширині під стопорне кільце. 		
09 (08)				13 (12)	15 (14)
11 (10)					
13 (12)	Ролик, сталь 30		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання бічної поверхні по ширині менше 13 мм. 2. Спрацювання бігової доріжки $\varnothing C$. 3. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі M10. 		
15 (14)				19 (18)	21 (20)
17 (16)					
19 (18)	Вал, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин вала. 2. Спрацювання поверхні $\varnothing D_{k5}$ під підшипник. 3. Спрацювання шпонкового пазу. 		
21 (20)				23 (22)	
23 (22)					

продовження додатку 5

1	2	3	4
25 (24)	Стакан, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання отвору $\varnothing A$ Н8 під шток.
27 (26)			<ol style="list-style-type: none"> 2. Спрацювання отвору $\varnothing C$ Н4 під поршень.
29 (28)			<ol style="list-style-type: none"> 3. Спрацювання поверхні $\varnothing D$ м5 під перехідну втулку.
31 (30)	Шків, сталь 45Л		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання поверхні $\varnothing A$ під стрічку гальмівну.
33 (32)			<ol style="list-style-type: none"> 2. Спрацювання поверхні $\varnothing F$ м5 під шестерню.
35 (34)			<ol style="list-style-type: none"> 3. Спрацювання отвору $\varnothing 20$ Н12 під болти.
37 (36)	Кронштейн, чавун КЧ 30		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання отвору $\varnothing A$ Н4 під підшипник.
39 (38)		<ol style="list-style-type: none"> 2. Спрацювання отвору $\varnothing D$ Н10 під палець. 	
41 (40)		<ol style="list-style-type: none"> 3. Тріщина у провужині. 	
43 (42)	Палець, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання сферичної поверхні R пальця.
45 (44)			<ol style="list-style-type: none"> 2. Прогин пальця.
47 (46)			<ol style="list-style-type: none"> 3. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі M.
49 (48)	Вісь, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин осі.
51 (50)			<ol style="list-style-type: none"> 2. Спрацювання шпонкового пазу.
53 (52)			<ol style="list-style-type: none"> 3. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі $M1$ та $M2$.

1	2	3	4
55 (54)	Ніж, сталь 65Г		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання ріжучої кромки (розмір C) на глибину більше 5 мм. 2. Спрацювання отворів $\varnothing X$ H12 під палець. 3. Тріщини у ножі.
57 (56)			
59 (58)			
61 (60)	Вал-колесо, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин вал-коlesa. 2. Спрацювання поверхні отвору $\varnothing CH5$ під підшипник. 3. Спрацювання бічних поверхонь зубів.
63 (62)			
65 (64)			
67 (66)	Вилка, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання отвору $\varnothing A$ H10 під палець. 2. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі M. 3. Деформація вилки.
69 (68)			
71 (70)			
73 (72)	Вісь, сталь 35		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання отвору $\varnothing A$ H8 під важіль. 2. Спрацювання отвору $\varnothing B$ H9 під палець.
75 (74)			
77 (76)			

1	2	3	4	
79 (78)	Шток, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин штока. 2. Спрацювання поверхні $\text{Ø}B_{h8}$ під ущільнення. 3. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі $M1$ та $M2$. 	
81 (80)				
83 (82)				
85 (84)	Вал, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Прогин вала. 2. Спрацювання поверхні $\text{Ø}A_{k6}$ під підшипник. 3. Спрацювання шліців по товщині. 	
87 (86)				
89 (88)				
91 (90)	Вал, сталь 45		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання поверхні $\text{Ø}D_{k6}$ під підшипник. 2. Спрацювання шпонкового пазу. 3. Спрацювання лиски по ширині X. 	
93 (92)				
95 (94)				
97 (96)	Кришка, сталь 30		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спрацювання поверхні $\text{Ø}A_{h8}$ під ущільнення. 2. Спрацювання шпонкового пазу по ширині. 3. Спрацювання або зрив 2-х і більше ниток різі M. 	
99 (98)				