МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
“Технологія виробництва ЕЕА”
для студентів всіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(освітня програма – Електричні машини і апарати)

2017

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Технологія виробництва ЕЕА” для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (освітня програма – Електричні машини і апарати) / Укл.: В. І. Осинська, Л. Б. Жорняк. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 38 с.

Укладачі: В. І. Осинська, ст. викладач,
Л. Б. Жорняк, доцент, к.т.н.

Рецензент: О. В. Близняков, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: Р. Е. Мохнач

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні і електронні апарати”.
Протокол № 8
від 19 квітня 2017 р.

Рекомендовано до видання
НМК ЕТФ.
Протокол №3
від 20 квітня 2017 р.

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1. Допуски, посадки, квалітети 4
1.1 Мета роботи 4
1.2 Загальні відомості 4
1.2.1 Допуски 4
1.2.2 Посадки 6
1.2.3 Квалітети 6
1.3 Порядок виконання роботи 7
1.4 Приклад 7
1.5 Література 13
Лабораторна робота №2. Розрахунок розмірних ланцюгів 14
2.1 Мета роботи 14
2.2 Загальні відомості 14
2.2 1 Розмірні ланцюги 14
2.2.2 Розрахунок розмірних ланцюгів 14
2.3 Приклад 17
2.3.1 Задача перевірочного розрахунку 17
2.3.2 Задача проектного розрахунку 19
2.4 Завдання 20
2.4.1 Задача перевірочного розрахунку розмірних ланцюгів...20
2.4.2 Задача проектного розрахунку розмірних ланцюгів 21
Лабораторна робота №3. Вивчення технологічних процесів виробництва електричних апаратів ..….....….27
3.1 Мета роботи 27
3.2 Загальні відомості 27
3.3 Порядок виконання роботи 28
3.4 Зміст технологічних процесів 28
Лабораторна робота №4. Оформлення маршрутних та операційних технологічних карт 32
4.1 Мета роботи 32
4.2 Загальні відомості 32
4.3 Порядок виконання роботи 37
4.4 Література 37
Перелік посилань .....……..38

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ДОПУСКИ, ПОСАДКИ, КВАЛІТЕТИ

1.1 Мета роботи

Вивчення системи допусків та посадок, розрахунки допусків, визначення посадок.

1.2 Загальні відомості

1.2.1 Допуски

Допуском *(IT,T)* називається різниця між найбільшим та найменшим допустимими розмірами.

Найбільш та найменш допустимі розміри – це два значення розміру, між котрими знаходиться дійсний розмір (D) (рисунок 1.1).

Номінальний розмір (D_{nom}) це основний розмір, котрий назначають з врахуванням функціональних характеристик виробу і котрий являється початком відрахування відхилень.

Відхиленням розміру називається алгебраїчна різниця між розміром та його номінальним значенням.

Верхнім граничним відхиленням (ES,es) називається алгебраїчна різниця між найбільшим розміром отвору або вала і номінальним.

$$ES = D_{\max} - D_{nom},$$

$$es = d_{\max} - D_{nom}.$$

Нижнім граничним відхиленням (EI,ei) називається алгебраїчна різниця між найменшим розміром отвору або вала і номінальним.

$$EI = D_{\min} - D_{nom},$$

$$ei = d_{\min} - D_{nom}.$$

Дійсним відхиленням (D) називається різниця між дійсним розміром та номінальним.

$$\Delta = D - D_{nom}.$$

Поле допуску схематично показують в виді прямокутників, верхня та нижня сторона яких відповідають верхньому та нижньому граничним відхиленням (рисунок 1.2).

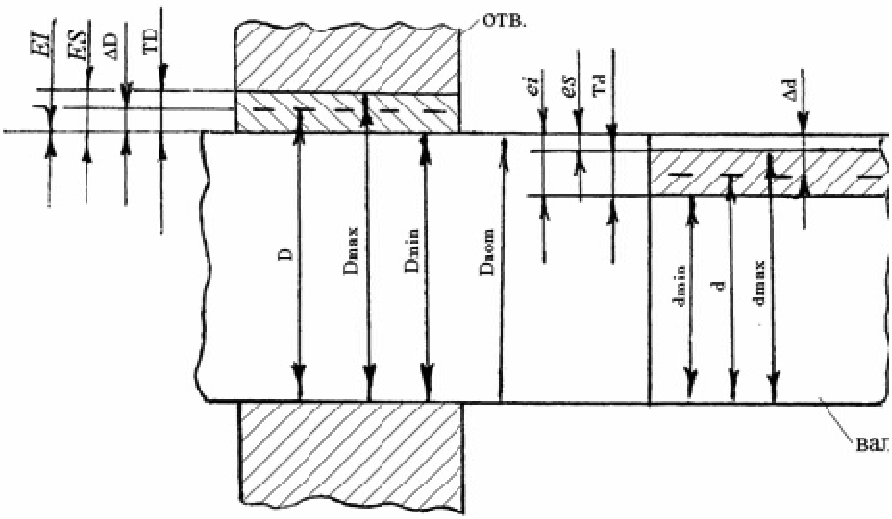


Рисунок 1.1 – Схема полів допусків та граничних відхилень і розмірів отвору та вала

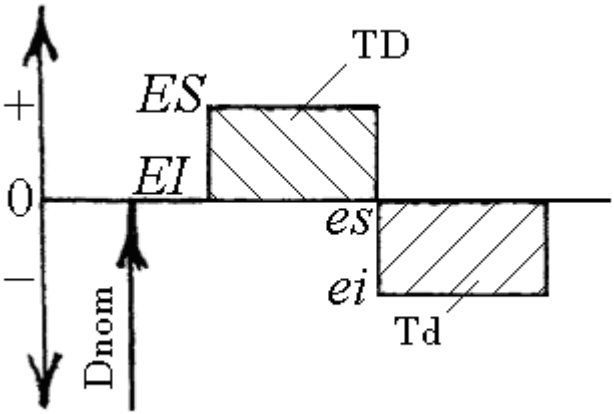


Рисунок 1.2 – Схематичне зображення полів допусків отвору та вала

1.2.2 Посадки

Посадкою називається характер з'єднання деталей, який визначається величиною одержаних зазорів чи натягів.

Розрізняють три види посадок: з зазором, з натягом та перехідну.

Посадкою з зазором називається посадка, в якій завжди є гарантований зазор (S).

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min},$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}.$$

Посадкою з натягом називається посадка, в якій завжди є гарантований натяг (N).

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min},$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}.$$

Перехідною (P) називається посадка, в якій можуть бути як зазори, так і натяги.

Допуском посадки (T) називається сума допусків отвору та вала.

$$T = TD + Td.$$

Допуск посадок з зазором, натягом та перехідної визначається за формулами

$$TS = S_{\max} - S_{\min},$$

$$TN = N_{\max} - N_{\min},$$

$$TP = S + N.$$

1.2.3 Квалітети

Квалітетом називається сукупність допусків, що характеризують постійну відносну точність для номінальних розмірів даного діапазону (наприклад, від 1 до500 мм).

Основу допусків та посадок складають 20 квалітетів 01; 0; 1 – 18. Квалітети з 01 по 4 використовуються для виготовлення надто точних деталей та вимірювальних виробів, квалітети з 5 по 14 – для з'єднань деталей (посадок) і квалітети з 14 по 18 – для виготовлення деталей, які не використовуються для одержання з'єднань.

На кресленнях за номінальним розміром ставиться буква, яка визначає вибрану посадку, а після неї ставиться цифра, котра визначає номер квалітета. Наприклад, ∅10H7 – для отвору, ∅10h7 – для вала, $\varnothing 10\frac{H7}{h7}$ – для з'єднань (посадок).

1.3 Порядок виконання роботи

За заданим варіантом (таблиця 1.1) з таблиць 1.2, 1.3 вибрати номінальні розміри та граничні відхилення отвору і вала (*ES, EI, es, ei*) і за ними розрахувати їх граничні розміри ($D_{\max}, D_{\min}, d_{\max}, d_{\min}$) та допуски ($TD, Td$). Побудувати схематично поля допусків отвору та вала (рисунок 1.2), визначити яку з посадок (з зазором, з натягом, перехідну) вони утворили. На схемі показати, де утворились зазори, а де натяги, після чого розрахувати їх граничні розміри і допуски посадок.

1.4 Приклад

Дано з'єднання отвору та вала ($\varnothing 100\frac{E6}{j_S 6}$), в якому отвір та вал виконані за шостим квалітетом. З таблиць 1.2 і 1.3 визначимо, що для отвору ∅100 верхнє граничне відхилення дорівнює $ES = +0,094$, а нижнє $EI = +0,072$. Для вала верхнє граничне відхилення дорівнює $es = +0,011$, а нижнє $ei = -0,011$.

Розрахуємо граничні розміри отвору та вала і їх допуски.

$D_{\max} = D_{пот} + ES,$

$D_{\max} = 100 + 0,094 = 100,094.$

$D_{\min} = D_{пот} + EI,$

$D_{\min} = 100 + 0,072 = 100,072.$

$TD = D_{\max} - D_{\min},$

$TD = 100,094 - 100,072 = 0,022.$

$d_{\max} = D_{nom} + es,$

$d_{\max} = 100 + 0,011 = 100,011.$

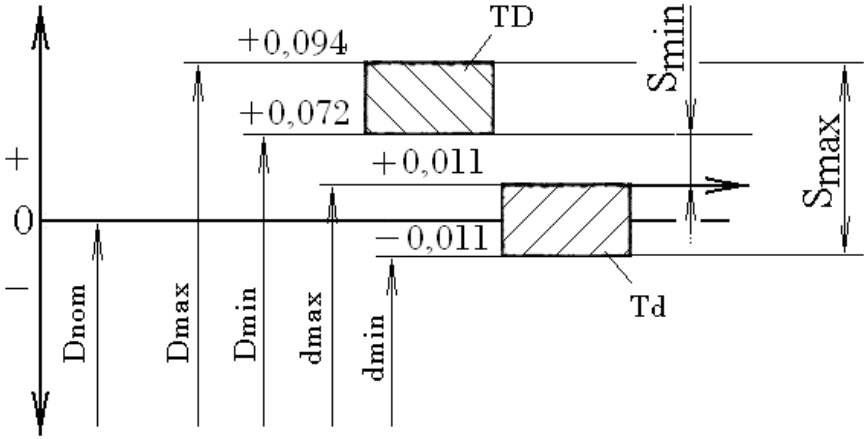
$d_{\min} = D_{nom} + ei,$

$d_{\min} = 100 - 0,011 = 99,989.$

$Td = d_{\max} - d_{\min},$

$Td = 100,011 - 99,989 = 0,022.$

Побудуємо схему розподілення допусків отвору та вала і визначимо яку посадку вони утворили.



Із схеми видно, що граничні розміри отвору (100,094 – 100,072) більше граничних розмірів вала (100,011 – 99,989) і в з'єднанні буде зазор, а це значить, що утворилась посадка з зазором (*S*). Розрахуємо його граничні розміри і покажемо їх стрілками на схемі.

$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min},$

$S_{\max} = 100,094 - 99,989 = 0,105.$

$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max},$

$S_{\min} = 100,072 - 100,011 = 0,061.$

Розрахуємо допуск посадки (*TS*)

$TS = S_{\max} - S_{\min},$

$TS = 0,105 - 0,061 = 0,044.$

Таблиця 1.1 – Варіанти роботи

Номер варіанта	Інтервал розмірів (мм)	Посадки та квалітети
1	5	$\frac{H6}{h5}, \frac{H7}{h7}, \frac{H8}{r6}$
2	10	$\frac{H8}{s7}, \frac{H9}{d8}, \frac{H11}{j_S14}$
3	15	$\frac{H6}{d8}, \frac{H12}{r6}, \frac{H14}{j_S16}$
4	20	$\frac{H11}{d11}, \frac{H8}{u8}, \frac{H14}{j_S16}$
5	25	$\frac{H15}{j_S15}, \frac{H8}{s7}, \frac{H14}{j_S16}$
6	30	$\frac{H16}{j_S15}, \frac{H6}{n6}, \frac{H7}{j_S6}$
7	35	$\frac{H8}{s7}, \frac{H9}{f9}, \frac{H7}{j_S6}$
8	40	$\frac{H6}{h6}, \frac{H8}{u8}, \frac{H7}{n6}$
9	45	$\frac{H16}{h14}, \frac{H8}{s7}, \frac{H14}{j_S16}$
10	50	$\frac{H9}{h6}, \frac{H6}{r6}, \frac{H11}{j_S14}$
11	55	$\frac{M5}{h5}, \frac{E6}{d8}, \frac{J_S5}{u8}$
12	60	$\frac{P5}{j_S6}, \frac{N5}{u8}, \frac{F5}{r6}$

Продовження табл. 1.1

13	65	$\frac{D9}{h14}, \frac{N6}{h7}, \frac{R7}{f7}$
14	70	$\frac{Z8}{d11}, \frac{R7}{d8}, \frac{F5}{h11}$
15	75	$\frac{M5}{h11}, \frac{H11}{u8}, \frac{E6}{f9}$
16	80	$\frac{K7}{n6}, \frac{Z8}{h7}, \frac{N5}{d9}$
17	85	$\frac{P5}{d9}, \frac{F5}{n6}, \frac{E6}{j_S16},$
18	90	$\frac{G6}{j_S15}, \frac{H9}{j_S6}, \frac{J_S5}{r6}$
19	95	$\frac{H11}{h14}, \frac{J_S5}{u8}, \frac{N6}{h5}$
20	100	$\frac{K7}{j_S6}, \frac{E6}{n6}, \frac{N6}{d9}$

Таблиця 1.2 – Граничні відхилення, посадки та квалітети для інтервалу номінальних розмірів валів

Номер варіан-та	**Інтервал розмірів (мм)**						
1	5	*h5*	0 -0,005	*r6*	+0,023 +0,015	*h7*	0 -0,012
2	10	*s7*	+0,038 +0,023	*d8*	-0,040 -0,062	j_s14	+0,180 -0,180
3	15	*d8*	-0,050 -0,077	*r6*	+0,034 +0,023	j_s16	+0,550 -0,550
4	20	*u8*	+0,074 +0,041	*d11*	-0,065 -0,195	j_s16	+0,650 -0,650
5	25	*s7*	+0,056 +0,035	j_s15	+0,420 -0,420	j_s16	+0,650 -0,650
6	30	*n6*	+0,028 -0,015	j_s6	+0,006 -0,006	j_s15	+0,420 -0,420
7	35	j_s6	+0,008 -0,008	*s7*	+0,068 +0,043	*f9*	-0,025 -0,087
8	40	*h6*	0 -0,016	*n6*	+0,033 +0,017	*u8*	+0,099 +0,060
9	45	*s7*	+0,068 +0,043	j_s16	+0,800 -0,800	*h14*	0 -0,620
10	50	*h6*	0 -0,016	*r6*	+0,050 +0,034	j_s14	+0,310 -0,310
11	55	*h5*	0 -0,013	*d8*	-0,100 -0,146	*u8*	+0,133 +0,087
12	60	j_s6	+0,010 -0,010	*r6*	+0,060 +0,041	*u8*	+0,133 +0,087
13	65	*h7*	0 -0,030	*f7*	-0,030 -0,060	*h14*	0 -0,740
14	70	*d8*	-0,100 -0,146	*h11*	0 -0,190	*d11*	-0,290 -0,480
15	75	*u8*	+0,148 +0,102	*f9*	-0,104 -0,178	*h11*	0 -0,190

Продовження табл. 1.2

16	80	*n6*	+0,039 +0,020	*h7*	0 -0,030	*d9*	-0,100 -0,174
17	85	*n6*	+0,045 +0,023	*d9*	-0,120 -0,207	j_s16	+1,100 -1,100
18	90	j_s6	+0,011 -0,011	*r6*	+0,073 +0,051	j_s15	+0,700 -0,700
19	95	*h5*	0 -0,015	*u8*	+0,178 +0,124	*h14*	0 -0,87
20	100	*n6*	+0,045 +0,023	*d9*	-0,120 -0,207	j_s6	+0,011 -0,011

Таблиця 1.3 – Граничні відхилення, посадки та квалітети для інтервалу номінальних розмірів отворів

Номер варі-анта	**Інтер-вал роз-мірів (мм)**						
1	5	*H6*	+0,008 0	*H7*	+0,012 0	*H8*	+0,018 0
2	10	*H8*	+0,022	*H9*	+0,036	*H11*	+0,090
3	15	*H6*	+0,011	*H12*	+0,180	*H14*	+0,430
4	20	*H8*	+0,033	*H11*	+0,130	*H14*	+0,520
5	25	*H8*	+0,033	*H14*	+0,520	*H15*	+0,840
6	30	*H6*	+0,013	*H7*	+0,021	*H14*	+0,520
7	35	*H7*	+0,025	*H8*	+0,039	*H9*	+0,062
8	40	*H6*	+0,016	*H7*	+0,025	*H8*	+0,039
9	45	*H8*	+0,039	*H14*	+0,620	*H16*	+1,600
10	50	*H6*	+0,016	*H11*	+0,160	*H9*	+0,062

Продовження табл. 1.3

11	55	*J_S5*	+0,006 -0,006	*M5*	-0,006 -0,019	*E6*	+0,079 +0,060
12	60	*N5*	-0,015 -0,028	*P5*	-0,027 -0,040	*F5*	+0,043 +0,030
13	65	*N6*	-0,014 -0,033	*R7*	-0,030 -0,050	*D9*	+0,174 +0,100
14	70	*F5*	+0,043 +0,030	*R7*	-0,042 -0,061	*Z8*	-0,172 -0,218
15	75	*M5*	-0,006 -0,019	*E6*	+0,079 +0,060	*H11*	+0,190
16	80	*N5*	-0,015 -0,028	*K7*	+0,090 -0,021	*Z8*	-0,172 -0,218
17	85	*F5*	+0,051 +0,036	*P5*	-0,032 -0,047	*E6*	+0,094 +0,072
18	90	*J_S5*	+0,008 -0,008	*G6*	+0,034 +0,012	*H9*	+0,087
19	95	*J_S5*	+0,008 -0,008	*N6*	-0,016 -0,038	*H11*	+0,220
20	100	*E6*	+0,094 +0,072	*N6*	-0,016 -0,038	*K7*	+0,010 -0,025

1.5 Література

1. Кирилюк Ю.Е. Допуски і посадки. – К.: Вища школа, 1987. – 120с.

2. Справочник технолога машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мецерянова. Том 2. – М.: Машиностроение, 1986. – 650с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2. РОЗРАХУНОК РОЗМІРНИХ ЛАНЦЮГІВ

2.1 Мета роботи

Вивчення основ теорії точності виробництва та технологічних методів керування точністю деталей і складальних одиниць ЕА, раціонального вибору конструкторських та технологічних рішень.

2.2 Загальні відомості

2.2 1 Розмірні ланцюги

Розмірним ланцюгом називається замкнутий ланцюг розмірів, визначаючих точність відносного розташування вісей та поверхонь однієї або декількох деталей в складальному з'єднанні.

Розмірний ланцюг, визначаючий точність відносного розташування вісей та поверхонь одної деталі, називається подетальним розмірним ланцюгом. Розмірний ланцюг, визначаючий точність відносного положення вісей та поверхонь декількох деталей в складальному з'єднанні, називається складальним розмірним ланцюгом.

Кожний розмірний ланцюг має одну ланку, яка носить назву замикальної. Всі інші ланки ланцюга носять назву складників ланцюга.

Складники ланцюга діляться на збільшувальні та зменшувальні. Збільшувальною називається ланка, зі збільшенням якої замикальна ланка збільшується. Зменшувальною називається ланка, зі збільшенням якої замикальна ланка зменшується. Над збільшувальною ланкою ставиться стрілка зліва направо, а над зменшувальною справа наліво.

2.2.2 Розрахунок розмірних ланцюгів

За допомогою розмірних ланцюгів вирішуються задачі перевірочного та проектного розрахунків. Задача **перевірочного** розрахунку полягає в находженні номінального розміру замикальної

ланки і допуску на неї за заданими номінальними розмірами і допусками складників ланцюга.

Проектний розрахунок розмірних ланцюгів полягає в тому, що за заданим номінальним розміром замикальної ланки і допуском на неї визначають номінальні розміри і допуски складників ланцюга.

Розрахунок розмірних ланцюгів ведеться двома методами: методом максимума-мінімума та імовірнісним. Метод максимума-мінімума використовується для розрахунку розмірних ланцюгів в одиничному та дрібносерійному виробництві, а імовірнісний – в серійному та масовому виробництві.

Перевірочний розрахунок розмірних ланцюгів **методом максимума-мінімума** починається з визначення номінального розміру замикальної ланки(A_Δ):

$$A_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{A_j} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_j},$$

де n – число збільшувальних ланок;

p – число зменшувальних ланок.

При розрахунку розмірних ланцюгів, як правило, оперують з половинами полів допусків $TA_j / 2$ та координатою середини поля допуску складників ланцюга $E_c(A_j)$. Якщо одне з граничних відхилень складникового розміру дорівнює нулю, то його допуск дорівнює абсолютній значині другого відхилення, а координата середини поля допуску дорівнює половині цього допуску зі знаком, котрий має друге відхилення.

Після визначення цих величин розраховують допуск TA_Δ та координату середини поля допуску замикальної ланки $E_c(A_\Delta)$:

$$TA_\Delta = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j, \qquad (2.1)$$

де TA_j – допуски всіх складників ланцюга;

m-1 = n+p.

$$E_c(A_\Delta) = \sum_{j=1}^{n} E_c(\overrightarrow{A_j}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} E_c(\overleftarrow{A_j}).$$

Верхнє та нижнє граничні відхилення замикальної ланки визначають із співвідношень:

$$E_s(A_\Delta) = E_c(A_\Delta) + TA_\Delta / 2,$$

$$E_i(A_\Delta) = E_c(A_\Delta) - TA_\Delta / 2.$$

Правильність рішення можна перевірити за формулами:

$$A_\Delta^{\max} = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{A_j^{\max}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_j^{\min}},$$

$$A_\Delta^{\min} = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{A_j^{\min}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_j^{\max}}.$$

Імовірнісний метод розрахунку також починається з визначення номінального розміру замикальної ланки, координат середини полів допусків складникових ланок. Після визначення цих величин розраховують допуск TA_Δ :

$$T_\Delta = \frac{1}{k_\Delta} \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} TA_j^2 \cdot k_j^2}\ , \qquad (2.2)$$

де k_Δ, k_j – коефіцієнти відносного розсіяння розмірів (0,9 – 1,4).

Координату середини поля допуску замикальної ланки $E_c(A_\Delta)$ та верхнє і нижнє граничні відхилення замикальної ланки визначають за тими ж формулами, що і при розрахунку методом максимума-мінімума.

При виконанні проектного розрахунку задається номінальний розмір та граничні відхилення замикаючої ланки, за якими визначаються величини номінальних розмірів складникових ланок та їх допуски.

Заданий допуск замикаючої (вихідної) ланки розподіляється між складниковими ланками в відповідності до співвідношень (2.1) та (2.2). За одержаними допусками на розміри складникових ланок та технологією виготовлення призначають граничні відхилення розмірів складникових ланок.

За одержаними значинами допуска та координат середини поля допуску складників ланцюга $E_c(A_j)$ визначають розрахункову величину допуску та граничні відхилення замикаючої ланки, які

порівнюються з заданими. Якщо вони не співпадають, їх величини змінюються і проводиться повторний розрахунок. Розрахунки продовжуються до тих пір, поки задані і розрахункові величини не співпадуть.

2.3 Приклад

2.3.1 Задача перевірочного розрахунку

Дані номінальні розміри та граничні відхилення стакана трійникового освітлювача перетворювача частоти (рисунок. 2.1):

$N_1 = 2{,}3 \pm 0{,}04;\ N_2 = 0{,}8 \pm 0{,}04;\ N_3 = 1{,}2 \pm 0{,}04;\ N_4 = 9{,}3^{+0{,}12}_{+0{,}04}$.

Треба знайти номінальний розмір, допуск, граничні відхилення замикальної ланки.

Визначимо номінальний розмір замикальної ланки:

$$N_\Delta = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{N_j} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{N_j},$$

$$N_\Delta = N_4 - (N_1 + N_2 + N_3) = 9{,}3 - (2{,}3 + 0{,}8 + 1{,}2) = 5.$$

Визначимо допуск замикальної ланки за **методом максимума-мінімума**:

$$TN_\Delta = \sum_{j=1}^{m-1} TN_j,$$

$$TN_\Delta = 0{,}08 + 0{,}08 + 0{,}08 + 0{,}08 = 0{,}32.$$

Визначимо координату середини поля допуску замикальної ланки $E_c(N_\Delta)$:

$$E_c(N_\Delta) = \sum_{j=1}^{n} E_c(\overrightarrow{N_j}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} E_c(\overleftarrow{N_j}),$$

$$E_c(N_\Delta) = E_c(N_4) - [E_c(N_1) + E_c(N_2) + E_c(N_3)] = 0{,}08 - 0 = 0{,}08.$$

Визначимо верхнє та нижнє граничні відхилення замикальної ланки:

$$E_s(N_\Delta) = E_c(N_\Delta) + TN_\Delta / 2,$$
$$E_i(N_\Delta) = E_c(N_\Delta) - TN_\Delta / 2.$$
$$E_s(N_\Delta) = 0,08 + 0,32/2 = 0,24,$$
$$E_i(N_\Delta) = 0,08 - 0,32/2 = -0,08.$$

Правильність рішення можна перевірити за формулами:

$$N_\Delta^{\max} = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{N_j^{\max}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{N_j^{\min}},$$

$$N_\Delta^{\min} = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{N_j^{\min}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{N_j^{\max}}.$$

$$N_\Delta^{\max} = 9,42 - (2,26 + 0,76 + 1,16) = 5,24,$$
$$N_\Delta^{\min} = 9,34 - (2,34 + 0,84 + 1,24) = 4,92.$$

Тобто $N_\Delta = 5^{+0,24}_{-0,08}$ мм.

Визначимо допуск замикальної ланки **за імовірнісним методом**:

$$TN_\Delta = \frac{1}{k_\Delta}\sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} TN_j^2 \cdot k_j^2}$$

Приймемо, що $k_\Delta = k_j = 1$.

$$TN_\Delta = \sqrt{4 \cdot (0,08)^2} = 0,16.$$

Визначимо координату середини поля допуску замикальної ланки $E_c(N_\Delta)$:

$$E_c(N_\Delta) = E_c(N_4) - [E_c(N_1) + E_c(N_2) + E_c(N_3)] = 0,08 - 0 = 0,08.$$

Визначимо верхнє та нижнє граничні відхилення замикальної ланки:

$$E_s(N_\Delta) = E_c(N_\Delta) + TN_\Delta / 2;$$
$$E_i(N_\Delta) = E_c(N_\Delta) - TN_\Delta / 2.$$
$$E_s(N_\Delta) = 0,08 + 0,16/2 = 0,16;$$
$$E_i(N_\Delta) = 0,08 - 0,16/2 = 0.$$

Тобто $N_\Delta = 5^{+0,16}$ мм.

2.3.2 Задача проектного розрахунку

За заданим розміром між опорним базовим виступом і пазом ($N_{\Delta} = 5,0^{+0,16}$) індикаторного стакана трійникового освітлювача (рисунок 2.1) визначити номінальні розміри складових його розмірів та їх допуски.

Аналізуючи конструкцію виробу і вимоги до неї в процесі експлуатації назначимо складниковим розмірам стакана такі номінальні розміри

$N_1 = 2,3;\ N_2 = 0,8;\ N_3 = 1,2;\ N_4 = 9,3$.

Після цього розрахуємо проектний розмір замикальної ланки і порівняємо його з заданим:

$$N_{\Delta} = \sum_{j=1}^{n} \overrightarrow{N_j} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{N_j},$$

$N_{\Delta} = 9,3 - (2,3 + 0,8 + 1,2) = 5,0$.

Одержаний результат свідчить про те, що при правильно вибраних розмірах складникових ланок розрахункова величина замикальної ланки співпадає з заданою.

За заданою величиною відхилень розміра замикальної ланки визначаємо її граничні відхилення:

$E_s(N_{\Delta}) = 0,16;\qquad E_i(N_{\Delta}) = 0;\qquad E_c(N_{\Delta}) = 0,08.$

Аналізуючи знову експлуатаційні вимоги до конструкції стакана трійникового освітлювача задане значення поля допуска замикаючої ланки розподілимо між складовими ланками:

$T_c N_j = 0,04$.

Ланці N_4 розмірного ланцюга назначимо граничне верхнє та нижнє відхилення:

$E_s(N_4) = 0,1;\qquad E_i(N_4) = 0,06;\qquad E_c(N_4) = 0,08.$

В реальному виробництві найбільші граничні відхилення назначають в тих випадках, коли одержання деяких розмірів деталі за різними причинами ускладнюється.

Граничні відхилення для інших складникових ланок приймемо рівними:

$E_s(N_{1-3}) = +0,02;\qquad E_i(N_{1-3}) = -0,02;\qquad E_c(N_{1-3}) = 0.$

За проектними величинами допусків складникових ланок розрахуємо проектний допуск замикаючої ланки:

$$TN_{\Delta} = \sum_{j=1}^{m-1} TN_j,$$

$TN_{\Delta} = 0,04 \times 4 = 0,16.$

Проектна величина допуску замикальної ланки співпадає з заданою, що свідчить про правильний вибір проектних величин допусків складникових ланок.

Визначимо координату середини поля допуску замикальної ланки $E_c(N_{\Delta})$:

$$E_c(N_{\Delta}) = E_c(N_4) - [E_c(N_1) + E_c(N_2) + E_c(N_3)] = 0,08 - 0 = 0,08.$$

Визначимо верхнє та нижнє граничні відхилення замикальної ланки:

$E_s(N_{\Delta}) = E_c(N_{\Delta}) + TN_{\Delta}/2;$

$E_i(N_{\Delta}) = E_c(N_{\Delta}) - TN_{\Delta}/2.$

$E_s(N_{\Delta}) = 0,08 + 0,16/2 = 0,16;$

$E_i(N_{\Delta}) = 0,08 - 0,16/2 = 0.$

Тобто $N_{\Delta} = 5^{+0,16}$ мм.

Задані і розрахункові величини співпадають.

2.4 Завдання

2.4.1 Задача перевірочного розрахунку розмірних ланцюгів

Завдання виконати за варіантом, наведеним в табл. 2.1.

Для забезпечення повної взаємозамінності при складанні трансформатора струму 500 кВ за відомими номінальними розмірами та граничними відхиленнями складникових розмірів струмоведучого вивода трансформатора (рисунок 2.2) розрахувати номінальний розмір, допуск, гранично допустимі відхилення розмірів між правою гранню фланця та місцем встановлення фіксуючої шпонки вивода.

Для вирішення поставленої задачі скласти розмірний ланцюг, визначити складникові збільшувальні та зменшувальні ланки, а також замикальну ланку.

Аналогічні розрахунки виконати для деталей, зображених на рисунках 2.3 – 2.6.

2.4.2 Задача проектного розрахунку розмірних ланцюгів

За заданим номінальним розміром та допуском на міжцентровий розмір фланця струмоведучого вивода трансформатора (рисунок 2.2) розрахувати номінальні розміри, допуски та гранично допустимі відхилення на складникові розміри однієї із сторін фланця струмоведучого вивода.

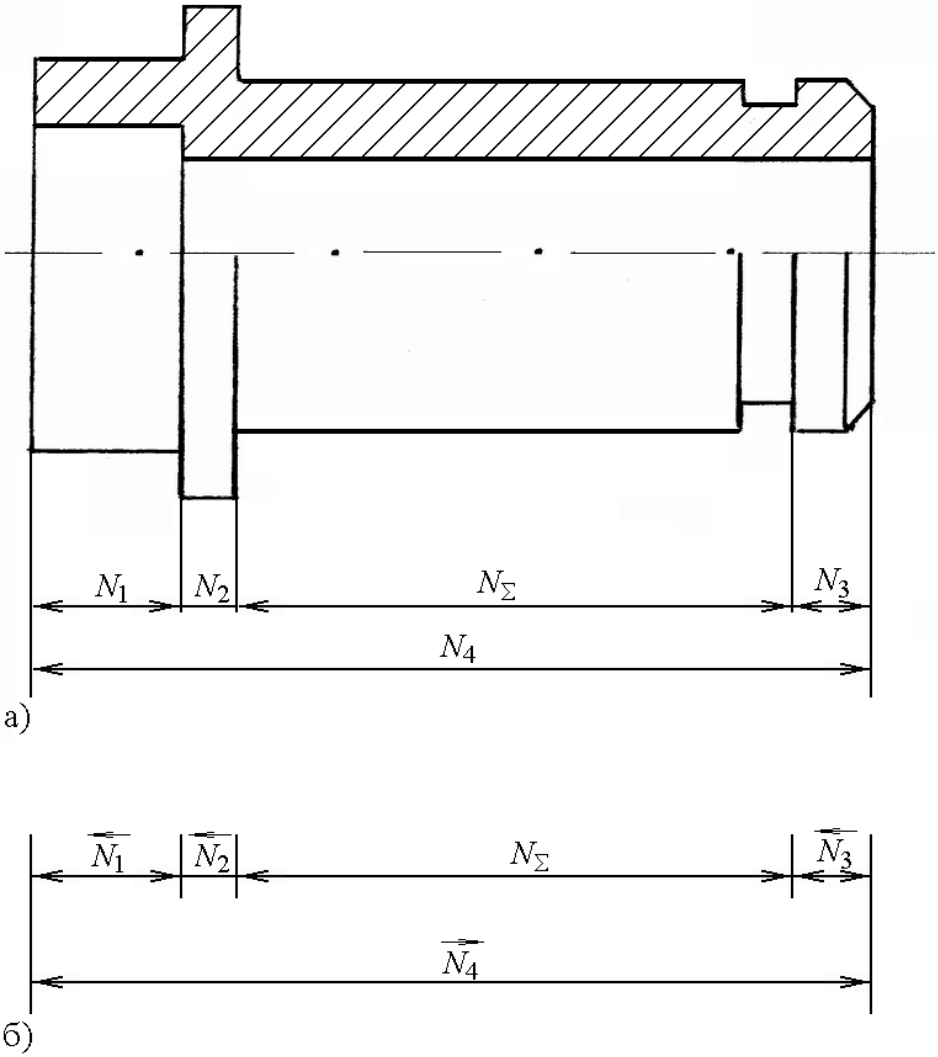
Аналогічні розрахунки виконати для деталей, зображених на рисунках 2.3 – 2.6.

Таблиця 2.1 – Варіанти

№ вар	Тип розрахунку	Метод розрахунку	Рис.	Задано	Знайти
1	Перевіроч-ний	Max – min	2.2	$N1=244_{-0,85}$; $N2=44^{+0,62}$; $N4=87^{+0,43}$; $N5=105\pm1,1$	N3
2	Перевіроч-ний	Імовірніс-ний	2.2	$N1=244_{-0,85}$; $N2=44^{+0,62}$; $N4=87^{+0,43}$; $N5=105\pm1,1$	N3
3	Проектний	Max – min	2.2	$N7=72^{+0,20}$	N8, N9
4	Проектний	Імовірніс-ний	2.2	$N7=72^{+0,20}$	N8, N9
5	Перевіроч-ний	Max – min	2.3	$N1=189_{-0,7}$; $N2=35^{+2,5}$; $N8=134\pm0,04$	N5

Продовження табл. 2.1

6	Перевіроч-ний	Імовірніс-ний	2.3	$N1=189_{-0,7}$; $N2=35^{+2,5}$; $N8=134\pm0,04$	N5
7	Проектний	Max – min	2.3	$N2=35^{+2,5}$	N1, N8, N5
8	Проектний	Імовірніс-ний	2.3	$N2=35^{+2,5}$	N1, N8, N5
9	Перевіроч-ний	Max – min	2.4	$N1=900\pm1$; $N2=50^{+0,4}$; $N3=50^{+0,4}$	N4
10	Перевіроч-ний	Імовірніс-ний	2.4	$N1=900\pm1$; $N2=50^{+0,4}$; $N3=50^{+0,4}$	N4
11	Проектний	Max – min	2.4	$N6=12^{+0,43}$	N1, N5, N7
12	Проектний	Імовірніс-ний	2.4	$N6=12^{+0,43}$	N1, N5, N7
13	Перевіроч ний	Max – min	2.5	$N1=10_{-0,4}$; $N3=30\pm0,5$; $N4=100\pm0,8$	N2
14	Перевіроч-ний	Імовірніс-ний	2.5	$N1=10_{-0,4}$; $N3=30\pm0,5$; $N4=100\pm0,8$	N2
15	Проектний	Max – min	2.5	$N5=4_{-0,12}$	N6, N7
16	Проектний	Імовірніс-ний	2.5	$N5=4_{-0,12}$	N6, N7
17	Перевіроч-ний	Max – min	2.6	$N1=36_{-0,62}$; $N3=30_{-0,15}$; $N4=1\pm0,3$	N2
18	Перевіроч-ний	Імовірніс-ний	2.6	$N1=36_{-0,62}$; $N3=30_{-0,15}$; $N4=1\pm0,3$	N2
19	Проектний	Max – min	2.6	$N6=10^{+0,08}$	N5, N7, N8
20	Проектний	Імовірніс-ний	2.6	$N6=10^{+0,08}$	N5, N7, N8



а – стакан трійникового освітлювача перетворювача частоти;
б – розмірний ланцюг

Рисунок 2.1 – Стакан трійникового освітлювача та його розмірний ланцюг

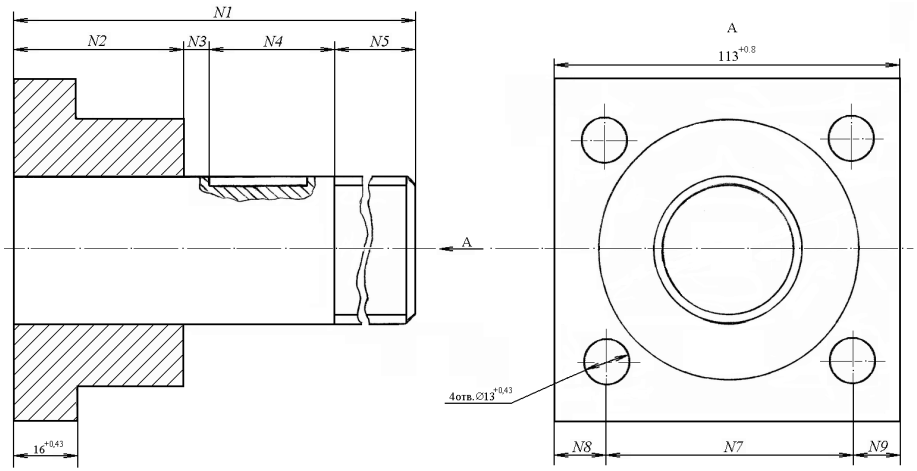


Рисунок 2.2 – Струмоведучий вивід трансформатора струму 500 кВ

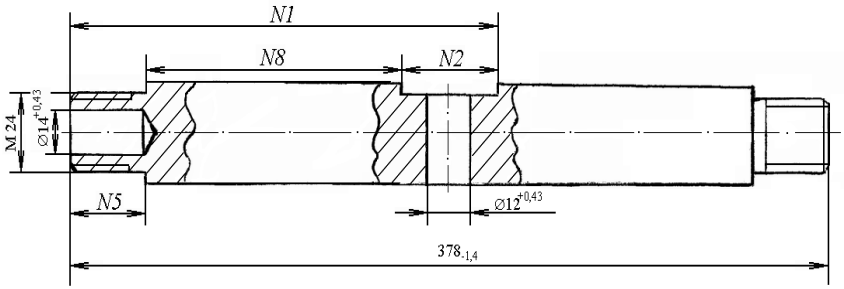


Рисунок 2.3 – Стрижень

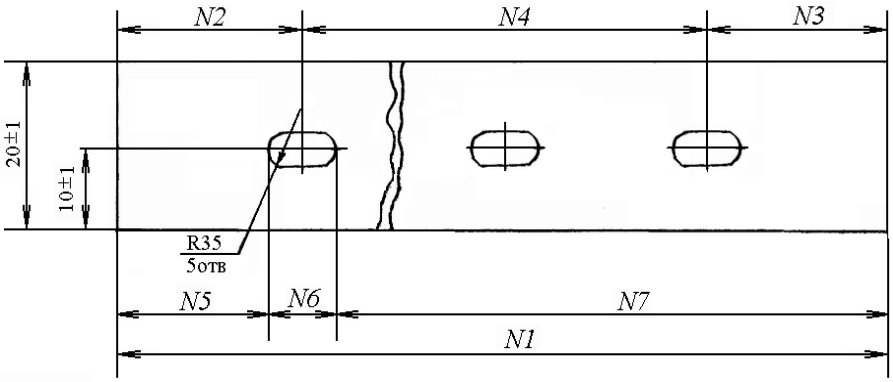


Рисунок 2.4 – Лист

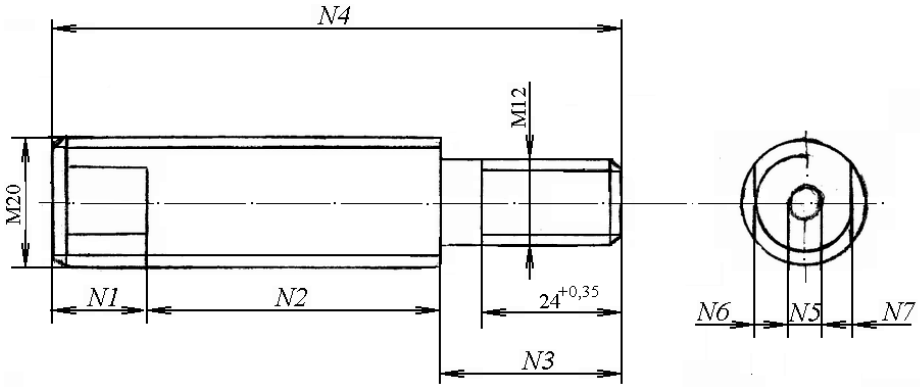


Рисунок 2.5 – Вісь

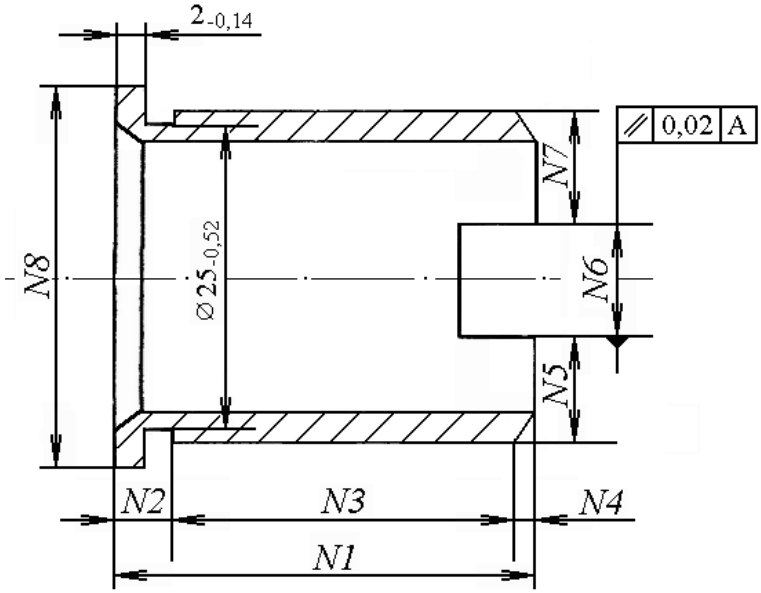


Рисунок 2.6 – Втулка

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

3.1 Мета роботи

Вивчення технологічних процесів виробництва електричних апаратів, їх деталей та вузлів, обладнання та оснастки, яка застосовується.

3.2 Загальні відомості

Електроапаратобудування є галуззю загального машинобудування з технологією близькою до електромашинобудування, але зі своїми специфічними особливостями. Ці особливості полягають в тому, що електроапаратобудування крім технології металів, як конструкційних матеріалів, містить в собі технологію металів-провідників з електроізоляцією і без неї, а також технологію магнітних та електроізоляційних матеріалів.

Це технологічні процеси загального машинобудування (чорне та кольорове виливання, кування, всі види механічної обробки та зварювання, паяння, штампування, термообробка, гальванопокриття, складання, фарбування), а також притаманні тільки електротехнічним виробам (холодне листове штампування електротехнічної сталі, лакування її листів, складання магнітопроводів, намотка та просякання обмоток та котушок). Від якості виконання цих процесів залежать технічні показники електричних апаратів, їх надійність та довговічність.

Матеріали для виготовлення електричних апаратів дуже різноманітні: обмоточна електротехнічна мідь, листова електротехнічна сталь, просякаючі лаки та компаунди, покривні емалі та електроізоляційні матеріали (папір, картон, лакотканина, склолакотканина, лавсанові плівки та стрічки, шаруваті пластики, пластмаси, слюда, асбест).

Особливістю виготовлення електричних апаратів є також багатономенклатурність випускаємих виробів.

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, яка містить в собі послідовну зміну розмірів, форми, зовнішнього виду або внутрішніх властивостей предмета виробництва та їх контроль.

Технологічна операція – це закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці.

Обладнання – це пристрої або механізми, на яких виконуються основні або допоміжні операції з виготовлення виробів.

Оснащення – змінна частина обладнання, пристрої для надійного закріплення, правильного розташування або контролю інструментів або деталей.

3.3 Порядок виконання роботи

3.3.1 Вивчити технологічні процеси в електроапаратобудуванні в послідовності та за літературою, наведеними нижче (зміст процесу задається викладачем).

3.3.2 Навести основні технологічні операції, з яких складаються вивчені технологічні процеси.

3.3.3 Надати опис основного обладнання та оснащення, які застосовуються в вивчених технологічних процесах.

3.4 Зміст технологічних процесів

3.4.1 Механічна обробка матеріалів та деталей електричних апаратів. [2], с. 15…81; [3], с. 114…137, 163…200.

3.4.1.1 Різка заготованок із профільного прокату, відрізні верстати. Різка заготованок із листового прокату (гільйотинні ножиці, плазмово-дугова різка, газолазерна різка).

3.4.1.2 Виливання в піщано-глинисті та оболонкові форми. Виливання в металеві форми (під тиском, з противотиском). Відцентрове виливання. Виливання за витоплюваними моделями.

3.4.1.3 Виготовлення заготованок тиском. Вільне кування та застосовуване обладнання. Основні операції кування. Гаряче об’ємне штампування та застосовуване обладнання. Виготовлення заготованок та деталей методами порошкової металургії, основи технології, переваги.

3.4.1.4 Холодне листове штампування, галузь застосовування, основи технології.

3.4.1.5 Типові методи обробки деталей різанням. Основні поняття та визначення.

3.4.2 Технологія виготовлення пружин. [2], с. 82…91; [3], с. 200…210.

3.4.2.1 Значення пружин в електроапаратобудуванні. Матеріали, які використовуються при виготовленні пружин, їх властивості та галузь застосовування.

3.4.2.2 Виготовлення витих циліндричних пружин.

3.4.2.3 Виготовлення спіральних стрічкових пружин.

3.4.2.4 Виготовлення плоских листових пружин.

3.4.3 Технологія виготовлення магнітопроводів і котушок. [2], с. 34…37, 138…167; [3], с. 210…267, 280…303.

3.4.3.1 Застосовування магнітопроводів в електроапаратобудуванні. Види магнітопроводів, основні вимоги до магнітопроводів. Матеріали для виготовлення магнітопроводів.

3.4.3.2 Технологія виготовлення суцільних (не шихтованих) магнітопроводів (для електромагнітів постійного струму) із листового та круглого прокату.

3.4.3.3 Технологія виготовлення шихтованих пластинчастих магнітопроводів. Особливості процесу штампування пластин.

3.4.3.4 Технологія виготовлення пресованих магнітопроводів.

3.4.3.5 Технологія виготовлення постійних магнітів.

3.4.3.6 Технологія виготовлення котушок.

3.4.3.7 Класифікація та конструктивні виконання котушок. Основні вимоги до котушок.

3.4.4 Технологія виготовлення струмоведучих деталей, контактів та контактних матеріалів. [1], с. 172…224; [2], с. 104…115; [3], с. 210…228.

3.4.4.1 Технологія виготовлення струмоведучих з’єднань. Конструктивні форми та матеріали.

3.4.4.2 Технологія виготовлення контактів. Конструктивно-технологічна класифікація контактів і контакт-деталей.

3.4.4.3 Виготовлення контактів методами порошкової металургії.

3.4.4.4 Технологія виробництва комутуючих контактів із дугостійких композицій.

3.4.4.5 Технологія кріплення контактних накладок до основин контактів.

3.4.5 Технологія виготовлення електроізоляційних та керамічних деталей. [1], с. 254…287; [2], с. 129…137, 168…175; [3], с. 303…373.

3.4.5.1 Основи технології переробки пластмас в вироби. Стисла характеристика пластмас, основні компоненти. Термореактивні та термопластичні пластмаси.

3.4.5.2 Виробництво деталей із термореактивних пластмас.

3.4.5.3 Виробництво деталей із термопластичних пластмас.

3.4.5.4 Виробництво деталей із шаруватих пластиків.

3.4.5.5 Полімерні ізоляційні матеріали. Технологія виробництва склопластикових профілів методом безперервного протягування.

3.4.5.6 Виробництво виливної епоксидної ізоляції. Види та властивості виливної ізоляції в електричних апаратах. Обладнання та оснащення для виготовлення виливної ізоляції. Технологія епоксидного виливання.

3.4.5.7 Виготовлення деталей апаратів із кераміки. Види кераміки.

3.4.5.8 Основні операції типового технологічного процесу виготовлення деталей із кераміки.

3.4.6 Технологія виготовлення резисторів. [3], с. 268…280.

3.4.6.1 Галузі застосовування резисторів в електроапаратобудуванні. Класифікація елементів резисторів за конструктивно-технологічними ознаками. Застосовувані матеріали та їх характеристики.

3.4.6.2 Технологія дротяних та стрічкових безкаркасних елементів резисторів.

3.4.6.3 Виготовлення зигзагоподібних елементів резисторів.

3.4.6.4 Технологія дротяних та стрічкових елементів резисторів на жорсткому каркасі.

3.4.6.5 Технологія штампованих елементів резисторів.

3.4.6.6 Технологія чавунних елементів резисторів.

3.4.7 Технологія захистних покриттів. [2], с. 116…128; [3], с. 373…396.

3.4.7.1 Підготовка поверхонь деталей до нанесення покриття (механічна, хімічна та електрохімічна обробка).

3.4.7.2 Технологія гальванічних покриттів.

3.4.7.3 Технологія хімічних покриттів.

3.4.7.4 Технологія лакофарбних покриттів.

3.4.8 Технологія складання та види взаємозамінності. [1], с. 309…313; [2]; с. 189…210; [3], с. 396…439.

3.4.8.1 Складові частини (деталі, вузли, блоки) електричного апарата та їх взаємний зв’язок. Технологічна схема складання. Види робот, які пов’язані із складанням електричних апаратів.

3.4.8.2 Методи складання та відповідні до них види взаємозамінності деталей.

3.4.8.3 Організаційні форми складання.

3.4.8.4 Стаціонарне складання, його різновиди, галузі застосовування, особливості. Рухоме складання, його особливості, галузі застосовування.

3.4.8.5 Основні операції складання електричних апаратів.

3.4.9 Технічний контроль якості електричних апаратів. [1], с. 314…348; [3], с. 439...448.

3.4.9.1 Види технічного контролю (вхідний, операційний, приймальний), їх призначення та здійснення.

3.4.9.2 Методи технічного контролю. Суцільний та вибірковий контроль.

3.4.9.3 Засоби вимірювання та контролю.

3.4.9.4 Види контрольних випробувань електричних апаратів, їх призначення та оцінка результатів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. ОФОРМЛЕННЯ МАРШРУТНИХ ТА ОПЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ

4.1 Мета роботи

Отримати практичні навички з розробки та оформлення маршрутних і операційних карт на технологічні процеси.

4.2 Загальні відомості

Маршрутна карта (МК) є складовою та невід'ємною частиною комплекту технологічних документів, що розробляється на технологічні процеси. Правила розробки МК та їх оформлення визначаються відповідно до ГОСТ 3.1118-82.

При операційному описі технологічного процесу маршрутні карти виконують роль головного документа, у якому вказується адресна інформація (номер цеха, дільниці, робочого місця, операції тощо), найменування операції, та позначення відповідних документів, технологічне обладнання, працевитрати та інше.

При операційному описі технологічного процесу для одиничних, типових або групових процесів відповідно до стандарту дозволяється використовувати форму 2 (як перший лист – титульний) і форму 1 б (як наступні листи технологічної карти).

Інформацію в МК заносять порядково за декількома типами рядків. Кожному типу рядка відповідає свій службовий символ.

Службові символи позначають прописними буквами російського алфавіту і ставлять перед номером відповідного рядка.

Службові символи і зміст інформації, яка міститься в них, приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Службові символи

Позначення службового символу	Зміст інформації що вноситься в графи, які розташовано на рядках.
А	Номер цеху; номер дільниці; номер робочого місця, де виконується операція; номер операції; найменування операції; найменування документів, згідно з якими виконується операція.
Б	Код, найменування обладнання та інформація з працевитрат.
К	Інформація з комплектації виробів (складальної одиниці) складовими частинами зі вказаними найменуваннями деталей, складальних одиниць, позначень; позначення підрозділу, з якого надходять комплектуючі складові частини; одиниці нормування; кількість їх на виріб та норми витрат.
М	Інформація про основний матеріал, що використовується і вихідну заготовку, інформація про допоміжні та комплектуючі матеріали, що використовуються, з вказівкою найменування та коду матеріалу, позначення підрозділів, з яких надходять матеріали, код величини одиниці нормування;кількість їх на виріб та норми витрат.
О	Вміст операції (переходу).
Т	Інформація про технологічне оснащення, яке використовується під час виконання операції.

У формах МК (2 і 1 6) є умовне позначення граф, яким відповідає інформація, приведена нижче у таблиці 4.2.

У зв’язку з тим, що ГОСТ 3.1118-82 російський, то і символіка надана літерами російського алфавіту.

Таблиця 4.2 – Умовні позначення граф

Найменування (умовне позначення)	Службовий символ	Зміст інформації
Уч.	А	Номер (код) дільниці, конвейєра, потокової лінії та ін.
РМ	А	Номер (код) робочого місця.
Опер.	А	Номер операції (процесу) у технологічній послідовності виготовлення (враховуючи контроль та переміщення).
Код, наименование оборудования	Б	Код або скорочене найменування обладнання або його модель. Інформацію вказують через розподільний знак.
СМ	Б	Ступень механізації.
Проф.	Б	Код професії за класифікатором – ДК06-95.
Р	Б	Розряд роботи, який необхідний для виконання операції.
УТ*	Б	Код умов праці за класифікатором і код виду норми.
КОИД	Б	Кількість деталей, що виготовляються одночасно при виконанні однієї операції, при виконанні переміщення (транспортування) вказують кількість деталей в контейнері (тарі).
ЕН	Б, К, М	Одиниця нормування, на яку установлена норма витрат матеріалу або норма часу, наприклад: 1; 10; 100.
ОП*	Б	Обсяг виробничої партії в штуках.
Кшт.	Б	Коефіцієнт штучного часу при багатоверстатному обслуговуванні.
Тпз	Б	Норма підготовчо-завершального часу на операцію.
ОПП*	К, М	Позначення підрозділу (складу, комірки, і т. ін.), звідки поступають комплектуючі деталі, складальні одиниці або матеріали.

Продовження табл.4.2

ЕВ	К, М	Код одиниці величини (маси, довжини, площі, і т. ін.) деталі, заготовки, матеріалу.
КИ	К, М	Кількість деталей, складальних одиниць, що використовують при збиранні.
Н.расх.	К, М	Норма витрат матеріалу.
Тшт.	Б	Норма штучного часу на операцію. Замість Тпз для дослідницьких зразків можна виставить Тшт.к (норму штучно-калькуляційного часу), а замість Тшт. – розцінку на одиницю нормування.
Обозначение документа	А	Позначення документів (складального креслення і таке інше) та інструкції з охорони праці, що використовуються при виконанні даної операції.

При виконанні роботи дозволяється не заповнювати графи, що мають позначення (*). Оформлення основних надписів в формах виконується згідно з ГОСТ 3.1103-82.

Операційна карта (ОК) розробляється та оформляється на операції: складання, зварювання, паяння, клепання , просякнення, сушіння, виконання слюсарних робіт та інші – виконується згідно з вимогами ГОСТ 3.1407-86.

Стандарт передбачає розробку документації при серійному та масовому типах виробництва. Технологічні карти мають назву операційних (ОК). Згідно з вказаним вище стандартом оформлюють карти форм 1 та 1а, а також дозволяється використовувати бланки маршрутних карт (МК) форм 2 та 1б за ГОСТ 3.118-82. На зварювання є окремі форми 3 та 3а операційних карт згідно з ГОСТ 3.1407-86 з горизонтальним розміщенням поля підшивання. При використанні форм МК, як операційної карти, слід у нижньому куту карти проставити через дріб умовне позначення відповідного виду документа, функції якого вони виконують, наприклад, МК / ОК.

Переходи в операційних картах записують чітко, лаконічно. На рядках з службовим позначенням О запис переходу починають з дієслова у наказовій формі. Якщо при виконанні переходу

застосовуються оснащення, інструмент, прилади, то потрібно вказувати їх у наступному рядку, якому надається службовий символ Т, з повними даними по позначенням згідно з відповідними стандартами та технічними умовами на ці пристрої.

Запис інформації у графах, які стосуються службових символів А, Б, К/М, Т виконується згідно з вимогами ГОСТ 3.118-82 з урахуванням доповнень:

– у графі "Обозначение документа" слід приводити посилання на технологічні інструкції (ТІ), що використовуються та інструкції з питань охорони праці (ІОП);

– у графі "Код, наименование оборудования" для зварювальних операцій, додатково вказується рід зварювального струму;

– графи з працевитрат не заповнюються, крім граф "Тпз", "Тшт.", у які слід вносити дані з сумарного, допоміжного та основного часу;

– для рядків з символами К/М спочатку вказується інформація про комплектуючі складальні одиниці виробу (складальні одиниці), а потім про основні та допоміжні матеріали, що використовуються на операцію. Для внесення змін необхідно залишити незаповнений рядок між інформацією про комплектуючі складові частини виробу та даними про основні та допоміжні матеріали на операцію, а також перед вмістом першого переходу;

– для операцій зварювання та паяння додатково необхідно вказувати після найменування деталей і складальних одиниць, марку та товщину матеріалу, а у графах з інформацією про матеріали робити запис про матеріали для зварювання та паяння, тобто: присадковий матеріал, припої, гази, флюси та інше;

– опис вмісту переходів у операціях виконують у рядках, на яких ставлять службовий символ О, по всій довжині рядка з можливістю переносу інформації на наступні рядки;

Інформацію про оснащення що застосовується при виконанні операції записують у такій послідовності:

– пристрої;
– допоміжні інструменти;
– ріжучі інструменти;
– слюсарно – монтажні інструменти;
– спеціальні інструменти;
– засоби вимірів.

Запис інформації про оснащення виконується по усій довжині рядка з переносом при необхідності на наступні рядки з відокремленням кожного виду оснащення через знак “**;**”. Якщо якесь оснащення з переліченої вище послідовності не використовується, то записується наступне за порядком черги.

З метою виключення дублювання інформації загальні дані з технологічного оснащення, яке використовується на всій операції, вказують після опису вмісту першого переходу.

Параметри технологічних режимів вказуються у рядку, який має службовий символ Р. Послідовність запису параметрів технологічних режимів для зварювання та паяння приведена у ГОСТ 3.1407-86. Форма і розміри зварних та паяних з’єднань вказуються у вигляді стандартних позначень.

Якщо вироби мають велику кількість комплектуючих та матеріалів, то вказуєть лише шифр складального креслення, у специфікації якого приводяться ці дані; тоді в рядку М приводять порядковий перелік лише допоміжних матеріалів, які не вказані у специфікації.

Переходи та операції розроблюють згідно з вимогами ГОСТ 3.1703-79 для слюсарних робіт та слюсарно-складальних робіт; за ГОСТ 3.1704-81 для паяння і лудіння; за ГОСТ 3.1705-81 для зварювання.

Дані для заповнення граф М та Т можна вибрати згідно [2] і [3].

4.3 Порядок виконання роботи

4.3.1 Оформити маршрутну карту на технологічний процес виготовлення або складання виробу згідно з кресленням, відповідно до свого варіанту (запис кожної операції відокремити від наступної пропущеним рядком.).

4.3.2 Передбачити засоби транспортування між операціями і вказати їх у картах.

4.3.3 Розробити опис однієї з операцій технологічного процесу згідно з завданням викладача для серійного типу виробництва.

4.3.4 Оформити операційну карту згідно з розробленим технологічним процесом.

4.4 Література

1. ГОСТ 3.118-82 Формы и правила оформления маршрутных карт. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 22 с.

2. ГОСТ 3.1103-82. Основные надписи. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 10 с.

3. ГОСТ 3.1407-86. ЕСТД. Формы и требования по заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по сборке, – М.: Издательство стандартов, 1987. – 276 с.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технология электроаппаратостроения. / Под ред. Ю. А. Филиппова. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 360 с.

2. Зайцев И. В. Технология электроаппаратостроения. – М.: Высшая школа, 1982. – 215 с.

3. Сахаров П. В., Селянин В. И. Технология и оборудование производства электрических аппаратов. – М.: Энергия, 1972. – 464 с.

4. Селянин В. И. Технология и оборудование производства электрической аппаратуры. – М.: Энергия, 1980. – 315 с.

5. Технология производства электрических аппаратов управления и защиты. / Под ред. А. В. Волкова. – Л.: Энергия, 1977. – 304 с.

6. Маталин А. А. Технология машиностроения. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

7. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, Стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.