

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**ТИПОВА ПРОГРАМА,
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ
«МОНТАЖ І НАЛАГОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ»**
для студентів спеціальності 092206
«Електричні машини і апарати»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 24.06.10

Харків
НТУ «ХПІ»
2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



**ТИПОВА ПРОГРАМА,
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ
«МОНТАЖ І НАЛАГОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ»**
для студентів спеціальності 092206
«Електричні машини і апарати»

Харків
НТУ «ХПІ»
2010

Типова програма, методичні вказівки до контрольної роботи з курсу «Монтаж і налагодження електромеханічних пристроїв» для студентів спеціальності 092206 «Електричні машини і апарати» / Уклад.: А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010.– 20 с.

Укладачі: А.Г. Мірошніченко
В.Д. Юхимчук

Рецензент М.Я. Петренко

Кафедра електричних машин

ВСТУП

Метою вивчення даної дисципліни є знайомство з сучасними методами організації і виконання робіт з монтажу, налагодження і технічного обслуговування електромеханічних пристроїв на основі чинних нормативних документів, правил технічної експлуатації і техніки безпеки.

Під час викладання дисципліни студенти мають вивчити класифікацію електромеханічних пристроїв і електроприміщень, організацію робіт з транспортування, зберігання і монтажу електричних машин різної потужності і конструктивного виконання, матеріали, спеціальні інструменти і прилади для монтажу і випробувань електричних машин.

У результаті вивчення курсу студенти повинні набути глибоких знань і практичних навичок щодо монтажу і налагодження електричних машин, уміти забезпечувати високу якість електромонтажних робіт, упроваджувати сучасні методи і засоби механізації, здійснювати контроль роботи електричних машин за основними параметрами.

Теоретичною базою дисципліни є курси «Електричні машини», «Випробування і діагностика електричних машин», «Технологія виробництва електричних машин».

Вивчення курсу передбачає засвоєння матеріалу лекцій, проведення практичних занять, самостійну роботу над підручниками, а також виконання контрольної роботи.

При роботі над матеріалами курсу слід користуватися рекомендованими в кінці методичних вказівок джерелами інформації.

1. Програма курсу

1. Класифікація електромеханічних пристроїв.

Кліматичне виконання і місця розміщення електричних машин (ЕМ). Ступінь захисту ЕМ. Види виконань ЕМ. Форми виконань і види монтажу ЕМ. Способи охолодження ЕМ. Режим роботи ЕМ. Умови електробезпеки.

2. Класифікація електроприміщень.

За характером навколишнього середовища. За небезпекою щодо ураження людей електричним струмом.

3. Організація роботи з монтажу ЕМ.

Визначення монтажу і експлуатації. Нормативна, проектна, приймально-здавальна і експлуатаційна документація.

4. Спеціальні інструменти і прилади для монтажу ЕМ.

Вимірювання довжин, діаметрів, проміжків. Рівні. Лічильник обертів і тахометр. Індикатор годинникового типу. Вібромер.

5. Транспортування ЕМ.

Транспортні і підйомні засоби. Захоплення стропом ЕМ і деталей.

6. Будова фундаментів ЕМ.

Призначення і різновиди фундаментів. Перевірка і розбиття головних осей фундаменту. Установлення фундаментних плит.

7. Підготовка ЕМ до монтажу.

Складання великих ЕМ. Установлення стоякових підшипників. Паразитний струм у підшипниках і боротьба з ним. Монтаж муфт для з'єднання валів ЕМ. Центрування валів ЕМ. Вивіряння і регулювання повітряного проміжку. Контролювання стану і сушка ізоляції ЕМ.

8. Заземлення і занулення ЕМ.

9. Приймально-здавальні випробування і пробний пуск ЕМ.

Випробування до включення. Позначення виводів обмоток ЕМ змінного і постійного струму. Вимірювання опору ізоляції. Вимірювання активного опору обмоток. Випробування ізоляції обмоток підвищеною напругою промислової частоти. Перевірка правильності чергування полюсів у машинах постійного струму. Установлення щіток на нейтралі. Пробний пуск ЕМ. Випробування ЕМ у режимі неробочого ходу і під навантаженням.

Питання для самоперевірки

1. Які експлуатаційні чинники впливають на галузь застосування електро-механічних пристроїв?
2. Назвіть основні режими роботи ЕМ.
3. Що таке електроприміщення і як вони класифікуються?
4. На які 9 класів поділяються ізоляційні матеріали за гранично припустимими температурами (температурним індексом)?
5. Яку документацію необхідно скласти для правильного виконання монтажу, налагодження і технічного обслуговування ЕМ?
6. Перелічте спеціальні прилади і інструменти, які використовуються для монтажу ЕМ.
7. Як розташовуються ЕМ на залізничній платформі при транспортуванні?
8. Які вантажопідйомні засоби використовуються для переміщення і підйому ЕМ у монтажній зоні?
9. Поясніть призначення фундаментів ЕМ і перелічте їх різновиди.
10. Які підготовчі операції проводять при підготовці ЕМ до монтажу?
11. Для чого проводиться центрування валів ЕМ?
12. Як здійснюється контролювання стану ізоляції ЕМ?
13. Які вам відомі способи сушки ізоляції?
14. Які причини викликають появу паразитних струмів у підшипниках і які існують способи боротьби з підшипниковими струмами?
15. Що таке заземлення електроустановки?
16. Що таке занулення електроустановки?
17. Як позначають виводи обмоток ЕМ?
18. Які прилади використовуються для вимірювання опору ізоляції?
19. Як вимірюється опір обмоток ЕМ?
20. Як визначити правильність чергування полюсів у машинах постійного струму?
21. Як перевірити установлення щіток на нейтралі?
22. Як проводиться пробний пуск ЕМ?

2. Контрольна робота

РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

2.1. Постановка завдання

На підставі вихідних даних, поданих у табл. 2.1, визначити основні параметри захисного заземлення, при яких напруга дотику в період замикання фази на заземлений корпус електричної машини не перевищить припустимого значення.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані завдання

№ з/п	Розміри цеху		Параметри вертикального електрода		Параметри горизонтального електрода		Питомий опір землі
	А, м	Б, м	l_B , м	d , м	а, м	б, м	$\rho_{\text{вимір}}$, Ом·м
1	20	30	5	0,012	0,004	0,04	120
2	25	30	3	0,014	0,004	0,04	100
3	25	30	5	0,012	0,004	0,04	120
4	25	35	3	0,014	0,004	0,04	100
5	25	35	5	0,012	0,004	0,04	120
6	25	40	3	0,014	0,004	0,04	100
7	25	40	5	0,012	0,004	0,04	120
8	30	40	3	0,014	0,004	0,04	100
9	30	40	5	0,012	0,004	0,04	120
10	30	45	3	0,014	0,004	0,04	100
11	30	45	5	0,012	0,004	0,04	120
12	35	45	3	0,014	0,004	0,04	100
13	35	45	5	0,012	0,004	0,04	120
14	35	50	3	0,014	0,004	0,04	100
15	35	50	5	0,012	0,004	0,04	120
16	35	55	3	0,014	0,004	0,04	100
17	30	60	5	0,012	0,004	0,04	120
18	30	60	3	0,014	0,004	0,04	100
19	35	60	5	0,012	0,004	0,04	120
20	35	60	3	0,014	0,004	0,04	100

2.2. Порядок виконання

Захисним заземленням називається заземлення за допомогою заземлювального пристрою частини електроустановки з метою забезпечення електробезпеки.

Заземлювальним пристроєм називається сукупність заземлювача і заземлювальних провідників. Заземлювачі бувають штучними і природними (струмопровідні частини комунікацій, що знаходяться у зіткненні із землею).

У даній роботі необхідно провести розрахунок захисного заземлення з штучними заземлювачами контурного типу. На рис. 2.1 наведений приклад виконання заземлювального пристрою промислового цеху.

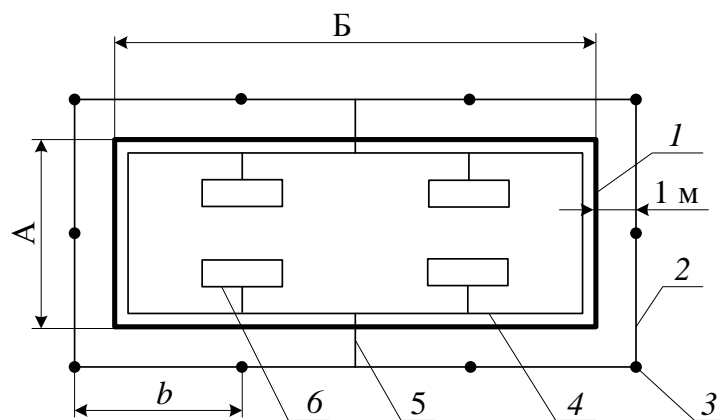


Рисунок 2.1 – Конструкція заземлювального пристрою промислового цеху:

1 – периметр будівлі; 2 – горизонтальні електроди; 3 – вертикальні електроди; 4 – магістраль заземлення; 5 – ввід магістралі заземлення в будівлю; 6 – устакування, що заземлюється

Заземлювальний пристрій складається з вертикальних і горизонтальних електродів-заземлювачів, сполучених за допомогою зварювання, і заземлювальних провідників, об'єднаних у магістраль. Як правило, опір заземлювального пристрою повинен бути $R_3 \leq 4$ Ом.

Розрахунок захисного заземлення здійснюється в наступному порядку.

1. Заздалегідь вибираємо тип заземлювального пристрою – контурний за периметром будівлі цеху на відстані 1 м від фундаменту, як показано на рис. 2.1, або в ряд уздовж однієї стіни. Складається схема заземлювального пристрою, на яку наносяться вертикальні електроди на відстані b один від одного з урахуванням співвідношення $b/l_b = 1 \dots 5$, де l_b – довжина вертикального електрода. Розрахункова кількість вертикальних електродів $n = l_T / b$, де $l_T = 2 \cdot (A + B + 4)$ – довжина

горизонтального електрода. Розрахункова кількість вертикальних електродів округляється до цілого числа.

2. Визначення розрахункового опору розтіканню струмів вертикального електрода:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_B} \cdot \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t_B + l_B}{4t_B - l_B} \right), \quad (1)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір землі, що розраховується за вимірними даними з урахуванням коефіцієнта сезонності, який можна прийняти рівним $\psi = 2$:

$$\rho = \rho_{\text{вимір}} \cdot \psi,$$

$$t_B = 0,5 + l_B/2.$$

3. Визначення розрахункового опору розтіканню струмів горизонтального електрода

$$R_\Gamma = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_\Gamma} \cdot \ln \frac{2l_\Gamma^2}{b \cdot t_\Gamma}, \quad (2)$$

де b – великий розмір поперечного перетину горизонтального електрода;

t_Γ – глибина залягання горизонтального електрода.

Можна прийняти $t_\Gamma = 0,5$ м.

4. За значенням заздалегідь прийнятого співвідношення b/l_B і розрахованої кількості вертикальних електродів n по графіках, поданих на рис. 2.2 і 2.3, визначаються коефіцієнти використання вертикальних η_B і горизонтальних η_Γ електродів.

5. Розрахунок еквівалентного опору розтіканню струму групового заземлювача, що складається з вертикальних і горизонтальних електродів:

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B \cdot \eta_\Gamma + R_\Gamma \cdot n \cdot \eta_B}. \quad (3)$$

Отриманий опір групового заземлювача не повинен перевищувати потрібного, тобто повинна виконуватися умова $R_{\text{гр}} \leq R_3$. Якщо отриманий опір групового заземлювача більше потрібного, то необхідно збільшити кількість вертикальних електродів. Якщо отриманий опір групового заземлювача набагато менше потрібного (більше 20 %), то необхідно зменшити кількість вертикальних електродів і перерахувати опір нового заземлювача (п.п. 4 і 5).

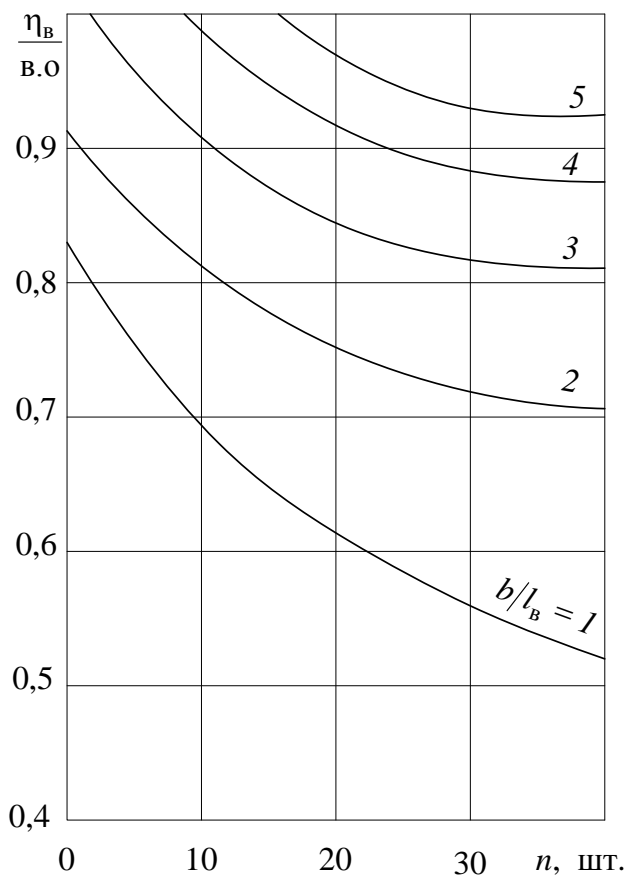


Рисунок 2.2 – Коефіцієнти використання вертикальних електродів

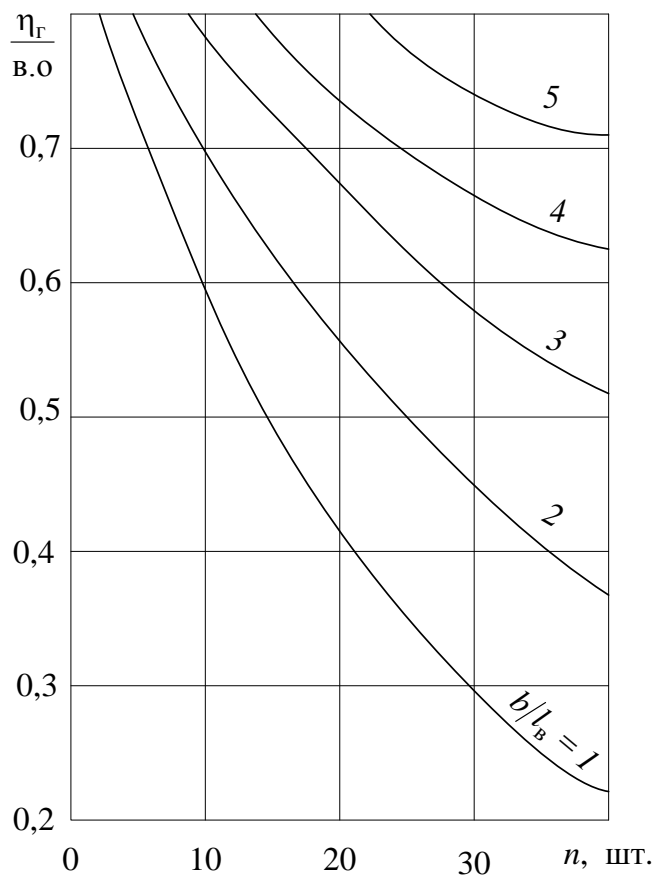


Рисунок 2.3 – Коефіцієнти використання горизонтальних електродів

2.3. Приклад виконання контрольної роботи

Початкові дані завдання:

- розміри цеху: $A = 15$ м, $B = 20$ м;
- параметри вертикального електрода: $l_{\text{в}} = 5$ м, $d = 0,012$ м;
- параметри горизонтального електрода: $a = 0,004$ м, $b = 0,04$ м;
- питомий опір землі виміряний $\rho_{\text{вимір}} = 120$ Ом·м.

Порядок виконання розрахунку

1. Спочатку вибираємо тип заземлювального пристрою – контурний за периметром будівлі. Складаємо схему заземлювального пристрою (накреслити згідно з рис. 2.1).

Заздалегідь приймаємо значення співвідношення $b/l_{\text{в}} = 1$, звідки для заданого значення $l_{\text{в}} = 5$ м отримуємо $b = 5$ м.

Розраховуємо кількість вертикальних електродів:

$$n = \frac{l_{\Gamma}}{b} = \frac{2 \cdot (A + B + 4)}{b} = \frac{2 \cdot (15 + 20 + 4)}{5} = \frac{78}{5} \approx 16.$$

2. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струму вертикального електрода:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_B} \cdot \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t_B + l_B}{4t_B - l_B} \right),$$

де $\rho = \rho_{\text{вимір}} \cdot \psi = 120 \cdot 2 = 240 \text{ Ом} \cdot \text{м}$,

$$t_B = 0,5 + l_B/2 = 0,5 + 5/2 = 3 \text{ м.}$$

$$R_B = \frac{240}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 3 + 5}{4 \cdot 3 - 5} \right) = 54,7 \text{ Ом.}$$

3. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню струмів горизонтального електрода:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{2l_{\Gamma}^2}{b \cdot t_{\Gamma}} = \frac{240}{2 \cdot 3,14 \cdot 78} \cdot \ln \frac{2 \cdot 78^2}{0,04 \cdot 0,5} = 6,52 \text{ Ом.}$$

4. За значенням задалегідь прийнятого співвідношення $b/l_B = 1$ і отриманої кількості вертикальних електродів $n = 16$ по графіках, поданих на рис. 2.2 і 2.3, визначаємо коефіцієнти використання вертикальних і горизонтальних електродів

$$\eta_B = 0,64, \quad \eta_{\Gamma} = 0,48.$$

5. Розраховуємо еквівалентний опір розтіканню струму групового заземлювача:

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_B \cdot R_{\Gamma}}{R_B \cdot \eta_{\Gamma} + R_{\Gamma} \cdot n \cdot \eta_B} = \frac{54,7 \cdot 6,52}{54,7 \cdot 0,48 + 6,52 \cdot 16 \cdot 0,64} = 3,83 \text{ Ом.}$$

Отриманий опір менше потрібного, тобто виконується співвідношення $R_{\text{гр}} \leq R_3 = 4 \text{ Ом}$, тому розрахований заземлювальний пристрій виконуватиме свою захисну функцію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – Х.: Індустрія, 2008.
2. Сырцов А.И. Монтаж и наладка электротехнических устройств / А.И. Сырцов, Б.И. Невзлин. – Луганск: Изд-во СУДУ, 1999.
3. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А. Долин – М.: Энергия, 1979.
4. Юхимчук В Д. Технология производства электрических машин: учеб. пос. / В.Д. Юхимчук : в 2 кн. – Х.: Тимченко, 2006.

ДОДАТОК

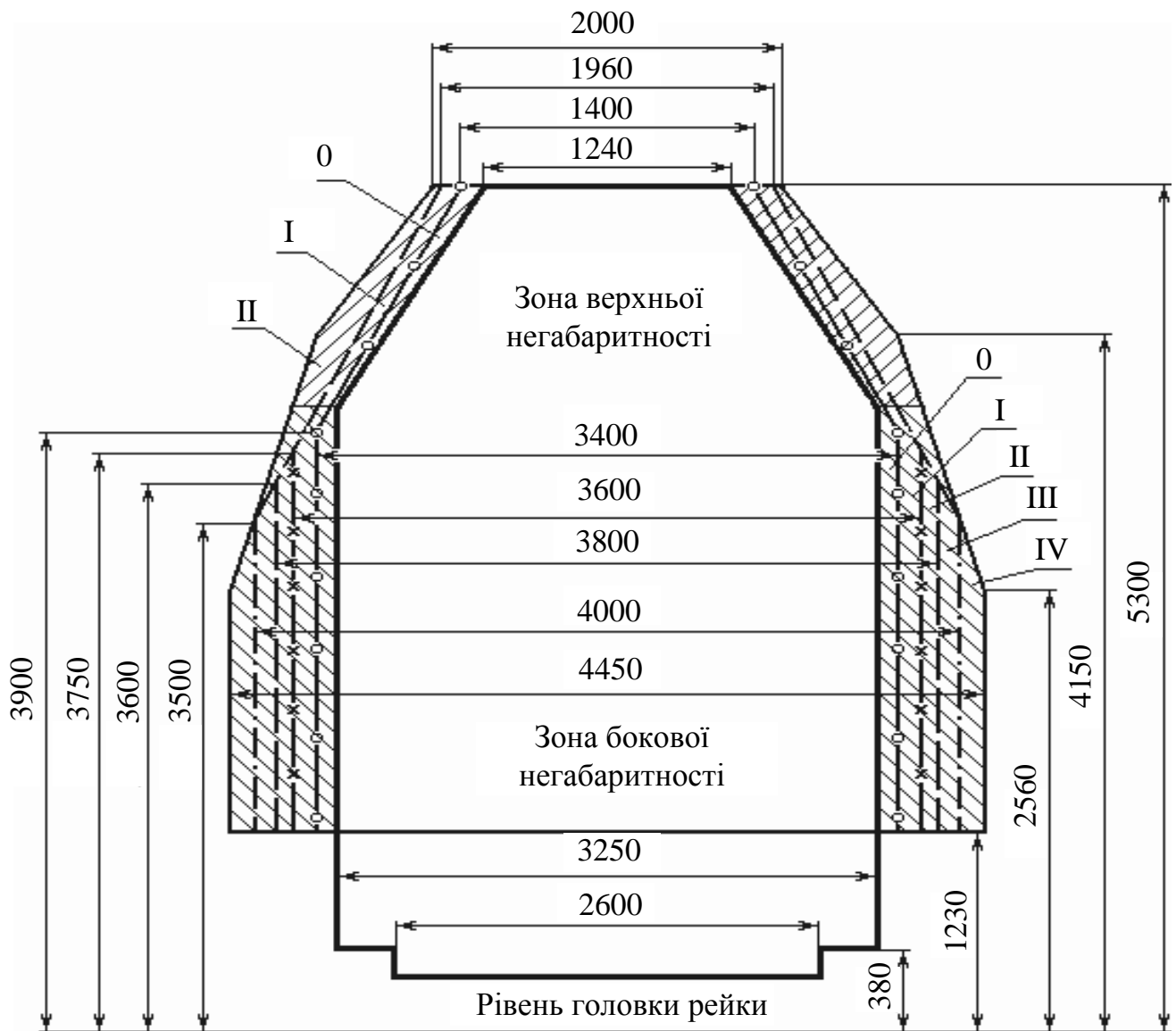


Рисунок Д.1 – Граничні обриси габаритності вантажів, які транспортуються залізничними шляхами, при ступенях верхньої негабаритності 0, I, II та бокової негабаритності 0, I, II, III, IV

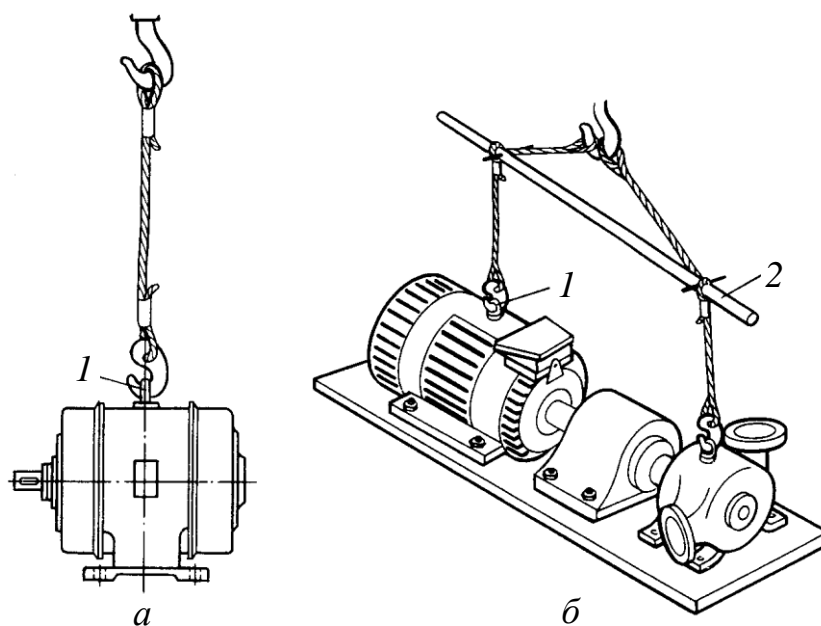


Рисунок Д.2 – Стропування машин малої потужності (а) та агрегатів (б):

1 – рим-болт; 2 – траверса

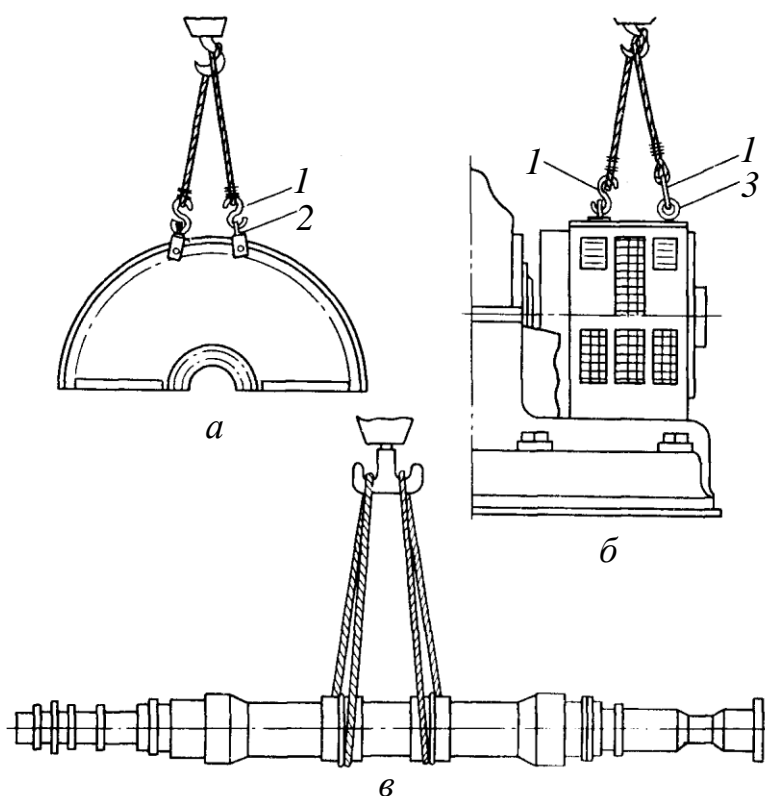


Рисунок Д.3 – Стропування окремих частин великих електричних машин:

а – верхня половина торцевого щита; б – щітковий механізм, в – вал;

1 – «вісімка»; 2 – петля; 3 – рим-болт

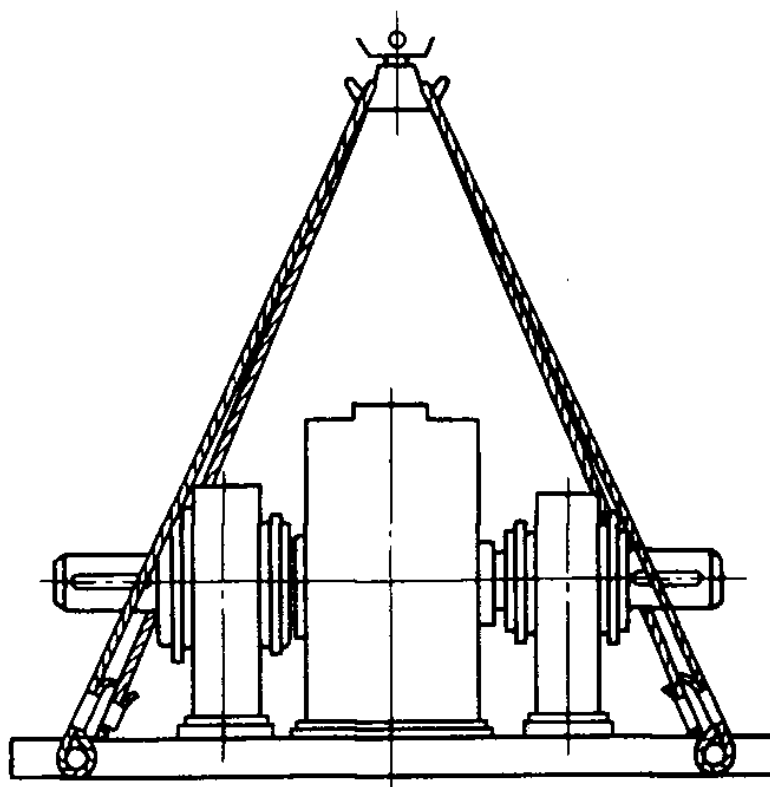


Рисунок Д.4 – Стропування за спеціальні деталі фундаментної плити електричної машини

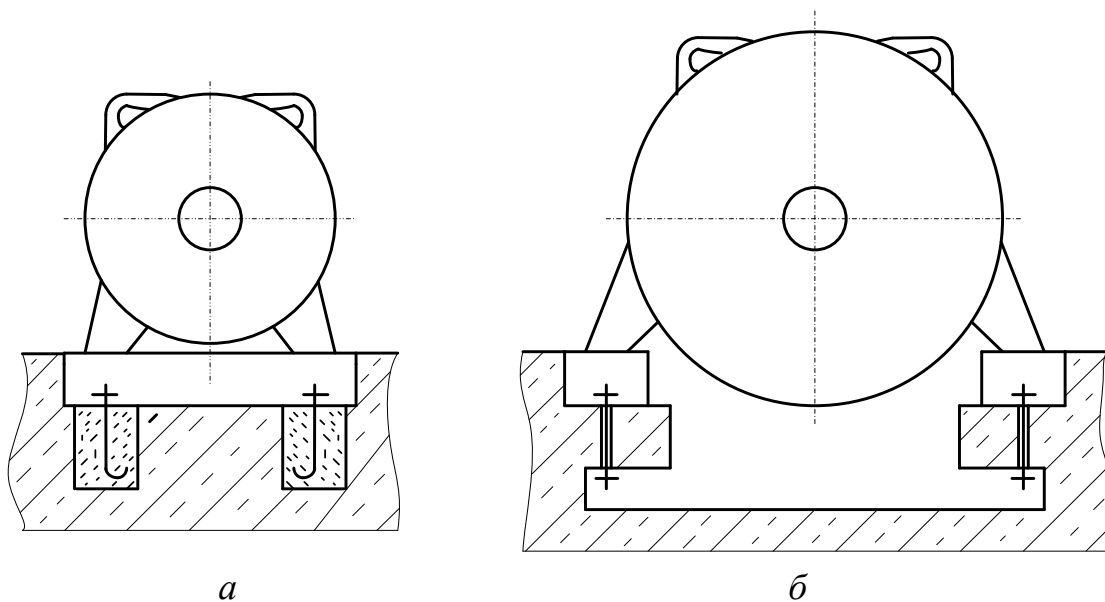


Рисунок Д.5 – Фундаменти з суцільною горизонтальною площиною (а) та з виїмкою (ямою) (б)

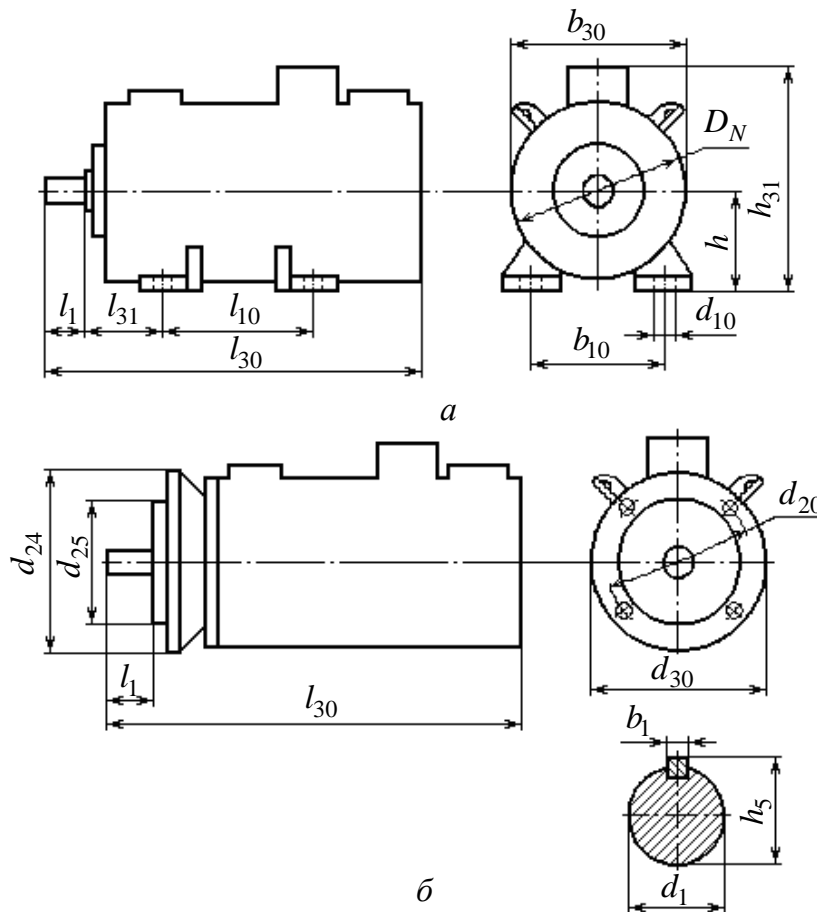


Рисунок Д.6 – Приклади позначень установлювальних та приєднувальних розмірів машин постійного струму: *a* – виконання ІМ1001; *б* – виконання ІМ3101

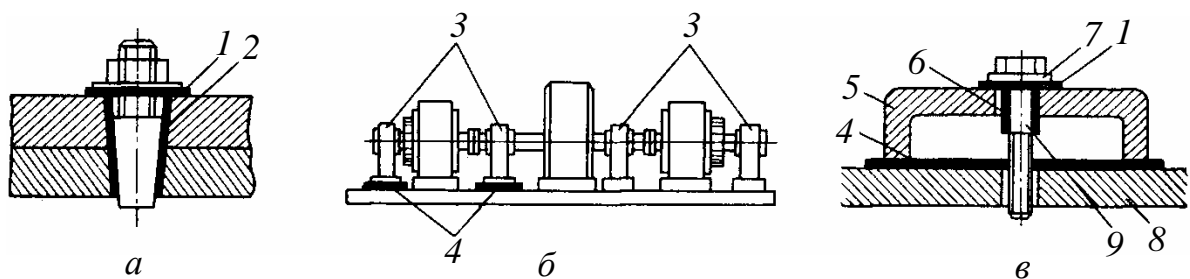


Рисунок Д.7 – Ізоляція від підшипникових струмів контрольних штифтів (*a*), стояків (*б*) і болта (*в*):

1, 7 – ізолююча текстолітова та металева шайби; 2 – конічна трубка з Електрокар тону; 3 – стояки; 4 – ізолюючі прокладки; 5 – підшва стояка; 6 – бакелітова трубка; 8 – фундамента плита; 9 – болт кріплення стояка до плити

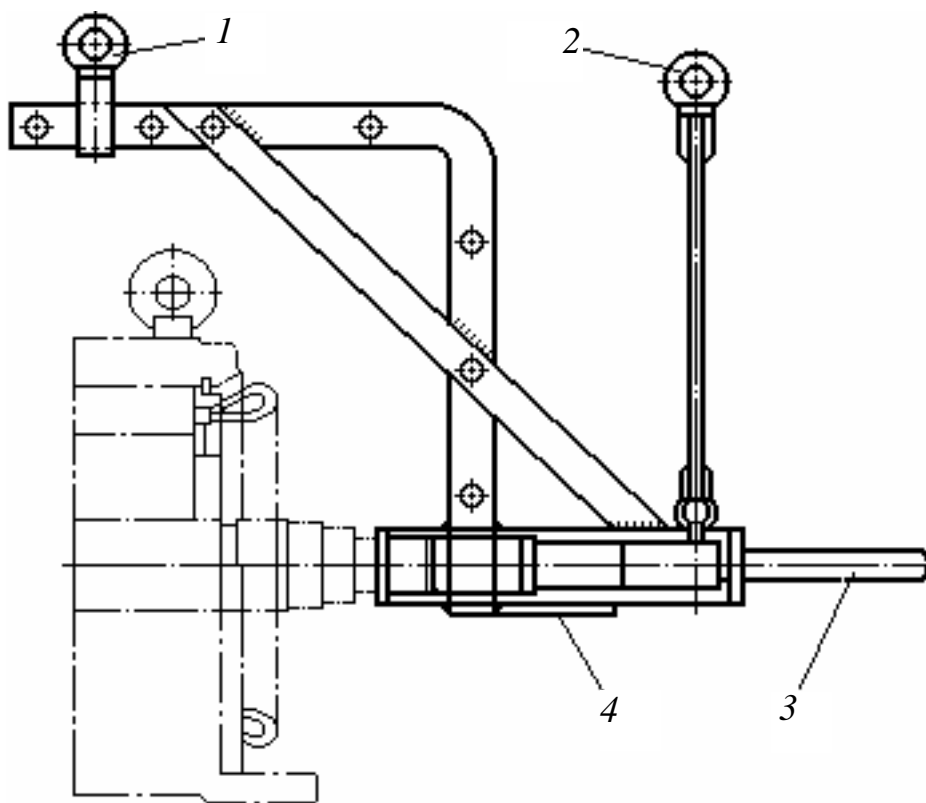


Рисунок Д.8 – Пристрій для введення ротора у статор:
 1, 2 – вантажопідйомні кільця; 3 – держак; 4 – циліндрична оправка

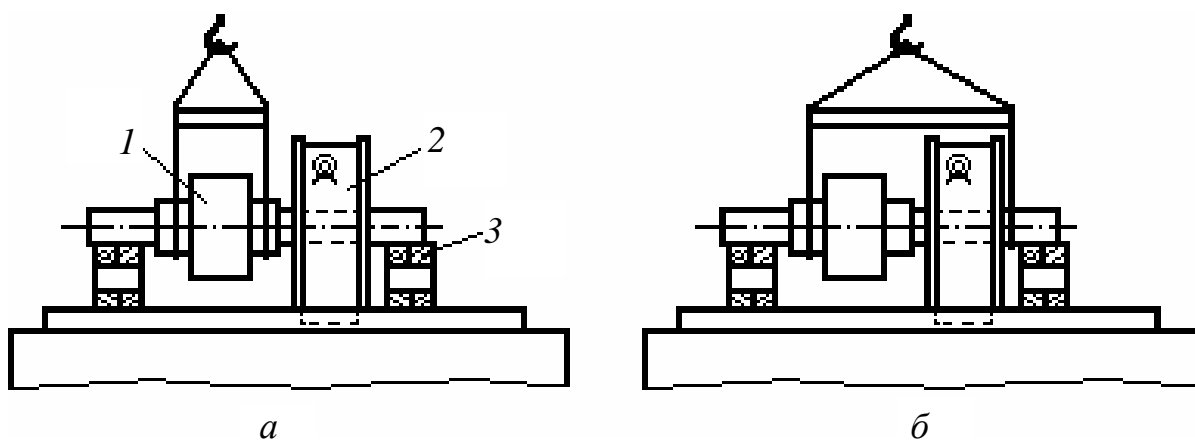


Рисунок Д.9 – Введення ротора у статор великої електричної машини
 способом перестропування: а – підвід ротора до статора;
 б – перестропування ротора перед введенням; 1 – ротор; 2 – статор;
 3 – дерев'яні бруски

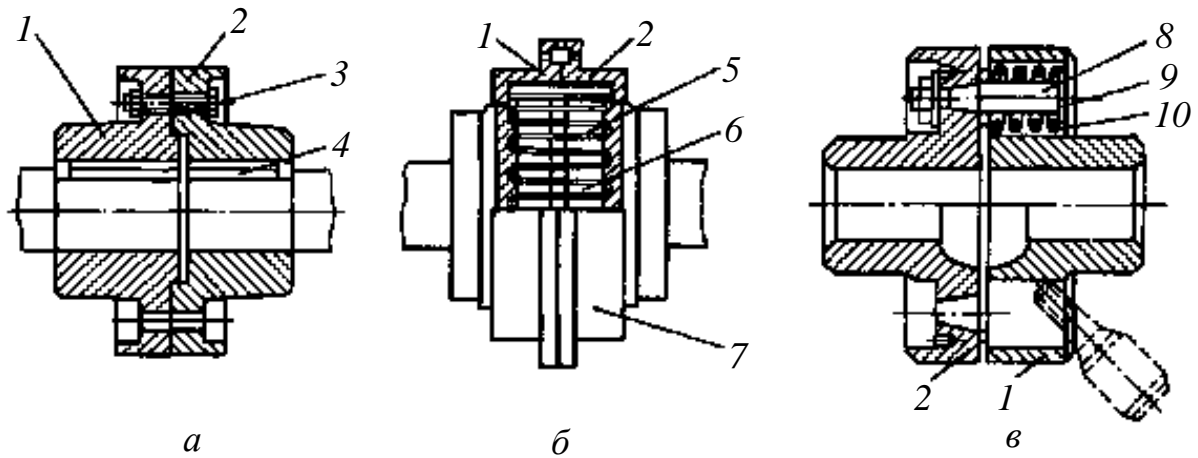


Рисунок Д.10 – З'єднання півмуфт:

a – жорстке з'єднання; *б* – напівжорстке зубчасто-пружинне з'єднання;

в – пружне втулково-пальцеве з'єднання: 1, 2 – пів муфти;

3 – точений болт; 4 – шпонка; 5 – стрічкова пружина; 6 – зубці;

7 – кожух; 8 – палець-болт;

9 – шкіряна шайба; 10 – розрізне кільце

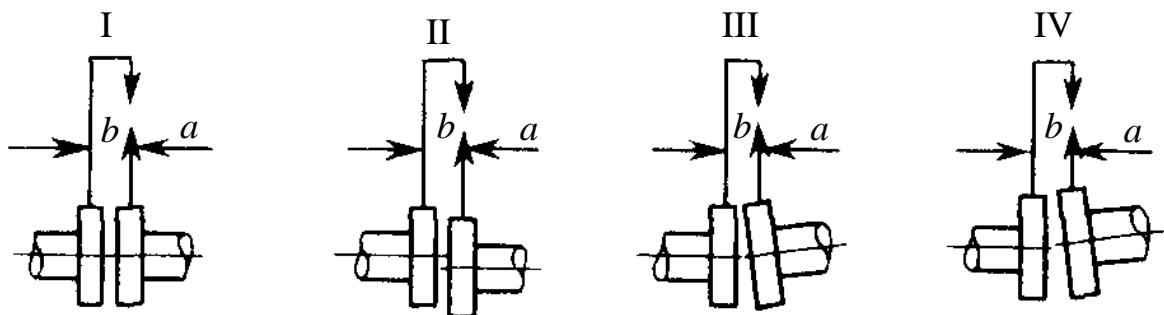


Рисунок Д.11 – Взаємне положення валів машин, які з'єднуються за допомогою півмуфт: I – вали розміщені на одній прямій,

а їх осі співпадають; II – осі валів паралельні;

III – центри валів співпадають, а їх осі розміщені під кутом;

IV – центри валів зміщені, а їх осі розміщені під кутом

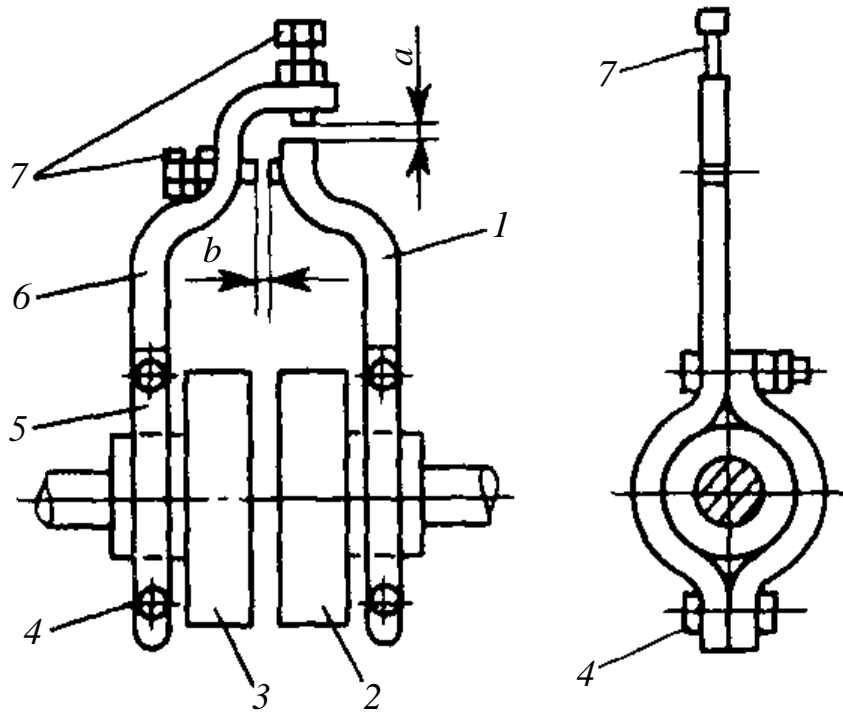


Рисунок Д.12 – Центрування валів за допомогою радіально-осьових скоб:
 1, 6 – внутрішня і зовнішня скоби; 2, 3 – пів муфти; 4, 7 – болти; 5 – хомут

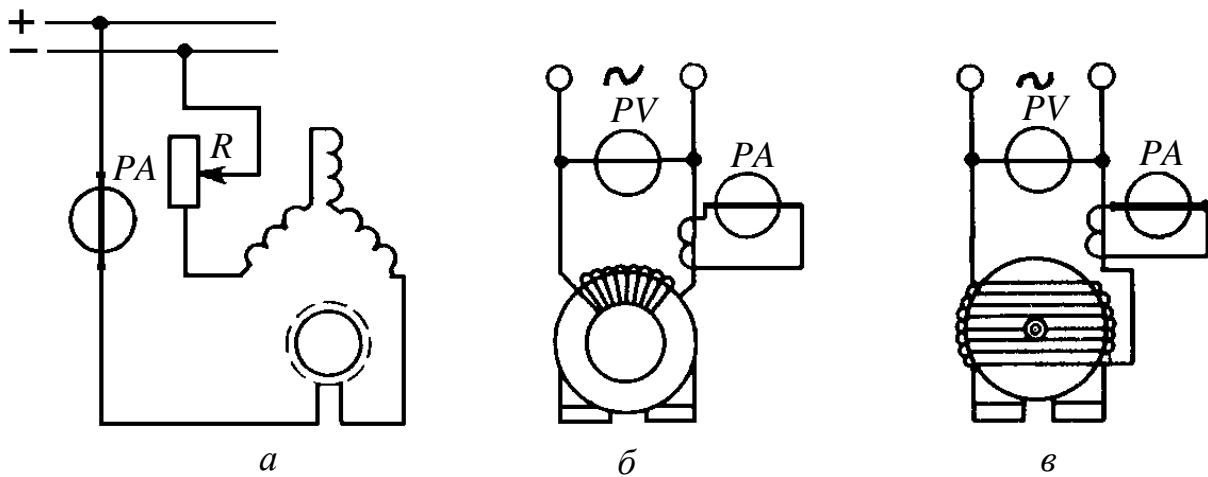


Рисунок Д.13 – Схеми підключення електричних машин при сушінні:
 а – постійним струмом від стороннього джерела живлення;
 б, в – індукційним способом

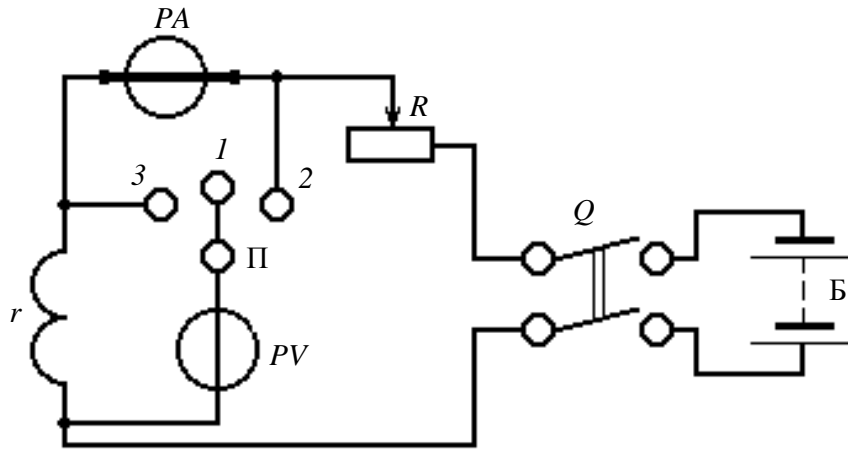


Рисунок Д.14 – Схема вимірювання опору методом амперметра-вольтметра:
 r – опір обмотки, що вимірюються; Π – перемикач на три положення; R – реостат;
 Q – двополюсний вимикач; $Б$ – джерело живлення

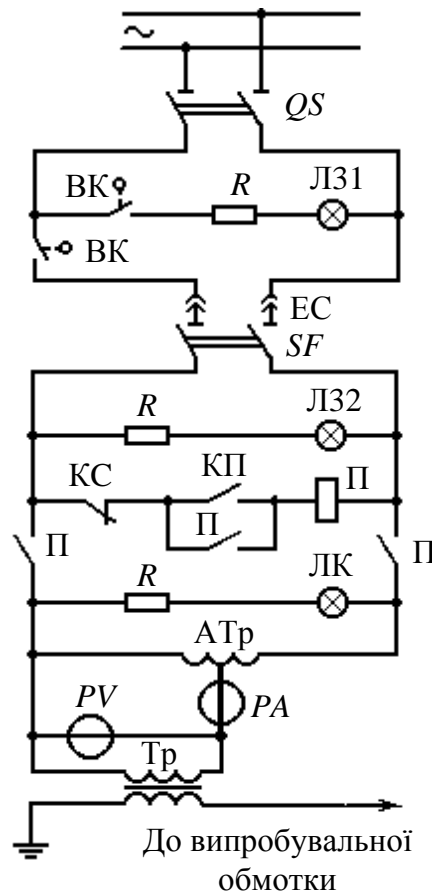


Рисунок Д.15 – Електрична схема установки для випробування електричної міцності ізоляції обмоток

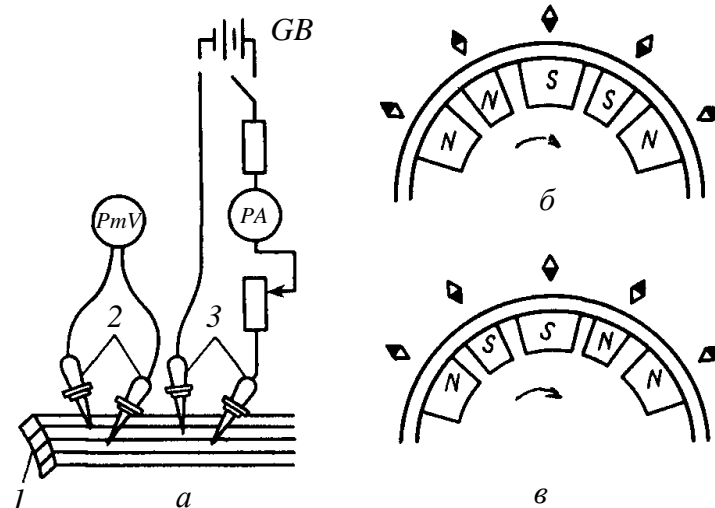


Рисунок Д.16 – Схеми перевірки електричних машин постійного струму:
a – якість паяння у «півниках» та визначення пошкодження в обмотках;
б – правильність чергування полюсів у двигунах;
в – правильність чергування полюсів у генераторах

Таблиця Д.1 – Позначення виводів обмоток машин змінного струму

Найменування обмотки	Позначення виводів			
	ГОСТ 183		ГОСТ 26772	
	початок	кінець	початок	кінець
Обмотка статора АД і СМ				
Перша фаза	C1	C4	U1	U2
Друга фаза	C2	C5	V1	V2
Третя фаза	C3	C6	W1	W2
Нульова точка	0		N	
Обмотка фазного ротора АД				
Перша фаза	P1	–	K	–
Друга фаза	P2	–	L	–
Третя фаза	P3	–	M	–
Нульова точка	0		Q	
Обмотка збудження (індуктора) СМ	И1	И2	F1	F2
Обмотка статора однофазного (двофазного) АД				
Головна обмотка	C1	C2	U1	U2
Допоміжна обмотка	B1	B2	Z1	Z2

Таблиця Д.2 – Колірне позначення виводів обмоток статорів трифазних машин змінного струму

Схема з'єднання обмотки	Кількість виводів	Найменування фази або виводу	Колірний код виводів	
			початок	кінець
Відкрита схема	6	Перша фаза Друга фаза Третя фаза	Жовтий Зелений Червоний	Жовтий з чорним Зелений з чорним Червоний з чорним
Зірка	3 або 4	Перша фаза Друга фаза Третя фаза Нульова точка	Жовтий Зелений Червоний Чорний	– – – –
Трикутник	3	Перший вивід Другий вивід Третій вивід	Жовтий Зелений Червоний	– – –

Таблиця Д.3 – Колірне позначення виводів обмоток статорів однофазних двигунів

Кількість виводів	Найменування обмотки або виводів	Колірний код виводів	
		початок	кінець
4	Головна обмотка Допоміжна обмотка	Червоний Синій	Червоний з чорним Синій з чорним
3	Головна обмотка Допоміжна обмотка Спільна точка	Червоний Синій Чорний	– – –

Таблиця Д.4 – Позначення виводів обмоток машин постійного струму

Найменування обмотки	Позначення виводів			
	ГОСТ 183		ГОСТ 26772	
	початок	кінець	початок	кінець
Обмотка якоря	Я1	Я2	A1	A2
Паралельна обмотка збудження	Ш1	Ш2	E1	E2
Послідовна обмотка збудження	С1	С2	D1	D2
Незалежна обмотка збудження	Н1	Н2	F1	F2
Обмотка додаткових полюсів	Д1	Д2	B1	B2
Компенсаційна обмотка	К1	К2	C1	C2

Навчальне видання

**Типова програма, методичні вказівки
до контрольної роботи з курсу
«Монтаж і налагодження електромеханічних пристроїв»
для студентів спеціальності 092206
«Електричні машини і апарати»**

Укладачі: МІРОШНИЧЕНКО Анатолій Георгійович
ЮХИМЧУК Володимир Данилович

Відповідальний за випуск В.І. Мілих

Роботу рекомендував до видання В.Т. Долбня

Редактор О.І. Шпільова

План 2010 р., поз. 82

Підп. до друку. .2010. Формат 60x84 1/16. Папір офсет. № 2.
Riso–друк. Гарнітура Таймс. Обл.-вид. арк.. 0,9. Ум. друк. арк. 0,7.
Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХП», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21