

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет



ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ПРИСТРОЇ

Методичні вказівки до практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
галузі знань 14 Електрична інженерія
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2025

УДК 621.391(07)
Е50

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Наталія ПОЛЩУК

Рекомендовано до видання вченою радою факультету комп'ютерних та інформаційних технологій ЛНТУ, протокол № __ від «__» _____ 2025 року.

Голова вченої ради ФКІТ _____ Інна КОНДІУС

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ, протокол № __ від «__» _____ 2025 року.

Завідувач кафедри ЕіТК _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ к.т.н., доц. кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Укладач: _____ Віктор ЛИШУК к.т.н., доц. кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Рецензент: _____ Микола ЄВСЮК к.т.н., доц. кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Відповідальний за випуск: _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ к.т.н., доц., завідувач кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Е50 Електромеханічні пристрої. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка денної та заочної форм навчання / укладач В. В. Лишук. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 60 с.

Видання містить практичні та тестові завдання з дисципліни «Електромеханічні пристрої». Призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

В. В. Лишук, 2025

Зміст

Вступ.....	4
1. Методичні вказівки до вивчення розділів «Асинхронні машини», «Синхронні машини», «Машини постійного струму».....	5
2. Тестові задачі для модульних контрольних робіт №1, №2.....	22
2.1. Тестові задачі для МКР №1 «Асинхронні машини».....	22
2.2. Тестові задачі з для МКР №2 «Синхронні машини», «Машини постійного струму».....	28
3. Методичні вказівки до вивчення розділу «Трансформатори».....	41
4. Тестові задачі для модульних контрольних робіт №3, №4.....	46
4.1. Тестові задачі для МКР №3 «Однофазні трансформатори».....	46
4.2. Тестові задачі для МКР №4 «Трифазні трансформатори».....	53
Список використаних джерел.....	59

Вступ

Зростання використання електричної енергії в усіх галузях людської діяльності призводить до зростання її виробництва. Це вимагає нарощення потужностей генераторів електростанцій та розвитку систем передачі та розподілу електроенергії, що призводить до вилучення значних земельних площ для спорудження електростанцій та електричних ліній. Останнє негативно впливає на довкілля: збільшуються шкідливі викиди, забруднюються водоймища тощо. Ось тому перед фахівцями – електроенергетиками постають проблеми зменшення негативного впливу електроенергетики на довкілля при одночасному забезпеченні комфортних умов життя людини.

Електрична енергія виробляється за допомогою генераторів, які перетворюють механічну енергію в електричну, встановлених на теплових або гідроелектростанціях. Підвищення чи зменшення напруги в лініях електропередач, яке необхідне для зменшення втрат або забезпечення необхідного рівня, що вимагає споживач, здійснюється за допомогою трансформаторів. Електричні двигуни постійного і змінного струмів перетворюють електричну енергію в механічну.

Теорія, конструкція, експлуатація генераторів, трансформаторів та електродвигунів вивчається в курсі „Електромеханічні пристрої”. Вивчення даного курсу забезпечить можливість раціональної побудови та ощадної експлуатації електричних станцій, ліній електропередач і розподільчих мереж, а також сформує теоретичну базу для ощадного використання електроенергії споживачами та правильного використання електрообладнання.

Крім цього, знання, набуті при вивченні курсу електричних машин їх властивостей і характеристик, є базою для подальшого вивчення багатьох фахових дисциплін.

Дане навчально-методичне видання призначене для студентів денної форми навчання за спеціальністю „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” як методичні вказівки при вивченні дисципліни „Електромеханічні пристрої”.

1. Методичні вказівки до вивчення розділів «Асинхронні машини», «Синхронні машини», «Машини постійного струму» (4 семестр)

1.1. Вступ

Основні етапи розвитку електричних машин, їх роль і значення в сучасній техніці та електроенергетиці. Класифікація, номінальні дані та конструкції електричних машин. Матеріали, що використовуються в електромашинобудуванні. Закони електромеханіки.

Література: [1, с.8-27; 3, с.11-20; 5, с.6-19; 6, с.5-16, 21-23].

Запитання для самоконтролю

- За якими ознаками класифікують електричні машини?
- Які величини називають номінальними величинами електричних машин?
- Які матеріали відносять до активних, ізоляційних, конструктивних?
- Назвіть класи нагрівостійкості ізоляційних матеріалів.
- Назвіть закони електромеханіки.

Методичні рекомендації до вивчення розділу

Під час вивчення вступу до дисципліни „Електричні машини” необхідно звернути увагу на: основні етапи історії розвитку електричних машин; вклад українських та російських вчених у розвиток електромашинобудування; конструкцію, класифікацію та номінальні дані електричних машин; закони електромеханіки.

Після вивчення цього розділу студенти повинні:

- Знати структуру курсу електричних машин та його зв'язок з іншими дисциплінами, основні етапи розвитку електромашинобудування, закони електромеханіки, класифікацію та номінальні дані електричних машин.
- Розуміти, що режим роботи електричної машини визначається не тільки видом енергетичного процесу, що протікає в ній, але й має кількісну оцінку (потужність, напруга, струм, ККД, тощо).
- Вміти обґрунтувати значення робіт українських і російських вчених у розвитку електричних машин як науки, пояснити особливості конструкцій електричних машин, пов'язаних з різними факторами.

1.2. Загальні питання теорії машин змінного струму

1.2.1. **Загальні питання машин змінного струму.** Основні види машин змінного струму та їх будова. Статорні обмотки машин змінного струму.

Література: [1, с.156-159; 3, с.57-83; 5, с.109-117].

Запитання для самоконтролю

- Розкажіть будову асинхронної машини.
- Розкажіть будову синхронної машини.

– Назвіть основні види статорних обмоток машин змінного струму, вкажіть їх переваги і недоліки.

– Якими величинами характеризуються обмотки машин змінного струму?

1.2.2. Електрорушійні сили обмоток машин змінного струму.
Електрорушійна сила котушки, котушкової групи і фази. Покращення форми кривої ЕРС обмоток машин змінного струму.

Література: [1, с.154-155; 3, с.86-102; 5, с.122-127].

Запитання для самоконтролю

– Запишіть вирази для обчислення електрорушійних сил провідника, витка, котушки, котушкової групи, фази обмотки.

– Запишіть вирази для визначення коефіцієнтів вкорочення, розподілу та обмоткового коефіцієнту.

– З якою метою використовують вкорочення та розподіл обмотки?

– Для чого використовують скіс пазів або полюсів?

1.2.3. Магніторушійні сили обмоток машин змінного струму.
Магніторушійні сили котушки, фазної обмотки, трифазної обмотки. Індуктивний опір обмоток машин змінного струму.

Література: [1, с.138-145; 2, с.131-152; 5, с.128-142].

Запитання для самоконтролю

– Запишіть вирази для визначення намагнічуючих сил котушки з діаметральним кроком, котушкової групи, фази обмотки з вкороченим кроком, трифазної обмотки.

– Яке магнітне поле в машинах змінного струму називають робочим, а яке – полем розсіяння?

– Запишіть вираз для індуктивного опору розсіяння обмотки статора.

Методичні рекомендації до вивчення розділу

На початку вивчення цього розділу необхідно ознайомитися з основними видами електричних машин змінного струму та їх будовою. Приділити увагу загальним характеристикам статорних обмоток та їх розгорнутим схемам.

При вивченні цієї теми необхідно зрозуміти те, що кожна фаза створює нерухому в просторі магніторушійну силу, однак магніторушійна сила трифазної обмотки обертається в просторі.

Особливу увагу звернути на фізичну сутність способів покращення форми кривої ЕРС обмоток машин змінного струму.

Після вивчення цього розділу студенти повинні

- Знати основні види машин змінного струму та їх будову, формули для визначення ЕРС та МРС трифазної обмотки.
- Розуміти фізичну суть електромагнітних процесів в електричних машинах, що створюються обмотками.
- Вміти записати формули для визначення ЕРС та МРС трифазної обмотки, намалювати розгорнуту схему найпростішої трифазної обмотки.

1.3. Асинхронні машини

1.3.1. Загальні відомості про асинхронні машини. Области використання, конструкція та принцип роботи асинхронних машин. Трифазна асинхронна машина при нерухомому роторі. Робота асинхронної машини з загальмованим ротором як фазорегулятор та індукційний регулятор.

Література: [1, с.178-188; 2, с.177-185; 5, с.144-155].

Запитання для самоконтролю

- Опишіть конструкцію та принцип роботи асинхронних машин.
- Опишіть фізичні процеси, що відбуваються в асинхронній машині з нерухомим ротором при неробочому ході та навантаженні.
- Поясніть принцип роботи асинхронної машини як фазорегулятора та індукційного регулятора.

1.3.2. Електромагнітні процеси в асинхронній машині при рухомому роторі. Заміна обертового ротора нерухомим. Механічна характеристика та стійкість роботи асинхронного двигуна. Робочі характеристики асинхронного двигуна.

Література: [1, с.204-213; 2, с.211-225; 5, с.156-168].

Запитання для самоконтролю

- Накресліть Т і Г – подібні заступні схеми асинхронної машини.
- Намалюйте енергетичну діаграму асинхронного двигуна.
- Дайте визначення електромагнітної, механічної та корисної потужностей.
- Виведіть формулу для визначення електромагнітного моменту асинхронного двигуна.
- Запишіть вираз для обчислення електромагнітного моменту асинхронного двигуна за величиною максимального моменту (формула Клосса).
- Що називають механічною характеристикою асинхронного двигуна? Нарисуйте її та покажіть характерні точки.
- Покажіть область стійкої роботи асинхронного двигуна на механічній характеристиці.
- Нарисуйте робочі характеристики та поясніть їх вигляд.

1.3.3. Пуск асинхронних двигунів. Пуск асинхронних двигунів з короткозамкненим та фазним ротором. Асинхронні двигуни з покращеними пусковими характеристиками.

Література: [1, с.214-221; 2, с.266-272; 5, с.169-174].

Запитання для самоконтролю

- Які існують способи пуску асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором?
- Як відбувається пуск асинхронного двигуна з фазним ротором?
- Поясніть принципи роботи глибокопазного асинхронного двигуна.
- Опишіть будову та принцип роботи двокліткового АД.

1.3.4. Регулювання швидкості обертання та гальмівні режими роботи асинхронних двигунів. Регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна з короткозамкненим та фазним ротором. Гальмівні режими роботи асинхронного двигуна.

Література: [1, с.223-232; 2, с.273-284; 5, с.177-189]

Запитання для самоконтролю

- Назвіть можливі способи регулювання швидкості ротора асинхронного двигуна.
- Наведіть способи регулювання швидкості обертання двигунів із фазним ротором.
- Що таке рекуперативне гальмування?
- У чому полягає суть гальмування противмиканням?
- Як здійснюють динамічне гальмування?

1.3.5. Спеціальні асинхронні машини. Асинхронний перетворювач частоти. Оберткові трансформатори. Сельсини. Лінійні двигуни. Асинхронний двигун з масивним ротором.

Література: [1, с.246-247; 2, с.315-320; 5, с.190-197].

Запитання для самоконтролю

- Розкажіть принцип роботи асинхронного перетворювача частоти.
- Будова, призначення та принцип роботи оберткових трансформаторів.
- Робота сельсина в індикаторному та трансформаторному режимах.
- Розкажіть будову та принципи роботи лінійних двигунів і двигунів з масивним ротором.

1.3.6. Однофазні асинхронні двигуни. Однофазний конденсаторний двигун. Робота трифазного асинхронного двигуна від однофазної мережі. Однофазні двигуни з екранованими полюсами.

Література: [1, с.248-250; 2, с.305-314; 5, с.198-207].

Запитання для самоконтролю

- Будова та принцип роботи однофазного конденсаторного двигуна.
- Опишіть роботу трифазного асинхронного двигуна в однофазному режимі.
- Розкажіть будову та принцип роботи однофазного асинхронного двигуна з екранованими полюсами.

Методичні рекомендації до вивчення розділу

Нині асинхронні двигуни є найбільш розповсюджені завдяки малій вартості та надійності. Принцип роботи асинхронного двигуна ґрунтується на використанні обертового магнітного поля. Варто зазначити, що фізичні процеси в асинхронних двигунах описуються рівняннями електричної і магнітної рівноваги, що аналогічні рівнянням трансформатора. Відмінна особливість цих рівнянь пов'язана з наявністю величини, яка називається ковзанням.

При вивченні рівняння електромагнітного моменту доцільно звернути увагу на квадратичну залежність електромагнітного моменту від напруги живлення, а також на вплив додаткових опорів у колі ротора на пусковий момент і струм двигуна.

Після вивчення цього розділу студенти повинні:

- Знати будову трифазних асинхронних двигунів з фазним та короткозамкненим ротором; способи пуску, регулювання швидкості обертання та гальмівні режими роботи асинхронних двигунів; механічні та робочі характеристики.
- Розуміти електромагнітні процеси в трифазному асинхронному двигуні; фактори, що впливають на швидкість обертання ротора.
- Вміти під'єднати трифазний асинхронний двигун до мережі живлення і провести його пуск; змінити напрям обертання ротора; визначити за каталожними даними номінальний, максимальний і пусковий момент, пусковий струм, номінальне ковзання.

Тестові задачі до розділу „Асинхронні машини”

Задача 1.3.1. Номінальна швидкість обертання асинхронного двигуна $n_{2H} = 1440 \text{ об / хв}$. Визначити число пар полюсів p обмотки статора двигуна, номінальне ковзання s_H , частоту ЕРС в обмотці ротора f_{2H} для номінальної швидкості обертання, якщо частота напруги живлення $f_1 = 50 \text{ Гц}$.

1. $p=2$; $f_{2H}=2\text{Гц}$; $s_H=0,04$.
2. $p=1$; $f_{2H}=4\text{Гц}$; $s_H=0,01$.
3. $p=4$; $f_{2H}=7\text{Гц}$; $s_H=0,06$.
4. $p=3$; $f_{2H}=10\text{Гц}$; $s_H=0,08$.
5. $p=5$; $f_{2H}=50\text{Гц}$; $s_H=0,1$.

Задача 1.3.2. Число витків фази обмотки статора асинхронного двигуна $W_1 = 85$, ротора $W_2 = 70$, а обмоткові коефіцієнти відповідно дорівнюють: $K_{об1} = 0,95$ і $K_{об2} = 0,96$. Визначити електрорушійні сили, що індукуються у фазах обмоток статора E_1 і ротора E_2 двигуна у нерухомому роторі та за умови обертання його з ковзанням $s = 0,03$, якщо магнітний потік $\Phi = 1,5 \cdot 10^{-2}$ Вб. Двигун під'єднаний до мережі змінного струму частотою $f_1 = 50$ Гц.

1. $E_1 = 250$ В; $E_2 = 200$ В; ($E_1 = 250$ В; $E_2 = 10$ В).
2. $E_1 = 269$ В; $E_2 = 224$ В; ($E_1 = 269$ В; $E_2 = 6,7$ В).
3. $E_1 = 220$ В; $E_2 = 127$ В; ($E_1 = 200$ В; $E_2 = 8$ В).
4. $E_1 = 70$ В; $E_2 = 80$ В; ($E_1 = 80$ В; $E_2 = 70,5$ В).
5. $E_1 = 150$ В; $E_2 = 300$ В; ($E_1 = 15$ В; $E_2 = 100$ В).

Задача 1.3.3. При зміні частоти напруги живлення у 2 рази швидкість обертання магнітного поля асинхронного двигуна збільшилася на 600 об/хв. Двигун має обмотку з числом пар полюсів $p = 4$. Яка була початкова частота f_1 напруги живлення?

1. 20 Гц. 2. 30 Гц. 3. 40 Гц. 4. 45 Гц. 5. 50 Гц.

Задача 1.3.4. Трифазний асинхронний двигун з фазним ротором споживає з мережі потужність 3 кВт зі струмом статора $I_1 = 15$ А і напрузі $U_1 = 220$ В. Визначити ККД η і $\cos \varphi_1$, якщо корисна потужність двигуна $P_2 = 2,4$ кВт.

1. $\eta = 0,7$; $\cos \varphi_1 = 0,75$. 4. $\eta = 0,8$; $\cos \varphi_1 = 0,91$.
2. $\eta = 0,75$; $\cos \varphi_1 = 0,7$. 5. $\eta = 0,85$; $\cos \varphi_1 = 0,95$.
3. $\eta = 0,9$; $\cos \varphi_1 = 0,88$.

Задача 1.3.5. Асинхронний двигун розвиває номінальну потужність $P_{2H} = 60$ кВт при номінальній швидкості обертання ротора $n_{2H} = 1460$ об/хв. Перевантажувальна здатність $K_M = M_{\max} / M_H = 2,1$.

Вивести залежність між обертовим моментом M і ковзанням s .

1. $M = 1500 / (s/0,2 + 0,2/s)$. 4. $M = 1800 / (s/0,4 + 0,4/s)$.
2. $M = 1400 / (s/0,3 + 0,3/s)$. 5. $M = 1648,5 / (s/0,11 + 0,11/s)$.
3. $M = 1700 / (s/0,1 + 0,1/s)$.

Задача 1.3.6. Напряга живлення асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором зменшилась на 20%. Як зміниться обертовий момент асинхронного двигуна?

1. Зменшиться на 36%.
2. Залишиться без зміни.
3. Зросте на 36%.
4. Зменшиться на 20%.
5. Зменшиться на 19%.

Задача 1.3.7. Трифазний асинхронний двигун з фазним ротором має такі параметри: $P_{2H} = 5,8 \text{ кВт}$, $U_{1H} = 380 / 220 \text{ В}$, з'єднання обмоток статора Y / Δ , $n_{2H} = 1450 \text{ об/хв}$, $\cos \varphi_{1H} = 0,7$, $\eta_H = 0,8$. Визначити: потужність P_1 , що споживає двигун; струми в обмотці статора при з'єднанні обмоток зіркою I_{1Y} і трикутником $I_{1\Delta}$; обертовий момент і ковзання при номінальному режимі роботи.

1. $P_1 = 6 \text{ кВт}$; $M_H = 25 \text{ Нм}$; $s_H = 0,01$; $I_{1Y} = 10 \text{ А}$; $I_{1\Delta} = 25 \text{ А}$.
2. $P_1 = 7,25 \text{ кВт}$; $M_H = 38,2 \text{ Нм}$; $s_H = 0,03$; $I_{1Y} = 15,75 \text{ А}$; $I_{1\Delta} = 27,2 \text{ А}$.
3. $P_1 = 8 \text{ кВт}$; $M_H = 40 \text{ Нм}$; $s_H = 0,02$; $I_{1Y} = 20 \text{ А}$; $I_{1\Delta} = 15 \text{ А}$.
4. $P_1 = 10 \text{ кВт}$; $M_H = 45 \text{ Нм}$; $s_H = 0,002$; $I_{1Y} = 25 \text{ А}$; $I_{1\Delta} = 10 \text{ А}$.
5. $P_1 = 12 \text{ кВт}$; $M_H = 48 \text{ Нм}$; $s_H = 0,003$; $I_{1Y} = 30 \text{ А}$; $I_{1\Delta} = 20 \text{ А}$.

Задача 1.3.8. За умови обертання ротора асинхронного двигуна з швидкістю $n_{2H} = 900 \text{ об/хв}$ потужність, що споживає двигун, $P_1 = 22 \text{ кВт}$, а сумарна потужність втрат $\Delta P = 2,5 \text{ кВт}$. Визначити ковзання двигуна і його ККД, якщо $p = 3$.

1. $s = 0,2$; $\eta = 0,75$.
2. $s = 0,3$; $\eta = 0,7$.
3. $s = 0,1$; $\eta = 0,87$.
4. $s = 0,15$; $\eta = 0,9$.
5. $s = 0,05$; $\eta = 0,95$.

Задача 1.3.9. За умови збільшення споживаної потужності асинхронного двигуна в 2 рази, ККД збільшився на 10%. Визначити початкову величину P_1 і η , якщо сума втрат $\Delta P = 0,6 \text{ кВт}$.

1. $P_1 = 1 \text{ кВт}$; $\eta = 0,7$.
2. $P_1 = 2 \text{ кВт}$; $\eta = 0,75$.
3. $P_1 = 2,5 \text{ кВт}$; $\eta = 0,95$.
4. $P_1 = 3 \text{ кВт}$; $\eta = 0,8$.
5. $P_1 = 4 \text{ кВт}$; $\eta = 0,85$.

Задача 1.3.10. Ковзання чотириполюсного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором змінюється від 30% до 50% зі зміною навантаження. Визначити діапазон зміни швидкості ротора, якщо $f_1 = 50 \text{ Гц}$.

1. $n_{2(1)}=1200\text{об/хв}$; $n_{2(2)}=900\text{об/хв}$.
2. $n_{2(1)}=1500\text{об/хв}$; $n_{2(2)}=1000\text{об/хв}$.
3. $n_{2(1)}=750\text{об/хв}$; $n_{2(2)}=1000\text{об/хв}$.
4. $n_{2(1)}=1000\text{об/хв}$; $n_{2(2)}=800\text{об/хв}$.
5. $n_{2(1)}=1050\text{об/хв}$; $n_{2(2)}=750\text{об/хв}$.

1.4. Синхронні машини

1.4.1. Загальні питання синхронних машин. Конструктивні схеми і принципи роботи синхронної машини. Охолодження синхронних машин. Системи збудження синхронних машин.

Література: [2, с.45-59; 2, с.208-219; 5, с.290-312].

Запитання для самоконтролю

- Опишіть конструкції і принцип роботи синхронних машин.
- Розкажіть про охолодження синхронних машин.
- Що таке електромашинна та вентильна системи збудження?

1.4.2. Електромагнітні процеси в синхронному генераторі при неробочому ході. Робота синхронного генератора при неробочому ході. Розрахунок магнітного кола синхронних машин при неробочому ході.

Література: [2, с.60-63; 5, с.320-328].

Запитання для самоконтролю

- За якою формулою визначають діюче значення електрорушійної сили обмотки якоря?
- Якими коефіцієнтами характеризується магнітне поле обмотки збудження?
- За яким алгоритмом відбувається розрахунок магнітного кола синхронних машин у режимі неробочого ходу?

1.4.3. Електромагнітні процеси в синхронному генераторі при навантаженні. Реакція якоря синхронного генератора. Векторні діаграми неявнополюсного та явнополюсного синхронних генераторів з урахуванням та без урахування насичення магнітного кола.

Література: [2, с.64-73; 5, с.344-362].

Запитання для самоконтролю

- Що таке реакція якоря?
- Від чого залежить напрям реакції якоря?
- Запишіть рівняння електричної рівноваги обмотки якоря для явнополюсного і неявнополюсного синхронного генератора.
- Як враховують насичення магнітного кола у векторних діаграмах синхронних генераторів?

1.4.4. Параметри і характеристики синхронного генератора при автономному навантаженні. Характеристики синхронного генератора при роботі на автономне навантаження. Визначення індуктивних опорів синхронної машини.

Література: [2, с.74-75; 5, с.346-357].

Запитання для самоконтролю

– Що називають характеристикою неробочого ходу синхронного генератора та який вона має вигляд?

– Яку характеристику називають характеристикою короткого замикання синхронного генератора та який вона має вигляд?

– Що називають зовнішньою характеристикою синхронного генератора? Який вигляд вона має для активного, індуктивного і ємнісного навантаження?

– Що називають регульовальною характеристикою синхронного генератора? Як залежить вигляд цієї характеристики від характеру навантаження?

– Як визначаються індуктивні опори X_d , X_q , X_σ ?

1.4.5. Паралельна робота синхронних генераторів. Вмикання синхронного генератора на паралельну роботу. Регулювання активної і реактивної потужностей генератора, що працює паралельно з мережею. Потужність, електромагнітний момент, статична стійкість та режими роботи синхронного генератора при паралельній роботі з мережею.

Література: [2, с.80-93; 5, с.386-405].

Запитання для самоконтролю

– Назвіть умови вмикання синхронного генератора на паралельну роботу з мережею.

– У яких випадках використовують грубу синхронізацію та як вона виконується?

– Як навантажити ввімкнену в мережу синхронну машину реактивною потужністю?

– Як навантажити ввімкнену в мережу синхронну машину активною потужністю у режимі генератора та двигуна?

– Нарисуйте кутову характеристику активної потужності неявнополюсної та явнополюсної синхронної машини.

– Як залежать максимальний момент синхронної машини при роботі її паралельно з мережею від напруги мережі та струму збудження?

– Що називають статичною перевантажувальною здатністю синхронної машини та від чого вона залежить?

– Дайте означення V-подібної характеристики, поясніть характерні точки та її вигляд.

1.4.6. Синхронні двигуни. Робота синхронної машини в режимі двигуна. Характеристики синхронного двигуна. Пуск та регулювання швидкості обертання ротора синхронного двигуна. Синхронний компенсатор. Література: [2, с.99-113; 4, с.343-350; 5, с.275-284].

Запитання для самоконтролю

- Назвіть переваги й недоліки синхронних двигунів порівняно з асинхронними.
- Назвіть характеристики синхронних двигунів.
- Які існують способи пуску синхронних двигунів?
- Як регулюють швидкість обертання ротора синхронного двигуна?
- Для чого використовують синхронний компенсатор?

1.4.7. Синхронні машини спеціального виконання. Синхронні реактивні двигуни. Синхронний гістерезисний двигун. Синхронні машини з збудженням від постійних магнітів. Крокові двигуни. Індукторні синхронні машини. Синхронні машини з надпровідними обмотками збудження. Література: [2, с.127-150; 5, с.385-397].

Запитання для самоконтролю

- Розкажіть будову та принцип роботи синхронних реактивних двигунів.
- Що таке синхронний гістерезисний двигун?
- Розкажіть будову синхронних машин із збудженням від постійних магнітів.
- Де використовують крокові двигуни?

1.4.8. Несиметричні режими роботи та перехідні процеси в синхронних генераторах. Несиметричні режими роботи синхронних генераторів. Несиметричні короткі замикання. Раптове трифазне коротке замикання синхронного генератора. Перехідні процеси при гашенні поля. Література: [2, с.122-126; 5, с.398-412].

Запитання для самоконтролю

- Умови виникнення несиметричних режимів.
- Який вигляд мають характеристики одно-, дво- і трифазного короткого замикання?
- Опишіть фізичні процеси при раптовому трифазному короткому замиканні синхронного генератора.
- Який процес називають гашенням поля? Коли його використовують?

Методичні рекомендації до вивчення розділу

Оскільки вся електрична енергія виробляється на електричних станціях синхронними машинами, то особливу увагу слід звернути на конструкцію ротора: неявнополюсну (турбогенератор) і явнополюсну (гідрогенератор).

При навантаженні синхронної машини осі полюсів статора і ротора розходяться на кут що визначається навантаженням. Якщо цей кут досягає критичного значення, ротор випадає із синхронізму. При вивченні механічних і робочих характеристик синхронного двигуна необхідно звернути увагу на його перевантажувальну здатність, залежність коефіцієнта потужності від навантаження та струму збудження. Широкого практичного використання набули синхронні машини спеціального виконання. Зверніть увагу на їх будову та сфери застосування.

Після вивчення цього розділу студенти повинні:

– Знати будову синхронних машин з явно та неявно вираженими полюсами; принцип їх роботи в режимі генератора та двигуна; кутові, механічні та робочі характеристики; способи регулювання коефіцієнта потужності двигуна.

– Розуміти електромагнітні процеси в синхронних машинах; залежність моменту від кута між осями полюсів статора і ротора; роль короткозамкненої обмотки ротора трифазного синхронного двигуна.

– Вміти визначити конструкцію явно та неявнополюсної синхронної машини; оцінити вплив коефіцієнта потужності синхронного двигуна на економію електричної енергії.

Тестові задачі до розділу „Синхронні машини”

Задача 1.4.1. Вольтметр, що під'єднаний до фазних затискачів синхронного генератора з внутрішнім опором обмотки якоря $0,2\text{ Ом}$, при неробочому ході показує 232 В . Визначити покази вольтметра у навантаженій фазі генератора струмами 50 А і 100 А при постійних ЕРС та опорі обмотки якоря.

1. 222 В і 212 В .
2. 200 В і 200 В .
3. 230 В і 205 В .
4. 190 В і 200 В .
5. 240 В і 230 В .

Задача 1.4.2. Обмотка статора синхронного генератора з'єднана трикутником. Для вимірювання опору фазної обмотки використали два затискачі та джерело постійної напруги. Покази амперметра дорівнювали 1 А , вольтметра – 2 В . Визначити опір R кожної фазної обмотки.

1. 1 Ом .
2. 3 Ом .
3. 4 Ом .
4. 5 Ом .
5. 6 Ом .

Задача 1.4.3. Як зміниться швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна при зменшенні: а) струму збудження на 5% ; б) частоти напруги живлення на 5% ?

1. а) залишиться без зміни; б) залишиться без зміни.
2. а) зменшиться на 7% ; б) залишиться без зміни.

3. а) залишиться без зміни; б) зменшиться на 5%.
4. а) зросте на 5%; б) зменшиться на 10%.
5. а) зросте на 6%; б) зросте на 5%.

Задача 1.4.4. Синхронний генератор має 12 пар полюсів і обертається зі швидкістю 1200 об/хв. Скільки раз за секунду змінює свій напрям струм, що протікає по фазній обмотці генератора?

1. 200. 2. 210. 3. 220. 4. 240. 5. 230.

Задача 1.4.5. Яке число обертів за хвилину можна допустити для ротора турбогенератора, якщо допустима лінійна швидкість $V_D = 50 \text{ м/с}$, а діаметр ротора $D = 1,1 \text{ м}$?

1. 750 об/хв. 2. 1000 об/хв. 3. 1100 об/хв. 4. 1200 об/хв.
5. 869 об/хв.

Задача 1.4.6. Визначити ЕРС фази синхронного генератора, якщо: $W_1 = 15$; $K_{об1} = 0,91$; $f = 50 \text{ Гц}$; $\Phi = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$.

1. 12,1В. 2. 10В. 3. 15В. 4. 14,1В. 5. 13,1В.

Задача 1.4.7. Сумарна потужність втрат у синхронному двигуні $\Delta P = 0,2 \text{ кВт}$. Яку потужність споживає двигун із мережі, якщо $\eta = 0,95$?

1. 2кВт. 2. 4кВт. 3. 6кВт. 4. 5кВт. 5. 1кВт.

Задача 1.4.8. Яке число полюсів $2p$ має синхронний генератор при частоті ЕРС $f = 50 \text{ Гц}$, якщо його ротор обертається зі швидкістю 3000 об/хв ?

1. 10. 2. 15. 3. 20. 4. 25. 5. 30.

Задача 1.4.9. Визначити корисну потужність, що віддає синхронний генератор за умови симетричного навантаження, якщо кут між векторами фазних напруги та струму $\varphi_\phi = 90^\circ$.

1. 0,1. 2. 1. 3. 0,05. 4. 0. 5. 1,5.

Задача 1.4.10. При магнітному потоці $\Phi = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$ у фазі обмотки статора при неробочому ході синхронного генератора індукується ЕРС $E = 30 \text{ В}$ частотою $f = 50 \text{ Гц}$. Яке число витків W_1 фазної обмотки, якщо обмотковий коефіцієнт $K_{об1} = 0,91$?

1. 10. 2. 20. 3. 15. 4. 18. 5. 28.

1.5. Машини постійного струму

1.5.1. Загальні питання машин постійного струму. Будова, принцип роботи і конструкція машин постійного струму. Електрорушійна сила обмотки якоря і електромагнітний момент машини постійного струму.

Література: [2, с.151-160; 3, с.27-38; 5, с.313-323].

Запитання для самоконтролю

– Поясніть принцип роботи машини постійного струму у режимах двигуна та генератора.

– Яку форму мають електрорушійна сила та струм в обмотці якоря і зовнішньому колі?

– За якими формулами визначають електрорушійну силу обмотки якоря і електромагнітний момент МПС?

1.5.2. Якірні обмотки машин постійного струму. Класифікація обмоток машин постійного струму та їх елементи. Проста петльова обмотка. Проста хвильова обмотка.

Література: [2, с.161-167; 3, с.53-89; 5, с.324-330].

Запитання для самоконтролю

– Що таке секція, елементарний паз, реальний паз?

– Що називають першим і другим частковим кроком, результирующим кроком та кроком по колектору?

– Покажіть їх на прикладі простої петльової обмотки.

– Петльова та хвильова обмотки. У чому їх відмінність?

1.5.3. Реакція якоря в машинах постійного струму. Поперечна та поздовжня реакція якоря. Круговий вогонь на колекторі.

Література: [2, с.168-175; 3, с.99-109; 5, с.331-340].

Запитання для самоконтролю

– У яких випадках виникає поздовжня реакція якоря? Як вона впливає на магнітний потік полюсів?

– Як впливає поперечна реакція якоря на розподіл магнітного поля в повітряному проміжку?

– Для чого використовують компенсаційну обмотку, де вона розташовується, як вмикається?

– Коли виникає круговий вогонь на колекторі?

1.5.4. Комутація струму в машинах постійного струму. Загальні відомості про комутацію. Рівняння комутаційного процесу. Види комутації. Основні способи покращення комутації. Налагодження комутації.

Література: [2, с.176-203; 3, с.110-138; 5, с.341-352].

Запитання для самоконтролю

- Назвіть причини, які можуть спричинити іскріння під щітками.
- Які процеси відбуваються у секції при переході її з однієї паралельної вітки в іншу?
- Що таке сповільнена та прискорена комутація?
- Які є способи покращення комутації?
- Призначення та конструкція додаткових полюсів. Де їх розташовують та як вони з'єднуються з обмоткою якоря?
- Як експериментально відбувається налагодження комутації?

1.5.5. Генератори постійного струму. Класифікація генераторів постійного струму за способами збудження. Характеристики генераторів постійного струму. Паралельна робота генераторів постійного струму.

Література: [2, с.204-216; 3, с.172-199; 5, с.353-369].

Запитання для самоконтролю

- Як класифікують генератори постійного струму за способами збудження?
- Назвіть основні характеристики генераторів постійного струму.
- Що називають характеристикою неробочого ходу? Який вигляд вона має?
- Що називають зовнішньою характеристикою? Нарисуйте зовнішні характеристики генераторів постійного струму незалежного та паралельного збудження, поясніть їх вигляд.
- Що називають регулювальною характеристикою генератора постійного струму?
- Сформулюйте умови самозбудження генератора з паралельним збудженням. Поясніть процес самозбудження.
- Сформулюйте умови вмикання генераторів постійного струму на паралельну роботу.

1.5.6. Двигуни постійного струму. Класифікація двигунів постійного струму за способами збудження. Характеристики двигунів постійного струму. Пуск, регулювання швидкості обертання та гальмівні режими роботи двигунів постійного струму.

Література: [2, с.217-242; 3, с.200-225; 5, с.163-184].

Запитання для самоконтролю

- Накресліть електричні схеми двигунів постійного струму з різними способами збудження.
- За якими характеристиками оцінюють робочі властивості двигунів постійного струму?

- Нарисуйте механічні характеристики двигунів із різними способами збудження, поясніть їх вигляд.
- Як здійснюють пуск двигунів постійного струму?
- Чому не можна допускати розриву кола збудження двигуна з паралельним збудженням?
- Які є способи регулювання швидкості обертання двигунів постійного струму? У чому їх переваги і недоліки?
- Де використовують двигуни з послідовним збудженням? У чому їх переваги порівняно з двигунами паралельного збудження?
- Назвіть електричні способи гальмування двигунів постійного струму.

1.5.7. Спеціальні машини постійного струму. Електромашинний підсилювач з поперечним полем. Магнітогідродинамічні машини. Уніполярна машина. Вентильний двигун. Зварювальний генератор з розщепленими полюсами. Мікродвигуни з безпазовим і печатним якорем.

Література: [2, с.243-260, 265-270; 3, с.226-239; 5, с.393-407].

Запитання для самоконтролю

- Розкажіть будову та принципи роботи електромашинного підсилювача з поперечним полем.
- Принцип роботи магнітогідродинамічних машин.
- Опишіть будову уніполярної машини та вентильного двигуна.
- Де використовують генератори з розщепленими полюсами?
- Розкажіть будову мікродвигунів постійного струму з безпазовим і печатним якорем.

1.6. Колекторні машини змінного струму

Електромашинний підсилювач з поперечним полем. Магнітогідродинамічні машини. Уніполярна машина. Вентильний двигун. Зварювальний генератор з розщепленими полюсами. Мікродвигуни з безпазовим і печатним якорем.

Література: [2, с.243-260, 265-270; 3, с.226-239; 5, с.408-417].

Запитання для самоконтролю

- Де використовуються однофазні колекторні двигуни?
- Нарисуйте схему вмикання універсального колекторного двигуна.
- Що таке репульсійні двигуни?
- Будова трифазного колекторного двигуна Шраге-Ріхтера.

Методичні рекомендації до вивчення розділу

Вивчаючи будову і принцип роботи машин постійного струму необхідно звернути увагу на роль колектора в цих машинах, різні способи збудження. Аналізуючи основні рівняння, що характеризують роботу машин

постійного струму, необхідно усвідомити, що при незмінному струмі збудження ЕРС пропорційна швидкості обертання, а електромагнітний момент – струму якоря. Зверніть увагу на можливість широкого, плавного і економічного регулювання швидкості обертання ротора двигунів постійного струму та використання цього в регульованих електроприводах.

Після вивчення цього розділу студенти повинні:

– Знати будову машин постійного струму і способи їх збудження; способи регулювання швидкості двигунів постійного струму та напруги генератора; як змінити напрям обертання якоря.

– Розуміти електромагнітні процеси в машинах постійного струму, роль послідовної обмотки збудження та додаткових полюсів, особливості пуску двигунів постійного струму.

– Вміти під'єднати двигун постійного струму до мережі живлення, експериментально визначити характеристики двигуна, під'єднати колекторний двигун до мережі постійної та змінної напруги.

Тестові задачі до розділу „Машини постійного струму”

Задача 1.5.1. При збільшенні швидкості обертання генератора постійного струму в 2 рази ЕРС збільшилась на 50 В . Визначити початкову величину ЕРС E_{II} при номінальному незмінному потоці.

1. 50В. 2. 40В. 3. 55В. 4. 60В. 5. 70В.

Задача 1.5.2. У генераторі паралельного збудження $I_3 = 3\text{ А}$. Визначити напругу U на затискачах генератора, якщо $R_3 = 5\text{ Ом}$, опір регулювального реостата $R_p = 35\text{ Ом}$.

1. 100В. 2. 120В. 3. 90В. 4. 140В. 5. 150В.

Задача 1.5.3. Генератор паралельного збудження має напругу на затискачах $U = 240\text{ В}$ при струмі навантаження $I = 150\text{ А}$. Опір кола обмотки збудження $R_3 = 57,6\text{ Ом}$, а опір кола якоря $R_{Я} = 0,15\text{ Ом}$. Втрати у сталі в цьому режимі дорівнюють $P_C = 2800\text{ Вт}$, а механічні та додаткові $P_M = 1200\text{ Вт}$. Визначити потужність первинного двигуна P_1 і ККД генератора η .

1. $P_1 = 30000\text{ Вт}$; $\eta = 0,6$. 2. $P_1 = 40000\text{ Вт}$; $\eta = 0,7$.
3. $P_1 = 44565\text{ Вт}$; $\eta = 0,81$. 4. $P_1 = 45000\text{ Вт}$; $\eta = 0,9$.
5. $P_1 = 50000\text{ Вт}$; $\eta = 0,95$.

Задача 1.5.4. Визначити номінальну швидкість обертання двигуна постійного струму послідовного збудження за паспортними даними: $P_H = 1414 \text{ Вт}$; $U_H = 440 \text{ В}$; $\eta_H = 0,83$, якщо задано $R_{я} = 0,3 \text{ Ом}$, $R_3 = 0,7 \text{ Ом}$, $c_E \Phi = 0,4 \text{ Вб}$.

1. 800об/хв. 2. 900об/хв. 3. 1000об/хв. 4. 1196об/хв. 5. 1300об/хв.

Задача 1.5.5. Визначити потужність P_1 , яку споживає двигун паралельного збудження при номінальному навантаженні, якщо $U_H = 110 \text{ В}$, $I_{яH} = 10 \text{ А}$, $R_3 = 110 \text{ Ом}$.

1. 950Вт. 2. 1000Вт. 3. 1100Вт. 4. 1300Вт. 5. 1210Вт.

Задача 1.5.6. Визначити номінальну потужність генератора з паралельним збудженням при заданих параметрах: $U_H = 110 \text{ В}$, $I_{яH} = 10 \text{ А}$, $R_3 = 110 \text{ Ом}$.

1. 990Вт. 2. 800Вт. 3. 750Вт. 4. 1100Вт. 5. 1200Вт.

Задача 1.5.7. Визначити опір обмотки якоря двигуна постійного струму з паралельним збудженням і номінальними даними: $U_H = 110 \text{ В}$, $I_{яH} = 50 \text{ А}$, $E_{яH} = 105 \text{ В}$.

1. 0,01Ом. 2. 0,1Ом. 3. 0,2Ом. 4. 0,3Ом. 5. 0,4Ом.

Задача 1.5.8. Двигун послідовного збудження вмикається на напругу 220 В через пусковий реостат $1,7 \text{ Ом}$. Визначити кратність пускового струму, якщо: $I_H = 50 \text{ А}$, $R_{я} = 0,1 \text{ Ом}$, $R_3 = 0,4 \text{ Ом}$.

1. 1. 2. 1,5. 3. 2. 4. 3. 5. 4.

Задача 1.5.9. Визначити обертовий момент двигуна постійного струму, якщо

задано: $c = \frac{pN}{2\pi a} = 100$, $\Phi = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$, $I_{я} = 250 \text{ А}$.

1. 200Нм. 2. 300Нм. 3. 400Нм. 4. 500Нм. 5. 600Нм.

Задача 1.5.10. Двигун з послідовним збудженням під'єднаний до напруги $U = 220 \text{ В}$. Яку максимальну потужність має двигун, якщо сумарний опір якорного кола $R = 40 \text{ Ом}$?

1. 800Вт. 2. 850Вт. 3. 900Вт. 4. 1000Вт. 5. 1210Вт.

2. Тестові задачі для модульних контрольних робіт №1, №2

2.1. Тестові задачі для МКР №1 «Асинхронні машини»

Задача М1.1. Вказати вираз для визначення швидкості обертання обертового магнітного поля трифазного асинхронного двигуна.

$$1. n_1 = \frac{60f_1}{p}(1-s). \quad 2. n_1 = \frac{60f_1}{p}. \quad 3. n_1 = \frac{U - I_{\text{я}}r_{\text{я}}}{C\Phi}. \quad 4. n_s = n_1 - n_2.$$

Задача М1.2. Визначити швидкість обертання магнітного поля трифазного асинхронного двигуна, якщо частота струму 50 Гц, а кількість пар полюсів 3.

$$1. 750\text{об/хв.} \quad 2. 1000\text{об/хв.} \quad 3. 1440\text{об/хв.} \quad 4. 2000\text{об/хв.}$$

Задача М1.3. У яких границях змінюється швидкість обертання обертового магнітного поля статора при зміні навантаження асинхронної машини в моторному режимі?

$$1. 0 \leq n_1 \leq 2n_1. \quad 2. -n_2 \leq n_1 \leq +\infty. \quad 3. 0 \leq n_1 \leq n_2. \quad 4. -\infty < n_1 < +\infty.$$

Задача М1.4. У яких границях змінюється швидкість обертання обертового магнітного поля статора при зміні навантаження в гальмівному режимі асинхронної машини?

$$1. 0 < n_1 < n_2. \quad 2. n_2 < n_1 < 2n_2. \quad 3. 0 \leq n_1 \leq 2n_1. \quad 4. -\infty < n_1 < +\infty.$$

Задача М1.5. Вказати вираз для визначення швидкості обертання обертового магнітного поля струмів ротора трифазного асинхронного двигуна.

$$1. n_s = n_1 - n_2. \quad 2. n_2 = \frac{60f_1}{p}(1-s). \quad 3. n_1 = \frac{60f_1}{p}. \quad 4. n_1 = \frac{U - I_{\text{я}}r_{\text{я}}}{C\Phi}.$$

Задача М1.6. Визначити швидкість обертання обертового магнітного поля струмів ротора трифазного асинхронного двигуна, якщо частота струму 50 Гц, а число пар полюсів 2.

$$1. 1000 \text{ об/хв.} \quad 2. 1470 \text{ об/хв.} \quad 3. 1500 \text{ об/хв.} \quad 4. 2000 \text{ об/хв.}$$

Задача М1.7. У яких границях змінюється швидкість обертання обертового магнітного поля струмів ротора при зміні навантаження в моторному режимі асинхронної машини?

$$1. 0 \leq n_1 \leq 2n_1. \quad 2. -\infty < n_1 < +\infty. \quad 3. 0 < n_1 < n_2. \quad 4. -n_2 < n_1 < +\infty.$$

Задача М1.8. У яких границях змінюється швидкість обертання обертового магнітного поля струмів ротора при зміні навантаження в гальмівному режимі асинхронної машини?

1. $0 \leq n_1 \leq 2n_2$. 2. $-\infty < n_1 < +\infty$. 3. $0 < n_1 < n_2$. 4. $-n_2 < n_1 < 2n_2$.

Задача М1.9. Вказати вираз для визначення синхронної швидкості обертання трифазної асинхронної машини.

1. $n_s = n_1 - n_2$. 2. $n_1 = \frac{60f_1}{p}(1-s)$. 3. $n_1 = \frac{U - I_{\text{я}}r_{\text{я}}}{C\Phi}$. 4. $n_1 = \frac{60f_1}{p}$.

Задача М1.10. Визначити синхронну швидкість обертання трифазного чотириполюсного асинхронного двигуна при частоті струму 50 Гц.

1. 750 об/хв. 2. 1000 об/хв. 3. 1500 об/хв. 4. 2000 об/хв.

Задача М1.11. Чому дорівнює швидкість обертання обертового магнітного поля асинхронної машини в момент пуску?

1. 0. 2. n_2 . 3. $\frac{60f_1}{p}$. 4. $n_1(1-s)$.

Задача М1.12. Чому дорівнює швидкість обертання обертового магнітного поля асинхронної машини при номінальному навантаженні?

1. n_{2f} . 2. 0. 3. n_2 . 4. $\frac{60f_1}{p}$.

Задача М1.13. Чому дорівнює швидкість обертання обертового магнітного поля струмів ротора асинхронної машини в момент пуску?

1. 0. 2. n_1 . 3. n_2 . 4. $n_1 - n_2$.

Задача М1.14. Чому дорівнює швидкість обертання обертового магнітного поля струмів ротора асинхронної машини при номінальному навантаженні?

1. 0. 2. n_1 . 3. n_2 . 4. $n_1 - n_2$.

Задача М1.15. Чому дорівнює синхронна швидкість обертання асинхронної машини в момент пуску?

1. 0. 2. n_2 . 3. $n_{2\text{н}}$. 4. n_1 .

Задача М1.16. Чому дорівнює синхронна швидкість обертання асинхронної машини при номінальному навантаженні?

1. $n_{2\text{н}}$. 2. n_2 . 3. n_1 . 4. $n_1 - n_2$.

Задача М1.17. Вказати вираз для визначення ковзання асинхронної машини, якщо n_1 – швидкість обертання обертового магнітного поля, n_2 – швидкість обертання ротора.

$$1. s = \frac{n_1}{n_2}. \quad 2. s = \frac{n_2}{n_1}. \quad 3. s = \frac{n_2 - n_1}{n_1}. \quad 4. s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}.$$

Задача М1.18. Визначити ковзання трифазного чотири-полюсного асинхронного двигуна при стандартній частоті мережі і швидкості обертання ротора 1470 об/хв.

$$1. 0,01. \quad 2. 0,02. \quad 3. 0,2. \quad 4. 0.$$

Задача М1.19. Вказати вираз для визначення ковзання асинхронної машини, якщо f_1 – частота струмів статора, f_2 – частота струмів ротора.

$$1. s = \frac{f_1}{f_2}. \quad 2. s = \frac{f_1}{f_1 - f_2}. \quad 3. s = \frac{f_1 - f_2}{f_1}. \quad 4. s = \frac{f_2 - f_1}{f_1}.$$

Задача М1.20. Визначити ковзання асинхронного двигуна при стандартній частоті мережі і частоті струмів ротора 2 Гц.

$$1. 1. \quad 2. 0,01. \quad 3. 0,015. \quad 4. 0,04.$$

Задача М1.21. Вказати вираз для визначення ковзання асинхронного двигуна, якщо E_{2n} – е.р.с. ротора при пуску ($s=1$) і E_2 – е.р.с. ротора при довільній швидкості.

$$1. s = \frac{E_{2n} - E_2}{E_{2n}}. \quad 2. s = \frac{E_2 - E_{2n}}{E_2}. \quad 3. s = E_2(1 - E_{2n}). \quad 4. s = \frac{E_{2n}}{E_2}.$$

Задача М1.22. Визначити ковзання чотириполюсного асинхронного двигуна при стандартній частоті мережі та відомому навантаженні, якщо е.р.с. ротора при цьому навантаженні 20 В, а е.р.с. ротора при ковзанні дорівнює 1000 В.

$$1. 0,01. \quad 2. 0,02. \quad 3. 0,03. \quad 4. 0,04.$$

Задача М1.23. Чому дорівнює ковзання асинхронної машини в момент пуску?

$$1. 0. \quad 2. 1. \quad 3. \frac{60f_1}{p}. \quad 4. \infty.$$

Задача М1.24. У яких границях може змінюватися ковзання при зміні навантаження в моторному режимі асинхронної машини?

$$1. -1 \leq s \leq +1. \quad 2. +1 \leq s \leq +\infty. \quad 3. 0 \leq s < +\infty. \quad 4. 0 \leq s \leq 1.$$

Задача М1.25. У яких межах може змінюватися ковзання в гальмівному режимі асинхронної машини?

1. $0 \leq s \leq 1$. 2. $-s \leq s \leq +1$. 3. $+1 \leq s \leq +\infty$. 4. $-1 \leq s < +\infty$.

Задача М1.26. Вказати вираз для визначення швидкості обертання ротора трифазного асинхронного двигуна.

1. $n_2 = \frac{60f_1}{p}$. 2. $n_2 = \frac{U - I_{я} r_{я}}{C\Phi}$. 3. $n_2 = n_1 - n_s$. 4. $n_2 = \frac{60f_1}{p} (1-s)$.

Задача М1.27. Визначити швидкість обертання ротора трифазної чотириполюсної асинхронної машини, яка ввімкнена до мережі з частотою 50 Гц і працює з ковзанням 0,02.

1. 490 об/хв. 2. 1470 об/хв. 3. 1020 об/хв. 4. 980 об/хв.

Задача М1.28. Визначити швидкість обертання ротора трифазного шестиполюсного АД при стандартній частоті живлення і відомому навантаженні, якщо частота струмів ротора при цьому самому навантаженні 2 Гц.

1. 970 об/хв. 2. 1440 об/хв. 3. 1940 об/хв. 4. 2910 об/хв.

Задача М1.29. Визначити швидкість обертання ротора три-фазного чотириполюсного асинхронного двигуна при стандартній частоті живлення і відомому навантаженні, якщо частота струмів ротора при цьому навантаженні 2 Гц.

1. 980 об/хв. 2. 960 об/хв. 3. 1440 об/хв. 4. 1460 об/хв.

Задача М1.30. У яких границях може змінюватися швидкість обертання ротора n_2 в моторному режимі асинхронної машини, якщо швидкість обертання обертового магнітного поля дорівнює n_1 ?

1. $0 \leq n_2 \leq n_1$. 2. $n_1 \leq n_2 \leq \infty$. 3. $0 \leq n_2 \leq 2n_1$. 4. $-n_1 \leq n_2 \leq +n_1$.

Задача М1.31. У яких границях може змінюватися швидкість обертання ротора n_2 в гальмівному режимі асинхронної машини, якщо швидкість обертового магнітного поля дорівнює n_1 ?

1. $n_1 \leq n_2 \leq 2n_1$. 2. $0 \leq n_2 \leq \infty$. 3. $0 \leq n_2 \leq 2n_1$. 4. $-n_1 \leq n_2 \leq +n_1$.

Задача М1.32. Чому дорівнює ковзання трифазної чотириполюсної асинхронної машини, яка ввімкнена до мережі з частотою 50 Гц і працює в гальмівному режимі при швидкості обертання ротора 120 об/хв?

1. 0,08. 2. -0,08. 3. 0,92. 4. 1,08.

Задача М1.33. Яким способом змінюють напрямок обертання обертового поля трифазного асинхронного двигуна?

1. Зміною напруги живлення.
2. Зміною числа пар полюсів.
3. Зміною ковзання.
4. Зміною чергування фаз.

Задача М1.34. Яким способом змінюють напрямок обертання ротора трифазного асинхронного двигуна?

1. Зміною напруги живлення.
2. Зміною числа пар полюсів.
3. Зміною ковзання.
4. Зміною чергування фаз.

Задача М1.35. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці статора асинхронного двигуна при неробочому ході.

1. $E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{01} \Phi_m$.
2. $e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt}$.
3. $E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{10} s \Phi_m$.
4. $e_1 = E_{1m} \sin \omega t$.

Задача М1.36. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці статора асинхронного двигуна в момент пуску.

1. $e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt}$.
2. $e_1 = \sqrt{2} E_{1m} \sin \omega t$.
3. $E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{01} s$.
4. $E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{01} \Phi_m$.

Задача М1.37. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці статора асинхронного двигуна при номінальному навантаженні.

1. $e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt}$.
2. $e_1 = \sqrt{2} E_{1m} \sin \omega t$.
3. $E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{01} s \Phi_m$.
4. $E_1 = 4,44 f_1 w_1 k_{01} \Phi_m$.

Задача М1.38. Визначити величину е.р.с., індукованої в обмотці статора асинхронного двигуна, якщо величина потоку на полюс та фазу $2,5 \cdot 10^{-2}$ Вб, число витків та обмотковий коефіцієнт обмотки статора відповідно 300 і 0,912, частота мережі 50 Гц.

1. $15,2 \cdot 10^{10}$ В.
2. $35 \cdot 10^{10}$ В.
3. 1520 В.
4. 350 В.

Задача М1.39. Чому дорівнює частота е.р.с. обмотки статора трифазного асинхронного двигуна при ковзанні, що дорівнює 1, якщо частота мережі живлення 50 Гц, число пар полюсів 2, а номінальна швидкість обертання двигуна 720 об/хв.?

1. 2,4 Гц.
2. 24 Гц.
3. 48 Гц.
4. 50 Гц.

Задача М1.40. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці ротора асинхронного двигуна при неробочому ході.

1. $e_2 = \sqrt{2}E_{2m} \sin(\omega t + \psi_{e_2})$.
2. $E_2 = 4,44 f_1 s w_2 k_{02} \Phi_m$.
3. $e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt}$.
4. $E_2 = 4,44 f_1 w_2 k_{02} \Phi_m$.

Задача М1.41. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці ротора асинхронного двигуна при ковзанні, що дорівнює 1.

1. $e_2 = E_{2m} \sin \omega t$.
2. $E_2 = 4,44 f_1 w_2 k_{02} \Phi_m$.
3. $e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt}$.
4. $E_2 = 4,44 f_2 s w_2 k_{02} \Phi_m$.

Задача М1.42. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці ротора асинхронного двигуна при навантаженні.

1. $e_2 = E_{2m} \sin \omega t$.
2. $E_2 = 4,44 f_1 w_2 k_{02} \Phi_m$.
3. $e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt}$.
4. $E_2 = 4,44 f_1 s w_2 k_{02} \Phi_m$.

Задача М1.43. Визначити величину е.р.с., індукованої в обмотці нерухомого статора асинхронного двигуна, якщо величина потоку на полюс та фазу $2,5 \cdot 10^{-2}$ Вб, число витків та обмотковий коефіцієнт обмотки статора відповідно 300 і 0,912, частота мережі 50 Гц.

1. $15,2 \cdot 10^{10}$ В.
2. $35 \cdot 10^{10}$ В.
3. 1520 В.
4. 350 В.

Задача М1.44. Визначити величину е.р.с. E_2 , індукованої в обмотці ротора асинхронного двигуна, який обертається з ковзанням 0,04, якщо відомі величина е.р.с. $E_1 = 1800$ В, індукованої в статорі, числа витків та обмоткові коефіцієнти відповідно обмоток статора і ротора: $w_1 = 300$; $w_2 = 25$; $k_{01} = 0,912$; $k_{02} = 0,957$.

1. $\approx 6,36$ В.
2. $\approx 40,5$ В.
3. ≈ 81 В.
4. ≈ 865 В.

Задача М1.45. Вказати вираз, що показує зв'язок між е.р.с. обертового ротора E_2 та е.р.с. нерухомого ротора E_{2n} асинхронної машини.

1. $E_{2n} = E_2 s$.
2. $E_{2n} = E_2 (1 - s)$.
3. $E_2 = E_{2n} s$.
4. $E_2 = E_{2n} (1 - s)$.

Задача М1.46. Визначити е.р.с., індукованої в обмотці ротора трифазного чотириполюсного асинхронного двигуна, який при частоті мережі 50 Гц обертається із швидкістю 1400 об/хв., якщо е.р.с. нерухомого ротора 1000 В.

1. 120 В. 2. 66,7 В. 3. 30 В. 4. 20 В

Задача М1.47. Визначити величину е.р.с., індукованої в обмотці ротора асинхронного двигуна, який обертається з ковзанням 0,03, якщо е.р.с. нерухомого ротора 1000 В.

1. 127 В. 2. 220 В. 3. 254 В. 4. 380 В.

Задача М1.48. Вказати вираз, що показує зв'язок між частотами струмів обертового ротора (f_2) та нерухомого ротора (f_{2n}) асинхронної машини.

1. $f_2 = f_{2n}n_1$. 2. $f_2 = f_{2n}n_2$. 3. $f_2 = f_{2n}s$. 4. $f_{2n} = f_2s$.

Задача М1.49. Визначити частоту струму, індукованого в обмотці ротора трифазного чотириполюсного асинхронного двигуна, який при частоті мережі 50 Гц обертається із швидкістю 1410 об/хв.

1. 50 Гц. 2. 1 Гц. 3. 2 Гц. 4. 3 Гц.

Задача М1.50. Визначити частоту струму, індукованого в обмотці ротора трифазного двополюсного асинхронного двигуна, який при частоті мережі 50 Гц працює з ковзанням 0,02.

1. 1 Гц. 2. 2 Гц. 3. 49 Гц. 4. 50 Гц.

2.2. Тестові задачі для МКР №2 «Синхронні машини», «Машини постійного струму»

Задача М2.1. Вказати вираз для визначення швидкості обертання обертового магнітного поля синхронного генератора.

1. $n = \frac{U - r_{\text{я}} I_{\text{я}}}{C\Phi}$. 2. $n = \frac{60f}{p}$. 3. $n = \frac{60f}{p}(2-s)$. 4. $n = pf$.

Задача М2.2. Визначити швидкість обертання обертового магнітного поля двополюсного синхронного генератора, ввімкненого паралельно до мережі із стандартною частотою.

1. 1000 об/хв. 2. 1500 об/хв. 3. 2000 об/хв. 4. 2950 об/хв.

Задача М2.3. Вказати вираз для визначення швидкості обертання ротора синхронного генератора, якщо p – число пар полюсів, f – частота генерованих струмів.

$$1. n = pf . \quad 2. n = \frac{p}{f} . \quad 3. n = \frac{60f}{p} . \quad 4. n = \frac{U - r_{\text{я}}I_{\text{я}}}{C\Phi} .$$

Задача М2.4. Знайти швидкість обертання ротора чотириполюсного синхронного генератора, ввімкненого паралельно до мережі із стандартною частотою.

1. 1000 об/хв. 2. 1450 об/хв. 3. 1500 об/хв. 4. 2000 об/хв.

Задача М2.5. Визначити швидкість обертання ротора шестиполюсного трифазного синхронного генератора, необхідну для генерування струмів стандартної частоти.

1. 1000 об/хв. 2. 1500 об/хв. 3. 3000 об/хв. 4. 6000 об/хв.

Задача М2.6. Вказати вираз для визначення частоти струмів, генерованих синхронним генератором, якщо p - число пар полюсів, n – швидкість обертання ротора, об/хв.

$$1. n = pf . \quad 2. n = \frac{p}{f} . \quad 3. n = \frac{60f}{p} . \quad 4. n = \frac{U - r_{\text{я}}I_{\text{я}}}{C\Phi} .$$

Задача М2.7. Визначити частоту е.р.с., індукованої в обмотці статора чотириполюсного синхронного генератора, при швидкості обертання ротора 3000 об/хв.

1. 50 Гц. 2. 100 Гц. 3. 150 Гц. 4. 250 Гц.

Задача М2.8. З якою швидкістю треба обертати шестиполюсний ротор синхронного генератора, щоб одержати стандартну частоту генерованих струмів?

1. 1000 об/хв. 2. 2000 об/хв. 3. 3000 об/хв. 4. 6000 об/хв.

Задача М2.9. Як можна регулювати частоту автономного синхронного генератора..

1. Зміною струму збудження. 2. Зміною струму навантаження.
3. Зміною напруги. 4. Зміною швидкості обертання.

Задача М2.10. Чому дорівнює ковзання синхронного генератора при номінальному навантаженні?

1. ∞ . 2. +1. 3. -1. 4. 0.

Задача М2.11. Вказати вираз для визначення швидкості обертання обертового магнітного поля синхронного двигуна.

$$1. n = n_1 s . \quad 2. n = pf . \quad 3. n = \frac{U - r_{\text{я}}I_{\text{я}}}{C\Phi} . \quad 4. n = \frac{60f}{p} .$$

Задача M2.12. Визначити швидкість обертання обертового магнітного поля двополюсного синхронного двигуна, ввімкненого до мережі із стандартною частотою.

1. 1000 об/хв. 2. 1500 об/хв. 3. 2950 об/хв. 4. 3000 об/хв.

Задача M2.13. Вказати вираз для визначення швидкості обертання p - полюсного ротора трифазного синхронного двигуна, ввімкненого до мережі із стандартною частотою.

1. $n = \frac{U - r_{\text{я}} I_{\text{я}}}{C\Phi}$. 2. $n = \frac{60f}{p}$. 3. $n = pf$. 4. $n = \frac{60f}{p}(1-s)$.

Задача M2.14. Визначити швидкість обертання шести-полюсного ротора трифазного синхронного двигуна, ввімкненого до мережі із стандартною частотою.

1. 1000 об/хв. 2. 1450 об/хв. 3. 1500 об/хв. 4. 2000 об/хв.

Задача M2.15. Як можна регулювати швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна?

1. Зміною напруги. 2. Зміною частоти.
3. Зміною опору в колі збудження. 4. Зміною навантаження.

Задача M2.16. Як зміниться швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна при збільшенні його навантаження на 10%?

1. Збільшиться на 10%. 2. Зменшиться на 10%.
3. Збільшиться на 1%. 4. Залишиться без зміни.

Задача M2.17. Як зміниться швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна при зменшенні його струму збудження на 5%?

1. Зменшиться на 5%. 2. Збільшиться на 5%.
3. Залишиться без зміни. 4. Визначити не можна.

Задача M2.18. Як зміниться швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна при збільшенні напруги живлення на 10%?

1. Збільшиться на 10%. 2. Зменшиться на 10%.
3. Залишиться без зміни. 4. Визначити не можна.

Задача M2.19. Як зміниться швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна при збільшенні частоти струмів живлення на 10%?

1. Збільшиться на 10%. 2. Зменшиться на 10%.
3. Залишиться без зміни. 4. Визначити не можна.

Задача M2.20. Як зміниться швидкість обертання ротора трифазного синхронного двигуна при зменшенні частоти струмів живлення на 5%?

1. Збільшиться на 5%.
2. Зменшиться на 5%.
3. Залишиться без зміни.
4. Визначити не можна.

Задача M2.21. Визначити швидкість обертання магнітного поля шестиполосного синхронного компенсатора, ввімкненого до мережі із стандартною частотою.

1. 1000 об/хв.
2. 1500 об/хв.
3. 2000 об/хв.
4. 2940 об/хв.

Задача M2.22. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в обмотці статора однофазного синхронного генератора.

1. $E = 2,22 f w k_0 \Phi_m$.
2. $E = w f k_0 \Phi_m$.
3. $E = E_m \sin(\omega t - 90^\circ)$.
4. $E = 4,44 f w k_0 \Phi_m$.

Задача M2.23. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг навантаженого синхронного генератора.

1. $u_0 = -e + u_L$.
2. $u = e_0 + r_\gamma i_\gamma$.
3. $e_0 = E_{0m} \sin \omega t$.
4. $E_0 = \dot{U}_0 + r_\gamma \dot{I}_\gamma + j x_c \dot{I}_\gamma$.

Задача M2.24. Вказати рівняння рівноваги діючих значень напруг навантаженого синхронного генератора.

1. $\dot{E}_0 = \dot{U}_0 + r_\gamma \dot{I}_\gamma$.
2. $E_0 = \dot{U} + j x_c \dot{I}_\gamma$.
3. $\dot{U} = \dot{E}_0 + r_\gamma \dot{I}_\gamma$.
4. $\dot{E}_0 = \dot{U} + r_\gamma \dot{I}_\gamma + j x_c \dot{I}_\gamma$.

Задача M2.25. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг синхронного двигуна.

1. $U = e_0$.
2. $U = e_0 + r_\gamma i_\gamma$.
3. $e_0 = u + r_\gamma i_\gamma + L \frac{di_\gamma}{dt}$.
4. $u = \omega L I_m \sin \omega t$.

Задача M2.26. Вказати рівняння рівноваги діючих значень напруг синхронного двигуна.

1. $\dot{U} = -\dot{E}_0 + r_\gamma \dot{I}_\gamma + j x_c \dot{I}_\gamma$.
2. $U = E_0 + r_\gamma I_\gamma$.
3. $\dot{U} = r_\gamma \dot{I}_\gamma + j x_c \dot{I}_\gamma$.
4. $\dot{E}_0 = \dot{U} + r_\gamma \dot{I}_\gamma + j x_c \dot{I}_\gamma$.

Задача М2.27. Яка з перелічених умов обов'язкова при ввімкненні трифазних синхронних генераторів на паралельну роботу? 1. Рівність швидкостей обертання. 2. Рівність частот.
3. Рівність потужностей. 4. Рівність $\cos\varphi$.

Задача М2.28. Яка з перелічених умов обов'язкова при ввімкненні трифазних синхронних генераторів на паралельну роботу?
1. Рівність швидкостей обертання. 2. Рівність струмів збудження.
3. Рівність струмів навантаження. 4. Однакове чергування фаз.

Задача М2.29. Яка з перелічених умов обов'язкова при ввімкненні трифазних синхронних генераторів на паралельну роботу?
1. Рівність к.к.д. 2. Рівність напруг.
3. Рівність $\cos\varphi$. 4. Рівність струмів збудження.

Задача М2.30. Який струм споживає з мережі синхронний двигун при нормальному збудженні, якщо $\theta=0$?
1. Активний. 2. Індуктивний.
3. Ємнісний. 4. Активно-індуктивний.

Задача М2.31. Який струм споживає з мережі перезбуджений синхронний двигун при $\theta=0$?
1. Активний. 2. Індуктивний.
3. Ємнісний. 4. Активно-індуктивний.

Задача М2.32. Який струм споживає з мережі недозбуджений синхронний двигун при $\theta=0$?
1. Активний. 2. Індуктивний.
3. Ємнісний. 4. Активно-індуктивний.

Задача М2.33. Який струм споживає з мережі навантажений синхронний двигун при нормальному збудженні?
1. Активний. 2. Індуктивний.
3. Ємнісний. 4. Активно-індуктивний.

Задача М2.34. Який струм споживає з мережі навантажений синхронний двигун при недозбудженні?
1. Активний. 2. Індуктивний.
3. Ємнісний. 4. Активно-індуктивний.

Задача М2.35. Який струм віддає в мережу ввімкнений на паралельну роботу синхронний генератор, якщо він працює при перезбудженні та $P_0=0$?

1. Активний.
2. Індуктивний.
3. Ємнісний.
4. Активно-індуктивний.

Задача М2.36. Який струм віддає в мережу ввімкнений на паралельну роботу синхронний генератор при недозбудженні та $P_0=0$?

1. Активний.
2. Індуктивний.
3. Ємнісний.
4. Активно-індуктивний.

Задача М2.37. Яким струмом навантажиться ввімкнений в мережу на паралельну роботу синхронний генератор, якщо при нормальному збудженні збільшити обертаючий момент його приводного двигуна?

1. Активним.
2. Індуктивним.
3. Активно-індуктивним.
4. Активно-ємнісним.

Задача М2.38. Яким струмом навантажиться синхронний двигун, якщо при нормальному збудженні збільшити гальмівний момент на його валу?

1. Активним.
2. Індуктивним.
3. Активно-індуктивним.
4. Активно-ємнісним.

Задача М2.39. Яким струмом навантажиться синхронний двигун, якщо його недозбудити та збільшити гальмівний момент на валу?

1. Активним.
2. Індуктивним.
3. Ємнісним.
4. Активно-індуктивним.

Задача М2.40. Яким способом можна регулювати активне навантаження синхронного генератора, який працює паралельно з мережею?

1. Зміною струму збудження.
2. Зміною струму навантаження.
3. Зміною швидкості обертання.
4. Зміною механічної потужності.

Задача М2.41. Яким способом можна регулювати реактивне навантаження синхронного генератора, який працює паралельно з мережею?

1. Зміною струму збудження.
2. Зміною струму навантаження.
3. Зміною швидкості обертання.
4. Зміною механічної потужності.

Задача М2.42. Яким способом можна вплинути на величину активного струму навантаження синхронного двигуна?

1. Зміною струму збудження.
2. Зміною гальмівного моменту.
3. Зміною швидкості обертання.
4. Інша відповідь.

Задача М2.43. Яким способом можна вплинути на величину реактивного струму навантаження синхронного двигуна?

1. Зміною струму збудження.
2. Зміною механічної потужності.
3. Зміною швидкості обертання.
4. Інша відповідь.

Задача М2.44. При якій умові синхронна машина працює стійко?

1. $\frac{dM}{d\theta} > 0$.
2. $\frac{dM}{d\theta} < 0$.
3. $\frac{dM}{d\theta} = 0$.
4. $\frac{dM}{d\theta} = -1$.

Задача М2.45. Вказати вираз для визначення повної потужності m -фазного синхронного генератора.

1. $S = mUI \sin \varphi$.
2. $S = mUI$.
3. $S = m \frac{UE}{x_c} \sin \theta$.
4. $S = m \frac{UE}{x_c} \cos \theta$.

Задача М2.46. Для чого призначені додаткові полюси в машині постійного струму?

1. Для компенсації поперечної складової реакції якоря в зоні комутації.
2. Для регулювання напруги при роботі двигуна.
3. Для регулювання напруги при роботі в режимі генератора.
4. Для покращення умов пуску.

Задача М2.47. Який з перелічених нижче елементів не є складовою частиною машини постійного струму?

1. Колектор.
2. Щіткотримач.
3. Основні полюси.
4. Статор.

Задача М2.48. Для чого призначена компенсаційна обмотка в машині постійного струму?

1. Для компенсації поперечної складової реакції якоря в зоні комутації.
2. Для компенсації поперечної складової реакції якоря за зоною комутації.
3. Для компенсації поздовжньої складової реакції якоря.
4. Для зменшення струму короткого замикання машини.

Задача М2.49. Визначити е.р.с., наведену в обмотці якоря генератора постійного струму, якщо $C_e = \frac{pN}{60a} = 8,2$; $n = 800$ об/хв.; $\Phi = 2,5 \cdot 10^{-2}$ Вб.

1. 164 В.
2. 160 В.
3. 250 В.
4. 220 В.

Задача М2.50. Вказати вираз для визначення к.к.д. генератора постійного струму, якщо U , I , ΔP – відповідно його напруга, струм та сумарні втрати.

$$1. \eta = \frac{UI - \Delta P}{UI} . \quad 2. \eta = \frac{UI}{UI + \Delta P} .$$

$$3. \eta = \frac{\beta S_n \cos \varphi_2}{\beta S_n \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_k} . \quad 4. \eta = \frac{UI + \Delta P}{UI} .$$

Задача М2.51. Вказати вираз для визначення к.к.д. двигуна постійного струму, якщо U , I , ΔP – відповідно його напруга, струм та сумарні втрати.

$$1. \eta = \frac{UI - \Delta P}{UI} . \quad 2. \eta = \frac{UI}{UI + \Delta P} .$$

$$3. \eta = \frac{\beta S_n \cos \varphi_2}{\beta S_n \cos \varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_k} . \quad 4. \eta = \frac{UI + \Delta P}{UI} .$$

Задача М2.52. Які з перелічених втрат відсутні в машині постійного струму?

1. Втрати в міді обмотки збудження.
2. Втрати в міді обмотки якоря.
3. Втрати на вихрові струми в осерді статора.
4. Втрати на вихрові струми в осерді якоря.

Задача М2.53. Вказати вираз для визначення обертаючого моменту МПС.

$$1. M = \frac{pN}{2\pi a} \Phi I_{я} . \quad 2. M = \frac{pN}{60a} I_{я}^2 . \quad 3. M = \frac{pN}{60a} I_{я} \Phi . \quad 4. M = \frac{2\pi N}{\pi a} \Phi I_{я} .$$

Задача М2.54. Вказати дію, необхідну для переведення машини постійного струму з моторного режиму в генераторний.

1. Змінити полярність обмотки збудження.
2. Збільшити струм збудження на стільки, щоб $E_{я} > U_{м}$.
3. Збільшити швидкість обертання якоря на стільки, щоб $E_{я} > U_{м} + \Delta U_{я}$.
4. Змінити напрямок обертання якоря.

Задача М2.55. Вказати дію, необхідну для переведення машини постійного струму з генераторного режиму в моторний.

1. Змінити полярність обмотки збудження.
2. Збільшити струм збудження на стільки, щоб $E_{я} > U_{м}$.
3. Збільшити швидкість обертання якоря на стільки, щоб $E_{я} < U_{м} + \Delta U_{я}$.
4. Змінити напрямок обертання якоря.

Задача M2.56. Вказати рівняння рівноваги напруги навантаженого генератора постійного струму.

1. $U = E_{\text{я}} + r_{\text{я}} I_{\text{я}}$. 2. $U = E_{\text{я}} - r_{\text{я}} I_{\text{я}}$.
3. $\dot{U} = \dot{E}_{\text{я}} + r_{\text{я}} \dot{I}_{\text{я}} + jx_c \dot{I}_{\text{я}}$. 4. $U = E_{\text{я}} n - r_{\text{я}} I_{\text{я}}$.

Задача M2.57. Чи є потреба виготовляти якір машини постійного струму із листового заліза і ізоляцією між листами?

1. Потреба є – для зменшення вихрових втрат у якорі.
2. Такої потреби немає, тому що в постійному магнітному потоці втрат на вихрові струми немає.
3. Потреба є, але з чисто технологічного боку.
4. Потреба є і викликана поліпшенням умов охолодження якоря.

Задача M2.58. При навантаженні генератора постійного струму його фізична нейтраль зміщується відповідно геометричної:

1. В напрямку обертання якоря.
2. Проти напрямку обертання якоря.
3. Не зміщується.
4. Визначити неможливо.

Задача M2.59. Визначити напругу неробочого ходу генератора з незалежним збудженням, якщо $U_i = 220$ В, $I_{\text{я}} = 30$ А, $r_{\text{я}} = 0,1$ Ом, а зміна е.р.с. внаслідок реакції якоря $\Delta E = 2$ В.

1. 223 В. 2. 225 В. 3. 222 В. 4. 221 В.

Задача M2.60. Визначити струм навантаження генератора постійного струму з незалежним збудженням, якщо струм його якоря дорівнює 20 А, а струм збудження – 0,1 А.

1. 21 А. 2. 20,1 А. 3. 19,9 А. 4. 20 А.

Задача M2.70. Визначити струм навантаження генератора постійного струму з паралельним збудженням, якщо струм його якоря дорівнює 20 А, а струм збудження – 0,1 А.

1. 20,1 А. 2. 19,9 А. 3. 20 А. 4. Визначити неможливо.

Задача M2.71. Визначити струм збудження шунтового генератора, якщо струм його навантаження дорівнює 25 А, а струм якоря – 28 А.

1. 3 А. 2. 25 А. 3. 28 А. 4. Визначити неможливо.

Задача М2.72. Для шунтового генератора задано: $P_n=11$ кВт; $U_n=220$ В; $r_y=0,2$ Ом; $r_{зб}=44$ Ом. Визначити е.р.с. якоря.
1. 235 В. 2. 210 В. 3. 231 В. 4. 211 В.

Задача М2.73. Визначити е.р.с. якоря шунтового генератора постійного струму, якщо: $P_n=5,5$ кВт; $r_y=0,2$ Ом; $r_{зб}=88$ Ом; $I_{зб}=2,5$ А.
1. 220 В. 2. 229 В. 3. 214,5 В. 4. 225,5 В. 5. 210 В.

Задача М2.74. Для шунтового генератора задано: $r_y=0,5$ Ом; $r_{зб}=215$ Ом; $E_y=225$ В; $I_y=20$ А. Визначити струм збудження генератора.
1. 1,8 А. 2. 1 А. 3. 0,5 А. 4. 2,5 А.

Задача М2.75. Визначити номінальну потужність шунтового генератора постійного струму при відомих параметрах: $U_n=110$ В; $I_{я.н}=10$ А; $r_{зб}=110$ Ом.
1. 990 Вт. 2. 1100 Вт. 3. 1210 Вт. 4. 919 Вт.

Задача М2.76. Визначити струм якоря генератора постійного струму з паралельним збудженням, ввімкненого на опір навантаження 10 Ом, якщо відомі опір обмотки збудження $r_{зб}=110$ Ом та струм збудження $I_{зб}=1$ А.
1. 10 А. 2. 9 А. 3. 11 А. 4. 13 А.

Задача М2.77. Визначити струм навантаження генератора постійного струму з паралельним збудженням, ввімкненого на опір навантаження 10 Ом, якщо відомі опір обмотки збудження $r_{зб}=110$ Ом та струм якоря $I_y=11$ А.
1. 1 А. 2. 11 А. 3. 12 А. 4. 10 А.

Задача М2.78. Визначити втрати в міді шунтового генератора при номінальному навантаженні, якщо номінальні дані такі: $U_n=110$ В; $I_y=20$ А; $r_{зб}=110$ Ом; $r_y=0,5$ Ом.
1. 1 кВт. 2. 200 Вт. 3. 310 Вт. 4. 500 Вт.

Задача М2.79. Вказати дії необхідні для зміни напрямку обертання двигуна постійного струму.
1. Змінити величину струму якоря або струму збудження.
2. Змінити напрямок струму збудження або струму якоря.
3. Змінити величину струмів якоря або збудження.
4. Змінити напрямки струмів якоря і збудження.

Задача М2.80. При навантаженні двигуна постійного струму його фізична нейтраль зміщується відносно геометричної:

1. В напрямку обертання.
2. Проти напрямку обертання.
3. Не зміщується.
4. Визначити неможливо.

Задача М2.81. Вказати рівняння рівноваги напруги двигуна постійного струму.

1. $U = C_e n \Phi - r_{\text{я}} I_{\text{я}}$.
2. $U = E_{\text{я}} - r_{\text{я}} I_{\text{я}}$.
3. $U = U_{\text{я}} - C_e n \Phi$.
4. $U = E_{\text{я}} + r_{\text{я}} I_{\text{я}}$.

Задача М2.82. Визначити обертовий момент двигуна постійного струму,

якщо $C_m = \frac{pN}{2\pi a} = 100$, $\Phi = 1,5 \cdot 10^{-2}$ Вб, $I_{\text{я}} = 25$ А.

1. 37,5 Н·м.
2. 750 Н·м.
3. 500 Н·м.
4. 200 Н·м.

Задача М2.83. Визначити опір обмотки якоря двигуна постійного струму з паралельним збудженням з номінальними даними: $U_n = 220$ В; $I_{\text{я}} = 50$ А;

$E_{\text{я.н}} = 215$ В (реакцією якоря та спадом напруги на щітковому контакті знехтувати).

1. 0,1 Ом.
2. 1 Ом.
3. 4,4 Ом.
4. 4,3 Ом.

Задача М2.84. Шунтовий двигун вмикається через пусковий реостат з опором 1,95 Ом на напругу 220 В. Визначити відношення початкового пускового струму до номінального I_n / I_n , якщо $I_n = 52,2$ А; $r_{\text{зб}} = 110$ Ом;

$r_{\text{я}} = 0,2$ Ом.

1. 1,5.
2. 2.
3. 4.
4. Визначити неможливо.

Задача М2.85. Шунтовий двигун з параметрами $I_{\text{я}} = 15$ А; $r_{\text{я}} = 0,5$ Ом вмикається на напругу 120 В. Визначити опір пускового реостата, при якому $I_n / I_n = 2$.

1. 0,5 Ом.
2. 3,5 Ом.
3. 30 Ом.
4. 35 Ом.

Задача М2.86. Визначити опір пускового реостата для двигуна послідовного збудження, якщо $I_n = 80$ А; $U_{\text{в}} = 120$ В; $r_{\text{я}} = 0,1$ Ом; $r_{\text{зб}} = 0,4$ Ом; $I_n / I_n = 1,5$.

1. 0,9 Ом.
2. 1 Ом.
3. 0,6 Ом.
4. 0,5 Ом.

Задача М2.87. Двигун послідовного збудження вмикається на напругу 120 В через пусковий реостат з опором 1,5 Ом. Визначити кратність початкового пускового струму, якщо $I_n=40$ А; $r_я=0,1$ Ом; $r_{зб}=0,4$ Ом.

1. 1,5. 2. 2. 3. 6. 4. Визначити неможливо.

Задача М2.88. Вказати вираз для визначення швидкості обертання шунтового двигуна постійного струму.

1. $n = \frac{U - E_я}{C_e \Phi}$. 2. $n = \frac{U - r_я I_я}{E_я}$. 3. $n = \frac{U - C_e \Phi}{r_я} I_я$. 4. $n = \frac{U - r_я I_я}{C_e \Phi}$.

Задача М2.89. Визначити швидкість обертання двигуна постійного струму, якщо $U=110$ В, $I_я=20$ А, $r_я=0,5$ Ом, $C_e = \frac{pN}{60a} = 2$, $\Phi = 2,5 \cdot 10^{-2}$ Вб.

1. 2000 об/хв. 2. 1470 об/хв. 3. 1000 об/хв. 4. 900 об/хв.

Задача 2.90. Визначити номінальну швидкість обертання шунтового двигуна постійного струму з паспортними даними: $P=10$ кВт, $U=220$ В, $\eta=0,87$, якщо відомі параметри двигуна: $C_e \Phi = 0,1$ Вб; $r_я=0,2$ Ом; $r_{зб}=1000$ Ом.

1. 3000 об/хв. 2. 2920 об/хв. 3. 2095 об/хв. 4. Інша відповідь.

Задача М2.91. Нехтуючи реакцією якоря, визначити зміну струму шунтового двигуна постійного струму при збільшенні обертаючого моменту на його валу в 1,2 раза та незмінних швидкості обертання і напрузі живлення.

1. Струм зростає в 1,44 раза. 2. Струм зростає в 1,2 раза.
3. Струм зменшиться в 1,2 раза. 4. Струм залишиться без зміни.

Задача М2.92. При сталій напрузі живлення і незмінній швидкості обертання струм якоря шунтового двигуна постійного струму зростає на 10%. На скільки при цьому змінюється обертаючий момент двигуна (вплив реакції якоря знехтувати)?

1. Момент залишається незмінним. 2. Момент зростає на 10%.
3. Момент зменшиться на 10%. 4. Момент зростає в 1,21 раза.

Задача М2.93. Визначити потужність, яку споживає шунтовий двигун постійного струму при номінальному навантаженні, якщо $U_n=110$ В, $I_{я.н}=10$ А, $r_{зб}=110$ Ом.

1. 1100 Вт. 2. 990 Вт. 3. 1210 Вт. 4. 9,9 кВт.

Задача М2.94. Нехтуючи реакцією якоря, визначити обертаючий момент шунтового двигуна постійного струму при струмі якоря 15 А, якщо відомі номінальні дані двигуна: $M_n=1,2 \text{ кГ}\cdot\text{м}$; $I_{я,н}=20 \text{ А}$.

1. 1,2 кГ·м. 2. 1,6 кГ·м. 3. 0,9 кГ·м. 4. 1,8 кГ·м.

Задача М2.95. Як треба змінити напругу живлення шунтового двигуна постійного струму, щоб при незмінному моменті на валу та струмі якоря швидкість двигуна зменшилася на 10 %?

1. Збільшити на 10%. 2. Зменшити на 10%.
3. Зменшити на 20%. 4. Зменшити в 1,21 рази.

Задача М2.96. Як треба змінити напругу живлення шунтового двигуна постійного струму, щоб при незмінному моменті на валу та зменшенні швидкості на 10% струм якоря зменшився на 10 %?

1. Зменшити на 10%. 2. Зменшити на 20%.
3. Збільшити на 10%. 4. Залишити без зміни.

Задача М2.97. Визначити втрати в міді шунтового двигуна постійного струму при номінальному навантаженні, якщо $U_n=200 \text{ В}$, $r_{з\phi}=200 \text{ Ом}$, $I_{я,н}=20 \text{ А}$, $r_я=0,2 \text{ Ом}$.

1. 8 кВт. 2. 80 Вт. 3. 200 Вт. 4. 280 Вт.

Задача М2.98. Визначити номінальну швидкість обертання двигуна постійного струму послідовного збудження з паспортними даними: $P=16,3 \text{ кВт}$; $U=440 \text{ В}$; $\eta=0,83$, якщо задані параметри двигуна: $r_я=0,6 \text{ Ом}$; $r_{з\phi}=0,4 \text{ Ом}$; $C_e\Phi=0,3 \text{ Вб}$.

1. 1320 об/хв. 2. 1440 об/хв. 3. 1500 об/хв. 4. 1200 об/хв.

Задача М2.99. Визначити номінальний струм двигуна постійного струму послідовного збудження, якщо $n_n=474 \text{ об/хв.}$; $M_n=23,8 \text{ кГ}\cdot\text{м}$; $U_n=250 \text{ В}$; $\eta_n=84,3\%$; $r_я+r_{з\phi}=0,61 \text{ Ом}$.

1. 12,3 А. 2. 25,5 А. 3. 55 А. 4. 65,9 А.

Задача М2.100. Визначити напругу живлення двигуна постійного струму послідовного збудження, якщо $C_e = \frac{pN}{60a} = 1$; $\Phi=0,4 \text{ Вб}$; $r_я+r_{з\phi}=1 \text{ Ом}$; $P_e=4,1 \text{ кВт}$; $n=1000 \text{ об/хв.}$

1. 400 В. 2. 380 В. 3. 220 В. 4. 410 В.

3. Методичні вказівки до вивчення розділу «Трансформатори» (5 семестр)

3.1. Однофазні трансформатори

3.1.1. Основні відомості про трансформатори. Призначення, сфера застосування і номінальні дані трансформаторів. Конструкції магнітопроводів та обмоток трансформаторів. Охолодження трансформаторів.

Література: [1, с.28-48; 3, с. 41-62; 5, с.21-33].

Запитання для самоконтролю

- Призначення та сфери застосування трансформаторів.
- Поясніть принципи роботи трансформатора.
- Назвіть конструкції магнітопроводів та обмоток трансформаторів.
- Назвіть величини, що вказують у паспорті трансформатора.
- Для чого потрібні відводи трансформаторів?
- Як відбувається охолодження трансформаторів?

3.1.2. Електромагнітні процеси в трансформаторі при неробочому ході. Рівняння напруг трансформатора при неробочому ході. Векторна діаграма напруг. Намагнічуючий струм і струм неробочого ходу трансформатора. Заступна схема та втрати в трансформаторі при неробочому ході. Дослід неробочого ходу трансформатора.

Література: [1, с.49-52; 6, с.34-42].

Запитання для самоконтролю

- Від чого залежить величина магнітного потоку в трансформаторі?
- Що таке намагнічуючий струм і струм неробочого ходу трансформатора?
- Нарисуйте заступну схему трансформатора при неробочому ході.
- Для визначення яких величин використовують дослід неробочого ходу трансформатора?
- Нарисуйте схему досліду неробочого ходу трансформатора.

3.1.3. Електромагнітні процеси в трансформаторі при навантаженні. Магнітне поле і рівняння магніторушійних сил трансформатора при навантаженні. Рівняння напруг обмоток трансформатора при навантаженні. Зведення вторинних величин до первинної обмотки. Заступна схема та векторна діаграма трансформатора при навантаженні. Дослід короткого замикання трансформатора.

Література: [1, с.58-61; 6, с.43-51].

Запитання для самоконтролю

- Запишіть рівняння електричної рівноваги трансформатора при навантаженні.

- Запишіть рівняння магнітного стану трансформатора при навантаженні.
- Чому відбувається зведення вторинних величин до первинної обмотки?
- Нарисуйте заступну схему та векторну діаграму трансформатора при активно-індуктивному навантаженні.
- Яка мета та умови проведення досліду короткого замикання трансформатора?
- Нарисуйте схему досліду короткого замикання однофазного трансформатора?

3.1.4. Характеристики трансформаторів. Зміна вторинної напруги трансформатора при навантаженні. Регулювання вторинної напруги та зовнішні характеристики трансформатора. Розрахунок магнітного кола, втрати потужності та коефіцієнт корисної дії трансформатора.

Література: [1, с.68-73; 6, с.52-64].

Запитання для самоконтролю

- Як визначається зміна вторинної напруги трансформатора при навантаженні?
- Поясніть як здійснюється регулювання напруги трансформаторів під навантаженням і без навантаження.
- Що таке зовнішня характеристика трансформатора?
- Для чого проводиться розрахунок магнітного кола трансформатора?
- Назвіть втрати, які виникають у трансформаторі, від чого вони залежать та запишіть вираз для визначення коефіцієнта корисної дії.

3.2. Трифазні трансформатори

3.2.1. Трифазні трансформатори. Магнітні системи і способи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів. Групи з'єднань обмоток трансформаторів. Паралельна робота трансформаторів.

Література: [1, с.74-83, 92-96; 6, с.64-74].

Запитання для самоконтролю

- Назвіть конструкції магнітопроводів трифазних трансформаторів.
- Які існують схеми з'єднання обмоток трифазних трансформаторів?
- Які групи з'єднань передбачені держстандартами?
- Як експериментально визначити групу з'єднань обмоток трансформатора?
- Назвіть умови вмикання трансформаторів на паралельну роботу.
- Як розподіляється навантаження між паралельно ввімкненими трансформаторами з різними напругами короткого замикання?

3.2.2. Трансформатори спеціального призначення. Автотрансформатори. Триобмотковий трансформатор. Вимірювальні трансформатори напруги і струму. Інші трансформатори спеціального призначення.

Література: [1, с.117-130; 6, с.74-84].

Запитання для самоконтролю

– Поясніть будову триобмоткового трансформатора, накресліть його заступну схему.

– Поясніть будову та принципи роботи автотрансформатора.

– Призначення, схема вмикання та особливості роботи вимірювальних трансформаторів напруги та струму.

– Назвіть особливості роботи зварювальних трансформаторів, пік-трансформаторів, високочастотних трансформаторів.

3.2.3. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів. Використання методу симетричних складових для аналізу несиметричних режимів роботи трансформаторів. Несиметричне навантаження трансформаторів за наявності та відсутності струмів нульової послідовності. Експериментальне визначення опору нульової послідовності.

Література: [1, с.112-116; 6, с.85-95]

Запитання для самоконтролю

– За допомогою якого методу проводять дослідження несиметричних режимів трансформатора? В чому полягає суть цього методу?

– За наявності яких факторів появляються струми нульової послідовності при різних схемах з'єднань об'єктів?

– Опишіть дію струмів нульової послідовності зі схемою з'єднань обмоток $У/У_n$.

– Опишіть дію струмів нульової послідовності зі схемою з'єднань обмоток $Д/У_n$.

– Як експериментально визначають опір нульової послідовності?

3.2.4. Перехідні процеси в трансформаторі. Перехідні процеси в трансформаторі при короткому замиканні на затискачах вторинної обмотки та при вмиканні ненавантаженого трансформатора в мережу. Перенапруги в трансформаторах.

Література: [1, с.101-111; 6, с.96-106].

Запитання для самоконтролю

– Опишіть перехідні процеси в трансформаторі при короткому замиканні.

– Опишіть перехідні процеси при вмиканні ненавантаженого трансформатора в мережу.

– Який захист використовують від грозових перенапруг в електромережах?

Методичні рекомендації до вивчення розділу

Принцип роботи трансформатора ґрунтується на явищі електромагнітної індукції, що забезпечує виникнення ЕРС в обмотках трансформатора. Необхідно звернути увагу на те, що передача електричної енергії від первинної обмотки до вторинної відбувається за рахунок магнітного поля. При цьому магнітний потік залишається незмінним при зміні навантаження трансформатора від неробочого ходу до номінального .

Векторна діаграма та заступна схема трансформатора дають можливість краще зрозуміти вплив навантаження трансформатора на його зовнішні характеристики.

При вивченні трифазних трансформаторів необхідно звернути увагу на їх конструкцію, групи з'єднання обмоток, умови вмикання на паралельну роботу.

При вивченні трансформаторів спеціального призначення необхідно розібратися в схемах їх вмикання.

Після вивчення цього розділу студенти повинні:

– Знати конструкцію однофазних та трифазних трансформаторів, їх характеристики та способи охолодження; схеми вмикання автотрансформаторів та вимірювальних трансформаторів струму та напруги.

– Розуміти принцип роботи трансформатора; побудову його векторних діаграм при неробочому ході та навантаженні; розподіл витрат енергії у трансформаторі; роль групи з'єднання обмоток трифазного трансформатора при вмиканні його на паралельну роботу.

– Вміти визначати коефіцієнт корисної дії при різних навантаженнях; експериментально визначити групу з'єднань обмоток; вмикати електровимірювальні прилади через вимірювальні трансформатори.

Тестові задачі до розділу «Трансформатори»

Задача 3.1.1. Чому дорівнює ККД трансформатора, якщо загальні втрати складають 5% від корисної потужності?

1. 95%. 2. 90%. 3. 100%. 4. 80%. 5. 10%.

Задача 3.1.2. Первинна напруга трансформатора $U_1 = 6000 \text{ В}$, а вторинна $U_2 = 400 \text{ В}$. Для визначення числа витків первинної і вторинної обмоток намотали додаткову обмотку з числом витків $W_d = 15$. Напруга на затискачах додаткової обмотки $U_d = 120 \text{ В}$ в режимі неробочого ходу. Визначити числа витків первинної W_1 і вторинної W_2 обмоток.

1. $W_1 = 700$; $W_2 = 100$. 2. $W_1 = 750$; $W_2 = 50$.
3. $W_1 = 600$; $W_2 = 500$. 4. $W_1 = 900$; $W_2 = 200$.

Задача 3.1.3. Однофазний трансформатор працює в режимі неробочого ходу. Напруги обмоток: $U_1 = 6000 \text{ В}$, $U_2 = 400 \text{ В}$. Потужність втрат $P_0 = 1300 \text{ Вт}$ при струмі $I_{10} = 2 \text{ А}$. Визначити коефіцієнти потужності та трансформації.

1. $\cos \varphi_{10} = 0,2$; $n = 5$.
2. $\cos \varphi_{10} = 0,3$; $n = 10$.
3. $\cos \varphi_{10} = 0,08$; $n = 15$.
4. $\cos \varphi_{10} = 0,4$; $n = 20$.
5. $\cos \varphi_{10} = 0,5$; $n = 30$.

Задача 3.1.4. Визначити площу перерізу магнітопроводу S понижувального трансформатора з коефіцієнтом трансформації $n = 45$ і під'єданого до мережі напругою $U_1 = 10 \text{ кВ}$, $f = 50 \text{ Гц}$, якщо індукція в магнітопроводі $B = 1 \text{ Тл}$, а число витків вторинної обмотки $W_2 = 200$.

1. $0,5 \text{ м}^2$.
2. $0,01 \text{ м}^2$.
3. $0,9 \text{ м}^2$.
4. $0,005 \text{ м}^2$.
5. $0,8 \text{ м}^2$.

Задача 3.1.5. При повному навантаженні трансформатор працює 7 годин на добу, а решта часу – в режимі неробочого ходу. Визначити річний ККД $\eta_{р\text{ичн}}$ трансформатора, якщо корисна потужність його $P_2 = 10 \text{ кВт}$. Втрати в сталі складають 3% , а втрати в міді 2% від потужності P_2 . Тривалість року 365 днів.

1. 0,7.
2. 0,8.
3. 0,5.
4. 0,1.
5. 0,89.

Задача 3.1.6. Яку кількість витків має первинна W_1 і вторинна W_2 обмотки трансформатора, під'єданого до мережі змінної напруги $U_1 = 380 \text{ В}$, якщо в режимі неробочого ходу напруга на вторинній обмотці $U_2 = 38 \text{ В}$, а магнітний потік у сердечнику $\Phi = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$?

1. $W_1 = 856$; $W_2 = 8559$.
2. $W_1 = 800$; $W_2 = 8000$.
3. $W_1 = 200$; $W_2 = 300$.
4. $W_1 = 500$; $W_2 = 1000$.
5. $W_1 = 400$; $W_2 = 500$.

Задача 3.1.7. Однофазний трансформатор номінальною потужністю $S_H = 1 \text{ кВА}$ має номінальні напруги на обмотках: $U_{1H} = 400 \text{ В}$ і $U_{2H} = 80 \text{ В}$. Потужність втрат у режимі неробочого ходу $P_0 = 100 \text{ Вт}$, у режимі короткого замикання $P_K = 150 \text{ Вт}$. Визначити площу поперечного перерізу провідника $S_{\text{пр}}$ вторинної обмотки, щоб густина струму j не перевищувала 4 А/мм^2 , і ККД трансформатора η при $\cos \varphi_2 = 0,8$ та заданих втратах.

1. $S_{\text{пр}} = 5 \text{ мм}^2$; $\eta = 0,5$.
4. $S_{\text{пр}} = 2 \text{ мм}^2$; $\eta = 0,9$.

2. $S_{\text{ДР}} = 3,125 \text{ мм}^2$; $\eta = 0,76$. 5. $S_{\text{ДР}} = 1 \text{ мм}^2$; $\eta = 0,4$.
 3. $S_{\text{ДР}} = 4 \text{ мм}^2$; $\eta = 0,6$.

Задача 3.1.8. Для однофазного трансформатора з такими даними: $S_H = 5 \text{ кВА}$, $U_{1H} = 3000 \text{ В}$, $U_{2H} = 220 \text{ В}$, $P_0 = 60 \text{ Вт}$, $P_K = 150 \text{ Вт}$, $I_{10} = 10\%$, $U_K = 5\%$. Визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при номінальному активному навантаженні.

1. 1%. 2. 3%. 3. 2,94%. 4. 4%. 5. 5%.

Задача 3.1.9. Первинна обмотка автотрансформатора має $W_1 = 700$ витків і ввімкнена в мережу напругою $U_1 = 380 \text{ В}$. Яку напругу U_2 можна отримати на вторинній обмотці, якщо $W_2 = 300$?

1. 100 В. 2. 200 В. 3. 300 В. 4. 150 В. 5. 350 В.

Задача 3.1.10. Два трансформатори з однаковими номінальними потужностями $S_{H1} = S_{H11} = 100 \text{ кВа}$, але різними напругами короткого замикання ($U_{K1} = 5,5\%$; $U_{K11} = 7\%$) ввімкнені на паралельну роботу. Як розподілиться навантаження між ними?

1. $S_I = 0,5S_{I1}$. 2. $S_I = 2S_{I1}$. 3. $S_I = 1,55S_{I1}$. 4. $S_I = 3,5S_{I1}$. 5. $S_I = 1,27S_{I1}$.

4. Тестові задачі для модульних контрольних робіт №3, 4

4.1. Тестові задачі для МКР №3 «Однофазні трансформатори»

Задача М3.1. Трансформатором називають статичний електромагнітний апарат, який перетворює...

1. Електричну енергію однієї частоти на електричну енергію іншої частоти.
2. Змінний струм однієї напруги на змінний струм іншої напруги при незмінній частоті.
3. Постійний струм на змінний.
4. Електричну енергію на інший вид енергії.

Задача М3.2. На якому струмі можлива робота трансформатора?

1. Тільки на постійному струмі.
2. На постійному або на змінному струмі.
3. Тільки на змінному струмі.
4. Інша відповідь.

Задача М3.3. Вказати вираз для визначення коефіцієнта трансформації трансформатора K , якщо w_1 , w_2 - число витків його первинної та вторинної обмоток.

1. $K = w_1 + w_2$. 2. $K = w_1 \cdot w_2$. 3. $K = w_1 / w_2$. 4.

Задача М3.4. Визначити коефіцієнт трансформації однофазного понижувального трансформатора, якщо число витків його первинної та вторинної обмоток відповідно дорівнює 300 і 20.

1. 10. 2. 15. 3. 20. 4. 1,5.

Задача М3.5. Визначити коефіцієнт трансформації однофазного двообмоткового понижувального трансформатора, якщо е.р.с., індуковані в первинній та вторинній обмотках відповідно дорівнюють 500 і 127 В.

1. 10. 2. 15. 3. 20. 4. $\approx 3,97$.

Задача М3.6. Є однофазний двообмотковий трансформатор на номінальну первинну напругу 500 В з числом витків первинної обмотки 1000. Визначити число витків вторинної обмотки цього ж трансформатора, потрібне для утворення на її затискачах при неробочому ході напруги 127 В.

1. 127. 2. ≈ 64 . 3. 500. 4. 254.

Задача М3.7. Є однофазний двообмотковий трансформатор на номінальну первинну напругу 500 В з числом витків первинної обмотки 1000. Яка напруга буде на вторинній обмотці при неробочому ході цього ж трансформатора, якщо число її витків 440?

1. 0. 2. 110 В. 3. 220 В. 4. 440 В.

Задача М3.8. Вказати вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої в первинній обмотці трансформатора основним магнітним потоком.

1. $e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt}$. 2. $e_1 = -L_1 \frac{di_1}{dt}$. 3. $E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m$. 4. $E_1 = w_1 f \Phi_m$.

Задача М3.9. Визначити ефективне значення е.р.с., індукованої в первинній обмотці однофазного трансформатора при стандартній частоті мережі, якщо кількість витків обмотки 100, а амплітудне значення магнітного потоку $1 \cdot 10^{-2}$ Вб.

1. 110 В. 2. 222 В. 3. 380 В. 4. 400 В.

Задача М3.10. Вказати правильний вираз для визначення діючого значення е.р.с., індукованої у вторинній обмотці трансформатора основним магнітним потоком.

1. $e_2 = -w_2 \frac{d\Phi}{dt}$. 2. $e_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt}$. 3. $E_2 = fw_2\Phi_m$. 4. $E_2 = 4,44w_2f\Phi_m$.

Задача М3.11. Визначити ефективне значення е.р.с., індукованої у вторинній обмотці однофазного трансформатора при стандартній частоті мережі, якщо кількість витків обмотки 200, а амплітудне значення магнітного потоку $1 \cdot 10^{-2}$ Вб.

1. 127 В. 2. 222 В. 3. 444 В. 4. 380 В.

Задача М3.12. Вказати вираз для визначення миттєвого значення е.р.с., індукованої в первинній обмотці трансформатора основним магнітним потоком.

1. $E_1 = Blv \sin \alpha$. 2. $e_1 = -L_1 \frac{di_1}{dt}$. 3. $E_1 = 4,44fw_1\Phi_m$. 4. $e_1 = -w_1 \frac{d\Phi}{dt}$.

Задача М3.13. Визначити первинний та вторинний номінальні струми однофазного трансформатора, що має такі паспортні дані: $S=5$ кВ·А; $U_1/U_2=3000/220$ В; $U_\kappa=5\%$; $I_0=10\%$; $P_0=60$ Вт.

1. $I_1=1,66$ А; $I_2=22,7$ А. 2. $I_1=0,96$ А; $I_2=13,1$ А.
3. $I_1=16,6$ А; $I_2=227$ А. 4. $I_1=22,7$ А; $I_2=1,66$ А.

Задача М3.14. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг для первинної обмотки трансформатора при неробочому ході.

1. $\dot{U}_{10} = -\dot{E}_{10} + Z_1 \dot{I}_{10}$. 2. $e_{10} = u_{10} + Z_1 i_{10}$.
3. $u_{10} = -e_{10}$. 4. $u_{10} = -e_{10} + r_1 i_{10} + L_1 \frac{di_{10}}{dt}$.

Задача М3.15. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих напруг для первинної обмотки трансформатора при неробочому ході.

1. $\dot{U}_{10} = -\dot{E}_{10} - Z_1 \dot{I}_{10}$. 2. $\dot{E}_{10} = \dot{U}_{10} + Z_1 \dot{I}_{10}$. 3. $U_{10} = (r_1 + jx_1) \dot{I}_{10}$.
4. $\dot{U}_{10} = -\dot{E}_{10} + (r_1 + jx_1) \dot{I}_{10}$.

Задача М3.16. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг для первинної обмотки навантаженого трансформатора.

1. $e_1 = u_1 + Z_1 i_1$. 2. $\dot{E}_1 = -\dot{U}_1 + Z_1 \dot{I}_1$. 3. $\dot{U}_1 = -E_1 + Z_1 \dot{I}_1$. 4. $e_1 = \dot{U}_1 + Z_1 i_1$.

Задача М3.17. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих значень напруг для первинної обмотки навантаженого трансформатора.

$$1. \dot{E}_1 = \dot{U}_1 + Z_1 \dot{I}_1. \quad 2. \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + Z_1 \dot{I}_1. \quad 3. \dot{U}_1 = (r_1 + jx_1) \dot{I}_1. \quad 4. e_1 = -u_1 + Z_1 i_1.$$

Задача М3.18. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг для первинної обмотки трансформатора при короткому замиканні.

$$1. u_{1\kappa} = -e_{1\kappa} + r_1 i_{1\kappa} + L_1 \frac{di_{1\kappa}}{dt}. \quad 2. u_{1\kappa} = -e_{1\kappa} + r_1 i_{1\kappa}. \quad 3. u_{1\kappa} = -e_{1\kappa} + x_1 i_{1\kappa}.$$

$$4. \dot{U}_{1\kappa} = -\dot{E}_{1\kappa} + Z_1 \dot{I}_{1\kappa}.$$

Задача 3.19. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих значень напруг для первинної обмотки трансформатора при короткому замиканні.

$$1. \dot{U}_{1\kappa} = -\dot{E}_{10} + Z_1 \dot{I}_{10}. \quad 2. \dot{U}_{1\kappa} = -\dot{E}_{1\kappa} + Z_1 \dot{I}_{1\kappa}. \quad 3. \dot{E}_{1\kappa} = \dot{U}_{1\kappa} + Z_1 \dot{I}_{1\kappa}.$$

$$4. u_{1\kappa} = -e_{1\kappa} + Z_1 i_{1\kappa}.$$

Задача М3.20. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг для вторинної обмотки трансформатора при неробочому ході.

$$1. e_{20} = u_{20} + r_2 i_{20}. \quad 2. e_{20} = u_{20}. \quad 3. e_{20} = Z_2 i_{20}. \quad 4. \dot{E}_{20} = \dot{U}_{20}.$$

Задача М3.21. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих значень напруг для вторинної обмотки трансформатора при неробочому ході.

$$1. e_{20} = z_2 i_{20}. \quad 2. \dot{E}_{20} = \dot{U}_{20}. \quad 3. \dot{E}_{20} = \dot{U}_{20} + Z_1 \dot{I}_{20}. \quad 4. \dot{U}_{20} = \dot{E}_{20} + Z_2 \dot{I}_{20}.$$

Задача М3.22. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг для вторинної обмотки навантаженого трансформатора.

$$1. E_2 = \dot{U}_2 + Z_2 \dot{I}_2. \quad 2. e_2 = u_2 + x_2 i_2.$$

$$3. e_2 = r_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + u_2. \quad 4. e_2 = u_2 + r_2 i_2.$$

Задача М3.23. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих значень напруг для вторинної обмотки навантаженого трансформатора.

$$1. e_2 = u_2 - Z_2 i_2. \quad 2. e_2 = u_2 + Z_2 i_2.$$

$$3. \dot{E}_2 = \dot{U}_2 + r_2 \dot{I}_2. \quad 4. \dot{U}_2 = \dot{E}_2 + Z_2 \dot{I}_2.$$

Задача М3.24. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень напруг для вторинної обмотки трансформатора при короткому замиканні.

$$1. e_{2\kappa} = r_2 i_{2\kappa} + L_2 \frac{di_{2\kappa}}{dt}. \quad 2. e_{2\kappa} = u_{2\kappa} + Z_2 i_{2\kappa}. \quad 3. e_{2\kappa} = r_{\kappa} i_{2\kappa}. \quad 4. \dot{E}_{2\kappa} = Z_2 \dot{I}_{2\kappa}.$$

Задача М3.25. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих значень напруг для вторинної обмотки трансформатора при короткому замиканні.

$$1. \dot{E}_{2\kappa} = Z_{\kappa} \dot{I}_{\kappa}. \quad 2. \dot{E}_{2\kappa} = Z_2 \dot{I}_{2\kappa}. \quad 3. \dot{U}_{2\kappa} = r_{\kappa} \dot{I}_{\kappa}. \quad 4. e_{2\kappa} = Z_2 i_{2\kappa}.$$

Задача М3.26. Вказати рівняння рівноваги миттєвих значень струмів навантаженого трансформатора.

$$1. i_1 = i_2. \quad 2. i_1 = i_0 + i_2. \quad 3. i_1 = i_{10} - \frac{w_1}{w_2} i_2. \quad 4. i_1 = i_{10} - \frac{w_2}{w_1} i_2.$$

Задача М3.27. Вказати рівняння рівноваги комплексних діючих значень струмів навантаженого трансформатора.

$$1. \dot{I}_1 = \dot{I}_{10} + \dot{I}_2. \quad 2. \dot{I}_1 = \dot{I}_{10} - \frac{w_2}{w_1} \dot{I}_2. \quad 3. \dot{I}_1 = \dot{I}_{10} - \frac{w_2}{w_1} \dot{I}_2. \quad 4. \dot{I}_1 = \dot{I}_{10} - \frac{w_1}{w_2} \dot{I}_2.$$

Задача М3.28. Для однофазного трансформатора з паспортними даними: $S=5$ кВ·А; $U_1/U_2=3000/220$ В; $P_0=60$ Вт; $I_0=10\%$; $P_{\epsilon}=150$ Вт; $U_{\epsilon}=5\%$ визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при номінальному активному навантаженні.

$$1. 6,6 \text{ В}. \quad 2. 8,8 \text{ В}. \quad 3. 10,75 \text{ В}. \quad 4. 90 \text{ В}.$$

Задача М3.29. Визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при номінальному активно-індуктивному ($\cos\varphi_2=0,8$; $\sin\varphi_2=0,6$) навантаженні трансформатора ($S=5$ кВА; $U_1/U_2=3000/220$ В; $I_0=10\%$; $P_{\kappa}=150$ Вт; $U_{\kappa}=5\%$).

$$1. 90 \text{ В}. \quad 2. 144 \text{ В}. \quad 3. 6,6 \text{ В}. \quad 4. 10,75 \text{ В}.$$

Задача М3.30. Визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при номінальному ємнісному навантаженні трансформатора ($S=5$ кВА; $U_1/U_2=3000/220$ В; $I_0=10\%$; $P_{\kappa}=150$ Вт; $U_{\kappa}=5\%$).

$$1. 90 \text{ В}. \quad 2. 120 \text{ В}. \quad 3. -8,8 \text{ В}. \quad 4. 10,75 \text{ В}.$$

Задача М3.31. Для однофазного трансформатора ($S = 5$ кВА; $U_1/U_2 = 3000/220$ В; $I_0=10\%$; $P_{\kappa}=150$ Вт; $U_{\kappa}=5\%$). визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при активному навантаженні, яке дорівнює 50% номінального.

$$1. 45 \text{ В}. \quad 2. 3,3 \text{ В}. \quad 3. 4,4 \text{ В}. \quad 4. 5,4 \text{ В}.$$

Задача М3.32. Для однофазного трансформатора ($S=5\text{кВА}$; $U_1/U_2=3000/220\text{В}$; $I_0=10\%$; $P_k=150\text{Вт}$; $U_k=5\%$). визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при активно-індуктивному навантаженні, яке дорівнює 50% номінального ($\cos\varphi_2=0,8$; $\sin\varphi_2=0,6$).

1. 36 В. 2. 3,3 В. 3. 72 В. 4. 4,4 В.

Задача М3.33. Для однофазного трансформатора з попередньої задачі визначити зміну вторинної напруги ΔU_2 при емісному навантаженні, яке дорівнює 50% номінального.

1. 60 В. 2. 45 В. 3. 3,3 В. 4. -4,4 В.

Задача М3.34. Вказати правильну залежність між дійсним E_2 та зведеним E'_2 значеннями е.р.с. вторинної обмотки трансформатора з коефіцієнтом трансформації K .

1. $E'_2 = \frac{E_2}{K}$. 2. $E'_2 = \frac{E_2}{K^2}$. 3. $E'_2 = KE_2$. 4. $E'_2 = K^2 E_2$.

Задача М3.35. Визначити е.р.с. вторинної обмотки трансформатора E'_2 , зведену до кількості витків первинної обмотки, якщо дійсне значення е.р.с. вторинної обмотки 100 В, а коефіцієнт трансформації 2.

1. 50 В. 2. 100 В. 3. 102 В. 4. 150 В.

Задача М3.36. Вказати правильну залежність між дійсним I_2 та зведеним I'_2 значеннями е.р.с. вторинної обмотки трансформатора з коефіцієнтом трансформації K .

1. $I'_2 = \frac{I_2}{K}$. 2. $I'_2 = \frac{I_2}{K^2}$. 3. $I'_2 = KI_2$. 4. $I'_2 = K^2 I_2$.

Задача М3.37. Визначити струм вторинної обмотки трансформатора I'_2 , зведений до кількості витків первинної обмотки, якщо дійсне значення струму вторинної обмотки 100 А, а коефіцієнт трансформації 10.

1. 10 А. 2. 90 А. 3. 100 А. 4. 110 А.

Задача М3.38. Вказати правильну залежність між дійсним r_2 та зведеним r'_2 значеннями активних опорів вторинної обмотки трансформатора з коефіцієнтом трансформації K .

1. $r'_2 = Kr_2$. 2. $r'_2 = \frac{r_2}{K^2}$. 3. $r'_2 = \frac{r_2}{K}$. 4. $r'_2 = K^2 r_2$.

Задача М3.39. Визначити активний опір вторинної обмотки трансформатора r'_2 , зведений до кількості витків первинної обмотки, якщо дійсне значення активного опору 0,5 Ом, а коефіцієнт трансформації 4.

1. 1 Ом. 2. 4 Ом. 3. 6 Ом. 4. 8 Ом.

Задача М3.40. Вказати правильну залежність між дійсним x_2 та зведеним x'_2 значеннями індуктивних опорів розсіяння вторинної обмотки трансформатора з коефіцієнтом трансформації K .

1. $x_2 = Kx'_2$. 2. $x_2 = \frac{x'_2}{K^2}$. 3. $x_2 = \frac{x'_2}{K}$. 4. $x_2 = x'_2$.

Задача М3.41. Визначити індуктивний опір розсіяння вторинної обмотки трансформатора x'_2 , зведений до кількості витків первинної обмотки, якщо дійсне значення опору вторинної обмотки 0,8 Ом, а коефіцієнт трансформації 2.

1. 1,6 Ом. 2. 2 Ом. 3. 3,2 Ом. 4. 16 Ом.

Задача М3.42. Вказати правильну залежність між дійсним z_2 та зведеним z'_2 значеннями повних опорів розсіяння вторинної обмотки трансформатора з коефіцієнтом трансформації K .

1. $z_2 = Kz'_2$. 2. $z_2 = \frac{z'_2}{K}$. 3. $z_2 = \frac{z'_2}{K^2}$. 4. $z_2 = K^2 z'_2$.

Задача М3.43. Визначити повний опір вторинної обмотки трансформатора z'_2 , зведений до кількості витків первинної обмотки, якщо дійсне значення повного опору 1 Ом, а коефіцієнт трансформації 2.

1. 1 Ом. 2. 2 Ом. 3. 3 Ом. 4. 4 Ом.

Задача М3.44. Вказати правильну залежність між е.р.с. первинної обмотки E_1 та зведеним значенням е.р.с. вторинної обмотки E'_2 трансформатора з коефіцієнтом трансформації K .

1. $E'_2 = KE_1$. 2. $E'_2 = K^2 E_1$. 3. $E'_2 = E_1$. 4. $E'_2 = \frac{E_1}{K}$.

Задача М3.45. Визначити е.р.с. вторинної обмотки трансформатора E'_2 , зведену до кількості витків первинної обмотки, якщо е.р.с. первинної обмотки 100 Ом, а коефіцієнт трансформації 5.

1. 100 В. 2. 127 В. 3. 500 В. 4. 20 В.

4.2. Тестові задачі для МКР №4 «Трифазні трансформатори»

Задача М4.1. Яка величина коефіцієнту заповнення K_3 для холоднокатаної рулонної сталі товщиною 0,35?

1. 0,97; 2. 0,96; 3. 0,95; 4. 0,92.

Задача М4.2. Листова електротехнічна сталь, що використовується в трансформаторобудуванні – це...

1. Сплав заліза з вуглецем, вміст якого 0,8 - 4,8%;
2. Сплав заліза з кремнієм, вміст якого 0,8 - 4,8%;
3. Сплав заліза з вуглецем, вміст якого 2 – 10 %;
4. Інша відповідь.

Задача М4.3. У прямокутному зразку (витку) розміром 10×20 мм вкладається мідна обмотка з 2-х паралельно вкладених провідників діаметром 10 мм. Який коефіцієнт заповнення міді?

1. 0,9; 2. 0,785; 3. 0,95; 4. 0,8.

Задача М4.4. Яким є число поздовжніх охолоджувальних каналів у трифазних масляних трансформаторів потужністю до 4000 кВА?

1. 2; 2. 3; 3. 4; 4. немає.

Задача М4.5. Чому в обмотках трансформатора з масляним охолодженням допустима густина струму 2...4 А/мм², що приблизно в два рази більше, ніж в сухих трансформаторах?

1. В масляних трансформаторах надійніша ізоляція витків.
2. В масляних трансформаторах кращі умови охолодження.
3. Обмотки в трансформаторах виділяють меншу кількість тепла.
4. Електрична міцність масла менше електричної міцності повітря.

Задача М4.6. Чому магнітопроводи високочастотних трансформаторів пресують з феромагнітного порошку?

1. Для спрощення технології виготовлення.
2. Для збільшення магнітної проникності.
3. Для зменшення теплових втрат.
4. Для зменшення втрат на вихрові струми

Задача М4.7. Як зміняться втрати потужності в міді трансформатора при збільшенні навантаження в два рази?

1. Не зміняться.
2. Збільшаться в чотири рази.
3. Збільшаться в два рази.
4. Зменшаться в два рази.

Задача М4.8. Як зміниться пробивна напруга діелектрика при тепловому пробі, якщо частоту струму f збільшити в 2 рази при однакових інших умовах?

1. Збільшиться в 2 рази.
2. Не зміниться.
3. Зменшиться в 2 рази.
4. Зменшиться в 1,4 рази.

Задача М4.9. Чому магнітопровід трансформатора виконується з електротехнічної сталі, а не із звичайної, і збирається з тонких ізольованих один від одного листів? Вказати неправильну відповідь.

1. З електротехнічної сталі для зменшення втрат на вихрові струми.
2. З електротехнічної сталі для зменшення втрат на гістерезис.
3. З тонких листів для зменшення втрат на вихрові струми.
4. З тонких листів для зменшення втрат на гістерезис.

Задача М4.10. Від яких електричних параметрів залежать втрати потужності в сталі трансформатора?

1. Від струму первинної обмотки.
2. Від струму вторинної обмотки.
3. Від первинної напруги.
4. Від вторинної напруги.

Задача М4.11. Наявність домішок в трансформаторному маслі:

1. Підвищує електричну міцність.
2. Понижує електричну міцність.
3. Зменшує діелектричну проникність.
4. Не впливає на електрофізичні властивості масла.

Задача М4.12. Як зміняться втрати на вихрові струми, якщо частота мережі збільшиться в два рази?

1. Збільшаться в два рази.
2. Зменшаться в два рази.
3. Збільшаться в чотири рази.
4. Не зміняться.

Задача М4.13. Густина граничного струму циліндричній обмотці трансформатора при максимально можливому числі паралельних провідників складає...

1. $J=2,3 \cdot 10^6 \div 3,5 \cdot 10^6$ А/м²;
2. $J=2,0 \cdot 10^6 \div 2,2 \cdot 10^6$ А/м²;
3. $J=0,5 \cdot 10^6 \div 2,5 \cdot 10^6$ А/м²;
4. $J=3,5 \cdot 10^6 \div 4,5 \cdot 10^6$ А/м².

Задача М4.14. Циліндрична обмотка з прямокутного провoda використовується при перерізі витка понад...

1. $5,04 \text{ мм}^2$;
2. $2,0 \text{ мм}^2$;
3. $4,08 \text{ мм}^2$;
4. $1,0 \text{ мм}^2$.

Задача М4.15. Визначити первинний та вторинний номінальні струми трифазного трансформатора, що має такі паспортні дані: $S=10 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; $U_1=6,3 \text{ кВ}$; $U_2=0,4 \text{ кВ}$; $U_k=5,5\%$; $I_0=10\%$; втрати неробочого ходу $P_0=105 \text{ Вт}$; втрати короткого замикання $P_0=335 \text{ Вт}$.

1. $I_1=2,76 \text{ А}$; $I_2=43,2 \text{ А}$.
2. $I_1=25 \text{ А}$; $I_2=1,58 \text{ А}$.
3. $I_1=1,58 \text{ А}$; $I_2=25 \text{ А}$.
4. $I_1=0,92 \text{ А}$; $I_2=14,4 \text{ А}$.

Задача М4.16. Особливості пробою трансформаторного масла. Оберіть неправильне твердження.

1. Наявність домішок (води, газу, твердих частинок) знижують електричну міцність трансформаторного масла у порівнянні з чистим;
2. Трансформаторні масла пробиваються внаслідок їх перегріву та закипання в місцях найбільшого скупчення домішок;
3. На умови пробою впливають рух та перерозподіл домішок, що протікають порівняно повільно, тому короточасна міцність трансформаторного масла значно вища, ніж при тривалій дії напруги;
4. Наявність домішок (води, газу, твердих частинок) збільшують електричну міцність трансформаторного масла у порівнянні з чистим.

Задача М4.17. Два трансформатори з однаковими потужностями $S_{HI}=S_{HII}=100 \text{ кВА}$, але різними напругами короткого замикання ($U_{KI}=5,5\%$, $U_{KII}=7\%$, ввімкнені на паралельну роботу. Як розподілиться навантаження між ними? Визначити правильний варіант відповіді:

1. $S_I=0,5S_{II}$.
2. $S_I=2S_{II}$.
3. $S_I=1,55S_{II}$.
4. $S_I=1,27S_{II}$.

Задача М4.18. Визначити активний опір обмотки високої напруги трифазного симетричного трансформатора з паспортними даними: $S=10 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; $U_1/U_2=6,3/0,4 \text{ В}$; $U_k=5,5\%$; $I_0=10\%$; $P_0=105 \text{ Вт}$; $P_k=335 \text{ Вт}$. Вказати правильний варіант відповіді:

1. $r_1=100 \text{ Ом}$;
2. $r_1=200 \text{ Ом}$;
3. $r_1=66,5 \text{ Ом}$;
4. $r_1=115 \text{ Ом}$.

Задача М4.19. Визначити струм неробочого ходу трифазного трансформатора з номінальними даними: $S=10 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; $U_1=6,3 \text{ кВ}$; $U_2=0,4 \text{ кВ}$; $U_k=5,5\%$; $I_0=10\%$; $P_k=335 \text{ Вт}$; $P_0=105 \text{ Вт}$ при проведенні досліду зі сторони високої напруги. Вказати правильний варіант відповіді:

1. $0,92 \text{ А}$.
2. $1,44 \text{ А}$.
3. $9,2 \text{ А}$.
4. $0,154 \text{ А}$.

Задача М4.20. Яке мінімальне число паралельних проводів в однофазній обмотці?

1. 4; 2. 2; 3. 8; 4. 6.

Задача М4.21. Визначити реактивний опір обмотки високої напруги трифазного симетричного трансформатора з паспортними даними: $S=10$ кВ·А; $U_1/U_2=6,3/0,4$ В; $U_k=5,5\%$; $I_0=10\%$; $P_0=105$ Вт; $P_k=335$ Вт. Вказати правильний варіант відповіді:

1. $x_1=71$ Ом. 2. $x_1=142$ Ом.
3. $x_1=86,5$ Ом. 4. $x_1=142$ Ом.

Задача М4.22. У трансформаторах потужністю $S > 1000$ кВА як правило використовують

1. Багатопарові обмотки; 2. Неперервні обмотки;
3. Одношарові обмотки; 4. Гвинтові обмотки.

Задача М4.23. Якщо напругу витка збільшити на 10% при незмінних інших конструктивно-електричних параметрах, то реактивна складова напруги короткого замикання $U_{кр...}$

1. Збільшиться на 10%; 2. Зменшиться на 17%;
3. Зменшиться на 8%; 4. Зменшиться на 10%.

Задача М4.24. При якому навантаженні (куті φ_2) зміна напруги на виході трансформатора $\Delta U_2 \rightarrow 0$?

1. Активно-емнісному ($-5^\circ \dots -20^\circ$);
2. Активному (0°);
3. Активно-емнісному ($-60^\circ \dots -70^\circ$);
4. Активно-індуктивному ($5^\circ \dots 10^\circ$);

Задача М4.25. Згідно ДЕСТ перевищення температури обмотки трансформатора над температурою навколишнього середовища $t_{навок}$ складає...

1. 45° . 2. 65° . 3. 75° . 4. 60° .

Задача М4.26. Згідно ДЕСТ перевищення температури поверхні магнітопроводу над температурою навколишнього середовища $t_{навок}$ складає...

1. 45° . 2. 65° . 3. 75° . 4. 60° .

Задача М4.27. При виборі розмірів трубчастих радіаторів мінімальна відстань від дна або кришки бака до горизонтальної осі патрубка радіаторів повинна бути не менше...

1. 170 мм. 2. 150 мм. 3. 200 мм. 4. 120 мм.

Задача М4.28. Як зміниться число витків обмотки при збільшенні напруги обмотки на 20% при незмінному магнітному потоці?

1. Не зміняться.
2. Збільшиться на 20%.
3. Збільшиться 10%.
4. Зменшиться на 20%.

Задача М4.29. При розрахунку одношарової і двошарової циліндричної обмотки з прямокутного проводу число паралельних провідників при намотуванні плазом повинно бути не більше....

1. 8...10.
2. 2...4.
3. 6...8.
4. 4...6.

Задача М4.30. На скільки відсотків збільшаться активні втрати в сталі для трансформаторів потужністю $S > 1000$ кВА, якщо врахувати перешихтовку верхнього ярма при встановленні обмоток?

1. 8...10.
2. 2...4.
3. 6...8.
4. 4...8.

Задача М4.31. Яке компонування магнітної системи стержнів та ярм з числом кутів із скісними та прямими стиками призводить до зменшення втрат:

1. 6 кутів зі скісними стиками, число кутів з прямими стиками відсутнє;
2. 5 кутів зі скісними стиками, 1 кут з прямими стиками;
3. 4 кути зі скісними стиками, 2 кути з прямими стиками;
4. Число кутів зі скісними стиками відсутнє, 6 кутів з прямими стиками.

Задача М4.32. Як зміниться повний опір короткого замикання при перемиканні первинної обмотки з трикутника на зірку?

1. Збільшиться в 1,73 рази.
2. Зменшиться в 3 рази.
3. Збільшиться в 3 рази.
4. Не зміниться.

Задача М4.33. Яке співвідношення активних опорів обмоток при короткому замиканні?

1. $R_1 = 0,5 R_K$; $R_2 = R_1/n_{\phi}^2$;
2. $R_1 = 2R_K$; $R_2 = R_1/n_{\phi}$;
3. $R_1 = 0,5 R_K$; $R_2 = R_1/n_{\phi}$;
4. $R_1 = R_K$; $R_2 = R_1/n_{\phi}^2$;

Задача М4.34. Оптимальне значення коефіцієнта навантаження β , при якому ККД трансформатора максимальний становить...

1. 0,4...0,45;
2. 0,75...0,8;
3. 0,5...0,7;
4. 0,8...0,9.

Задача М4.35. Якщо густина теплового потоку ($Вт/м^2$) на поверхні обмотки ВН збільшилась на 10%, то перепад температури на поверхні обмотки

1. Не зміниться.
2. Збільшиться на 6%.
3. Збільшиться 10%.
4. Збільшиться 20%.

Задача М4.36. При проектуванні масогабаритних показників трансформатора скільки відсотків вага картону складає по відношенню до маси міді в обмотках?

1. 2%...5%.
2. 5%-7%.
3. 8%...10%.
4. 12%...15%.

Задача М4.37. Як зміниться час протікання короткого замикання, протягом якого температура в обмотці ВН досягне 250°C , якщо густина струму в обмотці зменшиться на 10% при незмінній напрузі КЗ?

1. Збільшиться приблизно на 20%;
2. Збільшиться приблизно на 10%;
3. Збільшиться приблизно на 5%;
4. Не зміниться.

Задача М4.38. Визначити зміну напруги на виході трифазного трансформатора при його 50%-му завантаженні при коефіцієнті потужності навантаження 0,5, якщо активна та реактивна складові напруги короткого замикання відповідно дорівнюють 1% і 4%, а напруга холостого ходу складає 400 В?

1. $\Delta U_2 = 8 \text{ В}$;
2. $\Delta U_2 = 5 \text{ В}$;
3. $\Delta U_2 = 16 \text{ В}$;
4. $\Delta U_2 = 12 \text{ В}$.

Задача М4.39. Яке співвідношення між максимальним миттєвим значенням струму короткого замикання $i_{\text{к.макс}}$ та ударним струмом короткого замикання $I_{\text{КУ}}$, якщо відношення напруг $U_{\text{КР}} / U_{\text{КА}} = 5,0$?

1. $i_{\text{к.макс}} = 1,5I_{\text{КУ}}$;
2. $i_{\text{к.макс}} = 2,5I_{\text{КУ}}$;
3. $i_{\text{к.макс}} = 2,2I_{\text{КУ}}$;
4. $i_{\text{к.макс}} = 2,0I_{\text{КУ}}$.

Задача М4.40. Визначити зміну напруги на виході трифазного трансформатора при його 100%-му завантаженні при коефіцієнті потужності навантаження 0,8, якщо активна та реактивна складові напруги короткого замикання відповідно дорівнюють 1% і 4%, а напруга холостого ходу складає 400 В?

1. $\Delta U_2 = 8 \text{ В}$;
2. $\Delta U_2 = 5 \text{ В}$;
3. $\Delta U_2 = 16 \text{ В}$;
4. Інша відповідь.

Список використаних джерел

1. Безвесільна О.М. Толочко Т.О. Елементи і пристрої автоматики та систем управління. НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Київ. 2023, 328 с.
2. Видмиш А.А., Ярошенко Л.В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ. 2020, 387 с.
3. Донець О.В. Теорія електропривода. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2021, 148 с.
4. Лавріненко Ю.М. Основи електропривода. К.: Ліра-К. 2021, 532 с.
5. Синявський О.Ю., Лавріненко Ю.М., Войтюк Д.Г., Бунько В.Я., Рамш В.Ю. Електропривод виробничих машин і механізмів. К.: ФОП Ямчинський О.В. 2020, 444 с.
6. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси. НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Київ. 2022, 497 с.

Електромеханічні пристрої. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка денної та заочної форм навчання / укладач В. В. Лишук. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 60 с.

Комп'ютерний набір
Редактор

Віктор ЛИШУК
Віктор ЛИШУК

Підп. до друку «__»_____2025 р.
Формат 60x84/16. Папір офс.
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. 4,5.
Тираж 50 прим.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ВІП Луцького НТУ