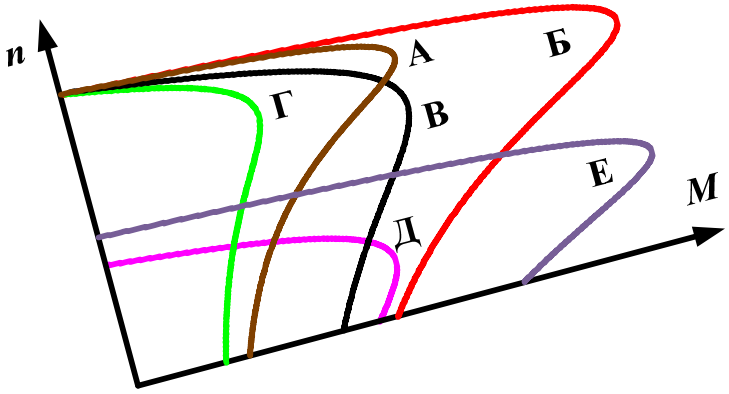
М. П. Розводюк

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Організація самостійної роботи студентів



$$n = \frac{U}{c_e \Phi_\delta} - \frac{R_a M}{c_e c_м \Phi_\delta^2}$$

$$M = \frac{P_{ем}}{\omega}$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arctg} \frac{X'_2 - X'_н}{R'_2 + R'_н};$$

$$\dot{I}_{кс} = -\dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1}$$

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

М. П. Розводюк

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Організація самостійної роботи студентів

Вінниця
ВНТУ
2016

УДК 621.313
ББК 31.261я73
Р64

Рецензенти:
***В. В. Кутін**, доктор технічних наук, професор*
***М. Й. Бурбело**, доктор технічних наук, професор*
***А. І. Гладир**, кандидат технічних наук, доцент*

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 23.05.2013 р.)

Розводюк М. П.

Р64 Електричні машини. Організація самостійної роботи студентів. Навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 138 с.

В навчальному посібнику викладено підходи до засвоєння теоретичного матеріалу з дисципліни «Електричні машини». Навчальний посібник рекомендовано для студентів денної та заочної форми навчання за напрямками «Електромеханіка» та «Електротехніка».

УДК 621.313
ББК 31.261я73

© М. П. Розводюк, 2016

Зміст

ВСТУП…… 5
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ Й ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ 6
ОРГАНІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ 17
Опис системи поточного і підсумкового контролю та критеріїв оцінювання знань студентів 17
Інструкція щодо вивчення курсу 18
ТЕМА 1 ВСТУП 19
Перелік питань для розгляду до теми 1 19
Література до теми 1 19
Контрольні запитання до теми 1 19
Тестові завдання за матеріалами теми 1 19
Підсумок з матеріалу теми 1 23
ТЕМА 2 ТРАНСФОРМАТОРИ 24
Перелік питань для розгляду до теми 2 24
Лабораторні роботи з теми 2 25
Література до теми 2 25
Контрольні запитання до теми 2 25
Тестові завдання за матеріалами теми 2 30
Підсумок з матеріалу теми 2 52
ТЕМА 3 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МАШИН ЗМІННОГО СТРУМУ 54
Перелік питань для розгляду до теми 3 54
Література до теми 3 54
Контрольні запитання до теми 3 54
Тестові завдання за матеріалами теми 3 55
Підсумок з матеріалу теми 3 58
ТЕМА 4 АСИНХРОННІ МАШИНИ 59
Перелік питань для розгляду до теми 4 59
Лабораторні роботи з теми 4 60
Література до теми 4 60
Контрольні запитання до теми 4 60
Тестові завдання за матеріалами теми 4 63
Підсумок з матеріалу теми 4 82

ТЕМА 5 СИНХРОННІ МАШИНИ 86
Перелік питань для розгляду до теми 5 86
Лабораторні роботи з теми 5 87
Література до теми 5 87
Контрольні запитання до теми 5 87
Тестові завдання за матеріалами теми 5 89
Підсумок з матеріалу теми 5 108
ТЕМА 6 МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ 111
Перелік питань для розгляду до теми 7 111
Лабораторні роботи з теми 7 112
Література до теми 7 112
Контрольні запитання до теми 7 112
Тестові завдання за матеріалами теми 7 115
Підсумок з матеріалу теми 7 134
Література 137

ВСТУП

Самостійна робота студента (СРС) — це форма організації навчального процесу, при якій заплановані завдання виконуються студентом під методичним керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі. СРС є основним засобом засвоєння навчального матеріалу під час позааудиторної навчальної роботи. СРС спрямована на закріплення теоретичних знань, отриманих студентами за час навчання, їх поглиблення, набуття і удосконалення практичних навичок та умінь відповідно до обраного напряму підготовки.

Самостійна робота студентів включає:

– підготовку до аудиторних занять (лекцій, лабораторних);

– виконання завдань з навчальної дисципліни протягом семестру;

– роботу над окремими темами навчальних дисциплін, які згідно з робочою навчальною програмою дисципліни винесені на самостійне опрацювання студентів;

– підготовку до всіх видів контрольних випробувань, у тому числі до модульних і комплексних контрольних робіт;

– підготовку до підсумкової державної атестації, у тому числі й виконання випускної кваліфікаційної роботи відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня.

Самостійна робота студента над засвоєнням навчального матеріалу з дисципліни може виконуватися у бібліотеці, навчальних кабінетах і лабораторіях, комп'ютерних класах, а також в домашніх умовах. У необхідних випадках ця робота проводиться згідно із заздалегідь складеним графіком, що гарантує можливість індивідуального доступу студента до потрібних дидактичних засобів.

Графік доводиться до відома студентів на початку поточного семестру.

Відповідно до навчального плану напрямів підготовки 6.050702 «Електромеханіка» та 605701 «Електротехніка» вивчення курсу «Електричні машини» проводиться на третьому курсі студентами денної та заочної форм навчання. Для полегшення самостійної роботи програма курсу поділена на окремі теми. До кожної теми наведені: перелік питань для розгляду, назви лабораторних робіт, відповідна література, контрольні питання, тестові завдання, підсумок з матеріалу. Крім того в окремий розділ на початку навчального посібника винесені основні терміни й визначення понять.

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ Й ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Генератор – електрична машина, яка перетворює механічну енергію в електричну.

Електричний двигун – електрична машина, яка перетворює електричну енергію в механічну.

Електромашинний перетворювач – електрична машина, яка перетворює змінний струм у постійний і навпаки; змінює величину напруги змінного і постійного струмів, частоту, число фаз і ін.

Електромашинний компенсатор – електрична машина, яка здійснює генерування реактивної потужності в електричних установках для поліпшення енергетичних показників джерел і приймачів електричної енергії.

Електромашинний підсилювач – електрична машина, яка використовується для керування об'єктами відносно великої потужності за допомогою електричних сигналів малої потужності, які подаються на його обмотку збудження.

Електромеханічний перетворювач сигналів – електрична машина, яка генерує, перетворює й підсилюєь різні сигнали.

Трансформатор – статичний електромагнітний пристрій, що має дві або більше число індуктивно зв’язаних обмоток і призначений для перетворення за допомогою електромагнітної індукції однієї (первинної) системи змінного струму в іншу (вторинну) систему змінного струму.

Мікромашина – електрична машина, потужність якої становить від часток вата до 500 Вт.

Тахогенератор – електрична машина, яка перетворює механічне обертання вала в електричний сигнал – напругу, пропорційну частоті обертання вала.

Машина синхронного зв'язку – електрична машина, яка здійснює синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей.

Обертовий трансформатор – електрична машина, яка дає на виході напругу, пропорційну тій чи іншій функції кута повороту ротора, наприклад синусові або косинусові цього кута або самому куту.

Силові трансформатори – трансформатори, які призначені для перетворення електричної енергії в мережах енергосистем і споживачів електричної енергії.

Сухий трансформатор – трансформатор з повітряним охолодженням.

Масляний трансформатор – трансформатор з масляним охолодженням.

Номінальні величини – величини, які відповідають режиму роботи електричної машини, для якої вона призначена заводом-виробником.

Магнітопровід трансформатора – служить для локалізації в ньому основного магнітного потоку і зменшення опору магнітного кола, а також є основою для встановлення і кріплення обмоток, виводів, перемикачів.

Ввод трансформатора – прохідний ізолятор разом зі струмоведучим стрижнем і кріпильними деталями.

Обмотка високої напруги – обмотка більш високої напруги трансформатора.

Обмотка низької напруги – обмотка нижчої напруги трансформатора.

Коефіцієнт трансформації – відношення ЕРС первинної обмотки до ЕРС вторинної обмотки (або відношення їхніх чисел витків).

Знижувальний трансформатор – трансформатор, у якого число витків первинної обмотки більше за число витків вторинної обмотки (первинна напруга більша за вторинну).

Підвищувальний трансформатор – трансформатор, у якого число витків первинної обмотки менше за число витків вторинної обмотки (первинна напруга менша за вторинну).

Ідеалізований трансформатор – це трансформатор, в якому магнітний потік повністю замикається по сталевому магнітопроводу і зчеплений з обома обмотками, а втрати в сталі відсутні.

Режим холостого ходу трансформатора – режим роботи, при якому коло вторинної обмотки розімкнуте.

Магнітні втрати – втрати енергії від гістерезису і вихрових струмів.

Електричні втрати – втрати в обмотках: втрати на нагрівання проводу при протіканні по ньому струму.

Реальний трансформатор – трансформатор, який крім основного магнітного потоку, що замикається по сталі, і зчепленого з усіма обмотками, має також потоки розсіювання, які зчеплені лише з однією з обмоток.

Векторна діаграма – графічна інтерпретація основних рівнянь.

Схема заміщення – електрична схема, у якій магнітний зв'язок між обмотками замінений електричним.

Холостий хід трансформатора – це такий режим, коли вторинна обмотка розімкнена (відсутнє навантаження).

Характеристика холостого ходу трансформатора – залежності струму холостого ходу, потужності холостого ходу, коефіцієнта потужності холостого ходу від первинної напруги.

Коротке замикання трансформатора – це такий режим, коли вторинна обмотка замкнута накоротко, а до первинної за допомогою регулятора напруги підводять понижену напругу такого значення, при якому струми короткого замикання в обмотках трансформатора стають рівними номінальним струмам в первинній і вторинній обмотках.

Характеристики короткого замикання трансформатора – залежності струму короткого замикання, потужності короткого замикання і коефіцієнта потужності короткого замикання від напруги короткого замикання.

Напруга короткого замикання трансформатора – напруга, при якій струми в його обмотках рівні номінальним значенням.

Зміна напруги трансформатора – арифметична різниця між вторинною напругою трансформатора на холостому ході і при навантаженні, коли первинна напруга постійна і рівна номінальній і частота струму також постійна і рівна номінальній.

Змінні втрати – втрати, які змінюються при зміні навантаження.

Постійні втрати – втрати, які залишаються постійними при зміні навантаження.

Енергетична діаграма – діаграма, яка характеризує процес перетворення енергії в електричній машині.

Коефіцієнт корисної дії – відношення активних потужностей – корисної, що віддається навантаженню, до споживаної.

Електромагнітна потужність трансформатора – потужність, яка надходить у його вторинне коло.

Паралельна робота трансформаторів – це робота, коли їхні вторинні обмотки підключені до спільного навантаження, а первинні обмотки заживлені від однієї мережі.

Струм врівноваження трансформаторів – струм, який обумовлений різницею вторинних напруг трансформаторів при їх паралельній роботі.

Багатообмоткові трансформатори – трансформатори, які на кожному із стрижнів мають не дві обмотки, а більшу їх кількість з різним числом витків.

Автотрансформатор – це такий трансформатор, у якого обмотка низької напруги електрично (гальванічно) зв'язана з обмоткою високої напруги, внаслідок чого потужність з первинної обмотки у вторинну передається не лише електромагнітним, а й електричним шляхом.

Прохідна потужність автотрансформатора – потужність, що передається з первинного кола у вторинне і далі навантаженню.

Розрахункова (типова) потужність автотрансформатора – потужність, що передається у вторинне коло електромагнітним полем.

Вимірювальні трансформатори – трансформатори, які використовуються в колах змінного струму для розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів, а також для підключення до кіл високої напруги обмоток реле, що забезпечують захист електричних установок від аварійних режимі.

Зварювальний трансформатор – це знижувальний однофазний двообмотковий сухий трансформатор, який перетворює напругу мережі 220 В або 380 В в напругу 60-75 В, необхідну для надійного запалювання і горіння електричної дуги між металевим електродом і деталями, що зварюються.

Імпульсний трансформатор – трансформатор, який призначений для зміни амплітуди імпульсів, виключення постійної складової тощо.

Пік-трансформатор – трансформатор, який призначений для перетворення синусоїдної напруги, що подається на первинну обмотку, в імпульси напруги пікоподібної форми на виході вторинної обмотки.

Зубцеве (пазове) ділення – це довжина дуги по внутрішній окружності статора між серединами сусідніх зубців або пазів.

Асинхронна машина – це електрична машина змінного струму, в якій частота обертання ротора при постійній частоті змінного струму мережі живлення змінюється зі зміною навантаження й відрізняється від синхронної (частоти обертання магнітного поля).

Ковзання – різниця частот обертання обертового магнітного поля та ротора.

Трансформаторний режим роботи асинхронної машини – режим, при якому її ковзання рівне одиниці (загальмований ротор), а частота струму в обмотці роторі рівна частоті струму в обмотці статора.

Схема заміщення **асинхронної машини –** поєднання двох схем заміщення обмотки статора та обмотки ротора.

Електромагнітна потужність електричного двигуна – потужність, яка передається за допомогою магнітного поля зі статора до ротора.

Потужність ковзання асинхронного двигуна – потужність, що розвивається у його вторинному колі.

Механічна характеристика – залежність кутової швидкості (швидкості обертання) від моменту на валу.

Критична швидкість обертання асинхронного двигуна – швидкість, при якій він досягає максимального (критичного) моменту.

Критичне ковзання асинхронного двигуна – ковзання, при якому він досягає максимального (критичного) моменту.

Стійкий режим роботи електродвигуна – режим, в якому він здатний відновлювати усталену швидкість обертання при короткочасних збуреннях, викликаних зовнішніми факторами (наприклад, зміною навантаження або зміною напруги живлення).

Робочі характеристики асинхронного двигуна – залежності швидкості обертання, ковзання, моменту на валові, струму статора, коефіцієнта потужності, ККД, потужності, що споживається з мережі, від корисної потужності на валові при номінальних й незмінних напрузі мережі живлення та її частоті.

Холостий хід електричного двигуна – режим, при якому відсутнє навантаження на його валові.

Робоча точка механічної характеристики електродвигуна – точка перетину механічних характеристик електродвигуна та статичного навантаження.

Холостий хід електродвигуна – режим роботи, при якому відсутнє навантаження на його валові ($M_c = 0$ і $P_2 = 0$).

Режим короткого замикання асинхронного електродвигуна – режим роботи, при якому його ротор загальмований ($n = 0$), а вторинна обмотка замкнена накоротко. При цьому слід розрізняти лабораторний режим короткого замикання (описаний тут) та експлуатаційний. Перший є повністю контрольованим, а другий – непередбачуваний.

Пуск електродвигуна – процес рушання електродвигуна з нерухомого стану та подальший його розгін до відповідної швидкості обертання, яка визначається певними факторами (моментом статичного навантаження, напругою живлення тощо).

Регулювання швидкості електродвигуна – забезпечення можливості змінювати швидкість відповідно до вимог технологічного процесу.

Асинхронний каскад – поєднання асинхронного двигуна з перетворювальною установкою або з перетворювальною установкою і допоміжним двигуном.

Вентильний каскад або асинхронно-вентильний каскад (АВК) – використання в асинхронних каскадах напівпровідникого перетворювача.

Гальмівні режими електродвигуна – режими роботи електродвигуна, які призначені для його гальмування.

Однофазний асинхронний електродвигун – має на статорі однофазну обмотку, яку називають робочою, а на роторі – обмотку у вигляді білячої клітки, як і в трифазного короткозамкненого двигуна.

Асинхронний електродвигун з пусковою обмоткою – однофазний електродвигун, який містить на статорі крім робочої обмотки пускову обмотку. Їх розташовують на статорі таким чином, щоб їхні осі були зміщені одна відносно одної на 90 електричних градусів. Крім того, струми в цих обмотках повинні бути зсунуті за фазою один відносно одного. Для цього в коло пускової обмотки включають фазозсувний елемент, найкраще для цього використовувати ємність.

Конденсаторний електродвигун **–** асинхронний однофазний електродвигун, який містить робочу й пускову обмотки, а також пусковий та робочий конденсатори.

Синхронна машина – машина змінного струму, в якій швидкість обертання ротора знаходиться в строгій відповідності з частотою мережі.

Демпферна обмотка – обмотка синхронної машини, яка розміщується в полюсних наконечниках явнополюсного ротора й складається з неізольованих стрижнів (латунних, бронзових), вкладених у пази, з'єднаних по торцях короткозамкненими кільцями з мідної шини та призначена для демпфування коливань ротора при відхиленні його швидкості від синхронної. Синхронні машини малої потужності (до 10 кВт) можуть виконуватися без ДО.

Реакція якоря – викривлення силових ліній основного магнітного поля, створеного струмом обмотки збудження, силовими лініями магнітного поля, створеного струмом навантаження.

Поперечна реакція якоря синхронної машини – реакція якоря при чисто активному характері кола якоря. В такому випадку струм статора збігається за фазою з ЕРС генератора, створеною магнітним потоком індуктора (кут між ЕРС холостого ходу і струмом якоря $\psi = 0$). Такий режим можна отримати при активному навантаженні, якщо компенсувати індуктивний опір обмотки якоря ємністю, включеною в коло навантаження. При цьому лінії магнітного потоку якоря перпендикулярні до поздовжньої осі *d* машини.

Поздовжня розмагнічувальна реакція якоря синхронної машини – реакція якоря при чисто індуктивному характері кола якоря. При цьому зсув за фазою між ЕРС холостого ходу та струмом якоря $\psi = 90°$. Магнітний потік якоря на всіх ділянках магнітного кола направлений зустрічно магнітному потоку індуктора, а обидва потоки протікають по поздовжній осі в індукторі.

Поздовжня намагнічувальна реакція якоря синхронної машини – реакція якоря при чисто ємнісному характері кола якоря. При цьому зсув за фазою між ЕРС холостого ходу та струмом якоря $\psi = -90°$. Магнітні потоки індуктора та якоря додаються на всіх ділянках магнітного кола.

Кут електромагнітного навантаження синхронної машини – кут θ між магнітним потоком індуктора і магнітним потоком розсіювання.

Характеристика холостого ходу генератора – залежність вихідної напруги від струму збудження при відсутності навантаження (коло обмотки якоря розімкнене) та при номінальній швидкості обертання вала.

Характеристика короткого замикання генератора – залежність струму якоря від струму збудження при замиканні виводів обмотки якоря (вихідна напруга рівна нулю) та при номінальній швидкості обертання вала.

Відношення короткого замикання (ВКЗ) синхронної машини – відношення струму збудження, що відповідає номінальній напрузі при холостому ході до струму збудження, що відповідає номінальному струму при короткому замиканні.

Навантажувальна характеристика генератора – залежність напруги на виводах обмотки якоря від струму збудження при постійному навантаженні та постійній швидкості обертання (для синхронного генератора – ще й при постійному коефіцієнті потужності).

Зовнішня характеристика генератора – залежність напруги на виводах генератора від навантаження при постійному струмі збудження та постійній швидкості обертання.

Регулювальна характеристика генератора – залежність струму збудження від навантаження (струму якоря), необхідна для підтримання постійної номінальної напруги на виводах.

Паралельна робота генераторів з мережею – це робота, коли їхні обмотки якоря підключені до спільної електричної мережі.

Синхронізація генератора – процес увімкнення синхронної машини на паралельну роботу з мережею.

Кутова характеристика синхронної машини – залежність потужності (моменту) синхронної машини від кута електромагнітного навантаження.

Статичне перевантаження – відношення максимального моменту (або потужності) машини до його номінального значення.

Синхронізуюча потужність та синхронізуючий момент синхронної машини – величини, які характеризують здатність машини утримуватись в синхронізмі.

Перезбуджений режим роботи синхронної машини – режим, при якому ЕРС генератора буде більшою за напругу мережі, а різниця ЕРС в

контурі «мережа – машина» не буде нульовою і направлена в сторону ЕРС машини.

Недозбуджений режим роботи синхронної машини – режим, при якому ЕРС генератора менша від напруги мережі, а різниця ЕРС має напрямок, що збігається з вектором напруги мережі.

U-подібна характеристика синхронного генератора – залежність струму якоря від струму збудження для машини, яка працює на електричну мережу.

Лінія статичної стійкості синхронного генератора – лінія, яка обмежує *U*-подібні характеристики з боку менших значень струму збудження.

Синхронний компенсатор – синхронний двигун, що працює без навантаження на валу; при цьому по обмотці якоря проходить практично тільки реактивний струм. Синхронний компенсатор може працювати в режимі покращення cosφ або в режимі стабілізації напруги.

Робочі характеристики синхронного двигуна – залежності моменту на валу, струму якоря, спожитої потужності та ККД від навантаження, тобто потужності на валу.

Одноосьовий ефект синхронного двигуна – явище роботи синхронного двигуна з усталеною швидкістю, що відповідає половині синхронної (застрягання ротора на півсинхронній швидкості).

Статична стійкість синхронної машини, що працює паралельно з мережею, – здатність її зберігати синхронне обертання при зміні зовнішнього обертального або гальмівного моменту, прикладеного до її вала. Статична стійкість забезпечується тільки при кутах навантаження, що відповідають моменту, меншому за максимальне значення.

Реактивний двигун – спеціальний синхронний двигун, який має явнополюсну конструкцію без обмотки збудження на полюсах пустотілого ротора, а магнітний потік створюється обмоткою якоря. Обертальний момент залежить від співвідношення між індуктивними опорами по поздовжній та поперечній осях.

Гістерезисний двигун – спеціальний синхронний двигун, який має пустотілий ротор з кільцем з магнітно-твердого матеріалу, що має широку петлю гістерезису, насадженого на ротор. Чим ширша петля гістерезису матеріалу, з якого виготовлений ротор, тим більша залишкова індукція й тим більший обертальний момент буде розвивати двигун.

Кроковий двигун – спеціальний синхронний двигун, який має явнополюсне виконання, а на статорі розташовані обмотки керування, які по черзі у певній послідовності одержують сигнал від електронного комутатора. Для зменшення кута повороту ротора (збільшення кількості кроків за один оберт) потрібно збільшувати кількість обмоток керування на статорі та збільшувати кількість полюсів на роторі.

Вентильний двигун – двигун, в якого індуктор знаходиться на роторі у вигляді постійних магнітів, а якірна обмотка знаходиться на статорі. Напруга живлення обмоток двигуна формується залежно від положення ротора. Якщо в двигуні постійного струму для цієї мети використовувався колектор, то у вентильному двигуні його функцію виконує напівпровідниковий комутатор. Основною відмінністю вентильного двигуна від синхронного є його самосинхронізація за допомогою датчика положення ротора, внаслідок чого у вентильному двигуні, навпаки, частота обертання поля пропорційна частоті обертання ротора, а частота обертання ротора залежить від напруги живлення.

Основні полюси зі струмом в котушках обмотки машини постійного струму – призначені для створення основного магнітного поля.

Додаткові полюси зі струмом в котушках обмотки машини постійного струму – призначені для зменшення іскріння щіток і розташовані симетрично між основними полюсами, містять обмотку з товстого ізольованого проводу (включається послідовно з якорем).

Компенсаційна обмотка – обмотка машини постійного струму, яка призначена для боротьби з викривленням кривої магнітного поля (реакції якоря) й збільшенням напруги між колекторними пластинами. Вона розміщається в пазах, виштампуваних у полюсних наконечниках так, щоб напрямок струмів у цій обмотці і обмотці якоря в межах кожного полюсного ділення були протилежними.

Геометрична нейтраль – площина, яка проходить через вісь машини під кутом, при якому вона перпендикулярна до силових ліній основного магнітного поля.

Фізична нейтраль – площина, яка проходить через вісь машини під кутом, при якому вона перпендикулярна до силових ліній результуючого магнітного поля.

Поперечна реакція якоря машини постійного струму – реакція якоря при установленні щіток на геометричну нейтраль, внаслідок чого поле якоря спрямоване поперек осі полюсів.

Поздовжня реакція якоря машини постійного струму – реакція якоря при зрушені щіток з геометричної нейтралі на 90° ел.

Магнітоелектричні ***генератори*** – генератори постійного струму, які збуджуються постійними магнітами, з яких виготовляються полюси машини.

Генератори із самозбудженням – генератори постійного струму, в яких обмотка збудження одержує живлення від власного якоря. У залежності від способу її включення генератори із самозбудженням підрозділяються *на генератори з паралельним, послідовним і змішаним збудженням.*

Шунтова електрична машина – машина постійного струму, в якій основне магнітне поле створюється шунтовою (паралельною) обмоткою збудження.

Серієсна електрична машина – машина постійного струму, в якій основне магнітне поле створюється серієсною (послідовною) обмоткою збудження.

Компаундна електрична машина – машина постійного струму, в якій основне магнітне поле створюється як шунтовою (паралельною), так і серієсною (послідовною) обмотками збудження. При цьому 80% створення основного магнітного поля забезпечується шунтовою обмоткою, а 20% – серієсною.

Характеристичний (реактивний) трикутник – трикутник, який визначає величину реакції якоря і спад напруги в колі якоря. Будується для знаходження величини реакції якоря за експериментальними даними і використовується також для побудови деяких характеристик машини, якщо вони не можуть бути зняті експериментально.

Комутація – процес перемикання секції із однієї паралельної вітки на іншу.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Опис системи поточного і підсумкового контролю та критеріїв оцінювання знань студентів

Електричні машини, що вивчаються в курсі «Електричні машини», є складовою систем автоматизації технологічних процесів. Знання матеріалу курсу забезпечує розуміння електропривода та способів управління ним.

Мета викладання дисципліни – отримання студентами теоретичних і практичних знань процесів електромагнітного та електромеханічного перетворення енергії, конструкцій та характеристик електричних машин і трансформаторів, а також впливу їх параметрів на експлуатаційні якості машин в стаціонарних та перехідних режимах їх роботи.

По закінченню вивчення дисципліни студенти мають можливість отримати теоретичні й практичні знання процесів електромагнітного та електромеханічного перетворення енергії, конструкцій та характеристик електричних машин і трансформаторів, а також впливу їх параметрів на експлуатаційні якості машин в стаціонарних та перехідних режимах їх роботи.

В результаті вивчення курсу студенти повинні вміти вибирати електричну машину або трансформатор для конкретних умов їх використання, аналізувати та описувати усталені та перехідні процеси в них, виконувати випробування основних типів машин і трансформаторів та їх технічне обслуговування в експлуатації.

Теоретичною базою курсу «Електричні машини» є такі дисципліни: «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Електроматеріалознавство».

Матеріал, що вивчається в дисципліні, забезпечує основу для вивчення дисциплін «Спеціальні електричні машини», «Теорія електропривода», «Моделювання електромеханічних систем», «Автоматизація технологічних комплексів», «Системи керування електроприводами», «Сучасні системи керування електромеханічними системами», «Проектування систем керування електроприводами».

Дисципліна вивчається два триместри, протягом яких студент виконує завдання з чотирьох модулів. Контроль знань в модулі здійснюється за допомогою теоретичного колоквіуму. Підсумковий контроль реалізується за допомогою іспиту в кінці кожного триместру. Студенти виконують курсовий проект. Крім того, студенти заочної форми навчання виконують в п’ятому триместрі контрольну роботу.

В результаті проведення лабораторних занять студенти повинні:

– *знати* правила електробезпеки, основні теоретичні положення дисципліни, схеми включення електричних машин та іншого електрообладнання, методику виконання експерименту, режими роботи електричних машин, їхні характеристики, способи пуску та гальмування машин постійного та змінного струму, умови паралельної роботи трифазних трансформаторів;

– *уміти* складати та перевіряти правильність складених схем, знімати експериментальні дані, розрахувати необхідні характеристики, оцінювати похибки експерименту, будувати графіки характеристик, аналізувати результати експерименту.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час 4 колоквіумів, захисту лабораторних робіт, тестування, іспитів, захисту курсового проекту.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до колоквіумів, написання контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних та лабораторних занять, колоквіумів, тестування, написання курсового проекту, іспитів.

Інструкція щодо вивчення курсу

При вивченні курсу для отримання максимального результату від його вивчення слід поєднувати вивчені теоретичні знання з їх перевіркою на лабораторних роботах під час експериментального дослідження електричних машин.

Матеріал рекомендується закріпити додатковою інформацією з мережі Internet про етапи розвитку електричних машин для більш ширшого уявлення процесу становлення електричних машин як основних електричних апаратів вироблення, передачі та споживання електроенергії, а також розв’язанням задач з даної тематики та шляхом комп’ютерного моделювання режимів роботи електричних машин.

Для курсового проектування та оформлення звітів з лабораторних робіт рекомендується скористатися пакетами прикладних програм Microsoft Office (Word, Excel, Visio), MATLAB та MATHCAD.

ТЕМА 1 ВСТУП

Перелік питань для розгляду до теми 1

1. Предмет курсу.
2. Класифікація електричних машин.
3. Історія розвитку електричних машин.

Література до теми 1

Рекомендована література [1 – 3].

Контрольні запитання до теми 1

1. Яка мета вивчення дисципліни?
2. Дайте коротку характеристику періодів розвитку електричних машин.
3. Для чого призначені електромашинні перетворювачі, електромашинні компенсатори, електромашинні підсилювачі, електромеханічні перетворювачі сигналів?
4. Які електричні машини відносяться до мікромашин, машин малої потужності, машин середньої потужності?
5. Які електричні машини відносяться до тихохідних, середньошвидкісних, швидкісних, надшвидкісних?
6. Які електричні машини відносяться до силових мікродвигунів, керованих мікродвигунів, тахогенераторів, обертових трансформаторів, машин синхронного зв’язку?

Тестові завдання за матеріалами теми 1

1. Електромашинні перетворювачі призначені для:
   1) перетворення змінного струму у постійний і навпаки; зміни величини напруги змінного і постійного струмів, частоти, числа фаз і ін.;
   2) генерування реактивної потужності в електричних установках для поліпшення енергетичних показників джерел і приймачів електричної енергії;
   3) генерування, перетворення та підсилення різних сигналів;
   4) керування об'єктами відносно великої потужності за допомогою електричних сигналів малої потужності, які подаються на їхні обмотки збудження (керування).

2. Електромашинні компенсатори призначені для:
   1) генерування, перетворення та підсилення різних сигналів.

2) перетворення змінного струму у постійний і навпаки; зміни величини напруги змінного і постійного струмів, частоти, числа фаз і ін.;
3) генерування реактивної потужності в електричних установках для поліпшення енергетичних показників джерел і приймачів електричної енергії;
4) керування об'єктами відносно великої потужності за допомогою електричних сигналів малої потужності, які подаються на їхні обмотки збудження (керування).

3. Електромашинні підсилювачі призначені для:
1) перетворення змінного струму у постійний і навпаки; зміни величини напруги змінного і постійного струмів, частоти, числа фаз і ін.;
2) генерування, перетворення та підсилення різних сигналів;
3) генерування реактивної потужності в електричних установках для поліпшення енергетичних показників джерел і приймачів електричної енергії;
4) керування об'єктами відносно великої потужності за допомогою електричних сигналів малої потужності, які подаються на їхні обмотки збудження (керування).

4. Електромеханічні перетворювачі сигналів призначені для:
1) перетворення змінного струму у постійний і навпаки; зміни величини напруги змінного і постійного струмів, частоти, числа фаз і ін.;
2) генерування, перетворення та підсилення різних сигналів;
3) генерування реактивної потужності в електричних установках для поліпшення енергетичних показників джерел і приймачів електричної енергії;
4) керування об'єктами відносно великої потужності за допомогою електричних сигналів малої потужності, які подаються на їхні обмотки збудження (керування).

5. Мікромашини – це електричні машини, потужність яких обмежується:
1) 300 Вт;
2) 500 Вт;
3) 750 Вт;
4) 1000 Вт.

6. Машини малої потужності – це електричні машини, потужність яких знаходиться в діапазоні:
1) від 0,5 кВт до 10 кВт;
2) від 0,25 кВт до 1 кВт;
3) від 0,75 кВт до 5 кВт;
4) від 1 кВт до 10 кВт.

7. Машини середньої потужності – це електричні машини, потужність яких знаходиться в діапазоні:
   1) від 25 кВт до 500 кВт;
   2) від 1 кВт до 100 кВт;
   3) від 5 кВт до декількох сотень кіловатів;
   4) від 10 кВт до декількох сотень кіловатів.

8. В тихохідних електричних машинах частота обертання знаходиться в діапазоні:
   1) до 100 об/хв;
   2) до 250 об/хв;
   3) до 300 об/хв;
   4) до 500 об/хв.

9. В середньошвидкісних електричних машинах частота обертання знаходиться в діапазоні:
   1) від 250 об/хв до 1000 об/хв;
   2) від 300 об/хв до 1500 об/хв;
   3) від 500 об/хв до 1500 об/хв;
   4) від 500 об/хв до 3000 об/хв.

10. В швидкісних електричних машинах частота обертання знаходиться в діапазоні:
   1) від 1000 об/хв до 5000 об/хв;
   2) від 1500 об/хв до 1000 об/хв;
   3) від 3000 об/хв до 6000 об/хв;
   4) від 1500 об/хв до 6000 об/хв.

11. В надшвидкісних електричних машинах частота обертання більша:
   1) 3000 об/хв;
   2) 5000 об/хв;
   3) 6000 об/хв;
   4) 10000 об/хв.

12. Силові мікродвигуни – це електричні мікромашини, які
   1) приводять в обертання різні механізми автоматичних пристроїв, самописних приладів і ін.;
   2) перетворюють підведений до них електричний сигнал у механічне переміщення вала, тобто відпрацьовують відповідні команди;
   3) перетворюють механічне обертання вала в електричний сигнал – напругу, пропорційну частоті обертання вала;
   4) дають на виході напругу, пропорційну тій чи іншій функції кута повороту ротора, наприклад синусові або косинусові цього кута або самому кутові;
   5) здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей; здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей.

13. Керовані мікродвигуни – це електричні мікромашини, які
   1) приводять в обертання різні механізми автоматичних пристроїв, самописних приладів і ін.;

2) перетворюють підведений до них електричний сигнал у механічне переміщення вала, тобто відпрацьовують відповідні команди;
3) перетворюють механічне обертання вала в електричний сигнал – напругу, пропорційну частоті обертання вала;
4) дають на виході напругу, пропорційну тій чи іншій функції кута повороту ротора, наприклад синусові або косинусові цього кута або самому кутові;
5) здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей; здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей.

14. Тахогенератори – це електричні мікромашини, які
1) приводять в обертання різні механізми автоматичних пристроїв, самописних приладів і ін.;
2) перетворюють підведений до них електричний сигнал у механічне переміщення вала, тобто відпрацьовують відповідні команди;
3) перетворюють механічне обертання вала в електричний сигнал – напругу, пропорційну частоті обертання вала;
4) дають на виході напругу, пропорційну тій чи іншій функції кута повороту ротора, наприклад синусові або косинусові цього кута або самому кутові;
5) здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей; здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей.

15. Обертові трансформатори – це електричні мікромашини, які
1) приводять в обертання різні механізми автоматичних пристроїв, самописних приладів і ін.;
2) перетворюють підведений до них електричний сигнал у механічне переміщення вала, тобто відпрацьовують відповідні команди;
3) перетворюють механічне обертання вала в електричний сигнал – напругу, пропорційну частоті обертання вала;
4) дають на виході напругу, пропорційну тій чи іншій функції кута повороту ротора, наприклад синусові або косинусові цього кута або самому кутові;
5) здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей; здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей.

16. Машини синхронного зв’язку – це електричні мікромашини, які
    1) приводять в обертання різні механізми автоматичних пристроїв, самописних приладів і ін.;
    2) перетворюють підведений до них електричний сигнал у механічне переміщення вала, тобто відпрацьовують відповідні команди;
    3) перетворюють механічне обертання вала в електричний сигнал – напругу, пропорційну частоті обертання вала;
    4) дають на виході напругу, пропорційну тій чи іншій функції кута повороту ротора, наприклад синусові або косинусові цього кута або самому кутові;
    5) здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей; здійснюють синхронний і синфазний поворот або обертання декількох механічно не зв'язаних між собою осей.

Підсумок з матеріалу теми 1

Після проходження даної лекції студент повинен знати:

– предмет та мету курсу;

– історію розвитку електричних машин;

– класифікацію електричних машин: за призначенням; за видом струму і принципом дії; за потужністю; за частотою обертання;

– класифікацію мікромашин.

ТЕМА 2 ТРАНСФОРМАТОРИ

Перелік питань для розгляду до теми 2

1. Загальні відомості про трансформатори. Призначення та області застосування трансформаторів. Класифікація трансформаторів. Будова і принцип дії трансформатора. Номінальні величини трансформатора.
2. Магнітопроводи, обмотки трансформатора. Конструктивні частини та способи охолодження трансформаторів. Особливості роботи трансформатора малої потужності.
3. Ідеалізований трансформатор.
4. Струм намагнічування та струм холостого ходу трансформатора.
5. Комплексні рівняння і векторна діаграма трансформатора.
6. Схема заміщення трансформатора: складання схеми заміщення, визначення параметрів схеми заміщення. Досліди холостого ходу та короткого замикання.
7. Зміна вторинної напруги і зовнішні характеристики трансформатора. Зменшення спаду напруги.
8. Перенапруги в трансформаторах: причини появи перенапруг; схема заміщення при перенапругах; розподіл напруги по обмотці на початку перехідного процесу; розподіл напруги по обмотці протягом перехідного процесу. Захист трансформаторів від перенапруг.
9. Енергетична діаграма. Втрати. Коефіцієнт корисної дії трансформатора.
10. Схеми та групи з’єднань обмоток трансформатора.
11. Паралельна робота трансформаторів: умови ввімкнення на паралельну роботу; розподіл навантажень. Паралельна робота трансформаторів з неоднаковими напругами короткого замикання. Вибір числа паралельно ввімкнених трансформаторів.
12. Регулювання напруги трансформаторів.
13. Багатообмоткові трансформатори та автотрансформатор.
14. Перехідні процеси в трансформаторах. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів: загальний метод аналізу несиметричних режимів; несиметричне навантаження при відсутності струмів нульової послідовності; несиметричне навантаження при наявності струмів нульової послідовності.
15. Вимірювальні трансформатори: області застосування; трансформатор напруги; трансформатор струму.
16. Трансформатори для вентильних перетворювачів; схеми з'єднання обмоток; типова потужність трансформатора; підмагнічування сердечника трансформатора; регулювання напруги.

17. Трансформатори з плавним регулюванням напруги. пік-трансформатори. Реактори і реактивні котушки, імпульсні трансформатори. Трансформатори для електродугового зварювання, перетворення числа фаз і частоти. Трансформатори для автоматичних пристроїв.

Лабораторні роботи з теми 2

1. Дослідження трифазного двообмоткового трансформатора.
2. Дослідне визначення групи з'єднання обмоток трифазного трансформатора.
3. Дослідження паралельної роботи трифазних двообмоткових трансформаторів.

Література до теми 2

Рекомендована література [1, 3 – 5].

Контрольні запитання до теми 2

1. Що називається трансформатором?
2. В чому полягає суть передачі і розподілу електричної енергії трансформаторами?
3. Особливості використання трансформаторів для забезпечення потрібної схеми ввімкнення вентилів у перетворювальних пристроях і узгодження напруг на вході і виході перетворювача.
4. Особливості використання вимірювальних трансформаторів.
5. Які параметри є номінальними величинами трансформатора?
6. Які елементи конструкції трансформатора складають його активну частину?
7. Що являє собою електротехнічна сталь магнітопроводу трансформатора?
8. Що являє собою ярмо трансформатора?
9. Які є способи охолодження трансформаторів?
10. На чому базується принцип роботи трансформатора?
11. Чи може працювати трансформатор на постійному струмі?
12. Згідно з яким законом індукуються ЕРС в обмотках трансформатора?
13. Як визначається ЕРС, яка індукується в обмотках трансформатора?
14. Як визначається коефіцієнт трансформації трансформатора?
15. Як отримати трансформатор з вторинною напругою, більшою, за первинну?

16. Як змінюється струм в обмотках трансформатора при зміні коефіцієнта трансформації?
17. Як змінюється потужність трансформатора в процесі його функціонування?
18. Дати визначення поняття «ідеалізований трансформатор».
19. Чим характеризується режим холостого ходу трансформатора?
20. Як на векторній діаграмі розміщуються вектор струм холостого ходу ідеалізованого трансформатора та вектор магнітного потоку відносно один до одного?
21. Як на векторній діаграмі при активно-індуктивному навантаженні ідеалізованого трансформатора розміщуються вектор струму вторинної обмотки відносно вектора ЕРС первинної обмотки?
22. В чому полягає суть закону рівноваги магніторушійних сил ідеалізованого трансформатора?
23. Як визначається компенсаційний струм ідеалізованого трансформатора?
24. Як магніторушійна сила, створена компенсаційним струмом, впливає на магніторушійну силу вторинної обмотки?
25. Чим визначаються величина і форма струму холостого ходу трансформатора?
26. Що являє собою магнітна характеристика трансформатора?
27. Яка форма і який тип струму намагнічування трансформатора?
28. Що компенсує магнітні втрати в режимі холостого ходу трансформатора?
29. Як співвідносяться активна і реактивна складові струму холостого ходу трансформатора?
30. Яка відмінність реального трансформатора від ідеалізованого?
31. Система комплексних рівнянь трансформатора.
32. Що являють собою електрорушійні сили самоіндукції трансформатора?
33. Яким чином отримують приведений трансформатор?
34. Як визначається електромагнітна потужність вторинної обмотки трансформатора?
35. Як визначається струм вторинної обмотки приведеного трансформатора?
36. Як визначається електрорушійна сила вторинної обмотки приведеного трансформатора?
37. Як визначається приведений активний опір вторинної обмотки трансформатора?
38. Як визначається приведений повний опір вторинної обмотки трансформатора?
39. Система рівнянь приведеного трансформатора.

40. Що таке векторна діаграма трансформатора?
41. Яким чином розташовані на комплексній площині вектори трансформатора при різних навантаженнях?
42. Як визначається кут між вектором приведеного струму вторинної обмотки і вектором приведеної ЕРС цієї ж обмотки трансформатора при його активно-індуктивному та активно-ємнісному навантаженні?
43. Що таке схема заміщення трансформатора?
44. Як визначається еквівалентний опір схеми заміщення трансформатора?
45. На що витрачається вхідна потужність трансформатора в режимі холостого ходу?
46. Чим нехтують в режимі холостого ходу трансформатора при його розрахунку?
47. Що таке характеристики холостого ходу трансформатора і який вони мають вигляд?
48. Як визначається опір кола намагнічування трансформатора в режимі холостого ходу?
49. Як визначається коефіцієнт потужності трансформатора в режимі холостого ходу?
50. Що таке режим короткого замикання трансформатора?
51. Чим нехтують при розрахунку трансформатора в режимі короткого замикання?
52. Який вигляд має рівняння напруг трансформатора при його роботі в режимі короткого замикання?
53. Що таке характеристики короткого замикання трансформатора і який вони мають вигляд?
54. Що таке напруга короткого замикання трансформатора?
55. Як змінюється магнітний потік трансформатора при переході від режиму номінальної роботи до режиму короткого замикання?
56. Що таке зміна напруги трансформатора?
57. Як в трансформаторі можна визначити відносний номінальний спад напруги?
58. Чому пропорційна зміна напруги трансформатора?
59. Який вигляд мають залежності зміни напруги від коефіцієнта навантаження трансформатора?
60. При чому сильніше змінюється вторинна напруга трансформатора?
61. Як впливають потоки розсіювання трансформатора на зміну його напруги?
62. Що таке зовнішня характеристика трансформатора і який вона має вигляд?
63. Від чого залежить відносна зміна напруги ΔU_2 трансформатора при заданому значенні β?

64. Які втрати трансформатора є змінними?
65. Які втрати трансформатора є постійними?
66. Який вигляд має залежність втрат трансформатора від навантаження?
67. Чому можна прийняти рівним значення електричних втрат трансформатора?
68. Як можна визначити електричні втрати трансформатора?
69. Чому пропорційні магнітні втрати в сердечнику трансформатора?
70. Чому пропорційні магнітні втрати трансформатора від гістерезису?
71. Які втрати трансформатора є постійними?
72. Які втрати трансформатора є змінними?
73. З чого виконують магнітопровід трансформатора для зменшення магнітних втрат?
74. Що таке електромагнітна потужність трансформатора?
75. Як визначається активна потужність на виході трансформатора?
76. Як визначається ККД трансформатора?
77. Чому зменшується ККД трансформатора після досягнення оптимуму при подальшому збільшенні навантаження?
78. Як визначається оптимальний коефіцієнт навантаження трансформатора?
79. Дайте характеристику умов, коли потрібно здійснювати регулювання напруги трансформатора.
80. Яким чином можна здійснювати стабілізацію вторинної напруги при незначній зміні первинної напруги трансформатора?
81. Яким чином можна реалізувати в трансформаторі регулювання вторинної напруги при незмінній первинній напрузі?
82. Яким чином можна реалізувати в трансформаторах регулювання напруги шляхом перемикання відгалужень без збудження?
83. На якій стороні трансформатора виконуються відпайки для регулювання напруги шляхом перемикання відгалужень без збудження?
84. В яких межах в трансформаторах здійснюється регулювання напруги шляхом перемикання відгалужень під навантаженням?
85. В яких межах в трансформаторах здійснюється регулювання напруги шляхом перемикання відгалужень без збудження?
86. За якою схемою з’єднують найчастіше обмотку високої напруги трансформатора?
87. Яка із схем з’єднань обмоток трансформатора є неекономічною?
88. Від чого залежить група з’єднань обмоток трансформатора?
89. Якщо обмотки однофазного трансформатора намотані в одну сторону і мають несиметричне маркування виводів, то який напрямок мають індуковані в них ЕРС?

90. Від чого залежить номер групи з’єднання обмоток трансформатора?
91. З якими групами з’єднань найчастіше випускають трифазні силові трансформатори?
92. Дайте визначення поняття «паралельна робота трансформаторів».
93. У яких випадках використовується паралельне ввімкнення трансформаторів?
94. Умови ввімкнення трансформаторів на паралельну роботу.
95. Коли з’являються струми врівноваження при паралельній роботі трансформаторі?
96. В яких межах допускається розходження в коефіцієнтах трансформації трансформаторів, що працюють паралельно з мережею?
97. При яких групах з’єднання трифазних трансформаторів, які працюють паралельно з мережею, виникнуть найбільші струми врівноваження?
98. Що забезпечують однакові напруги короткого замикання трансформаторів, які працюють паралельно з мережею?
99. При яких умовах забезпечується задовільний розподіл навантаження трансформаторів, які працюють паралельно?
100. Які допустимі відношення номінальних потужностей трансформаторів, які ввімкнені на паралельну роботу?
101. Для чого виконують багатообмоткові трансформатори?
102. Скільки дослідів короткого замикання потрібно провести у триобмотковому трансформаторі при визначенні комплексних опорів короткого замикання?
103. Яка потужність багатообмоткового трансформатора є номінальною?
104. Що роблять для зменшення взаємного впливу вторинних обмоток багатообмоткового трансформатора?
105. Дайте визначення поняття «автотрансформатор».
106. Що являє собою прохідна потужність автотрансформатора?
107. Що являє собою типова потужність автотрансформатора?
108. Яка потужність визначає габаритні розміри і масу автотрансформатора?
109. Як визначається прохідна потужність автотрансформатора?
110. Як визначається розрахункова потужність автотрансформатора?
111. Як визначається коефіцієнт вигідності автотрансформатора?
112. Як співвідносяться втрати потужності в автотрансформаторі відносно двообмоткового трансформатора?
113. Як співвідноситься струм короткого замикання автотрансформатора відноссно двообмоткового трансформатора?
114. Для чого призначені вимірювальні трансформатори напруги?
115. Для чого призначені вимірювальні трансформатори струму?
116. Класи точності вимірювальних трансформаторів струму і напруги.

117. Що є характерною рисою вентильних перетворювачів?
118. Як визначається коефіцієнт типової потужності вентильного трансформатора?
119. Як співвідносяться між собою габаритні розміри і маса вентильних трансформаторів відносно звичайних трансформаторів?
120. В яких схемах випрямлення краще забезпечується використання трансформатора?
121. Яка напруга зварювальних трансформаторів є номінальною?
122. Що потрібно для обмеження струму короткого замикання і стійкого горіння дуги зварювального трансформатора?
123. Для чого призначені імпульсні трансформатори?
124. Для чого призначені пік-трансформатори?
125. На чому базується принцип роботи пік-трансформаторів?

Тестові завдання за матеріалами теми 2

1. Дати визначення терміна «трансформатор».
   ✓ власна відповідь.

2. Поясніть суть передачі і розподілу електричної енергії трансформаторами.
   ✓ власна відповідь.

3. Поясніть особливості використання трансформаторів для забезпечення потрібної схеми ввімкнення вентилів у перетворювальних пристроях і узгодження напруг на вході і виході перетворювача.
   ✓ власна відповідь.

4. Поясніть особливості використання вимірювальних трансформаторів.
   ✓ власна відповідь.

5. Номінальними величинами трансформатора є:
   1) струм короткого замикання;
   2) напруга холостого ходу;
   3) спосіб охолодження;
   4) схема і група з’єднань обмоток;
   5) частота обертання;
   6) фазний струм;
   7) лінійний струм;
   8) лінійна напруга;
   9) фазна напруга;
   10) повна потужність;
   11) тип магнітопроводу;
   12) коефіцієнт трансформації.

6. Активну частину трансформаторів складають:
   1) вводи;
   2) магнітопровід;

3) масляний бак;
4) болт заземлення;
5) обмотки;
6) бак.

7. Магнітопровід трансформатора призначений для:
1) замикання вихрових струмів;
2) зменшення опору магнітного кола;
3) перетворення та передачі електроенергії;
4) кріплення обмоток;
5) локалізації магнітних потоків розсіювання.

8. Електротехнічна сталь магнітопроводу трансформатора являє собою сплав:
1) нікелю, хрому і кремнію;
2) заліза, кремнію і графіту;
3) заліза і кремнію;
4) заліза і хрому.

9. Ярмо трансформатора являє собою:
1) частину магнітопроводу, на яку намотані обмотки;
2) несучим елементом його конструкції;
3) частину магнітопроводу, яка служить для перекриття осердь;
4) елемент конструкції, призначений для кріплення вводів.

10. Типи охолодження трансформатора:
1) сухий;
2) масляний;
3) комбінований;
4) водневий;
5) гелієвий.

11. Принцип дії трансформатора базується на:
1) явищі електромагнітної індукції;
2) законі Максвела;
3) законі Ампера;
4) законі Фарадея.

12. Трансформатор на постійному струмі працювати:
1) може;
2) не може;
3) може, але тільки малої потужності;
4) може, але за умови незмінної напруги живлення.

13. Магнітний потік трансформатора індукує в його обмотках ЕРС згідно із законом:
1) Ампера;
2) Фарадея;
3) Максвела;
4) Ленца.

14. Миттєве значення ЕРС, що індукується у вторинній обмотці трансформатора, визначається як:
    1) $e_2 = -w_2(d\Phi/dt)$;
    2) $e_2 = -w_1(d\Phi/dt)$;
    3) $e_2 = w_1(d\Phi/dt)$;
    4) $e_2 = w_2(d\Phi/dt)$.

15. Коефіцієнт трансформації трансформатора визначається як:
    1) $k = w_1/w_2$;
    2) $k = w_2/w_1$;
    3) $k = I_2/I_1$;
    4) $k = I_1/I_2$;
    5) $k = \Phi_1/\Phi_2$.

16. Для отримання $U_2 > U_1$, вибирають трансформатор з
    1) $w_2 > w_1$;
    2) $w_2 < w_1$;
    3) $k > 1$;
    4) $k < 1$.

17. При збільшенні вторинної напруги трансформатора в k раз у порівнянні з первинною, струм у вторинній обмотці:
    1) зменшується в k раз;
    2) збільшується в k раз;
    3) залишається незмінним;
    4) збільшується в k^2 раз;
    5) зменшується в k^2 раз.

18. В процесі перетворення напруг в трансформаторі, його потужність:
    1) не змінюється;
    2) зростає;
    3) зменшується;
    4) збільшується, але незначно;
    5) зменшується, але незначно.

19. Дати визначення поняття «ідеалізований трансформатор».
    ✓ власна відповідь.

20. В режимі холостого ходу трансформатора:
    1) опір навантаження $Z_н = \infty$;
    2) опір навантаження $Z_н = 0$;
    3) напруга живлення рівна 10-15 % номінальної напруги;
    4) струм вторинної обмотки рівний 3-5 % номінального струму.

21. Вектор струм холостого ходу ідеалізованого трансформатора на векторній діаграмі відносно вектора магнітного потоку:
    1) відстає;
    2) випереджає;
    3) збігається;
    4) збігається, якщо навантаження є чисто активним.

22. При активно-індуктивному навантаженні ідеалізованого трансформатора вектор струму вторинної обмотки на векторній діаграмі відносно вектора ЕРС первинної обмотки:
    1) відстає; 2) випереджає;
    3) збігається; 4) паралельний.

23. В чому полягає суть закону рівноваги магніторушійних сил ідеалізованого трансформатора?
    ✓ власна відповідь.

24. Компенсаційний струм ідеалізованого трансформатора визначається як:
    1) $\dot{I}_{кс} = -\dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1}$, 2) $\dot{I}_{кс} = -\dot{I}_1 \frac{w_1}{w_2}$,
    3) $\dot{I}_{кс} = \dot{I}_2 \frac{1}{k}$, 4) $\dot{I}_{кс} = \dot{I}_1 \frac{1}{k}$.

25. Магніторушійна сила, створена компенсаційним струмом
    1) збільшує магніторушійну силу вторинної обмотки;
    2) зменшує магніторушійну силу вторинної обмотки;
    3) компенсує магніторушійну силу вторинної обмотки;
    4) не впливає на магніторушійну силу вторинної обмотки.

26. Величина і форма струму холостого ходу трансформатора визначаються:
    1) магнітним потоком і властивостями його магнітної системи;
    2) напругою короткого замикання;
    3) магнітними потоками розсіювання;
    4) схемою і групою з'єднань обмотки.

27. Магнітна характеристика трансформатора являє собою залежність:
    1) магнітного потоку від магніторушійної сили;
    2) магнітного потоку від струму холостого ходу;
    3) магнітного потоку від струму короткого замикання;
    4) магнітного потоку від електрорушійної сили.

28. При синусоїдальному магнітному потоці трансформатора струм намагнічування є:
    1) синусоїдальним; 2) несинусоїдальним;
    3) косинусоїдальним; 4) гауссівський.

29. Струм намагнічування є:
    1) активним;
    2) реактивним;
    3) активноіндуктивним;
    4) активноємнісним.

30. В режимі холостого ходу трансформатора магнітні втрати компенсує:
    1) симетрування обмоток;
    2) струм холостого ходу;
    3) активна складова струму холостого ходу;
    4) реактивна складова струму холостого ходу;

31. Значення активної складової струму холостого ходу трансформатора звичайного виконання відносно повного струму холостого ходу знаходиться в межах:
    1) 5–15 %;
    2) 10-20 %;
    3) до 10%;
    4) до 5%.

32. Яка відмінність реального трансформатора від ідеалізованого?
    ✓ власна відповідь.

33. Рівняння балансу напруг для первинної обмокти трансформатора має вигляд:
    1) $\dot{U}_1 = \dot{I}_1 R_1 - \dot{E}_1 + \dot{E}_{\sigma 1}$;
    2) $\dot{U}_1 - \dot{E}_1 - \dot{E}_{\sigma 1} = \dot{I}_1 R_1$;
    3) $\dot{E}_1 + \dot{E}_{\sigma 1} - \dot{U}_1 = \dot{I}_1 R_1$;
    4) $\dot{U}_1 = \dot{I}_1 R_1 - \dot{E}_1 - \dot{E}_{\sigma 1}$.

34. Рівняння балансу напруг для вторинної обмокти трансформатора має вигляд:
    1) $\dot{E}_2 - \dot{E}_{\sigma 2} = \dot{I}_2 R_2 + \dot{I}_2 \underline{Z_н}$;
    2) $\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + \dot{I}_2 \underline{Z_н} - \dot{E}_{\sigma 2}$;
    3) $\dot{E}_2 + \dot{E}_{\sigma 2} = \dot{I}_2 R_2 - \dot{I}_2 \underline{Z_н}$;
    4) $\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + \dot{I}_2 \underline{Z_н} + \dot{E}_{\sigma 2}$.

35. Рівняння струмів трансформатора має вигляд:
    1) $\dot{I}_1 - \dot{I}_0 = -\dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1}$;
    2) $\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1}$;
    3) $\dot{I}_1 + \dot{I}_0 = -\dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1}$;
    4) $\dot{I}_1 = -\dot{I}_0 - \dot{I}_2 \frac{w_2}{w_1}$.

36. Що являють собою електрорушійні сили самоіндукції трансформатора?
    ✓ власна відповідь.

37. Яким чином отримують приведений трансформатор?
    ✓ власна відповідь.

38. Електромагнітна потужність вторинної обмотки трансформатора визначається як?

1) $P_{ем} = U_2 I_2$; 2) $P_{ем} = E_2 I_2$;

3) $P_{ем} = I_2 w_2$; 4) $P_{ем} = I_2^2 R_2$.

39. Струм вторинної обмотки приведеного трансформатора визначається як:

1) $I_2' = I_2 \dfrac{w_1}{w_2}$; 2) $I_2' = \dfrac{I_2}{k}$;

3) $I_2' = \dfrac{I_1}{k}$; 4) $I_2' = I_1 k$.

40. Електрорушійна сила вторинної обмотки приведеного трансформатора визначається як:

1) $E_2' = \dfrac{I_2}{I_2'} E_2$; 2) $E_2' = \dfrac{E_2}{k}$;

3) $E_2' = \dfrac{I_2'}{I_2} E_2$; 4) $E_2' = \dfrac{I_2}{I_1} E_2$.

41. Приведений активний опір вторинної обмотки трансформатора визначається як:

1) $R_2' = kR_2$; 2) $R_2' = \dfrac{R_2}{k}$;

3) $R_2' = R_2 \dfrac{I_2^2}{I_2'^2}$; 4) $R_2' = k^2 R_2$;

5) $R_2' = R_2 \dfrac{I_2'^2}{I_2^2}$.

42. Приведений повний опір вторинної обмотки трансформатора визначається як:

1) $Z_2' = kZ_1$; 2) $Z_2' = kZ_2$;

3) $Z_2' = k^2 Z_1$; 4) $Z_2' = k^2 Z_2$;

5) $Z_2' = \dfrac{Z_2}{k^2}$; 6) $Z_2' = \dfrac{Z_1}{k^2}$.

43. Рівняння струмів приведеного трансформатора має вигляд:

1) $\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}_2'$; 2) $\dot{I}_2' = \dot{I}_0 - \dot{I}_1'$;

3) $\dot{I}_0 = \dot{I}_2' - \dot{I}_1'$; 4) $\dot{I}_1 = \dot{I}_0 - \dot{I}_2'$.

44. Рівняння напруги вторинного кола приведеного трансформатора має вигляд:

1) $\dot{U}_2' = \dot{E}_1 + \dot{I}_2' \underline{Z_2'}$;
2) $\dot{U}_2' = \dot{E}_2' - \dot{I}_2' \underline{Z_2'}$;
3) $\dot{U}_2' = \dot{E}_2' - \dot{I}_2' \underline{Z_2'}$;
4) $\dot{U}_2' = \dot{I}_2' \underline{Z_2'} - \dot{E}_2'$.

45. Що таке векторна діаграма трансформатора?

✓ власна відповідь.

46. Яким чином розташований на комплексній площині вектор приведеного струму вторинної обмотки трансформатора при активно-індуктивному навантаженні відносно вектора приведеної ЕРС цієї ж обмотки?

1) збігається;
2) відстає;
3) випереджає;
4) паралельний.

47. Кут між вектором приведеного струму вторинної обмотки і вектором приведеної ЕРС цієї ж обмотки трансформатора при його активно-індуктивному навантаженні визначається як:

1) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' + X_н'}{R_2' - R_н'}$;
2) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' + X_н'}{R_2' + R_н'}$;
3) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' - X_н'}{R_2' + R_н'}$;
4) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' - X_н'}{R_2' - R_н'}$.

48. Кут між вектором приведеного струму вторинної обмотки і вектором приведеної ЕРС цієї ж обмотки трансформатора при його активно-ємнісному навантаженні визначається як:

1) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' + X_н'}{R_2' - R_н'}$;
2) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' + X_н'}{R_2' + R_н'}$;
3) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' - X_н'}{R_2' + R_н'}$;
4) $\varphi_2 = \operatorname{arctg}\dfrac{X_2' - X_н'}{R_2' - R_н'}$.

49. Що таке схема заміщення трансформатора?

✓ власна відповідь.

50. Еквівалентний опір схеми заміщення трансформатора визначається як:

1) $\underline{Z_{екв}} = \underline{Z_1} + \dfrac{\underline{Z_m}\left(k\underline{Z_н'} + k\underline{Z_2'}\right)}{\underline{Z_m} + k\underline{Z_н'} + k\underline{Z_2'}}$;

2) $\underline{Z_{екв}} = \underline{Z_1} - \dfrac{\underline{Z_m}\left(k^2\underline{Z_н'} + k^2\underline{Z_2'}\right)}{\underline{Z_m} + k^2\underline{Z_н'} + k^2\underline{Z_2'}}$;

3) $\underline{Z_{екв}} = \underline{Z_1} + \dfrac{\underline{Z_m}\left(k^2\underline{Z'_н} - k^2\underline{Z'_2}\right)}{\underline{Z_m} + k^2\underline{Z'_н} + k^2\underline{Z'_2}}$;

4) $\underline{Z_{екв}} = \underline{Z_1} + \dfrac{\underline{Z_m}\left(k^2\underline{Z'_н} + k^2\underline{Z'_2}\right)}{\underline{Z_m} + k^2\underline{Z'_н} + k^2\underline{Z'_2}}$.

51. Вхідна потужність трансформатора в режимі холостого ходу витрачається на:
    1) електричні втрати в первинній обмотці;
    2) електричні втрати в вторинній обмотці;
    3) магнітні втрати;
    4) передачу енергії з первинного кола навантаженню.

52. В режимі холостого ходу трансформатора під час його розрахунку не можна нехтувати:
    1) магнітними втратами;
    2) електричними втратами в первинній обмотці;
    3) електричними втратами в вторинній обмотці;
    4) потоками розсіювання.

53. Характеристики холостого ходу трансформатора – це залежність:
    1) струму холостого ходу, потужності холостого ходу, коефіцієнта потужності холостого ходу від первинної напруги;
    2) струму холостого ходу, первинної напруги, коефіцієнта потужності холостого ходу від потужності холостого ходу;
    3) потужності холостого ходу, первинної напруги, коефіцієнта потужності холостого ходу від струму холостого ходу;
    4) потужності холостого ходу, струму холостого ходу, первинної напруги від коефіцієнта потужності холостого ходу.

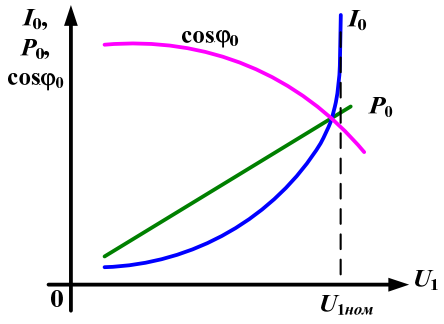
54. Опір магнітного кола трифазного трансформатора в режимі холостого ходу при з'єднанні його первинної обмотки в трикутник визначається як:

    1) $Z_m = \dfrac{U_{10}}{3I_0}$; 2) $Z_m = \dfrac{3U_{10}}{I_0}$;

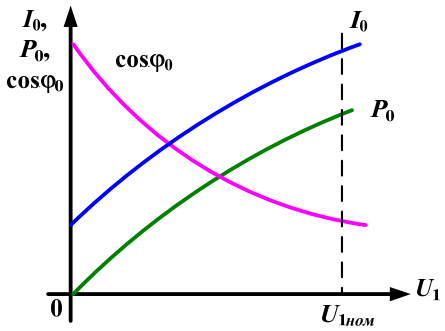
    3) $Z_m = \dfrac{U_{10}}{\sqrt{3}I_0}$; 4) $Z_m = \dfrac{\sqrt{3}U_{10}}{I_0}$.

55. Характеристики холостого ходу трансформатора мають вигляд:

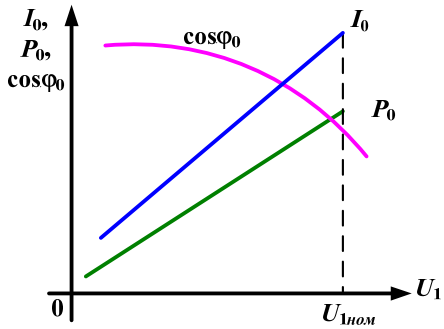
1)



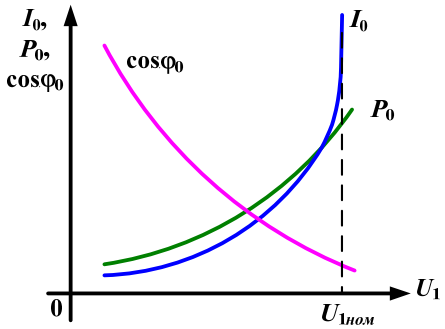
2)



3)



4)



56. Повний опір магнітного кола трифазного трансформатора в режимі холостого ходу при з'єднанні його первинної обмотки в зірку визначається як:

1) $Z_m = \dfrac{U_{10}}{3I_0}$;

2) $Z_m = \dfrac{3U_{10}}{I_0}$;

3) $Z_m = \dfrac{U_{10}}{\sqrt{3}I_0}$;

4) $Z_m = \dfrac{\sqrt{3}U_{10}}{I_0}$.

57. Активний опір магнітного кола трифазного трансформатора в режимі холостого ходу визначається як:

1) $R_m = \dfrac{\sqrt{3}P_0}{I_0^2}$;

2) $R_m = \dfrac{3P_0}{I_0^2}$;

3) $R_m = \dfrac{P_0}{\sqrt{3}I_0^2}$;

4) $R_m = \dfrac{P_0}{3I_0^2}$.

58. Коефіцієнт потужності трифазного трансформатора в режимі холостого ходу визначається як:

1) $cos\varphi_0 = \dfrac{3P_0}{U_{10}I_0}$;

2) $cos\varphi_0 = \dfrac{\sqrt{3}P_0}{U_{10}I_0}$;

3) $cos\,\varphi_0 = \dfrac{P_0}{\sqrt{3}U_{10}I_0}$;

4) $cos\varphi_0 = \dfrac{P_0}{3U_{10}I_0}$.

59. Режим короткого замикання трансформатора – це режим, при якому:
    1) опір навантаження рівний нескінченності, а напруга вторинної обмотки рівна напрузі короткого замикання;
    2) опір навантаження рівний нескінченності, а напруга вторинної обмотки рівна нулю;
    3) опір навантаження рівний нулю, а напруга вторинної обмотки рівна напрузі короткого замикання;
    4) опір навантаження рівний нулю, напруга вторинної обмотки також рівна нулю;

60. В режимі короткого замикання трансформатора при його розрахунку нехтують:
    1) магнітними втратами;
    2) електричними втратами в первинній обмотці;
    3) електричними втратами в вторинній обмотці;
    4) потоками розсіювання.

61. Рівняння напруг трансформатора при його роботі в режимі короткого замикання має вигляд:
    1) $\dot{U}_к = \dot{I}_{1к}(R_1 + R_2') - j\dot{I}_{1к}(X_1 + X_2')$;
    2) $\dot{U}_к = \dot{I}_{1к}(R_1 + R_2') + j\dot{I}_{1к}(X_1 + X_2')$;
    3) $\dot{U}_к = \dot{I}_{1к}(R_1 - R_2') + j\dot{I}_{1к}(X_1 - X_2')$;
    4) $\dot{U}_к = \dot{I}_{1к}(R_1 + R_2') \pm j\dot{I}_{1к}(X_1 + X_2')$.

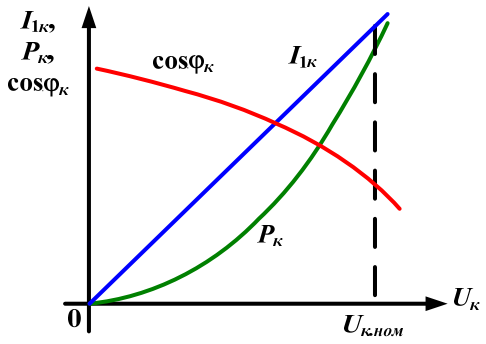
62. Характеристики короткого замикання трансформатора – це залежність:
    1) напруги короткого замикання, струму короткого замикання, потужності короткого замикання від коефіцієнта потужності короткого замикання;
    2) струму короткого замикання, потужності короткого замикання і коефіцієнта потужності короткого замикання від напруги короткого замикання;
    3) коефіцієнта потужності короткого замикання, струму короткого замикання, напруги короткого замикання від потужності короткого замикання;
    4) потужності короткого замикання, коефіцієнта потужності короткого замикання, напруги короткого замикання від струму короткого замикання.

63. Напруга короткого замикання трансформатора – це напруга, при якій:
    1) трансформатор виходить з ладу;
    2) забезпечується оптимальний (максимальний) коефіцієнт корисної дії;

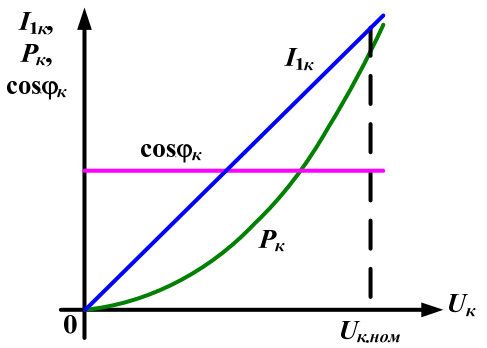
3) струми в обмотках рівні номінальним значенням;
4) відсутні потоки розсіювання.

64. Характеристики короткого замикання трансформатора мають вигляд:

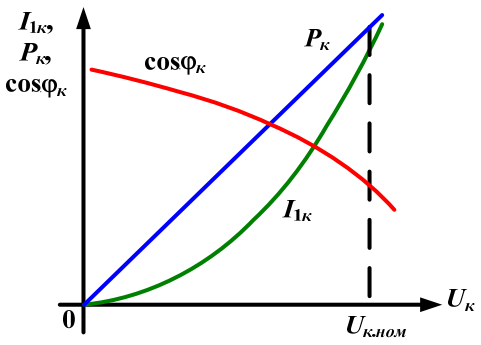
1)



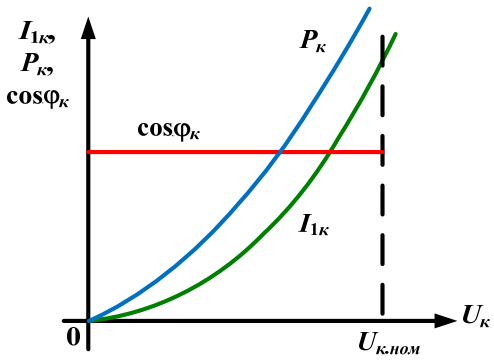
2)



3)



4)



65. Магнітний потік трансформатора в режимі короткого замикання відносно магнітного потоку в номінальному режимі його роботи:
1) такий же самий;
2) менший;
3) більший;
4) суттєво більший.

66. Зміна напруги трансформатора – це:
1) арифметична різниця між вторинною напругою трансформатора в режимі короткого замикання і при навантаженні, коли первинна напруга постійна і рівна номінальній і частота струму також постійна і рівна номінальній;
2) арифметична різниця між первинною напругою трансформатора на холостому ході і при навантаженні, коли вторинна напруга постійна і рівна номінальній і частота струму також постійна і рівна номінальній;
3) арифметична різниця між вторинною напругою трансформатора на холостому ході і при навантаженні, коли первинна напруга постійна і рівна номінальній і частота струму також постійна і рівна номінальній;

4) арифметична різниця між вторинною напругою трансформатора на холостому ході і при короткому замиканні, коли первинна напруга постійна і рівна номінальній і частота струму також постійна і рівна номінальній.

67. Відносний номінальний спад напруги трансформатора можна визначити як:

1) $\Delta U_{2ном\%} = \dfrac{100 I_{1ном}}{U_{1ном}} \left(R_к \cos\varphi_{2н} + X_к \sin\varphi_{2н} \right)$;

2) $\Delta U_{2ном\%} = \dfrac{100 U_{1ном}}{U_к} \left(R_к \cos\varphi_{2н} + X_к \sin\varphi_{2н} \right)$;

3) $\Delta U_{2ном\%} = \dfrac{100 U_{1ном}}{U_к} \left(R_к \cos\varphi_{2н} - X_к \sin\varphi_{2н} \right)$;

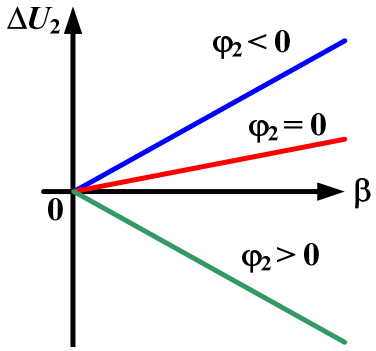
4) $\Delta U_{2ном\%} = \dfrac{100 I_{2ном}}{U_{2ном}} \left(R_к \cos\varphi_{2н} + X_к \sin\varphi_{2н} \right)$.

68. Зміна напруги трансформатора пропорційна:

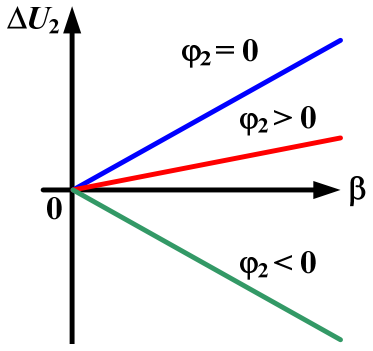
1) струму первинної обмотки; 2) струму вторинної обмотки;
3) напрузі короткого замикання; 4) напрузі холостого ходу.

69. Залежності зміни напруги від коефіцієнта навантаження трансформатора мають вигляд:

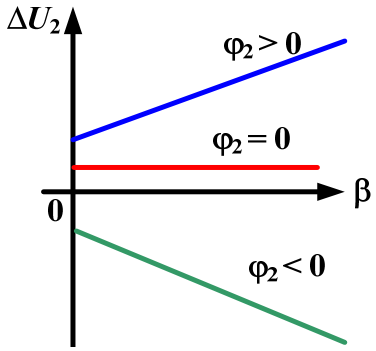
1)



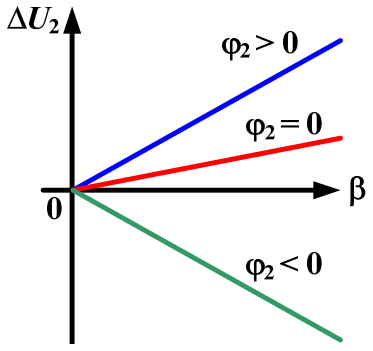
2)



3)



4)



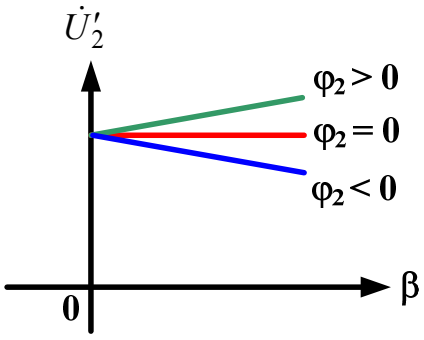
70. Вторинна напруга трансформатора сильніше змінюється при:
1) зменшенні напруги короткого замикання;
2) збільшенні напруги короткого замикання;
3) зменшенні коефіцієнта трансформації;
4) збільшенні коефіцієнта трансформації.

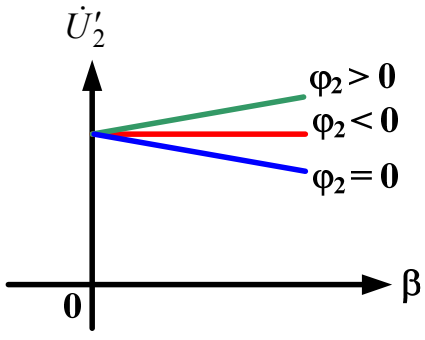
71. Як впливають потоки розсіювання трансформатора на зміну його напруги:
1) не впливають;
2) зменшують;
3) збільшують;
4) стабілізують.

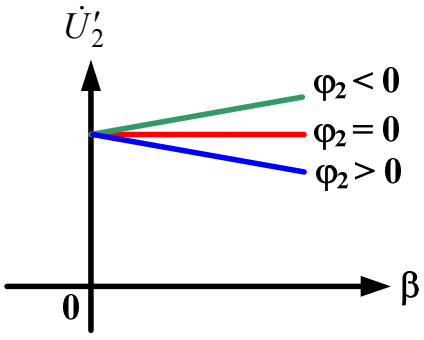
72. Зовнішня характеристика трансформатора – це залежність:
1) вторинної напруги від коефіцієнта навантаження;
2) первинної напруги від струму навантаження;
3) вторинної напруги від напруги короткого замикання;
4) напруги короткого замикання від коефіцієнта навантаження.

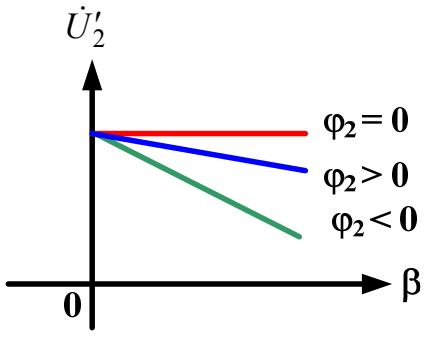
73. При заданому значенні коефіцієнта навантаження відносна зміна вторинної напруги трансформатора залежить від:
1) кута між вторинними струмом і напругою;
2) напруги короткого замикання $U_к$;
3) групи з'єднання;
4) потужності навантаження.

74. Зовнішня характеристика трансформатора має вигляд:

1)


2)


3)


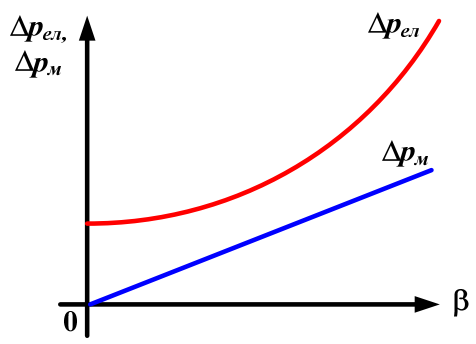
4)


75. Змінними втратами трансформатора є втрати:

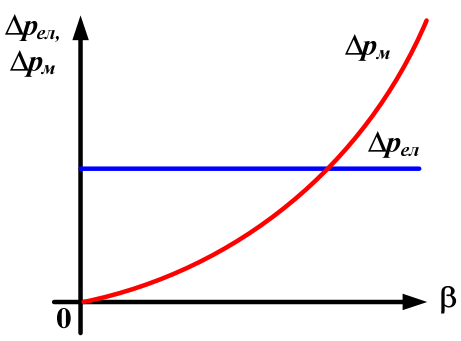
1) електричні; 2) магнітні;
3) механічні; 4) додаткові.

76. Залежність втрат трансформатора від навантаження має вигляд:

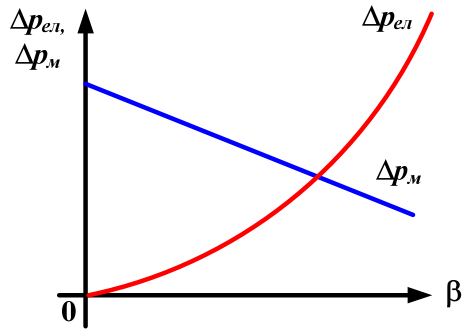
1)



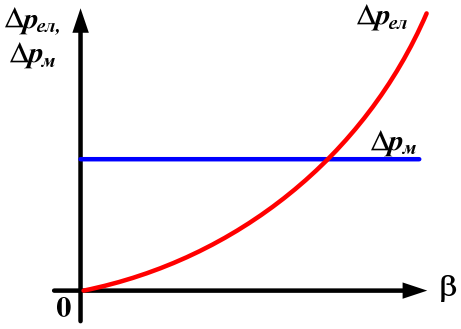
2)



3)



4)



77. Значення електричних втрат трансформатора можна прийняти рівним:

1) напрузі короткого замикання;
2) потужності короткого замикання;
3) потужності холостого ходу;
4) магнітним втратам при номінальному навантаженні.

78. Електричні втрати трансформатора можна визначити як:

1) $\Delta p_{ел} = \beta^2 P_к$; 2) $\Delta p_{ел} = \beta P_к$;

3) $\Delta p_{ел} = \dfrac{P_к}{\beta}$; 4) $\Delta p_{ел} = \dfrac{P_к}{\beta^2}$.

79. Магнітні втрати в сердечнику трансформатора пропорційні:

1) первинній напрузі; 2) вторинній напрузі;
3) квадрату первинної напруги; 4) квадрату вторинної напруги;
5) частоті напруги; 6) квадрату частоти.

80. Постійними втратами трансформатора є втрати:

1) електричні; 2) магнітні;
3) механічні; 4) додаткові.

81. Магнітні втрати трансформатора від гістерезису пропорційні:
   1) первинній напрузі;
   2) вторинній напрузі;
   3) квадрату первинної напруги;
   4) квадрату вторинної напруги;
   5) частоті напруги;
   6) квадрату частоти напруги.

82. Для зменшення магнітних втрат магнітопровід трансформатора виконують із:
   1) магніто-м'якого феромагнітного матеріалу;
   2) магніто-твердого феромагнітного матеріалу;
   3) феромагнітного матеріалу з широкою петлею гістерезису;
   4) феромагнітного матеріалу з добавленням графіту.

83. Електромагнітна потужність трансформатора – це потужність, яка:
   1) передається від первинного кола;
   2) надходить у вторинну обмотку;
   3) концентрується у магнітопроводі;
   4) є вихідною потужністю.

84. Активна потужність на виході трансформатора визначається як:
   1) $P_2 = \beta P_{ном} \cos\varphi_2$;
   2) $P_2 = \beta S_{ном} \sin\varphi_2$;
   3) $P_2 = \beta U_{ном} \cos\varphi_2$;
   4) $P_2 = \beta S_{ном} \cos\varphi_2$.

85. ККД трансформатора визначається як:
   1) $\eta = \dfrac{\beta S_{ном} \cos\varphi_2}{\beta S_{ном} \cos\varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_к}$;
   2) $\eta = \dfrac{\beta S_{ном} \sin\varphi_2}{\beta S_{ном} \sin\varphi_2 + P_0 + \beta^2 P_к}$;
   3) $\eta = 1 - \dfrac{\beta^2 P_к - P_0}{\beta S_{ном} \cos\varphi_2 - P_0 - \beta^2 P_к}$;
   4) $\eta = \dfrac{\beta S_{ном} \cos\varphi_2}{\beta S_{ном} \cos\varphi_2 - P_0 - \beta^2 P_к}$.

86. Після досягнення оптимуму при подальшому збільшенні навантаження ККД трансформатора зменшується тому, що:
   1) сильно збільшуються магнітні втрати;
   2) сильно збільшуються електричні втрати;
   3) магнітний потік трансформатора знаходиться в зоні насичення – відбувається перемагнічування сердечника магнітопроводу;
   4) корисна потужність залишається без змін.

87. Дайте характеристику умов, коли потрібно здійснювати регулювання напруги трансформатора.
   ✓ власна відповідь.

88. Оптимальний коефіцієнт навантаження трансформатора визначається як:

1) $\beta_{опт} = \sqrt{\frac{P_к}{P_0}}$;
2) $\beta_{опт} = \sqrt{\frac{P_к}{P_{ном}}}$;
3) $\beta_{опт} = \sqrt{\frac{P_0}{P_{ем}}}$;
4) $\beta_{опт} = \sqrt{\frac{P_0}{P_к}}$.

89. Стабілізацію вторинної напруги при незначній зміні первинної напруги трансформатора можна здійснювати:
1) шляхом регулювання частоти напруги живлення;
2) шляхом зміни кількості витків первинної обмотки;
3) шляхом зміни кількості витків вторинної обмотки;
4) шляхом зміни кількості витків як первинної, так і вторинної обмотки.

90. Регулювання вторинної напруги при незмінній первинній напрузі трансформатора можна реалізувати:
1) шляхом зміни кількості витків первинної обмотки;
2) шляхом зміни кількості витків вторинної обмотки;
3) шляхом зміни кількості витків як первинної, так і вторинної обмотки.

91. Регулювання напруги шляхом перемикання відгалужень без збудження здійснюється в трансформаторах:
1) сухому і масляному звичайного виконання;
2) вентильних;
3) зварювальних;
4) обладнаних РПН.

92. Регулювання напруги шляхом перемикання відгалужень без збудження здійснюється в трансформаторах шляхом виконання відпайок на стороні:
1) високої напруги;
2) низької напруги;
3) як високої, так і низької напруги.

93. За якою схемою з'єднують найчастіше обмотку високої напруги трансформатора?
1) зигзаг;
2) трикутник;
3) зірка;
4) зірка з нульовою точкою.

94. Регулювання напруги трансформатора шляхом перемикання відгалужень під навантаженням здійснюється в межах:
    1) ±2,5%;
    2) ±5%;
    3) ±10%;
    4) ±(5÷10)%;
    5) ±(9÷16)%;
    6) ±(5÷15)%;
    7) ±(4÷16)%.

95. Регулювання напруги трансформатора шляхом перемикання відгалужень без збудження здійснюється в межах:
    1) ±2,5%;
    2) ±5%;
    3) ±10%;
    4) ±(5÷10)%;
    5) ±(9÷16)%;
    6) ±(5÷15)%;
    7) ±(4÷16)%.

96. Яка із схем з'єднань обмоток трансформатора є неекономічною?
    1) зигзаг;
    2) трикутник;
    3) зірка;
    4) зірка з нульовою точкою.

97. Група з'єднань обмоток трансформатора залежить від:
    1) зсуву за фазою між фазними напругами, виміряними на однойменних затискачах;
    2) зсуву за фазою між лінійними напругами, виміряними на однойменних затискачах;
    3) зсуву за фазою між лінійними струмами однойменних фаз;
    4) зсуву за фазою між фазними струмами однойменних фаз;
    5) його потужності;
    6) схеми з'єднань його обмоток.

98. Якщо обмотки однофазного трансформатора намотані в одну сторону і мають несиметричне маркування виводів, то який напрямок мають індуковані в них ЕРС?
    1) однаковий;
    2) зустрічний;
    3) протилежний.

99. З якими групами з'єднань випускають трифазні силові трансформатори найчастіше?
    1) нульової;
    2) першої;
    3) третьої;
    4) п'ятої;
    5) шостої;
    5) дев'ятої;
    7) десятої;
    8) одинадцятої.

100. Номер групи з’єднання обмоток трансформатора визначають величиною кута, на який
1) вектор лінійної напруги обмотки НН випереджає вектор лінійної напруги обмотки ВН;
2) вектор лінійної напруги обмотки НН відстає від вектора лінійної напруги обмотки ВН;
3) вектор фазної напруги обмотки ВН випереджає вектор фазної напруги обмотки НН;
4) вектор фазної напруги обмотки ВН відстає від вектора фазної напруги обмотки НН.

101. Дайте визначення поняття «паралельна робота трансформаторів».
✓ власна відповідь.

102. Паралельне ввімкнення трансформаторів використовується у випадках:
1) резервування;
2) коливання напруги живлення;
3) коливання навантаження;
4) коливання частоти напруги;
5) перевищення потужністю навантаження потужності трансформатора;
6) перевищення потужністю трансформатора потужності навантаження;
7) активно-ємнісного навантаження;
8) активно-індуктивного навантаження.

103. Умови ввімкнення трансформаторів на паралельну роботу:
1) однакові коефіцієнти корисної дії;
2) однакові коефіцієнти трансформації;
3) однакові коефіцієнти потужності;
4) однакові групи з’єднань;
5) однакові струми врівноваження;
6) однакові напруги короткого замикання;
7) однакові струми короткого замикання;
8) однакові потужності короткого замикання;
9) однакові потужності.

104. Коли з’являються струми врівноваження при паралельній роботі трансформаторів?
1) при різних напругах короткого замикання;
2) при різних коефіцієнтах трансформації;

3) при різних групах з’єднань обмоток;
4) при різних потужностях.

105. Допускається паралельна робота силових трансформаторів, що мають розходження в коефіцієнтах трансформації в межах:
1) ±0,5%; 2) ±1%
3) ±2%; 4) ±2,5%;
5) ±5%.

106. При яких групах з’єднання трифазних трансформаторів, які працюють паралельно з мережею, виникнуть найбільші струми врівноваження?
1) нульовій і першій; 2) нульовій і третій;
3) нульовій і шостій; 4) нульовій і дев’ятій;
5) нульовій і одинадцятій; 6) шостій і одинадцятій.

107. Однакові напруги короткого замикання трансформаторів, які працюють паралельно з мережею, забезпечують:
1) однаковий розподіл потужності між ними;
2) пропорційний розподіл навантаження між ними;
3) усунення струмів врівноваження;
4) стабілізацію напруги на виході.

108. Задовільний розподіл навантаження виходить у тих випадках, коли напруги короткого замикання трансформаторів, які працюють паралельно, відхиляються від їх середньоарифметичного значення не більше ніж на:
1) ±0,5%; 2) ±1%;
3) ±2%; 4) ±2,5%;
5) ±5%.

109. Рекомендується відношення номінальних потужностей трансформаторів, які ввімкнені на паралельну роботу, не більше як
1) 2:1; 2) 3:1;
3) 4:1; 4) 5:1;
5) 10:1.

110. Для чого виконують багатообмоткові трансформатори?
1) для обмеження струмів врівноваження;
2) для покращення якості напруги мережі;
3) для забезпечення можливості резервування;
4) для зменшення їх кількості при встановленні.

111. Скільки дослідів короткого замикання потрібно провести у триобмотковому трансформаторі при визначенні комплексних опорів короткого замикання?

1) один; 2) два;
3) три; 4) чотири.

112. Номінальною потужністю багатообмоткового трансформатора є:

1) сумарна потужність всіх обмоток;
2) сумарна потужність вторинних обмоток;
3) потужність найбільш потужної обмотки;
4) потужність первинної обмотки.

113. Для зменшення взаємного впливу вторинних обмоток багатообмоткового трансформатора потрібно:

1) зменшити опір первинної обмотки;
2) збільшити опір первинної обмотки;
3) зменшити опір вторинних обмоток;
4) збільшити опір вторинних обмоток.

114. Дайте визначення поняття «автотрансформатор».

✓ власна відповідь.

115. Прохідна потужність автотрансформатора – це потужність, яка:

1) передається у вторинне коло електромагнітним полем;
2) передається з первинного кола у вторинне і далі навантаженню;
3) споживаються з мережі;
4) витрачається на намагнічування магнітопроводу.

116. Типова потужність автотрансформатора – це потужність, яка:

1) передається у вторинне коло електромагнітним полем;
2) передається з первинного кола у вторинне і далі навантаженню;
3) споживаються з мережі;
4) витрачається на намагнічування магнітопроводу.

117. Габаритні розміри і масу автотрансформатора визначає потужність:

1) розрахункова; 2) прохідна;
3) типова; 4) електромагнітна;
5) повна.

118. Прохідна потужність автотрансформатора:

1) $S_{пр} = E_2 I_2 \left(1 - \frac{1}{k}\right)$; 2) $S_{пр} = E_2 I_2$;

3) $S_{пр} = E_2 I_2$; 4) $S_{пр} = E_2 I_{ax}$.

119. Розрахункова потужність автотрансформатора:

1) $S_{розр} = E_2 I_2 \left(1 - \frac{1}{k}\right)$;
2) $S_{розр} = E_1 I_1$;
3) $S_{розр} = E_2 I_2$;
4) $S_{розр} = E_2 I_1$;
5) $S_{розр} = E_2 I_{ах}$.

120. Коефіцієнт вигідності автотрансформатора:

1) $k_{виг} = \frac{S_{пр}}{S_{розр}}$;
2) $k_{виг} = 1 - \frac{1}{k}$;
3) $k_{виг} = 1 + \frac{1}{k}$;
4) $k_{виг} = \frac{1}{k} - 1$.

121. Втрати потужності в автотрансформаторі відносно двообмоткового трансформатора:

1) такі ж самі;
2) менші;
3) більші;
4) суттєво менші;
5) суттєво більші.

122. Струм короткого замикання автотрансформатора відносно двообмоткового трансформатора:

1) такий же самий;
2) менший;
3) більший.

123. Для чого призначені вимірювальні трансформатори струму?

✓ власна відповідь.

124. Класи точності стаціонарних вимірювальних трансформаторів напруги:

1) 0,2;
2) 0,5;
3) 1;
4) 2;
5) 2,5;
6) 3;
7) 5;
8) 10.

125. Класи точності лабораторних вимірювальних трансформаторів напруги:

1) 0,05;
2) 0,1;
3) 0,2;
4) 0,3;
5) 0,5;
6) 1;
7) 2,5;
8) 3.

126. Класи точності стаціонарних вимірювальних трансформаторів струму:

1) 0,2;
2) 0,3;
3) 0,5;
4) 1;
5) 2;
6) 2,5;
7) 3;
8) 5;
9) 10.

127. Класи точності лабораторних вимірювальних трансформаторів струму:

1) 0,01;
2) 0,02;
3) 0,03;
4) 0,05;
5) 0,1;
6) 0,2;
7) 1;
8) 2,5;
9) 3.

128. Коефіцієнт типової потужності вентильного трансформатора визначається як:

1) $k_{тип} = \frac{P_{днно}}{S_{тип}}$;
2) $k_{тип} = \frac{S_{тип}}{P_{днно}}$;
3) $k_{тип} = \frac{S_{тип}}{P_{1ном}}$;
4) $k_{тип} = \frac{S_{тип}}{P_{2ном}}$;
5) $k_{тип} = \frac{S_{тип}}{P_{ем}}$.

129. Як співвідносяться між собою габаритні розміри і маса вентильних трансформаторів відносно звичайних трансформаторів?

1) такі ж самі;
2) менші;
3) більші.

130. В яких схемах випрямлення краще забезпечується використання трансформатора?

1) в однофазній однопівперіодній;
2) в однофазній двопівперіодній мостовій;
3) в однофазній двопівперіодній з нульовим виводом;
4) в трифазній з нульовим виводом;
5) в трифазній мостовій.

131. Для чого призначені імпульсні трансформатори?

1) для зміни частоти імпульсів;
2) для зміни амплітуди імпульсів;

3) для зміни ширини імпульсів;
4) для згладження пульсацій.

132. Номінальною напругою зварювальних трансформаторів є напруга:
1) 25 В; 2) 30 В;
3) 35 В; 4) 50 В;
5) 60 В; 6) 75 В.

133. Для обмеження струму короткого замикання і стійкого горіння дуги зварювальний трансформатор повинен мати:
1) значну індуктивність у первинному колі;
2) значну індуктивність у вторинному колі;
3) первинну і вторинну обмотки на одному стрижні магнітопроводу;
4) первинну і вторинну обмотки на різних стрижнях магнітопроводу.

134. На чому базується принцип роботи пік-трансформаторів?
1) на принципі самоіндукції;
2) на принципі суперпозиції;
3) на явищі магнітного насичення магнітопроводу;
4) на явищі перетворення синусоїдної форми напруги в пікоподібну.

Підсумок з матеріалу теми 2

Після проходження даної теми студент повинен знати:
– класифікацію та області застосування трансформаторів;
– номінальні величини трансформатора;
– будову трансформаторів;
– як визначається коефіцієнт трансформації;
– як отримати підвищувальний трансформатор, а як знижувальний;
– відмінність ідеалізованого трансформатора від реального;
– умови режиму холостого ходу і режиму навантаження;
– закон рівноваги магніторушійних сил;
– принцип побудови векторної діаграми;
– що являє собою струм холостого ходу та струм намагнічування трансформатора, як вони змінюються в часі, для чого потрібна активна та реактивна складові струму холостого ходу і які між ними співвідношення;
– систему рівнянь трансформатора;
– суть приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної;
– систему рівнянь приведеного трансформатора;
– принцип побудови векторної діаграми трансформатора при будь-якому навантаженні;
– принцип утворення схеми заміщення трансформатора;

– умови проведення дослідів холостого ходу та короткого замикання, параметри схеми заміщення, які можна розрахувати за результатами проведення цих дослідів;

– як змінюється напруга трансформатора при будь-якому навантаженні трансформатора;

– співвідношення для визначення зміни напруги трансформатора;

– що таке коефіцієнт завантаження трансформатора;

– графік залежності зміни напруги від коефіцієнта навантаження трансформатора;

– графік зовнішньої характеристики;

– енергетичну діаграму трансформатора та ККД трансформатора;

– випадки необхідності регулювання напруги трансформатора та способи реалізації;

– стандартні схеми з’єднань обмоток трансформаторів;

– як визначити групу з’єднань обмоток трансформатора;

– умови паралельної роботи трансформаторів;

– який із трансформаторів, які працюють паралельно на спільну мережу, перевантажується, якщо не виконуються умови паралельної роботи;

– призначення багатообмоткових трансформаторів та особливості їх будови;

– схему заміщення та систему рівнянь триобмоткового трансформатора та його векторну діаграму;

– що являє собою автотрансформатор та для чого він призначений;

– особливості перетворення енергії в автотрансформаторі;

– переваги та недоліки автотрансформатора відносно двообмоткового трансформатора;

– призначення вимірювальних трансформаторів, їх різновиди;

– схеми ввімкнення вимірювальних трансформаторів, їх похибки та класи точності;

– чим відрізняється трансформатор для вентильних перетворювачів від звичайного трансформатора, якими потужностями він характеризується;

– призначення зварювального трансформатора, області його застосування, способи регулювання струму зварювання;

– призначення імпульсного трансформатора, режими його роботи;

– призначення пік-трансформатора, його різновиди та режими роботи.

ТЕМА 3 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МАШИН ЗМІННОГО СТРУМУ

Перелік питань для розгляду до теми 3

1. Основні види машин змінного струму. Конструкція. Способи виконання обмоток статора. Класифікація. Принцип утворення трифазної обмотки.
2. Електрорушійні сили, що індукуються в обмотках машин змінного струму. Способи покращення форми кривої ЕРС.
3. Магніторушійні сили обмоток змінного струму. Обертове магнітне поле.
4. Одношарові і двошарові обмотки. Паралельні вітки і схеми з’єднання обмоток. Обмотки з дробовим числом пазів на полюс і фазу.

Література до теми 3

Рекомендована література [1 – 3].

Контрольні запитання до теми 3

1. Які електричні машини відносяться до машин змінного струму?
2. Як здійснюють класифікацію машин змінного струму за кількістю фаз?
3. Який принцип утворення обмотки машини змінного струму?
4. Що таке полюсний розподіл обмотки машини змінного струму і як він визначається?
5. Що таке крок обмотки машини змінного струму і як він визначається?
6. Як визначається кількість пазів на полюс і фазу обмотки машини змінного струму?
7. Як визначається пазовий кут обмотки машини змінного струму?
8. Як визначається зсув за пазами між фазами обмотки машини змінного струму?
9. Яка класифікація обмоток машин змінного струму за способом виконання секції?
10. Яка класифікація обмоток машин змінного струму за способом виконання кроку?
11. Яка класифікація обмоток машин змінного струму за розташуванням секційних сторін у пазу обмотки?
12. Які переваги та недоліки одношарових та двошарових обмоток?
13. Яка класифікація обмоток машин змінного струму за кількістю фаз?
14. Яка класифікація обмоток машин змінного струму за конфігурацією котушок і послідовності з'єднання їх одна з одною?

15. Які типи пазів обмоток машин змінного струму та коли вони використовуються?
16. Який принцип утворення трифазної обмотки?
17. Яка послідовність знаходження ЕРС обмотки машини змінного струму?
18. Як знаходиться ЕРС витка обмотки з діаметральним кроком?
19. Як знаходиться ЕРС витка обмотки з укороченим кроком?
20. Як визначається ЕРС котушки обмотки машини змінного струму?
21. Як визначається ЕРС котушкової групи обмотки машини змінного струму?
22. Що таке коефіцієнт розподілу обмотки машини змінного струму і що він характеризує?
23. Як визначається ЕРС фази обмотки машини змінного струму?
24. Як визначається ЕРС обмоток машини змінного струму зі скошеними пазами?
25. Як формується МРС витка обмотки машин змінного струму?
26. Як формується МРС фази обмотки машин змінного струму?
27. Як формується МРС трифазної обмотки машин змінного струму?

Тестові завдання за матеріалами теми 3

1. Відомі дані трифазної обмотки: $Z_1 = 24$, $2p = 2$, $m = 3$. Визначте полюсний розподіл $\tau_п$ та число пазів на полюс і фазу q.
   1) $\tau_п = 12$, $q = 4$;
   2) $\tau_п = 6$, $q = 2$;
   3) $\tau_п = 18$, $q = 9$;
   4) $\tau_п = 6$, $q = 4$;
   5) $\tau_п = 12$, $q = 2$.
2. Відомі дані трифазної обмотки: $Z_1 = 36$, $p = 3$, $m = 3$. Визначте полюсний розподіл $\tau_п$ та число пазів на полюс і фазу q.
   1) $\tau_п = 12$, $q = 4$;
   2) $\tau_п = 6$, $q = 2$;
   3) $\tau_п = 18$, $q = 9$;
   4) $\tau_п = 6$, $q = 4$;
   5) $\tau_п = 12$, $q = 2$.
3. Відомі дані трифазної обмотки: $Z_1 = 60$, $2p = 4$, $m = 3$. Визначте полюсний розподіл $\tau_п$ та число пазів на полюс і фазу q.
   1) $\tau_п = 15$, $q = 4$;
   2) $\tau_п = 30$, $q = 5$;
   3) $\tau_п = 30$, $q = 10$;
   4) $\tau_п = 30$, $q = 4$;
   5) $\tau_п = 15$, $q = 5$.
4. Відомі дані трифазної обмотки: $Z_1 = 36$, $p = 2$, $m = 3$. Визначте полюсний розподіл $\tau_п$ та число пазів на полюс і фазу q.
   1) $\tau_п = 12$, $q = 4$;
   2) $\tau_п = 18$, $q = 3$;

3) $\tau_п = 9$, $q = 3$; 4) $\tau_п = 18$, $q = 6$;
5) $\tau_п = 9$, $q = 6$.

5. Протилежні провідники одного і того ж витка розміщують під різними полюсами в машинах змінного струму для:
   1) покращення форми ЕРС;
   2) підвищення ККД;
   3) зменшення електричних втрат;
   4) підсумовування ЕРС.

6. Пазовий кут обмотки машини змінного струму визначається як
   1) $\gamma_n = \frac{Z_1}{2pm}$; 2) $\gamma_n = \frac{360}{Z_1}$;
   3) $\gamma_n = \frac{Z_1}{2p}$; 4) $\gamma_n = \frac{360}{2pm}$.

7. Відомі дані трифазної обмотки: $Z_1 = 48$, $2p = 8$. Визначте крок обмотки.
   1) 6; 2) 12;
   3) 2; 4) 4.

8. Найбільше отримали застосування в машинах змінного струму обмотки з укороченим кроком при співвідношенні кроку y до полюсного ділення $\tau_п$ у вигляді:
   1) $y \approx 0{,}96\tau_n$; 2) $y \approx 0{,}9\tau_n$;
   3) $y \approx 0{,}8\tau_n$; 4) $y \approx 0{,}7\tau_n$;
   5) $y \approx 0{,}5\tau_n$.

9. Вкажіть формулу для діючого значення ЕРС котушки зі скороченим кроком обмотки статора машини змінного струму:
   1) $E_к = 4{,}44 f \Phi k_y$; 2) $E_к = 4{,}44 f \Phi w_к k_y$;
   3) $E_к = 4{,}44 f \Phi k_c k_y$. 4) $E_к = 4{,}44 f \Phi w_k k_c$.

10. Вкажіть формулу для діючого значення ЕРС фази обмотки статора машини змінного струму:
    1) $E_1 = 4{,}44 f \Phi k_y$; 2) $E_1 = 4{,}44 f \Phi w_к k_y$;
    3) $E_1 = 4{,}44 f \Phi w_к k_{об}$;. 4) $E_1 = 4{,}44 f \Phi w_k k_c$.

11. Для чого роблять скіс пазів в машині змінного струму?
    1) для зменшення п’ятої гармоніки МРС;
    2) для зменшення МРС від зубцевих гармонік;
    3) для зменшення ЕРС і МРС від зубцевих гармонік;
    4) для ЕРС від зубцевих гармонік.

12. Частота індукованої ЕРС в обмотках машин змінного струму визначається за формулою:

1) $f = \frac{pn}{60}$; 2) $f = \frac{2\pi n}{60}$;

3) $f = \frac{2p}{n}$; 4) $f = \frac{n}{2p}$.

13. При обертанні магнітного поля машини змінного струму відносно провідника в ньому індукується ЕРС, миттєве значення якої

1) $e_x = B_x l\Phi$; 2) $e_x = B_x l\vartheta$;

3) $e_x = B_x lI$; 4) $e_x = B_x ln$.

14. Вкажіть формулу для амплітуди МРС фази обмотки машини змінного струму:

1) $F_\phi = 0{,}9\frac{w_\phi k_{об}}{p} I_\phi$; 2) $F_\phi = 1{,}35\frac{w_\phi k_{об}}{p} I_\phi$;

3) $F_\phi = 0{,}9\frac{w_\phi k_{об}}{2p} I_\phi$; 4) $F_\phi = 0{,}9\frac{w_\phi k_y}{p} I_\phi$.

15. Вкажіть формулу для амплітуди МРС трифазної обмотки машини змінного струму:

1) $F = 0{,}9\frac{w_\phi k_{об}}{p} I_\phi$; 2) $F = 1{,}35\frac{w_\phi k_{об}}{p} I_\phi$;

3) $F_\phi = 0{,}9\frac{w_\phi k_{об}}{2p} I_\phi$; 4) $F_\phi = 1{,}35\frac{w_\phi k_y}{p} I_\phi$.

16. Визначте ЕРС, індуковану у витку обмотки статора асинхронної машини, якщо f_1 = 50 Гц, Φ = 0,02 Вб.

1) 4,44 В;
2) 1,11 В;
3) 2,22 В;
4) для відповіді не достатньо даних.

17. Визначте ЕРС, індуковану у витку обмотки статора асинхронної машини, якщо f_1 = 50 Гц, Φ = 0,01 Вб.

1) 4,44 В;
2) 1,11 В;
3) 2,22 В;
4) для відповіді не достатньо даних.

18. Визначте ЕРС, індуковану у витку обмотки статора асинхронної машини, якщо f_1 = 50 Гц, Φ = 0,06 Вб.

1) 6,66 В;
2) 3 В;
3) 13,32 В;
4) для відповіді не достатньо даних.

Підсумок з матеріалу теми 3

Після проходження даної лекції студент повинен знати:

– класифікацію машин змінного струму;

– типи обмоток машин змінного струму, їх класифікацію, особливості застосування;

– принцип утворення трифазної обмотки та обертового магнітного поля;

– послідовність формування ЕРС в обмотках машин змінного струму;

– способи покращення форми кривої ЕРС в обмотках машин змінного струму;

– формування МРС в обмотках машин змінного струму.

ТЕМА 4 АСИНХРОННІ МАШИНИ

Перелік питань для розгляду до теми 4

1. Призначення і принцип дії асинхронної машини. Будова трифазного асинхронного двигуна. Паспортні дані асинхронного двигуна. Короткозамкнені асинхронні двигуни з підвищеним пусковим моментом: типи двигунів; двигун з подвійною білячою кліткою; глибокопазовий двигун.
2. Робота асинхронної машини при нерухомому роторі: на холостому ходу; під навантаженням; схема заміщення. Застосування асинхронної машини з нерухомим ротором (фазорегулятор, індукційний регулятор).
3. Робота асинхронної машини при обертовому роторі: загальні відомості, перетворення активної енергії, енергетична діаграма активної потужності, ККД, коефіцієнт навантаження, перетворення реактивної потужності, схеми заміщення.
4. Електромагнітний момент асинхронної машини. Механічна характеристика асинхронної машини. Максимальний та пусковий моменти асинхронного двигуна.
5. Стійкість роботи асинхронного двигуна.
6. Робочі характеристики асинхронного двигуна: зовнішній вигляд, способи розрахунку, аналітичний метод розрахунку. Розрахунок робочих характеристик асинхронного двигуна з використанням кругової діаграми. Побудова робочих характеристик асинхронного двигуна за допомогою кругової діаграми.
7. Досліди холостого ходу і короткого замикання асинхронного двигуна.
8. Способи пуску асинхронного двигуна.
9. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна.
10. Гальмівні режими асинхронного двигуна.
11. Асинхронний перетворювач частоти.
12. Однофазні асинхронні двигуни: будова, принцип роботи, двигун з пусковою обмоткою, конденсаторний двигун, схеми ввімкнення трифазного асинхронного двигуна до однофазної мережі. Робота трифазного асинхронного двигуна від однофазної мережі. Співвідношення між потужностями двигуна при роботі його в трифазному і однофазному режимі.
13. Робота асинхронного двигуна при неномінальних умовах: зміні частоти; зміні напруги. Робота асинхронного двигуна при несиметрії напруги живлення.

Лабораторні роботи з теми 4

1. Визначення втрат і ККД трифазного асинхронного двигуна.
2. Дослідження способів пуску в хід трифазних асинхронних двигунів.
3. Порівняння робочих властивостей двигуна в трифазному або однофазному режимах.

Література до теми 4

Рекомендована література [1 – 3, 6].

Контрольні запитання до теми 4

1. Яка електрична машина називається асинхронною?
2. Які основні типи роторів використовуються в асинхронних машинах?
3. Яка будова асинхронної машини?
4. Які можливі схеми з'єднань обмоток статора асинхронної машин? Як розташовані виводи обмотки статора на клемній колодці?
5. Сформулюйте правила лівої та правої руки. Для чого вони призначені?
6. Розкажіть принцип роботи асинронного двигуна?
7. Що таке ковзання асинхронної машини і як воно визначається?
8. Як визначається частота обертання магнітного поля?
9. Який зв'язок між кутовою швидкістю та швидкістю обертання електричної машини?
10. Від чого залежить частота струму в обмотці ротора і як вона визначається?
11. Розкажіть принцип роботи асинхронного генератора.
12. Які є короткозамкнені асинхронні двигуни з підвищеним пусковим моментом та яка відмінність їхньої будови від звичайного виконання?
13. Який режим роботи асинхронної машини називається трансформаторним?
14. Як визначається ЕРС обмоток статора та ротора в режимі холостого ходу асинхронної машини при нерухомому роторі?
15. Яке значення струму холостого ходу відносно номінального в асинхронній машині? Які способи його зменшення?
16. Запишіть рівняння балансу напруг та струмів асинхронної машини при нерухомому роторі.
17. Яка умова роботи асинхронної машини?
18. Які особливості використання асинхронного двигуна як фазорегулятора?

19. Які особливості використання асинхронного двигуна як індукційного регулятора?
20. Зобразіть векторні діаграми асинхронної машини при нерухомому роторі в режимі холостого ходу та під навантаженням.
21. Які умови повинні витримуватися при приведенні вторинного кола до первинного в асинхронній машині?
22. Зобразіть схему заміщення асинхронної машини при нерухомому роторі.
23. Як визначається ЕРС обмоток статора та ротора в режимі холостого ходу асинхронної машини при роторі, що обертається?
24. Яка послідовність перетворення активної та реактивної енергій в асинхронному двигуні?
25. Як визначається активна потужність, яка споживається з мережі асинхронним двигуном?
26. Як визначаються електричні та магнітні втрати в обмотках статора та ротора асинхронного двигуна?
27. Що таке електромагнітна потужність асинхронного двигуната як вона визначається?
28. Що характеризує механічна потужність асинхронного двигуна та як вона визначається?
29. Як формуються сумарні втрати в асинхронному двигуні?
30. Як визначається корисна потужність на валу асинхронного двигуна?
31. Побудуйте енергетичну діаграму активної потужності асинхронного двигуна.
32. Як визначається ККД асинхронного двигуна? Графічне зображення залежності ККД від навантаження.
33. Що таке потужність ковзання асинхронного двигуна та як вона визначається?
34. Який баланс реактивної потужності та її енергетична діаграма?
35. Які є схеми заміщення для асинхронної машини? Їх призначення.
36. Запишіть рівняння балансу напруг та струмів асинхронного двигуна при обертовому роторі.
37. Як визначається електромагнітний момент асинхронного двигуна через електромагнітну потужність та через параметри схеми заміщення?
38. Що таке механічна характеристика асинхронної машини? Як вона може бути отримана. ЇЇ зовнішній вигляд.
39. Що таке критичний момент та критичне ковзання асинхронного двигуна?
40. Запишіть формулу Клосса.
41. Запишіть формулу максимального моменту асинхронного двигуна. Від чого він залежить?

42. Що таке перевантажувальна здатність електричного двигуна та що вона характеризує?
43. Запишіть формулу пускового моменту асинхронного двигуна. Від чого він залежить?
44. Який режим роботи електричного двигуна називається стійким?
45. Яке рівняння руху електродвигуна?
46. Що таке динамічний момент електричного двигуна і що він характеризує?
47. Яка умова стійкої роботи асинхронного двигуна?
48. Що таке робочі характеристики асинхронного двигуна та який їх зовнішній вигляд?
49. Які є способи розрахунку робочих характеристик асинхронного двигуна?
50. Яка послідовність розрахунку робочих характеристик асинхронного двигуна аналітичним способом?
51. Яка послідовність розрахунку робочих характеристик асинхронного двигуна за допомогою кругової діаграми?
52. В чому полягають досліди холостого ходу та короткого замикання асинхронного двигуна? Які при цьому отримують характеристики?
53. Які основні та додаткові вимоги до пуску асинхронного двигуна?
54. Які є способи пуску асинхронного двигуна? Як вони реалізуються? Які переваги та недоліки кожного з них?
55. Які є способи регулювання швидкості асинхронного двигуна? Як вони реалізуються? Які переваги та недоліки кожного з них?
56. Які є способи електричного гальмування асинхронного двигуна? Як вони реалізуються? Які переваги та недоліки кожного з них?
57. Що таке асинхронний перетворювач частоти?
58. Які особливості роботи асинхронного двигуна при несиметрії напруги живлення?
59. Які особливості роботи асинхронного двигуна при зміні частоти?
60. Які особливості роботи асинхронного двигуна при зміні напруги живлення?
61. Що таке однофазний асинхронний двигун? Яке у нього електромагнітне поле?
62. Який пусковий момент однофазного асинхронного двигуна?
63. Особливості застосування однофазного асинхронного двигуна з пусковою обмоткою.
64. Особливості застосування однофазного конденсаторного асинхронного двигуна.

65. Які особливості роботи трифазного асинхронного двигуна від однофазної мережі? Схеми ввімкнення. Співвідношення між електричними величинами.

Тестові завдання за матеріалами теми 4

1. Чим відрізняється двигун з фазною обмоткою ротора від двигуна з короткозамкненою обмоткою?
   1) наявністю пазів для охолодження;
   2) наявністю кілець і щіток;
   3) кількістю котушок обмотки статора;
   4) наявністю колектора і щіток.

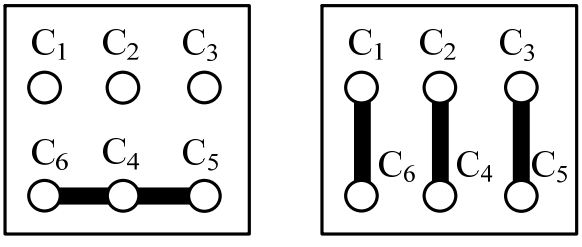
2. Який діапазон зміни ковзання асинхронної машини в режимі двигуна?
   1) $s = 0 \div 1$;
   2) $s = 0 \div -\infty$;
   3) $s = 0 \div \infty$;
   4) $s = 1 \div \infty$.

3. Який діапазон зміни ковзання асинхронної машини в режимі генератора?
   1) $s = 0 \div 1$;
   2) $s = 0 \div -\infty$;
   3) $s = 0 \div \infty$;
   4) $s = 1 \div \infty$.

4. Який діапазон зміни ковзання асинхронної машини в режимі електромагнітного гальма?
   1) $s = 0 \div 1$;
   2) $s = 0 \div -\infty$;
   3) $s = 0 \div \infty$;
   4) $s = 1 \div \infty$.

5. Який діапазон зміни ковзання асинхронної машини в режимі двигуна (Д), генератора (Г) та електромагнітного гальма (ЕМ)?
   1) Д: $s = 0 \div 1$; Г: $s = 0 \div -\infty$; ЕМ: $s = 1 \div \infty$;
   2) Д: $s = 1 \div \infty$; Г: $s = 0 \div -\infty$; ЕМ: $s = 0 \div 1$;
   3) Д: $s = 0 \div 1$; Г: $s = 1 \div \infty$; ЕМ: $s = 0 \div -\infty$;
   4) Д: $s = -\infty \div 0$; Г: $s = 0 \div 1$; ЕМ: $s = 1 \div \infty$.

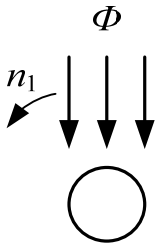
6. Як з’єднані обмотки статора асинхронного двигуна?



А Б

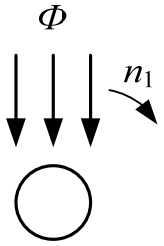
1) А трикутником, Б зіркою;
2) А зіркою, Б трикутником;
3) А зіркою, Б зигзагом;
4) А трикутником, Б зигзагом.

7. Визначте напрям індукованої ЕРС e_2 у провіднику обмотки ротора асинхронного двигуна обертовим магнітним полем Φ та напрям електромагнітного моменту M.



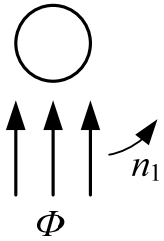
1) e_2 від нас, M вправо;
2) e_2 до нас, M вправо;
3) e_2 від нас, M вліво;
4) e_2 до нас, M вліво.

8. Визначте напрям індукованої ЕРС e_2 у провіднику обмотки ротора асинхронного двигуна обертовим магнітним полем Φ та напрям електромагнітного моменту M.



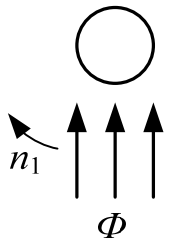
1) e_2 до нас, M вправо;
2) e_2 до нас, M вліво;
3) e_2 від нас, M вправо;
4) e_2 від нас, M вліво.

9. Визначте напрям індукованої ЕРС e_2 у провіднику обмотки ротора асинхронного двигуна обертовим магнітним полем Φ та напрям електромагнітного моменту M.



1) e_2 від нас, M вправо;
2) e_2 до нас, M вліво;
3) e_2 від нас, M вліво;
4) e_2 до нас, M вправо.

10. Визначте напрям індукованої ЕРС e_2 у провіднику обмотки ротора асинхронного двигуна обертовим магнітним полем Φ та напрям електромагнітного моменту M.



1) e_2 від нас, M вправо;
2) e_2 до нас, M вліво;
3) e_2 від нас, M вліво;
4) e_2 до нас, M вправо.

11. Визначте частоту обертання n_1 магнітного поля статора (об/хв) асинхронної машини, якщо $2p = 4, f_1 = 60$ Гц.
1) 1000;
2) 1500;
3) 1800;
4) 900;
5) 750.

12. Визначте частоту обертання n_1 магнітного поля статора (об/хв) асинхронної машини, якщо $2p = 6, f_1 = 400$ Гц.
1) 24000;
2) 4000;
3) 8000;
4) 12000;
5) 800.

13. Визначте частоту обертання n_1 магнітного поля статора (об/хв) асинхронної машини, якщо $2p = 10, f_1 = 50$ Гц.
1) 1000;
2) 300;
3) 1500;
4) 600;
5) 750.

14. Визначте частоту обертання n_1 магнітного поля статора (об/хв) асинхронної машини, якщо $2p = 6, f_1 = 60$ Гц.
1) 1000;
2) 1500;
3) 1800;
4) 1200;
5) 60.

15. Визначте частоту обертання n_1 магнітного поля статора (об/хв) асинхронної машини, якщо $2p = 4, f_1 = 400$ Гц.
1) 6000;
2) 1200;
3) 600;
4) 1000;
5) 12000.

16. Визначте частоту обертання ротора асинхронного двигуна (об/хв) при $s = 0{,}04$, $2p = 2, f = 50$ Гц.
1) 3000;
2) 2850;
3) 2880;
4) 1440.

17. Визначте частоту обертання n_1 магнітного поля статора (об/хв) асинхронної машини, якщо $2p = 8, f_1 = 60$ Гц.
    1) 1000; 2) 1500;
    3) 1800; 4) 900;
    5) 750.

18. Визначте частоту обертання ротора асинхронного двигуна (об/хв) при $s = 0{,}05$, $2p = 6, f = 50$ Гц.
    1) 475; 2) 1425;
    3) 1500; 4) 950;
    5) 1000.

19. Визначте частоту обертання ротора асинхронного двигуна (об/хв) при $s = 0{,}04$, $2p = 4, f = 60$ Гц.
    1) 1500; 2) 1440;
    3) 1800; 4) 1728.

20. Визначте частоту обертання ротора асинхронного двигуна (об/хв) при $s = 0{,}05$, $2p = 2, f = 50$ Гц.
    1) 3000; 2) 1425;
    3) 2850; 4) 1500;
    5) 2900.

21. Визначте ковзання асинхронного двигуна, якщо ротор обертається проти поля з частотою $n = 750$ об/хв, $2p = 6, f = 50$ Гц.
    1) – 0,5; 2) 2,5;
    3) 0,25; 4) 1,75.

22. Обмотка статора асинхронного двигуна з $2p = 4$ із частотою напруги $f = 60$ Гц. Частота обертання ротора $n = 1700$ об/хв. Визначити ковзання.
    1) 0,55; 2) 0,059;
    3) 0,5; 4) 0,05;
    5) 0,055.

23. Як зміниться струм холостого ходу асинхронного двигуна при збільшенні повітряного зазору між статором та ротором?
    1) зменшиться;
    2) не зміниться;
    3) збільшиться.

24. Як зміниться струм холостого ходу асинхронного двигуна при зменшенні повітряного зазору між статором та ротором?

1) не зміниться;
2) зменшиться;
3) збільшиться.

25. Визначте приведене значення струму ротора асинхронного двигуна I_2' при $I_2 = 10$ А, $k_i = 0{,}5$.
1) 5 А;
2) 10 А;
3) 40А;
4) 20 А;
5) 2,5 А.

26. Визначте значення струму ротора асинхронного двигуна I_2 при $I_2' = 40$ А, $k_i = 0{,}2$.
1) 8 А;
2) 200 А;
3) 1,6 А;
4) 80 А;
5) 16 А.

27. Трансформаторний режим асинхронної машини настає при виконанні умови:
1) $n_1 = n_2$;
2) $i_1 = i_2$;
3) $\Phi_1 = \Phi_2$;
4) $U_1 = U_2'$;
5) $f_1 = f_2$.

28. Коефіцієнт трансформації ЕРС асинхронної машини визначається за формулою:
1) $k_E = \dfrac{w_1 k_{об1} k_c}{w_2 k_{об2}}$;
2) $k_E = \dfrac{w_2 k_{об2} k_c}{w_1 k_{об1}}$;
3) $k_E = \dfrac{w_1 k_{об1}}{w_2 k_{об2} k_c}$;
4) $k_E = \dfrac{w_2 k_{об2}}{w_1 k_{об1} k_c}$.

29. Коефіцієнт приведення струмів асинхронної машини:
1) $k_i = \dfrac{m_1 w_1 k_{об1}}{m_2 w_2 k_{об2} k_c}$;
2) $k_i = \dfrac{m_1 w_1 k_{об1} k_c}{m_2 w_2 k_{об2}}$;
3) $k_i = \dfrac{w_1 k_{об1} k_c}{w_2 k_{об2}}$;
4) $k_i = \dfrac{w_2 k_{об2}}{w_1 k_{об1} k_c}$.

30. ЕРС в обмотці ротора асинхронного двигуна при його обертанні має вигляд:
1) $E_{2s} = 4{,}44 f_1 w_2 k_{об\,2} k_c \Phi$;
2) $E_{2s} = 4{,}44 f_1 s w_1 k_{об\,2} k_c \Phi$;
3) $E_{2s} = 4{,}44 f_1 s w_2 k_{об\,2} k_c \Phi$;
4) $E_{2s} = 4{,}44 f_2 s w_2 k_{об\,2} k_c \Phi$.

31. Яким чином у схемі заміщення асинхронного двигуна враховується механічна потужність навалу машини $P_{мх}$?
    1) за допомогою опору R_2' / s;
    2) за допомогою опору $R_2' \cdot (1 - s) / s$;
    3) за допомогою опору $R_2' \cdot (1 - s)$;
    4) за допомогою опору R_2'.

32. Як спрямований на векторній діаграмі асинхронного двигуна вектор ЕРС вторинної обмотки?
    1) випереджає вектор струму ротора;
    2) збігається за напрямом з вектором струму ротора;
    3) відстає від вектора струму ротора;
    4) протилежний вектору струму ротора.

33. Як спрямований на векторній діаграмі асинхронного двигуна вектор ЕРС вторинної обмотки?
    1) випереджає вектор струму статора;
    2) збігається за напрямом з вектором струму статора;
    3) відстає від вектора струму статора;
    4) протилежний вектору струму ротора.

34. Як змінюється струм в обмотці статора асинхронного двигуна при зменшенні ковзання?
    1) не змінюється;
    2) збільшується;
    3) збільшується, але не суттєво;
    4) зменшується.

35. Як змінюється струм в обмотці статора асинхронного двигуна при збільшенні ковзання?
    1) не змінюється;
    2) збільшується;
    3) зменшується;
    4) зменшується, але не суттєво.

36. Яка з наведених формул є неправильною для визначення механічної потужності на валу асинхронного двигуна?
    1) $P_{мх} = P_{ем} \cdot (1 - s)$;
    2) $P_{мх} = \Delta p_{ел2} \cdot \dfrac{1 - s}{s}$;
    3) $P_{мх} = \Delta p_{ел2} \cdot \dfrac{1}{s}$;
    4) $P_{мх} = m_1 I_2' \; R_2' \dfrac{1 - s}{s}$.

37. У якому зі значень параметрів, характерних для асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором загального призначення, допущена помилка?

1) $s_н = (2 \div 8)\%$;
2) $M_п = (1{,}1 \div 1{,}8) M_н$;
3) $I_п = (5 \div 7) I_н$;
4) $I_0 = (10 \div 15)\% I_н$.

38. У якому з виразів балансу струмів для асинхронного двигуна допущена помилка?
1) $\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}'_2$;
2) $\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}'_2$;
3) $\dot{I}_1 = \dot{I}_0 - \dot{I}'_2$;
4) $\dot{I}_0 = \dot{I}_1 + \dot{I}'_2$.

39. Активний та індуктивний опори нерухомого ротора асинхронного двигуна рівні: $R_2 = 1$ Ом, $X_2 = 2$ Ом. Чому рівні ці опори, коли двигун працює з ковзанням 5%?
1) $R_{2s} = 1$ Ом, $X_{2s} = 0{,}01$ Ом;
2) $R_{2s} = 0{,}05$ Ом, $X_{2s} = 0{,}1$ Ом;
3) $R_{2s} = 1$ Ом, $X_{2s} = 0{,}1$ Ом;
4) $R_{2s} = 20$ Ом, $X_{2s} = 2$ Ом.

40. Електромагнітна потужність асинхронного двигуна з фазним ротором $P_{ем} = 40$ кВт. Визначити ковзання двигуна, якщо фазний струм ротора $I_2 = 200$ А, активний опір фази обмотки ротора $R_2 = 0{,}01$ Ом.
1) 0,3;
2) 0,15;
3) 0,01;
4) 0,03.

41. Визначте ККД асинхронного двигуна, якщо корисна потужність на валу 350 Вт, а сумарні втрати 150 Вт.
1) 80%;
2) 70%;
3) 67%;
4) 57,1%.

42. Електромагнітну потужність, що передається за допомогою магнітного поля зі статора до ротора асинхронного двигуна, можна подати у вигляді:
1) $P_{ем} = m_2 I'^2_2 \dfrac{R'_2}{s}$;
2) $P_{ем} = m_1 I_1^2 \dfrac{R_1}{s}$;
3) $P_{ем} = m_2 I_2^2 R_2 \dfrac{1-s}{s}$;
4) $P_{ем} = m_1 I'^2_2 \dfrac{R'_2}{s}$.

43. ККД асинхронного двигуна для будь-якого навантаження можна визначити як
1) $\eta = \dfrac{\beta P_{1ном}}{\beta P_{2ном} + \Delta p_{пост} + \Delta p_{зм}}$;
2) $\eta = \dfrac{P_{2ном}}{\beta P_{2ном} + \Delta p_{пост} + \Delta p_{зм}}$;
3) $\eta = \dfrac{\beta P_{2ном}}{\beta P_{2ном} + \Delta p_{пост} + \Delta p_{зм}}$;
4) $\eta = \dfrac{\beta P_{2ном}}{P_{2ном} + \Delta p_{пост} + \Delta p_{зм}}$.

44. Реактивна потужність асинхронної машини, яка витрачається на створення основного магнітного поля машини, рівна:

1) $Q = m_1 I_0^2 X_m$;
2) $Q = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi_1$;
3) $Q = m_1 I_1^2 X_{\sigma 1}$;
4) $Q = m_1 I_1^2 X_m$;
5) $Q = m_2 I_2^2 X_m$;
6) $Q = m_2 I_2^2 X_{\sigma 2}$.

45. Як зміниться ковзання, якщо збільшити момент статичного навантаження на валу асинхронного двигуна?

1) збільшиться;
2) збільшиться, але не суттєво;
3) зменшиться;
4) не зміниться.

46. Індуктивний опір X_2' збільшився. Як зміняться пусковий M_n, максимальний M_{max} моменти та критичне ковзання $s_{кр}$ асинхронного двигуна?

1) M_n збільшиться, M_{max} зменшиться, $s_{кр}$ зменшиться;
2) M_n збільшиться, M_{max} зменшиться, $s_{кр}$ збільшиться;
3) M_n зменшиться, M_{max} збільшиться, $s_{кр}$ збільшиться;
4) M_n зменшиться, M_{max} зменшиться, $s_{кр}$ зменшиться.

47. Індуктивний опір X_2' зменшиться. Як зміняться пусковий M_n, максимальний M_{max} моменти та критичне ковзання $s_{кр}$ асинхронного двигуна?

1) M_n збільшиться, M_{max} збільшиться, $s_{кр}$ збільшиться;
2) M_n збільшиться, M_{max} не зміниться, $s_{кр}$ збільшиться;
3) M_n зменшиться, M_{max} збільшиться, $s_{кр}$ зменшиться;
4) M_n зменшиться, M_{max} зменшиться, $s_{кр}$ зменшиться.

48. Як зміняться електричні втрати в колі ротора асинхронного двигуна при збільшенні обертового моменту?

1) не зміняться;
2) збільшаться;
3) зменшаться;
4) зменшаться, але не суттєво.

49. Як зміняться електричні втрати в колі ротора асинхронного двигуна при зменшенні обертового моменту?

1) не зміняться;
2) збільшаться;
3) збільшаться, але не суттєво;
4) зменшаться.

50. З якою частотою відносно статора обертається поле ротора і як воно залежить від навантаження асинхронної машини?

1) з частотою n_2, зменшується;
2) з частотою n_1, зменшується;
3) з частотою n_1, не залежить
4) з частотою n_s, не залежить.

51. Як змінюється ковзання s і швидкість ротора n при збільшенні навантаження на валу асинхронного двигуна?
   1) s зменшується, n збільшується;
   2) s збільшується, n збільшується;
   3) s збільшується, n зменшується;
   4) s не змінюється, n зменшується.

52. Як зміниться струм в обмотці ротора асинхронного двигуна, якщо зменшити напругу на обмотці статора, а момент навантаження при цьому залишити незмінним?
   1) зменшиться;
   2) зменшиться, але не суттєво;
   3) збільшиться;
   4) не зміниться.

53. У якому з виразів для асинхронного двигуна допущена помилка?
   1) $M = c_м \Phi I_{2а}$;
   2) $M = \dfrac{P_{ем}}{\omega}$;
   3) $M = c_м \Phi I_2'$;
   4) $M = \dfrac{\Delta p_{ел2}}{\omega_1 s}$.

54. У якому з виразів для асинхронного двигуна допущена помилка?
   1) $\Delta p_{ел2} = s P_{ем}$;
   2) $\Delta p_{ел2} = m_1 I_2'^2 R_2'$;
   3) $\Delta p_{ел2} = m_2 I_2'^2 R_2'$;
   4) $\Delta p_{ел2} = m_2 I_2 R_2$.

55. Визначте обертовий момент асинхронного двигуна, якщо $P_2 = 5{,}8$ кВт, $n_н = 2900$ об/хв.
   1) 9,5 Н·м;
   2) 19,1 Н·м;
   3) 20 Н·м;
   4) 2 Н·м.

56. Визначте обертовий момент асинхронного двигуна, якщо $P_2 = 7{,}5$ кВт, $n_н = 950$ об/хв.
   1) 76,9 Н·м;
   2) 37,7 Н·м;
   3) 75,4 Н·м;
   4) 7,9 Н·м.

57. Визначте обертовий момент асинхронного двигуна, якщо $P_2 = 6$ кВт, $n_н = 2950$ об/хв.
   1) 19,43 Н·м;
   2) 9,71 Н·м;
   3) 19,1 Н·м;
   4) 2,03 Н·м.

58. Чому при введенні в коло ротора асинхронного двигуна з фазним ротором пускового опору збільшиться його пусковий момент?
   1) збільшиться основний магнітний потік;

2) збільшиться активна складова струму ротора;
3) збільшиться повний опір кола ротора;
4) зменшиться кратність струму ротора.

59. Як зміниться пусковий момент M_n, критичне ковзання $s_{кр}$ та максимальний момент M_{max} при збільшенні активного опору в колі ротора асинхронного двигуна?
1) M_n не зміниться, $s_{кр}$ збільшиться, M_{max} не зміниться;
2) M_n збільшиться, $s_{кр}$ збільшиться, M_{max} збільшиться;
3) M_n збільшиться, $s_{кр}$ збільшиться, M_{max} не зміниться;
4) M_n зменшиться, $s_{кр}$ не зміниться, M_{max} зменшиться.

60. Як зміниться пусковий момент M_n, критичне ковзання $s_{кр}$ та максимальний момент M_{max} при зменшенні активного опору в колі ротора асинхронного двигуна?
1) M_n зменшиться, $s_{кр}$ збільшиться, M_{max} не зміниться;
2) M_n зменшинться, $s_{кр}$ зменшиться, M_{max} не зміниться;
3) M_n збільшиться, $s_{кр}$ збільшиться, M_{max} не зміниться;
4) M_n зменшиться, $s_{кр}$ не зміниться, M_{max} зменшиться.

61. Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, збільшилася на 10%. Як зміниться пусковий момент?
1) не зміниться;
2) збільшиться на 10%;
3) зменшиться на 10%;
4) зменшиться на 21%;
5) збільшиться на 21%.

62. Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, збільшилася на 5%. Як зміниться пусковий момент?
1) зменшиться на 10,25%;
2) збільшиться на 10,25%;
3) збільшиться на 5%;
4) зменшиться на 5%;
5) не зміниться.

63. Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, зменшилася на 5%. Як зміниться пусковий момент?
1) збільшиться на 9,75%;
2) зменшиться на 9,75%;
3) зменшиться на 2%;
4) збільшиться на 2%;
5) не зміниться.

64. Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, зменшилася на 2%. Як зміниться пусковий момент?
1) зменшиться на 5%;
2) збільшиться на 5%;
3) зменшиться на 3,96%;
4) збільшиться на 3,96%;
5) не зміниться.

65. Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, зменшилася на 4%. Як зміняться пусковий момент M_nта пусковий струм I_n?
1) M_n збільшиться на 4%, I_n зменшиться на 4%;
2) M_n зменшиться на 7,84%, I_n зменшиться на 4%;
3) M_n зменшиться на 4%, I_n зменшиться на 4%;
4) M_n не зміниться, I_n зменшиться на 4%.

66. Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, зменшилася на 20%. Як зміниться пусковий момент?
1) не зміниться;
2) зменшиться на 20%;
3) збільшиться на 20%;
4) зменшиться на 36%;
5) збільшиться на36%.

67. Який з параметрів не залежить від опору резистора, ввімкненого в коло ротора асинхронного двигуна з фазним ротором?
1) критичне ковзання;
2) пусковий струм;
3) максимальний момент;
4) пусковий момент.

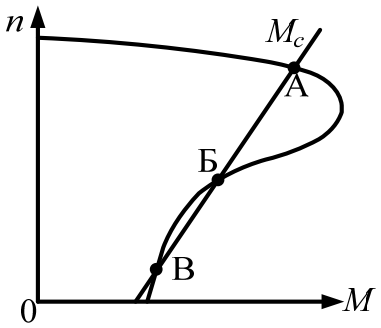
68. Як зміниться величина критичного ковзання при збільшенні активного опору обмотки ротора асинхронного двигуна:
1) збільшиться;
2) зменшиться;
3) зменшиться, але не суттєво;
4) не зміниться.

69. Як зміниться величина критичного ковзання при збільшенні індуктивного опору обмотки ротора асинхронного двигуна:
1) збільшиться;
2) збільшиться, але не суттєво;
3) зменшиться;
4) не зміниться.

70. Яка кратність максимального моменту асинхронного двигуна відносно його номінального моменту, якщо критичне ковзання $s_{кр} = 0{,}1$, а номінальне $s_н = 0{,}02$?
1) 1,41;
2) 1,8;
3) 2;
4) 2,6.

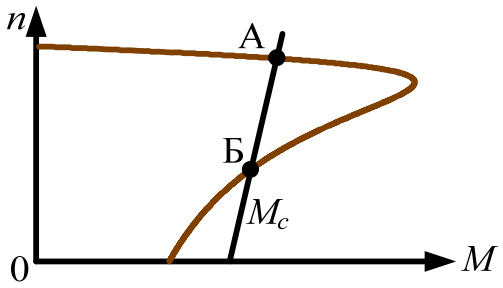
71. Умова стійкої роботи асинхронного двигуна має вигляд:
1) $\frac{dM}{dn} < \frac{dM_c}{dn}$;
2) $\frac{dM}{dn} > \frac{dM_c}{dn}$;
3) $\frac{dM}{dn} = \frac{dM_c}{dn}$;
4) $\frac{dM}{dn} \geq \frac{dM_c}{dn}$.

72. Яка точка на механічній характеристиці асинхронного двигуна відповідає нестійкому режимі роботі?



1) А;
2) Б;
3) В;
4) А і Б;
5) А і В;
6) Б і В.

73. Яка точка на механічній характеристиці асинхронного двигуна відповідає усталеній роботі?



1) А;
2) Б;
3) жодна;
4) обидві.

74. Як змінюється коефіцієнт потужності асинхронного двигуна при зменшенні механічного навантаження на валу?

1) не змінюється;
2) зменшується;
3) збільшується.

75. Які величини повинні бути незмінними при побудові робочих характеристик асинхронного двигуна?

1) s, U_1;
2) I_1, U_1;
3) I_1, f_1;
4) U_1, f_1.

76. Які величини використовуються при побудові робочих характеристик асинхронного двигуна?

1) I_1;
2) $\Delta p_{мех}$;
3) Δp_{Σ};
4) $P_{ем}$;
5) P_2;
6) s;
7) η;
8) P_1;
9) E_1;
10) $P_{мх}$.

77. Вкажіть правильну формулу для наближеного визначення критичного ковзання асинхронного двигуна:

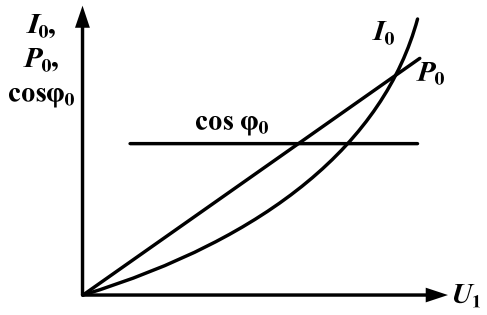
1) $s_{кр} \approx \frac{R_2'}{X_к}$;
2) $s_{кр} \approx \frac{R_1}{X_к}$;
3) $s_{кр} \approx \frac{X_2'}{X_к}$;
4) $s_{кр} \approx \frac{X_1}{X_к}$.

78. Який потрібно провести дослід асинхронного двигуна для визначення механічних та магнітних втрат?

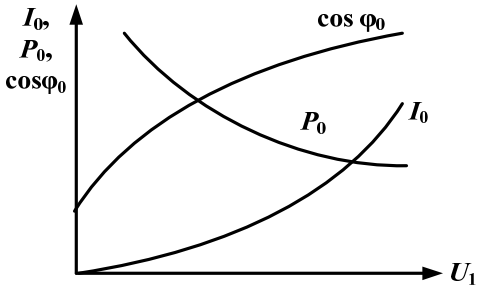
1) дослід холостого ходу;
2) дослід короткого замикання;
3) досліди холостого ходу та короткого замикання;
4) дослід номінального навантаження.

79. Вкажіть правильні характеристики холостого ходу асинхронного двигуна.

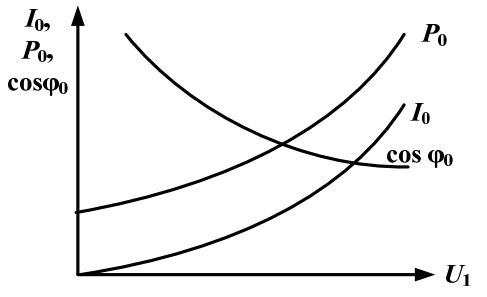
1)



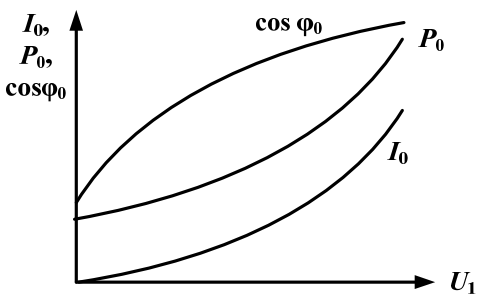
2)



3)



4)

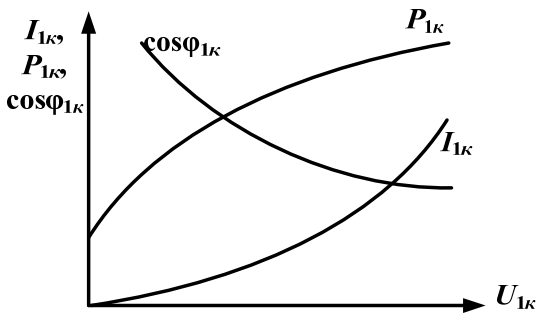


80. Які співвідношення характерні для струмів і моментів асинхронного двигуна при $s = 1$?

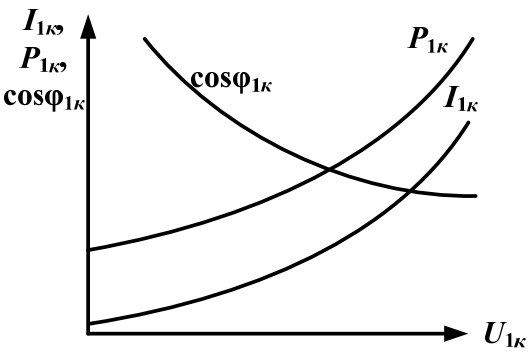
1) $M_п < M_с,\ I_п > I_н$;
2) $M_п > M_с,\ I_п < I_н$;
3) $M_п = M_с,\ I_п < I_н$;
4) $M_п > M_с,\ I_п > I_н$.

81. Вкажіть правильні характеристики короткого замикання асинхронного двигуна.

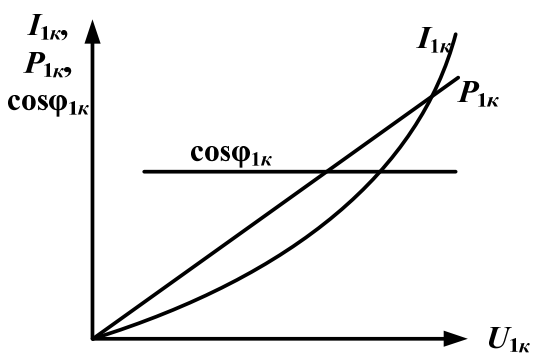
1)



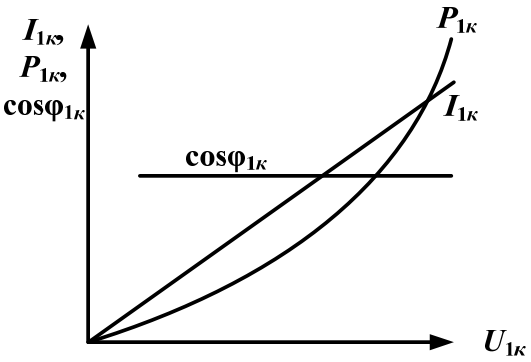
2)



3)



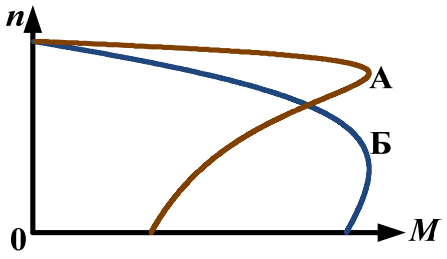
4)



82. Для чого при пуску в коло ротора асинхронного двигуна з фазним ротором вводять додатковий опір?

1) для зменшення пускового струму;
2) для збільшення пускового струму;
3) для зменшення пускового моменту;
4) для усунення вищих гармонік;
5) для раціонального використання енергії ковзання.

83. У якому співвідношенні перебувають опори R_2 і пускові струми I_n асинхронного двигуна, що мають характеристика А і Б.



1) $R_{2А} = R_{2Б}$, $I_{nА} = I_{nБ}$;
2) $R_{2А} < R_{2Б}$, $I_{nА} < I_{nБ}$;
3) $R_{2А} < R_{2Б}$, $I_{nА} > I_{nБ}$;
4) $R_{2А} > R_{2Б}$, $I_{nА} < I_{nБ}$;
5) $R_{2А} > R_{2Б}$, $I_{nА} < I_{nБ}$.

84. Як зміняться фазний $I_ф$ і лінійний $I_л$ струми статора асинхронного двигуна, якщо обмотку статора на час пуску перез'єднати з Δ в Y.

1) $I_ф$ зменшиться в 3 рази, $I_л$ зменшиться в $\sqrt{3}$ раз;
2) $I_ф$ зменшиться в $\sqrt{3}$ раз, $I_л$ зменшиться в 3 рази;
3) $I_ф$ зменшиться в 3 рази, $I_л$ зменшиться в 3 рази;
4) $I_ф$ зменшиться в $\sqrt{3}$ раз, $I_л$ зменшиться в $\sqrt{3}$ раз.

85. Як зміниться коефіцієнт потужності асинхронного двигуна, якщо переключити обмотку статора з Δ в Y, а момент навантаження при цьому залишити без змін?

1) зменшиться;
2) зменшиться, але не суттєво;
3) збільшиться;
4) не зміниться.

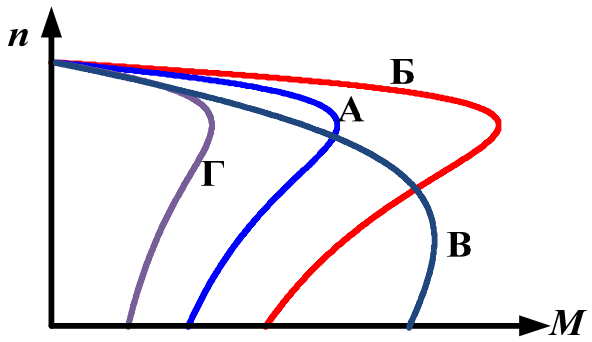
86. Вкажіть неправильне трактування недоліків прямого пуску асинхронного двигуна:

1) великий пусковий струм;
2) порівняно невеликий пусковий момент;
3) малий час виходу на усталений режим роботи;
4) невисокі енергетичні показники.

87. Вкажіть неправильне трактування переваг пуску асинхронного двигуна при зниженій напрузі:

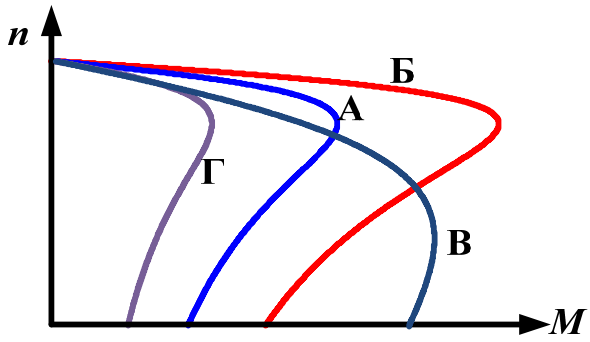
1) плавність пуску;
2) зменшення пускового струму;
3) високі енергетичні характеристики;
4) невеликий пусковий момент.

88. Механічна характеристика вигляду А відповідає номінальній напрузі асинхронного двигуна. Яку характеристику буде мати асинхронний двигун, якщо напруга на обмотці статора буде меншою за номінальну?



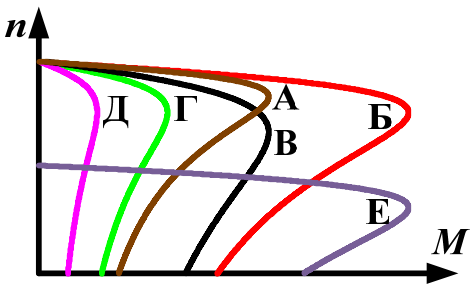
1) А;
2) Б;
3) В;
4) Г.

89. Механічна характеристика вигляду А відповідає номінальній напрузі асинхронного двигуна. Яку характеристику буде мати асинхронний двигун, якщо напруга на обмотці статора буде більшою за номінальну?



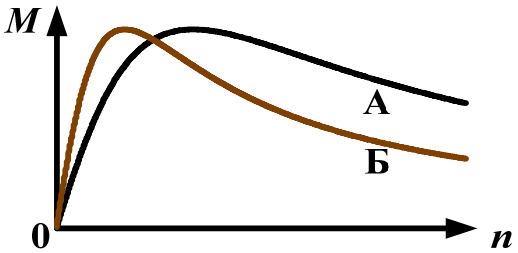
1) А;
2) Б;
3) В;
4) Г.

90. Механічна характеристика вигляду А є природною характеристикою асинхронного двигуна. Яку характеристику буде мати асинхронний двигун, якщо збільшити активний опір обмотки ротора?



1) Б;
2) В;
3) Г;
4) Д;
5) Е.

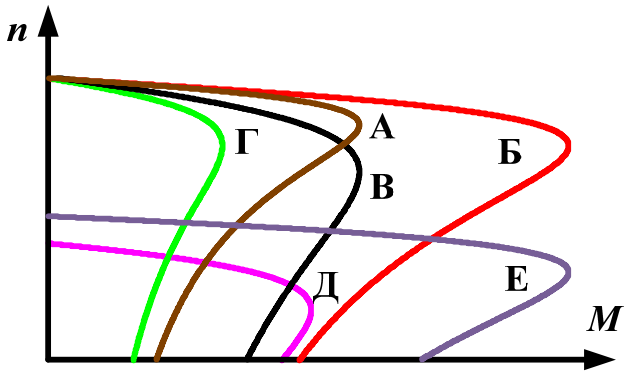
91. При зміні якого параметра асинхронного двигуна можна отримати такі механічні характеристики?



1) індуктивного опору ротора;
2) активного опору ротора;
3) напруги мережі;
4) частоти напруги мережі.

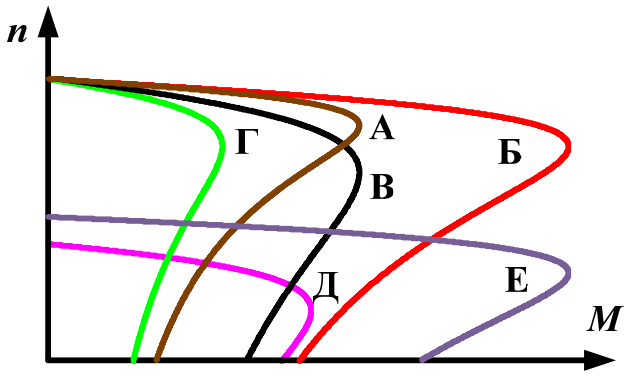
92. Механічна характеристика вигляду А є природною характеристикою асинхронного двигуна. Яку характеристику буде мати асинхронний

двигун, якщо зменшити частоту напруги мережі при законі $U / f = \text{const}$?



1) Б;
2) В;
3) Г;
4) Д;
5) Е.

93. Механічна характеристика вигляду А є природною характеристикою асинхронного двигуна. Яку характеристику буде мати асинхронний двигун, якщо зменшити частоту напруги мережі при законі $\frac{U}{\sqrt{f}} = \text{const}$?

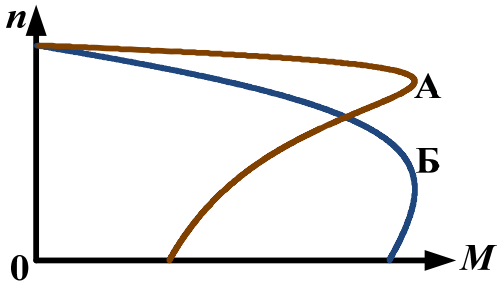


1) Б;
2) В;
3) Г;
4) Д;
5) Е.

94. Як краще здійснювати регулювання магнітного потоку асинхронного двигуна:

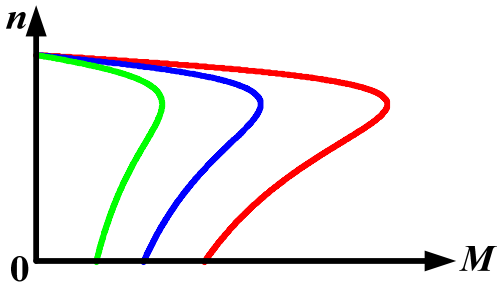
1) вверх від номінального;
2) вниз від номінального;
3) і вверх від номінального, і вниз від номінального;
4) залишити на рівні номінального.

95. Який параметр асинхронного двигуна треба змінити, щоб одержати характеристику вигляду Б?



1) збільшити індуктивний опір обмотки ротора;
2) зменшити індуктивний опір обмотки ротора;
3) збільшити активний опір обмотки ротора;
4) зменшити активний опір обмотки ротора;
5) зменшити напругу мережі;
6) збільшити частоту напруги мережі.

96. При зміні якого параметра асинхронного двигуна можна одержати такі характеристики?



1) зміні індуктивного опору обмотки ротора;
2) зміні активного опору обмотки ротора;
3) зміні напруги мережі;
4) зміні частоти напруги мережі.

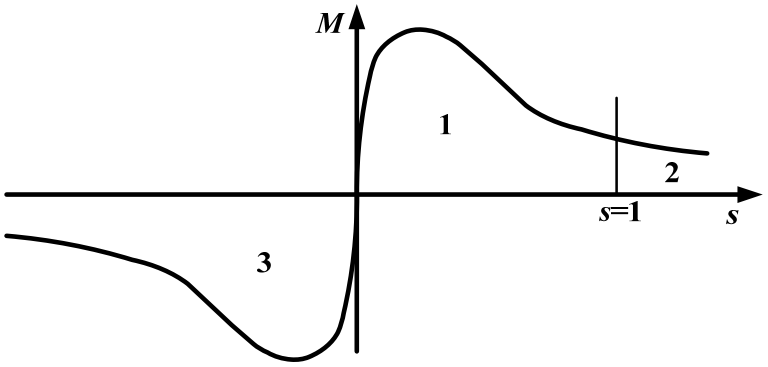
5) При якому способі електричного гальмування неможливо здійснити повну зупинку вала асинхронного двигуна?

1) рекуперативному;
2) динамічному;
3) електромагнітному;
4) конденсаторному.

97. В якому квадранті координатної площини знаходиться механічна характеристика асинхронного двигуна при електричному гальмуванні противмиканням?

1) першому;
2) другому;
3) третьому;
4) четвертому.

98. Яким режимам роботи асинхронної машини відповідають області 1, 2 та 3 на механічній характеристиці?



1) 1 – генератор, 2 – двигун; 3 – електромагнітне гальмо;
2) 1 – двигун, 2 – генератор; 3 – електромагнітне гальмо;
3) 1 – двигун, 2 – електромагнітне гальмо; 3 – генератор;
4) 1 – генератор, 2 – електромагнітне гальмо; 3 – двигун;
5) 1 – електромагнітне гальмо, 2 – генератор; 3 – двигун.

99. В якому квадранті координатної площини знаходиться механічна характеристика асинхронного двигуна при динамічному гальмуванні?

1) першому; 2) другому;
3) третьому; 4) четвертому.

100. За своїми робочими властивостями однофазний двигун близький до трифазного, який працює при ... (закінчте думку).

1) пониженій напрузі;
2) міжвитковому короткому замиканні;
3) сильній асиметрії напруги живлення;
4) великому перевантаженні.

101. Швидкість обертання однофазного асинхронного двигуна в порівнянні з трифазним:

1) така ж сама; 2) менша;
3) більша.

102. Як співвідноситься потужність однофазного двигуна в порівнянні з трифазним за таких самих габаритних розмірів?

1) 1/2; 2) 1/3;
3) 1/4; 4) 2/3;
5) 3/2.

103. У однофазному асинхронному двигуні з пусковою обмоткою застосування ємності як фазозсувного елемента дозволяє отримати пусковий момент на рівні:

1) (1,6÷1,8) $M_{ном}$;
2) (1,6÷2,0) $M_{ном}$;
3) (1,8÷2,2) $M_{ном}$;
4) (1,8÷2,2) $M_{ном}$;
5) (1,6÷2,4) $M_{ном}$.

104. При переході трифазного асинхронного двигуна в однофазний режим його корисна потужність:

1) не зміниться;
2) зменшиться;
3) збільшиться;
4) суттєво зменшиться.

105. При переході трифазного асинхронного двигуна в однофазний режим його магнітний потік:

1) не зміниться;
2) зменшиться;
3) збільшиться;
4) суттєво зменшиться.

106. При переході трифазного асинхронного двигуна в однофазний режим його струм, який споживається з мережі:

1) не зміниться;
2) зменшиться в $\sqrt{3}$ раз;
3) збільшиться в $\sqrt{3}$ раз;
4) зменшиться в 3 рази;
5) збільшиться в 3 рази.

107. При переході трифазного асинхронного двигуна в однофазний режим його коефіцієнт потужності:

1) не зміниться;
2) зменшиться;
3) збільшиться;
4) суттєво зменшиться.

108. При переході трифазного асинхронного двигуна в однофазний режим його коефіцієнт корисної дії:

1) не зміниться;
2) зменшиться;
3) збільшиться;
4) суттєво зменшиться.

109. При переході трифазного асинхронного двигуна в однофазний режим його сумарні втрати:

1) не зміняться;
2) зменшаться;
3) збільшаться;
4) суттєво зменшаться;
5) суттєво збільшаться.

Підсумок з матеріалу теми 4

Після проходження даної лекції студент повинен знати:

– що таке асинхронна машина, різновидності асинхронних машин;
– будову асинхронних машин та їх принцип роботи;
– номінальні величини асинхронної машини;
– способи з’єднань обмоток статора асинхронної машини;
– правила лівої та правої руки;
– що таке ковзання асинхронної машини;
– зв’язок між кутовою швидкістю та швидкістю обертання електричної машини;
– від чого залежить частота струму в обмотці ротора і як вона визначається;
– різновидності короткозамкнених асинхронних двигунів з підвищеним пусковим моментом та відмінність їхньої будови від звичайного виконання;
– особливості роботи асинхронної машини при нерухомому роторі (трансформаторний режим);
– значення струму холостого ходу відносно номінального в асинхронній машині та способи його зменшення;
– рівняння балансу напруг та струмів асинхронної машини при нерухомому роторі;
– умову роботи асинхронної машини;
– особливості використання асинхронного двигуна як фазорегулятора;
– особливості використання асинхронного двигуна як індукційного регулятора;
– особливості роботи асинхронної машини при обертовому роторі;
– які умови повинні витримуватися при приведенні вторинного кола до первинного в асинхронній машині;
– режим холостого ходу асинхронної машини;
– режим короткого замикання асинхронної машини;
– режим навантаження асинхронної машини;
– векторні діаграми асинхронної машини;
– систему рівнянь, що описують роботу асинхронної машини;
– схеми заміщення асинхронної машини;
– втрати асинхронної машини;
– як визначається активна потужність, яка споживається з мережі АД;
– як визначаються втрати в АД;
– енергетичну діаграму асинхронної машини та її ККД;
– що таке потужність ковзання, як вона визначається і що характеризує;
– діаграму перетворення реактивної потужності асинхронної машини;
– як визначається електромагнітний момент асинхронної машини і від чого він залежить;

– механічну характеристику асинхронної машини і як вона будується;

– формулу Клосса;

– як визначається максимальний момент асинхронного двигуна і від чого він залежить;

– як визначається пусковий момент асинхронного двигуна і від чого він залежить;

– що таке критичне ковзання;

– що таке критичний момент асинхронної машини;

– як визначається стійкість асинхронного двигуна;

– перевантажувальну здатність асинхронного двигуна;

– рівняння руху електродвигуна;

– що таке робочі характеристики асинхронного двигуна;

– розрахунок робочих характеристик асинхронного двигуна аналітичним способом;

– розрахунок робочих характеристик асинхронного двигуна з використанням кругової діаграми;

– досліди та характеристики холостого ходу асинхронного двигуна;

– досліди та характеристики короткого замикання асинхронного двигуна;

– основні та додаткові вимоги до пуску асинхронного двигуна;

– реалізацію прямого пуску асинхронного двигуна, його переваги та недоліки;

– способи пуску асинхронного двигуна при зниженій напрузі, їх переваги та недоліки;

– реалізацію частотного пуску асинхронного двигуна, його переваги та недоліки;

– реалізацію реостатного пуску асинхронного двигуна, його переваги та недоліки;

– регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна шляхом зміни частоти струму живлення, переваги та недоліки;;

– регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна шляхом зміни числа пар полюсів, переваги та недоліки;

– регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна шляхом зміни первинної напруги, переваги та недоліки;

– імпульсне регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна, переваги та недоліки;

– регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна за допомогою реостата в колі ротора, переваги та недоліки;

– регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна за допомогою введення додаткової ЕРС у вторинне коло;

– що таке асинхронний перетворювач частоти;

– особливості роботи асинхронного двигуна при зміні частоти;

– особливості роботи асинхронного двигуна при зміні напруги живлення;

– гальмівні режими асинхронного двигуна: противмикання, генераторне, динамічне, конденсаторне. Переваги й недоліки кожного з них;

– що таке однофазний асинхронний двигун, особливості його роботи;

– що таке асинхронний однофазний двигун з пусковою обмоткою;

– що таке асинхронний конденсаторний двигун;

– особливості роботи трифазного асинхронного двигуна від однофазної мережі.

ТЕМА 5 СИНХРОННІ МАШИНИ

Перелік питань для розгляду до теми 5

1. Призначення і принцип роботи синхронних машин. Будова синхронних машин. Конструктивна схема заміщення. Конструкція ротора. Живлення обмотки збудження. Номінальні дані синхронних машин. Особливості конструкції синхронних машин великої потужності. Охолодження синхронної машини. Магнітні поля і параметри заспокійливої обмотки синхронної машини.
2. Робота генератора на холостому ходу. ЕРС в обмотці якоря. Форма кривої напруги. Магнітне поле збудження. Робота генератора під навантаженням. Поняття реакція якоря в синхронних машинах. Реакція якоря в неявнополюсній машині. Реакція якоря в явнополюсній синхронній машині.
3. Векторні діаграми генератора: неявнополюсного і явнополюсного.
4. Зовнішня, регулювальна і навантажувальна характеристики синхронного генератора.
5. Визначення індуктивних опорів синхронної машини. Досліди холостого ходу і короткого замикання. Відношення короткого замикання.
6. Паралельна робота синхронного генератора з мережею: особливості роботи генератора на мережу великої потужності; умови синхронізації, синхронізація за допомогою лампового синхроноскопа, метод грубої синхронізації.
7. Регулювання активної та реактивної потужностей СГ при паралельній роботі з мережею. Робота зі змінним моментом і незмінний струмом збудження. Робота зі змінним струмом збудження і незмінним моментом. U-подібні характеристики СГ.
8. Потужність і електромагнітний момент синхронної машини. Статична стійкість синхронної машини: умови статичної стійкості; вплив струму збудження на стійкість.
9. Синхронний двигун. Векторні діаграми. Робочі характеристики.
10. Способи пуску синхронного двигуна. Одноосьовий ефект синхронної машини.
11. Регулювання частоти обертання синхронного двигуна.
12. Вентильний двигун.
13. Особливості роботи синхронного генератора на випрямне навантаження.
14. Синхронний компенсатор.

15. Перехідні процеси в синхронних машин. Робота синхронного генератора при несиметричному навантаженні.
16. Самозбудження синхронної машини.
17. Втрати і ККД синхронної машини.
18. Спеціальні типи синхронних машин: реактивні двигуни, гістерезисні двигуни, крокові двигуни.

Лабораторні роботи з теми 5

1. Випробовування трифазного синхронного генератора.
2. Паралельна робота генератора з мережею.
3. Випробовування трифазного синхронного двигуна.

Література до теми 5

Рекомендована література [1 – 3, 7, 8].

Контрольні запитання до теми 5

1. Яка електрична машина називається синхронною?
2. Як здійснюють класифікацію синхронних машин?
3. Від чого залежить конструкція синхронного генератора?
4. Яка будова та принцип дії синхронної машини?
5. Які величини є номінальними для синхронної машини?
6. Що таке демпферна обмотка і для чого вона призначена в синхронних машинах?
7. Що таке конструктивна схема заміщення синхронної машини?
8. Які різновидності конструкції ротора є в синхронній машині?
9. Які є способи живлення обмотки збудження синхронної машини?
10. Що таке реакція якоря в синхронних машинах? Які її різновиди?
11. Від чого залежить форма кривої напруги синхронної машини?
12. Яка особливість кривої намагнічування в синхронній машині?
13. Що таке поздовжня розмагнічувальна реакція якоря синхронної машини?
14. Що таке поздовжня намагнічувальна реакція якоря синхронної машини?
15. Що таке кут електромагнітного навантаження синхронної машини?
16. Рівняння балансу напруг для синхронної машини явнополюсної та неявнополюсної.
17. Що таке синхронний індуктивний опір синхронної машини?

18. Векторні діаграми синхронної машини явнополюсної та неявнополюсної.
19. Що таке характеристика холостого ходу синхронного генератора та як вона знімається?
20. Що таке характеристика короткого замикання синхронного генератора та як вона знімається?
21. Що таке відношення короткого замикання синхронної машини і що воно визначає?
22. Що таке навантажувальна характеристика синхронного генератора та як вона знімається?
23. Що таке зовнішня характеристика синхронного генератора та як вона знімається?
24. Що таке регулювальна характеристика синхронного генератора та як вона знімається?
25. Що таке діаграма Потьє та як вона будується?
26. Яка зміна напруги для турбогенераторів?
27. Які особливості роботи синхронних генераторів з несиметричним навантаженням?
28. Які особливості роботи синхронних генераторів при несиметричних коротких замиканнях?
29. Яка поведінка синхронного генератора при раптовому короткому замиканні?
30. Які умови вмикання синхронних машин на паралельну роботу?
31. Що таке синхронізація синхронної машини?
32. Як здійснюється синхронізація синхронного генератора з мережею за допомогою лампового синхроноскопа?
33. Що таке метод грубої синхронізації синхронного генератора?
34. Як можна здійснити регулювання активної потужності синхронної машини?
35. Як можна здійснити регулювання реактивної потужності синхронної машини?
36. Що таке кутова характеристика синхронної машини?
37. Що таке статичне перевантаження синхронної машини?
38. Як визначається електромагнітна потужність синхронної машини?
39. Як визначається електромагнітний момент синхронної машини?
40. Від чого залежить стійкість синхронної машини?
41. Які умови стійкої роботи синхронної машини?
42. Який вплив струму збудження на стійкість синхронної машини?
43. Який режим роботи синхронної машини називається недозбудженим?
44. Який режим роботи синхронної машини називається перезбудженим?
45. Що таке *U*-подібні характеристики синхронної машини?

46. Що таке лінія статичної стійкості на *U*-подібній характеристиці синхронної машини?
47. Що таке зарядна потужність синхронної машини?
48. Які особливості роботи синхронного генератора при незмінному струмі збудження?
49. Які особливості роботи синхронного генератора при незмінному зовнішньому моменті?
50. Енергетична діаграма синхронного двигуна. ККД.
51. Що таке робочі характеристики синхронного двигуна та як вони знімаються?
52. Які є способи пуску синхронного двигуна?
53. Чому синхронний двигун не можна запустити безпосереднім приєднанням обмотки якоря до мережі?
54. Як реалізується асинхронний пуск синхронного двигуна?
55. Що таке одноосьовий ефект синхронного двигуна?
56. Який момент називається вхідним для синхронного двигуна?
57. Як реалізується пуск синхронного двигуна за допомогою розгінного двигуна?
58. Як реалізується частотний пуск синхронного двигуна?
59. Які є способи регулювання швидкості синхронного двигуна?
60. Які переваги і недоліки синхронного двигуна порівняно з асинхронним?
61. Що таке вентильний двигун. Яка його відмінність від двигуна постійного струму та синхронного двигуна?
62. Що таке синхронний компенсатор?
63. Які є режими роботи синхронного компенсатора?
64. Що таке реактивний двигун? Від чого залежить його момент на валу?
65. Що таке гістерезисний двигун? Від чого залежить його момент на валу?
66. Що таке кроковий двигун?
67. Як можна досягти меншого кута повороту ротора крокового двигуна?

Тестові завдання за матеріалами теми 5

1. Чому фази обмотки трифазного синхронного генератора вважають краще з’єднувати за схемою "зірка"?
   1) щоб збільшити ЕРС генератора;
   2) щоб усунути вплив третьої гармоніки;
   3) щоб усунути вплив п’ятої гармоніки;
   4) щоб збільшити ККД.

2. Двополюсний ротор синхронного генератора обертається з частотою 3000 об/хв. Визначте частоту ЕРС, наведену в обмотці якоря.
   1) 500 Гц;
   2) 50 Гц;
   3) 60 Гц;
   4) 100 Гц.

3. Які ротори застосовують в гідрогенераторах та турбогенераторах?
   1) у гідрогенераторах – явнополюсні, у турбогенераторах – явнополюсні;
   2) у гідрогенераторах – неявнополюсні, у турбогенераторах – явнополюсні;
   3) у гідрогенераторах – неявнополюсні, у турбогенераторах – неявнополюсні;
   4) у гідрогенераторах – явнополюсні, у турбогенераторах – неявнополюсні.

4. Яким роблять зазор між статором і ротором явнополюсного синхронного генератора для забезпечення синусоїдальної форми індукованої ЕРС?
   1) меншим у середини полюсного наконечника і більшим по краях;
   2) більшим у середини полюсного наконечника і меншим по краях;
   3) строго однаковим по всій окружності ротора;
   4) мінімально допустимим.

5. В обмотках якоря трифазного генератора з двома полюсами індукується ЕРС частотою 50 Гц. З якою частотою обертається магнітне поле якоря?
   1) 50 об/хв;
   2) 300 об/хв;
   3) 3000 об/хв;
   4) 1500 об/хв.

6. Де вигідніше з електромагнітної точки зору розміщувати обмотку збудження синхронної машини?
   1) на статорі;
   2) на роторі;
   3) не має різниці.

7. МРС обмотки збудження синхронної машини, що працює в усталеному режимі роботи, залежить від:
   1) режиму роботи;
   2) струму збудження;
   3) синхронної швидкості обертання;
   4) частоти напруги живлення.

8. ЕРС E в обмотці збудження синхронної машини, що працює в усталеному режимі роботи:
   1) $E = 0$;
   2) $E > 0$;
   3) $E < 0$;
   4) $0 < E < E_н$.

9. Пускову обмотку має синхронний двигун:
   1) з явновираженими полюсами;
   2) з неявновираженими полюсами;
   3) як з явно вираженими, так і з неявновираженими полюсами;
   4) з короткозамкненим ротором.

10. Демпферна обмотка синхронного генератора призначена для:
   1) підвищення перевантажувальної здатності;
   2) згасання коливань ротора;
   3) зменшення втрат потужності;
   4) стабілізації напруги якоря.

11. Потужність обмотки збудження синхронної машини відносно потужності обмотки якоря складає:
   1) (0,3 ÷ 3)%;
   2) (3 ÷ 10)%;
   3) (5 ÷ 15)%;
   4) (10 ÷ 30)%.

12. Яка реакція якоря синхронного генератора при активно-ємнісному навантаженні?
   1) поздовжня розмагнічувальна;
   2) поздовжня намагнічувальна;
   3) поздовжня намагнічувальна плюс поперечна;
   4) поздовжня розмагнічувальна плюс поперечна;
   5) поперечна.

13. Яка реакція якоря синхронного генератора при активно-індуктивному навантаженні?
   1) поздовжня розмагнічувальна;
   2) поздовжня намагнічувальна;
   3) поздовжня намагнічувальна плюс поперечна;
   4) поздовжня розмагнічувальна плюс поперечна;
   5) поперечна.

14. Яка реакція якоря синхронного генератора при чисто активному навантаженні?
   1) поздовжня розмагнічувальна;
   2) поздовжня намагнічувальна;
   3) поздовжня намагнічувальна плюс поперечна;

4) поздовжня розмагнічувальна плюс поперечна;
5) поперечна.

15. Яка реакція якоря синхронного генератора при чисто індуктивному навантаженні?
1) поздовжня розмагнічувальна;
2) поздовжня намагнічувальна;
3) поздовжня намагнічувальна плюс поперечна;
4) поздовжня розмагнічувальна плюс поперечна;
5) поперечна.

16. Яка реакція якоря синхронного генератора при чисто ємнісному навантаженні?
1) поздовжня розмагнічувальна;
2) поздовжня намагнічувальна;
3) поздовжня намагнічувальна плюс поперечна;
4) поздовжня розмагнічувальна плюс поперечна;
5) поперечна.

17. Як змінюється результуюче магнітне поле синхронного генератора при збільшенні активно-індуктивного навантаження?
1) збільшується;
2) зменшується;
3) збільшується й спотворюється;
4) зменшується й спотворюється;
5) не змінюється.

18. Як змінюється результуюче магнітне поле синхронного генератора при збільшенні активно-ємнісного навантаження?
1) збільшується;
2) зменшується;
3) збільшується й спотворюється;
4) зменшується й спотворюється;
5) не змінюється.

19. У яких координатах для синхронного генератора будуються характеристики холостого ходу та короткого замикання?
1) ХХ – $I_a = f(I_з)$, КЗ – $U_0 = f(I_a)$;
2) ХХ – $E_0 = f(I_з)$, КЗ –$I_з = f(I_a)$;
3) ХХ – $E_0 = f(I_з)$, КЗ –$I_a = f(I_з)$;
4) ХХ – $I_з = f(I_a)$, КЗ –$I_a = f(U_0)$.

20. За яких умов характеристики холостого ходу, побудовані у відносних одиницях для різних синхронних генераторів, збігаються?
1) при однакових коефіцієнтах насичення;

2) при однакових напругах мережі;
3) при однакових струмах збудження;
4) при однакових напругах мережі та струмах збудження.

21. Як впливає відстаючий струм синхронного генератора на його магнітну систему?
1) розмагнічує;
2) підмагнічує;
3) не впливає;
4) залежить від типу навантаження.

22. Як впливає випереджувальний струм синхронного генератора на його магнітну систему?
1) розмагнічує;
2) підмагнічує;
3) не впливає;
4) залежить від типу навантаження.

23. Чому невигідно в синхронному генераторі виконувати обмотки з укороченим кроком?
1) не відбувається покращення форми кривої напруги;
2) не досягається придушення п'ятої гармоніки;
3) зменшується перша гармоніка напруги;
4) зменшується перевантажувальна здатність машини.

24. Магнітним потоком взаємоіндукції називають:
1) потік першої гармоніки магнітного поля збудження;
2) потік першої гармоніки магнітного поля якоря;
3) потік третьої і вищих гармоніки магнітного поля збудження;
4) потік першої і вищих гармонік магнітного поля якоря.

25. У синхронного генератора струм якоря відстає від напруги на кут $\varphi = 20°$, кут $\psi = 30°$. Визначте кут навантаження Θ.
1) 10°; 2) 50°;
3) 20°; 4) 30°.

26. У синхронного генератора струм якоря збігається з напругою й кут $\varphi = 0°$, кут $\psi = 20°$. Визначте кут навантаження Θ.
1) 0°; 2) 10°;
3) 20°; 4) 40°.

27. У синхронного генератора струм якоря випереджає напругу на кут $\varphi = 40°$, кут $\Theta = 20°$. Визначте кут ψ.
    1) 0°; 2) 20°;
    3) 40°; 4) 60°.

28. При збільшенні навантаження кут Θ синхронного генератора:
    1) залишається без змін; 2) збільшується;
    3) зменшується; 4) зменшується, але не суттєво.

29. Повним індуктивним опором синхронної машини по поперечній осі є опір:
    1) $X_{сн}$; 2) X_d;
    3) X_q; 4) $X_{\sigma a}$.

30. Діаграма Потьє будується для синхронних генераторів:
    1) з явно вираженими полюсами;
    2) з неявно вираженими полюсами;
    3) як з явно вираженими полюсами, так і з неявно вираженими полюсами;
    4) з конструктивною схемою виконання, при якій обмотка збудження знаходиться на статорі.

31. Кут навантаження Θ синхронної машини – це кут між векторами:
    1) U і E_0; 2) U і I_a;
    3) I_a і E_0; 4) U і E_a.

32. Як змінюється напруга на затискачах синхронного генератора при збільшенні індуктивного навантаження?
    1) збільшується; 2) збільшується, але не суттєво;
    3) зменшується; 4) не змінюється.

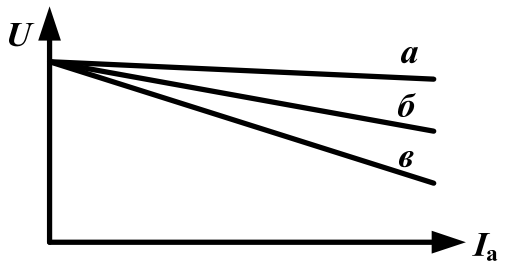
33. Як змінюється напруга на затискачах синхронного генератора при збільшенні ємнісного навантаження?
    1) збільшується; 2) зменшується;
    3) зменшується, але не суттєво; 4) не змінюється.

34. Як треба змінювати струм збудження синхронного генератора, щоб при збільшенні ємнісного навантаження напруга на затискачах генератора не змінювалася?
    1) збільшувати;
    2) зменшувати;
    3) не змінювати, відбувається автоматичний процес стабілізації;
    4) контролювати відповідно до зміни навантаження.

35. Як треба змінювати струм збудження синхронного генератора, щоб при збільшенні індуктивного навантаження напруга на затискачах генератора не змінювалася?
1) збільшувати;
2) зменшувати;
3) не змінювати, відбувається автоматичний процес стабілізації;
4) контролювати відповідно до зміни навантаження.

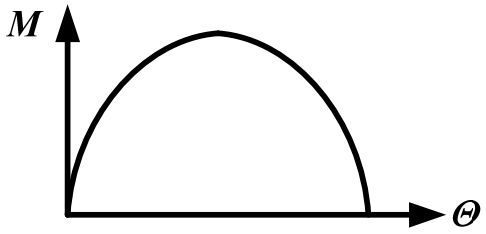
36. Як треба змінювати струм збудження синхронного генератора, щоб при збільшенні чисто активного навантаження напруга на затискачах генератора не змінювалася?
1) збільшувати;
2) зменшувати;
3) не змінювати, відбувається автоматичний процес стабілізації;
4) контролювати відповідно до зміни навантаження.

37. Синхронний генератор працює автономно на активно-індуктивне навантаження. У якому співвідношенні перебувають коефіцієнти потужності споживачів, при яких синхронний генератор має такі зовнішні характеристики, побудовані при однаковому значенні напруги холостого ходу ?



1) $\cos\varphi_а = \cos\varphi_б = \cos\varphi_в$
2) $\cos\varphi_а > \cos\varphi_б > \cos\varphi_в$;
3) $\cos\varphi_а < \cos\varphi_б < \cos\varphi_в$;
4) $\cos\varphi_а < \cos\varphi_б$, $\cos\varphi_а > \cos\varphi_в$.

38. Яка характеристика синхронного генератора наведена нижче?



1) зовнішня;
2) регулювальна;
3) холостого ходу;
4) кутова.

39. Для одержання невеликого спаду напруги синхронного генератора потрібно:
    1) знижувати синхронний індуктивний опір;
    2) збільшувати синхронний індуктивний опір;
    3) збільшити насичення магнітопроводу;
    4) зменшити струм збудження.

40. При роботі синхронного генератора з відстаючим струмом з $\cos\varphi = 0{,}9 \div 0{,}85$ спад напруги складає:
    1) (3 ÷ 10)%;
    2) (5 ÷ 15)%;
    3) (10 ÷ 25)%;
    4) (25 ÷ 35)%.

41. Який з перерахованих синхронних генераторів може мати ВКЗ = 0,7?
    1) з явно вираженими полюсами;
    2) з неявно вираженими полюсами;
    3) як з явно вираженими, так і з неявно вираженими полюсами;
    4) з конструктивною схемою виконання, коли обмотка збудження знаходиться на статорі.

42. Номінальна напруга синхронного генератора $U_{ном} = 6$ кВ, номінальний струм $I_н = 2{,}7$ кА, індуктивний опір обмотки якоря по поздовжній осі $X_d = 2{,}5$ Ом. Визначте ВКЗ синхронного генератора.
    1) 0,515;
    2) 1,94;
    3) 1,126;
    4) 0,888.

43. Номінальна напруга синхронного генератора $U_{ном} = 6$ кВ, номінальний струм $I_н = 2{,}5$ кА, індуктивний опір обмотки якоря по поздовжній осі $X_d = 1{,}5$ Ом. Визначте ВКЗ синхронного генератора.
    1) 0,925;
    2) 1,08;
    3) 0,625;
    4) 1,6.

44. Характеристика короткого замикання синхронного генератора має лінійний характер за рахунок того, що:
    1) опір кола якоря є чисто індуктивним;
    2) опір кола якоря є чисто ємнісним;
    3) опір кола якоря є чисто активним;
    4) опір кола якоря є активно-індуктивним.

45. В режимі дослідного короткого замикання синхронного генератора робоча точка на кривій намагнічування знаходиться:
    1) на лінійній ділянці;
    2) на коліні згину;

3) в зоні насичення;
4) на лінійній ділянці або на коліні згину в залежності від потужності машини.

46. Усталений струм короткого замикання в синхронних машинах порівняно невеликий через те, що:
1) поле якоря сильно розмагнічує машину;
2) поле якоря сильно підмагнічує машину;
3) машина містить заспокійливу обмотку;
4) обмотка збудження знаходиться на роторі.

47. Як впливає ВКЗ на вигідність синхронної машини?
1) доцільніше мати машину з малим ВКЗ;
2) доцільніше мати машину з великим ВКЗ;
3) не впливає;
4) залежно від типу навантаження.

48. Горизонтальний катет характеристичного трикутника синхронного генератора відповідає:
1) струму збудження, що компенсує дію розмагнічувальної реакції якоря;
2) ЕРС, необхідну для компенсації спаду напруги $I_{аном}X_{\sigma a}$, при номінальному струмі якоря;
3) струму короткого замикання;
4) номінальному спаду напруги в якірному колі.

49. Вертикальний катет характеристичного трикутника синхронного генератора відповідає:
1) струму збудження, що компенсує дію розмагнічувальної реакції якоря;
2) ЕРС, необхідну для компенсації спаду напруги $I_{аном}X_{\sigma a}$, при номінальному струмі якоря;
3) струму короткого замикання;
4) номінальному спаду напруги в якірному колі.

50. Для чого використовуються лампи, що вмикають між синхронним генератором і мережею, при перевірці умов синхронізації?
1) для визначення чергування фаз;
2) для визначення частоти ЕРС;
3) для перевірки рівності напруг мережі і генератора;
4) для перевірки рівності частот мережі і генератора.

51. У який момент виконується вмикання синхронного генератора на паралельну роботу, якщо лампи синхроноскопа ввімкнені на «згасання» світла?
    1) коли лампи горять повним розжаренням;
    2) коли лампи гаснуть;
    3) коли частота загоряння і затухання світла є мінімальною;
    4) коли лампи горять в половину розжарення.

52. У який момент виконується вмикання синхронного генератора на паралельну роботу, якщо лампи синхроноскопа ввімкнені на «обертання» світла?
    1) коли лампи загоряються і згасають за годинниковою стрілкою;
    2) коли лампи загоряються і згасають проти годинникової стрілки;
    3) коли частота загоряння і затухання світла є мінімальною;
    4) коли лампи горять повним розжаренням.

53. За рахунок чого досягається рівність напруг синхронного генератора та мережі при їх синхронізації?
    1) регулювання струму збудження генератора;
    2) регулювання швидкості обертання генератора;
    3) регулювання обертового моменту генератора;
    4) регулювання швидкості обертання генератора та його моменту.

54. За рахунок чого досягається рівність частоти й фази напруг синхронного генератора та мережі при їх синхронізації?
    1) регулювання струму збудження генератора;
    2) регулювання швидкості обертання генератора;
    3) регулювання обертового моменту генератора;
    4) регулювання швидкості обертання генератора та його моменту.

55. Метод самосинхронізації при підключенні синхронного генератора до мережі можна застосовувати у випадках, коли поштовх струму не буде перевищувати:
    1) $2{,}5I_{ном}$;
    2) $3{,}5I_{ном}$;
    3) $4{,}5I_{ном}$;
    4) $5I_{ном}$.

56. Чи можна в синхронному генераторі, змінюючи його струм збудження, змінювати активну потужність P та реактивну потужність Q?
    1) P – можна, Q – можна;
    2) P – не можна, Q – не можна;
    3) P – не можна, Q – можна;
    4) P – можна, Q – не можна.

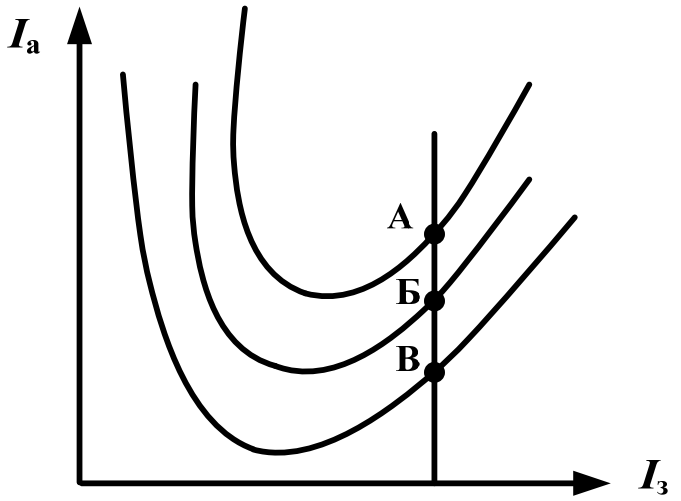
57. Як можна збільшувати активну потужність, яку віддає синхронний генератор в мережу?

1) збільшувати струм збудження;
2) зменшувати струм збудження;
3) збільшувати обертовий момент;
4) зменшувати обертовий момент;
5) збільшувати коефіцієнт потужності навантаження.

58. Чи можна змінювати активну потужність *P* та реактивну потужність *Q*, що віддається синхронним генератором, змінивши його обертовий момент?

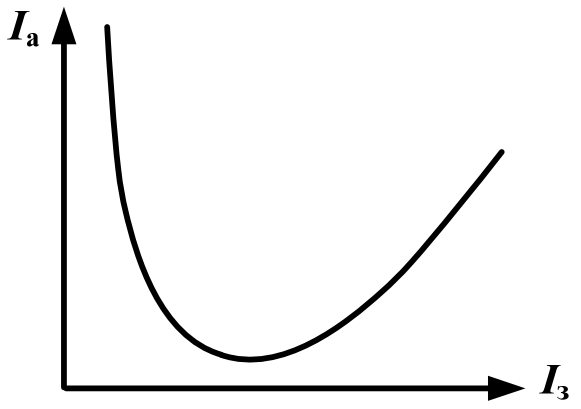
1) *P* – можна, Q – можна;
2) *P* – не можна, *Q* – не можна;
3) *P* – не можна, *Q* – можна;
4) *P* – можна, *Q* – не можна.

59. У якому співвідношенні перебувають коефіцієнти потужності синхронного генератора, що працює в точках А, Б, В?



1) $\cos\varphi_А = \cos\varphi_Б = \cos\varphi_В$;
2) $\cos\varphi_А > \cos\varphi_Б > \cos\varphi_В$;
3) $\cos\varphi_А < \cos\varphi_Б < \cos\varphi_В$.

60. Як називається наведена характеристика синхронного генератора?



1) кутова;
2) зовнішня;

3) регулювання; 4) V-подібна.

61. При регулюванні активної потужності синхронного генератора його струм якоря можна регулювати:
1) струмом збудження; 2) зовнішнім моментом;
3) ЕРС холостого ходу; 4) кутом навантаження.

62. Як впливає зміна струму збудження синхронного генератора при його роботі паралельно з мережею під навантаженням на зміну струму якоря:
1) змінює його активну складову;
2) змінює його реактивну складову;
3) не впливає;
4) змінює його активну та реактивну складові.

63. Коли наступає режим нормального збудження синхронного генератора при його роботі паралельно з мережею:
1) при активній складові струму якоря, рівній нулю $I_{a.a} = 0$;
2) при реактивній складові струму якоря, рівній нулю $I_{a.p} = 0$;
3) при струмі збудження, рівному нулю $I_з = 0$;
4) при струмі збудження, рівному номінальному $I_з = I_н$.

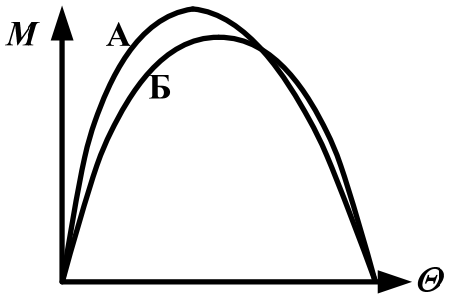
64. Режим перезбудження синхронного генератора відповідає:
1) активному навантаженню;
2) активно-індуктивному навантаженню;
3) активно-ємнісному навантаженню;
4) чисто індуктивному навантаженню;
5) чисто ємнісному навантаженню.

65. Режим недозбудження синхронного генератора відповідає:
1) активному навантаженню;
2) активно-індуктивному навантаженню;
3) активно-ємнісному навантаженню;
4) чисто індуктивному навантаженню;
5) чисто ємнісному навантаженню.

66. Перезбуджена синхронна машина, що працює в режимі холостого ходу, відносно мережі еквівалентна:
1) ємності;
2) індуктивності;
3) активному опору;
4) залежить від кривої намагнічування.

67. Недозбуджена синхронна машина, що працює в режимі холостого ходу, відносно мережі еквівалентна:
    1) ємності;
    2) індуктивності;
    3) активному опору;
    4) залежить від кривої намагнічування.

68. До якого типу синхронного генератора відносяться наведені характеристики?



    1) А – неявнополюсного, Б – явнополюсного;
    2) А – явнополюсного, Б – неявнополюсного;
    3) А – неявнополюсного, Б – неявнополюсного;
    4) А – явнополюсного, Б – явнополюсного.

69. Реактивний момент синхронного генератора явнополюсного типу обумовлений:
    1) неоднаковою магнітною провідністю по різних осях;
    2) наявністю збільшеного повітряного проміжку між статором і ротором;
    3) наявністю демпферної обмотки в полюсних наконечниках.

70. Двигунний режим синхронної машини характеризується кутом навантаження Θ:
    1) $\Theta = 0$;
    2) $\Theta = \pi/2$;
    3) $\Theta > 0$;
    4) $\Theta < 0$.

71. Холостий хід синхронної машини характеризується кутом навантаження Θ:
    1) $\Theta = 0$;
    2) $\Theta = \pi/4$;
    3) $\Theta = -\pi/4$;
    4) $\Theta = \pi/2$;
    5) $\Theta = -\pi/2$.

72. При роботі синхронного генератора з номінальним навантаженням збільшили струм збудження. Як при цьому зміниться максимальний момент M_{max} і кут навантаження Θ?
    1) M_{max} збільшиться, Θ не зміниться;
    2) M_{max} збільшиться, Θ зменшиться;
    3) M_{max} зменшиться, Θ зменшиться;
    4) M_{max} не зміниться, Θ збільшиться.

73. Чому рівний критичний кут навантаження $\Theta_{кр}$ явнополюсного синхронного генератора?
    1) 40°-60°;
    2) 60°-80°;
    3) 90°;
    4) 180°.

74. Чому рівний критичний кут навантаження $\Theta_{кр}$ неявнополюсного синхронного генератора?
    1) 40°-60°;
    2) 60°-80°;
    3) 90°;
    4) 180°.

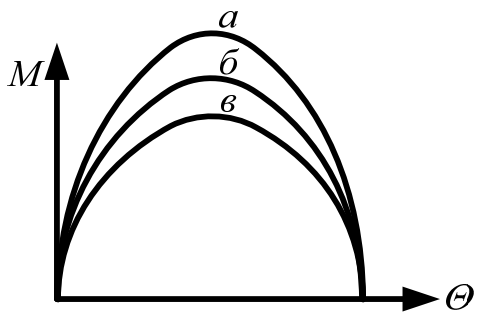
75. Яка перевантажувальна здатність явнополюсного синхронного генератора відносно неявнополюсного синхронного генератора?
    1) така ж сама;
    2) менша;
    3) менша, але не суттєво;
    4) більша.

76. Чим викликана поява реактивного моменту у явнополюсного синхронного генератора?
    1) неоднаковою магнітною провідністю по поздовжній та поперечній осях;
    2) збільшеним струмом збудження;
    3) зменшеним повітряним зазором між статором та ротором;
    4) підвищеною перевантажувальною здатністю.

77. Як зміниться перевантажувальна здатність синхронного генератора при збільшенні повітряного зазору?
    1) не зміниться;
    2) зменшиться;
    3) зменшиться, але не суттєво;
    4) збільшиться.

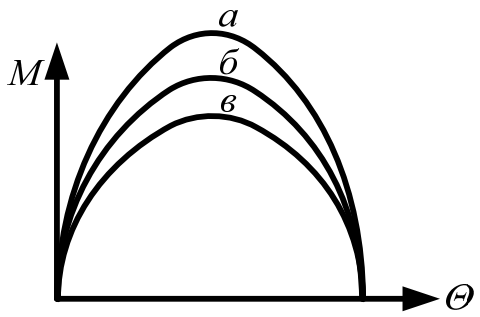
78. Як зміниться перевантажувальна здатність синхронного генератора при зменшенні струму збудження?
    1) не зміниться;
    2) зменшиться;
    3) збільшиться;
    4) збільшиться, але не суттєво.

79. У якому співвідношенні перебувають струми збудження синхронного генератора у наведених кутових характеристиках?



1) $I_{за} = I_{зб} = I_{зв}$;
2) $I_{за} < I_{зб} < I_{зв}$;
3) $I_{за} > I_{зб} > I_{зв}$.

80. У якому співвідношенні перебувають напруги синхронного генератора у наведених кутових характеристиках?



1) $U_а = U_б = U_в$;
2) $U_а > U_б > U_в$;
3) $U_а < U_б < U_в$.

81. Синхронна машина працює стійко, якщо:
1) $dM/d\theta > 0$;
2) $dM/d\theta < 0$;
3) $dM/d\theta = 0$.

82. Синхронна машина працює нестійко, якщо:
1) $dM/d\theta > 0$;
2) $dM/d\theta < 0$;
3) $dM/d\theta = 0$.

83. Підвищення перевантажувальної здатності синхронного генератора забезпечується у випадку, коли він працює:
1) з деяким перезбудженням;
2) з деяким недозбудженням;
3) в режимі повного збудження;
4) в зоні насичення магнітопроводу.

84. Як зміниться частота обертання синхронного двигуна, якщо механічне навантаження на валу двигуна збільшиться?
1) зменшиться;
2) зменшиться, але не суттєво;
3) збільшиться;
4) не зміниться.

85. Як потрібно змінювати струм збудження синхронного генератора при збільшенні його потужності для забезпечення стабільності напруги на виході?
1) збільшувати;
2) зменшувати;
3) зменшувати, але не суттєво;
4) не змінювати.

86. Недоліком синхронного двигуна порівняно з асинхронним двигуном є:
1) порівняльна складність пуску в хід;
2) менша чутливість до коливань напруги мережі;
3) можливість роботи при cosφ=1;
4) сталість швидкості обертання.

87. Перевагою синхронного двигуна порівняно з асинхронним двигуном є:
1) порівняльна легкість пуску в хід;
2) менша чутливість до коливань напруги мережі;
3) неможливість роботи при cosφ=1;
4) порівняльна легкість регулювання швидкості обертання.

88. При якому ковзанні визначається момент входження в синхронізм при асинхронному пуску синхронного двигуна?
1) $s = 1$;
2) $s = 0{,}05$;
3) $s = 0{,}1$;
4) $s = 0{,}15$;
5) $s = 0{,}5$.

89. Чому при асинхронному пуску синхронного двигуна обмотку збудження замикають на опір?
1) щоб зменшити напругу на затискачах обмотки збудження;
2) щоб зменшити струму в обмотці збудження;
3) щоб уникнути провалу механічної характеристики.

90. Коли виникає «одноосьовий ефект» при асинхронному пуску синхронного двигуна?
1) при замиканні обмотки збудження накоротко;
2) при ввімкненні додаткового опору в коло збудження;
3) при досягненні ротором підсинхронної швидкості $n = 0{,}95n_1$;
4) при пуску з половинною напругою збудження.

91. Які з перерахованих способів пуску для синхронного двигуна неможливі?
    1) частотний;
    2) реостатний;
    3) пониженням напруги;
    4) асинхронний;
    5) прямий.

92. Вхідним називається асинхронний момент синхронного двигуна при:
    1) швидкості ротора, рівній $0{,}05\omega_1$;
    2) швидкості ротора, рівній $0{,}5\omega_1$;
    3) швидкості ротора, рівній $0{,}95\omega_1$;
    4) швидкості ротора, рівній $0{,}98\omega_1$.

93. При регулюванні швидкості обертання синхронного двигуна із самосинхронізацією керування перетворювачем частоти здійснюється від системи датчиків положення ротора, унаслідок чого напруга подається на кожну фазу двигуна при кутах навантаження:
    1) $\Theta = 0°$;
    2) $\Theta < 90°$;
    3) $\Theta = 90°$;
    4) $\Theta > 90°$.

94. При частотному способі регулюванні швидкості обертання синхронного двигуна магнітний потік бажано:
    1) зменшувати;
    2) збільшувати;
    3) контролювати в залежності від типу навантаження;
    4) не змінювати.

95. Яка машина використовується як синхронний компенсатор?
    1) перезбуджений синхронний генератор;
    2) перезбуджений синхронний двигун;
    3) недозбуджений синхронний генератор;
    4) недозбуджений синхронний двигун.

96. Недоліком роботи синхронної машини в режимі синхронного компенсатора для стабілізації напруги є:
    1) завантаження мережі реактивним струмом;
    2) завантаження мережі активним струмом;
    3) завантаження мережі як активним, так і реактивним струмом;
    4) низький коефіцієнт корисної дії.

97. Чому струм якоря, який споживається з мережі синхронним двигуном у режимі холостого ходу, не дорівнює нулю?
    1) тому що швидкість двигуна обмежена;
    2) тому що магнітна система не насичена;

3) тому що в двигуні проявляється реакція якоря;
4) тому що в двигуні є втрати енергії.

98. ККД турбогенератора $\eta = 0{,}97$. Номінальна лінійна напруга $U_{лн} = 10500$ В, номінальний фазний струм $I_{фн} = 1700$ А, номінальний коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0{,}8$. Визначте обертовий момент турбіни M_1, якщо кутова швидкість ротора $\omega = 314$ рад/с.
1) 140652 Н·м; 2) 81110 Н·м;
3) 76316 Н·м; 4) 568747Н·м.

99. До основних втрат синхронної машини не відносяться:
1) втрати на збудження; 2) механічні втрати;
3) втрати при навантаженні; 4) магнітні втрати.

100. До додаткових втрат синхронної машини відносяться:
1) втрати на збудження;
2) механічні втрати;
3) пульсаційні втрати в полюсних наконечниках ротора;
4) втрати при навантаженні;
5) магнітні втрати.

101. Реактивний двигун має конструкцію:
1) явнополюсну;
2) неявнополюсну;
3) як явнополюсну, так і неявнополюсну;
4) залежно від призначення.

102. При якому куті навантаження реактивний двигун розвиває максимальний обертовий момент?
1) $\Theta = 0°$; 2) $\Theta = 45°$;
3) $\Theta = 90°$; 4) $\Theta = 180°$.

103. Максимальним моментом реактивний двигун забезпечується за рахунок:
1) максимального розходження між індуктивними опорами по поздовжній і поперечній осях;
2) наявністю постійних магнітів на роторі;
3) наявністю реактивного моменту;
4) меншої реакції якоря в порівнянні із двигуном звичайного виконання.

104. Реактивні двигуни запускаються в хід:
1) плавним підвищенням напруги мережі;

2) асинхронним пуском;
3) частотним способом;
4) реостатним способом.

105. В асинхронному режимі обертовий момент гістерезисного двигуна утвориться в результаті:
1) перемагнічування ротора;
2) перемагнічування статора;
3) наявності ковзання;
4) розходження між індуктивними опорами по поздовжній і поперечній осях.

106. Як залежить момент від гістерезису гістерезисного двигуна при збільшенні швидкості обертання ротора?
1) зменшується;
2) збільшується, але не суттєво;
3) збільшується;
4) не змінюється.

107. Як залежить момент від вихрових струмів гістерезисного двигуна при збільшенні швидкості обертання ротора?
1) зменшується;
2) зменшується, але не суттєво;
3) збільшується;
4) не змінюється.

108. Асинхронний режим у гістерезисних двигунах використовується:
1) при пуску;
2) при регулюванні швидкості;
3) для підвищення ККД;
4) для зупинки.

109. Як вливає зменшення ширини петлі гістерезису гістерезисного двигуна на зміну його обертового моменту?
1) не впливає;
2) зменшує;
3) збільшує;
4) збільшує, але не суттєво.

110. Кроковий двигун має конструкцію:
1) явнополюсну;
2) неявнополюсну;
3) як явнополюсну, так і неявнополюсну;
4) залежно від призначення.

111. Збільшення числа кроків за один оберт крокового двигуна можна за рахунок:
1) зменшення числа полюсів ротора;
2) збільшення числа полюсів ротора;
3) зменшення втрат в роторі;
4) забезпечення строго кругового поля обмотки статора.

Підсумок з матеріалу теми 5

Після проходження даної лекції студент повинен знати:

– що таке синхронна машина;
– класифікацію синхронних машин;
– будову та принцип дії синхронної машини;
– номінальні величини синхронної машини;
– призначення демпферної обмотки в синхронних машинах;
– конструктивну схему заміщення синхронної машини;
– різновидності конструкції ротора синхронної машини;
– способи живлення обмотки збудження синхронної машини;
– поняття реакції якоря в синхронних машинах;
– способи покращення форми кривої напруги синхронної машини;
– особливість кривої намагнічування синхронної машини;
– умову виникнення поздовжньої розмагнічувальної реакції якоря синхронної машини;
– умову виникнення поздовжньої намагнічувальної реакції якоря синхронної машини;
– що таке кут електромагнітного навантаження синхронної машини;
– рівняння балансу напруг для синхронної машини явнополюсної та неявнополюсної;
– що таке синхронний індуктивний опір синхронної машини;
– послідовність побудови векторних діаграм синхронної машини явнополюсної та неявнополюсної;
– характеристику холостого ходу синхронного генератора та послідовність її зняття;
– характеристику короткого замикання синхронного генератора та послідовність її зняття;
– відношення короткого замикання синхронної машини і що воно визначає;
– навантажувальну характеристику синхронного генератора та послідовність її зняття;
– зовнішні характеристики синхронного генератора та послідовність їх зняття;
– регулювальну характеристику синхронного генератора та послідовність її зняття;
– діаграму Потьє та послідовність її побудови;
– величину зміни напруги для турбогенераторів;
– особливості роботи синхронних генераторів з несиметричним навантаженням;

– особливості роботи синхронних генераторів при несиметричних коротких замиканнях;

– поведінку синхронного генератора при раптовому короткому замиканні;

– умови вмикання синхронних машин на паралельну роботу;

– що таке синхронізація синхронної машини;

– як здійснюється синхронізація синхронного генератора з мережею за допомогою лампового синхроноскопа;

– метод грубої синхронізації синхронного генератора;

– способи регулювання активної потужності синхронної машини;

– способи регулювання реактивної потужності синхронної машини;

– кутову характеристику синхронної машини;

– як визначається статичне перевантаження синхронної машини;

– як визначається електромагнітна потужність синхронної машини;

– як визначається електромагнітний момент синхронної машини;

– від чого залежить стійкість синхронної машини;

– умови стійкої роботи синхронної машини;

– вплив струму збудження на стійкість синхронної машини;

– який режим роботи синхронної машини називається недозбудженим;

– який режим роботи синхронної машини називається перезбудженим;

– *U*-подібні характеристики синхронної машини;

– де знаходиться лінія статичної стійкості на *U*-подібній характеристиці синхронної машини;

– зарядну потужність синхронної машини;

– особливості роботи синхронного генератора при незмінному струмі збудження;

– особливості роботи синхронного генератора при незмінному зовнішньому моменті;

– енергетичну діаграму синхронного двигуна, його втрати та ККД;

– робочі характеристики синхронного двигуна та послідовність їх зняття;

– способи пуску синхронного двигуна;

– чому синхронний двигун не можна запустити безпосереднім приєднанням обмотки якоря до мережі;

– реалізацію асинхронного пуску синхронного двигуна;

– одноосьовий ефект синхронного двигуна;

– вхідний момент синхронного двигуна;

– реалізацію пуску синхронного двигуна за допомогою розгінного двигуна;

– реалізацію частотного пуску синхронного двигуна;

– способи регулювання швидкості синхронного двигуна;

– переваги і недоліки синхронного двигуна порівняно з асинхронним;

– будову та принцип роботи вентильного двигуна. Його відмінність від двигуна постійного струму та синхронного двигуна;

– що таке синхронний компенсатор;

– режими роботи синхронного компенсатора;

– будову та принцип роботи реактивного двигуна та від чого залежить його момент на валу;

– будову та принцип роботи гістерезисного двигуна та від чого залежить його момент на валу;

– будову та принцип роботи крокового двигуна;

– способи отримання меншого кута повороту ротора крокового двигуна.

ТЕМА 6 МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Перелік питань для розгляду до теми 7

1. Основні частини і принцип роботи машин постійного струму. Призначення.
2. Електрорушійна сила і електромагнітний момент.
3. Обмотки якоря: типи обмоток; проста петльова, складна петльова, проста хвильова обмотки. Складна хвильова обмотка якоря. Комбіновані обмотки. Вибір типу обмотки якоря.
4. Реакція якоря машини постійного струму: суть явища, поздовжня та поперечна реакція якоря. Їх вплив на роботу машини. Компенсаційна обмотка.
5. Виникнення кругового вогню на колекторі.
6. Процес комутації. Способи покращення комутації. Експериментальне налагодження комутації. Гранична потужність машини постійного струму, нагрівання і охолодження машин.
7. Втрати машини постійного струму. Номінальний та максимальний ККД. Умова максимуму ККД.
8. Класифікація генераторів постійного струму за способом збудження та їх принципові електричні схеми. Енергетична діаграма генератора незалежного збудження.
9. Рівняння обертових моментів для генераторів постійного струму. Рівняння вихідної напруги. Встановлення щіток на нейтраль.
10. Генератори незалежного збудження: Характеристики холостого ходу, короткого замикання. Характеристичний трикутник. Зовнішня, регулювальна та навантажувальна характеристики генераторів незалежного збудження.
11. Генератори паралельного збудження: процес самозбудження, характеристики холостого ходу та короткого замикання, зовнішня характеристика, регулювальна характеристика.
12. Генератори послідовного збудження, їх характеристики. Генератори змішаного збудження, їх характеристики.
13. Паралельна робота генераторів постійного струму з мережею.
14. Двигуни постійного струму: енергетична діаграма, рівняння обертових моментів, рівняння напруги і струму, швидкість обертання і механічні характеристики.
15. Способи пуску двигунів постійного струму.
16. Способи регулювання швидкості двигунів постійного струму. Умови їх стійкості.

17. Двигуни паралельного і незалежного збудження: природна швидкісна, механічна характеристики; способи регулювання швидкості.
18. Двигуни послідовного та змішаного збудження: природна швидкісна і механічна характеристики; способи регулювання швидкості.
19. Порівняння двигунів постійного струму.
20. Залежність магнітного потоку і електромагнітного моменту двигуна постійного струму від струму якоря.
21. Робота двигуна в гальмівних режимах.
22. Спеціальні типи машин постійного струму.

Лабораторні роботи з теми 7

1. Дослідження генераторів постійного струму з незалежним, паралельним та послідовним збудженням.
2. Дослідження двигунів постійного струму паралельного збудження.
3. Дослідження двигунів постійного струму послідовного збудження.

Література до теми 7

Рекомендована література [1 – 3, 9, 10].

Контрольні запитання до теми 7

1. Яка будова машини постійного струму та принцип її роботи?
2. Яка будова та призначення основних полюсів машини постійного струму?
3. Яка будова та призначення додаткових полюсів машини постійного струму?
4. Яке призначення компенсаційної обмотки машини постійного струму?
5. Будова та призначення колектора машини постійного струму.
6. Які є типи обмоток машин постійного струму та способи їх виконання?
7. Як рівняння балансу напруг для генераторного та двигунного режимів роботи машини постійного струму?
8. Які причини виникнення кругового вогню на колекторі машини постійного струму?
9. Що таке процес комутації машини постійного струму?
10. Які є способи покращення комутації машини постійного струму?
11. Які рівняння балансу моментів для генераторного та двигунного режимів роботи машини постійного струму?
12. Що таке електромагнітна потужність машини постійного струму?
13. Як визначається електрична потужність на затискачах обмотки якоря машини постійного струму?

14. Як визначається електромагнітна потужність машини постійного струму?
15. Які рівняння ЕРС для машини постійного струму?
16. Що таке конструктивні сталі машини постійного струму і від чого вони залежать?
17. Як визначається електромагнітний момент машини постійного струму?
18. Як визначається електромагнітна потужність машини постійного струму?
19. Що таке реакція якоря для машини постійного струму?
20. Що таке поперечна реакція якоря машини постійного струму?
21. Що таке поздовжня реакція якоря машини постійного струму?
22. Що таке геометрична нейтраль для машини постійного струму?
23. Що таке фізична нейтраль для машини постійного струму?
24. Які є втрати в машині постійного струму?
25. ККД машини постійного струму. Які є способи його визначення?
26. Яка умова максимуму ККД машини постійного струму?
27. Що таке магнітоелектричні машини постійного струму?
28. Які бувають машини постійного струму із самозбудженням?
29. Яка класифікація машин постійного струму за способом збудження?
30. Схеми електричних машин постійного струму.
31. Що таке серієсні машини:
32. Що таке шунтові машини?
33. Що таке компаундні машини?
34. Енергетична діаграма машини постійного струму.
35. Які є способи встановлення щіток на нейтраль в машинах постійного струму?
36. Як знімається характеристика холостого ходу та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження?
37. Як знімається характеристика короткого замикання та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження?
38. Як знімається зовнішня характеристика та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження?
39. Як знімається регулювальна характеристика та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження?
40. Як знімається навантажувальна характеристика та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження?
41. Що таке характеристичний трикутник для машини постійного струму і як він будується?
42. Як побудувати ту чи іншу характеристику генератора постійного струму з використанням характеристичного трикутника?
43. Що таке процес самозбудження шунтового генератора?

44. Які умови паралельної роботи генератора постійного струму з мережею?
45. Як записується рівняння механічної характеристики двигуна постійного струму?
46. Як записується рівняння швидкісної (електромеханічної) характеристики двигуна постійного струму?
47. Як записується рівняння моментної характеристики двигуна постійного струму?
48. Який зовнішній вигляд механічних характеристик для двигунів постійного струму різних способів збудження?
49. Як реалізується прямий пуск двигуна постійного струму? Які переваги та недоліки даного способу пуску?
50. Як реалізується реостатний пуск двигуна постійного струму? Які переваги та недоліки даного способу пуску?
51. Як реалізується пуск двигуна постійного струму шляхом плавного підвищення напруги живлення? Які переваги та недоліки даного способу пуску?
52. Як реалізується регулювання швидкості для двигунів постійного струму різних способів збудження за рахунок зміни напруги живлення? Навести механічні характеристики. Які переваги та недоліки даного способу?
53. Як реалізується регулювання швидкості для двигунів постійного струму різних способів збудження за рахунок зміни магнітного потоку? Навести механічні характеристики. Які переваги та недоліки даного способу?
54. Як реалізується регулювання швидкості для двигунів постійного струму різних способів збудження за рахунок введення опору в коло якоря? Навести механічні характеристики. Які переваги та недоліки даного способу?
55. Які умови стійкої роботи двигуна постійного струму?
56. Які є види електричного гальмування двигунів постійного струму?
57. Які особливості динамічного гальмування двигуна постійного струму? Які переваги та недоліки даного способу?
58. Які особливості електромагнітного гальмування двигуна постійного струму? Які переваги та недоліки даного способу?
59. Які особливості рекуперативного гальмування двигуна постійного струму? Які переваги та недоліки даного способу?
60. Які є спеціальні електричні машини постійного струму?

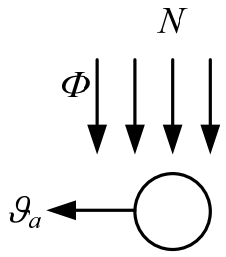
Тестові завдання за матеріалами теми 7

1. Яку функцію виконує колектор машини постійного струму, яка працює в режимі генератора і двигуна?
   1) в режимі генератора – інвертор, в режимі двигуна – випрямляч;
   2) в режимі генератора – інвертор, в режимі двигуна – інвертор;
   3) в режимі генератора – випрямляч, в режимі двигуна – інвертор;
   4) в режимі генератора – випрямляч, в режимі двигуна – випрямляч.

2. Яке правило використовується для визначення напрямку сили, що діє на провідник зі струмом у магнітному полі?
   1) правило буравчика;
   2) правило лівої руки;
   3) правило правої руки;
   4) закон Ампера.

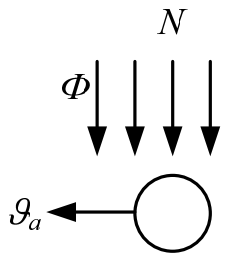
3. Яке правило використовується для визначення напрямку ЕРС, індукованої в обмотці якоря машини постійного струму?
   1) правило буравчика;
   2) правило лівої руки;
   3) правило правої руки;
   4) закон Максвела.

4. Визначте напрям ЕРС E, індукованої в провіднику обмотки якоря та напрям електромагнітного моменту M машини постійного струму, яка працює в режимі генератора.



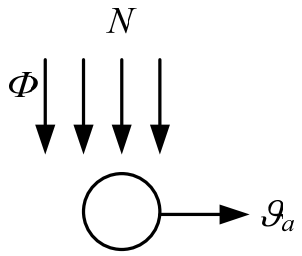
   1) E від нас, M вправо;
   2) E до нас, M вправо;
   3) E до нас, M вліво;
   4) E від нас, M вліво.

5. Визначте напрям ЕРС E, індукованої в провіднику обмотки якоря та напрям електромагнітного моменту M машини постійного струму, яка працює в режимі двигуна.



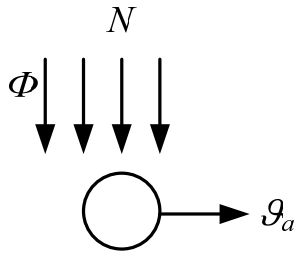
   1) E від нас, M вправо;
   2) E до нас, M вправо;
   3) E від нас, M вліво;
   4) E до нас, M вліво.

6. Визначте напрям ЕРС E, індукованої в провіднику обмотки якоря та напрям електромагнітного моменту M машини постійного струму, яка працює в режимі генератора.



1) E від нас, M вправо;
2) E до нас, M вправо;
3) E до нас, M вліво;
4) E від нас, M вліво.

7. Визначте напрям ЕРС E, індукованої в провіднику обмотки якоря та напрям електромагнітного моменту M машини постійного струму, яка працює в режимі двигуна.



1) E від нас, M вправо;
2) E до нас, M вправо;
3) E від нас, M вліво;
4) E до нас, M вліво.

8. З якою метою застосовують компенсаційну обмотку в машині постійного струму?
   1) для покращення комутації;
   2) для компенсації поперечного поля якоря під головним полюсом;
   3) для компенсації поперечного поля якоря під додатковим полюсом;
   4) для зменшення іскріння під щітками.

9. Як вмикають обмотку додаткових полюсів в машині постійного струму?
   1) паралельно якорю;
   2) до незалежного джерела живлення;
   3) послідовно в коло якоря;
   4) послідовно в коло шунтової обмотки збудження.

10. Як вмикають компенсаційну обмотку в машині постійного струму?
    1) паралельно до обмотки якоря;
    2) послідовно з обмоткою якоря;
    3) до незалежного джерела живлення;
    4) паралельно з обмоткою збудження.

11. Де розташовані пази компенсаційної обмотки в машині постійного струму?
    1) на якорі;
    2) у наконечниках головних полюсів;
    3) у наконечниках додаткових полюсів;
    4) на траверсі.

12. У якому випадку напрямок обертання двигуна постійного струму не зміниться?
    1) при зміні напрямку струму якоря;
    2) при зміні напрямку струму збудження;
    3) при одночасній зміні напрямків струму якоря та струму збудження.

13. Скільки комплектів щіток потрібно поставити в чотириполюсній машині постійного струму?
    1) 2; 2) 4;
    3) 8; 4) 12.

14. При якому виді вентиляції електричної машини циркуляція охолодженого повітря досягається примусово, незалежно від швидкості двигуна?
    1) з природним охолодженням; 2) з самовентиляцією;
    3) з вентилятором на валу; 4) з незалежною вентиляцією.

15. Що розуміється під номінальною потужністю електричної машини, що працює генератором?
    1) електрична потужність, яка віддається в зовнішнє коло;
    2) механічна потужність, що поступає на вал ззовні;
    3) електрична потужність, яка споживається з мережі;
    4) механічна потужність на валу.

16. Напруга якоря U_a = 100 В, струм якоря I_a = 10 А, опір обмотки якоря R_a = 0,1 Ом. Визначте ЕРС E двигуна постійного струму.
    1) 100 В; 2) 101 В;
    3) 110 В; 4) 99 В.

17. ЕРС генератора постійного струму E_a = 240 В. Опір кола обмотки якоря R_a = 0,1 Ом. Визначте напругу якоря U_a при струмі якоря I_a = 100 А.
    1) 24 В; 2) 240В;
    3) 230 В; 4) 250 В.

18. Електромагнітний момент для генератора постійного струму при усталеному режимі роботи описується рівнянням:

1) $M_{ем} = M_в - M_{тр} - M_с$; 2) $M_{ем} = M_в - M_{тр} + M_с$;

3) $M_{ем} = M_в + M_{тр} + M_с$; 4) $M_{ем} = M_в + M_{тр} - M_с$.

19. Електромагнітний момент для двигуна постійного струму при усталеному режимі роботи описується рівнянням:

1) $M_{ем} = M_в - M_{тр} - M_с$; 2) $M_{ем} = M_в - M_{тр} + M_с$;

3) $M_{ем} = M_в + M_{тр} + M_с$; 4) $M_{ем} = M_в + M_{тр} - M_с$.

20. Потужність, яка розвивається електромагнітним моментом машини постійного струму, описується рівнянням:

1) $P_{ем} = M_{ем}\omega$; 2) $P_{ем} = M_{ем} / \omega$;

3) $P_{ем} = M_{ем} n$; 4) $P_{ем} = M_{ем} / n$.

21. Електромагнітна потужність якоря машини постійного струму:

1) $P_{ем} = U_a I_a$; 2) $P_{ем} = I_a^2 R_a$;

3) $P_{ем} = E_a I_a$; 4) $P_{ем} = I_з^2 R_з$.

22. ЕРС обмотки якоря машини постійного струму:

1) $E_a = c_e \omega \Phi$; 2) $E_a = c_м n \Phi$

3) $E_a = c_м \omega \Phi$; 4) $E_a = I_a R_a$.

23. Конструктивна стала машини постійного струму:

1) $c_м = \dfrac{pN}{2\pi a}$; 2) $c_м = \dfrac{pN}{60a}$;

3) $c_м = \dfrac{2\pi N}{60a}$; 4) $c_м = \dfrac{60N}{\pi a}$.

24. Яка реакція якоря генератора постійного струму при щітках, установлених на лінії геометричної нейтралі?

1) поздовжньо намагнічувальна;
2) поздовжньо розмагнічувальна;
3) поперечна;
4) відсутня.

25. Яка реакція якоря генератора постійного струму при щітках, зсунутих з лінії геометричної нейтралі за напрямом обертання якоря?

1) поздовжньо розмагнічувальна;
2) поздовжньо намагнічувальна;
3) поперечна;
4) відсутня.

26. Яка реакція якоря генератора постійного струму при щітках, зсунутих з лінії геометричної нейтралі проти напрямку обертання якоря?
    1) поздовжньо розмагнічувальна;
    2) поздовжньо намагнічувальна;
    3) поперечна;
    4) відсутня.

27. Яка ЕРС буде індукуватися на щітках машини постійного струму при зсуві щіток на 90°ел. з геометричної нейтралі:
    1) подвійна відносно ЕРС, коли щітки знаходяться на геометричній нейтралі;
    2) подвійна відносно ЕРС, коли щітки знаходяться на фізичній нейтралі;
    3) половинна відносно ЕРС, коли щітки знаходяться на геометричній нейтралі;
    4) не буде індукуватися.

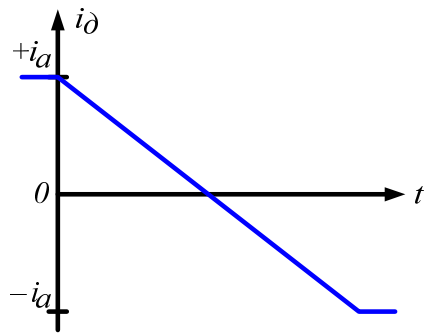
28. При наявності компенсаційної обмотки в машині постійного струму повітряний зазор можна брати:
    1) мінімально допустимим при механічних умовах;
    2) максимально допустимим при механічних умовах;
    3) подвійним відносно машини без компенсаційної обмотки;
    4) половинним відносно машини без компенсаційної обмотки.

29. З якою метою зазор під додатковим полюсом машини постійного струму роблять більшим ніж під основним?
    1) для зменшення реакції якоря;
    2) для збільшення потоку основних полюсів;
    3) для зменшення потоку розсіювання основних полюсів;
    4) для зменшення потоку розсіювання додаткових полюсів.

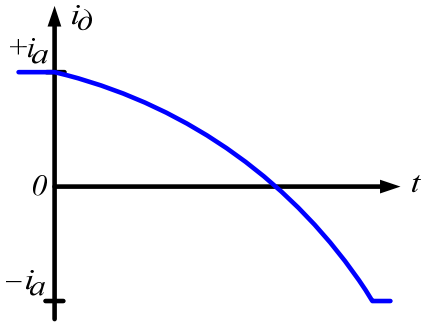
30. Який спосіб покращення комутації доцільно застосовувати в машині постійного струму при змінному навантаженні?
    1) встановлення додаткових полюсів;
    2) зсув щіток з лінії геометричної нейтралі;
    3) виконання компенсаційної обмотки;
    4) встановлення щіток на фізичну нейтраль.

31. Вкажіть графік, що відповідає формулі комутації машини постійного струму $i = \frac{T_k - 2t}{T_k} \cdot i_a$.

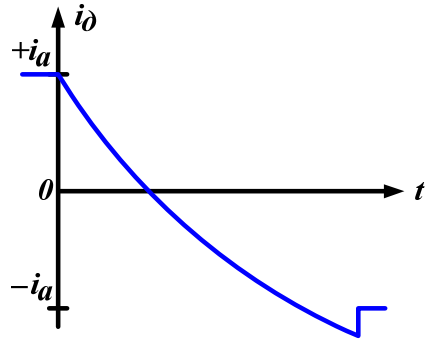
1)



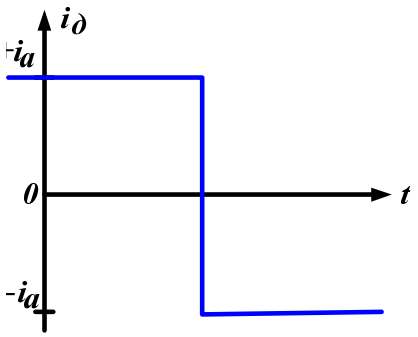
2)



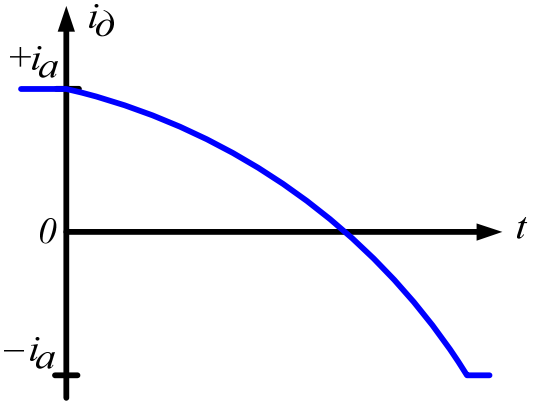
3)



4)



32. Струм у секції обмотки машини постійного струму змінюється за графіком. Яка це комутація?



1) прямолінійна;
2) сповільнена;
3) прискорена;
4) природна.

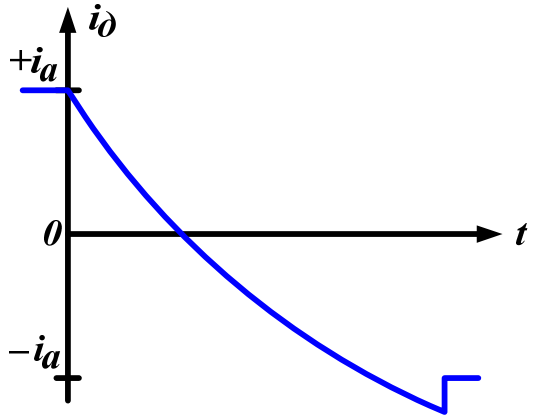
33. Є різні причини, які викликають погіршення комутаційного процесу машини постійного струму. Наприклад, здійснено неправильний вибір марки щітки. Який характер має причина?

1) електромагнітний;
2) потенціальний;
3) механічний;
4) правильної відповіді немає.

34. Є різні причини, які викликають погіршення комутаційного процесу в машині постійного струму. Наприклад, відбулося збільшення напруги між двома сусідніми пластинами колектора. Який характер має причина?

1) електромагнітний; 2) потенціальний;
3) механічний; 4) правильної відповіді немає.

35. Струм у секції обмотки машини постійного струму змінюється за графіком. Яка це комутація?



1) прямолінійна; 2) сповільнена;
3) прискорена; 4) природна.

36. Короткозамкнений щіткою контур має великий запас електромагнітної енергії, що призводить до погіршення комутаційного процесу в машині постійного струму. Який характер має причина?
1) електромагнітний; 2) потенціальний;
3) механічний; 4) правильної відповіді немає.

37. Згідно з ДСТ ступінь іскріння під краєм щітки, що збігає, оцінюється за шкалою іскріння (класом комутації). Вкажіть клас комутації при точковому іскрінні під частиною щітки.
1) 1; 2) 2;
3) 3; 4) $1^{1/4} \div 1^{1/2}$.

38. Які види втрат відносяться до постійних в машині постійного струму?
1) $\Delta p_{щ}$; 2) $\Delta p_{дод}$;
3) Δp_{a}; 4) $\Delta p_{мех}$.

39. Які види втрат відносяться до змінних в машині постійного струму з незалежним збудженням?
1) $\Delta p_{маг н}$; 2) $\Delta p_{з}$;
3) Δp_{a}; 4) $\Delta p_{мех}$.

40. Як зміняться втрати на гістерезис у сталі якоря машини постійного струму, якщо швидкість обертання збільшити в 2 рази?
1) збільшаться в 2 рази; 2) не зміняться;
3) збільшаться в 4 рази; 4) зменшаться в 2 рази.

41. Як зміняться втрати на вихрові струми в сталі якоря машини постійного струму, якщо швидкість обертання збільшити в 2 рази?
    1) збільшаться в 2 рази;
    2) не зміняться;
    3) збільшаться в 4 рази;
    4) зменшаться в 2 рази.

42. Коли ККД двигуна постійного струму досягає максимального значення?
    1) при номінальному струмі якоря;
    2) при рівності змінних і постійних втрат;
    3) при номінальній потужності;
    4) при потужності, рівній 80% від номінальної.

43. Визначте ККД генератора постійного струму, якщо $P_н$ = 0,3 кВт, а сума втрати Δp_Σ = 0,1 кВт.
    1) 0,8;
    2) 0,67;
    3) 0,75;
    4) 0,33.

44. Втрати в перехідному опорі щіткових контактів машини постійного струму відносять до:
    1) постійних втрат;
    2) змінних втрат;
    3) додаткових втрат;
    4) механічних втрат.

45. Поверхневі втрати в полюсних наконечниках машини постійного струму відносять до:
    1) постійних втрат;
    2) змінних втрат;
    3) додаткових втрат;
    4) механічних втрат.

46. Спад напруги на один щітковий контакт для вугільних і графітних щіток в машині постійного струму становить:
    1) $\Delta U_щ$ = 0,3 В;
    2) $\Delta U_щ$ = 0,5 В;
    3) $\Delta U_щ$ = 1 В;
    4) $\Delta U_щ$ = 1,5 В;
    5) $\Delta U_щ$ = 2 В.

47. Спад напруги на один щітковий контакт для металовугільних щіток в машині постійного струму становить:
    1) $\Delta U_щ$ = 0,3 В;
    2) $\Delta U_щ$ = 0,5 В;
    3) $\Delta U_щ$ = 1 В;
    4) $\Delta U_щ$ = 1,5 В;
    5) $\Delta U_щ$ = 2 В.

48. Для генератора паралельного збудження рівняння балансу струмів має вигляд:
    1) $I_a = I - I_з$;
    2) $I_a = I + I_з$;
    3) $I_a = I_з = I_н$;
    4) $I_a = I_з - I$.

49. Згідно з ДСТ 26772-85 початок і кінець послідовної обмотки машини постійного струму позначають:
    1) A1 – A2;
    2) B1 – B2;
    3) C1 – C2;
    4) D1 – D2;
    5) E1 – E2;
    6) F1 – F2.

50. Згідно з ДСТ 26772-85 початок і кінець компенсаційної обмотки машини постійного струму позначають:
    1) A1 – A2;
    2) B1 – B2;
    3) C1 – C2;
    4) D1 – D2;
    5) E1 – E2;
    6) F1 – F2.

51. Згідно з ДСТ 26772-85 початок і кінець обмотки додаткових полюсів машини постійного струму позначають:
    1) A1 – A2;
    2) B1 – B2;
    3) C1 – C2;
    4) D1 – D2;
    5) E1 – E2;
    6) F1 – F2.

52. Згідно з ДСТ 26772-85 початок і кінець паралельної обмотки машини постійного струму позначають:
    1) A1 – A2;
    2) B1 – B2;
    3) C1 – C2;
    4) D1 – D2;
    5) E1 – E2;
    6) F1 – F2.

53. Згідно з ДСТ 26772-85 початок і кінець незалежної обмотки машини постійного струму позначають:
    1) A1 – A2;
    2) B1 – B2;
    3) C1 – C2;
    4) D1 – D2;
    5) E1 – E2;
    6) F1 – F2.

54. Електромагнітна потужність генератора незалежного збудження визначається як:
    1) $P_{ем} = P_1 - \Delta p_{ела}$;
    2) $P_{ем} = P_1 - \Delta p_{мех} - \Delta p_{магн}$;
    3) $P_{ем} = \Delta p_{ела} + P_2$;
    4) $P_{ем} = \Delta p_{дод} + P_2$.

55. Характеристика холостого ходу генератора постійного струму – це залежність
    1) $U = f(I_з)$ при $I_a = 0$;
    2) $U = f(I_a)$ при $I_з = 0$;
    3) $I_з = f(I_a)$ при $U = 0$;
    4) $U = f(I_з)$ приI_a = const.

56. При холостому ходу генератора постійного струму напруга на затискачах дорівнює 115 В. При номінальному навантаженні напруга

на затискачах дорівнює 104,5 В. Визначте процентну зміну напруги $\Delta U_{\%}$.

1) 5%; 2) 9,1%;
3) 10%; 4) 15%.

57. Що є зовнішньою характеристикою генератора постійного струму?

1) $I_a = f(I_з)$; 2) $I_з = f(I_a)$;
3) $I_a = f(U)$; 4) $U = f(I_a)$.

58. Який струм є небезпечним для генератора паралельного збудження?

1) короткого замикання; 2) максимальний;
3) холостого ходу; 4) пусковий.

59. Що є навантажувальною характеристикою генератора постійного струму?

1) $U = f(I_з)$ при $I_a = 0$; 2) $U = f(I_a)$ при $I_з = \text{const}$;
3) $U = f(I_a)$ при $I_з = 0$; 4) $U = f(I_з)$ при $I_a = \text{const}$.

60. Як змінюється напруга на затискачах генератора постійного струму із незалежним збудженням при зменшенні навантаження від номінального до нуля?

1) зменшується незначно; 2) не змінюється;
3) зменшується до нуля; 4) збільшується.

61. У генераторі незалежного збудження при холостому ходу й частоті обертання $n_0 = 990$ об/хв напруга на затисках дорівнює $E_0 = 250$ В. При навантаженні генератора струмом $I_н = 100$ А частота обертання зменшилася до $n_н = 960$ об/хв. Визначити, нехтуючи зміною магнітного потоку, напругу на затискачах при цьому навантаженні (повний опір кола якоря $R_a = 0{,}1$ Ом).

1) $U_a = 252$ В; 2) $U_a = 220$ В;
3) $U_a = 232$ В; 4) $U_a = 210$ В.

62. Генератор паралельного збудження має такі дані: $P_н = 88$ кВт, $U_н = 230$ В, $I_з = 8$ А, $n_н = 1400$ об/хв, $R_a = 0{,}02$ Ом. Визначити електромагнітну потужність $P_{ем}$ та електромагнітний момент $M_{ем}$.

1) $P_{ем} = 83{,}35$ кВт, $M_{ем} = 545{,}5$ Нм;
2) $P_{ем} = 92{,}89$ кВт, $M_{ем} = 607{,}9$ Нм;
3) $P_{ем} = 88{,}96$ кВт, $M_{ем} = 582{,}2$ Нм;
4) $P_{ем} = 91{,}05$ кВт, $M_{ем} = 621{,}4$ Нм.

63. Яка з наведених умов не є умовою самозбудження генератора паралельного збудження?

1) наявність залишкової ЕРС;
2) правильна полярність струму в обмотці збудження;
3) малий опір кола збудження;
4) малий опір обмотки якоря.

64. Як зміниться напруга на затискачах генератора паралельного збудження, якщо частота обертання приводного двигуна збільшиться на 20%?
1) зменшиться;
2) зменшиться, але не суттєво;
3) збільшиться;
4) не зміниться.

65. Як зміниться магнітний потік генератора з паралельним збудженням при збільшенні навантаження?
1) залишається без змін;
2) зменшується;
3) збільшується;
4) збільшується, але не суттєво.

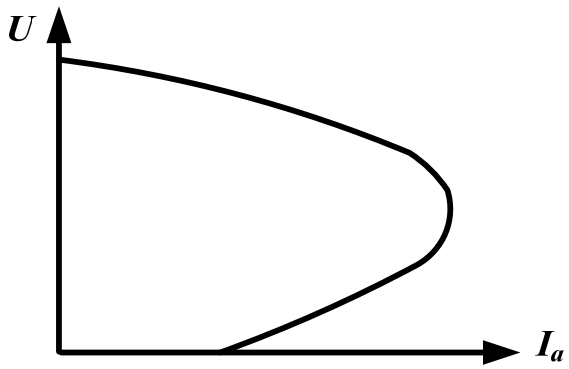
66. Для генератора паралельного збудження $U_н = 115$ В, $I_н = 150$ А, $R_з = 25$ Ом. Визначити струм у колі якоря I_a та корисну потужність $P_н$.
1) $I_a = 145{,}4$ А, $P_н = 17{,}25$ кВт;
2) $I_a = 145{,}4$ А, $P_н = 16{,}725$ кВт;
3) $I_a = 154{,}6$ А, $P_н = 17{,}25$ кВт;
4) $I_a = 154{,}6$ А, $P_н = 17{,}78$ кВт.

67. Як впливає на значення напруги генератора паралельного збудження значення опору в колі збудження?
1) напруга зменшується при збільшенні опору в колі збудження;
2) напруга збільшується при збільшенні опору в колі збудження;
3) не залежить;
4) відбувається стабілізація напруги.

68. Як зміниться напруга на затискачах генератора паралельного збудження при збільшенні навантаження?
1) зменшиться;
2) збільшиться;
3) збільшиться, але не суттєво;
4) не зміниться.

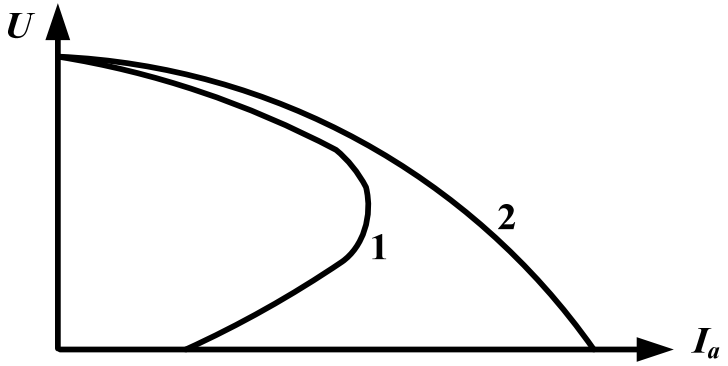
69. Як зміниться струм короткого замикання шунтового генератора при збільшенні швидкості обертання в 2 рази?
1) не зміниться;
2) збільшиться в 2 рази;
3) зменшиться в 2рази;
4) збільшиться в $\sqrt{2}$ рази.

70. Визначте 1 – назву характеристики, 2 – тип збудження генератора постійного струму.



1) 1 – зовнішня, 2 – незалежного збудження;
2) 1 – регулювальна, 2 – паралельне збудження;
3) 1 – зовнішня, 2 – паралельне збудження;
4) 1 – навантажувальна, 2 – паралельне збудження.

71. Які характеристики генератора постійного струму зображені на рисунку?



1) 1 –шунтовий генератор, 2 – генератор незалежного збудження;
2) 1 – генератор незалежного збудження, 2 –шунтовий генератор;
3) 1 –шунтовий генератор, 2 –серієсний генератор;
4) 1 – генератор незалежного збудження, 2 –серієсний генератор.

72. Як змінюється напруга на затискачах обмотки якоря генератора постійного струму з паралельним збудженням при зменшенні навантаження від номінального до нуля?

1) зменшується незначно;
2) не змінюється;
3) збільшується;
4) зменшується до нуля.

73. Для генератора паралельного збудження $P_{2н} = 5$ кВт, $U_н = 230$ В, $n_н = 3000$ об/хв, $\eta = 0{,}8$. Визначити момент на валу первинного двигуна й струм навантаження генератора.

1) $I = 13{,}33$ А, $M_1 = 16{,}66$ Н·м;
2) $I = 21{,}74$ А, $M_1 = 16{,}66$ Н·м;
3) $I = 27{,}1$ А, $M_1 = 20{,}83$ Н·м;
4) $I = 21{,}74$ А, $M_1 = 19{,}9$ Н·м.

74. Для генератора паралельного збудження визначити ЕРС E_a і напругу U на затискачах за такими даними: $I_н = 234{,}7$ А, $R_н = 0{,}49$ Ом, $R_з = 20$ Ом, $R_a = 0{,}02$ Ом.

1) $E_a = 122{,}6$ В, $U = 117{,}8$ В;
2) $E_a = 119{,}8$ В, $U = 115$ В;
3) $E_a = 110{,}2$ В, $U = 115$ В;
4) $E_a = 232{,}8$ В, $U = 115$ В.

75. Генератор паралельного збудження при $U_н = 220$ В навантажений струмом $I = 76$ А. Визначити потужність $P_н$, що віддає генератор, та електромагнітну потужність $P_{ем}$, якщо $R_a = 0{,}03$ Ом, $I_з = 3$ А.

1) $P_н = 16{,}72$ кВт, $P_{ем} = 17{,}57$ кВт;
2) $P_н = 16{,}72$ кВт, $P_{ем} = 16{,}22$ кВт;
3) $P_н = 17{,}38$ кВт, $P_{ем} = 17{,}57$ кВт;
4) $P_н = 16{,}72$ кВт, $P_{ем} = 16{,}91$ кВт.

76. Генератор паралельного збудження при $U_н = 220$ В навантажений струмом $I = 80$ А. Визначити споживану потужність P_1 та ЕРС якоря E_a, якщо $\eta = 91\%$, $R_a = 0{,}02$ Ом, $I_з = 3$ А.

1) $P_1 = 17{,}6$ кВт, $E_a = 221{,}66$ В;
2) $P_1 = 19{,}34$ кВт, $E_a = 218{,}3$ В;
3) $P_1 = 19{,}34$ кВт, $E_a = 221{,}66$ В;
4) $P_1 = 17{,}6$ кВт, $E_a = 218{,}3$ В.

77. Двополюсний генератор паралельного збудження має якір з $N_a = 250$, $2a = 2$. Магнітний потік $\Phi = 0{,}023$ Вб. Частота обертання $n_н = 1200$ об/хв. Визначити напругу на затисках U і електромагнітний момент $M_{ем}$, якщо $R_a = 0{,}13$ Ом, $I_a = 30$ А.

1) $U = 118{,}9$ В, $M_{ем} = 28{,}4$ Нм;
2) $U = 111{,}1$ В, $M_{ем} = 27{,}5$ Нм;
3) $U = 118{,}9$ В, $M_{ем} = 27{,}5$ Нм;
4) $U = 115$ В, $M_{ем} = 28{,}4$ Нм.

78. Як потрібно ввімкнути обмотки генератора змішаного збудження для зменшення впливу струму навантаження на напругу генератора?

1) узгоджено;
2) зустрічно;
3) не має значення;
4) залежно від навантаження.

79. У якого генератора постійного струму більший струм короткого замикання?

1) незалежного збудження;
2) паралельного збудження;
3) змішаного збудження;
4) послідовного збудження.

80. Вкажіть неправильну залежність для машини постійного струму:

1) $\eta = f(P_2)$;
2) $I = f(P_2)$;
3) $\Delta p_a = f(P_2)$;
4) $M_2 = f(P_2)$.

81. Як зміниться швидкість обертання двигуна постійного струму, якщо при постійній напрузі живлення зменшити потік збудження?

1) збільшиться; 2) зменшиться;
3) зменшиться, але не суттєво; 4) не зміниться.

82. Як зміняться струм I_a в обмотці якоря, ЕРС E, швидкість обертання ω двигуна паралельного збудження при зменшенні напруги за умови збереження моменту на валу?
1) I_a зменшиться, E зменшиться, ω не зміниться;
2) I_a не зміниться, E не зміниться, ω зменшиться;
3) I_a збільшиться, E зменшиться, ω зменшиться;
4) I_a збільшиться, E зменшиться, ω збільшиться.

83. Який з названих моментів пропорційний струму якоря двигуна постійного струму?
1) момент холостого ходу; 2) корисний момент;
3) динамічний момент; 4) електромагнітний момент.

84. Як зміниться швидкість двигуна постійного струму: 1 – при збільшенні додаткового опору в колі обмотки якоря; 2 – при збільшенні опору в колі обмотки збудження?
1) 1 – збільшиться, 2 – збільшиться;
2) 1 – зменшиться, 2 – зменшиться;
3) 1 – зменшиться, 2 – збільшиться;
4) 1 – збільшиться, 2 – зменшиться.

85. Струм якоря двигуна постійного струму збільшився в 2 рази. Магнітний потік збудження зменшився в 2 рази. Як зміниться обертальний момент?
1) не зміниться; 2) збільшиться у 2 рази;
3) зменшиться у 2 рази; 4) збільшиться у 4 рази.

86. Рівняння механічної характеристики двигуна постійного струму:
1) $n = \frac{U}{c_e \Phi_\delta} - \frac{R_a M}{c_e c_м \Phi_\delta^2}$; 2) $n = \frac{U}{c_e \Phi_\delta} - \frac{R_a I_a}{c_e c_м \Phi_\delta^2}$;
3) $n = \frac{U}{c_e \Phi_\delta} - \frac{R_a M}{c_e c_м \Phi_\delta}$; 4) $n = \frac{U}{c_e \Phi_\delta} - \frac{R_a I_a}{c_e c_м \Phi_\delta}$.

87. Визначте пусковий струм двигуна постійного струму, напруга якоря U_a = 100 В, опір обмотки якоря R_a = 0,1 Ом.
1) 1000 А; 2) 100 А;
3) 110 А; 4) 10 А.

88. Визначте додатковий опір, при якому пусковий струм двигуна постійного струму$I_п$ = 20 А, якщо напруга якоря U_a = 100 В, опір обмотки якоря R_a = 0,1 Ом.

1) 5,1 Ом; 2) 51 Ом;
3) 5 Ом; 4) 4,9 Ом.

89. У скільки разів пусковий момент двигуна послідовного збудження буде більшим за номінальний, якщо $I_п = 3I_н$ (без врахування насичення сталі)?

1) в 3 рази; 2) в 6 разів;
3) в 9 разів; 4) в $\sqrt{3}$ раза.

90. Як зміниться обертовий момент двигуна послідовного збудження, якщо його струм збільшиться в 2 рази? Насиченням сталі знехтувати.

1) збільшиться у 2 рази; 2) збільшиться у 4 рази;
3) не зміниться; 4) зменшиться в 2 рази.

91. Двигун постійного струму має такі дані: $P_н$ = 5 кВт; $U_н$ = 220 В; R_a = 0,3 Ом, η = 0,85. Обчислити початкове значення опору пускового реостата $R_{дод}$, якщо початковий пусковий струм $I_п = 2I_н$.

1) 5,7 Ом; 2) 3,8 Ом;
3) 4,1 Ом; 4) 5,4 Ом.

92. Кратність пускового струму при прямому пуску двигуна постійного струму:

1) $I_п$ = (5 ÷ 7)%$I_н$; 2) $I_п$ = (5 ÷ 10)%$I_н$;
3) $I_п$ = (5 ÷ 15)%$I_н$; 4) $I_п$ = (10 ÷ 20)%$I_н$.

93. Електромеханічна постійна часу двигуна постійного струму:

1) $T_м = \dfrac{2\pi J R_{a\Sigma}}{60 c_м c_e \Phi^2}$; 2) $T_м = \dfrac{2\pi J}{60 c_м c_e \Phi^2}$;

3) $T_м = \dfrac{L_a}{R_{a\Sigma}}$; 4) $T_м = \dfrac{R_{a\Sigma}}{L_a}$.

94. Електромагнітна стала часу двигуна постійного струму:

1) $T_м = \dfrac{2\pi J R_{a\Sigma}}{60 c_м c_e \Phi^2}$; 2) $T_м = \dfrac{2\pi J}{60 c_м c_e \Phi^2}$;

3) $T_м = \dfrac{L_a}{R_{a\Sigma}}$; 4) $T_м = \dfrac{R_{a\Sigma}}{L_a}$.

95. Якими способами можна регулювати швидкість обертання двигуна постійного струму вверх від номінальної?
1) збільшенням Φ, зменшенням U_a;
2) зменшенням Φ, зменшенням U_a;
3) зменшенням Φ, збільшенням U_a;
4) збільшенням Φ, збільшенням $R_{a\,дод}$.

96. Швидкість обертання генератора з незалежним збудженням збільшилася в 2 рази. Як зміниться ЕРС генератора при Φ = const?
1) не зміниться;
2) зменшиться в 2 рази;
3) збільшиться в 2 рази;
4) збільшиться в $\sqrt{2}$ рази.

97. Навіщо при реостатному пуску двигуна постійного струму паралельного збудження додатковий опір в колі обмотки збудження повністю виводять?
1) для зменшення пускового струму;
2) для збільшення швидкості обертання;
3) для збільшення пускового моменту;
4) для плавного запуску.

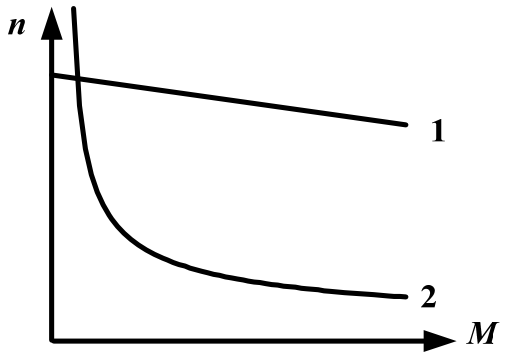
98. Як зміниться обертовий момент двигуна незалежного збудження, якщо струм якоря і магнітний момент збільшилися в 2 рази?
1) збільшилися в 2 рази;
2) збільшилися в 4 рази;
3) не зміниться;
4) зменшиться в 2 рази.

99. Двигун постійного струму паралельного збудження споживає струм $I_н$ = 14 А при $U_н$ = 220 В, $I_З$ = 0,8 А, R_a = 0,17 Ом. Визначити ЕРС E якоря, електричні втрати в обмотці якоря Δp_a.
1) E = 222,5 В, Δp_a = 37,23 Вт;
2) E = 217,8 В, Δp_a = 37,23 Вт;
3) E = 222,5 В, Δp_a = 29,6 Вт;
4) E = 217,8 В, Δp_a = 29,6 Вт.

100. Визначити споживаний струм I та споживану потужність P_1 двигуном паралельного збудження з $U_н$ = 220 В,I_a = 65 А, $R_З$ = 100 Ом.
1) I = 67,2 А, P_1 = 14,3 кВт;
2) I = 62,8 А, P_1 = 13,82 кВт;
3) I = 67,8 А, P_1 = 14,3 кВт;
4) I = 67,2 А, P_1 = 14,78 кВт.

101. Для яких двигунів постійного струму справедливі такі залежності (реакцією якоря та насиченням знехтувати): 1) $M \sim I_a$; 2) $M \sim I_a^2$?
1) 1) – паралельного збудження; 2) – незалежного збудження;
2) 1) – незалежного збудження; 2) – послідовного збудження;
3) 1) – змішаного збудження; 2) – паралельного збудження;
4) 1) – послідовного збудження; 2) – змішаного збудження.

102. Характеристики яких двигунів постійного струму зображені на рисунку?

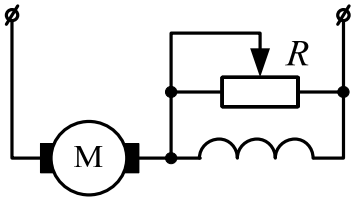


1) 1 – паралельного збудження, 2 – незалежного збудження;
2) 1 – паралельного збудження, 2 – послідовного збудження;
3) 1 – змішаного збудження, 2 – паралельного збудження;
4) 1 – змішаного збудження, 2 – послідовного збудження.

103. Що відбудеться, якщо момент навантаження на валу двигуна послідовного збудження зменшити до нуля?
1) перегріється обмотка збудження;
2) двигун зупиниться;
3) двигун піде в рознос;
4) двигун вийде на номінальну швидкість обертання.

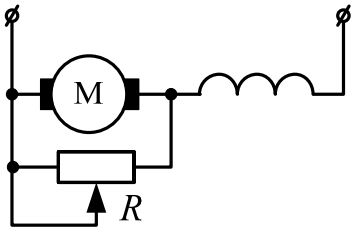
104. Як зміниться швидкість обертання двигуна послідовного збудження, якщо при постійній напрузі живлення ввести в коло якоря додатковий опір?
1) збільшиться;
2) збільшиться, але не суттєво;
3) зменшиться;
4) не зміниться.

105. Як зміниться частота обертання двигуна постійного струму при збільшенні опору *R*?



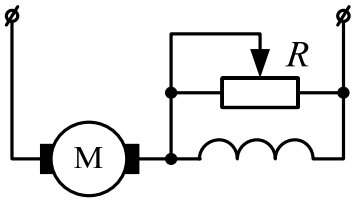
1) зменшиться;
2) зменшиться, але не суттєво;
3) не зміниться;
4) збільшиться.

106. Як зміниться частота обертання двигуна постійного струму при збільшенні опору R?



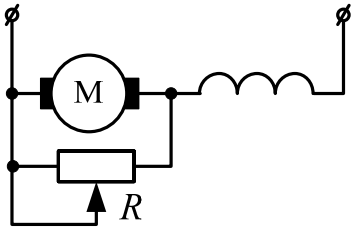
1) зменшиться;
2) не зміниться;
3) збільшиться;
4) збільшиться, але не суттєво.

107. Як зміниться частота обертання двигуна постійного струму при зменшенні опору R?



1) зменшиться;
2) не зміниться;
3) збільшиться;
4) збільшиться, але не суттєво.

108. Як зміниться частота обертання двигуна постійного струму при зменшенні опору R?



1) зменшиться;
2) зменшиться, але не суттєво;
3) не зміниться;
4) збільшиться.

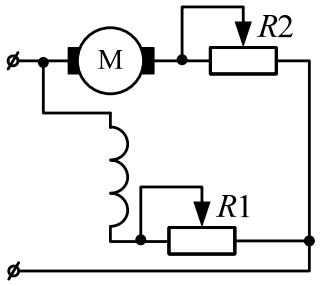
109. Який режим роботи машини постійного струму характеризує рівняння $E_a - U = I_a R_a$?

1) двигунний;
2) генераторний;
3) електромагнітне гальмо;
4) динамічного гальмування.

110. Який режим роботи машини постійного струму характеризує рівняння $U + E_a = I_a R_a$?

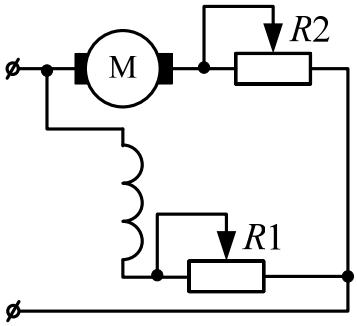
1) двигунний;
2) генераторний;
3) противмикання;
4) електромагнітне гальмо.

111. Як зміниться частота обертання двигуна постійного струму при зменшенні опору $R1$?



1) зменшиться;
2) не зміниться;
3) збільшиться;
4) збільшиться, але не суттєво.

112. Як зміниться частота обертання двигуна постійного струму при збільшенні опору $R2$?



1) зменшиться;
2) не зміниться;
3) збільшиться;
4) збільшиться, але не суттєво.

113. Який режим роботи машини постійного струму характеризує рівняння $U - E_a = I_a R_a$?

1) двигунний;
2) генераторний;
3) електромагнітне гальмо;
4) динамічне гальмування.

114. Як зміниться швидкість обертання двигуна послідовного збудження при шунтуванні обмотки якоря?

1) не зміниться
2) збільшиться;
3) збільшиться, але не суттєво;
4) зменшиться.

115. Як здійснити гальмування противмиканням двигуна постійного струму?

1) відключити обмотку якоря від напруги;
2) відключити обмотку якоря від напруги і приєднати до неї додатковий опір;
3) поміняти полярність напруги живлення;

4) поміняти полярність напруги живлення й ввімкнути в коло якоря додатковий опір.

116. Який із способів гальмування забезпечує повна зупинка двигуна постійного струму?

1) рекуперативний;
2) динамічний;
3) електромагнітний;
4) конденсаторний.

Підсумок з матеріалу теми 7

Після проходження даної лекції студент повинен знати:

– будову машини постійного струму та принцип її роботи;

– призначення компенсаційної обмотки машини постійного струму;

– типи обмоток машин постійного струму та способи їх виконання;

– рівняння балансу напруг для генераторного та двигунного режимів роботи машини постійного струму;

– причини виникнення кругового вогню на колекторі машини постійного струму;

– процес комутації машини постійного струму;

– способи покращення комутації машини постійного струму;

– рівняння балансу моментів для генераторного та двигунного режимів роботи машини постійного струму;

– як визначається електромагнітна потужність машини постійного струму;

– як визначається електрична потужність на затискачах обмотки якоря машини постійного струму;

– як визначається електромагнітна потужність машини постійного струму;

– рівняння ЕРС для машини постійного струму;

– конструктивні сталі машини постійного струму і від чого вони залежать;

– як визначається електромагнітний момент машини постійного струму;

– як визначається електромагнітна потужність машини постійного струму;

– поняття реакції якоря для машини постійного струму;

– особливості поперечної реакції якоря машини постійного струму;

– особливості поздовжньої реакція якоря машини постійного струму;

– що таке геометрична нейтраль для машини постійного струму;

– що таке фізична нейтраль для машини постійного струму;

– різновиди втрат в машині постійного струму;

– ККД машини постійного струму та способи його визначення;

– умову максимуму ККД машини постійного струму;

– класифікацію машин постійного струму за способом збудження?

– схеми електричних машин постійного струму;

– енергетичну діаграму машини постійного струму;

– способи встановлення щіток на нейтраль в машинах постійного струму;

– як знімається характеристика холостого ходу та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження;

– як знімається характеристика короткого замикання та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження;

– як знімається зовнішня характеристика та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження;

– як знімається регулювальна характеристика та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження;

– як знімається навантажувальна характеристика та який її вигляд для генераторів постійного струму різного типу збудження;

– що таке характеристичний трикутник для машини постійного струму і як він будується;

– як побудувати ту чи іншу характеристику генератора постійного струму з використанням характеристичного трикутника;

– процес самозбудження шунтового генератора;

– умови та особливості паралельної роботи генератора постійного струму з мережею;

– рівняння механічної характеристики двигуна постійного струму;

– рівняння швидкісної (електромеханічної) характеристики двигуна постійного струму;

– рівняння моментної характеристики двигуна постійного струму;

– зовнішній вигляд механічних характеристик для двигунів постійного струму різних способів збудження;

– реалізацію прямого пуску двигуна постійного струму та переваги й недоліки даного способу пуску;

– реалізацію реостатного пуску двигуна постійного струму та переваги й недоліки даного способу пуску;

– реалізацію пуску двигуна постійного струму шляхом плавного підвищення напруги живлення та переваги й недоліки даного способу пуску;

– реалізацію регулювання швидкості для двигунів постійного струму різних способів збудження за рахунок зміни напруги живлення, механічні

характеристики, які при цьому утворюються, а також переваги й недоліки даного способу;

– реалізацію регулювання швидкості для двигунів постійного струму різних способів збудження за рахунок зміни магнітного потоку, механічні характеристики, які при цьому утворюються, а також переваги й недоліки даного способу;

– реалізацію регулювання швидкості для двигунів постійного струму різних способів збудження за рахунок введення опору в коло якоря механічні характеристики, які при цьому утворюються, а також переваги й недоліки даного способу;

– умови стійкої роботи двигуна постійного струму;

– види електричного гальмування двигунів постійного струму;

– особливості динамічного гальмування двигуна постійного струму та переваги й недоліки даного способу;

– особливості електромагнітного гальмування двигуна постійного струму та переваги й недоліки даного способу;

– особливості рекуперативного гальмування двигуна постійного струму та переваги й недоліки даного способу;

– спеціальні електричні машини постійного струму.

Література

1. Вольдек А. И. Электрические машины / Вольдек А. И. – М. : Энергия, 1978. – 832 с.
2. Токарев Б. Ф. Электрические машины : учеб. пособие для вузов / Токарев Б. Ф. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 624 с.
3. Брускин Д. Э. Электрические машины : в 2-х ч. Ч.1 : учеб. для электотехн. спец. вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов. – М. : Высш. шк., 1987. – 319 с.
4. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори : навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 219 с.
5. Електричні машини. трансформатори. Дистанційний курс. – [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://elearn.vntu.edu.ua/course_structure.php?CID=256 (дата звернення 21.09.2012). – Назва з екрана.
6. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина III. Асинхронні машини : навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький, М. О. Казак. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 197 с.
7. Брускин Д. Э. Электрические машины : в 2-х ч. Ч.2 : учеб. для электротехн. спец. вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов. – М. : Высш. шк., 1987. – 335 с.
8. Павлов И. Ф. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по курсу «Электрические машины» Ч.III. Синхронные машины / И. Ф. Павлов, С. А. Безверхий, В. И. Нагул, В. П. Головин. – Винница : ВПИ, 1989. – 42 с.
9. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина I. Машини постійного струму : навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, І. В. Грабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 86 с.
10. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина I. Машини постійного струму : електронний навчальний посібник [Електронний ресурс] / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, І. В. Грабенко. – Режим доступу : http://posibnyky.vntu.edu.ua/ (дата звернення 21.09.2012). – Назва з екрана. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 39712 від 16.08.2011 року.

Навчальне видання

Михайло Петрович Розводюк

Електричні машини
Організація самостійної роботи студентів
Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено М. Розводюком

Підписано до друку 05.02.2016 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різографічний. Ум. друк. арк. 9,1
Наклад 75 прим. Зам. № 2016-033.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №3516 від 01.07.2009 р.