

Форма № Н - 3.04

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

професор Каплун В.В.
" " 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
Протокол № 12 від 29 травня 2023 р.

В.О. Зав. кафедри
доцент Окушко О.В.

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

професор Кривоносов В.Є.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Управління енергоефективністю електромеханічних перетворювачів енергії

Рівень вищої освіти: Другий (магістерський)

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Програма підготовки: освітньо-наукова

ННІ енергетики, автоматики та енергозбереження

Розробник: д.т.н., професор Заблудський М.М.

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Управління енергоефективністю електромеханічних перетворювачів енергії
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	14 – Електрична інженерія	
Спеціальність	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Магістр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Магістерська програма - «Науково-технічні засади електромеханічного перетворення енергії», Програма підготовки освітньо-наукова	
Загальна кількість годин	105	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	другий	
Семестр	четвертий	
Лекційні заняття	10 год.	
Практичні, семінарські заняття	20 год.	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	75 год.	
Індивідуальні завдання	_____ год.	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	3 год. 5 год.	

2. Мета і задачі дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Управління енергоефективністю електромеханічних перетворювачів енергії» є:

– формування системи знань з конструкції, теорії та принципу дії асинхронних машин (АМ) . Вивчення характеристик різних типів АМ та областей їх застосування, фізичних закономірностей, які лежать в основі принципу дії електромеханічних перетворювачів енергії, методів їх моделювання та розрахунків. Застосування отриманих знань у процесі формування магістра з енергетики сільськогосподарчого виробництва.

- підготовка студентів до якісного освоєння теорії і практики електричних машин, їх критичного аналізу з позицій сучасних вимог до енергоощадності технологічних процесів в сільському господарстві.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- конструкцію, принцип дії, теорію, основні фізичні процеси; робочі, механічні та техніко-економічні характеристики асинхронних машин і трансформаторів, методи випробувань електричних машин;

- області застосування машин і тенденції їх розвитку;

- методи моделювання асинхронних машин;

- основні методи та засоби підвищення ККД та коефіцієнта потужності;

- . вміти:

- застосовувати свої знання на практиці для правильної експлуатації і ремонту електричних машин, трансформаторів і мікромашин;

- оволодіти методикою моделювання , лабораторних досліджень електричних машин, трансформаторів і мікромашин та методами аналізу результатів дослідів.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК): СК4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. СК5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в

області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. СК10. Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати. СК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН1. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.
- ПРН4. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.
- ПРН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Підвищення енергоефективності асинхронних машин способом застосування нових матеріалів і удосконаленням методів проектування

Тема лекційного заняття 1. Ефективність об'ємного використання та підвищення електромагнітних навантажень асинхронних машин.

Міжнародні класи та норми показників енергоефективності асинхронних двигунів. Співвідношення масогабаритних показників і показників об'ємного використання АМ. Стала Арнольда. Підвищення електромагнітних навантажень при використанні нових активних матеріалів. Критерії вибору співвідношень конструктивної і активної частин АМ.

Тема лекційного заняття 2. Сучасні активні та конструкційні матеріали для електричних машин.

Нові термостійкі електротехнічні сталі з кубічною текстурою. Полііміди аліциклічної будови- термостійкий, високовольтний електроізоляційний матеріал. Вуглицеві нанотрубки. Надпровідність (криогенна техніка). Надпровідність з використанням термоелектричного ефекту.

Тема лекційного заняття 3. Підвищення енергоефективності асинхронних машин удосконаленням обмоток.

Суміщені роторні обмотки. Покращення пускових і енергетичних показників асинхронних двигунів. Шестифазні обмотки для трифазних двигунів. Удосконалення обмоток при виготовленні та експлуатації асинхронних машин.

**Змістовий модуль 2. Асинхронні двигуни для енергоощадних технологій.
Тема лекційного заняття 4. Використання внутрішньоїємнісної
компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів.**

Енергетичне суміщення основної та компенсаційної обмоток в компенсованому асинхронному двигуні. Енергетичні перетворення та баланс енергії.

Тема лекційного заняття 5. Асинхронні двигуни з перфорованим ротором для систем автономного теплопостачання.

Дослідження електромагнітних і теплових процесів в асинхронному двигуні з порожнистим перфорованим ротором. Особливості проектних розрахунків і прикладні аспекти асинхронних двигунів з порожнистим перфорованим ротором.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Підвищення енергоефективності асинхронних машин способом застосування нових матеріалів і удосконаленням методів проектування												
Тема 1 Ефективність об'ємного використання та підвищення електромагнітних навантажень асинхронних машин		2	4			15						
Тема 2. Сучасні активні та конструкційні матеріали для електричних машин.		2	4			15						
Тема 3. Підвищення енергоефективності асинхронних машин удосконаленням обмоток		2	4			15						
Разом за змістовим модулем 1	63	6	12			45						
Змістовий модуль 2. Асинхронні двигуни для енергоощадних технологій												
Тема 4 Використання внутрішньої емнісної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів.		2	4			15						
Тема 5. Асинхронні двигуни з перфорованим ротором для систем автономного теплопостачання		2	4			15						
Разом за змістовим модулем 2	42	4	8			30						

Усього годин	105	10	20			75					
---------------------	-----	----	----	--	--	----	--	--	--	--	--

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення методики лабораторних досліджень енергоефективності асинхронних машин	4
2.	Об'єктно-орієнтоване проектування на платформі NETBEANS	4
3.	MATLAB/SIMULINK у пост-моделюванні асинхронного двигуна	4
4.	Полюсові розрахунки в ANSOFT MAXWELL та проектування електродвигуна в RМхрт	4
5.	Вивчення принципу роботи і функцій шнекового поліфункціонального електромеханічного перетворювача	4

Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структура САПР, модулі оптимізації розрахунку	15
2	Внутрішня ємнісна компенсація реактивної потужності асинхронних двигунів	15
3	Структурні схеми моделі АД в Simulink.	15
4	Застосування модифікованого критерія наведених витрат при розробці енергозберігаючих АД	15
5	Підвищення енергоефективності асинхронних двигунів вторинного ринку як спосіб енергозбереження	15
	Разом	75

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні питання

1. Які міжнародні класи енергоефективності (International Energy Efficiency Class) для трифазних асинхронних двигунів низької напруги визначає стандарт ІЕС 60034-30 ?
2. Які три основні завдання підвищення енергоефективності асинхронних двигунів стають перед виробниками у нашій країні?
3. За рахунок яких методів і заходів в асинхронних двигунах досягається високий ККД ?
4. Охарактеризуйте переваги й недоліки енергоефективних двигунів .

5. Які проблеми виникають при експлуатації електродвигунів, в тому числі після капітального ремонту ?
6. Які сучасні серії електричних машин і провідні виробничі компанії вам відомі?
7. Охарактеризуйте методи, технічні рішення і засоби підвищення енергоефективності електричних машин
8. Основні завдання оптимального проектування.
9. Методи пошуку оптимального рішення, виконати їх порівняльний аналіз
10. Структура САПР, модулі оптимізації розрахунку.
11. Варійовані параметри у блоках статики і динаміки при проектуванні асинхронної машини.
12. Обмеження, що накладаються на область проектних рішень. Чи завжди обмеження є однозначними?
13. Поняття критеріїв оптимальності. Чи можливо отримати варіант розрахунку, що задовольняє усім критеріям оптимальності?
14. Охарактеризуйте принципи створення поліфункціональних електромеханічних перетворювачів технологічного призначення.
15. Як пов'язані принципи теплової інтеграції з поняттям «пінч» ?
16. Надайте розподіл активної потужності поліфункціональних електромеханічних перетворювачів (ПЕМП) у тривалому режимі « стоянки під струмом».
17. Внутрішня ємнісна компенсація реактивної потужності асинхронних двигунів
18. Структурні схеми моделі АД в Simulink. Поясніть принцип побудови таких схем по диференціальних рівняннях.
19. Які показники є критеріями оптимальності в динамічних режимах роботи двигуна?
20. Які особливості проектування і моделювання можна підкреслити для поліфункціональних електромеханічних перетворювачів (ПЕМП) заглибного типу?
21. Технічне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР)
22. Які функціональні обмеження враховуються в процесі пошуку оптимального варіанту враховуються функціональні обмеження?
23. Як в Simulink побудувати статичну механічну характеристику асинхронного двигуна?

24. Застосування модифікованого критерія наведених витрат при розробці енергозберігаючих АД
25. Моделювання динамічного режиму асинхронного двигуна
24. Сутність розробки двигунів з суміщеними обмотками
25. Охарактеризуйте основні складові ланцюгово-польової ММ поліфункціональних електромеханічних перетворювачів(ПЕМП).
26. Підвищення енергоефективності асинхронних двигунів вторинного ринку як спосіб енергозбереження
27. Чи дозволяється включати трифазний двигун у мережу трифазного струму без нульового проводу?
28. Проаналізувати формулу $n = \frac{60f}{p}$ з точки зору економічних можливостей.
29. Який з відомих способів керування частотою обертання асинхронних двигунів є найбільш економічно вигідним і чому?
30. Який з відомих способів керування частотою обертання асинхронних двигунів найменш економічний і чому?
31. Чому в асинхронних двигунах з покращеними пусковими характеристиками (подвійною короткозамкненою обмоткою, глибокими пазами) коефіцієнт потужності, коефіцієнт корисної дії, максимальний момент навантаження менші, порівняно зі звичайними асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором?
32. До яких економічно негативних наслідків може призвести робота електродвигуна зі змінним навантаженням, який обрано за найбільшим значенням моменту (потужності, струму) навантажувальної діаграми?

Тести

- 1. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє (вказати неправильну відповідь):**
- а) підвищити ККД двигуна на 1-10%;
 - б) підвищити надійність його роботи;
 - в) знизити його вартість
- 2. Як зміняться втрати асинхронного двигуна, що працював від звичайної мережі, при підключенні його до тиристорного перетворювача частоти:**
- а) не зміняться;
 - б) підвищуються ;
 - в) зменшуються

3. Використання енергоефективних двигунів зі суміщеними обмотками дозволяє:

- а) поліпшити механічні характеристики
- б) досягти більш високих енергетичних показників
- в) знизити масу обмоток

4. Споживання меншого обсягу енергії на виконання одного й того ж обсягу робіт, наприклад, виробництва будь-якої продукції – це...

- а) енергоефективність
- б) енергоємність
- в) енергозабезпечення

5. Якщо трифазну обмотку споживача, з'єднану "зіркою", перемкнути і з'єднати "трикутником", активна потужність дорівнюватиме ...

а) $\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = 3$

б) $\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = \sqrt{3}$

в) $\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = 3,3$

6. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) зменшити час простоїв і витрати на технічне обслуговування;
- б) підвищити стійкість двигуна до теплових навантажень;
- в) зменшити маси активних матеріалів – міді й сталі;

7. Як правило, при капітальному ремонті ККД електричної машини :

- а) не змінюється;
- б) підвищується ;
- в) зменшується

8. Використання енергоефективних двигунів з суміщеними обмотками дозволяє:

- а) створювати регульований енергозберігаючий привод з унікальними характеристиками
- б) досягти більш високих енергетичних показників
- в) знизити ціну

9. На яких електростанціях в Україні виробляється найбільше електроенергії?

- а) теплових електростанціях (ТЕС)
- б) гідроелектростанціях (ГЕС)

в) вітрових електростанціях (ВЕС)

10. Зазор між статором і ротором електричних машин впливає на величину

...

- а) втрат на вихрові струми
- б) втрат на гістерезис
- в) коефіцієнта потужності

11. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) уникнути необхідності збільшення встановленої потужності електроустановки
- б) збільшити ковзання
- в) знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу.

22. Параметри, що впливають на динамічні властивості електричної машини:

- а) клас нагрівостійкості ізоляції;
- б) активні і індуктивні опори обмотки ротора;
- в) момент інерції частин машини, що обертаються.

13. На відміну від стандартних, двигуни з суміщеними обмотками мають:

- а) високий рівень шумів і вібрацій
- б) мають ККД і коефіцієнт потужності близький до номінального в широкому діапазоні навантажень.
- в) більш високу кратність моментів

14. Доповніть твердження, записавши пропущені слова.

Енергозбереження – це _____ (організаційна, наукова, практична, правова), що спрямована на раціональне використання та економну трату первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у народному господарстві і котра реалізується за допомогою економічних та правових _____ .

15. Мінімальний радіальний зазор між ротором і статором дає можливість

...

- а) зменшити пусковий струм
- б) підвищити коефіцієнт потужності
- в) зменшити габарити машин

16. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) підвищити стійкість двигуна до різних порушень експлуатаційних умов: зниженій і підвищеній напрузі, викривленню форми хвиль (гармонікам), незбалансованості фаз і т.д.;
- б) зменшити величину пускового струму
- в) збільшити коефіцієнт потужності;

17. Параметри, що впливають на динамічні властивості електричної машини:

- а) активні і індуктивні опори обмотки статора;
- б) величина повітряного зазора;
- в) марка електротехнічної сталі.

18. На відміну від стандартних, двигуни з суміщеними обмотками мають:

- а) низький рівень шумів і вібрацій
- б) більш високу кратність моментів
- в) низький ККД

19. Напрямами зменшення втрат при споживанні електричної енергії є:

- а) використання споживачів електричної енергії з низьким значенням коефіцієнта потужності;
- б) рівномірний розподіл навантаження між фазами трьохфазної мережі;
- в) використання стабілізаторів напруги.

20. Радіальний зазор між ротором і статором залежить від ...

- а) величини напруги
- б) габаритів машини
- в) потужності

21. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) знизити рівень шуму.
- б) поліпшити перевантажувальну здатність.
- в) зменшити масу активних матеріалів

22. Параметри, що впливають на динамічні властивості електричної машини:

- а) магнітна індукція в зазорі;
- б) активні і індуктивні опори обмотки ротора;
- в) момент інерції частин машини, що обертаються.

23. Суміщені обмотки дозволяють:

- а) зменшити рівень магнітної індукції полів від непарних гармонік,
- б) виконувати двигуни для роботи на більш високі частоти живлячої напруги при використанні сталей, розрахованих для роботи на частоті 50 Гц.
- в) зробити форму поля в робочому зазорі двигуна несінусоїдальною

24. Втрати потужності в магнітопроводі складаються із втрат ...

- а) на гістерезис і вихрові струми
- б) на вихрові струми і розсіювання магнітної енергії
- в) на розсіювання магнітної енергії і гістерезис

25. Номінальна потужність електродвигуна визначається ...

- а) характером навантаження
- б) гранично припустимим тривалим номінальним струмом
- в) величиною коефіцієнта корисної дії

26. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок (вказати неправильну відповідь):

- а) застосування підшипників високої якості
- б) частих пусків
- в) застосування мідної обмотки замість алюмінієвої

27. Ознаки оптимального проектування електричних машин стохастичними (випадковими) методами (вказати неправильну відповідь):

- а) напрям руху в цих методах вибирається випадково.
- б) рух до отримання екстремуму ведеться в декількох напрямках
- в) наступна ітерація починається після отримання екстремуму в одному напрямку .

28. Які схеми з'єднання запроваджені у суміщених обмотках?

- а) зірка
- б) зігзаг
- в) трикутник

29. Причиною втрати енергії на гістерезис є ...

- а) перевантаження електричної мережі
- б) зміна змінних магнітних потоків у магнітопроводах
- в) зміна режиму роботи електроспоживачів

30. Щоб коефіцієнт потужності асинхронних двигунів у нормальному режимі був високим, величина ковзання повинна бути ...

- а) максимальна $s = 100\%$
- б) середня $s = 50\%$
- в) мала $s = 5\%$

31. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок (вказати неправильну відповідь):

- а) збільшення маси активних матеріалів – міді й сталі;
- б) застосування більш тонкої й високоякісної електротехнічної сталі;
- в) зменшення моменту інерції ротора

32. Коли доцільно використовувати метод обходу вузлових точок n-мірного простору

- а) коли кількість фізичних розмірів машини, що підлягають вибору, відносно невелика

- б) пошуку підлягають усі розміри машини
- в) виходячи з додаткових вимог, наприклад з вимог уніфікації.

33. Основною причиною низьких значень коефіцієнта корисної дії і коефіцієнта потужності АД потужністю до 10 кВт є:

- а) наявність немагнітного повітряного проміжку між статором і ротором
- б) особливості конструкції феромагнітних осердь з просторово розподіленими в їх пазах обмотками з непродуктивними лобовими частинами
- в) перетворення реактивної енергії в інші види енергії

34. Потужність втрат на вихрові струми в сталі залежить від ...

- а) марки, сорту сталі і товщини її листів, максимальної індукції і частоти змінного струму
- б) питомого електричного опору, величини індукції і об'єму магнітопроводу
- в) питомого електричного опору, числа циклів зміни магнітної індукції і величини перевантаження магнітопроводу

35. Якщо трифазний асинхронний двигун під час роботи перейде в режим однофазного ...

- а) сила струму зменшиться
- б) збільшаться коефіцієнт корисної дії і коефіцієнт потужності
- в) двигун при тривалій роботі вийде з ладу

36. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок (вказати неправильну відповідь) :

- а) використання міді замість алюмінію як матеріалу обмоток ротора
- б) зменшення повітряного зазору між ротором і статором за допомогою високоточного технологічного встаткування;
- в) частих пусків

37. Обставини, які не враховуються у модифікованому критерію при оптимальному проектуванні:

- а) коефіцієнти інфляції
- б) пріоритет експлуатаційних витрат над капітальними
- в) зміна керіника проектної групи

38. При застосуванні компенсувального пристрою у вигляді батареї електричних конденсаторів:

- а) споживач частково або повністю забезпечується необхідною йому реактивною енергією.
- б) всі вигоди від компенсації реактивної потужності достаються електричній системі
- в) При обміні реактивною енергією між споживачем і конденсатором частково або повністю звільняються всі елементи споживача від її перетікань.

39. Втрати на вихрові струми перевищують втрати на гістерезис ...

- а) на промислових частотах 50–400 Гц
- б) на високих частотах

в) на низьких частотах

40. Пуск асинхронних двигунів з перемиканням обмоток із трикутника на зірку ефективний у разі, якщо постійно підключене навантаження не перевищує ...

а) 20% P_H ;

б) 40% P_H ;

в) 60% P_H .

41. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок(вказати неправильну відповідь):

а) оптимізації зубцево-пазової зони магнітопроводів і конструкції обмоток;

б) зменшення моменту інерції ротора

в) застосування підшипників високої якості;

42. При збільшенні мас активних матеріалів, що закладаються у двигун:

а) зменшуються електромагнітні навантаження

б) зменшується надійність

в) зростає міжремонтний термін його експлуатації

43. У цей час спостерігається новий етап затребуваності АД, який викликаний наступними факторами:

а) поява нових ідей в області гібридного привода, що має на увазі розробку тягових асинхронних електродвигунів і генераторів для автомобілів, автобусів (екобусов);

б) розвиток безредукторного привода, що вимагає розробки спеціального підкласу низькочастотних керованих АД;

в) збільшення частки двигунів постійного струму у тяговому приводі

44. Величина втрат потужності від вихрових струмів на 1кг магнітопроводу пропорційна ...

а) квадрату частоти змінного струму і товщині листів сталі

б) квадрату величини індукції, розміру магнітопроводу, частоті струму

в) квадратам частоти змінного струму і максимальної магнітної індукції

45. Економічно доцільним є регулювання частоти обертання ротора асинхронних двигунів ...

а) регулювальним реостатом

б) зміною кількості пар полюсів (багатошвидкісні двигуни)

в) перетворювачами на основі потужних напівпровідникових приладів (тиристорними перетворювачами частоти)

46. Випадки, коли використання енергоефективного двигуна не є доцільним:

а) тривалий режим роботи

б) якщо двигун експлуатується нетривалий час (менш 1-2 тис.год. на рік)

в) якщо двигун працює з неповним навантаженням

47. Критеріями отримання оптимального рішення при моделюванні електричної машини в динамічному режимі служать:

- а) максимум миттєвого значення електромагнітного моменту;
- б) максимум миттєвого значення коефіцієнта потужності;
- в) струм холостого ходу електричної машини

48. У ході ремонту асинхронних двигунів (для підвищення їх енергоефективності) можуть бути використані наступні заходи:

- а) підвищення коефіцієнта заповнення паза міддю.
- б) технічні розв'язки, що перешкоджають протіканню поперечних струмів через підшипники, щити, корпус двигуна й вал;
- в) зміна геометричних розмірів кріплення при монтажі

49. Резонанс напруги в електроенергетичних установках може призвести до:

- а) підвищення потужності джерела електроенергії;
- б) пошкодження ізоляції в силових електричних колах;
- в) зменшення втрат напруги в лінії.

50. Між змінними втратами двигунів і збільшенням сили струму існує ...

- а) пряма залежність
- б) квадратична залежність
- в) кубічна залежність

51. Випадки, коли використання енергоефективного двигуна не є доцільним:

- а) якщо двигун працює з неповним навантаженням
- б) якщо двигун експлуатується в режимах з частими пусками,
- в) динамічними показниками не є критичними

52. Критеріями отримання оптимального рішення при моделюванні електричної машини в динамічному режимі служать:

- а) середні за один період живлячої напруги значення повної, активної і корисної потужностей;
- б) співвідношення активних потужностей;
- в) номінальна частота обертання

53. У ході ремонту асинхронних двигунів (для підвищення їх енергоефективності) можуть бути використані наступні заходи:

- а) застосування сучасних підшипників і змащень для них;
- б) використання провідникових матеріалів з мідних «сплавів» з високим температурним коефіцієнтом опору;
- в) установка магнітних клинів;

54. Виберіть правильну відповідь із запропонованих. Повна компенсація реактивної потужності в силових електричних колах:

- а) бажана, оскільки при цьому величина коефіцієнта потужності досягає одиниці ($\cos\varphi$ може дорівнюватися одиниці);
- б) практично неможлива;
- в) економічно недоцільна.

55. Коефіцієнт корисної дії двигунів максимальний, коли змінні втрати

...

- а) більші за постійні
- б) менші за постійні
- в) рівні постійним

Зразок екзаменаційного білета

Національний університет біоресурсів і природокористування України			
Ступінь вищої освіти - магістр Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій	Екзаменаційний білет № 20 з дисципліни Управління енергоефективністю електромеханічних перетворювачів енергії	Затверджую Зав. кафедри <hr/> (підпис)

Екзаменаційні питання

(максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)

1. Методи пошуку оптимального рішення, виконати їх порівняльний аналіз
2. Структурні схеми моделі АД в Simulink. Поясніть принцип побудови таких схем по диференціальних рівняннях.

Тестові завдання різних типів

(максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)

1. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок (вказати неправильну відповідь):

- а) оптимізації зубцево-пазової зони магнітопроводів і конструкції обмоток;
- б) зменшення моменту інерції ротора
- в) застосування підшипників високої якості;

2. При збільшенні мас активних матеріалів, що закладаються у двигун:

- а) зменшуються електромагнітні навантаження
- б) зменшується надійність
- в) зростає міжремонтний термін його експлуатації

3. У цей час спостерігається новий етап затребуваності АД, який викликаний наступними факторами:

- а) поява нових ідей в області гібридного привода, що має на увазі розробку тягових асинхронних електродвигунів і генераторів для автомобілів, автобусів (екобусов);
- б) розвиток безредукторного привода, що вимагає розробки спеціального підкласу низькочастотних керованих АД;
- в) збільшення частки двигунів постійного струму у тяговому приводі

4. Величина втрат потужності від вихрових струмів на 1кг магнітопроводу пропорційна ...

- а) квадрату частоти змінного струму і товщині листів сталі
- б) квадрату величини індукції, розміру магнітопроводу, частоті струму

в) квадратам частоти змінного струму і максимальної магнітної індукції

5. Економічно доцільним є регулювання частоти обертання ротора асинхронних двигунів ...

а) регулювальним реостатом

б) зміною кількості пар полюсів (багатошвидкісні двигуни)

в) перетворювачами на основі потужних напівпровідникових приладів (тиристорними перетворювачами частоти)

8. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни мають застосовуватися методи пізнання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, а також методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Поточний контроль знань після вивчення змістових модулів дисципліни передбачено здійснювати шляхом написання студентами тестів, а формами підсумкового контролю є іспит.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль				Рейтинг з навчальної роботи $R_{нр}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$	Рейтинг штрафний $R_{штр}$	Підсумкова атестація (екзамени чи заліки)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4					
0-100	0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{нр}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)зм} + \dots + R^{(n)зм})}{n} + R_{др} - R_{штр}.$$

n

де $R^{(1)зм}, \dots, R^{(n)зм}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K^{(1)зм}, \dots, K^{(n)зм}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} = K^{(1)зм} + \dots + K^{(n)зм}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{др}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{штр}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K^{(1)зм} = \dots = K^{(n)зм}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)зм} + \dots + R^{(n)зм})}{n} + R_{др} - R_{штр}.$$

n

Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$ додається до $R_{нр}$ і не може перевищувати 20

балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедриза виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний R штр не перевищує 5 балів і віднімається від **R** нр. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1.Заблодський М.М. Асинхронні машини підвищеної енергоефективності. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. К.: НУБ і П, 2019.- 70с.

12. Рекомендована література

Базова

- 1.Асинхронні машини підвищеної енергоефективності: Навч. посіб. / М.М. Заблодський, А.В.Жильцов, Р.М.Чуєнко. – К.:ЦП «Компринт», 2016. – 522
- 2.Заблодський М.М. Системи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв. Частина 2.: Навч. Посіб./ М.М.Заблодський, В.Є.Плюгін, Бур К.-Алчевськ: ДонДТУ,2014.-279с.

Допоміжна

1. Лущик В.Д. Перспективні напрямки удосконалення електричних машин: Монографія – К.: ПрАТ «Миронівська друкарня», 2015.-264с.
2. Заблодський М.М. Асинхронні двигуни з перфорованим ротором для систем автономного теплопостачання: Монографія/ М.М. Заблодський, В.Ю. Грицюк.- К.: ЦП «Компринт» , 2015.-224с.
3. Мішин В.І. Компенсовані асинхронні двигуни: Монографія/ В.І. Мішин, Р.М. Чуєнко.- Ніжин: Видавець Лисенко М.М., 2013.-228с.
4. Заблодский Н.Н. Полифункциональные электромеханические преобразователи технологического назначения: Монография.- Алчевск: ДонГТУ, 2008.- 295с.
5. Титко А.И. Научные основы, методы и средства диагностики асинхронных двигателей: Монография/ А.И. Титко, Ю.Н. Васьковский.- К.: Наш формат-2015.-300с.

Інформаційні ресурси

1. Студенти мають можливість отримати консультацію викладача в режимі Online.
2. У розпорядженні студента є лекційний курс у електронному вигляді, вільний доступ до мережі Internet.
3. Сторінка курсу в eLearn <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1610>