

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення курсу

"СПОЖИВАЧІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ"

(для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання

за напрямом підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»

та слухачів другої вищої освіти

зі спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»)

**Харків
ХНУМГ
2014**

Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу "Споживачі електричної енергії" (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології», а також слухачів другої вищої освіти зі спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, уклад.: О. В. Саприка, Ю. П. Кравченко, М. Л. Лисиченко. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 26 с.

Укладачі: О. В. Саприка,
Ю. П. Кравченко,
М. Л. Лисиченко

Рецензент: к.т.н., доц. П.П. Рожков

Рекомендовано кафедрою електропостачання міст,
протокол № 3 від 19.11.2013 р.

ВСТУП

У дисципліні "Споживачі електроенергії" вивчаються улаштування, принцип дії найбільш розповсюджених приймачів електричної енергії, промислових підприємств та досліджуються їх характеристики. Базовими дисциплінами для курсу є всі загальноосвітні дисципліни, а також електричні системи і мережі, теоретичні основи електротехніки, електричні машини. У результаті вивчення курсу студенти повинні засвоїти призначення і принцип дії споживачів електроенергії, розрахунок окремих ділянок електричних мереж з урахуванням специфіки обладнання, що необхідно для виконання технологічного процесу, а також опанування заходів зниження впливу роботи приймачів електроенергії на якісні параметри електричної системи.

У ході вивчення окремих тем і розділів курсу головна уважність повинна бути приділена виявленню об'єктивних закономірностей, що лежать в основі досліджуваних пристроїв і процесів, і зв'язків досліджуваного предмета з іншими дисциплінами. Необхідно також чітко представляти основні цілі і перспективи розвитку систем електропостачання взагалі і приймачів зокрема. Крім того, матеріал курсу повинний погоджуватися з новітніми досягненнями вітчизняної і закордонної науки і техніки і з практикою інженера – електрика.

Перед вивченням чергової теми курсу варто уважно ознайомитися з програмою і методичними вказівками по даній темі. При цьому необхідно мати на увазі, що рекомендована література мало пристосована до заочної форми вивчення курсу і внаслідок цього вимагає ретельного ознайомлення з даними методичними вказівками.

Ці методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.090603 „Електротехнічні системи електроспоживання" і мають своєю метою надання допомоги студентам заочної форми навчання при вивченні курсу і виконанні контрольної роботи.

2 РОБОЧА ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕМ КУРСУ

2.1 Вступ. Вплив соціально-економічної структури на споживання електричної енергії. Споживачі електроенергії – підсистема електроенергетичної системи електроспоживання. Навчальні джерела.

Джерела [2,9].

2.2 Основні споживачі електричної енергії. Якість електричної енергії

Класифікація основних споживачів електричної енергії. Загальна характеристика приймачів електричної енергії. Напругі, які використовуються в споживачах електричної енергії. Режим роботи нейтралі.

Електричні навантаження і способи їх визначення. Графіки електричних навантажень. Коефіцієнти, що характеризують графіки навантаження. Визначення розрахункових навантажень.

Якість електричної енергії. Основні вимоги до якості електроенергії. Визначення показників якості електричної енергії. Відхилення та коливання напруги.

Відхилення частоти. Несинусоїдальність напруги. Несиметрія напруги. Вплив показників якості електричної енергії на роботу приймачів.

Коефіцієнт потужності і способи його поліпшення. Вплив коефіцієнта потужності на роботу споживачів. Компенсація реактивної потужності. Способи підвищення коефіцієнта потужності. Заходи щодо поліпшення споживання реактивної потужності приймачами.

Джерела [2,9,10,11].

Вивчення матеріалу варто починати з розгляду загальних характеристик приймачів електричної енергії і стосовних до них визначень, зупинитися на класифікації споживачів електричної енергії. На конкретних приладах студенти повинні усвідомити основні фізичні процеси які відбуваються в приймачах. Основну увагу при цьому варто приділяти тим процесам які можуть бути покладені в основу вибору стандартних робочих напруг і режимів роботи нейтралі. Особливу увагу варто приділити розгляду режимів роботи нейтралі покладених в основу конструктивних і схемних рішень приймачів і систем електропостачання.

У процесі вивчення матеріалу необхідно детально розглянути питання, пов'язані з визначенням електричних навантажень, звертаючи при цьому увагу на методи визначення розрахункових навантажень.

Вивчаючи показники якості електричної енергії необхідно засвоїти, що якість електричної енергії оцінюється як за технічним так і за економічним ефектом, звернувши увагу, що якість напруги в електричних мережах головним чином залежить від коливань навантаження. Зміна навантаження має випадковий, імовірний характер, тому інтегральні критерії якості є імовірними характеристиками.

Вивчаючи питання компенсації реактивної потужності, на початку необхідно засвоїти, визначення коефіцієнта потужності. Далі варто розглянути вплив коефіцієнта потужності на роботу приймачів, звернувши особливу увагу на способи підвищення коефіцієнта потужності і заходи щодо поліпшення споживання реактивної енергії. На прикладі трансформаторів і асинхронних двигунів розглянути режими роботи асинхронного навантаження. Варто уяснити методіку визначання витрат потужності і енергії в приймачах і проаналізувати заходи щодо поліпшення витрат, звернути увагу на питання зменшення споживання реактивної потужності приймачами, підвищення природного коефіцієнта потужності. Враховуючи викладене, саме тому основною метою заходів щодо компенсації реактивної потужності є підтримка нормального рівня напруги.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення приймача і споживача електричної енергії.
2. Як класифікуються приймачі електричної енергії по роду струму, напрузі, призначенню, конструктивному виконанню, схемі з'єднання?
3. Дайте визначення номінальної напруги генератора, мережі, приймачів.
4. Як проводиться вибір стандартних напруг і областей використання?
5. Які режими роботи нейтралей можливі в приймачах.
6. Які переваги глухо заземлення нейтралі в мережах напругою до 1000 В і ізолюваної нейтралі в мережах 6-10 кВ?

7. Поясніть основні особливості мереж з компенсованою нейтрале і способи компенсації ємнісних струмів в режимі однофазного замикання.
8. Чому в даний якість електроенергії оцінюється диференціально окремо по частоті і напрузі?
9. Поясніть причину переходу до інтегральних критеріїв якості?
10. Поясніть поняття якість електричної енергії.
11. Які основні вимоги до якості електричної енергії?
12. Якими показниками характеризується якість електричної енергії?
13. Як можна класифікувати показники якості електричної енергії?
14. Які відомі вимоги до показників якості електричної енергії?
15. Дати визначення відхилення напруги, його впливу на роботу приймачів.
16. Дайте визначення коливання напруги, його впливу на роботу приймачів.
17. Дайте визначення несинусоїдальності напруги, її впливу на роботу приймачів.
18. Поясніть призначення і класифікацію графіків електричних навантажень.
19. Дайте характеристику основних методів визначення розрахункових навантажень.
20. Поясніть визначення розрахункових навантажень за методом коефіцієнта використання.
21. Поясніть визначення розрахункових навантажень за методом коефіцієнта попиту.
22. Дати характеристику основних коефіцієнтів для розрахунків електричних навантажень.
23. Перерахуйте споживачів реактивної потужності і охарактеризуйте їх.
24. Дайте визначення коефіцієнта потужності і реактивної потужності.
25. Поясніть вплив коефіцієнта потужності на роботу електроустановок.
26. Які використовуються заходи підвищення природного коефіцієнта потужності?
27. Що впливає на величину коефіцієнта потужності? Дайте коротку характеристику основних приймачів реактивної електричної енергії.
28. Поясніть заходи щодо поліпшення споживання реактивної потужності приймачів.
29. Що таке централізована групова і індивідуальна компенсація реактивної енергії? Область використання, переваги і недоліки.
30. Як і чому необхідно визначити втрати електричної енергії в асинхронних двигунах?
31. Поясніть визначення найліпшого коефіцієнта навантаження трансформаторів.
32. Як вибрати тип компенсуючого пристрою?

2.3 Приймачі електроенергії міст та населених пунктів

Загальна характеристика приймачів електричної енергії міст та населених пунктів. Режим роботи.

Електричні навантаження. Графіки навантаження. Розрахункові електричні навантаження житлових будинків у містах. Розрахункові електричні навантаження міських громадських споруд.

Розрахункові електричні навантаження комунально – побутових, виробничих, громадських та комунальних підприємств.

Розподілення електроенергії в житлових будинках і громадських спорудах. Принципи побудови схем електричних мереж будинків. Зовнішні розподільні мережі. Розподільні мережі житлових будинків і громадських споруд. Квартирна мережа.

Комунальні побутові приймачі. Приймачі квартир. Загально – будинкові споживачі. Приймачі громадських і культурно – побутових закладів.

Джерела [2,5,9,12].

З огляду на різноманіття споживачів електричної енергії в системах електропостачання міст, вивчення матеріалу варто починати з з'ясування структури споживачів за характером електропостачання і призначенням. Далі необхідно розглянути технічні характеристики споживачів селитебних зон і комунальних загальноміських споживачів. При цьому особливу увагу варто приділити аналізу режимів роботи цих споживачів.

Розглядаючи питання розрахунку електричних навантажень житлових будинків і громадських споруд, чітко усвідомити, що розрахунок електричних навантажень виконується від нижчих до вищих ступінів систем електропостачання в два етапи:

- визначення навантаження на введені до кожного споживача;
- розрахунок на цій основі навантажень окремих елементів мережі (живильні лінії, введення в будинки, шини нижчої напруги трансформаторних підстанцій).

При цьому звернути увагу на те, що визначення розрахункових навантажень житлових будинків ґрунтується на використанні в якості одного споживача родини або квартири.

Під час вивчення питання "Розподілення електричної енергії в житлових будинках і громадських спорудах" варто користуватись відповідними розділами книг (9) і (12). Це питання необхідно розглянути послідовно, спочатку розподільні мережі від трансформаторних підстанцій до вводу в будинки, а потім розподільні мережі всередині будинків.

Під час вивчення питання внутрішніх розподільних мереж в будинках необхідно засвоїти:

- схеми введів у житлові будинки;
- схеми стояків і квартирних мереж;
- конструктивне виконання внутрішніх електромереж у будинках;
- розрахунок електричних мереж житлових будинків.

В (2) викладені основні технічні характеристики комунально – побутових електроприймачів квартир. Під час вивчення необхідно звернути увагу на характерні особливості режимів роботи електричного освітлення, електронагрівальних приладів, побутових приладів.

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику приймачів електричної енергії міст.
2. Як класифікуються приймачі селитебних зон.
3. Характерні режими роботи приймачів встановлених ГОСТ 13109-97.
4. Як визначається розрахункова потужність приймачів довгочасного і повторно – короткочасного режимів?

5. Поясніть смисл відносної тривалості вмикання в повторно – короткочасного режимі?
6. Як визначається електричне навантаження від квартир на введенням у будинки при наявності в будинку комунального підприємства, ліфтових установок?
7. Як визначається електричне навантаження громадських споруд.
8. Дати характеристику зовнішніх розподільних електричних мереж житлових будинків і громадських споруд.
9. Дати характеристику внутрішніх розподільних електричних мереж будинків.
10. Які схеми введів використовуються для живлення житлових будинків?
11. Накреслить схеми стояків житлових будинків висотою до 16 поверхів.
12. Дати характеристику квартирних мереж.
13. Чому у квартири не заводиться лінійна напруга 380 В?
14. Поясніть конструктивні виконання внутрішніх електромереж будинків.
15. Дати характеристику приймачів першої категорії громадських споруд.
16. Дати характеристику електроприймачів квартир та загально будинкових приймачів.
17. Поясніть особливості режимів роботи електричного освітлення, електронагрівальних приладів, побутових приладів житлових будинків і громадських споруд.

2.4 Споживачі електроенергії на електротранспорті

Основні характеристики електротранспорту. Характер навантажень і його вплив на систему електропостачання. Споживачі електротранспорту.

Пристрої електропостачання електрифікованого транспорту. Тягові підстанції змінного та постійного струму. Електротягові підстанції. Вибір потужності та кількості тягових підстанцій.

Контактна мережа. Пристрої електропостачання метрополітенів.
Джерела [3,4,6,13].

Матеріал теми містить загальні відомості про приймачі електроенергії на електротранспорті. Вивчення теми варто починати з докладного аналізу основних характеристик електротранспорту, особливостей навантажень, розмірів роботи і впливу їх на систему електропостачання.

Далі варто перейти до вивчення конструктивних особливостей пристроїв електропостачання електротранспорту. На конкретних приладах електротягових мереж метрополітену, залізниці, трамвая, тролейбуса проаналізуйте переваги і недоліки кожної з них, усвідомити конструктивні і схемні рішення контактних мереж.

На закінчення необхідно розглянути класифікацію і пристрій тягових підстанцій змінного і постійного струму.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягають особливості пристроїв електропостачання метрополітену, залізниці, трамваїв, тролейбусів?
2. Дати загальну характеристику не тягових споживачів метрополітену.
3. Дати характеристику розходжень електрифікованих залізниць змінного і постійного струму.

4. Які типи контактних підвісок застосовуються на електротранспорті?
5. Які конструктивні особливості тягових підстанцій змінного і постійного струму?
6. З рішенням яких задач пов'язане розміщення тягових підстанцій електричних мереж метрополітену.
7. У яких умовах варто віддавати перевагу системі електротяги на змінному і постійному струму?
8. Який вигляд має графік навантаження під час руху електропоїзда в метро?

2.5 Приймачі електричної енергії промислових підприємств

Споживачі електричної енергії промислових підприємств. Силові загальнопромислові установки.

Електричні навантаження промислових підприємств. Визначення розрахункових навантажень.

Відповідальні споживачі електричної енергії. Категорії приймачів за ступінем безперебійності електропостачання. Вимоги відповідальних приймачів до безперебійності електропостачання та якості електроенергії.

Агрегати безперебійного живлення. Статичні агрегати безперебійного живлення. Електромашинні агрегати безперебійного живлення.

Перетворювальні установки. Статичні перетворювачі частоти. Електромашинні перетворювачі частоти. Одномашинні перетворювачі частоти.

Електропривід робочих механізмів промислових підприємств. Асинхронний електропривід. Робота трифазного двигуна від мережі трифазного струму. Способи пуску. Вибір схеми вмикання.

Електрозварювальне обладнання. Джерела живлення змінного струму. Джерела живлення постійного струму. Перетворювачі та випрямлячі для зварювання.

Джерела [2,5,9,12].

Варто знати які вимоги пред'являються до системи електропостачання в залежності від категорії споживачів. Основну увагу варто звернути на правильне визначення навантаження і графіків їх зміни, так лелечиної навантажень і характером їх зміни визначають економічно найвигідніші параметри елементів системи електропостачання. Необхідно пам'ятати, що зміна електричних навантажень у час випадковим процесом і визначається імовірно – статистичними методами. Вибір методу розрахунку електричних навантажень (емпіричних, детермінованих) залежить від наявності вихідних даних і цілей розрахунку.

У теперішній час найбільш точним методом розрахунку, хоча і трудомістким, являється метод упорядкованих діаграм.

Під час вивчення даної теми необхідно засвоїти вплив напруги на роботу електроприймачів, вивчити причини відхилень і коливань напруги, несинусоїдальності форми кривої напруги, несиметрії напруги, а також методи боротьби з цими явищами.

Вивчення категорій приймачів щодо безперебійності та надійності живлення варто вивчити одночасно з вимогами до агрегатів безперебійного живлення.

Усвідомити, що при обраній системі електропостачання, забезпечення споживачів електроенергією з параметрами відмінними від параметрів первинного

джерела, здійснюють перетворювачі, які можна розділити на дві великі групи: статичні і електричні перетворювачі. Далі необхідно ознайомитися з призначенням, пристроєм і основними конструктивними особливостями агрегатів безперебійного живлення. Знати що в залежності від складу агрегатів безперебійного живлення і схеми з'єднання складових частин утворюються різні структури агрегатів безперебійного живлення, а використання тієї чи іншої структури визначається з вимог надійності, вартості і інших техніко – економічних показників. При вивченні статичних агрегатів безперебійного живлення необхідно звернути увагу на роботу різних схем перетворювачів, порівняти їх за основними показниками і з'ясувати можливості застосування. Простежити роботу агрегатів безперебійного живлення на різні види навантаження, тому що характер навантаження впливає на умови роботи і параметри агрегатів безперебійного живлення. Особливу увагу приділити конкретним схемам, вивченню фізичних процесів, що відбуваються в різних елементах схеми і в схемі в цілому.

При вивченні асинхронного електроприводу звернути увагу на режим роботи трифазного двигуна в схемі однофазного вмикання з конденсатором і порівняти трифазний і неповнофазний режими, а також уміти дати оцінку його робочих характеристик під час обриву фази.

В (13) викладені основні технічні характеристики пристроїв для зварювання та розрахунок трансформаторів і випрямлячів. Під час вивчення варто звернути увагу на характерні особливості режимів роботи зварювальних пристроїв та їх вплив на систему електропостачання.

Питання для самоперевірки

1. За якими ознаками класифікуються приймачі промислових підприємств?
2. Поясніть головні характерні показники споживачів електричної енергії?
3. Назвіть категорії електроприймачів по ступені надійності електропостачання.
4. Які вимоги пред'являють споживачі I і II категорії до системи електропостачання.
5. Які основні типи електроприймачів застосовують на промислових підприємствах? Їх характеристики.
6. Дати класифікацію агрегатів безперебійного живлення.
7. Пояснити призначення безперебійного живлення.
8. Із яких основних частин складається агрегат безперебійного живлення?
9. Як вибирається конкретна схема агрегату безперебійного живлення?
10. Які переваги і недоліки мають агрегати безперебійного живлення?
11. Із яких умов виконується вибір агрегатів безперебійного живлення?
12. Назвіть достоїнства і недоліки схем вмикання трифазного двигуна в однофазну мережу?
13. Як визначається робоча і пускова ємність конденсаторного двигуна?
14. Чому знижується ККР асинхронного двигуна в неповнофазному режимі?
15. Поясніть причини підвищення коефіцієнта потужності в неповнофазному режимі.
16. Чому знижується запас стійкості асинхронного двигуна при обриві фази?

17. Дати пояснення причин збільшення струму асинхронного двигуна в неповнофазному режимі.
18. Чому неповно фазний режим являється аварійним?
19. Чому не забезпечується самозапуск асинхронного двигуна в неповнофазному режимі?
20. Дати характеристику зварювальних трансформаторів, випрямлячів, генераторів постійного та змінного струму.
21. Які основні вимоги, що пред'являються до зварювальних установок і їх елементів?
22. Дати пояснення режимів роботи зварювальних пристроїв.
23. Які схеми зварювальних випрямлячів?

2.6 Електричні освітлювальні установки

Джерела світла. Загальні відомості щодо джерел світла. Електричні лампи накаливання. Розрядні лампи.

Освітлювальні прилади. Світильники. Загальні відомості. Характеристики світильників. Основні види світильників для виробничих приміщень. Світильники для побутового призначення. Світильники зовнішнього освітлення. Прожектори. Загальні відомості. Характеристики прожекторів. Типи прожекторів.

Освітлювальні установки. Загальні відомості щодо освітлювальних установок та вимог до них. Світлотехнічне рішення і розрахунок освітлення. Електрична частина освітлювальних установок. Склад і компоновка освітлювальної мережі. Розрахунок освітлювальної мережі.

Освітлення приміщень. Освітлення цехів промислових підприємств. Освітлення електричних станцій та підстанцій. Освітлення громадських споруд.

Зовнішнє освітлення. Загальні особливості. Зовнішнє освітлення світильниками. Прожекторне освітлення. Розрахунок прожекторного освітлення. Освітлення території муніципальних об'єктів. Освітлення будівельних майданчиків. Освітлення відкритих розподільчих пристроїв і підстанцій.

Джерела [7,9,14].

Вивчення теми варто починати з ознайомлення впливу видимого випромінювання на око людини і вимог до освітлення.

Далі варто визначити класифікацію світильників виходячи з конструктивного і цільового призначення, а також характеру світлорозподілу. При цьому необхідно вивчити схеми включення газорозрядних ламп низького тиску, пускові характеристики газорозрядних приладів і ламп накаливання, особливості газорозрядних приладів як навантаження електричної мережі.

Доцільно провести порівняльний аналіз видів і систем освітлення. Потім варто вивчити електричні мережі освітлювальних установок.

У процесі роботи з вивченням даної теми необхідно детально розглянути питання пов'язані з вибором освітленості та системи освітлення, вибором типу і розміщення світильників, методами розрахунку освітлювальних установок.

При вивченні методів розрахунку електричного освітлення основну увагу приділити сутності кожного метода, його достоїнствам і недолікам, усвідомити, що у

світлотехнічній частині вибирають джерела світла, освітленість, систему освітлення, тип світильників і їхнє розміщення, виконується розрахунок установленної потужності і перевірочний розрахунок освітлення; в електротехнічній частині установлюють величину напруги, схему живлення, розміщення щитків, вибирають проводку і спосіб прокладки, роблять розрахунок мережі.

Питання для самоперевірки

1. Дати характеристику основним видам та системам освітлення.
2. За якими признаками класифікуються світильники? Дайте характеристику освітлювальних приладів.
3. Перерахуйте вимоги до освітлення.
4. Назвіть достоїнства люмінесцентних ламп перед лампами накаливання.
5. Розкрийте зміст і дайте характеристику вибору освітленості та систем освітлення.
6. Поясніть умови вибору типу і розміщення світильників.
7. Розкрийте зміст і дайте характеристику світлотехнічних методів розрахунку освітлювальних установок.
8. Дайте характеристику світлотехнічній частині розрахунку освітлювальних установок.
9. Що визначається в електротехнічній частині розрахунку освітлювальних установок?
10. Поясніть призначення схеми стартерного вмикання люмінесцентних ламп.
11. Як впливає частота вмикань на строк служби освітлювальних приладів?
12. Чому не рекомендується груповий пуск ламп накаливання?
13. Чому час пуску газорозрядних ламп більше, ніж ламп накаливання?

Контрольні завдання

Номер варіанту контрольного завдання вибирають за табл. Б1 на перетині рядка, відповідного останній цифрі номера залікової книжки і стовпця, відповідного передостанній цифрі номера. За вибраним варіантом у табл. Б2 визначають номери питань і завдання, які входять у контрольну роботу. Числові дані для завдань приведені в таблицях, розміщених після умови кожного завдання.

Методичні вказівки рекомендації щодо виконання контрольних робіт

Контрольні роботи повинні відповідати наступним вимогам:

1. На обкладинці зошита контрольної роботи повинні бути вказані: прізвище, ім'я та по батькові студента, курс, група, спеціальність, шифр і домашня адреса.
2. Перед виконанням контрольних робіт необхідно ознайомитися з вимогами, викладеними в розділі "Загальні методичні вказівки рекомендації щодо виконання контрольних робіт".
3. Для зауважень рецензента на кожній сторінці необхідно залишити поля не менше 2 см.
4. Використовувати позначки, фізичні величини, умовні позначення і одиниці фізичних величин повинні відповідати ДСП, ЕСКД і СІ.

5. Рішення задач та відповіді на поставлені питання слід приводити у тій послідовності, що вказана в таблиці контрольних завдань. Відповідь на кожне питання повинна починатися з нової сторінки.
6. Графічні побудови проводять на міліметровці з обов'язковим дотриманням масштабів.
7. Рішення задач слід супроводжувати лаконічним, та повним поясненням.
8. Забороняється використовувати скорочення при відповідях на питання різного роду
9. У випадках, коли в умові завдання не вказані конкретні величини параметрів, їх значення слід шукати у рекомендованій літературі.
10. При описанні конструкції конкретного кабелю, дроту або арматури, необхідно привести числові значення параметрів що їх характеризують, вказати області використання даних елементів, а також умови їх експлуатації.
11. У кінці контрольного завдання слід привести оформлений відповідним чином список використаної літератури.
12. Якщо під час виконання контрольної роботи виникне питання – необхідно звертатися на кафедру для консультації.

Контрольні запитання

1. Визначити за якими параметрами систематизують споживачі.
2. Визначити за якими параметрами систематизують приймачі.
3. Обґрунтувати не доцільність концентрації компенсаторів реактивної потужності.
4. Перерахувати режими роботи приймачів.
5. Обґрунтувати причини виникнення реактивної енергії.
6. Навести основні характеристики трансформаторів.
7. Наведіть метод розрахунку параметрів схеми заміщення трансформатора.
8. Проаналізувати схеми та групи з'єднань трансформатора.
9. Обґрунтувати переваги конденсаторних батарей для компенсації реактивної потужності та навести приклад розрахунку її величини.
10. Визначити причини зниження коефіцієнта потужності споживача.
11. Визначити методи підвищення коефіцієнту потужності.
12. Визначити необхідні параметрами для включення трансформаторів на рівнобіжну роботу.
13. Перерахувати електротехнологічні процеси.
14. Наведіть метод фазування трансформаторів з заземленою нейтралю.
15. Наведіть метод фазування трансформаторів з ізольованою нейтралю.
16. Проаналізувати дослідження та режими короткого замикання та холостого ходу трансформатора.
17. Навести методи зниження пускового струму двигуна.
18. Наведіть методи перевірки схем з'єднання двигуна.
19. Визначити ступені захисту світових приладів від впливу навколишнього середовища.
20. Визначити ступені захисту приймачів від впливу навколишнього середовища.
21. Визначити класи захисту приймачів від ураження електричним струмом.

22. Дати оцінку роботи двигуна постійного струму при живленні від тиристорного перетворювача.
23. Поясніть поняття якості електричної енергії.
24. Визначити світлотехнічні характеристики світильників.
25. Визначити електрифіковане устаткування.
26. Які основні вимоги до якості електричної енергії?
27. Визначити напруги, які використовуються для живлення електротранспорту.
28. Проаналізувати заміну недовантаженого двигуна на двигун меншої потужності.
29. Визначити тягові підстанції.
30. Проаналізувати устаткування для перетворення електроенергії в теплову.
31. Проаналізувати термін служби джерел світла.
32. Дати оцінку електрозварювальному устаткуванню.
33. Проаналізувати електротехнологію гальванотехніка.
34. Дати оцінку пускорегулюючому апарату.
35. Визначити основні параметри трансформатора.
36. Проаналізувати роботу розрядних ламп з різними баластами.
37. Визначити категорії освітлювальних установок щодо забезпечення надійності та безперебійності живлення .
38. Дати оцінку компенсаторам реактивної потужності при їх концентрації.
39. Проаналізувати розрядні джерела світла, які застосовуються для освітлення.
40. Дати оцінку досліду та режиму короткого замикання.
41. Визначити схему заміщення трансформатора.
42. Дати оцінку лампам, що застосовуються для зовнішнього освітлення.
43. Навести метод розрахунку додаткового опору для зниження пускового струму.
44. Проаналізувати можливість рівнобіжного включення трансформаторів.
45. Проаналізувати, що таке група з'єднання а що таке схема з'єднання трансформатора..
46. Якими показниками характеризується якість електричної енергії?
47. Як можна класифікувати показники якості електричної енергії?
48. Визначити параметри, що враховуються при розрахунку навантаження освітлювальної мережі.
49. Дати визначення відхилення напруги, його впливу на роботу приймачів.
50. Дайте визначення коливання напруги, його впливу на роботу приймачів.
51. Визначити електротехнологічні процеси, які використовують електричну енергію.
52. Проаналізувати роботу конденсаторної батареї, як компенсатора реактивної потужності та навести приклад її розрахунку.
53. Визначити види освітлювальних установок.
54. Обґрунтувати параметри за якими дозволяється рівнобіжна робота трансформаторів.
55. Визначити причини зниження коефіцієнта потужності.
56. Дайте визначення несинусоїдальності напруги, її впливу на роботу приймачів.
57. Обґрунтувати необхідність компенсації реактивної потужності.
58. Дати оцінку лампам, що застосовуються для освітлення.
59. Визначити види освітлювальних установок.

60. Як класифікуються приймачі селитебних зон.
61. Проаналізувати джерела світла, що застосовуються для освітлення.
62. Дати оцінку дуговим ртутним лампам, що застосовуються для освітлення.
63. Навести схеми включення розрядних ламп.
64. Перерахувати основні світлотехнічні величини.
65. Обґрунтувати наявність баластного опору в схемах включення розрядних джерел світла.
66. Дати оцінку дуговим натрієвим лампам, що застосовуються для освітлення.
67. Дати оцінку світлодіодним джерелам світла.
68. Як визначається електричне навантаження громадських споруд.
69. Дати характеристику зовнішніх розподільних електричних мереж житлових будинків і громадських споруд.
70. Дати характеристику внутрішніх розподільних електричних мереж будинків.
71. Які схеми введів використовуються для живлення житлових будинків?
72. Накреслити схеми стояків житлових будинків висотою до 16 поверхів.
73. Дати характеристику квартирних мереж.
74. Назвіть категорії електроприймачів по ступіні надійності електропостачання.
75. Які вимоги пред'являють споживачі I і II категорії до системи електропостачання.
76. Які основні типи електроприймачів застосовують на промислових підприємствах? Їх характеристики.
77. Дати класифікацію агрегатів безперебійного живлення.
78. Пояснити призначення безперебійного живлення.
79. Із яких основних частин складається агрегат безперебійного живлення?
80. Як вибирається конкретна схема агрегату безперебійного живлення?
81. Які переваги і недоліки мають агрегати безперебійного живлення?

1. Для трансформатора зірка-зірка з нулем потужністю S_H , напругою первинної обмотки U_{1H} , а вторинної $U_{20(XX)}$, напруги короткого замикання U_k %, потужність К.З. $P_{кз}$, потужність Х.Х. P_{XX} , струм Х.Х. I_{0XX} , коефіцієнт потужності $\cos \varphi_2$, коефіцієнт завантаження β .

Необхідно розрахувати активні й реактивні опори, спадання напруги у вторинній обмотці і побудувати схему заміщення.

Розрахунок починаємо з визначення номінального струму первинної обмотки:

$$I_{1H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{1H}}$$

Струм Х.Х. дорівнює

$$I_0 = I_0 \cdot I_{1H}$$

Коефіцієнт потужності на Х.Х. дорівнює

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{1H} \cdot I_0}$$

Повний опір обмоток трансформатора

$$z_K = \frac{U_{K\Phi}}{I_{K\Phi}}$$

Активний опір

$$r_K = \frac{P_K}{3I_K^2}.$$

Реактивний опір

$$x_K = \sqrt{z_K^2 - r_K^2}.$$

Опори первинної обмотки відповідно

$$r_1 = r_2' = r_K / 2,$$

$$x_{\sigma 1} = x_{\sigma 2}' = x_K / 2.$$

Опори вторинної обмотки

$$r_2 = r_2' / K^2,$$

$$x_{\sigma 2} = x_{\sigma 2}' / K^2.$$

Опір ланцюга, що намагнічує,

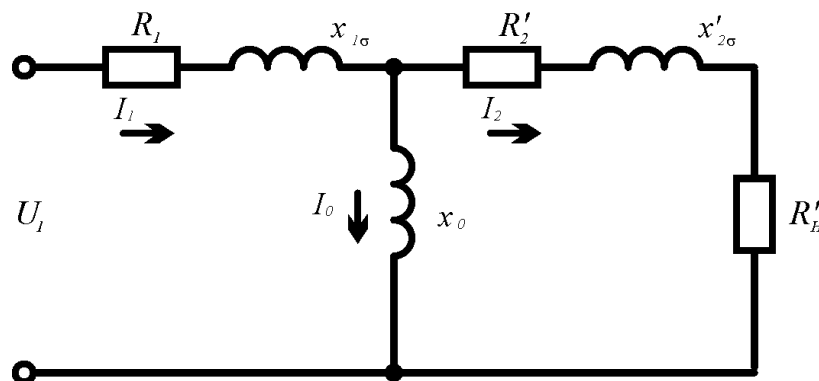
$$z_0 = \frac{U_{H\Phi}}{I_{0\Phi}},$$

$$r_0 = \frac{P_0}{3I_0^2},$$

$$x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}.$$

Спад напруги у вторинній обмотці

$$\Delta U = I_{2H} Z_2.$$



2. Для двигуна потужністю P , напруга живлення U , ККД якого η , коефіцієнт потужності $\cos \varphi$ необхідно розрахувати опір струмообмежуючого реактора при споживанні його від трансформатора. Щоб струм при пуску не впливав на роботу трансформатора, який має коефіцієнт навантаження β .

У довідниках вказується потужність двигуна, яку можна одержати на валу ротора двигуна, або корисна потужність. Активна потужність двигуна при номінальному навантаженні, споживана з мережі, буде більша за величиною і визначається як

$$P_H = \frac{P}{\eta}, \text{кВт}.$$

Реактивна потужність двигуна

$$Q_H = P_H \operatorname{tg} \varphi, \text{кВАр}.$$

Повна потужність двигуна

$$S_H = \frac{P}{\eta \cdot \cos \varphi}, \text{кВА}; S_H = \sqrt{P_H^2 + Q_H^2}, \text{кВА}.$$

Повний струм, споживаний двигуном з мережі, $I = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_{\Pi}}, A.$

Активна складового струму $I_a = I \cos \varphi, A.$

Реактивна складового струму: $I_p = I_a \operatorname{tg} \varphi, A.$

Пусковий струм двигуна в 5-7 разів перевищує значення номінального струму $I_{\Pi} = 5I, A.$

Опір двигуна в пусковому режимі $Z_1^D = \frac{U_{\Phi}}{I_{\Pi}}, Ом.$

Номінальний струм вторинної обмотки: $I_{2H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_{2H}}.$

Повний опір обмоток трансформатора $z_K = \frac{U_{2K\Phi}}{I_{2K\Phi}}.$

Повний опір вторинної обмотки $Z_2 = \frac{Z_K}{2}.$

Опір струмообмежуючого реактора $Z_p = \frac{(U_{2H} - I_{2H}Z_2 - I_{2H}Z_1^D)}{I_{2H}}, Ом,$

де Z_2 - опір вторинної обмотки трансформатора,

I_{2H} - номінальний струм вторинної обмотки трансформатора.

При розрахунку опору струмообмежуючого реактора використано номінальний струм вторинної обмотки трансформатора I_{2H} , але трансформатор при нормальній роботі має інший струм залежно від коефіцієнта навантаження β .

3. Для дугової електропечі призначеної для плавлення за t годин масою m тон сталі розрахувати опір струмообмежуючого реактора, за умовою, щоб спад напруги в вторинній обмотці не впливав на роботу мережного трансформатора при коефіцієнті навантаження β . ККД печі 0,7.

Вихідні дані для розрахунку: призначення печі, матеріал, що нагрівається, його теплоємність $C [\frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}]$ і маса m у кг, початкова і кінцева температури нагрівання t_1 і t_2 , необхідний час нагрівання T в секундах, напруга мережі живлення.

Розрахунок починаємо з визначення необхідної кількості тепла та потужності печі:

$$\Theta = Cm(t_1 - t_2), \text{ кДж}; \quad P_n = \frac{\Theta}{\eta T}, \text{ кВт}.$$

Вибираємо пічний трансформатор і розраховуємо струм в момент запалювання дуги коли вторинна обмотка пічного трансформатора замкнута.

Розрахунок починаємо з визначення номінального струму первинної обмотки мережного трансформатора:

$$I_{1HM} = \frac{S_{HM}}{\sqrt{3} \cdot U_{1HM}}.$$

Повний опір обмоток трансформатора

$$z_{KM} = \frac{U_{1K\Phi M}}{I_{1K\Phi M}}.$$

Розраховуємо повний опір пічного трансформатора та приводимо його до первинної обмотки мережного трансформатора. $z_{КП}^1 = z_{КП} K_{1T}^2$.

Струм в первинній обмотці в момент запалювання дуги та струм вторинній обмотці

$$I_{1TK} = \frac{U_{1M}}{(Z_{KM} + Z_{КП}^1)}; I_{2TK} = I_{1TK} K_{1T}.$$

Якщо струм вторинній обмотці, з урахуванням коефіцієнта завантаження, менше струму в момент запалювання, то необхідно встановити струмообмежуючий реактор і розрахувати його опір.

4. Для електропечі опору призначеної для розплавлення за t годину масою m кг металу M у чавунному тиглі масою $m_{тиг}$ кг необхідно розрахувати параметри нагрівача та економію ел. енергії за одну плавку при її ціні 20 коп. за кВт*год., якщо при випробуванні печі плавка буде менше на t_r хв. від заданого часу. ККД печі 0,6.

Розрахунок нагрівача полягає у визначенні його довжини, площі поперечного перерізу, форми і схеми розташування в робочому просторі печі. Вихідні дані для розрахунку: призначення печі, матеріал, що нагрівається, його теплоємність C [$\frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$] і маса m у кг, початкова і кінцева температури нагрівання t_1 і t_2 , необхідний час нагрівання T в секундах, напруга мережі живлення. Попередньо приймають ККД печі $\eta = 0,6$. Тоді розрахунок проводиться в такій послідовності. Визначають необхідну кількість теплоти Θ для нагрівання й електричну потужність P_n печі:

$$\Theta = Cm(t_1 - t_2), \text{ кДж}; P_n = \frac{\Theta}{\eta T}, \text{ кВт}.$$

Потужність випромінювання з одиниці випромінюючої поверхні ідеального нагрівача називають питомою поверхневою потужністю:

$$W_i = \frac{P}{F}, \frac{Вт}{см^2}.$$

Питома поверхнева потужність визначає максимальну кількість теплоти, випромінюваної з одиниці площі поверхні нагрівача залежно від різниці температур нагрівача, яка не менше ніж на 100 °С більша за температуру тіла, і тіла і представлена у формі ряду кривих (рис. 1).

Для нагрівачів інших конструкцій, що відрізняються від ідеального, питома поверхнева потужність зменшується на величину коефіцієнта ефективності випромінювання α , який визначається з таблиці, тобто $W_H = \alpha W_i$.

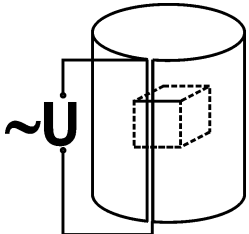
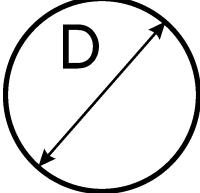
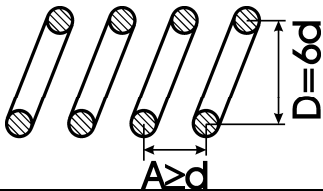
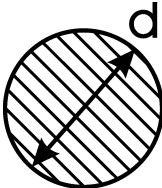
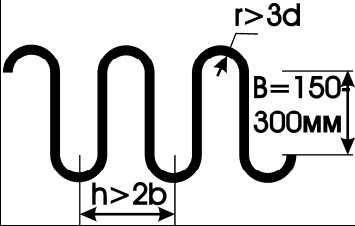
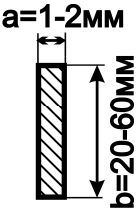
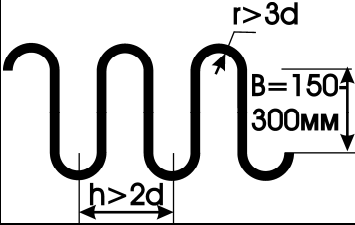
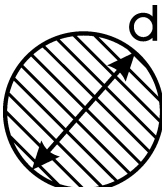
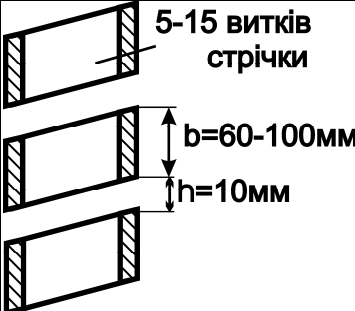

Необхідна площа поверхні випромінювання нагрівача $F = P_n / W_H$, [$см^2$] і його довжина для круглого профілю $l = F / \pi d$, для прямокутного $l = F / 2(a + b)$.

Електричний опір нагрівача і напругу його живлення визначають з урахуванням питомого опору матеріалу нагрівача за

$$R = \frac{\rho l}{S}; U = \sqrt{P_n R}$$

Економію електроенергії за одну плавку визначають як $W_2 = P_n t$.

Таблиця

Конструкція нагрівача	Форма нагрівача	Поперечний періз матеріалу	Коефіцієнт ефективності випромінювання нагрівача
Ідеальний у формі циліндра			1
Спіраль			0,3
Стрічковий зигзаг			0,4
Дротовий зигзаг двотрубчастий заповнений піском			0,6
Лінійний індуктор			0,9

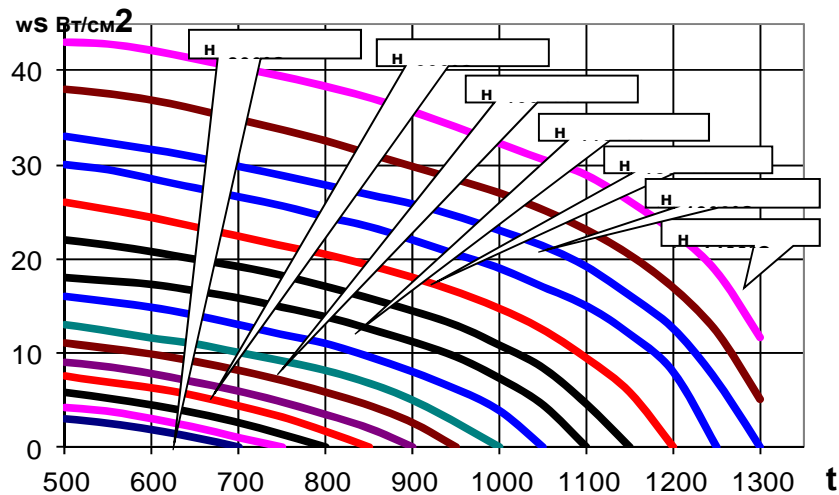


Рис.1 - Графіки питомої поверхневої потужності випромінювання ідеального абсолютно чорного нагрівача

5. Для двигуна потужністю P кВт, напруга живлення U , ККД якого η , коефіцієнт потужності $\cos\phi$ необхідно розрахувати:

- активну, реактивну та повну потужності при номінальному навантаженні на валу;
- активний, реактивний і повний струм.

Економію електроенергії при повній компенсації реактивної потужності, якщо час роботи t годин, а довгість кабелю живлення L метрів.

$$P_H = \frac{P}{\eta}, \text{кВт}.$$

Реактивна потужність двигуна $Q_H = P_H \operatorname{tg}\phi, \text{кВАр}.$

Повна потужність двигуна $S_H = \frac{P}{\eta \cdot \cos\phi}, \text{кВА}; S_H = \sqrt{P_H^2 + Q_H^2}, \text{кВА}.$

Повний струм, споживаний двигуном з мережі, $I = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_{\text{л}}}, \text{А}.$

Активна складового струму $I_a = I \cos\phi, \text{А}.$

Реактивна складового струму: $I_p = I \operatorname{tg}\phi, \text{А}.$

Економія електроенергії при повній компенсації реактивної потужності розраховується в провідниках живлення, з урахуванням їх перетину та питомого опору, від різниці повного струму та його активної складової.

$$I_E = I - I_a.$$

$$W = I_E^2 \frac{\rho L}{S}.$$

6. Перевірити рентабельність заміни ел. двигуна потужністю P_1 кВт, що працює з навантаженням $P_{\text{нав}}$ кВт типу А92 на ел. двигун А82 потужністю P_2 кВт, якщо параметри двигунів складають: А92-4 коефіцієнт потужності $\cos\phi_1$, КПД η_1 , напруга живлення U_1 В, струм холостого ходу $I_{\text{хх1}}$ %, витрати потужності на холостому ході

ΔP_{xx1} кВт; А82-4 коефіцієнт потужності $\cos\varphi_2$, КПД η_2 , напруга живлення U_2 В, струм холостого ходу I_{xx2} %, витрати потужності на холостому ході ΔP_{xx2} кВт.

Сумарні втрати розраховувати за виразом

$$\Delta P_{\text{сум}} = [Q_X(1 - k_3^2) + k_3^2 Q_{\text{НОМ}}] \cdot k_{3.в.} + \Delta P_X + k_3^2 \Delta P_{a, \text{НОМ}},$$

При номінальному завантаженні і номінальній напрузі асинхронний двигун споживає реактивну потужність

$$Q_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\eta} \operatorname{tg}\varphi_{\text{НОМ}},$$

Реактивна потужність, споживана двигуном з мережі на холостому ході

$$Q_X \approx \sqrt{3} U_{\text{НОМ}} I_X.$$

Приріст втрат активної потужності в двигуні при 100% завантаженні

$$\Delta P_{a, \text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} \frac{1 - \eta}{\eta} \cdot \frac{1}{k_{\text{дв}} + 1}$$

Розрахунковий коефіцієнт, що залежить від конструкції двигуна дорівнює

$$k_{\text{дв}} = \frac{\Delta P_X \%}{(100 - \eta\%) - \Delta P_X \%}.$$

Як показали розрахунки, найменше значення $k_{3.в.}$ дорівнює приблизно 0,02 кВт/квар для двигунів, приєднаних безпосередньо до шин станції, а найбільше значення $k_{3.в.}$ дорівнює 0,15 для двигунів, що живляться від районних мереж.

7. Вибрати перетин кабелю живлення групового щита та груп, що містять N ламп ДРЛ потужністю P_1 Вт, розташованих на відстані L_1 м від щита, M лампи люмінесцентних потужністю P_2 Вт, розташованих на відстані L_2 м від щита і V ламп розжарювання потужністю P_3 Вт, розташованих на відстані L_3 м від щита.

У кожен фазу групової лінії повинно включатися не більше 20 штук ЛН, ДРЛ, МГЛ, НЛВД або 50 штук ЛЛ.

Встановлена потужність освітлювальної установки визначається як сума потужностей усіх ламп, що живляться відповідною ділянкою мережі. Для ліній з РЛ (крім ламп ДКСТ) до потужності джерел світла необхідно додавати втрати в ПРА, рівні: 20 % - для ЛЛ, 10 % - для РЛВТ потужністю до 400 Вт і 5 % - потужністю більше 400 Вт.

$$P_{\text{вс}} = P_{\text{л}} N k.$$

де k - коефіцієнт враховуючий втрати в ПРА.

Струм для кожної групи

$$I = \frac{P_1}{U_{\phi} \cos\varphi},$$

Перетин проводів живлення вибираємо по таблиці. Перевірка спаду напруги виконується з урахуванням перетину проводу, матеріалу та довжини. $\Delta U = IR$.

8. Для індукційної печі призначеної для розплавлення за t одну год. m кг метал M необхідно розрахувати активну, реактивну і повну потужності печі та перетворювача частоти на f кГц U В, якщо ємність компенсуючих конденсаторів C .

$$\Theta = Cm(t_1 - t_2), \text{ кДж}; \quad P_n = \frac{\Theta}{\eta T}, \text{ кВт}.$$

Реактивна потужність розраховується з урахуванням ємність компенсуючих конденсаторів

$$Q \approx U^2 \omega C.$$

Повна потужність

$$S_{II} = \sqrt{P_{II}^2 + Q_{II}^2}, \text{кВА}.$$

Перетин проводів живлення вибирають з урахуванням поверхневого ефекту струму при роботі приймачів на високих частотах.

9. Для двигуна постійного струму з номінальним ККД η при його живленні від тиристорного перетворювача необхідно:

- розрахувати активну, реактивну та повну потужності, якщо діючий струм якоря I_d А, його постійна складова I_0 А і діюча напруга U_d В;
- розрахувати потужність на валу.

Активна потужність

$$P = I_0 U_d.$$

Повна потужність

$$S = I_d U_d.$$

Реактивна потужність

$$Q = S - P.$$

Потужність на валу

$$P_M = P \eta \frac{P}{S}.$$

10. Для установки електричного зварювання необхідно розрахувати зварювальний трансформатор для вмикання у мережу з напругою U В і роботи з електродами d мм.

Для розрахунку трансформатора для дугового зварювання початковими даними є діаметр d у мм зварювального електрода і напруга живлення U_1 . Зварювальний струм визначають за емпіричною формулою $I_2 = 20d$ (А). Вторинна напруга холостого ходу приймається $U_{2x} = 60 - 70$ В, а при зварюванні $U_{2p} = 18 - 25$ В. Визначають потужність вторинної обмотки $P_2 = U_{2p} I_2$ (Вт) і трансформатори $P_T = P_2 / \eta_T$, де $\eta_T = 0,99$. Площу поперечного перерізу осердя трансформатора $S = \sqrt{P_T}$ (см²) визначають з величини магнітної індукції на рівні 1,3 Тл. Кількість витків на 1В напруги знаходять як $W = \frac{40}{S}$, кількість витків первинної і вторинної обмоток $W_1 = U_1 W$; $W_2 = U_{2x} W$. Струм первинної обмотки $I_1 = I_2 W_2 / W_1$. Площу поперечного перерізу проводу обмотки визначають за щільністю струму $\delta = 5 - 8$ А/мм² з урахуванням повторно-короткочасного режиму роботи.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 - Струмові навантаження на неізольовані шини прямокутного перерізу

Площа перерізу в мм ²	Струм в амперах		
	мідні	алюмінієві	стальні
250	870	670	365
500	1510	1170	535
800	2180	1690	750

Таблиця А.2 - Струмові навантаження на силові трижильні кабелі в алюмінієвій оболонці з паперовою ізоляцією напругою 0.4-10 кВ

Площа перерізу в мм ²	Струм в амперах			
	Мідні жили		Алюмінієві жили	
	земляна прокладка	повітряна прокладка	земляна прокладка	повітряна прокладка
1	2	3	4	5
16	120	80	90	60
25	160	105	125	80
35	190	125	145	95
50	235	155	180	120
70	285	200	220	155
95	340	245	260	190
120	390	285	300	220
150	435	330	335	255
185	490	375	380	290
240	570	430	440	330

Таблиця А.3 - Струмові навантаження на силові проводи в гумовій та пластмасовій ізоляції напругою 0.4 кВ

Площа перерізу у мм ²	Струм в амперах				Переносні гнучкі трижильні кабелі в гумовій оболонці
	Три одножильні проводи				
	прокладка у повітрі		прокладка у трубі		
	мідні	алюмінієві	мідні	алюмінієві	
2.5	30	24	25	19	28
1	2	3	4	5	6
4	41	32	35	28	36
6	50	39	46	32	45
10	80	60	60	47	60
16	100	75	80	60	80
25	140	105	100	80	105
35	170	130	125	95	130
50	215	165	170	130	160
70	270	210	210	165	200
95	330	255	255	200	-
120	385	295	290	220	.
150	440	340	330	255	-
185	510	390	-	-	-
240	605	405	-	-	-

Таблиця А.4 - Марки силових кабелів і проводів

Марка кабелю або проводу	Характеристика	Напруга використаня, кВ	Площа перерізу жили, мм ²
1	2	3	4
ААШВ	Силові кабелі з паперовою ізоляцією жил, алюмінієві жили в алюмінієвій оболонці із захисним покриттям у формі шлангу з полівінілхлориду	6-35	6-240
ААШп	Те саме шланг з поліетилену		
АВАШВ	Силові кабелі з пластмасовою ізоляцією жил, алюмінієві жили в алюмінієвій обмотці із захисним покриттям з полівінілхлоридного шланга	6-35	6-240
	Силові кабелі з гумовою ізоляцією жил		
АВРГ	Алюмінієві жили в полівінілхлориді оболонці без захисного покриття	0,66	4-300
	Силові проводи з гумовою ізоляцією		
АПРІ	3 алюмінієвою жилою в гумовій ізоляції, переплетений бавовняною прядивом	0,66	2,5 - 120
АПВ	3 алюмінієвою жилою з пластмасовою ізоляцією	0,66	2,5 - 120

Таблиця А.5 - Фізичні характеристики матеріалів

Назва матеріалу	Питома вага, г/см	Електричний опір, ом*мм ² /м	Теплоємність, кДж/кг°С	Температура плавлення, 1°С
Алюміній	2,7	0,029	0,91	660
Сталь	7,9	0,4	0,5	1500
Олово	7,3	0,12	0,23	232
Свинець	11,4	0,21	0,13	327
Бронза	8,5	0,18	0,36	1000
Латунь	8,6	0,065	0,38	900
Мідь	8,9	0,0175	0,35	1083
Чавун	7,8	0,5	0,54	1200
Графіт	2,3	8	0,7	3500
Вода	1,0	-	4,2	-

Таблиця А.6 - Характеристика матеріалів для нагрівачів електропечей опору

Матеріал	Питома Вага, г/см	Питомий Опір, ом*мм/м	Температура плавлення 1°С	Максимальна робоча температура 1°С
Ніхром Х20Н80	8,4	1,1	1400	1150
Фехраль Х13Ю4	7,2	1,26	1450	900
Сплав ЄИ-626	7,2	1,42	1525	1300
Карборунд	2,3	1500		1500

Таблиця А.7 - Технічні дані пічних трансформаторів для дугових електропечей

Тип трансформатора	ЕТМ- 400/10	ЕТМК- 1200/10	ЕТМК -1800/10
Потужні сть.кВа	400	1000	1500
Напруга U ₁ / U ₂ кВ	6,3/0,11	10/0,11	18
Напруга короткого замикання, U _к %	34	18	18

Таблиця А.8. - Електрохімічні еквіваленти речовин при їх електролізі

Речовини	Електрохімічний еквівалент г $z/A * год$
Срібло	4,025
Алюміній	0,335
Мідь	1,19
Хром	0,65
Нікель	ІД

Додаток Б

Таблиця Б.1

Остання цифра шифру	Передостання цифра шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
1	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
2	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
3	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
4	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
5	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
6	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
7	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
8	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
9	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Таблиця Б.2

Номер варіанта	Номер варіанта контрольного завдання				
1	2	3	4	5	6
1; 51	1	25	49	73	1-1
2; 52	2	26	50	74	2-1
3; 53	3	27	51	75	3-1
4; 54	4	28	52	76	4-1
5; 55	5	29	53	77	5-1
6; 56	6	30	54	78	6-1
7; 57	7	31	55	79	7-1
8; 58	8	32	56	80	8-1
9; 59	9	33	57	81	9-1
10; 60	10	34	58	82	1-2
11; 61	11	35	59	72	2-2
12; 62	12	36	60	74	3-2
13; 63	13	37	61	76	4-2
14; 64	14	38	62	78	5-2
15; 65	15	39	63	80	6-2
16; 66	16	40	64	82	7-2
17; 67	17	41	65	73	8-2
18; 68	18	42	66	75	9-2
19; 69	19	43	67	77	1-3

1	2	3	4	5	6
20; 70	20	44	68	79	2-3
21; 71	21	45	69	81	3-3
22; 72	22	46	70	80	4-3
23; 73	23	47	71	78	5-3
24; 74	24	48	72	76	6-3
25; 75	2	25	50	74	7-3
26; 76	4	27	52	81	8-3
27; 77	6	29	54	79	9-3
28; 78	8	31	56	77	1-4
29; 79	10	33	58	75	2-4
30; 80	12	35	60	73	3-4
31; 81	14	37	62	82	4-4
32; 82	16	39	64	81	5-4
33; 83	18	41	66	80	6-4
34; 84	20	43	68	79	7-4
35; 85	22	45	70	78	8-4
36; 86	24	47	72	77	9-4
37; 87	1	26	49	76	1-5
38; 88	3	28	51	75	2-5
39; 89	5	30	53	74	3-5
40; 90	7	32	55	73	4-5
41; 91	9	34	57	74	5-5
42; 92	11	36	59	76	6-5
43; 93	13	38	61	78	7-5
44; 94	15	40	63	80	8-5
45; 95	17	42	65	82	9-5
46; 96	19	44	67	81	1-6
47; 97	21	46	69	79	2-6
48; 98	23	48	71	77	3-6
49; 99	22	47	50	75	4-6
50; 100	20	46	52	73	5-6

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Учебник для вузов.- М.: Высш. шк., 1984. – 559 с.
2. Електропостачання міст. Навч. посібник. / Ю.М. Блажко. – К.: НМКВО, 1992. – 256 с.
3. Кайман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств.- М.: Высш. шк., 1987. – 335 с.
4. Кацман М.М., Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических систем.- М., Высш. шк., 1979. – 261с.
5. Ковальов В.М. Приймачі електроенергії промислових підприємств (лекції для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності „Електротехнічні системи електроспоживання”) / Харків: ХДАМГ, 2000. – 81 с.
6. Проектирование систем электроснабжения электрических железных дорог/ Под общ. ред. Л.М.Перцовского.-М.; Трансжелдориздат, 1963. – 471 с.
7. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б.Айзенберга. М.: Знак, 2006. – 972 с.
8. Электротехнические промышленные установки. Учебник для вузов / Под ред. А.Д.Свенчанского. – М.: Энергоиздат, 1982. – 356 с.
9. Саприка О.В, Кравченко Ю.П. Споживачі електроенергії (Лекції для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.090603 „Електротехнічні системи електроспоживання).– Х.: ХНАМГ, 2012. -79 с.
10. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. - М.: Энергоатомиздат, 2005. - 261 с.
11. Федоров А.А., Ристхейн Э.Г. Электроснабжение промышленных предприятий.: Учебник для вузов.-4-е изд.,перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 472с.
12. Тульчин И.К., Нудлер Г.И. Электрические сети жилых и общественных домов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 304с.
13. Прохоровский А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции. – М.: Транспорт, 1984. – 326с.
14. Мешков В.В. Основы светотехники.- М.: Энергия,1979. – 368с., ил.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до самостійного вивчення курсу
"СПОЖИВАЧІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ"

*(для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»
та слухачів другої вищої освіти
зі спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»)*

Укладачі: **САПРИКА** Олександр Вікторович

КРАВЧЕНКО Юрій Петрович

ЛИСИЧЕНКО Микола Леонідович

Відповідальний за випуск *к.т.н., доц. П. П. Рожков*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2014 , поз. 506 М

Підп. до друку 04.03.2014

Формат 60x84 1/16

Друк на ризографі

Ум.-друк арк.1,2

Тираж 50 пр.

Зам. № _____

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.