

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Є. Д. Дьяков

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійного вивчення курсу
«КАБЕЛЬНІ ТА ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ»

(для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму
6.050701 – Електротехніка та електротехнології (0906 – “Електротехніка”)
зі спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”)

Харків
ХНАМГ
2010

Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу «Кабельні та повітряні лінії електропередачі» (для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму 6.050701 – Електротехніка та електротехнології (0906 – “Електротехніка”) зі спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”) / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Є.Д. Дьяков – Х.: ХНАМГ, 2010 – 16 с.

Укладач: Є. Д. Дьяков

Рецензент: доц., канд. техн. наук А. В. Хітров

Рекомендовано кафедрою Електропостачання міст,
Протокол № 7 від 25.03.2010р.

Вступ

Сучасний стан систем електропостачання характеризується зростанням вимог, що висувають до ліній електропередачі з метою підвищення надійності їхньої роботи й зниження непродуктивної витрати електроенергії при її передачі. Одним з можливих шляхів виконання цих завдань є підвищення рівня проектно-конструкторських розробок, а також упровадження й раціональна експлуатація кабельних і повітряних ліній електропередачі, що відрізняються високими техніко-економічними показниками.

Мета вивчення цієї дисципліни - формування знань з проектування, спорудження й експлуатації кабельних і повітряних ліній у системах електропостачання.

У завдання вивчення дисципліни входить: ознайомлення з сучасним станом і перспективами розвитку кабельних і повітряних ліній; одержання знань про основні конструктивні елементи цих ліній, їх устрою й технічних характеристиках; засвоєння принципів і практичних навичок проектування, вибору раціональних параметрів їхніх елементів і умов їхнього спорудження; одержання відомостей про організацію й методи експлуатації кабельних і повітряних ліній.

Для сучасного етапу характерний інтенсивний розвиток науки й техніки. В зв'язку з цим, обсяг знань безупинно збільшується. Щоб якісно засвоїти великий обсяг навчальної інформації студент повинен уміти планувати й раціонально використовувати свій час, застосовуючи ефективні прийоми й методи розумової праці.

У навчальних планах підготовки фахівців значну частину навчального часу приділяють практичним формам навчання, де основна увага повинна бути зосереджена на творчій роботі студентів.

У сучасних умовах жоден вищий навчальний заклад не може дати своїм студентам такого запасу знань, якого б вистачило на весь період інженерної діяльності. Після закінчення ВНЗ кожний фахівець повинен поповнювати свої знання, безупинно займаючись самоосвітою.

Таким чином, оволодіння вміннями й навичками самостійної роботи, є необхідною передумовою для якісного засвоєння навчальної програми й успішній інженерної діяльності.

1. Пізнавальна діяльність студентів

У цей час самостійна робота студентів є одним з елементів навчального процесу. Процес навчання ґрунтується на творчій активності й самостійності студентів. Без цього в сучасних умовах важко успішно освоїти великий і складний програмний матеріал, навчитися постійно вдосконалювати свої знання в наступній трудовій діяльності.

Під самостійною роботою розуміється діяльність студентів, як за завданням, так і за власним бажанням, спрямована на закріплення, розширення й поглиблення отриманих знань, умінь і навичок, а також на засвоєння нового матеріалу без сторонньої допомоги.

Для того щоб зрозуміти й засвоїти матеріал, що був почутий, наприклад, на лекції, слід провести певну самостійну роботу: обробити навчальний матеріал самостійно, розібратися в схемах, зробити математичні розрахунки та ін.

На практичних, групових заняттях частка самостійної роботи збільшується тому що доводиться самостійно виконувати завдання, аналізувати результати й помилки при виконанні завдань.

На лабораторних заняттях самостійність роботи ще більше підвищується і в ряді випадків носить дослідницький характер. У лабораторіях доводиться спостерігати й вивчати явища й процеси, розглянуті на лекції, збирати, налагоджувати й регулювати апаратуру, вимірювати показання, встановлювати закономірності протікання процесу. Все це відіграє важливу роль у пізнавальному процесі. Засвоєння досліджуваного матеріалу не можна розглядати як процес простого переносу знань від викладача до слухача без врахування розумової діяльності самого того, кого навчають. Активна розумова діяльність того, кого навчають, сприяє більш глибокому проникненню в сутність явищ і забезпечує міцне запам'ятовування навчального матеріалу.

Самостійна робота повинна розвивати такі якості як організованість, активність і наполегливість у досягненні поставленої мети. Таким чином, цей вид роботи формує певну культуру розумової праці, що є визначальним чинником у досягненні високих результатів навчання. Крім того, самостійна робота прищеплює вміння відновлення знань.

Необхідно навчитися постійно вдосконалювати свої знання, розширювати науковий кругозір, тому що без цього важко орієнтуватися в зростаючому потоці інформації.

Щоб навчитися продуктивно, самостійно працювати, розвивати свої здатності в пізнавальній діяльності необхідно виробити в собі певні якості. До них насамперед належать: уміння зосереджено й уважно працювати; розвивати пам'ять; уміння працювати з книгою; уміння вести спостереження й записи; вміння контролювати себе. Пізнавальна діяльність - це, по суті, розумова діяльність тих, кого навчають. Тому володіння раціональними способами мислення, культурою розумової праці є визначальним чинником у справі самостійної роботи.

2. Методичні вказівки з вивчення окремих розділів курсу

Вивчення курсу рекомендують починати з ознайомлення з робочою програмою дисципліни. Необхідно чітко представляти роль кабельних і повітряних ліній електропередачі в електроенергетичних системах. Основну увагу слід приділити вимогам нормативних документів, що висуваються до кабельних і повітряних ліній.

При вивченні конструкцій силових кабелів слід звернути увагу на ті функції, що виконує той або інший елемент, а також на фактори, що впливають на його працездатність. Необхідно вивчити буквені індекси, які має кожний конструктивний елемент силового кабелю залежно від матеріалу, з якого він виготовлений.

Вивчення конструкцій струмопровідних жил рекомендують починати з ознайомлення з номінальним рядом їхніх перетинів. Необхідно знати матеріа-

ли, що використовують для виготовлення струмопровідних жил і відповідно доцільні області їх використання.

Ізоляції, що використовують у силових кабелях мають функціонально різне призначення. В зв'язку з цим доцільно звернути увагу на матеріали, з яких виготовляють ту або іншу ізоляцію і доцільні області їхнього застосування.

Слід вивчити ті функції, які виконують у силових кабелях екрани, де вони розташовані і з яких матеріалів виготовлені.

Оболонки й захисні покриття є невід'ємною частиною більшості конструкцій силових кабелів. Тому слід вивчити матеріали, з яких вони виготовлені, переваги й недоліки кожного з них і області, що рекомендують до їх застосування.

При розгляді кабельних арматур доцільно вивчити особливості кожної конструкції, також доцільні умови їх застосування.

Вивчення матеріалу, викладеного в розділі «Електричні поля в силових кабелях», слід починати з розгляду рівняння електричного поля одножильного кабелю в металевій оболонці. Це дозволить надалі зрозуміти фізичну сутність процесів, що мають місце в ізоляції під впливом електричного поля, і спричиняються поляризацію, електропровідність і діелектричні втрати в ізоляції. Слід знати параметри, за допомогою яких оцінюють дані процеси, а також фактори, що чинять на них вплив. Особливу увагу слід звернути на фактори, що впливають на збільшення напруженості електричного поля, і способи її зменшення.

При вивченні пробою необхідно звернути увагу на імпульсну міцність ізоляції й залежність її від довжини й ємності кабельної лінії.

Магнітні поля, що мають місце в силових кабелях доцільно починати вивчати з розгляду особливостей їхнього виникнення в одножильному кабелі з металевією оболонкою. Далі варто розглянути магнітні поля в двох і трьохжильних кабелях. Це дозволить з'ясувати причини збільшення електричного опору струмопровідних жил і втрат у металевих оболонках кабелю. Особливо рекомендують звернути увагу на вивчення електромагнітного поля в силових кабелях,

що дозволить ознайомитися з фізичною сутністю процесу передачі енергії по кабелю.

Теплові процеси в силових кабелях слід починати вивчати зі з'ясування їхньої фізичної сутності. При цьому слід звернути увагу на фактори, що впливають на тепловий опір кабелю. Для практичної реалізації отриманих знань необхідно вміти проводити розрахунок силового кабелю на припустимі струми навантаження.

Вивчення повітряних ліній електропередачі потрібно починати з освоєння основних елементів цих ліній і їхньої класифікації. Необхідно знати параметри, що характеризують конструкцію повітряних ліній електропередачі. Потрібно звернути увагу на ізолятори й арматуру, що використовують на даних лініях. Знати їхні марки, конструктивні особливості й рекомендовані умови щодо їх застосування. Треба вивчити конструкцію й основні марки проводів, що використовують на повітряних лініях електропередачі.

Вивчення матеріалів з виконання монтажних робіт, слід починати з вивчення тих вимог, що пред'являються до проектування й спорудження кабельних або повітряних ліній.

Вимоги, запропоновані до експлуатації кабельних і повітряних ліній, треба вивчати, використовуючи нормативні документи з даного питання. Особливу увагу слід звернути на інструктивні документи з експлуатації кабельних і повітряних ліній, де крім рекомендацій з нагляду за проведенням робіт на лініях, викладено методи випробувань, а також вимоги техніки безпеки при експлуатації.

3. Контрольні питання

3.1. Силові кабелі

1. Приведіть загальні рівняння електричного поля в кабелі.
2. Перелічіть основні конструктивні елементи силових кабелів і поясніть їх функціональне призначення.

3. Приведіть формули для визначення товщини ізоляції в одножильному кабелі з круглою жилою.
4. Опишіть конструкцію струмопровідних жил силових кабелів на напругу 1-10 кВ.
5. Поясніть, як визначають ємність силового кабелю й укажіть фактори, що чинять на неї вплив.
6. Приведіть буквені індекси, що позначають матеріали й конструкцію елементів кабелів з паперовою й пластмасовою ізоляцією.
7. Поясніть з якою метою і як виконують градировану ізоляцію.
8. Приведіть загальні рівняння магнітного поля в силових кабелях.
9. Опишіть фізичну сутність процесу електропровідності в струмопровідних жилах кабелів і проводів.
10. Укажіть, які види ізоляції використовують у силових кабелях.
11. Приведіть формули для розрахунку напруженості електричного поля в силових кабелях з неоднорідною ізоляцією.
12. Поясніть, для яких цілей в силових кабелях використовують заповнювачі і з яких матеріалів їх виготовляють.
13. Укажіть фактори, що роблять вплив на процес електропровідності в струмопровідних жилах кабелів і проводів.
14. Опишіть конструкцію силових кабелів з паперовою просоченою ізоляцією на напругу 1- 35 кВ.
15. Приведіть формули для розрахунку напруженості електричного поля в трьохжильному кабелі з секторними жилами.
16. Опишіть конструкцію силових кабелів з радіальним електричним полем на напругу 20 і 35 кВ.
17. Опишіть фізичну сутність процесу поляризації в ізоляційних матеріалах.
18. Приведіть формули для розрахунку напруженості електричного поля в одножильному кабелі з круглою жилою.
19. Приведіть формули для розрахунку напруженості електричного поля в двох- і трьохжильних кабелях з круглими жилами.

20. Поясніть призначення екранів у силових кабелях.
21. Перелічіть фактори, що впливають на процес поляризації в ізоляційних матеріалах.
22. Поясніть, як визначають індуктивність силових кабелів і укажіть фактори, що чинять на неї вплив.
23. Перелічіть фактори, що впливають на напруженість електричного поля в одножильному кабелі.
24. Поясніть фізичну сутність поверхневого ефекту.
25. Укажіть фактори, що впливають на процес електропровідності в ізоляції.
26. Поясніть функціональне призначення оболонок у силових кабелях і перелічіть матеріали, з яких їх виготовляють.
27. Опишіть фізичну сутність процесу електропровідності в ізоляції.
28. Дайте визначення хвильового опору й укажіть фактори, що чинять на нього вплив.
29. Дайте визначення коефіцієнта використання ізоляції і приведіть приклади його розрахунку.
30. Поясніть фізичну сутність ефекту близькості.
31. Приведіть формули для розрахунку опору ізоляції одножильних та двожи- льних силових кабелів.
32. Опишіть основні особливості силових кабелів, призначених для вертикаль- ної прокладки.
33. Дайте характеристику діелектричних втрат у ізоляції. Перелічіть параметри, що характеризують діелектричні втрати в ізоляції.
34. Опишіть конструкцію маслонаповнених кабелів низького тиску.
35. Опишіть процеси, що обумовлюють діелектричні втрати в ізоляції.
36. Дайте визначення імпульсної міцності ізоляції кабелів.
37. Опишіть основні види пробою ізоляції силових кабелів.
38. Поясніть призначення і вкажіть основні конструктивні особливості кінцевих муфт.

39. Укажіть фактори, що впливають на електричну міцність ізоляції силових кабелів.
40. Опишіть конструкцію силових кабелів з пластмасовою ізоляцією.
41. Укажіть фактори, що впливають на активний опір струмопровідних жил.
42. Опишіть конструкцію маслонаповнених кабелів високого тиску.
43. Приведіть класифікацію силових кабелів.
44. Опишіть процеси в ізоляції під впливом електричного поля.
45. Укажіть фактори, що впливають на діелектричні втрати в ізоляції.
46. Опишіть конструкцію газонаповнених кабелів.

3.2. Повітряні лінії електропередачі

1. Укажіть призначення магістральних ліній електропередачі.
2. Визначте, як називаються лінії, що використовуються для електропостачання великих населених пунктів.
3. Перелічіть режими, на які розділяються ПЛ за механічним станом.
4. Укажіть, на яку напругу повинна бути розрахована ізоляція в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю.
5. Перелічіть мінімальні значення ємнісного струму замикання на землю, при якому повинна застосовуватися його компенсація.
6. Укажіть значення ємнісного струму замикання на землю, при якому застосовують не менше двох заземлюючих дугогасящих реакторів.
7. Поясніть, що розуміють під монтажним режимом ПЛ.
8. Поясніть, що розуміють під аварійним режимом ПЛ.
9. Укажіть, на яку напругу повинна бути розрахована ізоляція в електричних мережах з ізольованою нейтраллю.
10. Поясніть, що розуміють під нормальним режимом ПЛ.
11. Перелічіть критерії, відповідно до яких розділяють територію країни.
12. Поясніть, чим відрізняється крок транспозиції від циклу транспозиції.
13. Поясніть, що називається довжиною прольоту.
14. Поясніть призначення траверс.
15. Поясніть, як виконують виробничий пікетаж.

16. Перелічіть види прольотів.
17. Поясніть, як визначають механічну напругу елементів ПЛ.
18. Поясніть, що називається габаритом проводу.
19. Поясніть, що називається стрілою прогину.
20. Поясніть, як визначається коефіцієнт запасу елементів ПЛ.
21. Поясніть, що називається трасою повітряної лінії електропередачі.
22. Перелічіть типи опор і їхнє призначення.
23. Укажіть достоїнства дерев'яних опор.
24. Перелічіть основні недоліки дерев'яних опор.
25. Назвіть конструкції дерев'яних опор ПЛ, що застосовують у мережах на напругу до 1 кВ.
26. Укажіть основні недоліки залізобетонних опор.
27. Назвіть конструкції дерев'яних опор ПЛ, що застосовують у мережах на напругу 35-110 кВ.
28. Перелічіть основні достоїнства опор з металевих гнутих стійок.
29. Назвіть конструкції дерев'яних опор ПЛ, які застосовуються у мережах на напругу 6-10 кВ.
30. Перелічіть основні елементи залізобетонних опор.
31. Назвіть конструкції залізобетонних опор ПЛ, що застосовують в мережах на напругу 35-500 кВ.
32. Перелічіть області застосування металевих опор.
33. Перелічіть конструкції металевих опор.
34. Перелічіть основні елементи металевих опор.
35. Назвіть конструкції залізобетонних опор ПЛ, що застосовують у мережах на напругу до 10 кВ.
36. Укажіть раціональні області застосування опор з металевих гнутих стійок.
37. Перелічіть способи закріплення опор у ґрунт.
38. Перелічіть типи фундаментів для закріплення опор.
39. Перелічіть достоїнства багатодрових проводів у порівнянні з однодротовими.

40. Назвіть матеріали, з яких виготовляють неізолювані провoda.
41. Перелічіть марки сталeалюмінієвих проводів.
42. Опишіть конструкцію сталeбронзових проводів.
43. Перелічіть найменші припустимі перетини струмоведучої частини проводів, що застосовують у мережах до 1 кВ.
44. Укажіть області застосування проводів марки АСО.
45. Назвіть області раціонального застосування проводів марки АСК.
46. Опишіть конструкції самонесучих ізолюваних проводів.
47. Перелічіть достоїнства СП у порівнянні з неізолюваними провodaми.
48. Перелічіть марки самонесучих ізолюваних проводів.
49. Перелічіть основні параметри лінійних ізоляторів, що входять до номенклатури показників якості.
50. Назвіть функції, що виконують ізолятори.
51. Укажіть при яких напругах застосовують штирові ізолятори.
52. Перелічіть основні елементи підвісних ізоляторів.
53. Перелічіть основними достоїнствами композитних ізоляторів у порівнянні з ізоляторами з кераміки й скла.
54. Назвіть матеріали, з яких виготовляють композитні ізолятори.
55. Перелічіть недоліки композитних ізоляторів.

3.3. Монтаж повітряних і кабельних ліній електропередачі

1. Перелічіть мінімальні перетини проводів, що рекомендують для забезпечення механічної міцності ПЛ.
2. Назвіть відстань, що рекомендують від проводів при найбільшій стрілі прогину до землі й проїзної частини вулиць.
3. Назвіть мінімальну відстань проводів ПЛ напругою до 1 кВ по горизонталі до будинків і будов при найбільшому їхньому відхиленні.
4. Перелічіть вимоги, що слід виконувати при перетинанні ПЛ до 1 кВ несудохідних і замерзаючих річок.

5. Перелічить вимоги, що слід виконувати при перетинанні ПЛ до 1 кВ з лініями зв'язку й лініями радіотрансляційних мереж.
6. Перелічить вимоги, що пред'являються до виконання ПЛ до 1 кВ при перетинанні й паралельному проходженні з залізними й автомобільними дорогами.
7. Перелічить вимоги, що слід виконувати при перетинанні й зближенні ПЛ з контактними проводами й несучими тросами трамвайних і тролейбусних ліній.
8. Назвіть мінімальні відстані по горизонталі від проводів ПЛ вище 1 кВ до виступаючих частин будинків і споруджень.
9. Перелічить вимоги, що слід виконувати при перетинанні проводів ПЛ вище 1 кВ із неізолюваними проводами ЛЗ і РМ.
10. Перелічить вимоги, які слід виконувати при перетинанні й зближенні ПЛ вище 1 кВ із автомобільними дорогами.
11. Перелічить умови, що необхідно виконувати при монтажі кабельної лінії.
12. Назвіть кабельні спорудження й конструкції, що використовують для прокладки силових кабелів.
13. Укажіть, яку кількість силових кабелів напругою до 10 кВ рекомендують прокладати в одній траншеї.
14. Укажіть, у яких випадках рекомендують прокладати силові кабелі на напругу до 10 кВ у тунелях.
15. Перелічить вимоги, що слід виконувати при перетинанні кабельною лінією вулиць і площ з інтенсивним рухом.
16. Укажіть, які радіуси вигину рекомендують для силових кабелів з паперовою ізоляцією на напругу 1 - 10 кВ.
17. Укажіть, які рекомендують радіуси вигину силових кабелів з пластмасовою ізоляцією на напругу до 1 кВ.
18. Назвіть припустимі різниці рівнів кабелів з паперовою ізоляцією.
19. Укажіть, у яких випадках використовують стопорні муфти.
20. Назвіть припустимі температури, при яких рекомендують проводити монтаж кабельних ліній.
21. Приведіть схеми прогріву силових кабелів.

22. Перелічить вимоги, що слід виконувати при прокладці силових кабелів у траншеях.
23. Назвіть мінімальну відстань, яку треба витримувати при прокладці силових кабелів на напругу до 10 кВ, поруч з фундаментом будинків і споруджень.
24. Укажіть, на якій відстані слід прокладати силові кабелі на напругу 1-10 кВ від трамвайних шляхів.
25. Укажіть, на якій відстані слід прокладати силові кабелі на напругу 1-10 кВ від брівки автомобільних шляхів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ларина Э.Т. Силовые кабели и кабельные линии.- М.: Энергоатомиздат, 1985. – 365 с.
2. Привезенцев В.А., Ларина Э.Т. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии. -М.: Енергія, 1970. – 424 с.
3. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий.- М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
4. Магидин Ф.А. Воздушные линии электропередачи. - М.: Высш. школа, 1991. - 207 с.
5. Правила улаштування електроустановок.

Зміст

Вступ.....	3
1. Пізнавальна діяльність студентів.....	4
2. Методичні вказівки з вивчення окремих розділів курсу	5
3. Контрольні питання	7
3.1. Силові кабелі	7
3.2. Повітряні лінії електропередачі	10
3.3. Монтаж повітряних і кабельних ліній електропередачі	12
Список літератури	14

Навчальне видання

ДЬЯКОВ Євген Дмитрович

Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу «Кабельні та повітряні лінії електропередачі» (для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму 6.050701 – Електротехніка та електротехнології (0906 – “Електротехніка”) зі спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”)

Відповідальний за випуск *Ю. П. Кравченко*

Редактор *З. М. Москаленко*

Комп’ютерне верстання *Є. Д. Дьяков*

План 2010, поз. 250М

Підп. до друку 31.03.2010 Формат 60x84 1/16

Друк на ризографі. Ум.-друк. арк.. 0,9

Зам. № Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame/kharkov/ua

Свідоцтво суб’єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001