

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Строительства, энергетики и транспорта

Методические рекомендации к самостоятельным работам

по дисциплине

«Перенапряжения и координация изоляции»

для очной формы обучения направления

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(профиль Электроснабжение)

**Мурманск
2021**

1. Содержание программы и методические указания к самостоятельной работе по изучению дисциплины

Тема 1. Электрические разряды в диэлектрических средах

Электрические разряды в газах. Виды электрических полей. Виды ионизации. Лавина электронов. Стримерная форма разряда. Искровой разряд. Закон Пашена. Разряд в неоднородных полях. Лидерный разряд в длинных промежутках. Молния. Дуговой разряд. Коронный разряд. Поверхностный разряд. Понятие пробоя. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции. Пробой конденсированных сред. Пробой жидких диэлектриков. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность твердых диэлектриков. Механизм электрического пробоя твердых диэлектриков. Тепловой пробой твердых диэлектриков. Длительная электрическая прочность твердых диэлектриков.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию электрических полей в технике высоких напряжений.
2. Виды ионизационных процессов в газах.
3. Виды эмиссии.
4. Дайте определение лавины электронов.
5. По какому закону происходит рост числа электронов в лавине?
6. Запишите условие самостоятельности разряда в газах.
7. В результате какого процесса происходит образование отрицательных ионов?
8. Какой электрон называется эффективным?
9. Стример. Критерий лавинно-стримерного перехода.
10. Искровой разряд. Чем определяется сопротивление канала искрового разряда?
11. Закон Пашена.
12. Особенности разряда в неоднородных полях.
13. Лидерный разряд. Условие стримерно-лидерного перехода.
14. Молния как форма газового разряда. Стадии и основные параметры молнии.
15. Дуговой разряд. Особенности эмиссии в дуговых разрядах.
16. Условие возникновения коронного разряда. Виды короны.
17. Расчет потерь на корону.
18. Разряд по поверхности диэлектрика. Виды поверхностного разряда.
19. Факторы, влияющие на напряжение зажигания поверхностного разряда.
20. Дайте определение пробоя.
21. Временная структура развития разряда.

22. Что представляет собой вольт-секундная характеристика?
23. В чем заключается эффект полярности?
24. Особенности и преимущества жидких диэлектриков.
25. Факторы, влияющие на развитие ионизационных процессов в жидких диэлектриках.
26. Механизмы пробоя жидких диэлектриков.
27. Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность твердых диэлектриков.
28. Механизм электрического пробоя твердых диэлектриков.
29. Механизм теплового пробоя твердых диэлектриков.
30. Как происходит процесс электрического старения твердых диэлектриков?

Тема 2. Внешняя изоляция, внутренняя изоляция, изоляционные конструкции высокого напряжения

Классификация электрической изоляции. Условия работы и требования, предъявляемые к электрической изоляции высоковольтного оборудования. Наружная изоляция электроустановок. Изоляция воздушных линий электропередачи. Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Высоковольтные вводы. Изоляция силовых конденсаторов. Расчет емкости конденсаторов. Характеристики основных материалов, применяемых в высоковольтных конденсаторах. Основы электрического расчета косинусных конденсаторов. Изоляция трансформаторов высокого напряжения. Изоляция трансформаторов тока. Изоляция трансформаторов напряжения. Изоляция силовых трансформаторов. Изоляция испытательных трансформаторов. Изоляция силовых кабелей высокого напряжения. Кабели с вязкой пропиткой. Маслонаполненные кабели. Газонаполненные кабели. Кабели в стальных трубах под давлением масла или газа. Кабельные линии в трубах со сжатым газом. Кабели с резиновой или пластмассовой изоляцией. Изоляция вращающихся машин высокого напряжения.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите условия работы и требования, предъявляемые к изоляции высоковольтного электрооборудования.
2. Назначение и конструктивные особенности изоляции воздушных ЛЭП.
3. Исполнение опорных изоляторов для внутренней и наружной установок.
4. Особенности назначения и конструктивного исполнения проходных изоляторов.
5. Высоковольтные вводы: назначение, тип изоляции, конструктивное исполнение. Современные типы высоковольтных вводов.
6. Характеристики основных материалов, применяемых в силовых конденсаторах.
7. Конструктивные особенности изоляции трансформаторов напряжения.

8. Силовые трансформаторы: назначение, конструктивное исполнение изоляции.
9. Силовые кабели: назначение и конструктивное (принципиальное) исполнение.
10. Особенности конструктивного исполнения силовых кабелей с вязкой пропиткой.
11. Маслонаполненные и газонаполненные кабели.
12. Кабельные линии в трубах со сжатым газом.

Тема 3. Молниезащита и грозовые перенапряжения. Внутренние перенапряжения. Координация изоляции

Молниезащита и грозовые перенапряжения. Молниеотводы и их защитное действие. Общие требования к устройству молниезащиты зданий и сооружений. Категории устройства молниезащиты и тип зоны защиты. Расчет молниезащиты. Внутренние перенапряжения. Защитные разрядники. Трубчатые разрядники. Вентильные разрядники. Ограничители перенапряжений. Защита сетей напряжением 220/380 В от внутренних и внешних перенапряжений. Защита от импульсных перенапряжений (УЗИП) – внутренняя молниезащита. Координация изоляции.

Вопросы для самопроверки

1. Назначение молниеотвода
2. Назовите конструктивные части молниеотвода
3. Из каких материалов выполняется молниеприёмник.
4. Что значит зона защиты молниеотвода?
5. Виды молниеотводов
6. Какие требования, предъявляются к металлической сетки?
7. Категории электроустановок по устройству молниезащиты.
8. Что такое перенапряжение?
9. Что называется внешней молниезащитой.?
10. Что называется внутренней молниезащитой.?
11. Основные меры защиты от внутренних перенапряжений
12. Назначение трубчатых и вентильных разрядников.
13. Принцип работы трубчатых и вентильных разрядников
14. Конструкции вентильных и трубчатых разрядников и назначение их отдельных частей.
15. Что такое ОПН?
16. Чем грозозащита отличается от молниезащиты?
17. Внутренняя молниезащита, чем она отличается от внешней?
18. Что является источником импульсных перенапряжений и помех?
19. Чем импульсное напряжение отличается от временного перенапряжения?
20. Что такое типы и классы УЗИП ?
21. Чем УЗИП тип 1 отличается от УЗИП тип 2?
22. Где применяется УЗИП Типа 3 ?

23. Что такое уровень изоляции?
24. Дайте понятие координации изоляции.
25. Условие правильной координации изоляции

Тема 4. Методы испытания и диагностики изоляции

Общие сведения. Измерение сопротивления изоляции электрооборудования. Определение степени увлажнённости изоляции. Измерение диэлектрических потерь изоляции. Профилактические испытания высоким напряжением. Неразрушающие неэлектрические методы контроля. Методы контроля изоляции при рабочем напряжении. Методы непрерывного контроля изоляции. Методы испытания и диагностики кабельных линий с изоляцией из шитого полиэтилена. Испытания силовых трансформаторов. Тенденции развития методов испытаний. Тепловизионный контроль электрооборудования.

Вопросы для самопроверки

1. С какой целью проводятся профилактические испытания?
2. Признаки старения изоляции.
3. Факторы, влияющие на процессы старения изоляции.
4. Перечислите основные методы профилактических испытаний изоляции
5. При профилактических испытаниях изоляции используются какие установки и приборы?
6. Каким прибором измеряется сопротивление изоляции?
7. Что такое коэффициент абсорбции?
8. Какие дефекты можно определить по $\text{tg}\delta$?
9. Неразрушающие методы диагностики силовых КЛ.
10. Срок службы силовых трансформаторов.
11. Обязательные электрические испытания силовых трансформаторов.
12. Дополнительные электрические испытания силовых трансформаторов.
13. 13. Обязательные химические испытания силовых трансформаторов.
14. Дополнительные химические испытания силовых трансформаторов.
15. Методы непрерывного контроля силовых трансформаторов.
16. Принципы тепловизионной диагностики.
17. Какие задачи решаются с помощью тепловизионной диагностики ?

2. Учебно-методические материалы по дисциплине **Рекомендуемая литература**

1. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики. – М.: КноРус, 2013.-278 с. ил.
2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии. – М.:КноРус, 2015.-724 с. ил.
3. Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Академия, 2013.-672 с. ил.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Академия, 2013.-672 с. ил.
5. Шаров Ю.В. Электроэнергетика. – М.: Инфра-М, 2015.-384 с. ил.
6. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Учебное пособие. – М.:Инфра-М, 2015. – 376 с. ил.
7. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. – М.:Инфра-М, 2013. – 271 с. ил.
8. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. – М.:Инфра-М, 2015. – 416 с. ил.
9. Сибикин Ю.Д. Технология энергоснабжения: Учебник – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Форум, 2015. – 352 с. ил.
10. Сибикин Ю.Д. Электрические подстанции. – М.:РадиоСофт, 2014. – 141 с. ил.
11. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии/ под ред. В.В. Денисова. – М.:Феникс, 2015. – 382 с. ил.
12. Шабад В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. – М.:Академия, 2013. – 193 с. ил.
13. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – М.:КноРус, 2015. – 240 с. ил.
14. Важов В.Ф. Техника высоких напряжений: Учебник. – М.:Инфра-М, 2015. – 264 с. ил.
15. Ушаков В.Я. Электроэнергетические системы и сети. – М.:Юрайт, 2015. – 446 с. ил.
16. Климова Г.Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение. 2-е изд. – М.:Юрайт, 2015. – 179 с. ил.
17. Бачаров Ю.Н. Техника высоких напряжений. – М.:Юрайт, 2015. – 264 с. ил.
18. Хрущев Ю.В. Электроэнергетические системы и сети. Электрические переходные процессы. – М.:Юрайт, 2015. – 153 с. ил.
19. Исмагилов Ф.Р. Основные вопросы проектирования воздушных линий электропередач: Учебное пособие. – М.:Машиностроение, 2015. – 211 с. ил.
20. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Основы электроснабжения. – СПб.:Лань, 2013. – 432 с. ил.