

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

 Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.12 Техника высоких напряжений

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Диагностика изоляции высоковольтного оборудования»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.2

Всего: 108 часов

Семестр 3,

в том числе 6 часов – контактная работа,
84 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки

13.06.01 Электро- и теплотехника,

код и название направления

утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 878, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников

05.14.12 Техника высоких напряжений,

шифр и название специальности

утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является состоит в формировании системы знаний о методах и средствах контроля технического состояния изоляции высоковольтного оборудования.

Задачами дисциплины являются:

- изучение современных методов контроля технического состояния изоляции высоковольтного оборудования;
- изучение современных технических средств диагностики высоковольтного электрооборудования.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к экспериментальным и теоретическим исследованиям электрических разрядов и электрофизических процессов в различных средах, а также в изоляции установок, устройств и аппаратов высокого напряжения (ПК-1);

– способность применять методы диагностики и высоковольтных испытаний для изоляции нового и перспективного оборудования высокого напряжения (ПК-7).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

– методы и технические средства диагностики изоляции; высоковольтного оборудования (ПК-1);

– методы анализа диагностических параметров (ОПК-1);

– правила и порядок проведения испытаний изоляции высоковольтного оборудования (ОПК-1);

уметь:

– выбирать методы диагностики высоковольтного оборудования (ОПК-1);

– анализировать результаты диагностических измерений параметров изоляции высоковольтного оборудования (ОПК-1);

владеть:

– современными методами диагностики изоляции высоковольтного оборудования (ПК-7).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Задачи диагностики изоляции высоковольтного оборудования.

Техническая диагностика – основные термины и определения.

Классификация методов диагностики изоляции оборудования высокого напряжения. Задачи диагностики изоляции оборудования высокого напряжения.

2. Испытания изоляции повышенным напряжением.

Испытания изоляции приложением высокого напряжения. Выбор значений испытательных напряжений промышленной частоты на заводе-изготовителе, после монтажа на месте работы, в эксплуатации. Оценка результатов испытаний. Общие правила проведения испытаний изоляции высоким напряжением промышленной частоты. Требования к основному оборудованию испытательной установки. Испытания изоляции приложением высокого постоянного (выпрямленного) напряжения: области применения, особенности воздействия на изоляцию разных видов испытательного напряжения. Общие правила проведения испытаний.

3. Контроль изоляции по характеристикам частичных разрядов.

Понятие частичного разряда, виды частичных разрядов. Физические проявления частичного разряда. Методы контроля состояния изоляции высоковольтного оборудования по частичным разрядам. Электрический метод. Основные параметры ЧР: напряжение возникновения, кажущийся заряд, средний ток разрядов. Основы электрического метода измерения характеристик частичных разрядов. Требования к измерительному контуру, последовательная и параллельная градуировка. Методы ограничения помех при испытаниях в лаборатории и в условиях эксплуатации. Акустический метод. Принцип контроля состояния изоляции высоковольтного оборудования по частичным разрядам акустическим методом. Акустические датчики, частотный диапазон работы акустических датчиков. Характеристика условий распространения звука в электрооборудовании. Локация частичных разрядов акустическим методом.

4. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь.

Диэлектрические потери в изоляции, мощность диэлектрических потерь. Тангенс угла диэлектрических потерь как диагностический параметр. Связь тангенса угла потерь с основными электрическими характеристиками высоковольтной изоляции. Факторы, влияющие на результаты измерений. Ток влияния при измерении тангенса угла диэлектрических потерь, методы компенсации тока влияния. Измерение тангенса угла потерь с помощью моста Шеринга и помощью цифровой измерительной техники.

5. Контроль изоляции с использованием явления диэлектрической абсорбции.

Использование явления абсорбции для оценки состояния изоляции оборудования высокого напряжения. Основные внешние проявления абсорбционных процессов при постоянном и переменном напряжениях, использование их для диагностики. Измерение сопротивления изоляции, устройство мегомметра. Измерение мегомметром участков изоляции в трансформаторе.

6. Диагностика состояния маслонаполненного оборудования.

Контроль состояния маслонаполненного оборудования путём испытания проб масла. Измерение физико-химических характеристик масла, нормы, выявляемые дефекты. Газы выделяющиеся при разложении трансформаторного масла и бумажно-масляной изоляции. Определение газовой хроматографии. Устройство газового хроматографа. Хроматограмма. Интерпретация результатов хроматографического анализа газов, растворённых в масле.

7. Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования.

Источники выделения тепла в высоковольтном электрооборудовании. Законы тепловидения. Принцип тепловизионного контроля состояния оборудования высокого напряжения. Блок – схема тепловизора. Основные параметры тепловизора. Факторы, влияющие на съемку тепловизором высоковольтного электрооборудования.

8. Особенности диагностики отдельных видов оборудования.

Особенности диагностики изоляции силовых высоковольтных трансформаторов и кабельных линий.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет .

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1). Электрический метод обнаружения частичных разрядов. Измерительный контур, требования к элементам измерительного контура. Кажущийся заряд - мера интенсивности частичного разряда. Энергия и мощность частичного разряда. Градуировка – параллельная и последовательная. Измерение частичных разрядов в лабораторных условиях.

2). Электрический метод обнаружения частичных разрядов. Широкополосная и узкополосная схемы измерений. Уровни опасности частичных разрядов в бумажно - масляной изоляции. Достоинства и недостатки электрического метода.

3). Принцип измерения тангенса угла диэлектрических потерь цифровым прибором. Мост Шеринга для измерения тангенса угла диэлектрических потерь.

4). Компенсация токов влияния при измерении тангенса угла диэлектрических потерь.

5). Диэлектрическая абсорбция, возвратное напряжение. Контроль изоляции по возвратному напряжению.

6). Цифровой мегаомметр. Коэффициент абсорбции. Измерение цифровым мегаомметром участков изоляции трансформаторе.

7). Особенности измерения частичных разрядов в условиях эксплуатации. Источники электромагнитных помех на подстанции. Использование высокочастотного трансформатора тока для измерения

частичных разрядов. Измерение частичных разрядов в силовом трансформаторе.

8). Измерение частичных разрядов в кабельных линиях. Определение места частичного разряда в кабельной линии. Метод измерения и локализации частичных разрядов осциллирующим затухающим напряжением

9). Механизм образования акустических волн при частичном разряде. Классификация звуковых волн в зависимости от частоты и условий распространения. Скорость звуковых волн в различных средах. Акустический датчик. Суть акустического метода обнаружения частичных разрядов во внутренней изоляции электрооборудования.

10) Условия распространения звуковых волн в электрооборудовании. Методы локализации частичных разрядов. Система уравнений для определения координат эпицентра частичных разрядов.

11). Тепловое и инфракрасное излучение. Источники тепла в электрооборудовании. Понятие спектрального коэффициента излучения. Абсолютно черное тело, серое тело, избирательный излучатель. Законы теплового излучения. Достоинства и недостатки тепловизионного метода.

12). БолOMETрический эффект, охлаждаемые и неохлаждаемые болометры. Блок – схема матричного тепловизора и тепловизора с охлаждаемым болометром. Характеристики тепловизора.

13). Факторы, влияющие на показания тепловизора при съемке электроэнергетического оборудования – атмосферные, коэффициент излучения, отраженная температура, угол визирования, расстояние до обследуемого объекта. размер объекта.

14). Испытание изоляции повышенным напряжением напряжении промышленной частоты. Условие эквивалентности испытательного напряжения промышленной частоты реальным воздействующим напряжениям. Коэффициент импульса.

15). Особенность кабельной линии как объекта испытания изоляции повышенным напряжением. Нагрузка на слои бумажно-масляной изоляции при

выпрямленном напряжении и при напряжении промышленной частоты. Обоснование использования выпрямленного испытательного напряжения.

16). Остаточный ресурс силового трансформатора с бумажно – масляной изоляцией и его оценка.

17). Состав газов, выделяющихся при возникновении дефектов. Газы, выделяющиеся при разложении трансформаторного масла. Газы, выделяющиеся при разложении бумажно – масляной изоляции.

18). Понятие хроматографии. Классификация хроматографических методов. Определение газовой хроматографии.

19). Некоторые основные термины и определения: хроматограмма, пик; подвижная фаза; неподвижная фаза, удерживаемый объем; ширина пика; время удерживания.

20). Основные узлы газового хроматографа. Хроматографическая колонка.

21). Интерпретация результатов хроматографического анализа газов, растворённых в масле

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1). Электрофизические основы техники высоких напряжений: учеб. для вузов / И.М. Бортник и др.; под общ. ред. И.П. Верещагина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 704с.

2). Техника и электрофизика высоких напряжений. Пер. с англ.: Учебно-справочное руководство / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011, - 520с.

4). Акустический контроль частичных разрядов в изоляции: учебное пособие/ М.А. Кошелев, М.Д. Рощупкин, С.И. Хренов, С.К. Цветаев; под редакцией С.И. Хренова. – М.: Издательство МЭИ, 2011.- с.24

5). Изучение факторов, влияющих на съемку тепловизором объектов электроэнергетического оборудования. Лабораторный практикум: учебное пособие / С.А. Дегтярев, М.А. Кошелев, Н.Ф. Першина, С.И. Хренов; под редакцией С.И. Хренова – М. Издательство МЭИ, 2013. – 40с.

6). Силовые трансформаторы. Справочная книга / Под ред. С.Д. Лизунова, А.К. Лоханина. М.: Энергоиздат, 2004. – 616с.

Дополнительная литература:

7). Методы испытаний и диагностики в электроизоляционной и кабельной технике: учебное пособие / С.Л. Холодный, С.В. Серебрянников, М.А. Боев, - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 232с.