



Титульный лист
методических рекомендаций
и указаний



Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра Электроэнергетики

Методические рекомендации и указания
к лабораторным работам
по дисциплине Техника высоких напряжений
для студентов специальности 050718 – Электроэнергетика

Лист утверждения



Форма

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

_____ Пфейфер Н.Э.

« ____ » _____ 2010 г.

Составитель: доцент _____ Падруль Н.М.

Кафедра Электроэнергетики

Методические рекомендации и указания
к лабораторным работам

по дисциплине Техника высоких напряжений

для студентов специальности 050718 – Электроэнергетика

Рекомендовано на заседании кафедры

« ____ » _____ 2010г., протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ Марковский В.П. « ____ » _____ 2010г.

Одобрено УМС энергетического факультета

« ____ » _____ 2010 г., протокол № _____

Председатель УМС _____ Кабдуалиева М.М. « ____ » _____ 2010г.

ОДОБРЕНО

Начальник ОПиМОУП _____ Варакута А.А. « ____ » _____ 2010 г.

Одобрена учебно-методическим советом университета

« ____ » _____ 20__ г., Протокол № _____

1.1 Общие указания по выполнению лабораторных работ

Выполнение лабораторных работ по курсу призвано углубить и обобщить теоретические знания студентов, дать им навыки практической работы в электроустановках высокого напряжения, научить работать с измерительной аппаратурой.

На подготовку к лабораторным работам требуется по I часу самостоятельной. Все работы выполняются бригадой студентов, отчеты составляются индивидуально. Порядок выполнения работ устанавливается преподавателем и сообщается студентам на первом занятии. Отчет оформляется на листе А4 по принятой в институте форме.

Методические указания по каждой работе содержат 7 разделов: 1) наименование и номер работы; 2) Цель работы; 3) "Общие сведения"; 4) "Описание установки"; 5) "Задание на предварительную подготовку"; 6) "Задание на измерения и Отчет"; 7) "Контрольные вопросы". Разделы 1-3 должны быть проработаны во время самостоятельной подготовки, разделы 4 - 5 в лаборатории. Контрольные вопросы, приводимые по каждой теме, служат самостоятельного контроля студентом качества усвоения материала лабораторной работы. Ответьте на эти вопросы при подготовке к лабораторной работе, это поможет оценить уровень знаний.

В разделе 2 приводятся только общие сведения об установке, детальнее ознакомление о ней производится в лаборатории с помощью преподавателя. Отчет по лабораторной работе должен содержать только те сведения (СХЕМЫ, графики, результаты экспериментов) которые указаны в раздел-Отчет.

1.2 Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

Лабораторные установки позволяют получать напряжение до 150 кВ. Помещение лаборатории относится к разряду особо опасных с точки зрения безопасности. Безопасные условия производства работ обеспечиваются соответствующим комплексом организационно-технических мероприятий.

На вводном занятии студенты изучают общую инструкцию по безопасности. Перед выполнением каждой работы изучаются индивидуальные инструкции по технике безопасности при работе на конкретной электрической установке.

№1 Техника безопасности

Цель работы – изучить основные вопросы техники безопасности, ознакомиться с основными средствами защиты, применяемые в лаборатории ТВН.

Общие сведения. Помещение лаборатории ТВН относится к разряду особо опасных с точки зрения электробезопасности. Для проведения лабораторных работ используются указательные штанги (УК-35), при работе с УК следует соблюдать условия: проверить срок испытания УК, на какое напряжение предназначена данная штанга, держать штангу за ограничительным кольцом. Нужно ознакомиться с устройством заземляющей штанги. Соблюдать

порядок наложения заземления на исследуемые объекты (электроды, изоляторы).

№2 Электрическая прочность воздушного промежутка

Цель работы- изучить теоретические сведения о газовом разряде, знать условия самостоятельности разряда в воздушном промежутке, выявить факторы, от которых зависит пробивное напряжение между электродами.

2.1 Общие сведения

Под электрическим пробоем изоляции понимается процесс полной или частичной потери ее диэлектрических свойств, сопровождающихся резким увеличением электрического тока через диэлектрик. Основной причиной пробоя воздуха является его ионизация, которая разделяется на три вида:

1 Ударная ионизация (в объеме газа с поверхности электрода); 2. Фотоионизация (в объеме газа с поверхности электрода); 3. Термическая ионизация

За счет фотоионизации, производимой внешними ионизаторами, в газа всегда присутствуют заряженные частицы, которые под действием сил электрического поля при его малой напряженности создают ток утечки. Если напряженность электрического поля достаточна, то в газовом промежутке происходят ионизационные процессы, приводящие к образованию между электродами плазменного канала - стримера, т.е. к пробое диэлектрика.

Интенсивность ударной ионизации характеризуется коэффициентом ударной ионизации, который равен количеству ионизации, производимых электроном на пути l см вдоль силовых линий поля: Интенсивность вторичной ионизации определяется обобщенным коэффициентом вторичной ионизации, который представляет собой коэффициент пропорциональности между количеством электронов в первичной лавине и количеством вторичных электронов.

В случае резконеоднородного электрического поля (электроды игла-плоскость) проявляется эффект полярности. Когда игла имеет отрицательную полярность, то ударная ионизация, начинающаяся прежде всего у иглы, сопровождается развитием лавин вглубь промежутка.

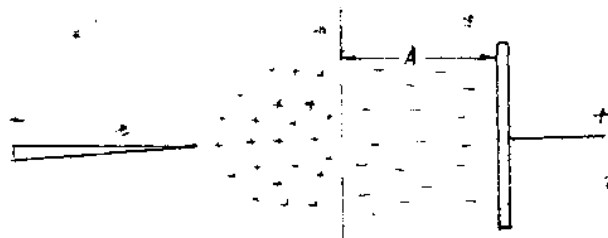
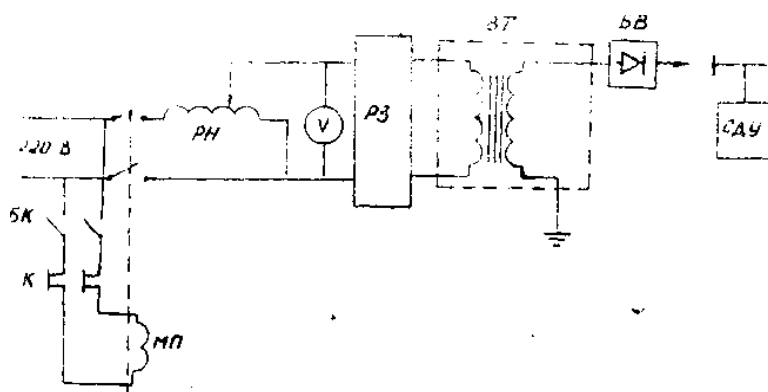


Рисунок 1 – Ионизационные процессы при отрицательной полярности

2.2 Описание установки

Экспериментальная установка состоит из испытательного поля и пульта управления. Испытательное поле представляет огражденную территорию, на которой установлены источники высокого напряжения (переменного и выпрямленного) и система дистанционно управляемых подвижных электродов. Пульт управления выполнен в виде стенда, за панелью которого установлены приборы управления и контроля, сигнализации, а внутри смонтирована низковольтная часть установки и релейная защита. Система управления электродами позволяет дистанционно изменять и измерять расстояние между ними. Измерение пробивного напряжения производится вольтметром на панели, шкала которого проградуирована с учетом коэффициента трансформации трансформатора. При пробое промежутка высокое напряжение с электродов снимается действием токовой защиты; при



этом на панели появляется световой сигнал "ПРОБОЙ". Принципиальная схема испытательной установки приведена на рисунке.

На схеме обозначено: БК- блок-контакты дверей испытательного поля, К- контакты кнопки СБРОС, МП-магнитный пускатель, РН- регулятор напряжения, РЗ- блок релейной защиты, ВТ-высоковольтный трансформатор, БВ-блок выпрямления, СДУ-система дистанционного управления электродами.

Результаты экспериментальных исследований электрической прочности воздуха занести в таблицу: род напряжения – переменное и выпрямленное, материал электрода – сталь, форма электрода, расстояние, напряжения пробоя- опыт и расчет.

Контрольные вопросы:

- 1) Почему коронный разряд возникает только в неравномерном электрическом поле?
- 2) Как и почему влияет гладкость поверхности проводника на величину потерь мощности на корону?
- 3) Как влияют геометрические размеры проводника на величину потерь мощности на корону.
- 4) Почему расщепление фазы линии снижает потери на корону?
- 5) Как и почему влияет радиус расщепления на потери при коронном разряде?

№ 3 Разряд в воздухе по поверхности твердого диэлектрика

Общие сведения

Цель работы- ознакомиться с особенностями разряда в воздухе вдоль проходного и опорного изоляторов, исследовать влияние высоты опорного изолятора на разрядное напряжение.

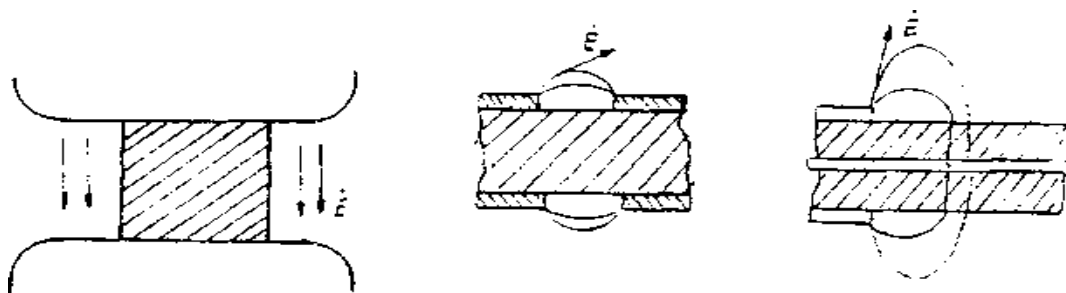
Из общей теории электрического разряда в газе следует, что выполнение условия самостоятельности разряда зависит, в первую очередь, от напряженности электрического поля. Для равномерного поля условие самостоятельности разряда выполняется на всей глубине газового промежутка и ударная ионизация во всех точках происходит с одинаковой интенсивностью, что приводит к пробое в промежутке.

Большое количество изоляционных конструкций в электроустановках представляет комбинацию твердой и воздушной изоляции. Все многообразие комбинированных конструкций может быть представлено тремя вариантами в зависимости от формы электрического поля и положения твердого диэлектрика в нем (рис)

1 Твердый диэлектрик расположен в однородном поле так, что его боковая поверхность параллельна силовым линиям(рис а);

2 Твердый диэлектрик расположен в неоднородном поле так, что во всех точках его боковой поверхности тангенциальная составляющая поля преобладает над нормальной(рис. б);

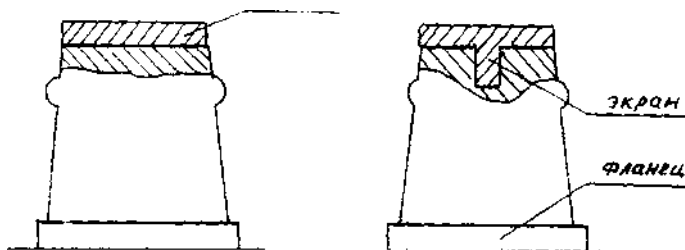
3 Твердый диэлектрик расположен в неоднородном поле так, что во всех точках его боковой поверхности нормальная составляющая поля преобладает над тангенциальной. (рис.в);



Основной особенностью таких конструкций является то, что их разрядные напряжения оказываются значительно ниже пробивных напряжений чисто воздушной изоляции при прочих равных условиях. Под разрядным напряжением понимается такое, при котором происходит разряд по поверхности твердого диэлектрика. При этом предполагается, что поверхность диэлектрика чистая и сухая.

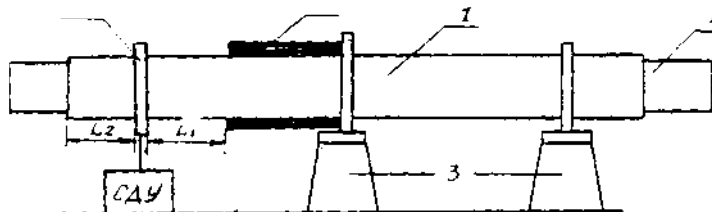
Снижение разрядных напряжений в конструкции по рис происходит потому, что несмотря на кажущуюся сухость поверхности диэлектрика на ней всегда имеется адсорбированная из воздуха влага. Примеси из солей, кислот, они растворяются во влаге и образуют электролитическую пленку с ионной проводимостью. Под действием поля положительные и отрицательные ионы смешаются по поверхности диэлектрика к электродам и создают у них поверхности заряды. Наибольшая -напряженность поля возникает у шапки

изолятора .поэтому отсюда и развивается разряд.Это начинается в виде коронного разряда, который при определенной напряженности поля становится стримерным. Дальнейший подъем напряжения вызывает удлинение стримерных каналов вплоть до второго электрода, т;е; перекрытие изолятора. Нормальная составляющая напряженности прижимает разряд к поверхности диэлектрика. Для повышения разрядных напряжений опорных изоляторов применяют уменьшение напряженности поля у шапки за счет создания специального экрана(рис)



Описание установки

Установка для изучения разрядных напряжений опорных и проходных изоляторов (рис)представляет собой стеклянную трубку I с кольцевым электродом 2,укрепленную на опорных изоляторах 3.Внутри нее помещена металлическая трубка 4. На одном из концов стеклянной трубы находится металлическое заземленное кольцо 5, которое перемещается вдоль трубы с помощью системы дистанционного управления(СДУ)



Изучение

Рисунок 2 – Схема установки для изучения характеристик

разряда в однородном поле производится на установке, в которой однородное поле создается специальными электродами. В качестве диэлектриков используются трубки из стекла, покрытого парафином.

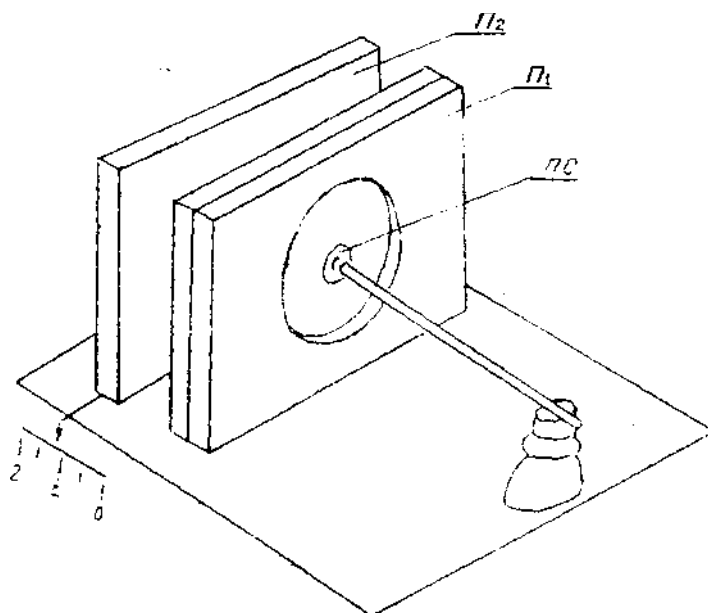


Рисунок 3 – Эскиз установки для изучения влияния поверхностной емкости диэлектрика

Результаты заносятся в таблицы.

Таблица 1 – Зависимость разрядных напряжений опорного изолятора от высоты
Высота изолятора, Разрядное напряжение, опыт, Среднее значение.

Таблица 2 - Зависимость разрядных напряжений опорного изолятора от высоты и длины защитного экрана

Длина экрана, Высота изолятора, Разрядное напряжение, опыт, Среднее значение.

Контрольные вопросы:

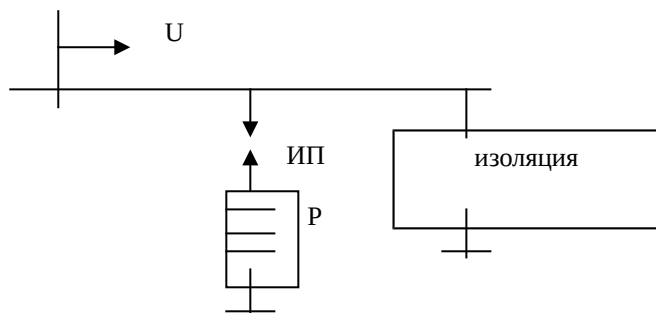
- 1) Объясните влияние экрана на величину разрядных напряжений опорного изолятора.
- 2) Объясните назначение ребер у шапки опорного изолятора для внутренней установки.
- 3) Объясните влияние гигроскопичности диэлектрика на величину разрядных напряжений по поверхности в однородном электрическом поле.
- 4) Объясните, почему проходные изоляторы имеют большой диаметр у фланца, чем у окончания токоведущего стержня.

№ 4 Вентильные разрядники

Цель работы – изучить конструкцию и принцип действия вентильного разрядника.

2.1 Общие сведения. Разрядники служат для защиты электрооборудования от перенапряжений. РВ представляет собой совокупность искровых промежутки (ИП) и нелинейного резистора (R), заключенных в общий фарфоровый герметический корпус. Герметизация необходима для защиты элементов РВ от атмосферной влаги и стабилизации его характеристик.

Идея защиты электрооборудования РВ состоит в том, что в определенных точках сети параллельно защищаемой изоляции включается разрядник, который при подъеме напряжения сверх допустимого значения соединяет на короткое время фазу ЭУ с землей и обеспечивает тем самым отвод зарядов, вызывающих перенапряжение в землю.



Принципиальная схема защиты изоляции от перенапряжений

Назначение ИП:

1. Подключить резистор РВ к фазе ЭУ в момент возникновения перенапряжения;
2. Отключить резистор РВ от фазы после прекращения перенапряжения;

Требования к ИП:

1. ИП должен иметь положительную вольт секундную характеристику;
2. ИП должен иметь достаточно малый разброс своих основных параметров;
3. ИП должен обеспечить многократность срабатывания РВ.

Конструкция и принцип действия ИП разнообразны в зависимости от типа разрядника. Наиболее простую конструкцию имеют ИП разрядника РВС. Они набираются из элементов в виде фасонных дисков из латуни, разделенных кольцевыми прокладками из изоляционных материалов (миканит). Латунь обладает достаточной механической прочностью для пропускания больших токов, и не подвергается коррозии и многократно выдерживает термическое воздействие электрической дуги.

Назначение линейного резистора:

1. Создать путь для стока заряда с фазы ЭУ через возможно меньшее сопротивление;
2. Ограничить ток в РВ до величины, при которой он надежно гасится в ИП;

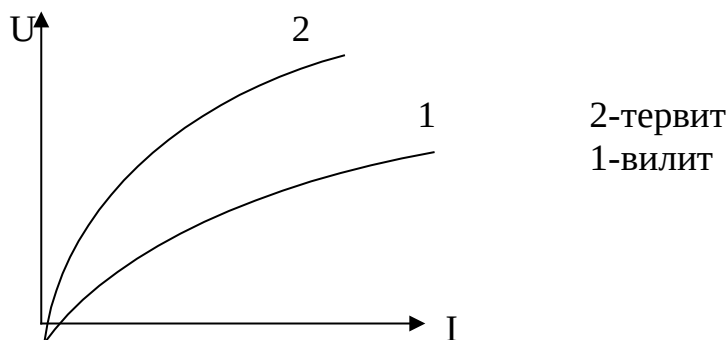
Требования к резистору:

1. Резистор должен обладать возможно меньшим сопротивлением при больших напряжениях ЭУ;
2. Должен обладать большим сопротивлением при воздействии на него рабочего напряжения ЭУ;

3. Должен быть термически устойчив к воздействию токов;
4. Должен иметь стабильные характеристики для многократных срабатываниях РВ.

Для изготовления резистора используют материалы: вилит или тервит.

Примерные вольт-амперные характеристики вилита и тервита представлены на рис.1.



Вилит имеет малую термическую стойкость. Тервит имеет повышенную термическую стойкость.

РВ может срабатывать от атмосферных и от внутренних перенапряжений.

Для эффективной защиты необходимо согласование вольт секундных характеристик (ВСХ) изоляции и РВ. Во всем диапазоне разрядных времен ВСХ разрядника должна на 15-20% находиться ниже ВСХ изоляции. Разница ординат ВСХ изоляции и ВСХ разрядника называется координационным интервалом, назначение которого – скомпенсировать разброс характеристик РВ, а также возможное снижение прочности изоляции ЭУ.

Контрольные вопросы:

- 1) Объясните назначение и принцип работы вентильного разрядника.
- 2) Какое назначение имеет нелинейность ВАХ резистора Р.В.?
- 3) Объясните назначение искровых промежутков и резистора Р.В.?
- 4) С какой целью ИП разрядника делается многократным?
- 5) Перечислите и объясните наиболее важные паспортные данные Р.В.
- 6) Какими мерами можно усилить дугогасительную способность ИП разрядника?

Список литературы

Основная

- 1) Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учебник для вузов. – М.: Энергоиздат, 1986.
- 2) Разевиг Д.В. Техника высоких напряжений: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1976.
- 3) Долгинов А.И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1968.

Дополнительная

4) Кадомская, К.П. Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них/К.П.Кадомская, Ю.А.Лавров, А.А.Рейхердт.- Новосибирск: НГТУ,2004.