

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ»

АРТЫКБАЕВ НОДИР АБДУРАСУЛОВИЧ

**«АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
«СОГДИАНА - ТАЛИМАРДЖАН»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание степени бакалавра по направлению
5520200-«Электроэнергетика»

Зав. кафедрой

доц. Гайибов Т.Ш.

Руководитель

ст.пр. Нестерова Г.А.

Ташкент -2014 г.

Аннотация

Ушбу малакавий - битирув иши электроэнергетик системанинг асосий элементларидан бири ҳаво электр узатиш линиясининг электрик ва изоляция характеристикаларини ўрганишга бағишланган. Битирув ишида Толлиморжон иссиқлик электр станцияси ва Сўғдиёна нимстанциясини бирлаштирувчи узунлиги 217.3 км ва кучланиши 500 кВ бўлган ҳаво электр узатиш линиясининг атмосфера ўтакучланиши пайтида кузатиладиган физик жараёнлар қаралган. Бу электр узатиш линиясининг характеристикалари урганилган.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. ВВЕДЕНИЕ.....	
1.1. Состояние проблемы и постановка задачи.....	
II. ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.....	15
2.1. Мероприятия по повышению пропускной способности линий электропередач.....	15
2.2. Улучшение режима и повышение пропускной Способности электропередач переменного тока.....	25
2.3. Расчет электрического поля в различных промежутках	31
2. 4. Линия электропередачи переменного тока повышенной пропускной способности	39
2.5. Расчет воздушных линий электропередачи на гроза упорность .	44
2.6. Коронный разряд на ЛЭП	52
III. БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Введение.....	58
IV. Экология и охрана окружающей среды	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	78

**I. ВВЕДЕНИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКА, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**

ПРОБЛЕМЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Энергетические трудности последних лет, охватившие многие страны мира, поставили задачу широкого использования топливных ресурсов земли, расположенных на значительном удалении от густонаселенных промышленных районов. Строительство крупнейших тепловых станций зачастую осуществляется непосредственно в местах залегания дешевого топлива, и электроэнергия к потребителю транспортируется по дальним линиям электропередачи. В этих условиях единственной возможностью сокращения потерь энергии является увеличение рабочего напряжения воздушных линий электропередач до 1000 кВ и более. Однако строительство сооружений передач на сверхвысокие напряжения резко возрастает из-за трудностей выполнения их изоляции. Поэтому проектирование таких транспортно – энергетических мостов невозможно без учета их технико – экономических показателей. Немалая доля стоимости изоляции линий определяется уровнем ожидаемых на них перенапряжений. В этой связи вопросы расчета и прогнозирования коммутационных перенапряжений, а также их глубокого ограничения приобретают особое значение.

К сожалению, возможности натурных исследований перенапряжений посредством прямых измерений весьма ограничены, а их результаты, по существу, отражают прошлый опыт, поскольку такие измерения могут быть выполнены только на уже построенных действующих линиях электропередачи. Поэтому на современном этапе большое значение имеет возможности выполнения прогнозирующих перенапряжения расчетов и математического моделирования переходных процессов, приводящих к перенапряжениям.

В электрических сетях возможны переходные процессы разных видов – начиная от относительно медленных электромеханических колебаний синхронных машин при качаниях и кончая достаточно быстрым изменением во времени напряжений и токов, обусловленным внезапным изменением одного

или нескольких параметров системы. При быстропротекающих переходных процессах обычно возникают колебания высоких частот.

Внезапные изменения мгновенных значений токов или напряжений могут возникать в результате удара молнии, любого повреждения в сети и при оперативных переключениях. Молния часто приводит к коротким замыканиям (КЗ) в сети, что влечет за собой отключение поврежденного участка, хотя сами КЗ могут возникать и по многим другим причинам. Нарушение нормального режима в сети может происходить по разным причинам и иметь самые различные последствия: например обрыв одной фазы может привести к такому соединению индуктивностей и емкостей сети, что возникают резонанс, который может привести к появлению перенапряжений и сверх токов. При некоторых условиях появляются повышенные значения напряжения и тока, которые можно отнести скорее к категории установившихся, нежели переходных. Коммутационные перенапряжения возникают, например, при включении или выключении выключателя.

Использование высоких напряжений в энергетических системах требует решения сложных научно технических проблем, среди которых может быть выделен комплекс вопросов, касающихся электрической изоляции. Объединенный единством цели – обеспечить безаварийную работу изоляции всех элементов электрической системы – этот комплекс вопросов связан с изучением весьма разнородных физических процессов.

Одним из основных вопросов, возникающих при проектировании изоляции, является определение так называемого «уровня изоляции», т.е. напряжения, которое может выдержать не повреждаясь: конечно уровень изоляции в первую очередь определяется номинальным напряжением установки, в которой изоляция будет работать. Но во время эксплуатации на изоляции вследствие различных внутренних и внешних причин к изоляции прикладывается напряжения значительно превышающие номинальное – так называемое перенапряжения, которые могут быть разделены на две большие группы:

а) грозовые перенапряжения, связанные с разрядами молнии в токоведущие части установки или вблизи нее в землю;

б) внутренние перенапряжения возникающие при различных нормальных или аварийных коммутациях в электрической системе, или при резком изменении режима ее работы.

В развитии электроэнергетики важное место занимает применение высоких напряжений для передачи электрической энергии на большие расстояния. При концентрации мощностей большое значение имеет надежность работы линий электропередачи и всего комплекса оборудования: генераторов, трансформаторов, коммутационной аппаратуры, компенсирующих устройств. В значительной мере решение этой задачи обеспечивается надежной работой изоляции электрических систем и оборудования при всех постоянно действующих напряжениях на нее или кратковременно возникающих перенапряжениях.

Стоимость сооружения сверхвысокие напряжения резко возрастает из-за трудностей выполнения их изоляции. Немалая доля стоимости изоляции линий определяется уровнем ожидаемых на них перенапряжений. В этой связи вопросы расчета и прогнозирования коммутационных перенапряжений, а также их глубокого ограничения приобретают особое значение.

Электрические сети высокого напряжения обладают колебательными свойствами, так как содержат сосредоточенные и распределенные индуктивности и емкости. В нормальном режиме передачи мощности эти колебательные свойства не проявляются. Одной из причин возникновения колебаний электрической и магнитной энергий запасенных в реактивных элементов сети, является плановые и аварийные коммутации. Каждая коммутация вызывает переходный процесс, часто сопровождающийся перенапряжениями, которые могут привести к перекрытию изоляции. Среди таких коммутаций в первую очередь следует называть отключение ненагруженных линий с повторными зажиганиями в выключателе, отключение

линий при асинхронном ходе генераторов, автоматическое повторное включение (АПВ) и других причин.

Изоляция электрических установок разделяется на внешнюю и внутреннюю. К внешней изоляции относятся воздушные промежутки: расстояние между проводами различных фаз линии электропередачи, внешние поверхности твердой изоляции, промежутки между контактами разъединителя. К внутренней изоляции относятся изоляции обмоток трансформаторов и электрических машин, изоляции кабелей, герметизированная изоляция вводов, изоляция между контактами выключателя в отключенном состоянии. Внутренняя изоляция представляет собой комбинацию твердого и жидкого и газообразного диэлектриков, например, в герметизированных распределительных устройствах с элегазовой изоляцией.

Изоляция электрических установок постоянно находится под воздействием рабочего напряжения. В процессе эксплуатации возможны повышения напряжения сверх рабочего – внутренние перенапряжения. Источниками их являются электродвижущие силы генераторов системы. А причиной – нормальные и аварийные коммутации, сопровождающиеся колебательными процессами или резонансными явлениями в системе. Помимо внутренних перенапряжений на изоляцию электроустановок могут воздействовать также грозовые перенапряжения, причиной возникновения.

Возможности натурных исследований перенапряжений посредством прямых измерений весьма ограничены, а их результаты, по существу, отражают прошлый опыт, поскольку такие измерения могут быть выполнены только на уже построенных действующих линиях электропередачи. Поэтому на современном этапе большое значение имеет возможность выполнения прогнозирующих перенапряжения расчетов и математического моделирования переходных процессов, приводящих к перенапряжениям.

С ростом номинальных напряжений и дальности линий электропередач, а также современные грозозащиты обеспечивают такое снижение уровня атмосферных перенапряжений, при котором решающую роль в расчете

внешней изоляции имеют уровни внутренних перенапряжений. В связи с успехами в ограничении атмосферных перенапряжений, внутренние перенапряжения начинают играть все большую роль в установлении уровней изоляции электрических установок. Проведенные подробные исследования внутренних перенапряжений различного вида позволили выявить основные коммутационные и аварийные режимы, сопровождающиеся появлением перенапряжений. Исследованные перенапряжения можно разбить на следующие две основные группы:

I. Коммутационные перенапряжения, существенно связанные с переходным процессом, возникающим в результате «коммутации», понимая под этим любое включение и отключение электрической системы, вызванное работой выключателей, короткозамыкателей, предохранителей (коммутационные аппаратуры), а также при дуговых замыканиях на землю. В свою очередь коммутационные перенапряжения по причинам возникновения можно разделить:

1) перенапряжения при отключении емкостной нагрузки – ненагруженных длинных линий и конденсаторных батарей;

2) перенапряжения при включении длинных линий, в частности при автоматическом повторном включении;

3) перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов, асинхронных двигателей и реакторов. Перенапряжения при включениях и отключениях могут развиваться как в симметричном режиме работы системы, так и при несимметричных коротких замыканиях; в последнем случае перенапряжения обычно выше;

4) перенапряжения при дуговом замыкании на землю и неустойчивом характере дуги в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью.

Коммутационные перенапряжения принято подразделять на следующие виды:

1) фазные, воздействующие на изоляцию токоведущих частей по отношению к земле;

2) междуфазные, действующие на изоляцию между токоведущими частями различных фаз;

3) между контактными, возникающие между разомкнутыми контактами коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей)

При проектировании изоляционных конструкций используют следующие данные:

1) максимальные значения перенапряжения U_{max} или кратность, т.е. отношение максимального значения перенапряжения к амплитуде соответствующего наибольшего допустимого рабочего напряжения;

2) форму кривой перенапряжения, которая позволяет определить длительность воздействия на изоляцию

3) состав электрического оборудования электрической сети, подверженного действию данного вида перенапряжения.

Перечисленные характеристики имеют большой статический разброс, так как их значения зависят от многих факторов. Поэтому существенное значение для расчета необходимого уровня изоляции имеет то, сколько часто появляются перенапряжения, превосходящие заданную кратность в течение определенного интервала времени.

Внутренними называются перенапряжения, возникающие за счет внутренней энергии системы, при изменении параметров и режимов работы элементов электроустановки. Все многообразие внутренних перенапряжений можно в зависимости от непосредственной причины их возникновения разбить на две группы.

Важной проблемой энергетики является не только повышение мощностей и соответственно напряжения электропередач, но и увеличение их дальности. С повышением напряжения требование к надежности изоляционных конструкций растет, что требует использование надежных диэлектриков. В машинах, аппаратах, изоляторах, кабелях, конденсаторах, где изоляционные расстояния должны быть невелики, для сохранения приемлемых габаритов устройства.

Поэтому изоляция токоведущих частей электрических установок может быть газовой, жидкой, твердой и комбинированной.

По этому, чтобы судить о процессах в воздушном или в газовом включение необходимо рассмотреть процессы в твердом диэлектрике имеющей газовое включение, т. е. ионизационные процессы в газах. При воздействии на газовой (воздушной) промежутки электрического поля с достаточной напряженностью газ теряет свои изолирующие свойства и становится проводящими в узком канале или в определенной зоне. Процесс кратковременной потери газом диэлектрических свойств под действием приложенного к газовому промежутку напряжения называется пробоем газа.

Величина средней напряженности электрического поля, при которой возникает пробой, называется пробивной напряженностью $E_{пр}$. Пробой газовой среды объясняется рядом процессов, из которых основными являются процессы ионизации. Наибольшее влияние на величину пробивной напряженности электрического поля оказывает форма электродов, так как она определяет собой степень равномерности электрического поля в момент приложения напряжения. Наибольшей прочностью обладает газовый промежуток между симметричными электродами шар-шар или плоскими электродами. Наименьшую прочность имеет газовый промежуток между электродами игла-плоскость, который при прочих равных условиях обладает несколько большей емкостью, чем промежуток между иглами или стержнями.

Помимо нарушения изоляции воздушных линий удары молнии приводят к появлению на проводах импульсов высокого напряжения, которые, распространяясь по проводам, достигают подстанции и воздействует на установленное, там электро-оборудование.

Значения грозовых перенапряжений зависят от интенсивности ударов молнии и характеристик пораженных объектов и поэтому являются статической величиной. Внутренние перенапряжения зависят от вида коммутации, режима и характеристик электрической сети и коммутационных аппаратов. Поэтому при многократном повторении одной и той же коммутации

в системе каждый раз возникают различные перенапряжения. Таким образом, внутренние перенапряжения, как и грозовые, имеют статический характер.

Многие виды коммутационных перенапряжений подлежат ограничению. Технико – экономические обоснование мер защиты от перенапряжений включает в себя оценки статистических характеристик ущерба вследствие повреждения, простоя или вне очередного ремонта электрооборудования сети, а также вследствие порчи оборудования, брака продукции, нарушения технологического процесса у потребителей.

Опасность коммутационных перенапряжений состоит в том, что их значения в большинстве случаев превосходят уровни изоляции электроустановок 330 и 500 кВ (2.7 и 2.5 Уф), а 750 кВ (2.1 Уф) и 1150 кВ (1.8ф). Принудительные ограничение коммутационных перенапряжений является отличительной чертой электропередач сверхвысокого напряжения (СВН), хотя некоторые из используемых там защитных мероприятий применяются и в электроустановок с напряжением 220 кВ и ниже.

Защита от коммутационных перенапряжений основано на следующих принципах:

- на ограничении число режимов, в которых могут возникать опасные перенапряжения, с помощью схемных мероприятий;
- на ограничении амплитуд установившихся перенапряжений, что приводит также к снижению перенапряжений переходного процесса;
- на ограничении амплитуд коммутационных перенапряжений с помощью вентильных разрядников или встроенных в выключателе шунтирующих сопротивлений.

Ограничение перенапряжений в электрических установках до экономически приемлемых значений производится с помощью защитных аппаратов: трубчатых и вентильных разрядников, нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН).

К схемным мероприятиям, способствующим снижению амплитуд коммутационных перенапряжений, следует отнести установку при включении

линии пониженных коэффициентов трансформации силовых трансформаторов, подключение линии сначала к более мощным шинам, предварительное до коммутации линии подключение реакторов поперечной компенсации на высшем и среднем напряжениях.

Благоприятный эффект заблаговременного подключения реакторов поперечной компенсации к линии, так же как и установки пониженных коэффициентов трансформации и минимальных ЭДС, может быть использован только при плановом включении линии или в режиме электропередачи, когда все реакторы включены по балансу реактивной мощности. При передаче максимальной мощности включение всех реакторов в промежуточных точках линии электропередачи без емкостной продольной компенсации недопустимо, так как это приводит к возрастанию потерь и снижения предела устойчивости.

Ограничение амплитуд коммутационных перенапряжений производится либо за счет рассеивания энергии свободных колебаний в нелинейных в нелинейных сопротивлениях вентильных разрядников, включенных между фазным проводом и землей, либо с помощью сопротивлений, встроенных в выключатель и подключаемых кратковременно последовательно с линией на время, достаточное для необходимого демпфирования свободных колебаний. Последнее реализовано в выключателях двухступенчатого действия с шунтирующими сопротивлениями.

Ограничение перенапряжений при отключении ненагруженных линий выключателями, дающими повторные зажигания дуги, представляет весьма сложную техническую задачу. Ограничение этих перенапряжений грозозащитными разрядниками невозможно по двум причинам: во – первых, по условиям молниезащиты эти разрядники должны быть включены на подстанции, а не на линии, во – вторых, энергия таких перенапряжений превосходит пропускную способность грозозащитных разрядников.

Взаимное согласование значений воздействующих напряжений, характеристик защитной аппаратуры и электрических характеристик изоляции, обеспечивающее надежную работу и высокую экономичность электрической

установки, представляет собой главную технику – экономическую задачу проектирования электроустановки и называется координацией изоляции.

Однако если такое сочетание маловероятно, то его обычно не принимают в расчет, считая, что в этом случае можно допустить перекрытие изоляции (наружной) или срабатывание разрядника с его возможным разрушением. В то же время и в этих маловероятных случаях должна быть исключена возможность повреждения внутренней изоляции машин и аппаратов. Но не всякое наложение переходных процессов маловероятно. Следует реально считаться с такими процессами, которые вызываются одной причиной или которые являются следствием один другого. Именно на такие процессы и следует ориентироваться при оценке максимальной кратности внутренних перенапряжений и выборе средств их ограничения. Эксплуатационный опыт показывают эти режимы и вероятность их возникновения.

При расчетах перенапряжений при включении линий элементы схемы подразделяются на два вида: с сосредоточенными параметрами, такие, как, например, генераторы, трансформаторы, реакторы и конденсаторы; и элементы с распределенными параметрами – воздушные линии и подземные кабели. При коммутациях перечисленные элементы подвергаются воздействию токов и напряжений с частотой 50 Гц – 100 кГц. При таком широком диапазоне изменения частоты параметры элементов электропередачи и пути возврата тока через землю не остаются постоянными.

Конечной целью анализа переходных процессов в электрических системах является отыскание оптимальных условий сооружения и эксплуатации электрической системы на основе анализа электрических характеристик линий электропередач чему посвящена настоящая квалификационная - выпускная работа.

Заключение

На основе проделанного теоретического и численного анализа можно сделать вывод:

1. Изучение электрических, изоляционных, механических и энергетических характеристик линий электропередачи высокого напряжения «Согдиана – Талимарджан» необходимо для правильного выбора заземлителей обеспечивающей грозоупорности линий электропередачи.

2. На основе расчетного анализа определена критическое напряженности на поверхности провода фаз и потери на короны, кратность грозового перенапряжения.

Список использованной литературы

1. Джуварлы Ч.М., Вечхайзер Г.В., Леонов П.В. Электрический разряд в газовых включениях высоковольтной изоляции. Баку: Элм, 1983. - 193 с.
2. Койков С.Н., Цикин А.Н. Электрическое старение твердых диэлектриков и надежность диэлектрических деталей. Л.: Энергия, 1968. - 186 с.
3. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986 – 464 с.; ил.
4. ГОСТ 1516.2-97 "Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции"
5. Князевский Б. А., Долин П. А., Марусова Т. П. Охраны труда, под ред. Б. А. Князевского – 2-е издание перераб и доп. – М.: Высшая школа, 1982, 311 с., ил.
6. Лавров С. Б. Глобальные проблемы современности: часть 1. – СПб.: СПГУПМ, 1993. – 72с
7. Лавров С. Б. Глобальные проблемы современности: часть 2. – СПб.: СПГУПМ, 1995. – 72с