

```

import serial
import time

r= serial.Serial('COM6',9600)
#f = open ('Dannye.txt','x')
f = open ('Dannye.txt','w')
while true:

t= int (r.readline ())
e= time.clock ()
l=round (e,2)
print (t)
f = open ('Dannye.txt','a')
f.write (str(t)+''+str(l)+'секунд (ы)'+'\n')
time.sleep(0.1)
f.close()

```

Рис. 6 - Отрывок кода для создания TXT файла для сохранения данных

Выводы. Создана автономная метеостанция на базе Arduino UNO R 3. Общая стоимость комплектующих не превышает \$150 вместе с расходными материалами. При положительных показателях работы станции в полевых условиях планируется сборка подобных станций с расширением их функционала для создания сети мониторинга климатических данных с возможностью их реализации для нужд института, тем самым удовлетворяя спрос на метеоданные.

Список использованных источников

1. Метеостанция Meteobot Pro [Электронный ресурс] [URL:https://meteobot.com/ru/meteostancii/](https://meteobot.com/ru/meteostancii/).
2. Метостанция Sokol-M [Электронный ресурс] URL: <https://sokolmeteo.ru/catalog/>.
3. Николаенко С. А. и др. Метеостанция в тепличных условиях на базе ARDUINO UNO // Colloquium-journal.– Москва, 2018. – № 13-7. – С. 21-23.
4. Столяренко А.С. Цифровая метеостанция на основе микроконтроллера arduino // Техническое творчество молодежи. – Москва, 2018. – №4. – С. 34-37.
5. Толмачева Н.И. Методы и средства гидрометеорологических измерений (для метеорологов): учеб.пособие. – Пермь: Пермский университет, 2011. – 223 с.

УДК 621.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Қасқырбайұлы Абылай

shakin-2001@mail.ru

магистрант ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Аннотация. Данная тема посвящена изучению замыканий на землю в электрических сетях, где применяется изолированная нейтраль. Изолированная нейтраль представляет собой систему, в которой нейтраль проводов электрической сети не соединена с землей. Это создает ряд особенностей и проблем, связанных с заземлением и обеспечением безопасности электроустановок.

В рамках данного исследования рассматриваются основные аспекты замыканий на землю, такие как причины и последствия подобных событий, методы обнаружения и предотвращения замыканий, а также технические решения для улучшения надежности и безопасности систем с изолированной нейтралью.

Особое внимание уделяется техническим аспектам заземления и средствам защиты, разработанным для минимизации рисков, связанных с замыканиями на землю. Исследование также затрагивает нормативные и стандартные требования, предназначенные для обеспечения соблюдения безопасности в электрических сетях с изолированной нейтралью.

Результаты данного исследования могут быть полезными для инженеров-электриков, проектировщиков электроустановок и специалистов по безопасности, работающих в области электроэнергетики, а также для разработчиков нормативной базы, стремящихся улучшить надежность и безопасность электрических сетей с изолированной нейтралью.

Ключевые слова: однофазное короткое замыкание на землю, повреждение изоляции, повышение надёжности, режим работы, сети с изолированной нейтралью, устройство для отключения, электрическая сеть.

Введение. Целью исследования является анализ рисков и последствий замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью, а также разработка практических рекомендаций по предотвращению и управлению этими замыканиями. В работе проводится обзор литературы по основам электрических сетей, изолированной нейтралью, замыканиям на землю, их рискам и последствиям. Также описывается методология исследования, включающая выбор методов исследования, моделирование электрических сетей с изолированной нейтралью, анализ данных и результатов исследования, анализ и оценка рисков, влияние замыканий на землю на надежность электроснабжения, экономические аспекты замыканий на землю, сравнительный анализ методов предотвращения и управления замыканиями на землю. В заключении приводятся сводные выводы исследования, а также практические рекомендации по мерам предотвращения и управлению замыканиями на землю, техническим улучшениям систем с изолированной нейтралью, регулированию и стандартам в области безопасности электросетей

Объектом исследования являлись линии электропередач сельскохозяйственного назначения напряжением 6, 10 и 35 кВ. Электрические сети 6...35 кВ включают трансформаторы 35/10 (6) кВ или 110/35/10 (6) кВ, трехпроводные воздушные или кабельные линии электропередачи и потребительские трансформаторы. Реже всего в сельской местности питание потребителей осуществляется по кабельным линиям. В таких линиях фазы относительно земли имеют большую емкость, что приводит к достаточно тяжелым последствиям при замыканиях на землю. В сельской местности преимущественно чаще прокладывают воздушные линии электропередачи 6 – 10 кВ, выполненные неизолированными сталеалюминиевыми или алюминиевыми проводами марки АС и А.

Структура электрических сетей

В структуре электросетей, как правило, отдельного внимания заслуживают линии, которые соединяются при помощи подстанций. Кстати, последние являются электрическими установками, принимающими электроэнергию одновременно по нескольким линиям, чтобы впоследствии распределить ее между потребителями.

При этом в организации электрической сети используется множество других устройств:

1. сетевые фильтры;
2. стабилизаторы;
3. автоматические выключатели тока;
4. бытовые и силовые удлинители;
5. клеммы;
6. бокс навесной и пр.

Структура электросети может быть как простой, так и весьма сложной. Она может состоять из источников и потребителей, удаленных друг от друга на значительные расстояния. В связи с этим, к ним могут предъявляться дополнительные требования в отношении защищенности и надежности.

Математические модели линий электропередачи:

В простом понятии линия электропередачи—является проводником, протянутым на огромный промежуток, где выполняется передача электрической энергии. Вероятность передачи электричества определена основным способом высоким напряжением, где издержки с передачей уменьшатся вплоть до подходящего значения.

По конструкции линия электропередачи являются проводами, находящиеся на не опасной дистанции от земли, либо кабели, с проводящими жилами отделенные друг от друга, а также с наружной обмоткой. По своей конструкции, линии разделяются на ВЛ (воздушные линии) либо КЛ (кабельные линии).

Везде для распределения электроэнергии имеется система с трехфазным-переменным током 50 - 60Гц. Тем не менее в определенных вариантах используются иные концепции переменного тока а также распределения постоянного тока. Станем анализировать только лишь трехфазные ВЛ с переменным током ВН (высокое напряжение) (до 1150 кВ), подающие электрическую энергию по огромным дистанциям (до 1000 км).

Распределение электрической энергии по линиям электропередач переменного тока характеризуется передачей электромагнитного поля по кабелю. При появлении переменного электро статического поля появляется ток смещения— зарядный ток (рис.6). Зарядные токи с нагрузочным током, устанавливают градиентную модификацию тока по линиям. Магнитное поле обуславливается током в линиях, характеризуемое напряженностью, кроме того сменяющийся по линиям. Данный процесс наводит ЭДС-самоиндукции, неравной к различным участкам на линии. Соотношение данных ЭДС устанавливает закон смены напряжения по линиям, который определяет модификации в токах смещения по линиям.

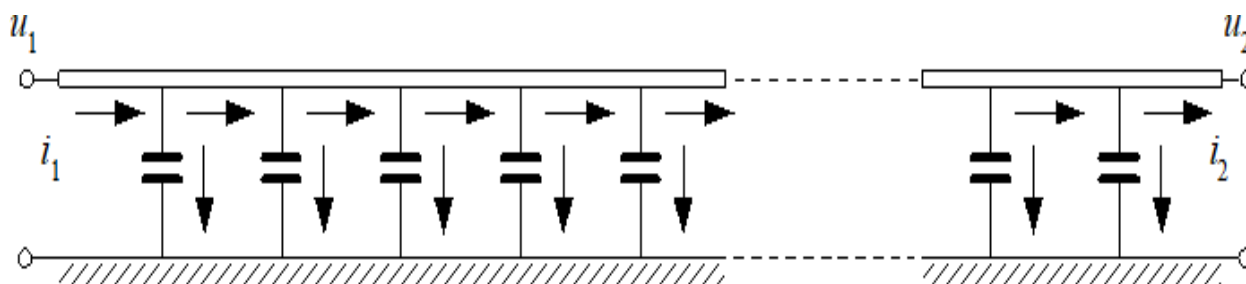


Рисунок 1 - Ситуационная однолинейная схема распределения потоков силы тока вдоль проводника линий электропередач

В воздушных линиях как проводящий материал используют алюминий. Зачастую применяют сталеалюминиевые провода маркой-АС. Удельное сопротивление составляет $\Omega=29,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{км}$. Активное сопротивление выше сопротивления из-за внутреннего влияния, но с частотой 50 Гц данное не ощутимо. Активное сопротивление в линиях электропередачи представляет из себя параметр, определяющий эффект рассеивания энергии как распределение теплоты в атмосфере.

Индуктивность в линиях спровоцированная влиянием самоиндукции и находится по диаметру провода фаз и расстоянием меж ними. При расчете электро сети применяют индуктивное сопротивление фазы линии электропередачи. Погонное сопротивление воздушной линии составляет 330 – 1150 кВ, $x_0=0,31 \text{ Ом}/\text{км}$.

Из-за недостатков в изоляции воздушных линий происходят издержки электрической энергии от тока утечки через изоляторы. Огромное воздействие на данные издержки проявляет влага, а также засорение окружающей атмосферы. В связи с погодными условиями издержки токов утечки а также в короны смогут меняться в 10-ки раз.

Изменение издержек в изоляции воздушных линий выполняется при помощи ввода

активной проводимости- g_0 , чьи параметры определяются вследствие про анализируемым показателям, принятым согласно исследованию и расчета имеющихся воздушных линий. У многих воздушных линий 330 – 1150 кВ погонная акт. проводимость устанавливается от 0,01- 0,1 мк·См/км.

Емкостная проводимость меж фазами, а также землей, грозозащитные тросы и заземленные части опоры исследуются единственным показателем – емкостная проводимость фаз b_0 . Значение погонной емкостной проводимости с 330 до 1150 кВ, где среднее значение 3,5 мк·См/км.

Цепь с данными о интервале времени распространения электромагнитных волн по линиям сравним с промежутком времени, за какой период ток и напряжение изменятся на заметный показатель.

Иные свойства ЛЭП считаются:

- постоянство переменных;
- неизменность;
- односторонность касательно пространства и многомерности о переменных, имеющиеся на линии в различных местах.
- динамичность (в связи с анализируемым процессом);
- линейность, нелинейность (учитывая выражения, описывающие режим функционирования линий)– при данном характеристики линии являются неизменными показателями.

В сетях с изолированной нейтралью повреждение изоляции одной или нескольких фаз относительно земли не является аварийным режимом, но последствия от таких повреждений могут быть самые тяжелые.

Повреждения изоляции в электрических сетях возникают чаще всего по следующим причинам:

- естественное старение изоляции линий и аппаратов;
- загрязнение изоляции бытовыми и промышленными выбросами. Быстро выходит из строя загрязненная влажная изоляция, если не производится своевременная ее чистка.
- механические повреждения опор и изоляции.
- ошибочные действия оперативно-ремонтного персонала. Ошибки персонала наблюдаются при нарушении правил включения линий после ремонта, при выводе в ремонт, при умышленном нарушении блокировок от неправильных операций с аппаратами сетей;
- атмосферные перенапряжения. Грозовые перенапряжения приводят к авариям чаще всего в тех случаях, когда отсутствуют или вышли из строя средства грозозащиты;
- падение деревьев на провода линий электропередачи при сильном ветре и при лесорубных работах.

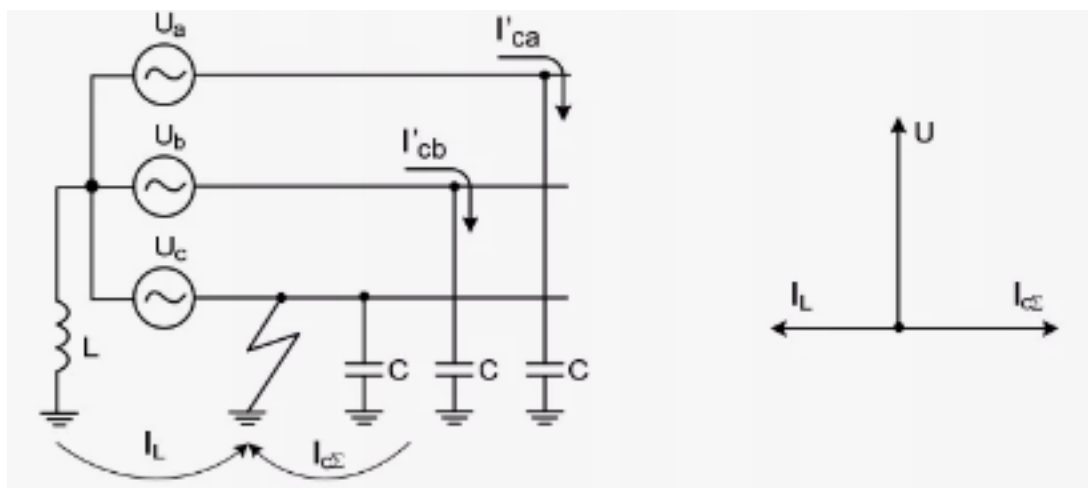
Возникновение Емкостного тока, компенсировать емкостные токи замыкания на землю.

Энергетические сети с рабочим напряжением 6÷35 кВ создаются для работы на линиях электропередач с нейтралью, изолированной от земли. Значительная протяженность городских кабельных сетей приводит к образованию в них большой емкости, поскольку каждый кабель является своеобразным конденсатором. В результате, однофазное замыкание в подобных сетях, может привести к увеличению тока на месте повреждения до нескольких десятков, а в некоторых случаях – и сотен ампер. Воздействие этих токов приводит к быстрому разрушению изоляции кабеля. Из-за этого, в дальнейшем, однофазное замыкание становится двух- или трехфазным, вызывая отключение участка и прерывая электроснабжение потребителей. В самом начале возникает неустойчивая дуга, постепенно превращающаяся в постоянное замыкание на землю.

При нарушении изоляции любой из фаз на контур земли создается замкнутая электрическая цепочка, через которую начинает стекать только емкостной ток. Он не создает короткое замыкание. Поэтому подобную неисправность допускается действующими

документами устранять не мгновенно, а с выдержкой времени до **двух часов**. Она необходима оперативному персоналу как резерв на изменение схемы питания потребителей поврежденной линии без перерыва их электроснабжения.

Компенсация токов замыкания на землю предусматривается при следующих уровнях токов: 6 кВ – 30 А, 10 кВ – 20 А, 35 кВ – 10 А. При более низких уровнях токов однофазного к.з. считается, что дуга не загорается, или гаснет самостоятельно, применение компенсации в этом случае не обязательно.



Компенсация емкостных токов

Когда ток переходит через нулевое значение, дуга сначала пропадает, а затем появляется вновь. Одновременно на неповрежденных фазах возникает повышение напряжения, которое может привести к нарушению изоляции на других участках. Для погашения дуги в поврежденном месте, необходимо выполнить специальные мероприятия по компенсации емкостного тока. С этой целью к нулевой точке сети подключается индуктивная заземляющая дугогасящая катушка.

Дугогасящий реактор: Защита от коротких замыканий и перегрузок

Величина тока, протекающего в месте замыкания, находится в прямой пропорциональной зависимости от величины емкости линии и приложенного напряжения. Емкость линии зависит от ее протяженности и разветвленности. Этот ток имеет небольшие значения, однако опасность такого режима, заключается в периодическом зажигании перемежающейся дуги.

При горении дуги, во-первых, увеличивается фазное напряжение, во-вторых появляются аperiodические составляющие токов, которые негативно сказываются на состоянии изоляции воздушных и кабельных линий. Кроме того, емкостный характер дуги сопровождается выделением теплоты, что порождает благоприятные условия для перехода однофазного замыкания в междуфазное.

Повышение фазных напряжений «здоровых» фаз до уровня линейных напряжений, грозит пробоем ослабленной фазной изоляции других линий, подключенных к этим шинам. Поэтому, согласно правилам техники эксплуатации электрических сетей, к отысканию и отключению поврежденного фидера необходимо приступать незамедлительно.

Для ограничения токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью применяют **дугогасящие реакторы (ДГР)**. Дугогасящий реактор, также известный как индуктивный реактор или дроссель. Главной целью дугогасящего реактора является ограничение тока в электрической цепи и снижение влияния коротких замыканий и перегрузок.

Когда в цепи происходит короткое замыкание или перегрузка, дугогасящий реактор ограничивает рост тока и создает дополнительное сопротивление. Это позволяет снизить риск повреждения проводов, компонентов и устройств в цепи. Благодаря дугогасящим

реакторам удастся предотвратить возможные аварийные ситуации и обеспечить безопасную работу электрической системы.

Подключение катушки осуществляется к нейтрали трансформатора, подключенного к шинам компенсируемой сети. Принцип гашения дуги основан на взаимной компенсации токов емкостного и индуктивного характера.

С этой целью релейные защиты ЛЭП настраиваются в работу на сигнал, а не на отключение питания. Однако в такой ситуации проявляется двойная опасность:

1. попадания человека под действие шагового напряжения, оказавшегося в случайном месте возникновения неисправности;

2. возникновения электрической дуги, когда емкостной ток станет превышать величину в 20 ампер.

Горение дуги разрушает изоляцию проводов и кабелей, переводит однофазное замыкание в двух- или трехфазное КЗ со всеми негативными последствиями. Ее действие ограничивают защитными устройствами.

Список использованных источников

1. Борковский С. О., Горева Т. С., Горева Т. И. Проблема диагностики однофазных замыканий на землю в сетях с малыми токами замыкания на землю // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 954-959.

2. Борухман В. А. Об эксплуатации селективных защит от замыканий на землю в сетях 6-10 кВ и мероприятиях по их совершенствованию // Энергетик. 2000. № 1. С.20-22.

3. Козлов А. В., Шевцов И. С. Анализ аварийности сельских электрических сетей 0,38 кВ в ООО «АКС» «Амурэлектросетьсервис» // Инновационная наука. 2021. № 7. С. 50-54.

4. Лабуз И. В., Загороднев Я. А., Мусорина О. С. Моделирование аварийных режимов распределительной электрической сети 10/0,38 кВ с накопителями электроэнергии // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 33. С. 1391-1404.

5. Папков Б. В., Илюшин П. В., Куликов А. Л. Надежность и эффективность современного электроснабжения: монография. Нижний Новгород: Научно-издательский центр «XXI век», 2021. 160 с.

6. Патент на изобретение № RU 2733 202 C1. Устройство для отключения линии с замыканием на землю в сети с изолированной нейтралью [Текст] / Н. М. Попов, В. Л. Осокин, Е. А. Сбитнев Рос. Федерация: МПК H02H 3/16 (2006/01). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 30 сентября 2020 года.

УДК 567.941

ПЛАСТИНАЛЫҚ ЖЫЛУ АЛМАСТЫРҒЫШТАРДАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОНЫ ЖЕТІЛДІРУ

Қуанышбаев Олжас Жандосұлы

olzhaskuanishbaev@gmail.com

Л.Н. Гумилев ат. ЕҰУ М098-7117-22-01 топ магистранты, Астана, Қазақстан

Аннотация

Мақалада жылу алмасудың маңыздылығын түсіндірілген, негізгі сипаттамаларына шолу жүргізілген және пластиналы жылу алмастырғыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Пластиналық жылу алмастырғыштардағы жылу алмасу тиімділігін жақсарту бойынша талдау қарастырылып, әдістер берілген. Пластиналық жылу алмастырғыштарда жылу берудің сипаттамасы берілген. Жылу алмасу тиімділігіне әсер ететін факторлар көрсетілген. Пластиналық жылу алмастырғыштардағы жылу алмасудың