**Содержание**

Оглавление

[Введение 3](#_Toc29908807)

[Глава 1. 3](#_Toc29908808)

[Проблема 5](#_Toc29908809)

[Пути разрешения проблемы 8](#_Toc29908810)

[Структура бизнес-процессов 10](#_Toc29908811)

[Цели и задачи работы 10](#_Toc29908812)

# Введение

В настоящее время из-за появления различных потребителей электроэнергии особо остро проявляется проблема анализа качества электроэнергии. Дуговой пробой – это скачкообразное изменение напряжения и тока в электроцепи, которое сопровождается выделением световой и тепловой энергии. Из-за того, он слабо исследован, его обнаружение представляет собой существенную проблему при анализе качества электричества. Искрение при дуговом пробое – явление пожароопасное, и в условиях домохозяйств требует скорейшего устранения.

На данный момент существуют методы и устройства для автоматического определения дуговых пробоев, но они обеспечивает недостаточный уровень достоверности срабатываний. Основными проблемами при определении являются естественные допустимые искрения при включении и выключении устройств, естественный шум таких устройств как импульсные блоки питания, диммеры. Таким образом необходимо снизить вероятность ложных срабатываний при естественных краткосрочных искрениях и несрабатываний при наличии искрения на линии.

Данная работа ставит своей задачей использовать в качестве решения данной проблемы механизм машинного обучения, который стал актуален в последнее десятилетие, нейронные сети. Будет использовано одно из основных свойств нейросетей – обобщать полученные данные. В качестве данных выступают параметры сети, при которых искрение существует или не существует, соответственно можно выявить аварийные и нормальные режимы работы.

При исследовании стоит исходить из предположения, что микроконтроллер, на котором будет работать нейросеть, должен иметь низкую стоимость, следовательно и низкую производительность. Следовательно работа нейросети не должна занимать много памяти и процессорного времени.

Данные, на которых будет обучаться нейросеть должны содержать как зашумленные, так и чистые сигналы, с дуговым пробоем и без него, для обеспечения работы системы в различных условиях. Накопление подобных данных поможет в будущем переобучить систему для выявления дугового искрения при новых шумах и помехах.

Научная новизна заключается в разработке системы, включающая обученную, с возможностью переобучения нейросеть, интегрированную в микроконтроллер, которую можно включить в состав существующих систем энергообеспечения в качестве элемента защиты от искрения.

Практически подобная система позволит повысить безопасность существующих систем и повысить оперативность исправления потенциально опасных неисправностей.

# Глава 1.

## Проблема

Дуги-это видимые плазменные разряды, вызванные электрическим током, проходящим через обычно непроводящую среду, такую как воздух сопровождающийся частичным испарением проводникового (электродного) материала. Такое воздействие на проводник может вызвать воспламенение изоляции и последующее возгорание. Это вызвано тем, что электрический ток ионизирует газы в воздухе, температура, создаваемая дугой, может превышать 6000 °С. этих температур достаточно, чтобы начался пожар.

Дуга возникает, когда электрический ток перескакивает через зазор между двумя проводящими материалами. Наиболее распространенными причинами возникновения дуг являются изношенные контакты в электрооборудовании, повреждение изоляции, обрыв кабеля и незакрепленные соединения.

Хотя за последние десять лет пожары в жилых домах значительно уменьшились, все еще существует значительное число пожаров, которые объясняются неисправностями в электроснабжении.

AFDDs стоит рассмотреть, если существует повышенный риск пожара, например:

-Помещения со спальным местом, например, жилые дома, гостиницы и общежития.

Места с риском возникновения пожара из-за характера обрабатываемых или складируемых материалов, например, склады горючих материалов.

Локации с горючими строительными материалами, например, деревянные здания.

Пожароопасные сооружения, например, крытые соломой здания и каркасные строения.

Места с угрозой невосполнимых товаров, например, музеи, перечисленные здания и предметы, имеющие сентиментальную ценность.

Возможно, также стоит поговорить с вашей страховой компанией, чтобы узнать, будут ли они выплачивать в случае пожара, если AFDDs не были установлены, как рекомендовано в BS 7671: 2018.

Проводка стала для них легко доступной в одной части здания. Систематическое повреждение кабелей привело к тому, что они стали тоньше, что привело к увеличению плотности тока в месте повреждения. Это увеличило температуру в поврежденной части кабеля, изоляция вокруг повреждения начала обугливаться, и начали появляться электрические дуги. Фактически были созданы идеальные условия для пожара-достаточная температура и обугленный пластик, способный подпитывать огонь. И вот магазин был подожжен. Датчики температуры и система пожаротушения не смогли предотвратить пожар.

Первичный выключатель и предохранитель не могли отключиться, потому что они не способны реагировать на такую неисправность. Ток в цепи, который привел бы в действие автоматический выключатель или предохранитель, оставался на стандартном рабочем уровне из-за отсутствия короткого замыкания или перегрузки. Ни автоматический выключатель, ни предохранитель не могут реагировать на увеличение плотности тока (с последующими дугами замыкания) только в части питающего кабеля. Они не предназначены для этого. На самом деле никакой защиты не было. До сих пор! Никакого решения не существует.

1) дуги неисправностей серии (L) в основном вызваны разрывом проводника или потерей контакта последовательно с нагрузкой. В этих случаях ток меньше рабочего тока, и автоматические выключатели и выключатели остаточного тока не способны обнаружить и отключить неисправность. И таким образом приборы обнаружения неисправностей дуги предназначены для обнаружения дуг неисправности и прерывания цепи до того, как энергия в точке неисправности достигнет значений, ведущих к пожару. Событие, описанное в начале этой статьи, соответствует этому типу неисправности.

2) параллельные дуги повреждения (L-N) вызваны электрической дугой из-за поврежденной изоляции, которая позволила соединить два проводника. Значение тока определяется сопротивлением цепи. Цепь выключается в зависимости от номинального тока ее защитного устройства (например, автоматического выключателя). Если сопротивление цепи слишком велико, а ток размыкания защитного устройства не достигнут, то размыкание может и не произойти. В AFDD будут отключать неисправности ток дуги выше, чем 2,5 а, таким образом, обеспечивая надежную защиту.

3) параллельные дуги неисправностей (L-PE). Дуги замыкания фазы на землю (ПЭ) обнаруживаются и надежно отключаются автоматическими выключателями остаточного тока. Выключатели остаточного тока с IΔn 300 мА обеспечивают защиту от пожара в течение многих лет. AFDD также обнаруживает эти типы дуг недостатка таким образом обеспечивая предохранение в местах где остаточные настоящие автоматические выключатели не установлены. В некоторых случаях устройства защиты от перегрузки по току (автоматический выключатель, предохранитель) не обеспечивают никакой защиты, так как сопротивление неисправной цепи может быть слишком высоким.

Высокая устойчивость к непреднамеренному отключению

АФДД должны не только обеспечивать надежную защиту от пожара, вызванного электричеством, но и реагировать только в случае реальной неисправности. Для ОЭЗ АФДД это означает, что она должна надежно выбирать между дугами неисправностей, для которых требуется отключение в указанных пределах, и рабочими дугами (или токовым поведением) электрических нагрузок, при которых отключение не должно происходить. AFDD не должен отключаться в случае возникновения любого из этих сигналов в процессе эксплуатации или в случае неисправности дуги соседней цепи:

- дуга на контактах выключателя, при переключении ламп; дуга щеточных двигателей; контакт старых реле

- высокочастотный (ВЧ) шум-речь идет о шуме от диммеров, компьютерных LAN-карт до низковольтных розеток (линий электропередач) и т.д.

Причинами для дугоового пробоя могут послужить:  
- потеря контакта соединения из-за неправильного затягивания или подобного  
- кабели, поврежденные неправильным или чрезмерным использованием, например, частым изгибом, вытягиванием кабеля вместо частей, предназначенных для него, намоткой кабеля на прибор.  
- проводник поврежден гвоздем или шурупом  
- слишком тугие крепления кабеля  
- кабель поврежденный окружающей средой: ультрафиолетовое излучение, температура, влага, химикаты.  
- кабели слишком натянуты и перегнуты до уровня риска повреждения  
- кабели, разрушенные грызунами  
- кабели, ведущие к прибору, раздавлены мебелью, приборами, дверями, окнами и т. Д/

Электрические пожары продолжают происходить практически с одинаковой частотой из года в год, хотя многие из этих инцидентов можно предотвратить.

Может быть, это отчасти потому, что в зданиях больше элементов электрического оборудования, чем когда-либо прежде? Электрические пожары, вызванные дуговыми неисправностями, обычно происходят при незакрепленных соединениях, плохих концах, поврежденных проводах и кабелях или через старую, слабую и неисправную изоляцию.

Когда вы слышите жужжание или шипение выключателя или розетки, вы слышите дугу, когда это происходит. Эта дуга преобразуется в тепло, которое может разрушить изоляцию, окружающую отдельные проводящие провода, обеспечивая триггер для электрических пожаров. Жужжание выключателя не означает, что пожар обязательно неизбежен, но это означает, что существует потенциальная опасность, которую следует устранить.

ермин защита от дуговых замыканий относится к любому устройству, которое предназначено для защиты от этой проблемы.

Дуговых замыканий и коротких замыканий и замыканий на Землю

Термины "дуговой разлом", "замыкание на землю" и "короткое замыкание" иногда путают, считая, что они означают одно и то же, но на самом деле они имеют разные значения, и каждый из них требует различной стратегии предотвращения.

Короткое замыкание относится к любой ситуации, в которой находящийся под напряжением "горячий" ток выходит за пределы установленной системы электропроводки и вступает в контакт либо с нейтральным проводящим трактом, либо с заземляющим трактом. Когда это происходит, поток тока теряет свое сопротивление и внезапно увеличивается в объеме. Это быстро приводит к тому, что поток превышает силу тока выключателя, управляющего цепью, которая обычно отключается, чтобы остановить поток тока.

Замыкание на землю относится к определенному типу короткого замыкания, при котором находящийся под напряжением "горячий" ток случайно соприкасается с землей. На самом деле, замыкание на Землю иногда называют "коротким замыканием на землю"."Как и другие типы коротких замыканий, провода цепи теряют сопротивление во время замыкания на землю, и это вызывает беспрепятственный поток тока, который должен вызвать отключение выключателя. Однако автоматический выключатель может работать недостаточно быстро, чтобы предотвратить удар током, и по этой причине электрический код требует специальных защитных устройств, известных как GFCI (ground-fault circuit interrupters), устанавливаемых в местах, где наиболее вероятно возникновение замыканий на Землю, таких как розетки рядом с водопроводными трубами или на открытом воздухе. Поскольку эти устройства воспринимают изменения мощности очень быстро, они могут отключить цепь еще до того, как удар будет ощущаться. Таким образом, GFCI-это предохранительное устройство, предназначенное главным образом для защиты от ударов.

Неисправность дуги, как упоминалось выше, возникает, когда свободные соединения проводов или коррозия проводов вызывают искрение или дугу, что может привести к нагреву и возникновению электрических пожаров. Это может быть предвестником короткого замыкания или замыкания на землю, но само по себе дуговое замыкание не может отключить ни GFCI, ни автоматический выключатель. Нормальным средством защиты от дуговых замыканий является AFCI (arc-fault circuit interrupter) - либо розетка AFCI, либо автоматический выключатель AFCI. Афки предназначены для защиты от опасности пожара.

Важно понимать, что AFCI не занимает место защиты GFCI. Хотя прерыватели цепи замыкания на землю защищают от ударов, они не предназначены для защиты от огня, как это делает AFCI. Таким образом, в новой или реконструированной проводке многие места потребуют как защиты GFCI, так и защиты AFCI. Это может быть достигнуто путем установки автоматических выключателей AFCI, а затем с помощью розеток GFCI в определенных местах; или существуют комбинированные автоматические выключатели AFCI/GFCI, которые могут предложить оба типа защиты для всей цепи.

## Пути разрешения проблемы

Афдд-это защитные устройства, устанавливаемые в потребительских блоках для обеспечения защиты от дуговых замыканий. Они используют микропроцессорную технологию для анализа формы волны электричества, используемого для обнаружения любых необычных сигнатур, которые означали бы дугу в цепи. Это приведет к отключению питания в пораженной цепи и может предотвратить пожар. Они гораздо более чувствительны к дугам, чем обычные защитные устройства.

Подобно выключателю остаточного тока (RCCB) или выключателю остаточного тока с защитой от перегрузки по току (RCBO), AFDDs обычно включают в себя тестовую кнопку, которой может управлять конечный пользователь, чтобы доказать механическую работу устройства.

Что касается физических размеров, то в настоящее время AFDD обычно вдвое больше, чем автоматический выключатель, и для их размещения потребуется более крупный потребительский блок. Маловероятно, что Афдд могут быть установлены в существующем потребительском блоке из-за свободного физического пространства и существующей схемы подключения шинопровода, Афдд требуют шины с живыми и нейтральными соединениями.

Нужно ли устанавливать устройства обнаружения дуговых неисправностей?

Проектировщик/монтажник электрооборудования лучше всего подходит для предоставления консультаций по установке Афдд.

Нужно ли устанавливать AFDD на каждом контуре?

В некоторых случаях может быть целесообразной защита отдельных конечных контуров, а не других, но если опасность связана с распространением огня на конструкции, например, деревянное здание, то вся установка должна быть защищена.

Это новое решение-устройство обнаружения неисправностей дуги-AFDD. В отличие от автоматических выключателей, предохранителей или автоматических выключателей остаточного тока, AFDD может обнаруживать и отключать такие токи и тем самым предотвращать возгорание! AFDD заполняет защитный зазор, существующий в проводке до сих пор. Если бы АФДД был установлен, описанное выше событие не произошло бы или его вероятность была бы существенно устранена.

Как правило, AFDD (arc fault detection device) - это устройство, предназначенное для смягчения влияния дуги неисправности путем отключения цепи в случае обнаружения дуги неисправности. Аварийная дуга представляет собой опасную случайную дугу между проводниками-легкий электрический разряд через изоляционную среду, обычно сопровождающийся частичным испарением проводникового (электродного) материала. Такое воздействие на проводник может вызвать воспламенение изоляции и последующее возгорание здания. И таким образом AFDD устраняет такие эффекты.

Что касается положительных преимуществ, то установка AFDD станет обязательной во все большем числе стран и во все большем числе стандартов, где будет упомянута эта защита.

Приборы обнаружения неисправностей дуги (AFDDs), могут уменьшить вероятность электрических пожаров от этих условий путем обнаружения условий горения дуги до перегрева и воспламенения горючих материалов. В таких странах, как США, где использование AFDDs началось несколько лет назад, сообщалось о снижении на 10% числа подобных инцидентов.

"Проектировщики и монтажники должны обеспечить, чтобы установка была устроена так, чтобы риск возгорания от высоких температур или электрической дуги был минимизирован, и чтобы была обеспечена защита от вредных тепловых воздействий. Требования к защите включают защиту от пожара, вызванного дефектами изоляции, дугами и искрами, а также высокой температурой.”

AFDDs работают, защищая специально от дуговых неисправностей, поскольку они автоматически отключают цепь, когда они обнаруживают опасные электрические дуги – таким образом предотвращая вспышку пожара.

Афдд постоянно отслеживают и анализируют паттерны сигналов напряжения и электрического тока, выискивая отклонения от нормальных паттернов сигналов, которые обозначают потенциально опасную дугу.

Количество электрических пожаров может быть уменьшено с помощью этого признанного устройства, к которому установщики теперь могут легко получить доступ и установить.

Термин защита от дуговых замыканий относится к любому устройству, которое предназначено для защиты от этой проблемы.

Основная защита обеспечивается крышкой потребительского блока и крышкой шинопровода внутри, они предотвращают контакт с токоведущими частями внутри.

В вашем потребительском блоке будет автоматический выключатель для каждой из цепей в вашем имуществе, который обеспечивает защиту от сбоев, они защитят ваши цепи от:

Перегрузка например подключение ко многим вещам удлинителя или адаптера розетки

Ток короткого замыкания, например, утечка в вашей ванной комнате распространяется на освещение в комнате ниже, вода входит в контакт с линией и нейтральными проводниками одновременно.

Например, вы случайно просверливаете кабель, закопанный в стену, ток проходит через вас от проводника линии к Земле.

У вас также есть два УЗО, каждый из которых защищает банк цепей, они предназначены для обеспечения дополнительной защиты в случае замыкания линии на землю. Однако из-за способа работы УЗО требуется намного меньше тока, чтобы заставить его работать в отличие от автоматического выключателя. Так что в случае замыкания линии на землю они, как правило, будут действовать первыми.

Как вы можете видеть, вы довольно хорошо защищены: вы можете подключить слишком много вещей в розетку, и автоматический выключатель сработает, прежде чем ваш кабель сгорит (а затем подожжет ваш дом), вы можете затопить ванную комнату и наполнить ваши лампы водой, и ваш автоматический выключатель сработает, не давая вам войти в контакт с электричеством, вы можете просверлить отверстие в стене прямо через кабель, и УЗО сработает, прежде чем автоматический выключатель даже заглянет внутрь, снова защищая вас от поражения электрическим током.

АФДД-это электронное оборудование; они непрерывно контролируют волновую форму тока, протекающего через цепь или цепи. При обнаружении аномальной сигнатуры, такой как та, которая создается дуговым замыканием в форме волны, они работают, отключая цепь или цепи.

Как мы уже говорили ранее, существуют дуги, которые возникают во время нормальной работы электрической установки, AFDD спроектированы и протестированы таким образом, что они распознают "нормальную" дугу, например, в электрическом двигателе, приводящем в действие пылесос, и не реагируют.

AFDD не обнаружат замыкание линии на землю, как это делает УЗО или автоматический выключатель, они не обнаружат замыкание линии на нейтраль, как это делает автоматический выключатель, и они не обнаружат ток перегрузки, как это делает автоматический выключатель.

Нужно ли мне установить AFDD?

Технически-нет. Однако, как это в настоящее время стоит BS7671: 2018 18-е издание правил проводки рекомендует, чтобы они были установлены в определенных типах помещений.

Таким образом электрическая безопасность является комплексным набором мероприятий, таких как защита от перегрузки, защита от замыкания на землю, защита от дуговых пробоев. Однако существенное развитие защита от дуговых пробоев получила относительно недавно так как была недооценена и существовали заметные технические ограничения. На данный момент ведущие производители электрического защитного оборудования стремятся создать свои средства защиты для конкуренции на рынке. Также мероприятиями по безопасности являются стандарты на размещение электрических линий в помещениях, выполнению их монтажа.

Выявление этой угрозы позволило разработать стандарты, например BS7671, которые включают обязательную защиту от дугового пробоя в заданных помещениях и строениях.

## Структура бизнес-процессов

## Цели и задачи работы