Анализ аварийных режимов и отказов оборудования

Питающие электрические сети являются звеном большой электроэнергетической системы, все элементы которой участвуют в едином и непрерывном производственном процессе по выработке, преобразованию, передаче и распределению электрической энергии. Основной особенностью этого процесса является быстротечность явлений, неизбежность повреждений и отказов оборудования, что является причиной возникновения аварийных режимов.

Обычно, аварийные нарушения режима быстро ликвидируются действием защитных и автоматических устройств. Однако, в отдельных случаях, включающих один или более отказов, развитие аварии приводит к сложным аварийным ситуациям. Их ликвидация связана уже не столько с уровнем автоматического, сколько с уровнем оперативного управления. В этих условиях, перед диспетчером стоит задача выбора оптимального решения по восстановлению сети, под которым понимается: сокращение времени перерыва питания; уменьшение числа коммутаций в сети; недопущение дальнейшего развития аварии. Ошибочное решение по восстановлению в подобных сетях вызывает расширение границ аварии и усложняет ее ликвидацию. Поэтому, диспетчеру необходим детальный анализ телесигналов о работе РЗА и выключателей, являющийся составной частью задачи оценивания сложных аварийных ситуаций.

Оценивании сложные аварийные ситуации в питающих электрических сетях, к которым отнесем сети напряжением 35 кВ и выше, служащие для передачи электроэнергии от электрических станций и системообразующих сетей к распределительным. Такие сети, обычно, имеют сложнозамкнутую структуру и характеризуются как кибернетические системы, т.е. системы, состоящие из множества взаимосвязанных объектов с устройствами автоматического управления. Существующая тенденция к усложнению схем питающих сетей, к увеличению количества защитных и автоматических устройств с микропроцессорной базой, с одной стороны, повышает надежность работы этих сетей. Однако, с другой стороны, эксплуатация непременно связана со сложными режимами работы, сложными аварийными ситуациями и сложными процессами их ликвидации.

Анализируются аварийные режимы и отказы на конкретном оборудовании, а также на подобном, происходит исследование подетально частей и узлов оборудовании приведших к аварии с учетом времени прошедшего после технического обслуживания, текущего ремонта, капитального ремонта.

Составляются аварийные акты с подробным описанием развития и поврежденного оборудования, виновники развития и протекания аварии, недоотпуск продукции и т.д.

После полного анализа могут быть изданы соответствующие распоряжения и дополнительные инструкции для предупреждения подобных аварийных режимов и отказов оборудования.

# Анализ аварийных режимов и отказов оборудования.

|  |
| --- |
|  |

**Выбор аппаратуры защиты**

Анализ отказов и неноминальных режимов работы электрических машин позволяет выделить следующие типы аварий, часто встречающиеся на практике:

-короткое замыкание (КЗ) на зажимах машины либо в обмотке статора;

-заторможенный ротор при пуске двигателя (режим КЗ двигателя, особенно часто встречается при его прямом пуске);

-обрыв фазы обмотки статора (часто встречается при защите обмоток плавкими предохранителями);

-технологические перегрузки, возникающие при набросе нагрузки в процессе работы двигателя;

-нарушение охлаждения, вызванное неисправностью системы принудительной вентиляции двигателя;

-уменьшение сопротивления изоляции, происходящее в результате старения изоляции из-за циклических температурных перегрузок.

Аварийные режимы в цепи асинхронного двигателя могут выз­вать либо кратковременное увеличение тока в 12... 17 раз по сравнению с номинальным, либо длительное протекание тока, в 5... 7 раз превышающего его номинальное значение.

Для защиты электрических цепей от режима КЗ широко применяются автоматические выключатели, токовые реле и предохранители. При перегрузке по току требуется другое защитное оборудование. Так, при обрыве одной из фаз асинхронного двигателя наиболее эффективными являются минимальная токовая и температурная защиты; менее эффективной, но работоспособной — тепловая защита (тепловые реле). При заторможенном роторе весьма эффективны максимальные токовые реле и температурная защита, менее эффективна — тепловая защита. При перегрузке лучшие результаты дает температурная защита. Эффективны также тепловые реле. При нарушении охлаждения двигателя только температурная защита может предотвратить аварию.

Уменьшение сопротивления изоляции статорной обмотки двигателя может спровоцировать как перегрузку в цепи, так и КЗ.

Защита при такой аварии осуществляется специальными устройствами контроля сопротивления изоляции обмотки двигателя.

Основным аварийным режимом в осветительных установках является КЗ. Защита от перегрузки требуется только для осветительных установок, эксплуатируемых внутри помещений и во взрыво- и пожароопасной среде. Наиболее распространенным аппаратом защиты осветительных установок является автоматический выключатель. При включении ламп накаливания появляется кратковременный бросок тока, в 10...20 раз превышающий номинальный ток. Примерно за 0,06 с ток снижается до номинального. Значение броска тока определяется мощностью ламп. При выборе типа защиты ламп накаливания необходимо учиты­вать особенности их пусковых характеристик.

В связи с широким распространением силовой полупроводниковой техники для ее защиты требуется применение эффективных устройств. Одним из главных недостатков силовых полупроводниковых приборов является их низкая перегрузочная способность по току, что накладывает жесткие условия на аппаратуру защиты (по быстродействию, селектив­ности и надежности срабатывания). В настоящее время для защиты силовых полупроводниковых приборов от КЗ (как внешних, так и внутренних) применяются быстродействующие автоматические выключатели, полупроводниковые выключатели, ваку­умные выключатели, импульсные дуговые коммутаторы, быстродействующие плавкие предохранители и др. Целесообразность применения той или иной защиты силовых полупроводниковых приборов определяется конкретными условиями их эксплуатации. Особое место занимает защита электрических цепей. В настоящее время широко используются сети напряжением от 0,4 до 750 кВ. Основными, наиболее опасными и частыми видами повреждений в сетях являются КЗ между фазами и замыкание фазы на землю.

Основная масса потребителей получает питание от распределительных сетей напряжением 0,4; 6 и 10 кВ (в последнее время нашли широкое применение сети напряжением 0,66 кВ). Для питания стационарных силовых потребителей и осветительных уста­новок общего назначения применяются трехфазные четырехпроводные сети напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. Силовые потребители подключены к линейным напряжениям сети, а осветительные приборы — к фазным. Мощные силовые потребители, например электродвигатели мощностью 160 кВт и выше, имеют напряжения 0,66; 6 и 10 кВ.

Основными аварийными режимами в таких сетях являются: однофазное КЗ (до 60% аварий), трехфазное КЗ (до 10%), двухфазное КЗ на землю (до 20%), двухфазное КЗ (до 10%).

Защита электрических сетей напряжением до 1000 В осуществляется, как правило, аппаратами зашиты, а сети напряжением свыше 1000 В имеют релейную защиту.

Самыми распространенными аппаратами защиты сетей являются автоматические выключатели и предохранители. Если требуется иметь защиту с высоким быстродействием, чувствительностью или селективностью, то применяют релейную защиту, выполненную на базе реле и автоматических выключателей.

Электрические сети напряжением до 1000 В внутри помещений должны иметь также защиту от перегрузки, выполненную, как правило, на базе автоматических выключателей с тепловым или комбинированным расцепителями.

Основной задачей, стоящей при выборе аппаратуры защиты потребителей и электрических сетей, является согласование характеристик устройств защиты с предельными нагрузочными характеристиками (зависимостями допустимого тока от длительности его протекания) различных потребителей и сетей (проводов и кабелей). Для каждого конкретного типа потребителей наиболее полное согласование может быть достигнуто при использовании определенного типа аппаратов защиты. В случае полного согласования вольтамперные и временные характеристики аппарата защиты на графике проходят выше и как можно ближе к нагрузочной характеристике потребителя.

# Причины аварии и отказов на подстанциях и в электрических сетях

Важнейшей обязанностью работников эксплуатации подстанций является обеспечение надежной работы электрического оборудования и бесперебойного электроснабжения потребителей. Все случаи нарушении нормальных режимов работы подстанций (автоматические отключения оборудования при [коротких замыканиях](http://electricalschool.info/main/osnovy/280-prichiny-vozniknovenija-i-posledstvija.html), ошибочные действия персонала, перерывы в электроснабжении потребителей и др.) рассматриваются как аварии или отказы в работе в зависимости ох их характера, степени повреждения оборудования и тех последствий, к которым они привели.

Аварии на подстанциях могут произойти в результате неожиданных повреждений оборудования, нарушений в работе оборудования от возможных перенапряжений и воздействий электрической дуги, отказов в работе устройств релейной защиты, автоматики, аппаратов вторичной коммутации, ошибочных действий персонала (оперативного, ремонтного, производственных служб).

Причинами неожиданных повреждений оборудования. как правило являются некачественный монтаж и ремонт оборудования (например, отказы выключателей из-за плохой регулировки переда точных механизмов и приводов), неудовлетворительная [эксплуатация оборудования](http://electricalschool.info/main/ekspluat/), неудовлетворительный уход, например, за [контактными соединениями](http://electricalschool.info/main/drugoe/376-kontakty-v-jelektroustanovkakh-i.html), что приводит к их перегреву с последующим разрывом цепи рабочего тока и возникновению короткого замыкания, дефекты конструкций и технологии изготовления оборудования (заводские дефекты), естественное старение и форсированные износы изоляции. Например, систематическое превышение температуры обмоток трансформатора сверх допустимой на 6 оС сокращает срок возможного использования его изоляции вдвое.

Причинами нарушений в работе электроустановок могут быть грозовые и коммутационные перенапряжении, при этом повреждается изоляция трансформаторов, выключателей, разъеденителей и другого оборудования. Чрезмерное загрязнение и увлажнение изоляции способствуют ее перекрытию и пробою.

Однофазные замыкания на землю в сетях 6 - 35 кВ, сопровождающиеся горением заземляющих дуг (вследствие недостаточной компенсации емкостных токов), приводят к перенапряжениям, пробоям изоляции электрическнх машин и аппаратов, а непосредственное воздействие заземляющих дуг к разрушению изоляторов, расплавлению шин, выгоранию цепей вторичной коммутации в ячейках КРУ и др.

Причины отказов и работе устройств релейной зашиты, автоматики и аппаратуры вторичной коммутации следующие: неисправности электрических и механических частей реле, нарушения контактных соединений, обрывы жил контрольных кабелей, цепей управления и т.д., неправильный выбор или несвоевременное изменение уставок и характеристик реле, ошибки монтажа и дефекты в схемах релейной защиты и автоматики, неправильные действия персонала при обслуживании устройств релейной защиты и автоматики.

Каждая причина может привести к отказу в отключении или неселективному отключению оборудования во время короткого замыкания и иметь тяжелые последствия вплоть до развития местных аварий в системные.

Причинами ошибочных действий персонала при выполнении переключений в большинстве случаев являются нарушения оперативной дисциплины, пренебрежительное отношение к требованиям правил технической эксплуатации, недостаточное знание инструкций, невнимательность, отсутствие контроля за собственными действиями и др.

Выше названы лишь основные, наиболее часто повторяющиеся причины аварий и не указаны многие другие, имеющие место при эксплуатации электрооборудования подстанций и электрических сетей. И хотя причины аварий кажутся порой случайными, вероятность повторения их все же достаточно велика. Поэтому все случаи аварки самым тщательным обратом расследуются, изучаются, и принимаются меры к тому, чтобы исключить их повторение.

Аварии на подстанциях события сравнительно редкие, но чрезвычайно значительные по своим последствиям. Они устраняются по основном действием специальных автоматических устройств, в иных же случаях ликвидируются действиями оперативного персонала.

Ликвидация аварий оперативным персоналом заключается: [в выполнении переключений](http://electricalschool.info/main/ekspluat/119-porjadok-perekljuchenijj-v.html), необходимых для отделения поврежденного оборудования и предупреждения развития аварии, в устранении опасности для персонала, в локализации и ликвидации очагов возгораний в случае их возникновения, в восстановлении в кратчайший срок электроснабжения потребителей, в выяснении состояния отключившегося oт сети оборудования и принятии мер по включению его в работу или выводу в ремонт.

Для оперативного персонала ликвидация аварий является трудной задачей, решение которой связано с мобилизацией в короткий период времени всех его знаний, навыков и опыта. Трудность решения усугубляется сознанием личной ответственности за правильность принимаемых решений в неожиданно возникшей и подчас сложной аварийной ситуации, когда персонал, испытывая эмоциональное напряжение, должен действовать безошибочно, четко и быстро. В этих условиях выдержка персонала, самообладание, сосредоточенность и концентрация внимания на главном являются залогом успешной ликвидации аварии.