

## 2.2. Повреждения, аварии и отказы оборудования

Некачественный монтаж и ремонт электрооборудования подстанций, а также неудовлетворительная его эксплуатация – основные причины повреждений оборудования электрических подстанций. Кроме того, возможны заводские дефекты отдельных деталей оборудования, например, дефекты приводов или применение изоляционных материалов низкого качества.

В процессе эксплуатации типичными повреждениями являются повреждения изоляции (увлажнение, тепловой износ и механические повреждения). Другими причинами являются:

- неправильная настройка и регулировка, а также эксплуатация неисправных устройств релейной защиты и автоматики;
- неправильный выбор уставок приборов защиты и автоматики, плавких вставок предохранителей;
- повреждение цепей управления, устройств защиты, автоматики и телемеханики;
- несоблюдение требований систем ППП – нарушение сроков и объемов осмотров, ремонтов и профилактических испытаний;
- снижение уровня масла в маслонаполненных аппаратах ниже допустимого предела;
- эксплуатация неисправного оборудования;
- невыполнение директивных указаний по устранению аварийных очагов;
- старение и износ изоляционных и конструктивных материалов (коррозия, загнивание и т.п.).

К *атмосферным воздействиям и влияниям климатических и внешних условий* относятся: грозы; сильный ветер (скорость выше расчетного значения); гололед (мокрый снег) на ВЛ выше расчетного значения толщины стенок гололеда; гололед с ветром выше расчетных значений; загрязнение, увлажнение изоляции; снежные заносы; паводок; температурные атмосферные воздействия; обвалы, осадки, вспучивание грунта.

К *посторонним воздействиям* относятся: перекрытие токоведущих частей птицами, животными, посторонними предметами; наезд транспортных средств, высокогабаритных машин и механизмов; разрушение изоляторов; пожар, загорание: падение деревьев на опоры и провода ВЛ; механические повреждения кабелей и трубопроводов при земляных работах; прочие посторонние воздействия.

*Ошибки при оперативных переключениях*, приводящие к крупным авариям, иногда происходят и по вине оперативного персонала. В основном это происходит из-за нарушений оперативной дисциплины. *Оперативная дисциплина* – это строгое и точное соблюдение персоналом определенного порядка при переключениях и правил поведения на рабочем месте, установленных ПТЭЭП и техники безопасности, должностными положениями и инструкциями.

Реально проводимые операции с оборудованием сопровождаются проверками, которые информируют персонал о благополучном завершении операций по переключениям. *Например*, в оперативных переключениях по бланку переключений участвуют два человека: контролирующее лицо и лицо, проводящее переключения. Контролирующее лицо должно иметь более высокую группу допуска по электробезопасности, так как он контролирует правильность проведения оперативных переключений и отмечает в бланке проведенные операции. Такой подход к делу уменьшает вероятность ошибок.

Все случаи нарушений нормальных режимов работы подстанций рассматриваются как аварии или отказы в работе в зависимости от 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.

### *Аварии и отказы*

*В системах внешнего электроснабжения авариями* считаются:

– нарушения в работе системы внешнего электроснабжения, вызвавшие перерыв в электроснабжении электроприемников I категории на время, превышающее время действия устройств автоматического повторного включения (АПВ) или автоматического ввода резервного питания (АВР), или время, допустимое по технологии производства для отдельных электроприемников I категории (кратковременное прекращение электроснабжения не более 20 мин); электроприемников II категории – на 10 ч и более;

– перерыв электроснабжения электроприемников I категории учитывается как авария во всех случаях, когда нарушение электроснабжения произошло из-за ошибочных действий персонала при переключениях, пуске или остановке оборудования, работе в цепях защиты и т.п.;

– нарушение нормальной работы или повреждение оборудования, приведшее к перерыву или ограничению отпуска потребителям электроэнергии, вызвавшему снижение объема производства основной продукции в размере более двухчасового планового задания;

– повреждение основного электрооборудования, даже если оно не вызвало снижения производства продукции, но потребовало остановки и восстановительного ремонта продолжительностью более 1 суток.

*В электрических сетях и на подстанциях* аварией считается нарушение нормальной работы или повреждение оборудования подстанций, распределительных устройств, воздушных и кабельных (соединительных) линий электропередачи напряжением 6 кВ и выше, вызвавшее остановку основного технологического оборудования или расстройство непрерывного технологического процесса и приведшее к снижению объема производства основной продукции в размере более двухчасового планового задания.

*Отказами I степени* на объектах энергетического хозяйства считаются нарушение нормальной работы или повреждение оборудования, приведшее к перерыву или ограничению отпуска потребителям электроэнергии, сжатого воздуха, доменного дутья, пара, горячей воды, остановке основного технологического оборудования и вызвавшее снижение объема производства основной продукции в размере менее двухчасового планового задания.

*К отказам II степени* относятся все нарушения нормальной работы объектов энергетического хозяйства, а также повреждения энергетического оборудования, если они не являются авариями или отказами в работе I степени.

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

Оперативный персонал в большинстве случаев узнает о возникновении и развитии аварии по срабатыванию устройств автоматической сигнализации, показаниям измерительных приборов, действию релейной защиты и автоматики. Аварийная сигнализация срабатывает при несоответствии положения коммутационного аппарата и его ключа управления и извещает персонал об автоматических отключениях оборудования звуковыми и световыми сигналами.

Сигнализация действия защиты на щитах управления и релейных щитах подстанций помогает персоналу быстрее ориентироваться в аварийной обстановке.

Во время аварии оперативный персонал может находиться не только на щите управления, но и в любом другом месте на территории подстанции, поэтому во всех без исключения случаях срабатывания аварийной сигнализации персонал обязан явиться на щит управления, так как только там он может получить необходимую информацию и оценить сложившуюся аварийную ситуацию.

Ликвидация аварий является трудной задачей, решение которой связано с мобилизацией в короткий период времени всех знаний, навыков и опыта персонала. Трудность решений усложняется от сознания личной ответственности за правильность принимаемых решений в сложной обстановке и нехватке времени. В этих условиях от оперативного персонала требуются максимальная выдержка, концентрация внимания и сосредоточенность на главной проблеме. Принятие решений, предотвращающих дальнейшее развитие аварии и выполнение их – один из этапов ликвидации аварии. Кроме того, оперативный дежурный должен принять меры к восстановлению электроснабжения потребителей. О случившемся в сжатой форме сообщается энергодиспетчеру: причина аварии, принятые меры по ее ликвидации и послеаварийный режим работы.

При аварии оперативный персонал должен:

- сообщить диспетчеру, в оперативном управлении (или ведении) которого находится оборудование, о возникновении аварийной ситуации;
- получить разрешение и осмотреть реле на панелях релейной защиты и автоматики. Сработавшие указательные реле пометить мелом или другим способом;
- записать время начала аварии и наименования сработавших выходных реле защиты и автоматики, после чего поднять флажки указательных реле;
- отключить действие звуковой сигнализации (внешнего раздражителя), так как она выполнила свою роль и в дальнейшем будет только мешать;
- определить место аварии по световой сигнализации положения выключателей и показаниям электроизмерительных приборов.

При этом принимаются к сведению личные наблюдения и сообщения о замеченных явлениях, которые могут дать исчерпывающую информацию о месте возникновения аварии. Общее представление о размерах аварии и о мере нарушений электроснабжения потребителей составляют на основании показаний световых табло на щите управления, выпавших блинкеров указательных реле устройств релейной защиты и автоматики и намечают ориентировочный план действий по ликвидации аварии. Все это надлежит выполнить быстро, но без излишней торопливости, чтобы избежать ошибки из-за недоучета какой-либо информации или явления. Непродуманные до конца или неосознанные действия могут привести к развитию аварии вместо того, чтобы содействовать ее ликвидации.

При анализе информации важно не столько максимальное использование всей собранной информации, сколько умение отобрать нужную информацию, дать оценку ее значимости в данной ситуации.

*Например, при оценке аварийной ситуации по указателям сработавших устройств релейной зоны и автоматики должны учитываться принципы и зоны действия защит, на какие виды повреждений они реагируют. Учитывается возможность ложных отключений неповрежденного оборудования, отказов в отключении повредившегося оборудования, а также отказов в работе автоматических устройств.*

При поступлении противоречивой или весьма объемной информации персоналу трудно за короткий период времени провести анализ и увязать его с конкретными действиями. В этом случае необходимо сосредоточить внимание на главном (устранении опасности для персонала, тушении пожара, обеспечении питания потребителей, локализации аварии). Концентрация внимания на главных, решающих признаках сложившейся обстановки помогает быстро находить нужное решение и сразу осуществлять его практически. Практика показывает, что без логического анализа информации истинное понимание аварии и поиск путей быстрой и рациональной

ликвидации ее невозможны. Анализ ценен также тем, что в процессе его не только опознается происшедшее, но и зарождается идея решения проблемы, вырабатывается план ответных действий, основой которого является представление аварийной ситуации в целом с учетом возможных причин ее возникновения. Составление плана ответных действий – один из важнейших навыков персонала.

К *основным требованиям* к плану действий относятся:

- обеспечение безопасности персонала;
- сохранность оборудования;
- быстрое восстановление электроснабжения потребителей.

План не должен также противоречить требованиям энергосистемы: его осуществление не должно препятствовать выпуску мощности электростанциями, ограничению перетоков мощности по линиям и через шины узловых подстанций. Реализация плана действий должна выполняться персоналом осознанно, без нарушений установленного порядка переключений и правил безопасности и в то же время быстро.

Очень важно, чтобы при восстановлении схемы подстанции не были допущены ошибки, которые могли бы привести к развитию аварии.

*Основные пункты* плана ликвидации аварий оперативным персоналом:

- производство оперативных переключений, необходимых для отделения поврежденного оборудования и предупреждения развития аварий;
- устранение опасности для персонала;
- локализация и ликвидация очагов возгораний в случае их возникновения;
- восстановление в кратчайший срок электроснабжения потребителей;
- выяснение состояния отключившегося от сети оборудования и принятие мер по включению его в работу или выводу в ремонт.

Оперативному персоналу подстанции предоставляется право производить ряд самостоятельных действий по ликвидации аварий и предотвращению их развития, если эти действия выполняются в пределах обслуживаемой подстанции и преследуют цели устранения опасности для жизни персонала, быстрейшего восстановления электроснабжения потребителей и отделения поврежденного участка, если это мешает приему (подаче) напряжения.

Под самостоятельными действиями оперативного персонала подстанции понимаются такие действия, которые выполняются им на основе быстрой оценки сложившейся обстановки и без предварительного получения распоряжения или разрешения диспетчера даже при наличии с ним связи.

Самостоятельные действия оперативного персонала подстанции должны быть технически обоснованы, регламентированы инструкциями по ликвидации аварий и согласованы с теми действиями, которые выполняются энергодиспетчерами при ликвидации ими аварий, затрагивающих ряд тяговых подстанций и участков контактной сети. Во время ликвидации аварий персонал подстанций обязан поддерживать связь с энергодиспетчером и передавать ему информацию о ходе ликвидации аварий. Сообщения энергодиспетчеру о выполненных операциях и действиях должны передаваться при первой же возможности. Особое значение при ликвидации аварий имеет достоверность и своевременность передаваемой диспетчеру информации, так как на ее основе принимаются оперативные решения. В связи с этим информация должна быть объективной и не носить характера догадок и предположений. Несомненную пользу приносят сообщения о самом факте аварии, передаваемые диспетчеру в начальный момент ее возникновения.

Энергодиспетчеры обязаны контролировать действия подчиненного персонала, занятого ликвидацией аварий, оказывать ему помощь и в случае необходимости координировать действия персонала смежных подстанций в части операций с оборудованием, находящимся в их оперативном управлении.

При возникновении непосредственной угрозы безопасности людей, когда спасение жизни зависит от быстроты действий персонала, а также при стихийных бедствиях (например, пожаре, когда для тушения огня необходимо немедленное снятие напряжения с оборудования) персоналу предоставлено право отключать любое оборудование без получения распоряжения диспетчера и вне зависимости от возможных последствий, вызванных этими действиями (отключение отдельных электрических цепей; снятие напряжения с распределительного устройства и даже подстанции). О произведенных операциях сообщается энергодиспетчеру. Пострадавшему от электрического тока или при другом несчастном случае оказывается первая помощь, вызывается «Скорая медицинская помощь» и также сообщается энергодиспетчеру. При отсутствии связи с энергодиспетчером и с потребителем электроэнергии от тяговой подстанции во время повреждения или несчастного случая оперативный дежурный должен действовать самостоятельно в соответствии с Инструкцией по безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог. Как уже говорилось выше, в этом случае он не должен подавать напряжение на отключенные ранее питающие линии, устанавливать или снимать заземление на питающих линиях или линиях, на которых может появиться наведенное напряжение. Разрешается лишь однократно включить выключатели, отключенные защитой.

О происшедших на тяговой подстанции повреждениях, пожаре или несчастном случае составляется рапорт на имя начальника тяговой подстанции и делается подробное описание в Книге осмотров и неисправностей.

Каждая авария и отказ в работе должны быть тщательно расследованы с установлением причин и виновников и разработкой конкретных противоаварийных мероприятий по предупреждению подобных случаев.

*Расследование аварий и отказов* должно быть начато немедленно после происшествия и закончено в срок не более 10 дней. В отдельных случаях по представлению предприятия срок расследования может быть продлен руководством вышестоящей организации. Расследование аварий проводит комиссия, назначенная приказом руководства предприятия (объединения), а в случаях особо крупных аварий – руководством вышестоящей организации. Состав комиссии определяется тем же приказом. В состав комиссии входят представители:

- предприятия «Энергоназор» (при расследовании аварий, связанных с нарушением электроснабжения электроприемников I категории и теплоснабжения производств и технологических установок потребителей, не допускающих перерывов в подаче тепловой энергии);
- заинтересованных организаций: заводов-изготовителей; строительных, монтажных, ремонтных, наладочных, проектных и др.

Расследование отказов I и II степеней проводит комиссия, назначенная лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия (структурной единицы), по согласованию с руководством других его структурных подразделений.

*Виновниками нарушений*, кроме оперативно-технического персонала, могут быть:

- персонал предприятия, обслуживающий энергоустановки, руководящий и административно-технический персонал, персонал лабораторий энергослужбы (или персонал, приравненный к нему);
- персонал энергоснабжающей организации;
- персонал сторонних организаций и предприятий: заводов-изготовителей; строительных, монтажных, наладочных, ремонтных, проектных и т.п.;
- посторонние лица.

*Определение виновности* по причинам нарушений:

- по вине оперативного, оперативно-ремонтного персонала классифицируются нарушения, происшедшие вследствие неправильных (ошибочных) действий, невыполнения требований действующих правил и инструкций, указаний персонала

диспетчерских служб энергоснабжающей организации, невыполнения профилактических осмотров и контроля режимов работы оборудования;

– по вине ремонтного персонала классифицируются нарушения, происшедшие вследствие некачественного проведения ремонтов, ошибочных действий при проведении ремонтных работ, невыполнения действующих правил и инструкций по ремонту;

– по вине руководящего и административно-технического персонала классифицируются нарушения, происшедшие вследствие: выполнения работ по их прямому ошибочному указанию, непринятия своевременных мер по устранению аварийных очагов и дефектов оборудования, невыполнения приказов и директивных указаний, направленных на повышение надежности работы оборудования, несвоевременных или проведенных в недостаточном объеме планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний оборудования, невыполнения противоаварийных циркуляров и мероприятий, указаний, противоречащих требованиям действующих правил и инструкций;

– по вине персонала лабораторий энергослужбы (или приравненного к нему) классифицируются нарушения, происшедшие вследствие некачественного выполнения работ по испытанию энергетического оборудования, наладке схем управления и защиты, контролю качества масла, воды, конденсата;

– по вине энергоснабжающей организации классифицируется только такое нарушение, как прекращение подачи энергии (электрической и тепловой), допущенное предприятиями энергосистемы;

– по вине сторонних организаций и предприятий классифицируются нарушения, происшедшие вследствие поставки некачественно изготовленного оборудования (со скрытыми дефектами), некачественного выполнения строительных, монтажных, наладочных и ремонтных работ, установки несовершенных или дефектных конструкций, недостатков проектирования. По результатам расследования аварии комиссия составляет акт.

*Задание.*

*Дать ответы, оформив в текстовом редакторе Word, на контрольные вопросы.*

1. Напишите основные причины повреждений оборудования электрических подстанций.
2. Какие повреждения в процессе эксплуатации являются типичными?
3. Перечислите другие причины и повреждения.
4. Что относят к атмосферным воздействиям и влияниям климатических и внешних условий?
5. Что относят к посторонним воздействиям?
6. К чему приводят ошибки при оперативных переключениях, чья в этом вина и какая причина?
7. Что такое оперативная дисциплина?
8. Чем сопровождаются реально проводимые операции с оборудованием, о чем они информируют, приведите пример.
9. Как рассматриваются все случаи нарушений нормальных режимов работы подстанций?
10. В результате чего происходят аварии на подстанциях?
11. Что считается авариями в системах внешнего электроснабжения?

12. Что считается авариями в электрических сетях и на подстанциях?
13. Что считается отказами I степени на объектах энергетического хозяйства?
14. Что относят к отказам II степени?
15. Что представляют аварии на подстанциях, как они устраняются (ликвидируются)?
16. Как оперативный персонал в большинстве случаев узнает о возникновении и развитии аварии?
17. Когда срабатывает аварийная сигнализация, кого и как извещает?
18. Какая сигнализация, кому и в чем помогает?
19. Что обязан выполнить персонал во всех без исключения случаях срабатывания аварийной сигнализации и зачем?
20. В чем заключаются трудности ликвидации аварий, что требуется от оперативного персонала?
21. В чем заключается один из этапов ликвидации аварии, какие меры должен принять оперативный дежурный, кому и что необходимо сообщить?
22. Что должен сделать при аварии оперативный персонал, что при этом принимается к сведению?
23. На основании чего составляют общее представление о размерах аварии и о мере нарушений электроснабжения потребителей, как это выполняется и почему?
24. Что важно при анализе информации?
25. На чем необходимо сосредоточить внимание в случае поступления противоречивой или весьма объемной информации?
26. Чем ценен анализ?
27. Что относят к основным требованиям к плану действия?
28. Чему не должен противоречит план и как должна выполняться его реализация?
29. Перечислите основные пункты плана ликвидации аварий оперативным персоналом.
30. Какое право предоставляется оперативному персоналу подстанции?
31. Что понимается под самостоятельными действиями оперативного персонала подстанции?
32. Какими должны быть самостоятельные действия оперативного персонала подстанции?
33. Кто с кем обязан поддерживать связь во время ликвидации аварий, какая информация и сообщения передаются?
34. Какой должна быть информация и почему?
35. Что обязаны делать энергодиспетчеры?
36. В каких случаях персоналу предоставлено право отключать любое оборудование без получения распоряжения диспетчера и вне зависимости от возможных последствий, вызванных этими действиями (приведите пример), что сообщается энергодиспетчеру?
37. В каких случаях и в соответствии с чем оперативный дежурный должен действовать самостоятельно, что он при этом не должен делать и что ему разрешено?
38. О чем и на чье имя составляется рапорт, где делается подробное описание?
39. Что должно быть тщательно расследовано, установлено и разработано?
40. Как проводится расследование аварий и отказов?
41. Кем проводится расследование аварий, кто входит в состав комиссии?
42. Кто проводит расследование отказов I и II степеней?
43. Кто может быть признан виновником нарушений?
44. Как определяется виновность по причинам нарушений?

Присылать задания, выполненные в текстовом редакторе **Microsoft Word** и сохраненные в файл с расширением **doc** или **docx**:

Плохих А.В. – в ВК в личные сообщения

<https://vk.com/id134665099>

Название файла, пример: **Иванов И. ЭС-311 12.12**

**Срок исполнения задания: 19.12.2020**