УРОКИ, ИЗВЛЕЧЕННЫЕ ИЗ АВАРИИ

(Санкт-Петербург 03.02.2018)

|  |  |
| --- | --- |
| **Дата происшествия:** | 03 февраля 2018 г. |
| **Наименование организации:** | Публичное акционерное общество «Территориальная генерирующая компания № 1» |
| **Ведомственная принадлежность:** | Публичное акционерное общество |
| **Место аварии:** | Первомайская ТЭЦ (ТЭЦ-14), Санкт-Петербург, Корабельная ул., 4, стр. 3 |
| **Вид аварии:** | Отключение объектов электросетевого хозяйства (высший класс напряжения 110 кВ и выше), генерирующего оборудования мощностью 100 МВт и более на 2 и более объектах электроэнергетики, вызвавшее прекращение электроснабжения потребителей электрической энергии, суммарная мощность потребления которых составляет 100 МВт и более, продолжительностью 30 минут и более. |
| К**раткое описание аварии:** | В 08 ч. 01 м. при возникшем коротком замыкании (КЗ) вследствие попадания инородного предмета на токоведущие части гибкой связи фазы «А» между 2 ШР МШВ-110 кВ и II Ш-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) произошел разрыв указанной связи. На Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) правильным действием дифференциальной защиты шин отключились следующие выключатели II Ш 110 кВ: МШВ-110 кВ, В-110 Т-6, В-110 Т-2. Не отключился выключатель 110 кВ кабельной перемычки-2 (В КП-2), которая электрически соединяет II СШ ОРУ-110 кВ и КРУЭ-110кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14). Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) выключателя КП-2 не работало.  Проведенными в рамках расследования данной аварии экспертизами ОАО «НПО ЦКТИ» и МЧС России - Федерального государственного бюджетного учреждения «Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по городу Санкт-Петербургу», причиной разрыва гибкой связи фазы «А» между 2 ШР МШВ-110кВ и II Ш-110кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) явилось короткое замыкание на металлоконструкцию портала. Так же экспертизами выявлено попадание на провода гибкой связи (выполненной проводом АС-240/32) инородных предметов (меди). При этом причина попадания инородных предметов на гибкую связь фазы «А» между 2 ШР МШВ-110кВ и II Ш-110кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) не установлена. Отключение автоматов в цепях питания электромагнитов КП-2 и УРОВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) произошло при замыкании полюсов на землю в системе оперативного постоянного тока из-за импульсных перенапряжений во вторичных сетях. Возникновение импульсных перенапряжений во вторичных сетях произошло из-за близкой прокладки к силовым кабелям 110 кВ неэкранированных контрольных кабелей от ГЩУ ОРУ до КРУЭ и ненадлежащего состояния заземляющего устройства ОРУ-110 кВ, включая отсутствие связей по заземляющему устройству между ОРУ-110 кВ и КРУЭ-110 кВ.  При протекании токов  КЗ в результате динамических воздействий  произошло разрушение сварного соединения шлейфа фазы «А» на опоре №16 ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ - Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2). Результатами осмотра персоналом ПАО «Ленэнерго» (при ликвидации аварии) места разрушения сварного соединения шлейфа фазы «А» на опоре №16 ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ - Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2) было выявлено нарушение технологии при осуществлении сварки (не до конца поданный провод в зону сварки термитной шашки образовал пустоту в шашке после сварки).  После отключения ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ - Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2) энергорайон (269 МВт) с генерацией (128 МВт) (Василеостровская ТЭЦ и 1-я очередь Автовской ТЭЦ) выделился на изолированную работу от ЕЭС со снижением частоты и работой комплектов АЧР.  В результате аварии произошли отключения в Кировском, Адмиралтейском, Василеостровском районах г. Санкт-Петербурга.  В 09 ч. 47 м. после ликвидации аварии были запитаны все погашенные потребители в Кировском, Адмиралтейском, Василеостровском районах г. Санкт-Петербурга. |
| **Последствия аварии:** | Отключения в Кировском, Адмиралтейском, Василеостровском районах г. Санкт-Петербурга: 542 жилых дома, 109 550 человек – 239,2 МВт. |
| **1. Технические причины аварии:** | * 1. Попадание инородных предметов на гибкую связь фазы «А» между 2 ШР МШВ-110кВ и II Ш-110кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14).   2. Возникновение импульсных перенапряжений во вторичных сетях из-за близкой прокладки к силовым кабелям 110 кВ неэкранированных контрольных кабелей от ГЩУ ОРУ-110 кВ до КРУЭ-110 кВ на Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14). Отсутствие связи по проводникам заземляющего устройства между ОРУ-110 кВ и КРУЭ-110 кВ на Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14).   3. Термическое повреждение, перегрев, пережог шлейфа фазы «А» на опоре №16 ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ - Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2). |
| **2. Организационные причины аварии:** | 2.1. Ненадлежащее состояние заземляющего устройства ОРУ-110 кВ, включая отсутствие связей по заземляющему устройству между ОРУ-110 кВ и КРУЭ-110 кВ.  2.2. Недостатки проекта прокладки кабельных линий 110 кВ по территории Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) – ЗАО «Проектно-инженерный центр УралТЭП» ООО ПСП «Энергия». ОХРRМ65ЕР0101. «Реконструкция Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14). Временные кабельные перемычки 110 кВ»:  - В проекте не представлен раздел - электромагнитная совместимость.  - В пояснительной записке отсутствуют требования к расстояниям между прокладываемыми по территории кабелями 110 кВ и контрольными кабелями (требования к расстояниям должны быть подтверждены ссылками на нормативные документы).  - На чертежах поперечных разрезов кабельных трасс не указаны расстояния прокладки контрольных кабелей от кабелей 110 кВ.  - При указанных в проекте решениях (прокладка кабеля в земле) не учтены требования ПУЭ п. 2.3.86 по габаритам разнесения кабелей.  - При разработке проекта не учтены требования РД 34.20.116-93 «Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех» (статус документа - был действующим на момент разработки проекта в 2009 году).  2.3. Нарушение технологии при осуществлении сварки соединения шлейфа фазы «А» на опоре №16 ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ - Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2). |
| **3. Технические мероприятия:** | 3.1. Провести проверку устройств АЛАР-Ц согласно план-графику проверки устройств АЛАР-Ц на Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) филиала «Невский» ПАО «ТГК-1».  3.2. Провести послеаварийную проверку форсировки систем возбуждения Г-3 Василеостровской ТЭЦ (ТЭЦ-7) и Г-2-3 Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) и Г-2, Г-3 Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15).  3.3. На Василеостровской ТЭЦ (ТЭЦ-7):  - заменить блок питания медиаконверторов на более мощный для снижения вероятности выхода из строя при бросках напряжения;  - реализовать схему связи УСПД и каналообразующего оборудования без применения конвертеров протокола.  3.4. Ввести в работу ВЛ 110 кВ Южная-6 в соответствии с проектными решениями (в режиме Первомайская ТЭЦ (ТЭЦ-14) – Автовская ТЭЦ (ТЭЦ-15).  3.5. Произвести обследование обводных шлейфов на проводах в местах сварных соединений в шлейфах на ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ – Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2) и ВЛ 110 кВ Волхов-Южная – Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-20).  3.6. По результатам обследования обводных шлейфов выполнить установку спиральных и прессуемых зажимов на проводе в месте выявления дефектных сварных соединений в шлейфах на ВЛ 110 кВ Автовская ТЭЦ – Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-2) и ВЛ 110 кВ Волхов-Южная – Броневая (ВЛ 110 кВ Южная-20). Провести усиление соединений в шлейфах анкерных опор.  3.7. На ПС 110 кВ Краснопутиловская (ПС 19):  - произвести замену аккумуляторных батарей;  - произвести тестирование и внеочередное ТО СГЭ ССПИ ММПС-1 и ММПС-2 ПС 110 кВ Краснопутиловская (ПС 19).  3.8. На Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) установить дополнительный блок питания 220/24 В преобразователей ADAM 5000 для снижения нагрузки на существующий и уменьшения влияния бросков напряжения в цепях собственных нужд КРУЭ-110 кВ.  3.9. Выполнить приемно-сдаточные испытания систем возбуждения генераторов Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) для определения их работоспособности в переходных режимах (во всех диапазонах) в соответствии с требованиями ГОСТ 21558-2000 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов».  3.10. По результатам приемно-сдаточных испытаний системы возбуждения генераторов Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) провести анализ соответствия параметров настройки систем возбуждения всех электростанций филиала «Невский» ПАО «ТГК-1» требованиям ГОСТ 21558-2000 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов» и завода-изготовителя.  3.11. По результатам анализа соответствия параметров настройки систем возбуждения всех электростанций филиала «Невский» ПАО «ТГК-1» требованиям ГОСТ 21558-2000 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов» (далее ГОСТ 21558-2000) и завода-изготовителя обратиться на завод-изготовитель по вопросу принятия мер по изменению параметров настройки систем возбуждения в соответствии с требованиями ГОСТ 21558-2000.  3.12. В случае отрицательного ответа завода-изготовителя по вопросу принятия мер по изменению параметров настройки систем возбуждения в соответствии с требованиями ГОСТ 21558-2000 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов» (далее ГОСТ 21558-2000) осуществить замену существующих систем возбуждения на другие, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 21558-2000.  3.13. По результатам выполнения организационного мероприятия реализовать технические решения по прокладке контрольных кабельных линий между ГЩУ старой части Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) и КРУЭ-110 кВ в схеме РЗА КП-2 с целью исключения влияния электромагнитных полей кабелей 110 кВ из сшитого полиэтилена КП-2.  3.14. Обеспечить завершение работ по выводу из эксплуатации ОРУ-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14).  3.15. Восстановить контур заземляющего устройства ОРУ-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) и металлосвязь по проводникам заземляющего устройства между ОРУ-110 кВ и КРУЭ-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14). |
| **4. Организационные мероприятия:** | 4.1. Разработать план-график проверки устройств АЛАР-Ц на Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) филиала «Невский» ПАО «ТГК-1».  4.2. Обратиться в [ЗАО "НПФ ЭНЕРГОСОЮЗ" для получения заключения фирмы-производителя регистратора аварийных событий «НЕВА-РАС» о причинах отказа](http://www.energosoyuz.spb.ru/content/%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%C2%AB%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D1%81%C2%BB).  4.3. Выпустить распорядительный документ о создании комиссий по проверке организации технического обслуживания устройств РЗА на электростанциях филиала «Невский» ПАО «ТГК-1».  4.4. Пересмотреть график по замене выключателей Автовской ТЭЦ (ТЭЦ 15), не проходящих по отключающей способности. Сроки замены выключателей согласовать с Филиалом АО «СО ЕЭС» Ленинградское РДУ и ПАО «Ленэнерго».  4.5. Обеспечить проектную проработку решений, обеспечивающих включённое состояние СВ-1, СВ-2 Автовской ТЭЦ (ТЭЦ 15) в нормальной схеме с применением автоматики.  4.6. Инициировать включение в СИПР по Санкт-Петербургу работ по выработке решений, обеспечивающих включённое состояние СВ-1, СВ-2 Автовской ТЭЦ (ТЭЦ 15) в нормальной схеме.  4.7. Составить поэтапный план-график завершения реконструкции Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) в соответствии с проектными решениями по СВМ. План-график представить на согласование в КЭиИО Правительства Санкт-Петербурга, Филиал АО «СО ЕЭС» Ленинградское РДУ, филиал ПАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Северо-Запада, ПАО «Ленэнерго».  4.8. Составить план-график перевода 22 фидеров 6кВ ПАО «Ленэнерго» и 51 фидера сторонних организаций со старой части Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) на питание от КРУЭ-110 кВ. План-график представить на согласование в КЭиИО Правительства Санкт-Петербурга.  4.9. В цепях управления В КП-2 и УРОВ 110 кВ выполнить анализ электромагнитного воздействия токов короткого замыкания в сети 110 кВ на кабели вторичной коммутации. С привлечением аттестованных специалистов выполнить проверку электромагнитной совместимости.  4.10. Проектная проработка решения о необходимости создания автоматики разделения сети на Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) при близких коротких замыканиях (АРБКЗ). Разработка алгоритма работы АРБКЗ с целью обеспечения устойчивой работы электростанции, сохранения питания собственных нужд. Проведение расчётов режимов работы сети при работе АРБКЗ, включая послеаварийный режим.  4.11. По итогам работы комиссии подготовить и направить в Правительство Санкт-Петербурга предложения по повышению надежности и устойчивости работы генерирующего оборудования Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15), Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14), Василеостровской ТЭЦ (ТЭЦ-7), а также по снижению рисков отключения потребителей электрической энергии в энергорайоне «Юга» г. Санкт-Петербурга.  4.12. Пересмотреть Инструкцию по предупреждению и ликвидации аварий в КТЦ Василеостровской ТЭЦ (ТЭЦ-7) и описать в ней действиях оперативного персонала КТЦ.  4.13. Разработать план-график восстановления контура заземляющего устройства ОРУ-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) и металлосвязи по проводникам заземляющего устройства между ОРУ-110 кВ и КРУЭ-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14).  4.14. Провести внеплановое обследование контуров заземления распределительных устройств 110 кВ Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15), Василеостровской ТЭЦ (ТЭЦ-7).  4.15. По результатам внепланового обследования контуров заземления распределительных устройств 110 кВ Автовской ТЭЦ (ТЭЦ-15), Василеостровской ТЭЦ (ТЭЦ-7) подготовить, при необходимости, план-графики восстановления проектных значений данных контуров.  4.16. Провести внеочереной тепловизионный контроль оборудования ОРУ-110 кВ Первомайской ТЭЦ (ТЭЦ-14) (после КЗ на шинах РУ) |
| **5. Извлеченные уроки:** | 5.1. Во избежание попадания посторонних предметов при реконструкции объектов и строительстве новых отдавать предпочтение закрытым распределительным устройствам.  5.2. При организации строительства контролировать наличие в проектах разделов электромагнитной совместимости.  5.3. Проводить обследования, замены (усиления) обводных шлейфов ВЛ. |
| **6. Фото места происшествия.** | D:\Посыпайко\Разное начало сент. 2010\Аварии расследов\2018\ТГК-1 03.02.18\Фото\IMG-2.jpg |