

расследования причин технологического нарушения,  
произошедшего 13.01.2024г. на ПС 110/6/6кВ «Машзавод»

**1. Общие сведения**

1.1. Организация (филиал, обособленное структурное подразделение)

| Полное наименование                             | Код | Регион              |
|---|-----|---------------------|
| Общество с ограниченной ответственностью «ОЭСК» | 42  | Кемеровская область |

1.2. Дата и время возникновения аварии

13.01.2024 в 16-33(время местное),

13.01.2024 в 12-33 (время московское)

1.3. Учетные признаки аварии

| Код  | Содержание учетного признака  | Организация |
|------|---|-------------|
| 2.3  | Повреждение объекта электросетевого хозяйства (высший класс напряжения 6 кВ и выше), а также отключение такого объекта действием автоматических защитных устройств или оперативным персоналом вследствие недопустимых отклонений технологических параметров или ошибочных действий оперативного персонала, в том числе вызвавшее обесточивание резервных трансформаторов собственных нужд атомной электростанции. | ООО «ОЭСК»  |
| 2.6  | Нарушение, приводящее к потере управляемости объекта электроэнергетики (потеря питания собственных нужд, <u>оперативного тока</u> , давления в магистралях сжатого воздуха, систем управления оборудованием) продолжительностью 1 час и более   | ООО «ОЭСК»  |
| 2.10 | Отключения (повреждения) или разрушения оборудования или устройств, явившиеся причиной или следствием пожара на объекте электроэнергетики.  | ООО «ОЭСК»  |

1.4. Классификация видов оборудования

| Код    | Наименование вида оборудования  | Организация |
|--------|---|-------------|
| 3.3.13 | Электротехническое оборудование 6 - 35 кВ трансформаторных и иных подстанций, распределительных пунктов | ООО «ОЭСК»  |
| 3.3.14 | Трансформаторы (автотрансформаторы) и шунтирующие реакторы 110 кВ и выше                                | ООО «ОЭСК»  |
| 3.3.15 | Устройства релейной защиты и автоматики   | ООО «ОЭСК»  |

1.5. Классификационные признаки причин аварии

| Код      | Наименование организационной причины аварии                        | Организация |
|----------|--|-------------|
| 3.4.7.4  | Прочие нарушения   | ООО «ОЭСК»  |
| 3.4.9.1  | Отключение (повреждение) оборудования в смежной электрической сети | ООО «КЭНК»  |
| 3.4.13.1 | Недостатки проекта   | ООО «ОЭСК»  |
| Код      | Наименование технической причины аварии                            | Организация |
| 4.12     | Нарушение электрической изоляции                                   | ООО «КЭНК»  |
| 4.11     | Электродуговое повреждение   | ООО «ОЭСК»  |
| 4.9      | Взрыв, загорание, пожар.   | ООО «ОЭСК»  |

1.6. Дата и время ликвидации аварийного режима:

14.01.2024 в 08-54(время местное);

14.01.2024 в 04-54 (время московское)

## 2. Описательный блок

2.1. Описание состояния и режима работы объектов электроэнергетики и (или) энергопринимающих установок до возникновения аварии:

До возникновения аварии оборудование ПС 110/6/6кВ «Машзавод» находилось в работе по нормальной схеме.

2.2. Описание состояния и режима работы объектов электроэнергетики и (или) энергопринимающих установок во время аварии:

13.01.2024г.

16ч.33 мин. - На ПС 110/6/6кВ «Машзавод» сработала Аварийная сигнализация. На панели центральной сигнализации срабатывание указательных реле:

- «Неисправность сигнализации РУ-6кВ
- «Земля 4 секции 6кВ» (Земля не постоянная, кратковременная ф. «А»-2,4 кВ; ф. «В»-6,1кВ; ф. «С»-4,8 кВ. ДЭМ ПС 110/6/6 «Машзавод Бердникова Т.Е. сообщила диспетчеру ООО «ПО «ЦУС» Шуберт Е.Р.

16ч.35 мин. - диспетчер ООО «ПО «ЦУС» Шуберт Е.Р. сообщила диспетчеру ООО «КЭНК» Логинову С.А. о срабатывании сигнализации о наличии замыкания на «Землю» для принятия неотложных мер.

16ч.36 мин. «Земля» на 4 секции 6кВ исчезла.

16ч.40 мин; 16ч.44 мин; 16ч.48мин; 16ч.50 мин. кратковременная «Земля» на 4 секции 6кВ и появился запах гари. Диспетчер ООО «ПО «ЦУС» Шуберт Е.Р. сообщила диспетчеру ООО «КЭНК» Логинову С.А. о необходимости отключение ф-6-42-Г, разрешения на отключение не было согласовано со стороны ООО «КЭНК».

16ч.52 мин; 16ч.55 мин; 17ч.00мин; 17ч.05мин; 17ч.08мин; Кратковременная «Земля» на 4 секции 6кВ

17ч.15 мин. Возгорание в ячейки ВВ-6-42-Г, вызвана пожарная команда и сообщено руководству ООО «ОЭСК» и ООО «ПО «Центр управления сетями».

17ч.20 мин. Произошло полное погашение ПС 110/6/6кВ «Машзавод» из-за аварийного отключения ВЛ-110кВ «Северный Маганак - Машзавод» и ВЛ-110кВ «Северный Маганак - Прокопьевская – III цепь с отпайкой на ПС Машзавод» на ПС 220кВ «Северный Маганак».

17ч.35 мин. - На ПС прибыл инженер ООО «ПО «Центр управления сетями» Тюгаев О.В.

17ч.50 мин - Прибыла пожарная команда.

17ч.58 мин. - оформлено разрешение на тушение пожара и допуск к тушению пожара. Пожарная команда приступила к тушению пожара.

18ч.41 мин. Пожар в ЗРУ 6кВ потушен.

18ч.46 мин. Инженер ООО «ПО «Центр управления сетями» Тюгаев О.В. осмотрел оборудование ОРУ-110кВ и обнаружил наличие большого количества масла на трансформаторе Т-2-16 и в маслоприёмнике, что свидетельствует о произошедшем выбросе масла из бака.

18ч.50 мин. На ПС прибыли бригады СРЭС и ПЛИИ (РЗиА).

18ч.52 мин. На ПС прибыл главный инженер ООО «ПО «Центр управления сетями» Сидоров С.В.

18ч.59 мин. Выдана команда диспетчера ООО «ПО «Центр управления сетями» ДЭМ ПС 110/6/6кВ «Машзавод на отключение ЭВ-110-М-М и ЛР-110-М-М.

18ч.59 мин. Выдана команда диспетчера ООО «ПО «Центр управления сетями» ДЭМ ПС 110/6/6кВ «Машзавод на отключение ЭВ-110-М-П и ЛР-110-М-П.

19ч.03 мин. Выполнена команда диспетчера ООО «ПО «Центр управления сетями» - на ПС 110/6/6кВ «Машзавод отключены ЭВ-110-М-М и ЛР-110-М-М.

19ч.06 мин. Выполнена команда диспетчера ООО «ПО «Центр управления сетями» - на ПС 110/6/6кВ «Машзавод отключены ЭВ-110-М-П и ЛР-110-М-П.

19ч.13 мин. Диспетчер ДС ПО ЦУС сообщил, что ВЛ-110кВ «Северный Маганак - Машзавод» и ВЛ-110кВ «Северный Маганак - Прокопьевская - III цепь с отпайкой на ПС Машзавод» от ПС 220кВ «Северный Маганак» включены под напряжение.

19ч.17 мин. Выдано задание диспетчера на отключение ВВ-6-Т-2-3 и ВВ-6-Т-2-4 на ПС 110/6/6 «Машзавод».

19ч.28 мин. Задание диспетчера на отключение ВВ-6-Т-2-3 и ВВ-6-Т-2-4 выполнено

19ч.29 мин. Выдано задание диспетчера на отключение ШР-110-Т-2.

19ч.32 мин. Задание диспетчера на отключение ШР-110-Т-2 выполнено.

19ч.42 мин. Выдано задание диспетчера на отключение МСВ-6-2-4. Задание не выполнено МСВ-6-2-4 не выкатывается – при пожаре поврежден.

19ч.49мин. По заданию диспетчера отключены ВВ-6-Т-1-1, ВВ-6-Т-1-2 и выкачены тележки ВВ-6-Т-1-1, ВВ-6-Т-1-2 в ремонтное положение.

20ч.00 мин. По распоряжению диспетчера отключены и разобраны схемы ВВ-6-3-Г, ВМ-6-5, ВВ-6-7, ВМ-6-13, ВМ-6-17.

20ч.09 мин. Бригада СРЭС допущена на 1 секцию 6кВ – Протирка изоляции от продуктов горения. – работа закончена - в 20ч.56 мин.

22ч.01 мин. с уведомлением и разрешением ДС ПО ЦУС включены: ЛР-110-М-М, ЭВ-110-М-М., Т-1-25 МВА

22ч.08мин. – По заданию диспетчера включен ВВ-6-Т-1-1 - 1 секция 6кВ включена под напряжение.

22ч.14мин. – По заданию диспетчера включен ВВ-6-7 – ТСН-1

22ч.15мин. – По заданию диспетчера включен ВЗП-1, ТН-6-1

22ч.45 мин. По заданию диспетчера отключены и разобраны схемы МСР-6-1-3, ТН-6-3, ВМ-6-27, ВВ -6-29.

22ч.48 мин. Бригада СРЭС допущена на 3 секцию 6кВ – Протирка изоляции от продуктов горения. – работа закончена - в 23ч.15 мин.

22ч.54мин. – По заданию диспетчера включен ВВ-6-3-Г.

23ч.27мин. – По заданию диспетчера включен МСВ-6-1-3 - 3 секция 6кВ включена под напряжение.

23ч.27мин. – По заданию диспетчера включен ТН-6-3.

23ч.32мин. – По заданию диспетчера включен ВВ-6-41-Г.

23ч.45мин. – По заданию диспетчера включены ВВ-6-15, ВВ-6-29, ВВ-6-33.

#### 14.01.2024г.

00ч. 33мин. По заданию диспетчера отключены и разобраны схемы ВВ-6-6, ВМ-6-12, ВВ-6-14, ВВ-6-16, ВВ-6-18, ТН-6-2.

00ч. 33мин. Бригада СРЭС допущена на 2 секцию 6кВ – Протирка изоляции от продуктов горения. – работа закончена - в 01ч. 30 мин.

02ч. 35мин. Бригада СЭС Макарова допущена на переподключение кабеля от ф-6-42-Г в яч. 6-27.

04ч.07мин. – По заданию диспетчера включен ВВ-6-Т-1-2 - 2 секция 6кВ включена под напряжение.

04ч.23мин. – По заданию диспетчера включен ТН-6-2.

04ч.28мин. – По заданию диспетчера включен ВВ-6-16.



06ч.01мин. – Бригада СЭС Макарова закончила работу. КЛ 6кВ ф-6-42-Г переключена в ячейку 6кВ №27.

06ч.25мин. - По заданию диспетчера собрана схема и включен ВМ-6-27.

06ч.52мин. - По заданию диспетчера отключен ВМ-6-27 и разобрана схема для работ на линии со стороны ООО «КЭНК».

08ч.54мин. – По заданию диспетчера включен ВМ-6-27.

2.3. Описание выявленных в ходе расследования нарушений требований нормативных правовых актов в области электроэнергетики, в том числе установленных норм и правил эксплуатации объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок, а также технических регламентов:

| Описание нарушения | Наименование НПА (НТД) | Пункт НПА (НТД) | Организация |
|--------------------|------------------------|-----------------|-------------|
| Не выявлено        | -                      | -               | -           |

2.4. Причины возникновения аварии и ее развития:

| Описание организационных причин  | Код      |
|--|----------|
| Неселективная работа защит щита постоянного тока.(отключился контактор АБ, вместе с перегоранием предохранительной плавкой вставкой).  | 3.4.7.4  |
| Вводная КЛ 6кВ фидера 6-42-Г 1982г. ввода в эксплуатацию, находится на балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сетевой организации ООО «КЭНК». В результате многократного КЗ на землю в КЛ 6кВ фидера 6-42-Г произошел пробой изоляции, дуговое перекрытие и возгорания концевой муфты. | 3.4.9.1  |
| Недостаточная селективность работы защит щита постоянного тока, ввиду защит от КЗ цепей оперативного тока выполненный только плавкой вставкой (предохранителем) и контактором АБ.  | 3.4.13.1 |
| Описание технических причин  | Код      |
| В связи с старением изоляции кабельной линии 6кВ фидера 6-42-Г 1982г. ввода в эксплуатацию и воздействия токов короткого замыкания на землю произошел пробой изоляции.   | 4.12     |
| Из-за пробоя изоляции кабельной линии 6кВ фидера 6-42-Г произошло междуфазное короткое замыкание в концевой кабельной муфте, дуговое повреждение и ее возгорание.  | 4.11     |
| В связи с возгоранием концевой кабельной муфты фидера 6-42-Г очаг пожара перекинулся на оборудование 6кВ ячеек ВВ-6-42-Г, ВМ-6-40, ВВ-6-38 и на шины цепей оперативного тока.  | 4.9      |

2.5. Перечень и описание повреждения оборудования объектов электроэнергетики и (или) энергопринимающих установок:

После осмотра оборудования, анализа осциллограмм, записей регистратора терминалов и оперативного журнала, предполагается следующий порядок событий, приведший к возникновению аварии:

13.01.2024 года в 17.18.57 зафиксировано появление трехфазного сквозного тока с нарастанием от 812 А до 1190 А на вводном выключателе ВВ-6-Т-2-4 и от 98 А до 129 А на ЭВ-110-М-П, пуск перегрузки Т-2-16 МВА по току ВН и НН одновременно ( $I_{ВНперегр.}=88,8$  А,  $I_{ННперегр.}=810$  А).



На осциллограмме токов видно, что в момент появления сквозных токов и пуска перегрузки трансформатора, не сработало никаких других пусковых органов кроме внутреннего реле тока УРОВ.

Через 8,764 сек. произошла пропажа оперативного тока с терминала защит и срабатывание внутреннего алгоритма перегрузки на сигнал, также пропадает оперативный ток и снятие всех входных дискретных сигналов, что приводит к отключению терминала.

Одновременно с пропажей оперативного тока на основных защитах Т-2-16 МВА зафиксирована пропажа оперативного тока на всех терминалах всех присоединений одновременно, что зафиксировано регистраторами аварийных событий в терминалах ВВ-6-Т-2-3, ВВ-6-Т-1-1, ВВ-6-Т-1-2, основных и резервных защит Т-1-25 МВА, резервных защит Т-2-16 МВА, и терминалах МСВ-6-1-2, МСВ-6-2-4.

Исходя из вышеприведенной информации делается вывод, что развитие аварии было следующим:

- произошло ухудшение изоляции в кабельной муфте КВЛ-6-42-Г, чему свидетельствуют записи в оперативном журнале о неоднократном срабатывании 33 на сигнал, перед возникновением аварии;
- возникли токи КЗ через поврежденную изоляцию, достаточных для срабатывания перегрузки Т-2-16 МВА на сигнал, но недостаточных для срабатывания МТЗ ВВ-6-42-Г ( $I_{МТЗ}=1200$  А,  $t_{уст.}=1,5$  сек., установленных согласно письму ООО «КЭнК» №20/СРЗА-12/4496 от 02.11.2022), что видно по осциллограмме рис. 1;
- через 8,764 секунды, в течение которых ток поддерживался на одном уровне, под воздействием высокой температуры произошло замыкание общих шин ШП, что привело к одновременному перегоранию одного предохранителя для шин ШП 2-й и 4-й секции и отключению контактора АБ типа АВМ-4С-УЗ с уставкой расцепителя 160 А и минимальной выдержкой времени;
- при отключении контактора АБ, оперативный ток снимается со всего щита постоянного тока и приводит к выводу из работы всех защит на ПС;
- в последствии КЗ в муфте КВЛ-6-42-Г переросло в электрическую дугу и привело к возгоранию ячеек ВВ-6-42-Г, ВМ-6-40, ВВ-6-38;
- произошло отключение ВЛ-Северный Маганак-Машзавод со стороны ПС 220/110/35 кВ «Северный Маганак» от МТЗ с успешным АПВ, затем произошло повторное отключение ВЛ-110-М-М от МТЗ с неуспешным АПВ и отключение ВЛ-110-Северный-Маганак-Прокопьевская – III цепь с отпайкой на ПС-Машзавод от НВЧЗ с неуспешным АПВ;
- при осмотре и замерах оборудования после аварии было выявлено повреждение первичной обмотки трансформатора Т-2-16 фазы «С» и фазы «В», а также разрушение МСВ-6-2-4, предположительно пробой в камере вакуумного выключателя, что и привело к отключению ВЛ-110-М-М по МТЗ.

2.6. Описание выявленных в ходе расследования недостатков эксплуатации, проекта, конструкции, изготовления, строительства, монтажа оборудования, явившихся предпосылками аварии или затруднивших ее ликвидацию:

- недостаточная селективность работы защит щита постоянного тока, ввиду защит от КЗ цепей оперативного тока выполненный только плавкой вставкой (предохранителем) и контактором АБ;
- неселективная работа защит щита постоянного тока.(отключился контактор АБ, вместе с перегоранием предохранительной плавкой вставкой).

### 3. Противоаварийные мероприятия

#### 3.1. Технические мероприятия:

| № п/п | Содержание мероприятия  | Срок выполнения | Организация |
|-------|---|-----------------|-------------|
| 1     | Восстановить оборудование 6кВ и РЗиА сгоревших ячеек 6 кВ.  | до 01.07.2024г. | ООО «ОЭСК»  |
| 2     | Завести и подключить в ячейку №37 ВВ-6-Т-2-3 3секции шин резервное питание с ВЛ-6кВ №6-13-П от ПС 110/6кВ «Киселевская – Заводская» | Выполнено       | ООО «ОЭСК»  |



|   |   |                    |            |
|---|---|--------------------|------------|
| 3 | Выполнить внеплановую проверку РЗиА ЩПТ   | до<br>01.03.2024г. | ООО «ОЭСК» |
| 4 | Изменение схемы цепей оперативного тока:<br>установка дополнительных автоматических<br>выключателей для увеличения селективности<br>защит ЩПТ                     | до<br>01.03.2024г. | ООО «ОЭСК» |
| 5 | Капитальный ремонт силового трансформатора<br>Т-2-16 МВА  | до<br>31.12.2024г. | ООО «ОЭСК» |
| 6 | Проектирование и замена щита постоянного тока,<br>выполнение расчётов сечения по существующей<br>нагрузке и замена оперативных цепей в<br>соответствии с расчетом | До<br>31.12.2024г. | ООО «ОЭСК» |

### 3.2. Организационные мероприятия:

| №<br>п/п | Содержание мероприятия  | Срок<br>выполнения | Организация |
|----------|---|--------------------|-------------|
| 1        | Проработать обстоятельства данного<br>технологического нарушения с оперативным,<br>оперативно-ремонтным и ремонтным<br>персоналом | До 15.02.2024г.    | ООО «ОЭСК»; |

4. Сведения о поврежденном или отказавшем тепломеханическом оборудовании  
Отсутствуют

5. Сведения о поврежденном или отказавшем электротехническом оборудовании  
электростанций, котельных, тепловых и электрических сетей  
Отсутствуют

6. Сведения о поврежденном или отказавшем гидроэнергетическом оборудовании  
Отсутствуют

7. Описание действий оперативного персонала и должностных лиц субъектов  
электроэнергетики и потребителей электрической энергии, послуживших предпосылками и  
(или) причинами возникновения аварии  
нет

8. Особое мнение члена (членов) комиссии – \_\_\_\_\_

### 9. Подписи членов комиссии:

Комиссия, назначенная приказом ООО «ОЭСК» №07 от 15.01.2024г.

Генеральный директор ООО «ОЭСК»

А.А. Фомичев

и.о. Начальника ПТО ООО «ОЭСК»

Г.В. Запорожец

Начальник СРЭС «ОЭСК»

В.А. Басманов

Начальник ПЛИИ ООО «ОЭСК»

Е.С. Порошин

Инженер-энергетик ПТО ООО «ОЭСК»

В.И. Осин

Главный государственный инспектор  
Кузбасского отдела по надзору за  
энергосетями и энергоустановками  
потребителей и энергосбережением  
Главный инженер

А.В. Карабковский

ООО «Производственное объединение  
«Центр управления сетями»

С.В. Сидоров


Расследование причин аварии проведено и акт составлен.

Перечень приложений к акту расследования:

1. Копия приказа №07 от 15.01.2024г. об организации расследования причин аварии – на 1л. в 1экз.
2. Копия схемы ПС 110/6/6кВ «Машзавод» – на 1л. в 1экз
3. Копия с оперативного журнала – на 7л. в 1экз
4. Копия пояснительной записки дежурного диспетчера Шуберт Е.Р. – на 1л. в 1экз.
5. Копия пояснительной записки дежурного диспетчера Теряева Д.Г. – на 2л. в 1экз.
6. Копия пояснительной записки электромонтера по обслуживанию ПС Бердниковой Т.Е. – на 3л. в 1экз.
7. Копия пояснительной записки Начальника ПЛИИ Порошина С.Е. – на 5л. в 1экз.
8. Копия протокола испытания силового трансформатора Т-2 . – на 2л. в 1экз.
9. Справка о работе устройств РЗиА ВЛ-110кВ «Северный Маганак – Машзавод» и ВЛ-110кВ «Северный Маганак – Прокопьевская III с отпайкой на ПС Машзавод» . – на 2л. в 1экз.
10. Информация от КЭНК по ф. 6-42-Г. – на 6л. в 1экз.

Материалы расследования аварии оформлены на 29 листах.

Ответственный за оформление акта  
Инженер-энергетик 1 категории



(подпись)

Осин В.И.  
(фамилия, инициалы)