

Эксплуатация, контроль состояния трасс и диагностика воздушных линий электропередачи.

Хренников А.Ю.- доктор технических наук,

профессор НИУ МЭИ

Учёный секретарь АО "НТЦ ФСК ЕЭС"

Тел. 8 -(499)-613-75-88

Е-mail: Hrennikov_AY@ntc-power.ru, ak2390@inbox.ru

Нормативные документы

**ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ
35—800 кВ
РД 34.20.504—94**



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.55.111-2011**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ВЛ И ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА КОМПОНЕНТОВ ВЛ**



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ПАО «РОССЕТИ»**

СТО 34.01-2.2-009-2016

**АРМАТУРА ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-110 кВ
С ЗАЩИЩЁННЫМИ ПРОВОДАМИ**

ЧЕК-ЛИСТ аудита.

Оценка качества многолетнего планирования и контроля выполнения работ по приведению просек ВЛ в нормативное состояние

- **1. Стандартизация**
- **1.1** ОРД планирования работ по расчистке просек ВЛ **1.1.1** Наличие ОРД организации работ по расчистке просек ВЛ, укомплектованность ими СП ЛЭП. **1.1.2** Организация технического надзора за производством работ по расчистке просек, проверки выполненных работ на соответствие утвержденной технической документации . ПТЭ п. 5.7.5.
- **1.2** Нормативно-техническое обеспечение работ по расчистке просек **1.2.1** Наличие листов осмотра с попутной информацией (качество и полнота заполнения). Приказ от 07.04.2008 №114 п.1.3.1. **1.2.2** Наличие внесенных изменений в паспорта на ВЛ (попутная информация о залесенности, попутная ширина просеки, план трассы ВЛ, характеристики пород ДКР, информация о периодичности расчистки просек ВЛ и т.д.). ТИ по эксплуатации ВЛ напряжением 35-800 кВ (РД 34.20.504-94), п.2.2.7. **1.2.3** Наличие журнала учета работ на ВЛ с попутной информацией о расчистке просек (качество и полнота заполнения). Приложения 5 ТИ по эксплуатации ВЛ напряжением 35-800 кВ (РД 34.20.504-94). **1.2.4** График вырубki на просеках ВЛ с попутной информацией, характеристика ДКР, многолетний график вырубki на просеках ВЛ с попутной информацией (наличие, объемы работ по расширению и расчистке просек). Приказ от 07.04.2008 №114 п.4. **1.2.5** Информация по технологическим нарушениям, наличие предписаний надзорных органов и иных директивных материалов связанных с состоянием просек. Приказ от 07.04.2008 №114 п.1.2.2. **1.2.6** Наличие годового план-графика работ на ВЛ (своевременность утверждения и доведения до ответственных исполнителей, обоснованность объемов работ по расширению и расчистке просек и вырубке угрожающих деревьев). ТИ по эксплуатации ВЛ напряжением 35-800 кВ п.2.2.1 **1.2.7** Акты выполненных работ по расчистке просек за год, с попутной информацией. Приказ от 07.04.2008 №114.п.1.3.1 **1.2.8** Наличие согласованного МЭС технического задания на расчистку трасс ВЛ. Приказ от 07.04.2008 №114 п.1.3.4 **1.2.9** Наличие НТД по организации выполнения работ по расчистке просек, укомплектованность ими СП ЛЭП.

ЧЕК-ЛИСТ аудита.

Оценка качества многолетнего планирования и контроля выполнения работ по приведению просек ВЛ в нормативное состояние

- **2. Планирование**
- **2.1 Анализ исходной информации.**
 - 2.1.1** Инвентаризация и паспортизация технического состояния просек ВЛ ЕНЭС и охранных зон ВЛ ЕНЭС с указанием протяженности залесенных участков, площади (в гектарах), ширины (в метрах), состояния поросли на дату инвентаризации. Приказ от 11.01.2008 №6, п. 3.1.
 - 2.1.2** Анализ наиболее частых причин отключений ВЛ. Качественное расследование каждого случая отключения ВЛ 220-750 кВ из-за перекрытия на ДКР с разработкой соответствующих мероприятий. Приказ от 17.09.2008 №400 п.3.1
 - 2.1.3** Наличие квартальных и месячных планов-графики работ по расчистке просек, разработанных на базе годового плана-графика, согласованных со службами МЭС и утвержденных руководством ПМЭС. СО 34.04.181-2003, п. 5.1.15.
 - 2.1.4** Соответствие объемов работ по расчистке трасс ВЛ сведениям журналов неисправностей, результатам оценки технического состояния ВЛ, нормативным требованиям, допускам и нормам отбраковки. СО 34.04-181-2003, п. 5.2.4.
- **2.2. Подготовка предложений в план работ**
 - 2.2.1** Наличие внесенных неисправностей на просеках ВЛ, выявленных при осмотрах, в ведомости (журнал) неисправностей, с указанием срока и способа ликвидации неисправности, отметка даты ее устранения. СО 34.04.181-2003, п. 5.2.3.
- **2.3. Согласование и утверждение проекта плана работ**
 - 2.3.1** Наличие согласованных объемов работ ИА ОАО "ФСК ЕЭС" в МЭС. Приказа от 20.05.2008 №203 раздел 3.

ЧЕК-ЛИСТ аудита.

Оценка качества многолетнего планирования и контроля выполнения работ по приведению просек ВЛ в нормативное состояние

- **3. Выполнение (реализация)**
- **3.1 Содержание договора подряда** 3.1.1 Наличие договора подряда с внешним Подрядчиком. Приказ от 07.04.2008 № 114 п.1.1.2
- **3.2 Наличие разрешительных документов** 3.2.1 Наличие всей разрешительной документации на производство работ (расчистка, вырубка деревьев угрожающих падением на провода, расширение и т.д.) производится Подрядчиком по доверенности, полученной от МЭС (решение вопроса на местах, стоимость консультационных услуг, сроки получения лесорубочных билетов и т.д.). Приказ от 07.04.2008 № 114 п.1.3.8
- **3.3. Соответствие сроков** 3.3.1 Наличие согласованного на основании определенных сроков выполнения работ по вырубке угрожающих деревьев и расширению просек ВЛ план-графика отключений ВЛ. Приказ ОАО "ФСК ЕЭС" от 07.04.2008 № 114 п.2.2.1
3.3.2 Наличие утвержденных графиков осмотров ВЛ. СО 34.04.181-2003, п.5.2.1.
- **3.4 Соответствие объемов** 3.4.1 Выборочная приемка выполненных работ после завершения работ на ВЛ по расчистке трасс - МЭС совместно с внутренним Подрядчиком. Приказа от 07.04.2008 № 114 п.4.2
- **3.5 Качество выполнения работ** 3.5.1 Наличие актов приемки-сдачи работ по расчистке просек на ВЛ с указанием оценки качества работ. Приказ ОАО "ФСК ЕЭС" от 07.04.2008 № 114 п.4.5 3.5.2 Наличие актов проведения химработ (указывается объем химработ в га, произведенных на каждом из участков просеки ВЛ в границах пролета. Каждый из актов составляется для работ на участках площадью не более 200 га.) Приказ от 07.04.2008 №114 прилож.4 п.1.4.5

ЧЕК-ЛИСТ аудита.

Оценка качества многолетнего планирования и контроля выполнения работ по приведению просек ВЛ в нормативное состояние

- **4. Контроль (анализ)**
- **4.1** Выезд на место проведения работ
 - 4.1.1 Наличие отчетов о качестве и сроках выполнения работ путем выборочных проверок. Приказ ОАО "ФСК ЕЭС" от 07.04.2008 № 114 п.4.3
 - 4.1.2 Наличие в актах выполнения работ оценки однократной химобработки (должно быть обеспечено отмирание и предотвращение порослеобразования не менее 95% ДКР (максимальной высотой 12 метров). Приказ от 07.04.2008 №114 прилож.4 п.1.4.6
 - 4.1.3 Определен порядок приемки-сдачи работ на ВЛ при выполнении внешним Подрядчиком (согласно договора). Приказ от 07.04.2008 № 114 п.4.5
- **4.2** Оценка качества выполнения работ
 - 4.2.1 Наличие оценок по качеству выполнения работ по расчистке от ДКР в актах выполнения работ. п.1.6.12 ПТЭ
 - 4.2.2 Наличие претензий со стороны Заказчика, как соблюдалось условие, что Подрядчик должен устранить за свой счет ДКР в случае ее возобновления на площади, превышающей 5% от общей площади химически обработанных участков просек ВЛ, указанных в соответствующем акте проведения химработ. Гарантия сохранения нормативного состояния просек ВЛ должна составлять не менее 10 лет после химобработки (для Приморского края - не менее 6 лет). Приказ от 07.04.2008 №114 прилож.4 п.1.4.6
- **4.3** Выезд на место проведения работ с осуществлением выборочного контроля ТИ МЭС
 - 4.3.1 Как осуществляется выборочный контроль со стороны ТИ (как планируют, на какие работы выезжают, сколько раз в год и т.д.).
- **4.4** Заключение о качестве выполнения работ
 - 4.4.1 Наличие актов проверки с выявленными замечаниями в соответствии с Положением о ТИ МЭС.

ЧЕК-ЛИСТ аудита.

Оценка качества многолетнего планирования и контроля выполнения работ по приведению просек ВЛ в нормативное состояние

- **5. Воздействие (корректировка)**
- **5.1 Учет анализа аварийности при составлении целевых программ**
 - 5.1.1 Наличие в МЭС анализа учета аварийности и его учет при составлении целевых программ.
- **5.2 Корректировка объемов по основной деятельности целевых программ**
 - 5.2.1 Наличие скорректированных ЦП (объемы, утвержденные).
- **5.3 Ликвидация технологических нарушений и выполнение мероприятий из АРПН**
 - 5.3.1 Выполнение мероприятий из АРПН, отчеты по ликвидации технологических нарушений.
- **5.4 Новые ОРД по расчистке просек**
 - 5.4.1 Исполнение новых ОРД при выполнении работ по расчистке просек (как учитывается, местные ОРД по предприятию, наличие отчетов).
- **5.5 Анализ производственной деятельности при планировании работ в будущие периоды**
 - 5.5.1 Наличие скорректированных планов работ на следующий год с учетом анализа технологических нарушений, аварийности за прошедший год.

Отчёт по итогам аудита трасс ВЛ



[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

				Урал	Центр			Северо-Запад		
				использование при планировании	наличие	качество	использование при планировании	наличие	качество	использование при планировании
1	Листки осмотров ВЛ	Составляются только листки плановых осмотров ВЛ. Листки аварийных осмотров не составляются.	Не всегда соответствуют действительности*	Планирование основано на листках осмотров	Составляются	Не всегда соответствуют действительности	Планирование основано на листках осмотров	Составляются по план. осмотрам	Не всегда соответствуют действительности	Используются при планировании
2	Журнал учета неисправностей ВЛ (дефектная ведомость)	Ведется	Качество ведения журналов, как правило, неудовлетворительное	Не используется	Ведется	Не в полном объеме	Используется	Ведется	Не указываются нарушения на трассах	Не используется
3	Журнал учета работ на ВЛ	Ведется (попролетная информация о выполненных работах)	Качество ведения журналов, как правило, неудовлетворительное	Не используется	Ведется	Соответствует действительности	Не используется	Не полная информация	Качество ведения журнала неудовлетворительное	Используется частично
4	Паспорт ВЛ	Имеются в наличии	Информация о застроенных участках устарела (брошенные поля заросли кустарником)	Не используется	Не в полном объеме	Не всегда соответствуют действительности	Используется	Имеются в наличии	Не всегда соответствуют действительности	Не используется

Отчёт по итогам аудита трасс ВЛ



PDF Complete

Your complimentary use period has ended.
 Thank you for using PDF Complete.
[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

№ п/п		Урал			Центр			Северо-Запад		
		использование при планировании	наличие	качество	использование при планировании	наличие	качество	использование при планировании		
5	Проектная документация	Не на все ВЛ 220 кВ*	Не в полном объеме*	Не используется	Не на все ВЛ 220 кВ	Не в полном объеме	Не используется	Не на все ВЛ 220-330 кВ, в ЛенПМЭС отсутствует	Не в полном объеме, в НовгПМЭС-только профили	Не используется
6	Многолетний планы работ (периодичность расчистки)	Не составлен. Периодичность расчистки не установлена	-	-	Не в полном объеме	Не в полном объеме	Используется	Не составлен, периодичность не установлена	-	-
7	Анализ аварийности	Не проводится	-	-	ТОиР не проводит, МЭС проводит	-	-	Проводится	Не достаточен	Используется частично
8	Исползование КСУП Р	Рабочие места организованы**	-	Где есть доступ - не используется**	Не везде есть доступ	-	Где есть доступ - не используется	Не везде есть доступ	-	Используется частично в ОЛ МЭС

Отключение ВЛ Рузаяевка ВЛ Вешкайма1



Отключение ВЛ Рузаевка ВЛ Вешкайма1



Отключение ВЛ Рузаевка ВЛ Вешкайма1



Проверка трассы ВЛ 220 кВ Кинель-Уральская



Проверка трассы ВЛ 220 кВ Кинель-Уральская



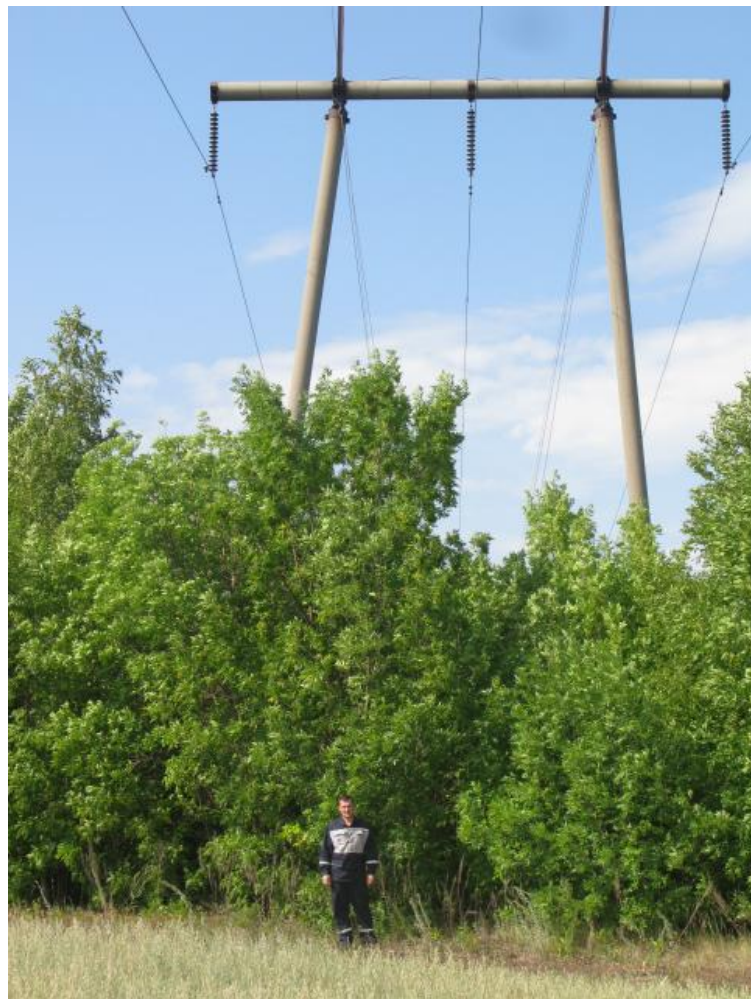
Проверка трассы ВЛ 220 кВ Кинель-Уральская



Проверка трассы ВЛ 220 кВ Кинель-Уральская



Проверка трассы ВЛ 220 кВ Кинель-Уральская



ИТОМ-10 - Измеритель тяжения оттяжек механический

- Измеритель тяжения оттяжек механический предназначен для контроля натяжения оттяжек опор воздушных линий электропередачи при их строительстве и эксплуатации.
- Принцип действия измерителя **ИТОМ-10** основывается на измерении упругих деформаций натянутого каната: по прогибу каната, создаваемому сосредоточенными силами от роликов прибора и эксцентрика, определяется натяжение каната оттяжки.

Технические характеристики измерителя

- Измеряемое усилие, т 0-10,0
- Цена деления шкалы, кг 100
- Погрешность измерения не более, % ± 2
- Диаметр измеряемого троса, мм 13,0 – 22,5
- База измерителя, мм 600
- Допустимая температура эксплуатации, °C -60...+50
- Габариты, мм 625x320x60
- Вес измерителя, кг 3,5
- Индикация стрелочная

ИТОЭ-10 также используется для измерения усилий в арматуре при изготовлении железобетонных изделий



Дефектоскоп для ручного контроля сварных швов Olympus NDT EPOCH 1000i



Дефектоскоп для ручного контроля сварных швов Olympus NDT EPOCH 1000i



Дефектоскоп для ручного контроля сварных швов Olympus NDT EPOCH 1000i

- **Применение**
- Общий контроль сварных швов
- Поиск и определение размеров трещин
- Энергетическая промышленность
- Контроль сварных швов по AWS D1.1/D1.5
- Контроль литых и кованных изделий
- Определение размеров дефектов по АРД-диаграммам
- Применение с промышленными системами контроля
- Обнаружение дефектов и расслоений в композитах
- Аэрокосмическая промышленность и обслуживание авиационной техники
- Автомобильная и транспортная промышленность

Основные замечания выявленные в ходе проверки трасс ВЛ

- *Значительная степень коррозии заглубленных металлических несущих элементов опор.* При строительстве данной ВЛ в 1962 - 1968 гг. установка U-образных болтов промежуточных опор выполнялась без их предварительного изоляционного покрытия полимерными липкими лентами или покрытий на основе битумно-резиновых, битумно-полимерных и т.п. составов с армирующей обмоткой, что в настоящее время предписано требованиями СНиП 2.03.11-85 и СП 28.13330.2012 как для конструкций, расположенных в грунте.



U-образные болты оттяжек опоры №20

Основные замечания выявленные в ходе проверки трасс ВЛ

- Из опыта эксплуатации известно, что самое уязвимое место обрыва U-образных болтов *(как жизненно важных несущих элементов опор)* вследствие коррозии находится на участке U-образного болта, расположенном вблизи места крепления U-образного болта в петле анкерной плиты. Для примера ниже представлены фото фрагментов поврежденного коррозией U-образного болта анкерной ж/б опоры другой ВЛ 220 кВ, демонтированного по факту аварии, произошедшей в январе 2011 года *(также не обработанного при монтаже изоляционными покрытиями на основе битумно-резиновых, битумно-полимерных и т.п. составов с армирующей обмоткой)*. В нижней части левого фотоснимка видно, что верхние участки U-образного болта внешне практически не имеют следов коррозии с потерей сечения, тогда как нижние его части локально имеют 100%-ную степень разрушения сечения *(фото справа)*.



Основные замечания выявленные в ходе проверки трасс ВЛ

- В свою очередь, использование применяющихся приборов неразрушающего контроля для диагностики состояния U-образных болтов, например марки **OLYMPUS Epoch-1000** требует тщательного подхода применительно к диагностике несущих элементов опор ВЛ. В частности, в «Методических рекомендациях по диагностике U-образных и анкерных болтов с использованием дефектоскопа OLYMPUS Epoch 1000» одним из критериев отбраковки U-образного болта является следующее: «...Болт считается проблемным и требующим повторного обследования через 1 год при уменьшении диаметра в зонах А и В (на прямых участках) от 20% до 50%; более 50% - требующим замены...».



Значительная степень коррозии несущих элементов, обусловленная наличием навалов грунта.

- В ходе проверки было выявлено наличие навалов грунта на клин-коушах оттяжек опоры № 103, послужившее предпосылками для коррозии данных элементов, а также коррозии петель уложенных в них тросов оттяжек с обрывом части жил.



Навалы грунта на клин-коуши оттяжек опоры № 103

Коррозия троса вантовой оттяжки опоры с обрывом жил



- Представленный на фото трос вантовой оттяжки опоры № 103, имеющий видимые разрывы отдельных жил вследствие коррозии с большой долей вероятности имеет еще большую степень коррозионного износа, которая находится за границами допустимого п. 4.6.3. СО 34.20.504-94, согласно которому, «...при уменьшении сечения более 20% оттяжка должна быть заменена...». Кроме того, в соответствии с приведенной в пункте 2.1.1 данного акта-предписания аргументацией, предельное значение износа несущих элементов составляет 10%, что еще более ужесточает требования к механической прочности несущих элементов опор.

Наличие ДКР в площадях опор



- в ходе проверки были выявлены факты наличия ДКР в площадях опор

Наличие шлейфов анкерных опор, выполненных болтовыми соединениями аппаратных зажимов.



- ***Соединение шлейфов фазных проводов на опоре***

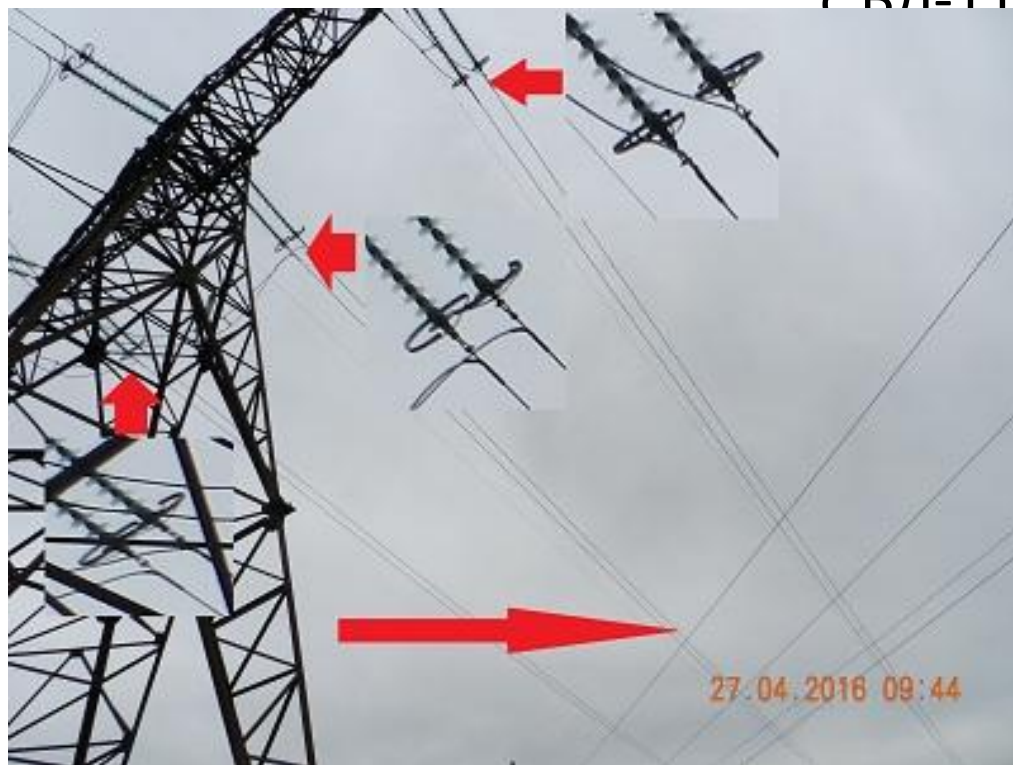
Неисправности устройств заземления опор



- ***Замоноличивание заземляющих спусков опоры***

Замоноличивание корродировавших заземляющих спусков, имеющих слой пористой окалины в бетон, кроме того создает условия для его разрушения: влага из раствора, скапливаясь в порах ржавчины, создает условия для дальнейшего окисления металла спуска. В свою очередь, окислы в сравнении с неокисленным металлом занимают на порядок больший объем и в процессе дальнейшей коррозии, образуясь внутри фундаментов, разрывают бетон изнутри (данная аргументация приведена в п. 5.3.3.6. СТО 56947007-29.240.55.111-2011).

Невыполнение требований Приказа «О повышении надежности пересечений и сближений ВЛ» в части отсутствия механических связей (лучевых коромысел) между всеми цепями натяжных подвесок проводов расщепленных фаз опоры № 30 в сторону опоры № 29, образующих пересечение с ВЛ-110 кВ.



Отсутствие механических связей (лучевых коромысел) в натяжных подвесках расщепленных проводов фаз опоры № 30 (показаны маленькими стрелками) в пролете опор №№ 29 – 30, образующем пересечение ВЛ-110 кВ (ее провода показаны большой стрелкой)

Частичная замена в натяжных гирляндах устаревшей фарфоровой изоляции на стеклянную.



В связи с удешевлением работ и уменьшением времени на их выполнение замена фарфоровой изоляции на стеклянную ситуативно производилась на той или иной подвеске частично — при этом не менялись первые от проводов фарфоровые изоляторы (см. фото

Частичная замена в натяжных гирляндах устаревшей фарфоровой изоляции на стеклянную.



Данный недостаток образовался вследствие несоответствия узлов креплений изоляторов старого и нового типов к арматуре проводов.

Несмотря на то, что электрическая прочность одного изолятора в гирлянде ВЛ-330 кВ не оказывает существенного воздействия на электрическую прочность всей гирлянды, сверхнормативные сроки эксплуатации фарфоровых изоляторов могут оказать негативное воздействие на снижение **механической** прочности подвесок фаз, что может повлечь за собой их расцепление. При этом, поскольку натяжные подвески (в частности, на опоре № 162) не оборудованы механическими связями со стороны проводов, то расцепление той или иной гирлянды повлечет за собой падение или приближение на недопустимый габарит фазного провода. Данная неисправность как минимум, повлечет за собой аварийное отключение ВЛ, а в отдельных случаях может создать угрозу жизни и здоровью людей, а также иные значимые последствия.

Нарушение требований п. 4.5.1.1. СО 34.20.504-94 в части несоответствия нанесенных на опоры обозначений ВЛ ее действующему диспетчерскому наименованию.

