



УТВЕРЖДАЮ
Научный руководитель
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»



Ю.Г. Шакарян
2015 г.

ОТЧЕТ

по договору №2-501/15 от 26 января 2015г.
«Анализ целесообразности применения в качестве растяжек опор ВЛ,
пластически деформированных стальных канатов по
СТО 71915393-ТУ062-2008»

Этап 2

Проведение сравнительных механических испытаний образцов растяжек: образцы традиционно применяемых растяжек; образцы растяжек по СТО 71915393-ТУ062-2008. Проведение анализа целесообразности применения в качестве растяжек, пластически деформированных стальных канатов, изготавливаемых по СТО 71915393-ТУ062-2008 на основании результатов сравнительных испытаний.

Руководители работы:
Заместитель научного руководителя,
начальник Центра электротехнического
оборудования, к.т.н., с.н.с.

Л.В. Тимашова

Москва, 2015 год

Список исполнителей

| | |
|---|---|
| Тимашова Л.В., Заместитель научного руководителя, начальник ЦЭО, к.т.н., с.н.с. | Общее руководство работой. |
| Назаров И.А., Заведующий лабораторией | Разработка Программ и Методик испытаний. Проведение испытаний. Составление и оформление отчета. |
| Мерзляков А.С., С.н.с | Проведение анализа актов технологических нарушений. Разработка Программ и Методик испытаний. Проведение испытаний. Составление и оформление отчета. |
| Плугатар В.М., ведущий инженер | Проведение испытаний. |

Реферат

Работа представлена в виде научно-технического отчета. Отчет содержит 80 страниц и включает 1 рисунок, 12 Протоколов испытаний.

Ключевые слова: СТАЛЬНОЙ КАНАТ, ОТТЯЖКА, ОПОРА, ТРОС, СТО 71915393-ТУ062-2008, ГОСТ 3064-80, ПРОТОКОЛЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ, АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ.

Проведены сравнительные механические испытания образцов растяжек: образцы традиционно применяемых растяжек, изготовленных по ГОСТ 3064-80 диаметром 15,5; образцы растяжек изготовленных по СТО 71915393-ТУ062-2008 диаметром 11,0.

Проведен анализ целесообразности применения в качестве растяжек, пластически деформированных стальных канатов, изготавливаемых по СТО 71915393-ТУ062-2008 на основании результатов сравнительных механических испытаний.

Содержание

| | |
|--|--------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1 Применение стальных канатов (тросов) в качестве оттяжек для опор ВЛ | 8 |
| 1.1 Общая информация..... | 8 |
| 1.2 Трос марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р..... | 8 |
| 1.2 Сопоставление характеристик стальных канатов (тросов) изготовленных по ГОСТ 3064 и по СТО71915393-ТУ062 | 10 |
| 2 Сравнительные механические испытания для оценки применения стальных канатов (тросов) марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р в качестве оттяжек | 11 |
| 2.1 Программы испытаний..... | 11 |
| 2.2 Результаты испытаний | 12 |
| Этап 1 | 12 |
| 2.2.1 Протокол №А039-052015 «Определение параметров конструкции стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»»..... | Стр.14 |
| 2.2.2 Протокол №А040-052015 «Определение параметров конструкции стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»»..... | Стр.17 |
| 2.2.3 Протокол №А041-052015 «Определение разрывного усилия проволок стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»»..... | Стр.20 |
| 2.2.4 Протокол №А042-052015 «Определение разрывного усилия проволок стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»»..... | Стр.24 |
| 2.2.5 Протокол №А043-052015 «Определение модуля упругости стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»»..... | Стр.28 |
| 2.2.6 Протокол №А044-052015 «Определение модуля упругости стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»»..... | Стр.34 |
| Этап 2 | 13 |
| 2.2.7 Протокол №А049-072015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»..... | Стр.39 |
| 2.2.8 Протокол №А050-072015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»..... | Стр.46 |
| 2.2.9 Протокол №А051-082015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»..... | Стр.53 |
| 2.2.10 Протокол №А052-082015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»..... | Стр.59 |

| | | |
|--------|---|--------|
| 2.2.11 | Протокол №А053-082015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку»..... | Стр.65 |
| 2.2.12 | Протокол №А054-082015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку»..... | Стр.70 |
| 3 | Выводы по результатам механических испытаний образцов тросов по работе «Анализ целесообразности применения в качестве растяжек опор ВЛ, пластически деформированных стальных канатов по СТО 71915393-ТУ062-2008» | 75 |
| 4 | Анализ целесообразности применения в качестве растяжек опор ВЛ, пластически деформированных стальных канатов, изготавливаемых по СТО 71915393-ТУ062-2008 на основании результатов сравнительных механических испытаний..... | 78 |
| | Заключение | 79 |
| | Список литературы | 80 |

ВВЕДЕНИЕ

В энергосистемах нашли широкое применение конструкции опор с оттяжками. Промежуточные опоры выполняются, как правило, порталного типа с шарнирно закрепленными стойками у фундаментов и траверсы, и оттяжками вынесенными из плоскости портала. Стойки и траверсы представляют собой либо металлические фермы, либо полые железобетонные трубы. Оттяжки выполняются либо из гибкого стального троса, либо из круглого прутка низколегированной стали. Оттяжки опор ВЛ 500 кВ выполняются из двух гибких стальных тросов, свитых между собой.

Жесткость опоры с шарнирно закрепленными стойками определяется величиной начального тяжения в оттяжках. Если оттяжки не натянуты, опора может потерять свою плоскую форму, а стойки опоры могут соскользнуть с подножников. Практически по условиям монтажа и эксплуатации начальное тяжение в оттяжках целесообразно задавать в пределах 20—25% номинального тяжения при расчетной нагрузке нормального режима. Начальное тяжение в оттяжках для опор 220 кВ составляет 1—2 Т, для опор 500 кВ 2—3 Т. Под действием ветра, направленного поперек линии, тяжение в оттяжках, расположенных с наветренной стороны, падает, а в двух других оттяжках возрастает.

Конструктивные особенности опоры с шарнирно закрепленными стойками особенно хорошо сказываются при обрыве проводов крайних фаз: ближайшая к оборванной фазе стойка и соединенный с ней конец траверсы разворачиваются, тяжение по оборванному проводу уменьшается, а сама опора не теряет своей устойчивости. В этом случае установившееся редуцированное тяжение от провода фазы примерно на 40% ниже, чем у порталной опоры с жестко закрепленными стойками. Такое снижение редуцированного тяжения может быть обеспечено, если ближайший к оборванной фазе грозозащитный трос будет проскальзывать в подвесном зажиме при определенном усилии и не будет препятствовать перемещению траверсы.

Полевые испытания опоры с шарнирно закрепленными стойками показали, что при обрыве одной оттяжки опора не потеряет своей устойчивости, если вторая оттяжка будет цела и подвесной зажим грозозащитного троса не допустит значительного проскальзывания троса.

Надежность работы всех типов опор с оттяжками зависит от состояния оттяжек и величины начального тяжения в них. При эксплуатации, тяжение в оттяжках не должно отличаться от проектного более чем на 20%, а уменьшение площади сечения троса оттяжки не должно превышать 10%.

1 Применение стальных канатов (тросов) в качестве оттяжек для опор ВЛ

1.1 Общая информация

На сегодняшний день в качестве оттяжек для опор ВЛ применяются следующие марки тросов:

Для ВЛ 500 кВ:

22,5-Г-В-СС-Р140 ГОСТ 3064-66

Для ВЛ 330 кВ:

17Н-140-В-ЖС ГОСТ 3064-55

15,5-Г-В-СС-Р140 ГОСТ 3064-66

Для ВЛ 220 кВ:

14-Г-В-СС-Р140 ГОСТ 3064-66

15,5-Г-В-СС-Р140 ГОСТ 3064-66

17-Г-В-СС-Р140 ГОСТ 3064-66

15,5-Н-140-В-ЖС ГОСТ 3064-55

Для ВЛ 110 кВ:

13-140-В-ЖС ГОСТ 3064-55

Кроме хорошо зарекомендовавших себя в качестве оттяжек для опор ВЛ тросов перечисленных марок тросов в настоящее время разработан трос новой конструкции марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р изготавливаемый в соответствии с СТО 71915393-ТУ062-2008 [2], который обладает более высокими механическими, электрическими и эксплуатационными характеристиками по сравнению с применяемыми в настоящее время вышеперечисленными марками тросов.

1.2 Трос марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р

Новизна конструкции троса заключается в использовании технологии уплотнения свивки, обеспечении линейного касания проволок (ЛК) и применении пластического деформирования наружного слоя проволок для

увеличения площади контакта между проволоками наружного и внутренних повивов. Эта конструкция, также обеспечивает значительное снижение линейного удлинения.

Конструкция и внешний вид троса представлены на рисунке 1.

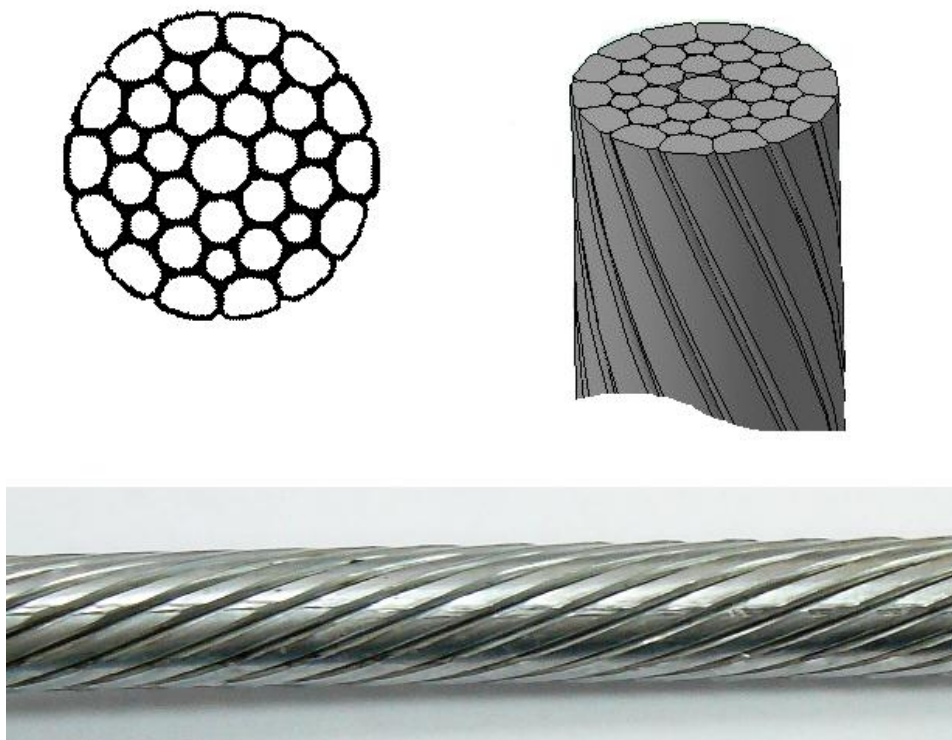


Рисунок 1 – Трос марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р изготовленный по СТО 71915393-ТУ062-2008

Трос марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р, изготовленный по СТО 71915393-ТУ062-2008, по сравнению со стальными канатами по ГОСТ 3062, ГОСТ 3063, ГОСТ 3064, имеет следующие преимущества:

- высокая коррозионная стойкость:
 - за счет применения Zn-гальванического покрытия группы «ОЖ» с +5% допуском и контакта поверхности троса с окружающей средой;
 - «консервации» смазки внутри каната, благодаря конструкции;
- гальванический метод нанесения покрытия, что предотвращает отслоение цинка при воздействии токов КЗ;

- повышенная прочность на разрыв ($180 \text{ кГ/мм}^2 - 200 \text{ кГ/мм}^2$), таким образом, что обеспечивает значительное увеличение механической прочности оттяжки (МПП), что особенно важно при гололёдообразовании на ВЛ;
- гарантированный срок эксплуатации более чем в 2 раза выше;
- обеспечивает, не менее двукратного снижение относительного удлинения, что исключает его ослабление в процессе эксплуатации;
- имеет значительно меньший вес (меньшую металлоемкость) при сопоставимой механической прочности на разрыв (МПП);
- снижает аэродинамические нагрузки, передаваемые на опоры и их фундаменты, за счет меньшего диаметра троса.

1.2 Сопоставление характеристик стальных канатов (тросов) изготовленных по ГОСТ 3064 и по СТО71915393-ТУ062

В таблице представлены характеристики стальных канатов (тросов) марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р, изготовленный по СТО 71915393-ТУ062-2008, (выделены серым цветом) и тросов изготовленных по ГОСТ 3064 применяемых для оттяжек на опорах ВЛ:

| Наименование троса | Диаметр, мм | МПП, кН | Сечение, мм ² | Вес, кг | Маркировочная группа, кг/мм ² | Группа оцинковки |
|--------------------|-------------|---------|--------------------------|---------|--|------------------|
| ГОСТ 3064 | 13 | 124,5 | 101,7 | 873 | 140 | С, Ж |
| СТО-ТУ062 | 10 | 124,1 | 70 | 575 | 190 | ОЖ |
| СТО-ТУ062 | 11 | 141,1 | 83,6 | 695 | 180 | ОЖ |
| ГОСТ 3064 | 14 | 135,5 | 116,9 | 993,6 | 140 | С, Ж |
| СТО-ТУ062 | 11 | 141,1 | 83,6 | 695 | 180 | ОЖ |
| ГОСТ 3064 | 15,5 | 164,0 | 141,4 | 1200 | 140 | С, Ж |
| СТО-ТУ062 | 12,5 | 182,5 | 108 | 890 | 180 | ОЖ |
| ГОСТ 3064 | 17,0 | 195,5 | 168,2 | 1425 | 140 | С, Ж |
| СТО-ТУ062 | 13 | 200,3 | 118,6 | 982 | 180 | ОЖ |
| ГОСТ 3064 | 18,5 | 229,5 | 197,3 | 1685 | 140 | С, Ж |
| СТО-ТУ062 | 14 | 229,5 | 135,9 | 1125 | 180 | ОЖ |
| ГОСТ 3064 | 22,5 | 347 | 298,5 | 2550 | 140 | С, Ж |
| СТО-ТУ062 | 17 | 340,5 | 201,6 | 1670 | 180 | ОЖ |
| СТО-ТУ062 | 17 | 360,2 | 201,6 | 1670 | 190 | ОЖ |

2 Сравнительные механические испытания стальных канатов (тросов) марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р изготовленных по СТО 71915393-ТУ062-2008 со стальными канатами (тросами) изготовленными по ГОСТ 3064-80

Для исследования эффективности применения на ВЛ в качестве оттяжек тросов марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р изготовленных по СТО 71915393-ТУ062-2008 [2], необходимо провести комплекс сравнительных испытаний с тросами по ГОСТ 3064:

- Определение параметров конструкции троса;
- Определение механических параметров троса (определение механической прочности, определение модуля упругости);
- вытяжка в течении не менее 1000 ч. (Ресурсные испытания).

2.1 Программы испытаний

Цель испытаний – проверить соответствие конструкции тросов требованиям НТД, определить механические параметры тросов, определить вытяжку тросов за время не менее 1000 ч. Испытания должны проводиться в соответствии с «Методикой испытания для определения оценок параметров физико-механических характеристик проводов, грозозащитных тросов, оптических кабелей связи, применяемых на воздушных линиях электропередачи, утв. в 1998г.», с учетом требований ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84), ГОСТ 10466-80 и рекомендаций IEEEstd 1222 ТМ-2004, МЭК 60794-1-2, МЭК 60794-4-1.

Испытания должна включать:

- проверку соответствия конструкции тросов требованиям НТД;
- определение стойкости к растягивающим нагрузкам (определение модулей упругости) с учетом требований ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) и ГОСТ 10466-80;
- определение МПР в системе «Трос - зажим».
- испытание на вытяжку в течении не менее 1000 ч.;

Объекты испытаний:

Для проведения сравнительных механических и ресурсных испытаний были отобраны образцы стальных тросов длиной 300 м производства ОАО «Северсталь Метиз»:

1. Образец каната (стального троса) марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм по ГОСТ 3064-66;
2. Образец каната (стального троса) марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм по СТО71915393-ТУ062-2008.

2.2 Результаты испытаний

Результаты сравнительных испытаний представлены в Протоколах:

Этап 1

2.2.1 Протокол №А039-052015 «Определение параметров конструкции стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»».....Стр.14

2.2.2 Протокол №А040-052015 «Определение параметров конструкции стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»».....Стр.17

2.2.3 Протокол №А041-052015 «Определение разрывного усилия проволок стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»».....Стр.20

2.2.4 Протокол №А042-052015 «Определение разрывного усилия проволок стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»».....Стр.24

2.2.5 Протокол №А043-052015 «Определение модуля упругости стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»».....Стр.28

2.2.6 Протокол №А044-052015 «Определение модуля упругости стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»».....Стр.34

Этап 2

2.2.7 Протокол №А049-072015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах».....Стр.39

2.2.8 Протокол №А050-072015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах».....Стр.46

2.2.9 Протокол №А051-082015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах».....Стр.53

2.2.10 Протокол №А052-082015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах».....Стр.59

2.2.11 Протокол №А053-082015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку».....Стр.65

2.2.12 Протокол №А054-082015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку».....Стр.70

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
"_____" май 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А039-052015

Определения параметров конструкции стального каната марки
11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Стальные канаты (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередачи от прямых ударов молнии. Технические условия».

2. Цель испытаний

Проверка соответствия параметров конструкции стального каната требованиям СТО 71915393-ТУ 062-2008.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

| | |
|----------------------------------|------------|
| Дата начала проведения испытаний | 18.05.2015 |
| Дата окончания испытаний | 18.05.2015 |

5. Испытательное оборудование и средства измерений

Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 1.

Таблица 1

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Микрометр гладкий МК-25 (0÷25мм) | 2239 | 01.2016 |
| 2 | Штангенциркуль ШЦ-1 (0÷150мм) | 80726/82 | 01.2016 |
| 3 | Весы РН-10Ц134 | 18474 | 01.2016 |
| 4 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 5 | Линейка металлическая измерительная (0÷1000 мм) | б/н | 01.2016 |
| 6 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

| | |
|----------------------------|-------|
| Температура воздуха, °С | 19 |
| Относительная влажность, % | 65 |
| Атмосферное давление, кПа | 100,2 |

7. Методы проведения испытаний

7.1 Испытания проводятся в соответствии с СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Канаты стальные (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередач от прямых ударов молнии. Технические условия» и СТО

56947007-29.060.50.015-2008 «Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередачи 35 – 750 кВ. Технические требования»

8. Результаты измерений

8.1 Результаты испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 приведены в таблице 2.

Таблица 2

| № | Виды проверок / наименование контролируемого параметра и единицы измерения | Номер пункта требований СТО | Значение параметра | | Заключение о соответствии СТО |
|---|---|-----------------------------|--|---|-------------------------------|
| | | | Нормированное СТО | фактическое | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Диаметр (мм): троса внешний проволока 3й слой проволока 2й слой (тонкие) проволока 2й слой (толстые) проволока 1 слой центральная | п. 3.2 | 11,0 ± 1,0% 1,95 ± 0,05 1,25 ± 0,05 1,60 ± 0,05 1,65 ± 0,05 2,30 ± 0,05 | 11,05 1,98 1,27 1,62 1,66 2,34 | Соотв. |
| 2 | Количество проволок (шт): всего 3й слой (внешний) 2й слой 1й слой центральная | п. 3.2 | 36 14 7+7 7 1 | 36 14 7+7 7 1 | Соотв. |
| 3 | Площадь поперечного сечения (мм ²): | п. 3.2 | 83,59 ± 2% | 84,75 | Соотв. |
| 4 | Масса на единицу длины (кг/км): | п. 3.2 | 695,0 ± 2% | 698,1 | Соотв. |

9. Заключение


Конструкция стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» соответствует требованиям СТО 71915393-ТУ 062-2008.


Испытания выполнили:

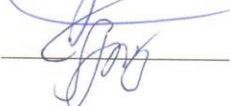
Зав. группой по проведению испытаний на прочность элементов ВЛ.

Старший научный сотрудник

Ведущий инженер


И.А. Назаров


А.С. Мерзляков


В.М. Плугатар

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Гимашова Л.В.
"05" май 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А040-052015

Определения параметров конструкции стального каната марки
15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Канат одинарной свивки типа ТК марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80.

2. Цель испытаний

Проверка соответствия параметров конструкции стального каната требованиям ГОСТ 3064-80.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 19.05.2015
Дата окончания испытаний 19.05.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 1.

Таблица 1

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Микрометр гладкий МК-25 (0÷25мм) | 2239 | 01.2016 |
| 2 | Штангенциркуль ШЦ-1 (0÷150мм) | 80726/82 | 01.2016 |
| 3 | Весы РН-10Ц134 | 18474 | 01.2016 |
| 4 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 5 | Линейка металлическая измерительная (0÷1000 мм) | б/н | 01.2016 |
| 6 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 20
Относительная влажность, % 64
Атмосферное давление, кПа 100,5

7. Методы проведения испытаний

7.1 Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 3241-91 «Канаты стальные. Технические условия».

8. Результаты измерений

8.1 Результаты испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-

1370/140 приведены в таблице 2.

Таблица 2

| № | Виды проверок / наименование контролируемого параметра и единицы измерения | Номер пункта требований ГОСТ | Значение параметра | | Заключение о соответствии ГОСТ |
|---|---|------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| | | | Нормированное ГОСТ | фактическое | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Диаметр (мм): троса внешний проволока 3й слой проволока 2й слой проволока 1 слой центральная | п. 3 | 15,5 ± 1,0% 2,20 ± 0,05 2,20 ± 0,05 2,20 ± 0,05 2,40 ± 0,05 | 15,6 2,22 2,21 2,21 2,42 | Соотв. |
| 2 | Количество проволок (шт): всего 3й слой (внешний) 2й слой 1й слой центральная | п. 3 | 37 18 12 6 1 | 37 18 12 6 1 | Соотв. |
| 3 | Площадь поперечного сечения (мм ²): | п. 3 | 141,37 ± 2% | 143,31 | Соотв. |
| 4 | Масса на единицу длины (кг/км): | п. 3 | 1200,0 ± 2% | 1212,5 | Соотв. |

9. Заключение


Конструкция стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» соответствует требованиям ГОСТ 3064-80.


Испытания выполнили:


Зав. группой по проведению испытаний на прочность элементов ВЛ.

Старший научный сотрудник

Ведущий инженер


И.А. Назаров


А.С. Мерзляков


В.М. Плугатар

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
"_____" май 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А041-052015

Определения разрывного усилия проволок стального каната марки
11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Стальные канаты (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередачи от прямых ударов молнии. Технические условия».

2. Цель испытаний

Определение разрывного усилия проволок стального каната.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 20.05.2015
Дата окончания испытаний 22.05.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|--|---------------------------------------|
| 1 | Машина разрывная Р-0,5 для испытания металлов. Зав. №158, инв. №100000 (диапазон нагрузки 0 ÷ 500 кгс) | 05.2017 |
| 2 | Машина разрывная Р-5 для испытаний на растяжение и сжатие, зав. № 948. Инвентарный номер 110000 (диапазон нагрузки 0 ÷ 5 тс) | 05.2017 |

Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 2 | Линейка металлическая измерительная (0÷1000 мм) | б/н | 01.2016 |
| 3 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 22
Относительная влажность, % 61
Атмосферное давление, кПа 100,7

7. Параметры объекта испытаний

7.1 Количество проволок в стальном канате $n = 37$ шт., в том числе:

- центральная проволока: $n = 1$ шт.;
- первый слой: $n = 7$ шт.;
- второй слой: $n = 7+7$ шт.;
- третий слой (внешний): $n = 14$ шт.;

8. Методы проведения испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 3241-91 «Канаты стальные. Технические условия» с учетом ГОСТ 10446-80 «Проволока. Метод испытания на растяжение».

9. Результаты испытаний

9.1 Разрывное усилие стальных проволок приведено в таблице 3.

Таблица 3

| № проволочек | Разрывное усилие проволоки, кгс | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| | Третий слой проволочек | Второй слой проволочек | | Первый слой проволочек | Центральная проволока |
| | | Меньшего диаметра | Большого диаметра | | |
| 1 | 540 | 275 | 420 | 456 | 810 |
| 2 | 530 | 276 | 426 | 458 | |
| 3 | 545 | 275 | 428 | 448 | |
| 4 | 540 | 272 | 428 | 450 | |
| 5 | 535 | 264 | 412 | 458 | |
| 6 | 525 | 277 | 360 | 448 | |
| 7 | 545 | 275 | 416 | 456 | |
| 8 | 545 | | | | |
| 9 | 545 | | | | |
| 10 | 550 | | | | |
| 11 | 545 | | | | |
| 12 | 550 | | | | |
| 13 | 550 | | | | |
| 14 | 540 | | | | |
| Суммарное разрывное усилие (кгс) | | | | | 16373 |
| Суммарное разрывное усилие (Н) | | | | | 160619 |

10. Заключение

Суммарное разрывное усилие проволок стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленного ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 равно 160 619 Н.

Испытания выполнили:

Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.



И.А. Назаров

Старший научный сотрудник



А.С. Мерзляков

Ведущий инженер



В.М. Плугатар

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
“ ” май 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А042-052015

Определения разрывного усилия проволок стального каната марки
15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Канат одинарной свивки типа ТК марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80.

2. Цель испытаний

Определение разрывного усилия проволок стального каната.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 25.05.2015
Дата окончания испытаний 27.05.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|--|---------------------------------------|
| 1 | Машина разрывная Р-0,5 для испытания металлов. Зав. №158, инв. №100000 (диапазон нагрузки 0 ÷ 500 кгс) | 05.2017 |
| 2 | Машина разрывная Р-5 для испытаний на растяжение и сжатие, зав. № 948. Инвентарный номер 110000 (диапазон нагрузки 0 ÷ 5 тс) | 05.2017 |

Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 2 | Линейка металлическая измерительная (0÷1000 мм) | б/н | 01.2016 |
| 3 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 23
Относительная влажность, % 64
Атмосферное давление, кПа 101,2

7. Параметры объекта испытаний

7.1 Количество проволок в стальном канате $n = 37$ шт., в том числе:

- центральная проволока: $n = 1$ шт.;
- первый слой: $n = 6$ шт.;
- второй слой: $n = 12$ шт.;
- третий слой (внешний): $n = 18$ шт.;

8. Методы проведения испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 3241-91 «Канаты стальные. Технические условия» с учетом ГОСТ 10446-80 «Проволока. Метод испытания на растяжение».

9. Результаты испытаний

9.1 Разрывное усилие стальных проволок приведено в таблице 3.

Таблица 3

| № проволоч | Разрывное усилие проволоки, кгс | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Третий слой проволоч | Второй слой проволоч | Первый слой проволоч | Центральная проволока |
| 1 | 570 | 565 | 675 | 730 |
| 2 | 570 | 570 | 670 | |
| 3 | 575 | 565 | 670 | |
| 4 | 575 | 565 | 675 | |
| 5 | 575 | 565 | 670 | |
| 6 | 550 | 570 | 680 | |
| 7 | 565 | 565 | | |
| 8 | 565 | 560 | | |
| 9 | 560 | 560 | | |
| 10 | 570 | 560 | | |
| 11 | 565 | 570 | | |
| 12 | 565 | 570 | | |
| 13 | 565 | | | |
| 14 | 575 | | | |
| 15 | 570 | | | |
| 16 | 570 | | | |
| 17 | 580 | | | |
| 18 | 570 | | | |
| Суммарное разрывное усилие (кгс) | | | | 21 790 |
| Суммарное разрывное усилие (Н) | | | | 213 760 |

10. Заключение

Суммарное разрывное усилие проволок стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленного ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80 равно 213 760 Н.

Испытания выполнили:
Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

Старший научный сотрудник

Ведущий инженер



И.А. Назаров



А.С. Мерзляков



В.М. Плугатар

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
« _____ » июнь 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А043-062015

Определения модуля упругости стального каната марки
11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Стальные канаты (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередачи от прямых ударов молнии. Технические условия».

2. Цель испытаний

Определение модуля упругости стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 01.06.2015
Дата окончания испытаний 02.06.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр эталонный ДОРМ-50 | 1841 | 01.2016 |
| 2 | Индикатор часового типа ИЧ-10 | 214159 | 01.2016 |
| 3 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 4 | Линейка металлическая измерительная (0÷1500 мм) | б/н | 01.2016 |
| 5 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 22
Относительная влажность, % 65
Атмосферное давление, кПа 101,1

7. Параметры объекта испытаний

7.1 Длина образца каната $L = 22$ м.

7.2 Базовая длина для измерения удлинения каната $L_0 = 1493$ мм.

7.3 Расчетное разрывное усилие каната (по проволокам) $T_{\text{разр}} = 163,0$ кН

7.4 $T_{40\%} = 63,582$ кН – тяжение, равное 40% от $T_{\text{разр}}$.

7.5 Площадь поперечного сечения каната $S = 84,75$ мм² (Протокол № А039-052015)

8. Методика испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с п.4.3 «Методики испытания для определения оценок параметров физико-механических характеристик проводов, грозозащитных тросов, оптических кабелей связи, применяемых на воздушных линиях электропередачи» АО «ВНИИЭ» 1998 год, с учетом рекомендаций ISO 12076:2002.

8.2 Образец каната длиной L монтируется на установке для испытания на прочность элементов ВЛ (У-2) (Рисунок 1).

8.3 Устанавливается первоначальное тяжение в образце T_0 .

8.4 На образце монтируется устройство для измерения удлинения при увеличении тяжения. Фиксируется начальное удлинение l_0 при тяжении образца T_0 .

8.5 Тяжение в образце увеличивается ступенями величиной в 2-3% от $T_{\text{разр}}$ с выдержкой по времени 1 минуту на каждой ступени, при этом фиксируются значения тяжения T и удлинения образца l .

8.6 При достижении в образце тяжения $T_{40\%}$ осуществляется выдержка по времени в течение 30 минут, затем тяжение снижается до T_0 ступенями в 2-3% от $T_{\text{разр}}$. На каждой ступени производится выдержка по времени 1 мин, фиксируются значения тяжения T и удлинения образца l .

8.7 Для каждой ступени увеличения/уменьшения тяжения вычисляется значение относительной деформации образца $\varepsilon = \Delta l / L_0$, где $\Delta l = l - l_0$.

8.8 Производится построение зависимостей «нагрузка-деформация» $T = f(\varepsilon)$.

8.9 Модуль упругости образца E определяется на линейной части характеристики $T = f(\varepsilon)$ при разгрузке образца с $T_{45\%}$ до T_0 :

$$E = \frac{\Delta T}{\Delta \varepsilon \cdot S}$$

где:

S – площадь поперечного сечения образца;

$\Delta T = T_2 - T_1$ – разность тяжений в начале и конце линейной части характеристики разгрузки образца $T = f(\varepsilon)$;

$\Delta \varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$ – приращение деформации в начале и конце линейной части характеристики разгрузки образца $T = f(\varepsilon)$;

9. Результаты испытаний

9.1 Задается начальное тяжение $T_0 = 4,451$ кН и фиксируется начальное удлинение $l_0 = 1,00$ мм.

9.2 Зависимости $T=f(\varepsilon)$ при растяжении и разгрузке стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 приведены в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3

| № ступени | Тяжение Т, кН | Удлинение образца l, мм | Деформация ε , % |
|-----------|---------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 4,451 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 10,485 | 1,62 | 0,04 |
| 3 | 16,532 | 2,27 | 0,09 |
| 4 | 22,591 | 2,94 | 0,13 |
| 5 | 31,269 | 3,90 | 0,19 |
| 6 | 38,288 | 4,68 | 0,25 |
| 7 | 46,945 | 5,64 | 0,31 |
| 8 | 55,683 | 6,65 | 0,38 |
| 9 | 63,582 | 7,58 | 0,44 |
| 10 | 63,582 | 7,70 | 0,45 |
| 11 | 56,588 | 6,94 | 0,40 |
| 12 | 47,818 | 5,99 | 0,33 |
| 13 | 39,099 | 5,08 | 0,27 |
| 14 | 28,663 | 3,95 | 0,20 |
| 15 | 18,262 | 2,85 | 0,12 |
| 16 | 8,759 | 1,87 | 0,06 |
| 17 | 4,451 | 1,38 | 0,03 |

9.3 Модуль упругости E определяется на линейном участке характеристики разгрузки образца (ступени №№ 11÷16), (рисунок 2, таблица 3):

$$E = \frac{\Delta T}{\Delta \varepsilon \cdot S} = \frac{(56,588 - 8,759) \cdot 100}{(0,40 - 0,06) \cdot 84,75} = 166,189 \text{ кН/мм}^2 = 166\,189 \text{ Н/мм}^2$$

10 Заключение

Модуль упругости стального каната марки 11,0-Г(М3)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» равен $E = 166\ 189\ \text{Н/мм}^2$.


Испытания выполнили:

Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

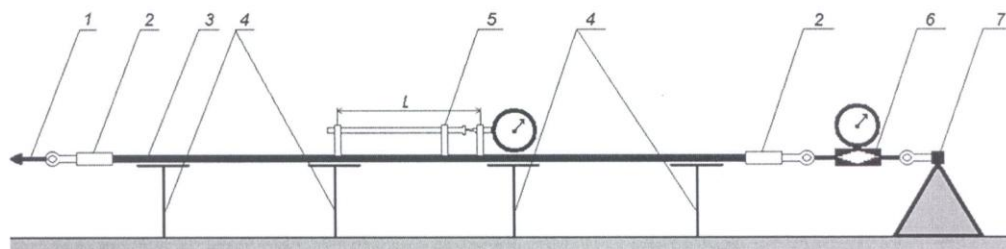


И.А. Назаров

Старший научный сотрудник



А.С. Мерзляков



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 - к натяжному устройству | 5 - устройство для измерения удлинения провода |
| 2 - зажим натяжной | 6 - динамометр |
| 3 - образец | 7 - анкер |
| 4 - подпорки | |

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ

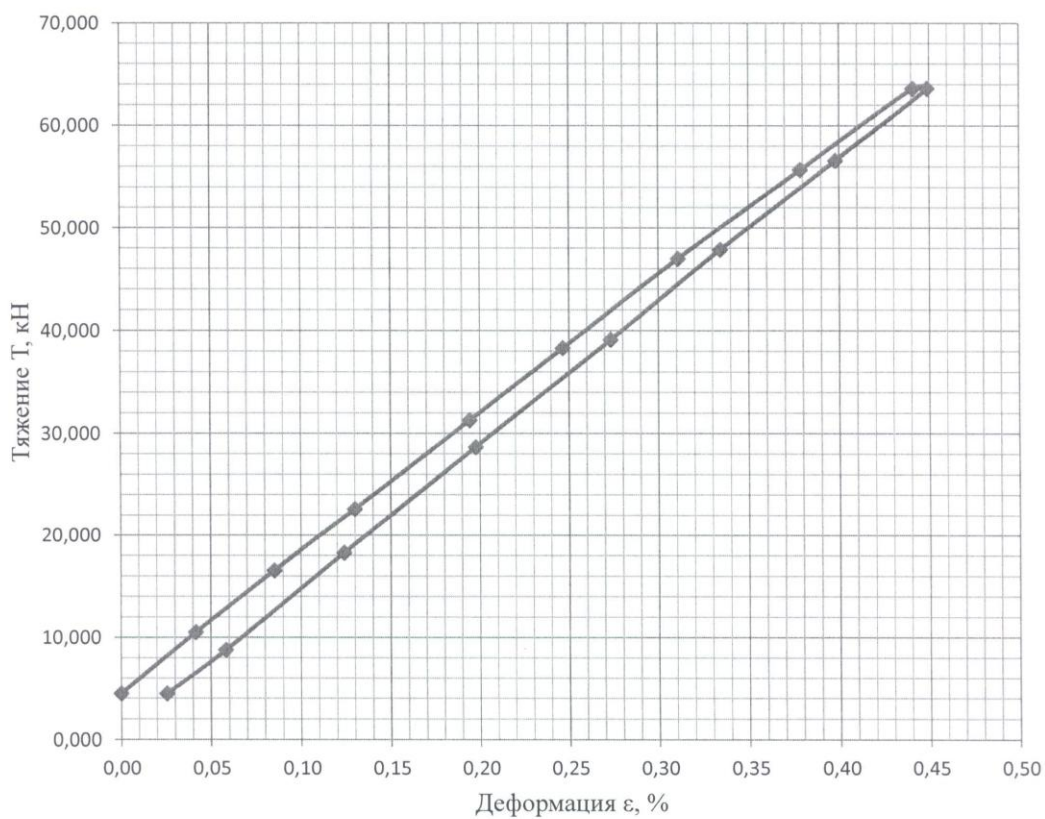


Рисунок 2 – Характеристика растяжения и разгрузки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
« »
июнь 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А044-062015

Определения модуля упругости стального каната марки
15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Канат одинарной свивки типа ТК марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80.

2. Цель испытаний

Определение модуля упругости стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 02.06.2015
Дата окончания испытаний 03.06.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр эталонный ДОРМ-50 | 1841 | 01.2016 |
| 2 | Индикатор часового типа ИЧ-10 | 214159 | 01.2016 |
| 3 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 4 | Линейка металлическая измерительная (0÷1500 мм) | б/н | 01.2016 |
| 5 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 22
Относительная влажность, % 65
Атмосферное давление, кПа 101,2

7. Параметры объекта испытаний

- 7.1 Длина образца каната $L = 21$ м.
7.2 Базовая длина для измерения удлинения каната $L_0 = 1087$ мм.
7.3 Расчетное разрывное усилие каната $T_{\text{разр}} = 168,0$ кН
7.4 $T_{40\%} = 63,114$ кН – тяжение, равное 40% от $T_{\text{разр}}$.
7.5 Площадь поперечного сечения каната $S = 143,31$ мм² (Протокол № А040-052015)

8. Методика испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с п.4.3 «Методики испытания для определения оценок параметров физико-механических характеристик проводов, грозозащитных тросов, оптических кабелей связи, применяемых на воздушных линиях электропередачи» АО «ВНИИЭ» 1998 год, с учетом рекомендаций ISO 12076:2002.

8.2 Образец каната длиной L монтируется на установке для испытания на прочность элементов ВЛ (У-2) (Рисунок 1).

8.3 Устанавливается первоначальное тяжение в образце T_0 .

8.4 На образце монтируется устройство для измерения удлинения при увеличении тяжения. Фиксируется начальное удлинение l_0 при тяжении образца T_0 .

8.5 Тяжение в образце увеличивается ступенями величиной в 2-3% от $T_{\text{разр}}$ с выдержкой по времени 1 минуту на каждой ступени, при этом фиксируются значения тяжения T и удлинения образца l .

8.6 При достижении в образце тяжения $T_{40\%}$ осуществляется выдержка по времени в течение 30 минут, затем тяжение снижается до T_0 ступенями в 2-3% от $T_{\text{разр}}$. На каждой ступени производится выдержка по времени 1 мин, фиксируются значения тяжения T и удлинения образца l .

8.7 Для каждой ступени увеличения/уменьшения тяжения вычисляется значение относительной деформации образца $\varepsilon = \Delta l / L_0$, где $\Delta l = l - l_0$.

8.8 Производится построение зависимостей «нагрузка-деформация» $T = f(\varepsilon)$.

8.9 Модуль упругости образца E определяется на линейной части характеристики $T = f(\varepsilon)$ при разгрузке образца с $T_{45\%}$ до T_0 :

$$E = \frac{\Delta T}{\Delta \varepsilon \cdot S}$$

где:

S – площадь поперечного сечения образца;

$\Delta T = T_2 - T_1$ – разность тяжений в начале и конце линейной части характеристики разгрузки образца $T = f(\varepsilon)$;

$\Delta \varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$ – приращение деформации в начале и конце линейной части характеристики разгрузки образца $T = f(\varepsilon)$;

9. Результаты испытаний

9.1 Задается начальное тяжение $T_0 = 4,295$ кН и фиксируется начальное удлинение $l_0 = 1,00$ мм.

9.2 Зависимости $T=f(\epsilon)$ при растяжении и разгрузке стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 приведены в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3

| № ступени | Тяжение T, кН | Удлинение образца l, мм | Деформация ϵ , % |
|-----------|---------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 4,295 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 13,542 | 1,44 | 0,04 |
| 3 | 24,466 | 1,95 | 0,09 |
| 4 | 32,028 | 2,36 | 0,13 |
| 5 | 39,589 | 2,74 | 0,16 |
| 6 | 47,150 | 3,12 | 0,20 |
| 7 | 55,552 | 3,58 | 0,24 |
| 8 | 63,114 | 4,11 | 0,29 |
| 9 | 63,114 | 4,21 | 0,30 |
| 10 | 54,711 | 3,79 | 0,26 |
| 11 | 46,310 | 3,39 | 0,22 |
| 12 | 38,749 | 3,01 | 0,18 |
| 13 | 30,348 | 2,59 | 0,15 |
| 14 | 21,105 | 2,14 | 0,10 |
| 15 | 10,180 | 1,61 | 0,06 |
| 16 | 4,295 | 1,30 | 0,03 |

9.3 Модуль упругости E определяется на линейном участке характеристики разгрузки образца (ступени №№ 10÷15), (рисунок 2, таблица 3):

$$E = \frac{\Delta T}{\Delta \epsilon \cdot S} = \frac{(54,711 - 10,180) \cdot 100}{(0,26 - 0,06) \cdot 143,31} = 154,938 \text{ кН/мм}^2 = 154\,938 \text{ Н/мм}^2$$

10 Заключение

Модуль упругости стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» равен $E = 154\,938 \text{ Н/мм}^2$.

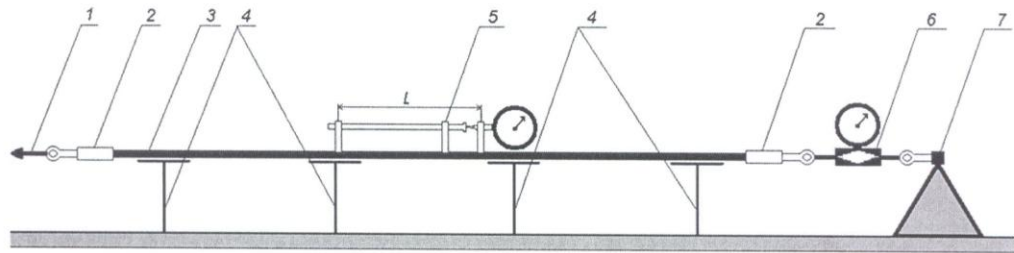
Испытания выполнили:

Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

 И.А. Назаров

Старший научный сотрудник

 А.С. Мерзляков



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 - к натяжному устройству | 5 - устройство для измерения удлинения провода |
| 2 - зажим натяжной | 6 - динамометр |
| 3 - образец | 7 - анкер |
| 4 - подпорки | |

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ

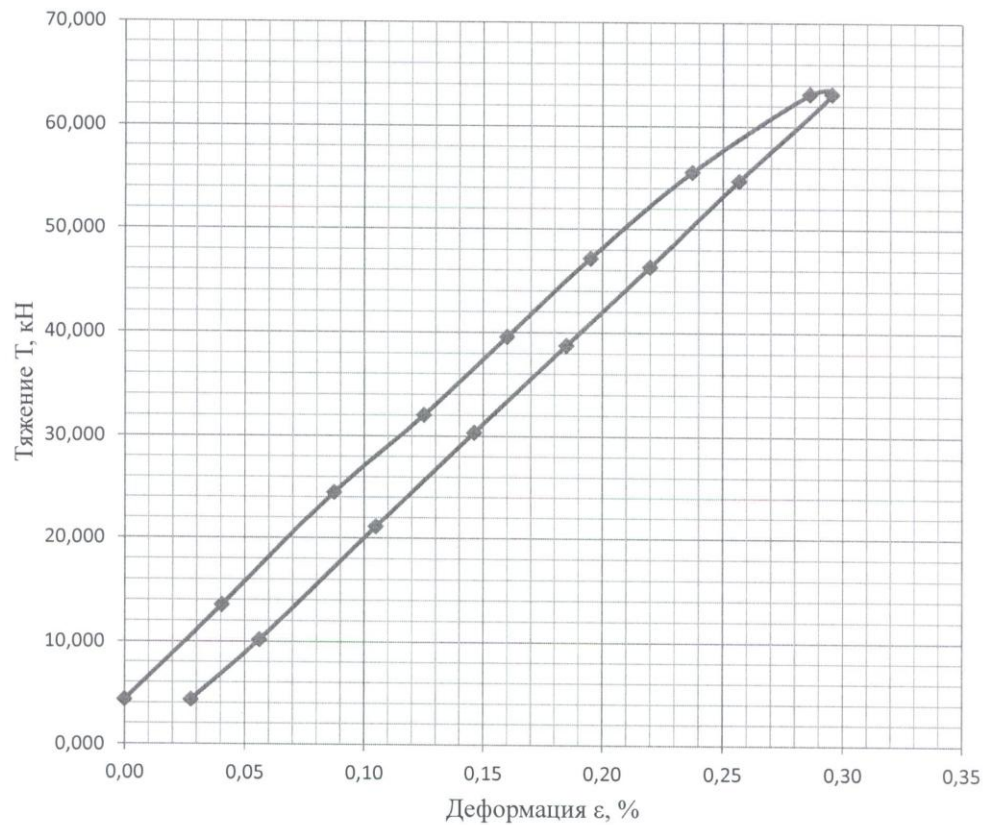


Рисунок 2 – Характеристика растяжения и разгрузки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ РОСС RU. 0001.21 МЭ 51
Зарегистрирован в Едином реестре
Действителен до 06.04.2020



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимашова Л.В.
” июль 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А049-072015

Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Объектом испытания является система «провод – линейная арматура» в составе:

- стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Стальные канаты (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередачи от прямых ударов молнии. Технические условия».
- зажим натяжной прессуемый типа НС-70-МЗ изготовленный ООО «Тульский электромеханический завод» по ТУ 3449-053-77040783-2015.
- зажим клиновой марки ЗК-1-1.Ч изготовленный ООО «Тульский электромеханический завод» по ТУ 3449-049-84716711-2010.

2. Цель испытаний

Проверка соответствия прочности заделки стального каната в натяжных зажимах требованиям:

- СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования»

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НПЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 10.07.2015
Дата окончания испытаний 10.07.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|-----------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр электронный АЦДР | 1801 | 01.2016 |

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| | 250/7И-1 | | |
| 2 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 3 | Линейка металлическая измерительная (0÷1000 мм) | б/н | 01.2016 |
| 4 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

| | |
|----------------------------|-------|
| Температура воздуха, °С | 22 |
| Относительная влажность, % | 64 |
| Атмосферное давление, кПа | 100,1 |

7. Параметры объекта испытаний

Длина образца стального каната $L = 21,4$ м.

Диаметр стального каната $d_k = 11,05$ мм (Протокол № А039-052015).

Разрывное усилие стального каната $T_{\text{разр}} = 163,60$ кН (по СТО 71915393-ТУ 062-2008).

Прочность заделки стального каната в соответствии с требованием СТО 56947007-29.120.10.061-2010 – не менее 155,42 кН (95% от разрывного усилия стального каната по СТО 71915393-ТУ 062-2008).

8. Методика проведения испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51155-98 «Арматура линейная. Правила приемки и методы испытаний» с учетом рекомендаций МЭК 61284 «Overhead lines - Requirements and tests for fitting».

8.2 Образец стального каната монтируется на установке для испытаний на прочность элементов ВЛ (рисунок 1) в натяжных зажимах (НС-70-МЗ и ЗК-1-1.Ч) в соответствии со схемой испытания (рисунок 2).

8.3 Тяжение в образце повышается плавно до 50% от $T_{\text{разр}}$, а затем со скоростью не более 10% от $T_{\text{разр}}$ до обрыва каната (проволок) или разрушения зажимов.

8.4 Стальной канат считается выдержавшим испытание, если его проскальзывание в зажиме или обрыв каната (проволок) произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

8.5 Зажимы считаются выдержавшими испытание, если проскальзывание образца в зажиме, обрыв каната (проволок) или разрушение зажима произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

9. Результаты испытаний

9.1 При достижении тяжения $T = 158,78$ кН произошел обрыв всего сечения стального каната на выходе из натяжного клинового зажима ЗК-1-1.Ч (рисунок 4). Повреждений и проскальзывания стального каната в натяжном прессуемом зажиме НС-70-МЗ не обнаружено.

9.2 Прочность заделки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 в натяжном клиновом зажиме ЗК-1-1.Ч составляет 158,78 кН.

9.3 Прочность заделки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 в натяжном прессуемом зажиме НС-70-МЗ составляет не менее 158,78 кН.

10. Заключение

Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» (натяжным прессуемым зажимом НС-70-МЗ, натяжным клиновым зажимом ЗК-1-1.Ч) выдержал испытание на прочность заделки и соответствует требованиям СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования».


| № | Наименование параметра | Требуемое значение по СТО 56947007-29.120.10.061-2010, кН, не менее | Фактическое значение, кН | Заключение о соответствии СТО 56947007-29.120.10.061-2010 |
|---|--|---|--|---|
| 1 | Прочность заделки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 в натяжном клиновом зажиме ЗК-1-1.Ч | 155,42 (95% от $T_{разр}$) | 158,78 (97% от $T_{разр}$) | Соответствует |
| 2 | Прочность заделки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 в натяжном прессуемом зажиме НС-70-МЗ | 155,42 (95% от $T_{разр}$) | Не менее 158,78 (97% от $T_{разр}$) | Соответствует |


Испытания выполнили:


Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

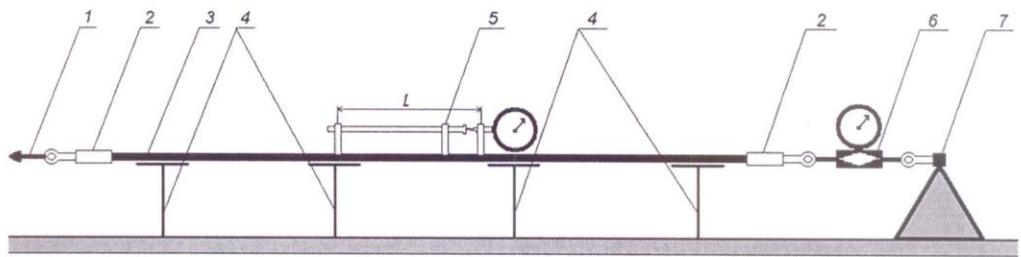
Старший научный сотрудник

Ведущий инженер


И.А. Назаров


А.С. Мерзляков


В.М. Плугатар



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 - к натяжному устройству | 5 - устройство для измерения удлинения провода |
| 2 - зажим натяжной | 6 - динамометр |
| 3 - образец | 7 - анкер |
| 4 - подпорки | |

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ



Рисунок 2 – Схема испытаний на прочность заделки в натяжных зажимах (НС-70-МЗ слева и ЗК-1-1.Ч справа).

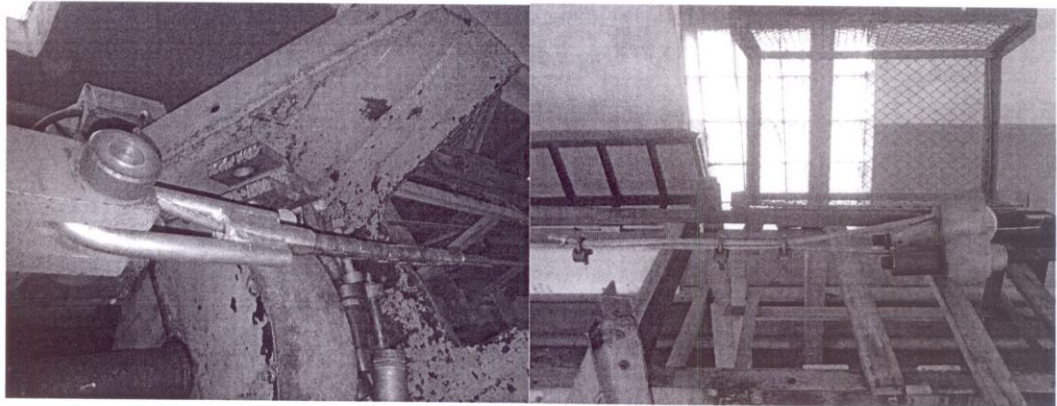


Рисунок 3 – Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 смонтированный на установке в натяжном прессуемом зажиме НС-70-МЗ (с левой стороны) и натяжном клиновом зажиме ЗК-1-1.Ч (с правой стороны).

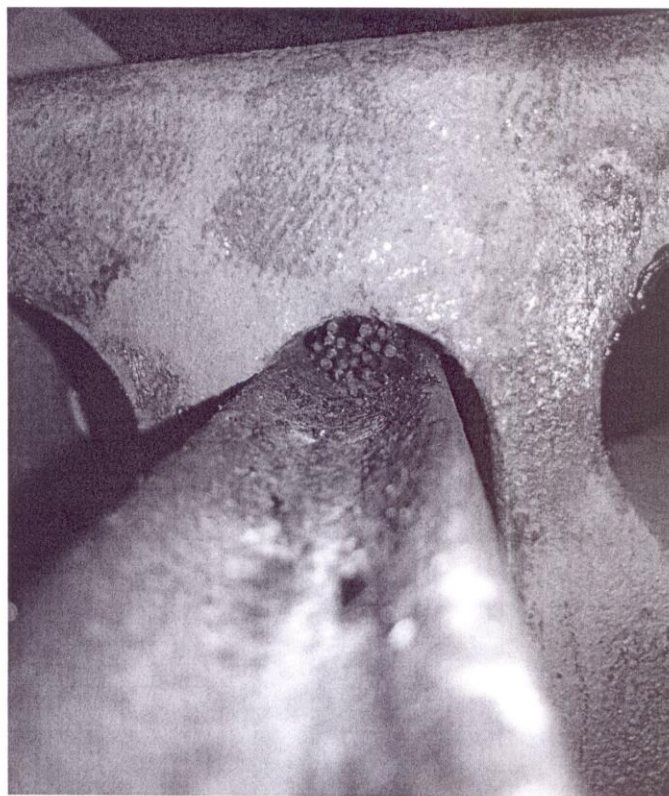


Рисунок 4 – Обрыв стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 на выходе из натяжного клинового зажима ЗК-1-1.Ч. при нагрузке 158,78 кН.

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ РОСС RU. 0001.21 МЭ 51
Зарегистрирован в Едином реестре
Действителен до 06.04.2020



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Имашова Л.В.
июль 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А050-072015

Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Объектом испытания является система «провод – линейная арматура» в составе:

- стальной канат одинарной свивки типа ТК марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80.
- зажим натяжной прессуемый типа НС-140-3 изготовленный ООО «Тульский электромеханический завод» по ТУ 3449-049-84716711-2010.
- зажим клиновой марки ЗК-1-1.Ч изготовленный ООО «Тульский электромеханический завод» по ТУ 3449-049-84716711-2010.

2. Цель испытаний

Проверка соответствия прочности заделки стального каната в натяжных зажимах требованиям:

- СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования»

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 14.07.2015
Дата окончания испытаний 14.07.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр электронный АЦДР 250/7И-1 | 1801 | 01.2016 |
| 2 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 3 | Линейка металлическая измерительная (0±1000 мм) | б/н | 01.2016 |
| 4 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

| | |
|----------------------------|-------|
| Температура воздуха, °С | 21 |
| Относительная влажность, % | 63 |
| Атмосферное давление, кПа | 100,4 |

7. Параметры объекта испытаний

Длина образца стального каната $L = 21,5$ м.

Диаметр стального каната $d_k = 15,60$ мм (Протокол № А040-052015).

Разрывное усилие стального каната $T_{\text{разр}} = 164,00$ кН (по ГОСТ 3064-80).

Прочность заделки стального каната в соответствии с требованием СТО 56947007-29.120.10.061-2010 – не менее 155,80 кН (95% от разрывного усилия стального каната по ГОСТ 3064-80).

8. Методика проведения испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51155-98 «Арматура линейная. Правила приемки и методы испытаний» с учетом рекомендаций МЭК 61284 «Overhead lines - Requirements and tests for fitting».

8.2 Образец стального каната монтируется на установке для испытаний на прочность элементов ВЛ (рисунок 1) в натяжных зажимах (НС-140-3 и ЗК-1-1.Ч) в соответствии со схемой испытания (рисунок 2).

8.3 Тяжение в образце повышается плавно до 50% от $T_{\text{разр}}$, а затем со скоростью не более 10% от $T_{\text{разр}}$ до обрыва каната (проволок) или разрушения зажимов.

8.4 Стальной канат считается выдержавшим испытание, если его проскальзывание в зажиме или обрыв каната (проволок) произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

8.5 Зажимы считаются выдержавшими испытание, если проскальзывание образца в зажиме, обрыв каната (проволок) или разрушение зажима произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

9. Результаты испытаний

9.1 При достижении тяжения $T = 176,52$ кН произошел обрыв всего сечения стального каната на выходе из натяжного клинового зажима ЗК-1-

1.Ч (рисунок 4). Повреждений и проскальзывания стального каната в натяжном прессуемом зажиме НС-140-3 не обнаружено.

9.2 Прочность заделки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в натяжном клиновом зажиме ЗК-1-1.Ч составляет 176,52 кН.

9.3 Прочность заделки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в натяжном прессуемом зажиме НС-140-3 составляет не менее 176,52 кН.

10. Заключение

Стальной канат марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» (натяжным прессуемым зажимом НС-140-3, натяжным клиновым зажимом ЗК-1-1.Ч) выдержал испытание на прочность заделки и соответствует требованиям СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования».


| № | Наименование параметра | Требуемое значение по СТО 56947007-29.120.10.061-2010, кН, не менее | Фактическое значение, кН | Заключение о соответствии СТО 56947007-29.120.10.061-2010 |
|---|--|---|--|---|
| 1 | Прочность заделки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в натяжном клиновом зажиме ЗК-1-1.Ч | 155,80 (95% от $T_{\text{разр}}$) | 176,52 (108% от $T_{\text{разр}}$) | Соответствует |
| 2 | Прочность заделки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в натяжном прессуемом зажиме НС-140-3 | 155,80 (95% от $T_{\text{разр}}$) | Не менее 176,52 (108% от $T_{\text{разр}}$) | Соответствует |

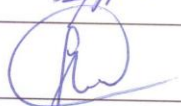
Испытания выполнили:

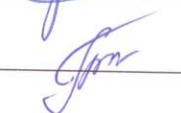
Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

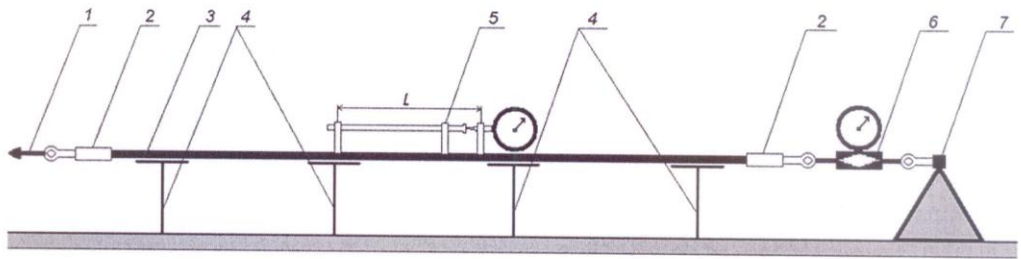
Старший научный сотрудник

Ведущий инженер


И.А. Назаров


А.С. Мерзляков


В.М. Плугатар



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 - к натяжному устройству | 5 - устройство для измерения удлинения провода |
| 2 - зажим натяжной | 6 - динамометр |
| 3 - образец | 7 - анкер |
| 4 - подпорки | |

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ



Рисунок 2 – Схема испытаний на прочность заделки в натяжных зажимах (НС-140-3 слева и ЗК-1-1.Ч справа).

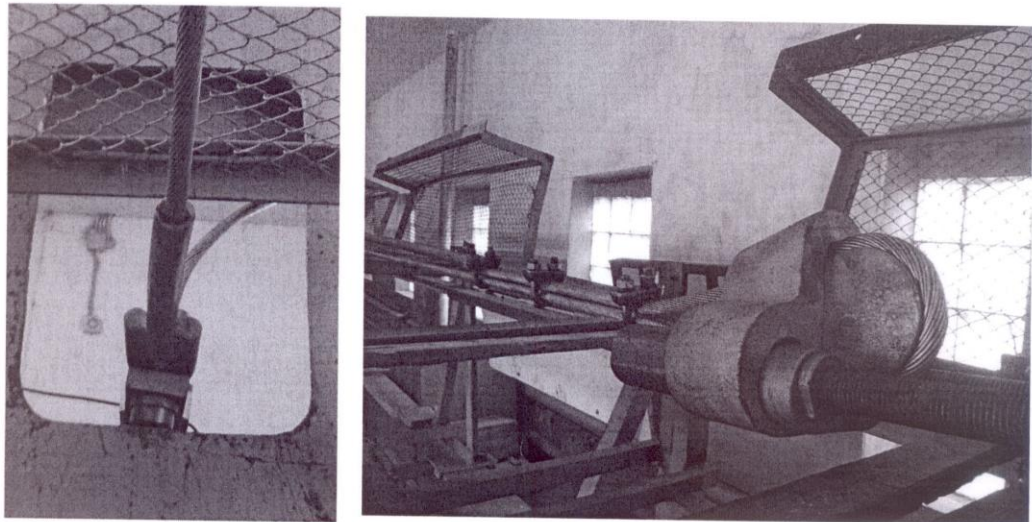


Рисунок 3 – Стальной канат марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 смонтированный на установке в натяжном прессуемом зажиме НС-140-3 (с левой стороны) и натяжном клиновом зажиме ЗК-1-1.Ч (с правой стороны).

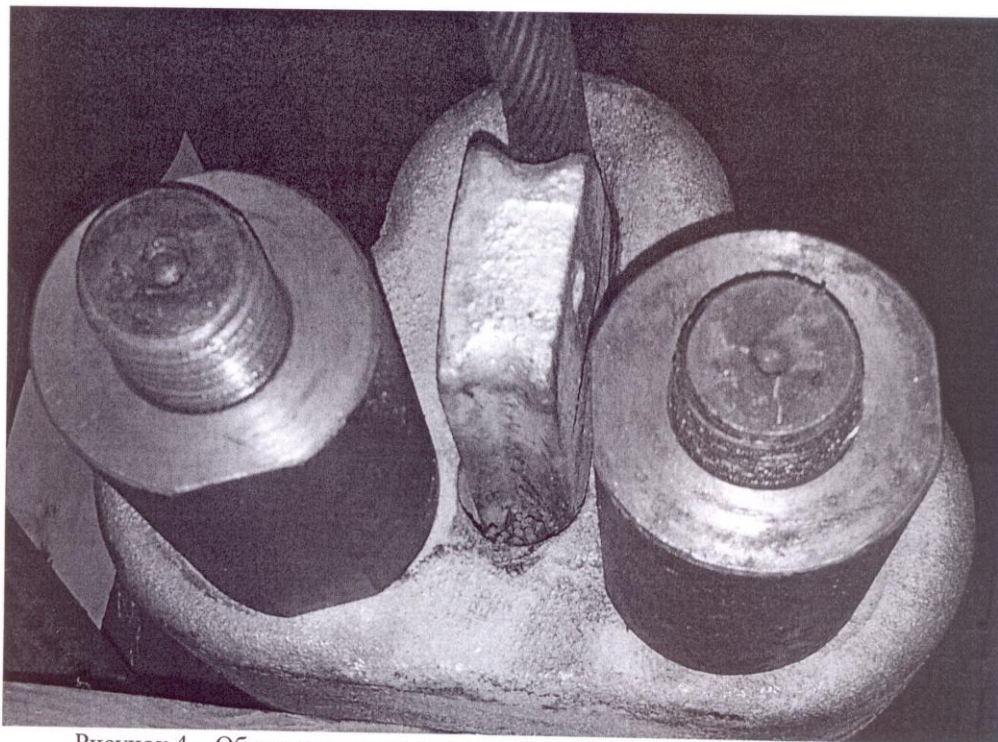


Рисунок 4 – Обрыв стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 на выходе из натяжного клинового зажима ЗК-1-1.Ч. при нагрузке 158,78 кН.

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



ПТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тимошова Л.В.
август 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А051-082015

Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Объектом испытания является система «провод – линейная арматура» в составе:

- стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Стальные канаты (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередачи от прямых ударов молнии. Технические условия».
- зажим натяжной прессуемый типа НС-70-МЗ изготовленный ООО «Тульский электромеханический завод» по ТУ 3449-053-77040783-2015.

2. Цель испытаний

Проверка соответствия прочности заделки стального каната в натяжных зажимах требованиям:

- СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования»

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 17.08.2015
Дата окончания испытаний 17.08.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр электронный АЦДР 250/7И-1 | 1801 | 01.2016 |
| 2 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |

| | | | | |
|---|--------------------------------------|---------------|------|---------|
| 3 | Линейка измерительная (0÷1000 мм) | металлическая | б/н | 01.2016 |
| 4 | Барометр-анероид БАММ-1 | | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

| | |
|----------------------------|-------|
| Температура воздуха, °С | 22 |
| Относительная влажность, % | 64 |
| Атмосферное давление, кПа | 101,1 |

7. Параметры объекта испытаний

Длина образца стального каната $L = 21,1$ м.

Диаметр стального каната $d_k = 11,05$ мм (Протокол № А039-052015).

Разрывное усилие стального каната $T_{\text{разр}} = 163,60$ кН (по СТО 71915393-ТУ 062-2008).

Прочность заделки стального каната в соответствии с требованием СТО 56947007-29.120.10.061-2010 – не менее 155,42 кН (95% от разрывного усилия стального каната по СТО 71915393-ТУ 062-2008).

8. Методика проведения испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51155-98 «Арматура линейная. Правила приемки и методы испытаний» с учетом рекомендаций МЭК 61284 «Overhead lines - Requirements and tests for fitting».

8.2 Образец стального каната монтируется на установке для испытаний на прочность элементов ВЛ (рисунок 1) в натяжных зажимах (НС-70-МЗ и ЗК-1-1.Ч) в соответствии со схемой испытания (рисунок 2).

8.3 Тяжение в образце повышается плавно до 50% от $T_{\text{разр}}$, а затем со скоростью не более 10% от $T_{\text{разр}}$ до обрыва каната (проволок) или разрушения зажимов.

8.4 Стальной канат считается выдержавшим испытание, если его проскальзывание в зажиме или обрыв каната (проволок) произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

8.5 Зажимы считаются выдержавшими испытание, если проскальзывание образца в зажиме, обрыв каната (проволок) или разрушение зажима произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

9. Результаты испытаний

9.1 При достижении тяжения $T = 162,82$ кН произошел обрыв всего сечения стального каната на выходе из натяжного прессуемого зажима НС-70-МЗ (Рисунок 3).

9.2 Прочность заделки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-

Н-Р-1960/200 в натяжном прессуемом зажиме НС-70-МЗ составляет 162,82 кН.




10. Заключение

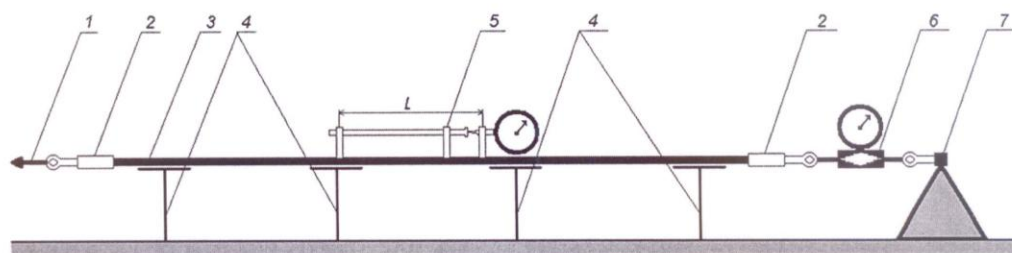
Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тулский электромеханический завод» (натяжным прессуемым зажимом НС-70-МЗ) выдержал испытание на прочность заделки и соответствует требованиям СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования».

| № | Наименование параметра | Требуемое значение по СТО 56947007-29.120.10.061-2010, кН, не менее | Фактическое значение, кН | Заключение о соответствии СТО 56947007-29.120.10.061-2010 |
|---|--|---|----------------------------------|---|
| 1 | Прочность заделки стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 в натяжном прессуемом зажиме НС-70-МЗ | 155,42 (95% от $T_{разр}$) | 162,82 (99,5% от $T_{разр}$) | Соответствует |

Испытания выполнили:

Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.
Старший научный сотрудник
Ведущий инженер


И.А. Назаров

А.С. Мерзляков

В.М. Плугатар



1 - к натяжному устройству

2 - зажим натяжной

3 - образец

4 - подпорки

5 - устройство для измерения

удлинения провода

6 - динамометр

7 - анкер

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ



Рисунок 2 – Схема испытаний на прочность заделки в натяжных зажимах НС-70-МЗ.

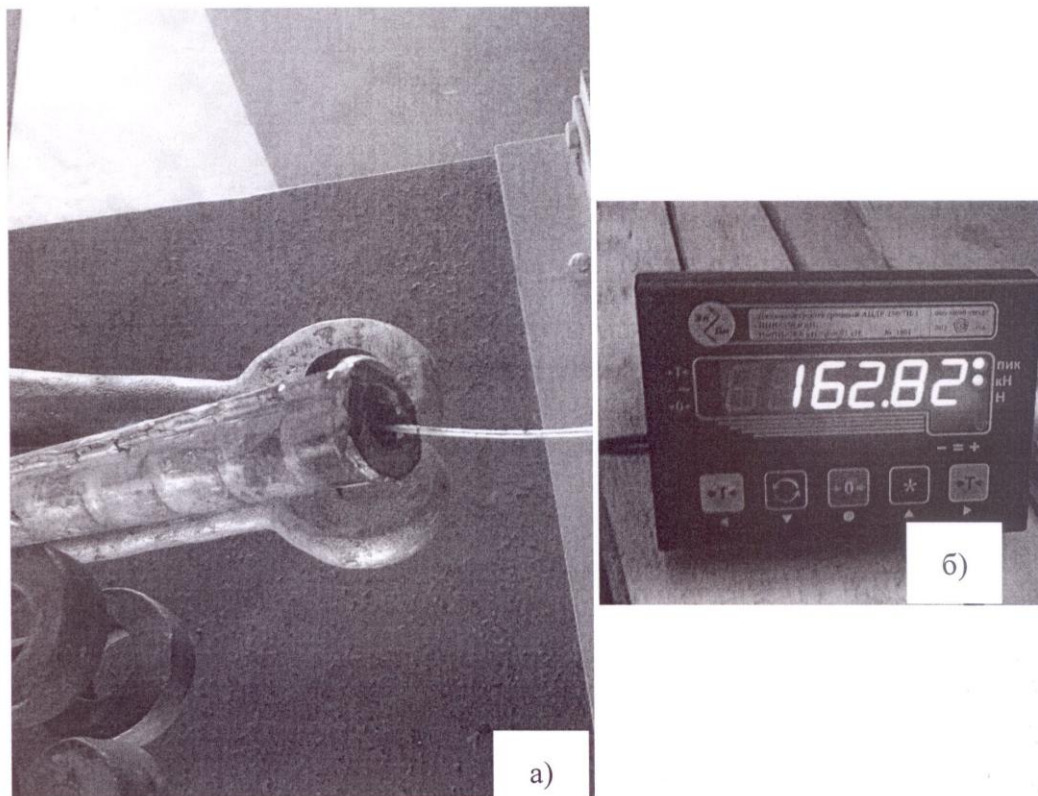


Рисунок 3 – Обрыв стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 на выходе из натяжного прессуемого зажима НС-70-МЗ а) при нагрузке 162,82 кН б).

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ RA.RU.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Лимашова Л.В.
август 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А052-082015

Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Объектом испытания является система «провод – линейная арматура» в составе:

- стальной канат одинарной свивки типа ТК марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80.
- зажим натяжной прессуемый типа НС-140-3 изготовленный ООО «Тулский электромеханический завод» по ТУ 3449-049-84716711-2010.

2. Цель испытаний

Проверка соответствия прочности заделки стального каната в натяжных зажимах требованиям:

- СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования»

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 14.08.2015
Дата окончания испытаний 14.08.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр электронный АЦДР 250/7И-1 | 1801 | 01.2016 |
| 2 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 3 | Линейка металлическая измерительная (0÷1000 мм) | б/н | 01.2016 |

| | | | |
|---|-------------------------|------|---------|
| 4 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |
|---|-------------------------|------|---------|

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

| | |
|----------------------------|-------|
| Температура воздуха, °С | 23 |
| Относительная влажность, % | 61 |
| Атмосферное давление, кПа | 101,4 |

7. Параметры объекта испытаний

Длина образца стального каната $L = 21,0$ м.

Диаметр стального каната $d_k = 15,60$ мм (Протокол № А040-052015).

Разрывное усилие стального каната $T_{\text{разр}} = 164,00$ кН (по ГОСТ 3064-80).

Прочность заделки стального каната в соответствии с требованием СТО 56947007-29.120.10.061-2010– не менее 155,80 кН (95% от разрывного усилия стального каната по ГОСТ 3064-80).

8. Методика проведения испытаний

8.1 Испытания проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51155-98 «Арматура линейная. Правила приемки и методы испытаний» с учетом рекомендаций МЭК 61284 «Overhead lines - Requirements and tests for fitting».

8.2 Образец стального каната монтируется на установке для испытаний на прочность элементов ВЛ (рисунок 1) в натяжных зажимах НС-140-3 в соответствии со схемой испытания (рисунок 2).

8.3 Тяжение в образце повышается плавно до 50% от $T_{\text{разр}}$, а затем со скоростью не более 10% от $T_{\text{разр}}$ до обрыва каната (проволок) или разрушения зажимов.

8.4 Стальной канат считается выдержавшим испытание, если его проскальзывание в зажиме или обрыв каната (проволок) произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

8.5 Зажимы считаются выдержавшими испытание, если проскальзывание образца в зажиме, обрыв каната (проволок) или разрушение зажима произойдет при нагрузках, больших или равных 95% от разрывного усилия стального каната.

9. Результаты испытаний

9.1 При достижении тяжения $T = 172,24$ кН произошел обрыв 34 из 37 проволок стального каната в середине пролета (рисунок 3). Повреждений и проскальзывания стального каната в натяжных прессуемых зажимах НС-140-3 не обнаружено.

9.2 Прочность заделки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в натяжном прессуемом зажиме НС-140-3 составляет не менее 172,24 кН.



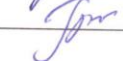
10. Заключение

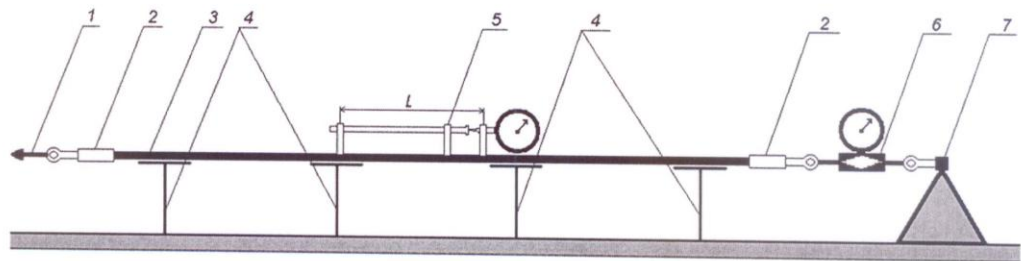
Стальной канат марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» (натяжным прессуемым зажимом НС-140-3) выдержал испытание на прочность заделки и соответствует требованиям СТО 56947007-29.120.10.061-2010 «Натяжная арматура для ВЛ. Технические требования».

| № | Наименование параметра | Требуемое значение по СТО 56947007-29.120.10.061-2010, кН, не менее | Фактическое значение, кН | Заключение о соответствии СТО 56947007-29.120.10.061-2010 |
|---|--|---|--|---|
| 1 | Прочность заделки стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в натяжном прессуемом зажиме НС-140-3 | 155,80 (95% от $T_{\text{разр}}$) | не менее 172,24 (105% от $T_{\text{разр}}$) | Соответствует |

Испытания выполнили:

Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.
Старший научный сотрудник
Ведущий инженер


И.А. Назаров

А.С. Мерзляков

В.М. Плугатар



- | | |
|----------------------------|--|
| 1 - к натяжному устройству | 5 - устройство для измерения удлинения провода |
| 2 - зажим натяжной | 6 - динамометр |
| 3 - образец | 7 - анкер |
| 4 - подпорки | |

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ



Рисунок 2 – Схема испытаний на прочность заделки в натяжных зажимах НС-140-3

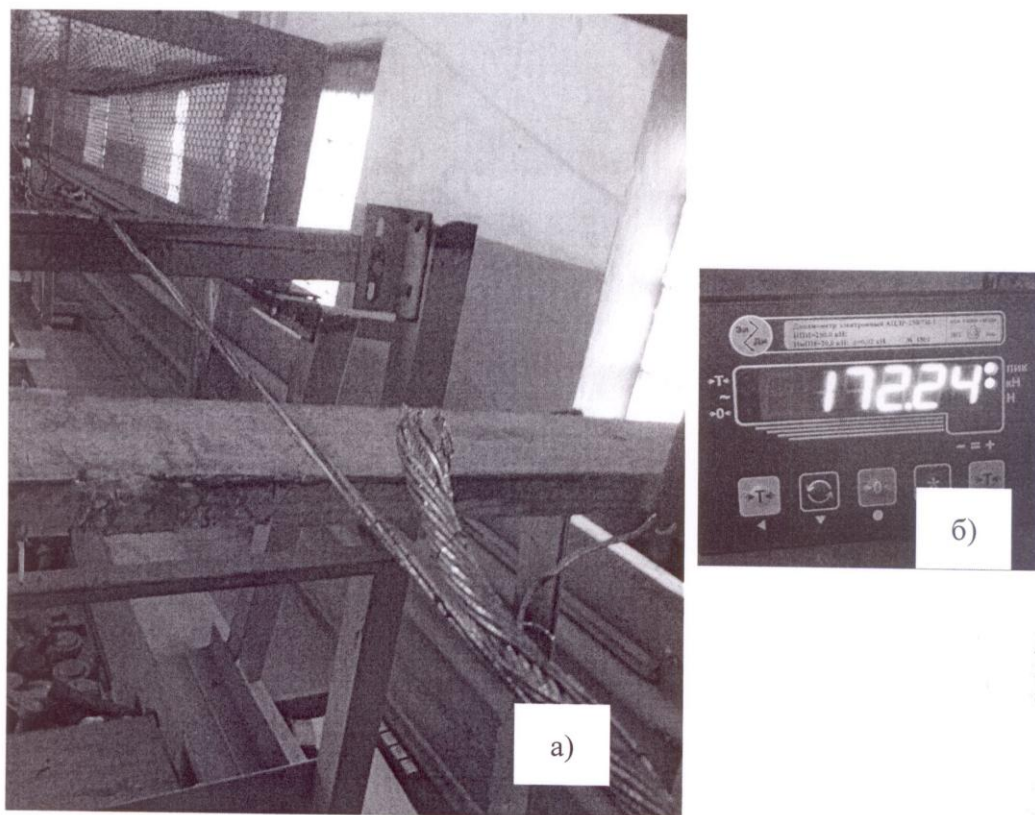


Рисунок 3 – Обрыв стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 в середине пролета а) при нагрузке 172,24 кН б).

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ РОСС RU. 0001.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



ПРОТОКОЛ № А053-082015

Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200
производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по СТО 71915393-ТУ 062-2008 «Стальные канаты (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередачи от прямых ударов молнии. Технические условия».

2. Цель испытаний

Определение выработки стального каната в течение не менее 1000 часов. Прогноз выработки стального каната за 1, 10, 20 и 25 лет.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 06.07.2015
Дата окончания испытаний 18.08.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр эталонный ДОРМ-50 | 2041 | 01.2016 |
| 2 | Индикатор часового типа ИЧ-10 | 214159 | 01.2016 |
| 3 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 4 | Линейка металлическая измерительная (0÷1500 мм) | б/н | 01.2016 |
| 5 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 21 ÷ 23
Относительная влажность, % 62 ÷ 69
Атмосферное давление, кПа 99,8 ÷ 101,2

7. Параметры объекта испытаний

Длина образца стального каната $L = 22$ м.

Базовая длина для измерения удлинения образца $L_6 = 1035$ мм.

Разрывное усилие стального каната – 163,60 кН (по СТО 71915393-ТУ 062-2008).

$T_{30\%} = 44,63$ кН – тяжение, равное ~30% от $T_{\text{разр}}$.

Площадь поперечного сечения $S = 84,75$ мм² (Протокол № А039-052015).

8. Методика испытаний

8.1 Испытания проводятся с учетом рекомендаций МЭК 61395 «Overhead electrical conductors - Creep test procedures for stranded conductors» в соответствии с приведенной ниже методикой.

8.2 Образец стального каната длиной L монтируется на установке для испытания на прочность элементов ВЛ (У-2) (Рисунок 1).

8.3 Устанавливается начальное тяжение в канате T_0 .

8.4 На образец стального каната монтируется устройство для измерения его удлинения при увеличении тяжения. Фиксируется начальное удлинение l_0 при тяжении T_0 .

8.5 Тяжение в стальном канате плавно увеличивается до $T_{30\%}$ и сохраняется неизменным во время испытаний в течение не менее 1000 часов.

8.6 Определяется начальная деформация стального каната $\varepsilon_0 = (l_{30\%} - l_0)/L_6$, где $l_{30\%}$ – удлинение стального каната при достижении $T_{30\%}$.

8.7 Рассчитывается изменение деформации стального каната $\Delta\varepsilon = \varepsilon_\tau - \varepsilon_0$, где ε_τ – удлинение образца стального каната за время τ .

8.8 По полученным данным строится зависимость $\Delta\varepsilon = f(\tau)$, по которой путем экстраполяции данных определяется расчетная вытяжка стального каната за 1, 10, 20 и 25 лет.

9. Результаты испытаний

9.1 Начальное тяжение в канате $T_0 = 4,295$ кН. Начальное удлинение $l_0 = 1,0$ мм.

9.2 После нагружения до $T_{30\%} = 44,63$ кН удлинение каната составило $l_{30\%} = 3,82$ мм, начальная деформация стального каната составила $\varepsilon_0 = 0,2725$ %.

9.3 Изменение деформации $\Delta\varepsilon$ стального каната в течение $\tau = 1040$ часов приведено в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3

| Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\varepsilon$, % | Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\varepsilon$, % |
|--------------------|--|--------------------|--|
| 0 | 0,0000 | 512 | 0,0140 |
| 2 | 0,0058 | 536 | 0,0143 |
| 6 | 0,0087 | 560 | 0,0143 |

| Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\epsilon$, % | Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\epsilon$, % |
|--------------------|---|--------------------|---|
| 8 | 0,0097 | 584 | 0,0143 |
| 26 | 0,0106 | 656 | 0,0145 |
| 50 | 0,0111 | 680 | 0,0145 |
| 122 | 0,0126 | 704 | 0,0145 |
| 128 | 0,0126 | 728 | 0,0145 |
| 152 | 0,0126 | 752 | 0,0150 |
| 200 | 0,0130 | 776 | 0,0145 |
| 224 | 0,0131 | 848 | 0,0147 |
| 296 | 0,0135 | 872 | 0,0147 |
| 320 | 0,0135 | 896 | 0,0150 |
| 344 | 0,0135 | 920 | 0,0147 |
| 368 | 0,0140 | 944 | 0,0150 |
| 392 | 0,0140 | 968 | 0,0147 |
| 416 | 0,0140 | 1040 | 0,0150 |
| 488 | 0,0140 | | |

9.4 Вытяжка стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 описывается уравнением $\Delta\epsilon = 0,0067 \cdot \tau^{0,119}$.

9.5 Прогнозируемая вытяжка стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 от первоначального значения составляет :

- за 1 год (8760 час) – 0,0198 %;
- за 10 лет (87600 час) – 0,0261 %;
- за 20 лет (175200 час) – 0,0284 %;
- за 25 лет (219000 час) – 0,0292 %.

10 Заключение


10.1 Вытяжка стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 за 1040 часов составила 0,0150 % от первоначального значения.


10.2 Прогнозируемая вытяжка стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 от первоначального значения составляет:

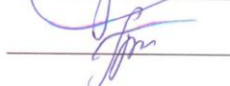
- за 1 год (8760 час) – 0,0198 %;
- за 10 лет (87600 час) – 0,0261 %;
- за 20 лет (175200 час) – 0,0284 %;
- за 25 лет (219000 час) – 0,0292 %.

Испытания выполнили:
Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

Старший научный сотрудник
Ведущий инженер


И.А. Назаров


А.С. Мерзляков


В.М. Плугатар

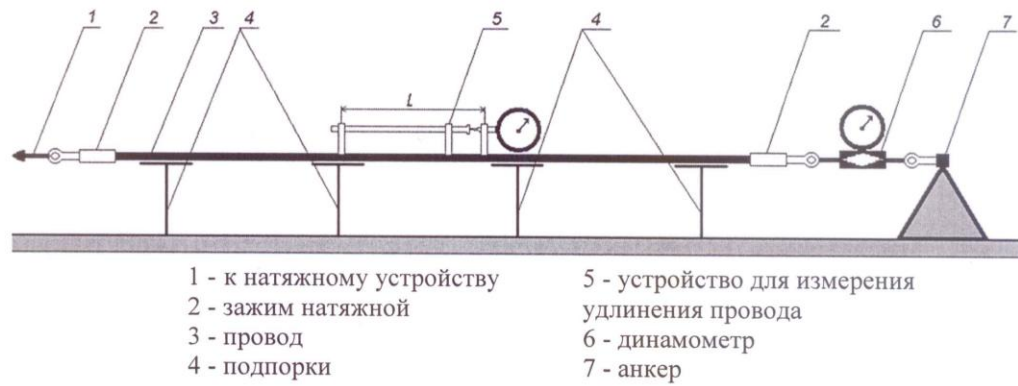


Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ

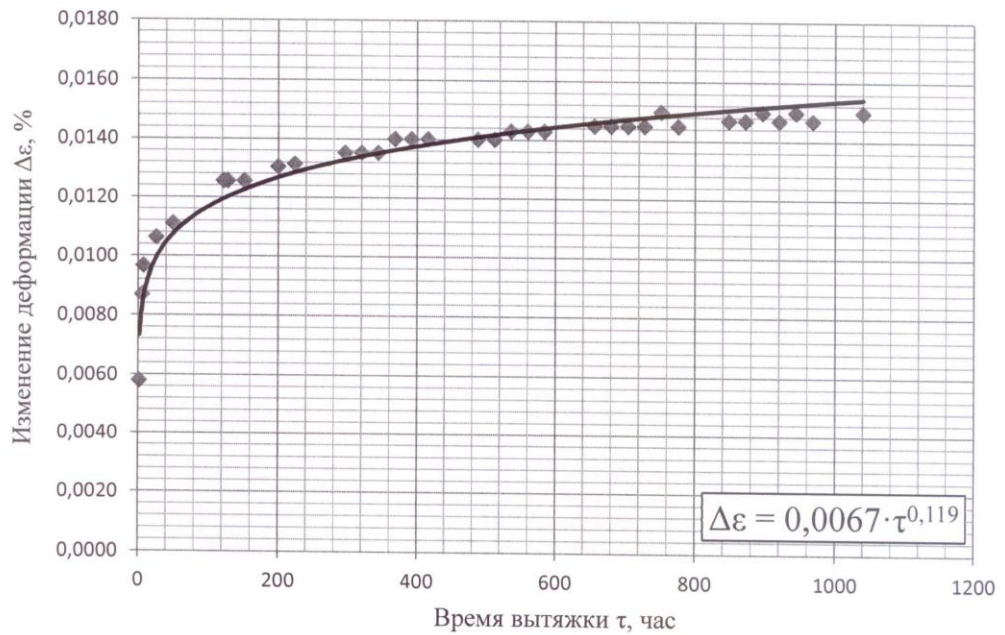


Рисунок 2 – Изменение деформации стального каната марки 11,0-Г(М3)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 при вытяжке в течение 1040 часов.

ОАО «НТЦ ФСК ЭЭС»

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
(ИЛ ВЭС ЭМС).**

115201, г. Москва,
Каширское шоссе, 22, корп. 3
Тел: (499)613-37-09
факс: (499)613-43-88

Аттестат аккредитации
№ РОСС RU. 0001.21 МЭ 51
Зарегистрирован в
Едином реестре 06.04.2015



УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
Тюмашова Л.В.
август 2015 г.

ПРОТОКОЛ № А054-082015

Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства
ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС
запрещена.

г. Москва
2015 г.

1. Объект испытаний

Канат одинарной свивки типа ТК марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 изготовленный ОАО «Северсталь Метиз» по ГОСТ 3064-80.

2. Цель испытаний

Определение вытяжки стального каната в течение не менее 1000 часов. Прогноз вытяжки стального каната за 1, 10, 20 и 25 лет.

3. Место проведения испытаний

Испытательная лаборатория электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 115201, г. Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3.

4. Дата проведения испытаний

Дата начала проведения испытаний 07.07.2015
Дата окончания испытаний 19.08.2015

5. Испытательное оборудование и средства измерений

5.1 Перечень испытательного оборудования (ИО) приведен в таблице 1.
Таблица 1

| № | Наименование ИО | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. | 05.2017 |

5.2 Перечень средств измерений (СИ) приведен в таблице 2.

Таблица 2

| № | Наименование СИ | Заводской номер | Срок действия свидетельства о поверке |
|---|---|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | Динамометр эталонный ДОРМ-50 | 2041 | 01.2016 |
| 2 | Индикатор часового типа ИЧ-10 | 214159 | 01.2016 |
| 3 | Психрометр аспирационный | 10387 | 12.2015 |
| 4 | Линейка металлическая измерительная (0÷1500 мм) | б/н | 01.2016 |
| 5 | Барометр-анероид БАММ-1 | 1071 | 01.2016 |

6. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в закрытом помещении.

Температура воздуха, °С 21 ÷ 23
Относительная влажность, % 62 ÷ 69
Атмосферное давление, кПа 99,8 ÷ 101,2

7. Параметры объекта испытаний

Длина образца стального каната $L = 22,1$ м.
 Базовая длина для измерения удлинения образца $L_6 = 1015$ мм.
 Разрывное усилие каната $T_{\text{разр}} = 168,0$ кН (по ГОСТ 3064-80).
 $T_{30\%} = 56,568$ кН – тяжение, равное $\sim 30\%$ от $T_{\text{разр}}$.
 Площадь поперечного сечения $S = 143,31$ мм² (Протокол № А040-052015).

8. Методика испытаний

8.1 Испытания проводятся с учетом рекомендаций МЭК 61395 «Overhead electrical conductors - Creep test procedures for stranded conductors» в соответствии с приведенной ниже методикой.

8.2 Образец стального каната длиной L монтируется на установке для испытания на прочность элементов ВЛ (У-2) (Рисунок 1).

8.3 Устанавливается начальное тяжение в канате T_0 .

8.4 На образец стального каната монтируется устройство для измерения его удлинения при увеличении тяжения. Фиксируется начальное удлинение l_0 при тяжении T_0 .

8.5 Тяжение в стальном канате плавно увеличивается до $T_{30\%}$ и сохраняется неизменным во время испытаний в течение не менее 1000 часов.

8.6 Определяется начальная деформация стального каната $\epsilon_0 = (l_{30\%} - l_0)/L_6$, где $l_{30\%}$ – удлинение стального каната при достижении $T_{30\%}$.

8.7 Рассчитывается изменение деформации стального каната $\Delta\epsilon = \epsilon_\tau - \epsilon_0$, где ϵ_τ – удлинение образца стального каната за время τ .

8.8 По полученным данным строится зависимость $\Delta\epsilon = f(\tau)$, по которой путем экстраполяции данных определяется расчетная вытяжка стального каната за 1, 10, 20 и 25 лет.

9. Результаты испытаний

9.1 Начальное тяжение в канате $T_0 = 4,451$ кН. Начальное удлинение $l_0 = 1,0$ мм.

9.2 После нагружения до $T_{30\%} = 56,568$ кН удлинение каната составило $l_{30\%} = 3,62$ мм, начальная деформация стального каната составила $\epsilon_0 = 0,2581\%$.

9.3 Изменение деформации $\Delta\epsilon$ стального каната в течение $\tau = 1060$ часов приведено в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3

| Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\epsilon$, % | Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\epsilon$, % |
|--------------------|---|--------------------|---|
| 0 | 0,0000 | 460 | 0,0463 |
| 2 | 0,0167 | 484 | 0,0468 |
| 6 | 0,0236 | 556 | 0,0483 |
| 8 | 0,0256 | 580 | 0,0483 |
| 26 | 0,0286 | 604 | 0,0493 |
| 32 | 0,0300 | 628 | 0,0493 |
| 52 | 0,0315 | 652 | 0,0498 |

| Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\epsilon$, % | Время τ , час | Изменение деформации $\Delta\epsilon$, % |
|--------------------|---|--------------------|---|
| 76 | 0,0340 | 724 | 0,0502 |
| 124 | 0,0374 | 748 | 0,0507 |
| 148 | 0,0384 | 772 | 0,0507 |
| 220 | 0,0414 | 796 | 0,0512 |
| 244 | 0,0424 | 820 | 0,0517 |
| 268 | 0,0433 | 892 | 0,0517 |
| 292 | 0,0443 | 916 | 0,0522 |
| 316 | 0,0443 | 940 | 0,0522 |
| 388 | 0,0458 | 964 | 0,0527 |
| 412 | 0,0453 | 988 | 0,0527 |
| 436 | 0,0463 | 1060 | 0,0532 |

9.4 Вытяжка стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 описывается уравнением $\Delta\epsilon = 0,0166 \cdot \tau^{0,1692}$.

9.5 Прогнозируемая вытяжка стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 от первоначального значения составляет :

- за 1 год (8760 час) – 0,0769 %;
- за 10 лет (87600 час) – 0,1135 %;
- за 20 лет (175200 час) – 0,1277 %;
- за 25 лет (219000 час) – 0,1326 %.

10 Заключение

10.1 Вытяжка стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 за 1040 часов составила 0,0532 % от первоначального значения.

10.2 Прогнозируемая вытяжка стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 от первоначального значения составляет:

- за 1 год (8760 час) – 0,0769 %;
- за 10 лет (87600 час) – 0,1135 %;
- за 20 лет (175200 час) – 0,1277 %;
- за 25 лет (219000 час) – 0,1326 %.

Испытания выполнили:

Зав. группой по проведению испытаний
на прочность элементов ВЛ.

Старший научный сотрудник

Ведущий инженер

И.А. Назаров

А.С. Мерзляков

В.М. Плугатар

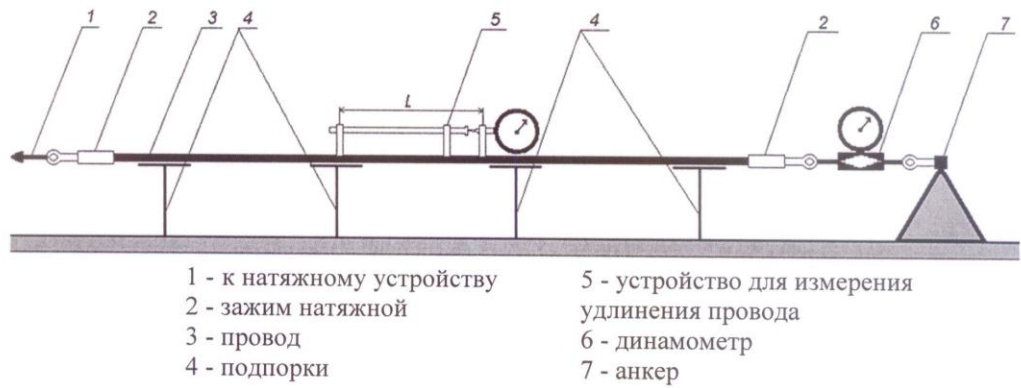


Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ

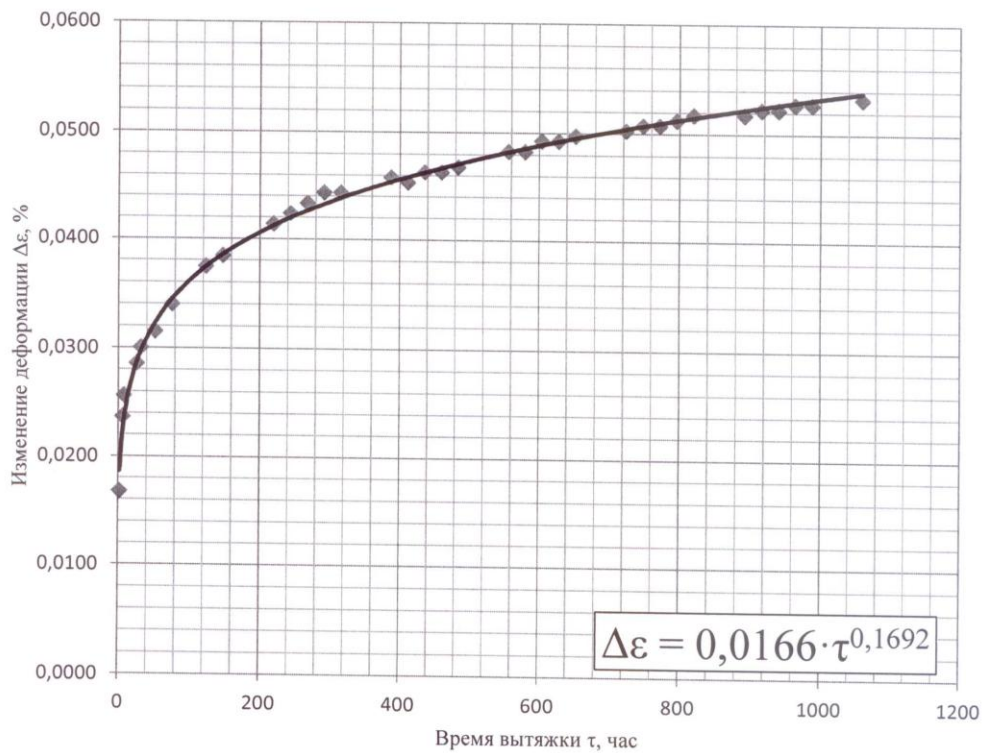


Рисунок 2 – Изменение деформации стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 при вытяжке в течение 1060 часов.

3 Выводы по результатам механических испытаний образцов тросов по работе «Анализ целесообразности применения в качестве растяжек опор ВЛ, пластически деформированных стальных канатов по СТО 71915393-ТУ062-2008»

3.1. Обе представленных для проведения сравнительных механических испытаний марки тросов (стальных канатов) производства ОАО «Северсталь Метиз» соответствуют требованиям НТД:

- Образец троса (стального каната) марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм соответствует требованиям ГОСТ 3064-80 «Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1х37 (1+6+12+18). Сортамент»;

- Образец троса (стального каната) марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм соответствует требованиям СТО 71915393-ТУ062-2008 «Канаты стальные (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередач от прямых ударов молнии».

Соответствие требованиям НТД подтверждается испытаниями результаты, которых отражены в следующих протоколах:

Для троса (стального каната) марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм:

Протокол №А040-052015 «Определение параметров конструкции стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»»;

Протокол №А042-052015 «Определение разрывного усилия проволок стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»».

Для троса (стального каната) марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм:

Протокол №А039-052015 «Определение параметров конструкции стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»»;

Протокол №А041-052015 «Определение разрывного усилия проволок стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»».

3.2. Модуль упругости троса (стального каната) марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм составляет 166 189 Н/мм², что на 7% больше чем модуль упругости троса (стального каната) марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм чей модуль упругости равен 154 938 Н/мм². Модуль упругости отражает изменения деформаций тросов с увеличением нагрузки, поэтому для применения в качестве оттяжек опор ВЛ, предпочтительнее применение тросов с

более высокими характеристиками модуля упругости. Результаты определения модуля упругости подтверждаются следующими протоколами:

Протокол №А043-052015 «Определение модуля упругости стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз»»

Протокол №А044-052015 «Определение модуля упругости стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз»»

3.3. Сравнительные испытания образцов тросов (стальных канатов) совместно с линейной арматурой применяемой для использования тросов в качестве оттяжек опор ВЛ проводились для следующих систем «линейная арматура - трос»:

1. «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Натяжной прессуемый зажим»;

2. «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Клиновой зажим»;

При испытаниях троса (стального каната) марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм были использованы следующие типы зажимов:

- натяжной прессуемый зажим марки НС-140-3;

- натяжной клиновой зажим марки ЗК-1-1,

При испытаниях троса (стального каната) марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм:

- натяжной прессуемый зажим марки НС-70-МЗ;

- натяжной клиновой зажим марки ЗК-1-1.

Минимальная прочность заделки стального каната 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм в системе «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Натяжной прессуемый зажим» составила не менее 172,24 кН. (Протокол №А052-082015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»)

Минимальная прочность заделки стального каната 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм в системе «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Натяжной прессуемый зажим» составила не менее 162,82 кН. (Протокол №А051-082015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»)

Минимальная прочность заделки стального каната 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм в системе «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Клиновой зажим» составила не менее 176,52 кН. (Протокол №А050-072015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства

ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»)

Минимальная прочность заделки стального каната 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм в системе «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Клиновой зажим» составила не менее 158,78 кН. (Протокол №А049-072015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» совместно с линейной арматурой ООО «Тульский электромеханический завод» на прочность заделки в натяжных зажимах»)

3.4. Испытания на вытяжку в течение не менее 1000 ч при нагрузке на тросы (стальные канаты) 30% от МПР.

Результаты испытаний на вытяжку для стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм представлены в протоколе №А054-082015 «Испытаний стального каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку».

Результаты испытаний на вытяжку для стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм представлены в протоколе №А053-082015 «Испытаний стального каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 производства ОАО «Северсталь Метиз» на вытяжку».

Как следует из результатов испытаний стальной канат марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм вытянулся на 0,0150% от первоначального значения за 1040 часов, в то время как канат марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм вытянулся на 0,0532% за то же время. Вытяжка каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм почти в четыре раза меньше, чем вытяжка каната марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм. Прогноз по вытяжке канатов на 25 лет, также различается почти в 4-5 раз в пользу каната марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм.

Вытяжка является ключевым показателем к применению тросов в качестве оттяжек для опор ВЛ при прочих равных условиях. Применение на ВЛ оттяжек опор со слабой вытяжкой, в сочетании с более высоким модулем упругости, не требует постоянной проверки тяжения, что может снизить эксплуатационные расходы на обслуживание ВЛ.

4 Анализ целесообразности применения в качестве растяжек опор ВЛ, пластически деформированных стальных канатов, изготавливаемых по СТО 71915393-ТУ062-2008 на основании результатов сравнительных механических испытаний

На основании полученных результатов сравнительных механических испытаний тросов, можно сделать заключение о том, что тросы марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р изготавливаемые по СТО 71915393-ТУ062-2008 могут применяться в качестве оттяжек для опор ВЛ наряду с традиционно применяемыми в качестве оттяжек тросами по ГОСТ 3064. При прочих равных условиях применение в качестве оттяжек тросов марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р является более предпочтительным т.к. эти тросы обладают значительно более высокими механическими характеристиками по сравнению с традиционно применяемыми по ГОСТ 3064 (см. раздел 1.2).

Кроме этого необходимо учитывать, что тросы марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р, изготавливаемые в соответствии с СТО 71915393-ТУ062-2008 при одинаковых механических характеристиках с тросами по ГОСТ 3064 обладают меньшей металлоемкостью (см. раздел 1.2), более высокими коррозионными характеристиками, меньшим аэродинамическим сопротивлением (за счет пластической деформации) при этом не требуют изменения системы крепления к опоре ВЛ «Натяжной прессуемый зажим – Образец троса – Клиновой зажим». Применение этих тросов в качестве оттяжек для опор ВЛ может положительно сказаться на механической устойчивости опор и ВЛ в целом.

Высокие механические характеристики тросов МЗ-В-ОЖ-Н-Р позволяют с запасом по механическим нагрузкам заменять тросы ГОСТ 3064 согласно таблице раздела 1.2, учитывая реальные эксплуатационные нагрузки на ВЛ.

Вытяжка, в процессе эксплуатации у тросов МЗ-В-ОЖ-Н-Р ниже более чем в 4 раза по сравнению с тросами по ГОСТ 3064, что позволит снизить эксплуатационные затраты на обслуживание ЛЭП, за счёт отсутствия необходимости поддерживать натяжение.

Можно рекомендовать к применению на ВЛ в качестве оттяжек стальные канаты по СТО 71915393-ТУ062-2008 при замене оттяжек изготовленных по ГОСТ 3063 и 3064 с похожими или более высокими механическими характеристиками. По сравнению с тросами по ГОСТ 3063 и 3064 данная замена позволит снизить вес оттяжек, усилить опоры и увеличить срок их службы, уменьшить аэродинамическое сопротивление оттяжек и повысить надежность ВЛ в целом.

Заключение

С целью повышения надежности электроснабжения потребителей и снижения затрат на эксплуатацию ВЛ, рекомендуется применение в качестве оттяжек опор ВЛ тросов (стальных канатов) марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р изготавливаемых по СТО 71915393-ТУ062-2008.

Список литературы

[1] Правила Устройства Электроустановок, 7-е издание, раздел 2, глава 2.5. М. Издательство НЦ ЭНАС, 2003.

[2] СТО71915393-ТУ062-2008 «Грозозащитные тросы для воздушных линий электропередач».

[3] ГОСТ 3064-80 Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1×37(1+6+12+18). Сортамент.

[4] ПОЛОЖЕНИЕ ОАО «РОССЕТИ» О ЕДИНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ.

[5] РД 153-34.0-20.801-2000 Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций, котельных, электрических и тепловых сетей.