

# АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ОТТЯЖЕК ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ТРОСОВ

АВТОРЫ:

ТИМАШОВА Л.В.,  
К.Т.Н.,  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

МЕРЗЛЯКОВ А.С.,  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

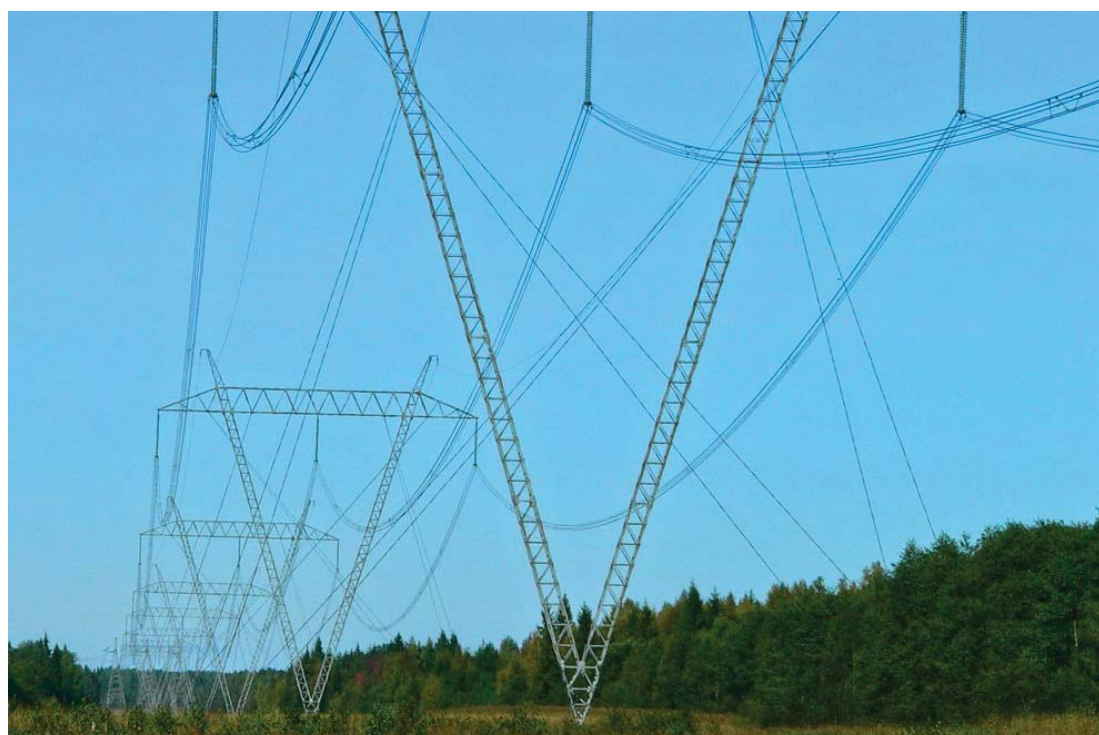
НАЗАРОВ И.А.,  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ФОКИН В.А.,  
ООО «ЭНЕРГОСЕРВИС»

**О**ттяжки опор ВЛ являются одним из важнейших элементов механической устойчивости опор ВЛ и линии в целом. Основной причиной повреждения опор с оттяжками являются

ненормативные климатические нагрузки на ВЛ, действия третьих лиц и нарушения правил работы в охранной зоне ВЛ (обрезка оттяжек, наезд тракторами при полевых работах, расчистка просек).

**Ключевые слова:** трос; модуль упругости; механическая прочность; вытяжка; акты расследования технологических нарушений; оттяжка.



V-образная опора ВЛ на оттяжках

## КОНСТРУКЦИЯ СТАЛЬНОГО КАНАТА МАРКИ 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200



Рис. 1

В энергосистемах широкое применение нашли конструкции опор с оттяжками, которые выполняются либо из гибкого стального троса, либо из круглого прутка низколегированной стали. Надежность работы всех типов опор с оттяжками зависит от состояния оттяжек и величины начального тяжения в них. На сегодняшний день в качестве оттяжек для опор ВЛ установлены тросы, изготовленные по ГОСТ 3064 (см. рис. на стр. 52).

В рамках анализа целесообразности применения в качестве оттяжек опор ВЛ пластически деформированных стальных канатов был выполнен отбор актов расследования технологических нарушений, приведших к отключению ВЛ с неуспешным автоматическим повторным включением (АПВ) по причине повреждения оттяжек, повреждению опор ВЛ с оттяжками, повреждению оттяжек и их арматуры. Также в процессе анализа отбирались акты расследования технологических нарушений, где описаны воздействия на оттяжки без их повреждения, например, тока короткого замыкания (КЗ) при перекрытии со шлейфа фазы на оттяжку. В итоге было проанализировано более 17 тыс. актов о технологических нарушениях, из которых по результатам обработки был отобран 41 акт.

Анализ блоков описания отобранных актов технологических нарушений позволил сделать вывод, что оттяжки опор ВЛ являются одним из важнейших элементов механической устойчивости опор ВЛ и линии в целом, надежным элементом конструкции опоры ВЛ. Основной причиной повреждения опор с оттяжками являются ненормативные климатические нагрузки на ВЛ, действия третьих лиц и нарушения правил работы в охранной зоне ВЛ (обрезка оттяжек, наезд тракторами при полевых

работах, расчистка просек). Также в процессе эксплуатации оттяжки часто подвергаются воздействию тока КЗ. Как правило, перекрытия происходят при приближении или соприкосновении шлейфа фазных проводов ВЛ с оттяжками опоры в результате воздействия ненормативных ветровых нагрузок. Однако в процессе анализа актов расследования технологических нарушений в меньшей степени были выявлены технологические нарушения по причине обрыва проволоки оттяжки и их расплетения с последующим КЗ на фазный провод и отключением ВЛ, а также обрывом оттяжки из-за полной потери механической прочности, вызванной значительной потерей площади поперечного сечения вследствие коррозии и естественного износа.

Кроме хорошо зарекомендовавших себя в качестве оттяжек для опор ВЛ тросов, изготавливаемых

по ГОСТ 3064, в настоящее время разработан трос новой конструкции марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р, изготавливаемый в соответствии с СТО 71915393-ТУ062-2008, который обладает более высокими механическими, электрическими и эксплуатационными характеристиками по сравнению с применяемыми в настоящее время марками тросов (ГОСТ 3064).

Новизна конструкции троса заключается в использовании технологии уплотнения свивки, обеспечения линейного касания проволок (ЛК) и применении пластического деформирования наружного слоя проволок для увеличения площади контакта между проволоками наружного и внутренних повивов (рис. 1). Такая конструкция по сравнению со стандартной обеспечивает значительное снижение линейного удлинения, повышенную механическую прочность, меньшую металлоемкость,

уменьшенное аэродинамическое сопротивление, а также высокую стойкость к токам КЗ. Кроме того, трос обеспечивает высокую коррозионную стойкость за счет применения Zn-гальванического покрытия группы «ОЖ» (с + 5%-м допуском) и контакта поверхности троса с окружающей средой и «консервации» смазки внутри троса, а гальванический метод нанесения покрытия предотвращает отслоение цинка при воздействии токов КЗ.

Для исследования эффективности применения на ВЛ в качестве оттяжек тросов марки МЗ-В-ОЖ-Н-Р, изготовленных по СТО 71915393-ТУ062-2008, был проведен комплекс сравнительных испытаний троса марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм, изготовленного по СТО71915393-ТУ062-2008, с тросом марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм, изготовленным по ГОСТ 3064.

Сравнительные испытания включали:

- проверку соответствия конструкции тросов;
- определение стойкости к растягивающим нагрузкам (определение модулей упругости) с учетом требований ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) и ГОСТ 10446-80;
- определение механической прочности на разрыв (МПР) в системе «Трос — зажим»;
- испытание на вытяжку.

Сравнительные испытания проводились в соответствии с «Методикой испытания для определения оценок параметров физико-механических характеристик проводов, грозозащитных тросов, оптических кабелей связи, применяемых на воздушных линиях электро-

## ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ СТАЛЬНОГО КАНАТА МАРКИ 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 ПРИ ВЫТЯЖКЕ В ТЕЧЕНИЕ 1040 ЧАСОВ

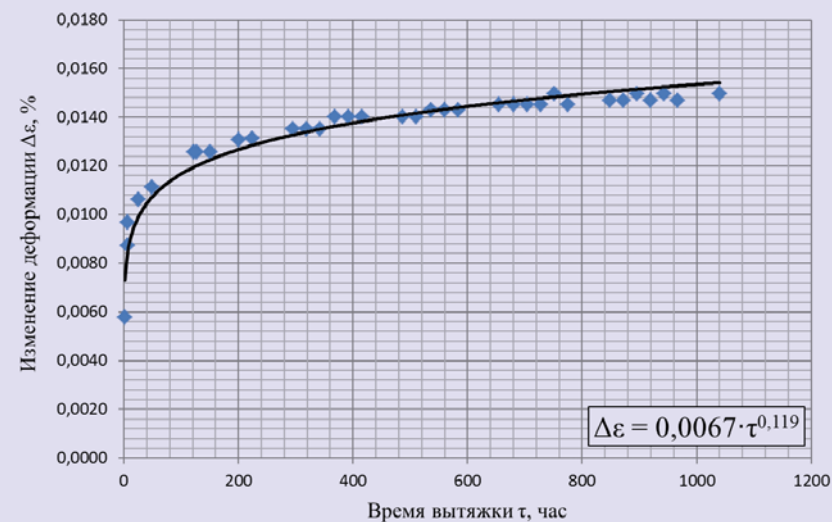


Рис. 2

передачи» (утв. в 1998 г.), с учетом требований ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84), ГОСТ 10446-80 и рекомендаций IEEE 1138:2009, МЭК 60794-4-1, МЭК 61395.

Испытания проводились в испытательной лаборатории ИЛ ВЭС ЭМС ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» (Аттестат аккредитации № RA.RU.21 МЭ 51).

Результаты сравнительных испытаний показали, что:

1. Обе представленные для проведения сравнительных механических испытаний марки тросов соответствуют требованиям НТД: трос марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм соответ-

ствует требованиям СТО71915393-ТУ062-2008; трос марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм соответствует требованиям ГОСТ 3064.

2. Модуль упругости троса марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм составляет 166 189 Н/мм<sup>2</sup>, что на 7% больше, чем модуль упругости троса марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм, чей модуль упругости равен 154 938 Н/мм<sup>2</sup>. Модуль упругости отражает изменения деформаций тросов с увеличением нагрузки, поэтому для применения в качестве оттяжек опор ВЛ предпочтительнее при-

менение тросов с более высокими характеристиками модуля упругости. Минимальная прочность заделки троса 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. Минимальная прочность заделки троса 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.

3.

4. Трос марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм вытянулся на 0,0150% от первоначального значения за 1040 ч (рис. 2), при этом трос марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм вытянулся на 0,0532% за то же время (рис. 3). Вытяжка троса марки 11,0-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р-1960/200 Ø11 мм почти в четыре раза меньше, чем вытяжка троса марки 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 Ø15,5 мм. Прогноз по вытяжке тросов на 25 лет также отличается почти

в 4–5 раз в пользу троса 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 тросов оттяжек опор со слабой вытяжкой в сочетании с более высоким модулем упругости не требует постоянной проверки тяжения, что позволит снизить эксплуатационные расходы на ВЛ.

На основании полученных результатов сравнительных испытаний тросов можно сделать заключение о том, что 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.

## ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ СТАЛЬНОГО КАНАТА МАРКИ 15,5-Г-В-С-Н-Р-1370/140 ПРИ ВЫТЯЖКЕ В ТЕЧЕНИЕ 1060 ЧАСОВ

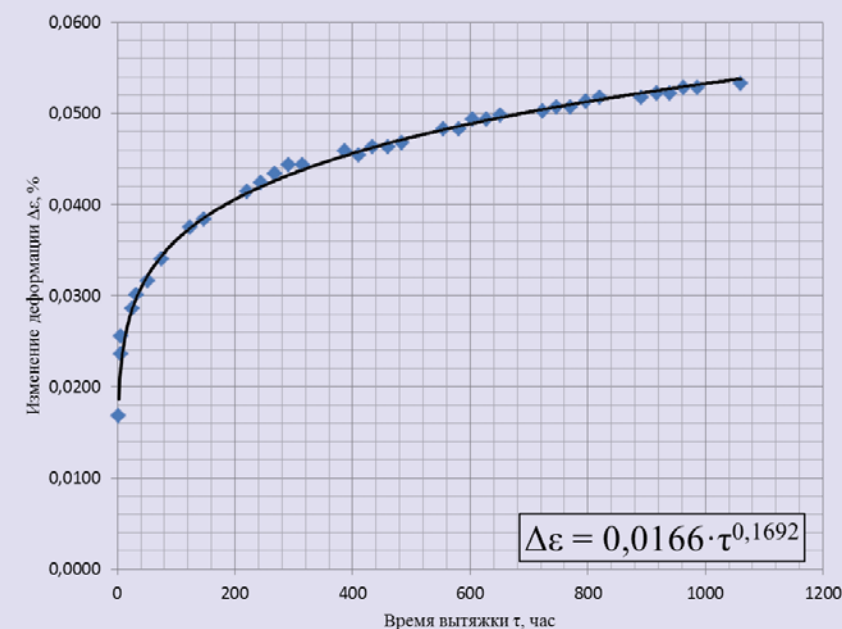


Рис. 3

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3064-80 Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1 × 37 (1 + 6 + 12 + 18). Сортамент.
2. СТО 71915393-ТУ062-2008 Канаты стальные (грозотрос) для защиты воздушных линий электропередач от прямых ударов молнии.
3. ГОСТ 1497-84 (ИСО 6892-84) Металлы. Методы испытаний на растяжение.
4. ГОСТ 10446-80 Проволока. Метод испытания на растяжение.
5. IEEE 1138:2009 Construction of composite fiber optic overhead ground wire (OPGW) for use on electric utility power lines.
6. IEC 60794-4-1 Optical fibre cables — Part 4-1: Aerial optical cables for high-voltage power lines.
7. IEC 61395 Overhead electrical conductors — Creep test procedures for stranded conductors.