



Инжиниринговая компания Энергосервис



Лучший реализованный инновационный
проект для ПАО «Россети» в 2014.

Грозозащитный трос МЗ

Простые решения

сложных проблем

ЛУЧШИЙ РЕАЛИЗОВАННЫЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

1 МЕСТО



Patent DE102014101833



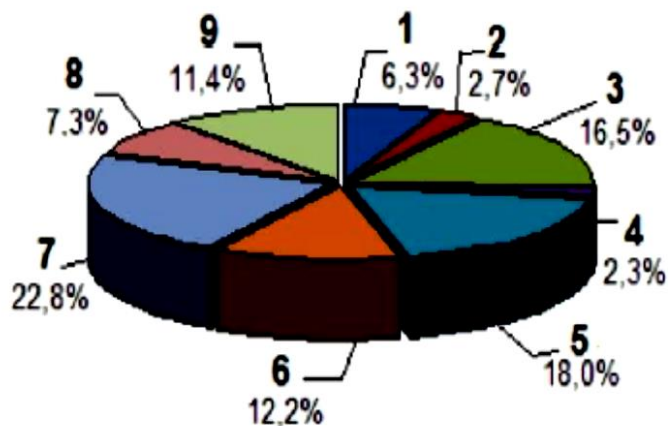
Побуждающие факторы к созданию изделия:

- **Неспособность стальных канатов (ГОСТ 3063(62;64)) обеспечивать защиту ВЛ.**
- **350 аварийных ситуаций, связанных с обрывом грозотросов только в 2014г.**
- **Причины аварийности ВЛ в РФ за 10 лет:**



Причины повреждения проводов:

- 1 – пляска, вибрации;
- 2 – хищения;
- 3 – гололёд, ветровые нагрузки;
- 4 – повреждение зажима;
- 5 – посторонние воздействия;
- 6 – дефекты проектирования и монтажа;
- 7 – дефекты эксплуатации;
- 8 – атмосферные перенапряжения;
- 9 – снижение прочности, коррозия



РОССЕТИ



Северсталь



ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»



Волгоградский государственный технический университет

Впервые

создано изделие

**специально для защиты воздушных линий
электропередач от прямых ударов молнии.
Абсолютно устойчивое к разрядам молнии до
147 Кл, ветровым и вибрационным нагрузкам,
со сроком службы 50 лет**



Соответствует
СТО ФСК ЕЭС
56947007-29.060.50.015-
2008 с изменениями от
30.10.2014

Диаметр, мм	Сечение стали, мм ²	Сечение Al, мм ²	Число и диаметр проволок	МПП провода, кН	Вес, кг/км	МДРН, кН	СЭН, кН	E(конечный), Н/мм ² ×10 ⁻⁵	КЛТР, 1 ⁰ /С ×10 ⁶	R при 20 ⁰ С, Ом/км	I КЗ за 1 сек, кА	Терм с-сть КЗ, кА ² с	R,индуктивное, Ом/км	I доп в теч 60 сек (нач. т-ра 25 С), А	Уд. Теплоемкость, Ср, Дж/кг град
8	44,54	0	1x1,7+7x1,2+7x1,15+7x0,85+14x1,45	75,264	366	45,158	26,342	1,85	12	3,75	3,52	12,39	0,39	153	462
8	44,54	0	1x1,7+7x1,2+7x1,15+7x0,85+14x1,45	79,008	366	47,405	27,653	1,85	12	3,75	3,52	12,39	0,39	153	462
8	44,54	0	1x1,7+7x1,2+7x1,15+7x0,85+14x1,45	83,712	366	50,227	29,299	1,85	12	3,75	3,52	12,39	0,39	153	462
9,2	59,06	0	1x1,9+7x1,4+7x1,35+7x1,0+14x1,65	99,648	490	59,789	34,877	1,85	12	2,83	4,69	21,99	0,37	187	462
9,2	59,06	0	1x1,9+7x1,4+7x1,35+7x1,0+14x1,65	105,312	490	63,187	36,859	1,85	12	2,83	4,69	21,99	0,37	187	462
9,2	59,06	0	1x1,9+7x1,4+7x1,35+7x1,0+14x1,65	110,976	490	66,586	38,842	1,85	12	2,83	4,69	21,99	0,37	187	462
10	69,67	0	1x2,1+7x1,5+7x1,45+7x1,0+14x1,8	117,6	575	70,560	41,160	1,85	12	2,40	5,52	30,44	0,34	210	462
10	69,67	0	1x2,1+7x1,5+7x1,45+7x1,0+14x1,8	124,128	575	74,477	43,445	1,85	12	2,40	5,52	30,44	0,34	210	462
10	69,67	0	1x2,1+7x1,5+7x1,45+7x1,0+14x1,8	130,752	575	78,451	45,763	1,85	12	2,40	5,52	30,44	0,34	210	462
11	83,59	0	1x2,3+7x1,65+7x1,6+7x1,25+14x1,95	141,12	695	84,672	49,392	1,85	12	2,00	6,64	44,15	0,32	239	462
11	83,59	0	1x2,3+7x1,65+7x1,6+7x1,25+14x1,95	148,608	695	89,165	52,013	1,85	12	2,00	6,64	44,15	0,32	239	462
11	83,59	0	1x2,3+7x1,65+7x1,6+7x1,25+14x1,95	157,056	695	94,234	54,970	1,85	12	2,00	6,64	44,15	0,32	239	462
12,5	107,97	0	1x2,6+7x1,9+7x1,85+7x1,4+14x2,2	182,496	890	109,498	63,874	1,85	12	1,55	8,55	73,03	0,30	286	462
12,5	107,97	0	1x2,6+7x1,9+7x1,85+7x1,4+14x2,2	192,864	890	115,718	67,502	1,85	12	1,55	8,55	73,03	0,30	286	462
12,5	107,97	0	1x2,6+7x1,9+7x1,85+7x1,4+14x2,2	202,272	890	121,363	70,795	1,85	12	1,55	8,55	73,03	0,30	286	462
13	118,55	0	1x2,65+7x1,95+7x1,9+7x1,45+14x2,35	200,352	982	120,211	70,123	1,85	12	1,41	9,41	88,47	0,28	305	462
13	118,55	0	1x2,65+7x1,95+7x1,9+7x1,45+14x2,35	211,68	982	127,008	74,088	1,85	12	1,41	9,41	88,47	0,28	305	462
13	118,55	0	1x2,65+7x1,95+7x1,9+7x1,45+14x2,35	222,912	982	133,747	78,019	1,85	12	1,41	9,41	88,47	0,28	305	462

Диаметр, мм	Сечение стали, мм ²	Сечение Al, мм ²	Число и диаметр проволок	МПР провода, кН	Вес, кг/км	МДРН, кН	СЭН, кН	E(конечный), Н/мм ² ×10 ⁻⁵	КЛТР, 1 ⁰ /С ×10 ⁶	R при 20 ⁰ С, Ом/км	I КЗ за 1 сек, кА	Терм с-сть КЗ, кА ² с	R,индуктивное, Ом/км	I доп в теч 60 сек (нач. т-ра 25 С), А	Уд. Теплоемкость, С _p , Дж/кг град
14	135,88	0	1x2,9+7x2,1+7x2,05+7x1,55+14x2,5	229,536	1125	137,722	80,338	1,85	12	1,23	10,78	116,17	0,26	336	462
14	135,88	0	1x2,9+7x2,1+7x2,05+7x1,55+14x2,5	242,688	1125	145,613	84,941	1,85	12	1,23	10,78	116,17	0,26	336	462
14	135,88	0	1x2,9+7x2,1+7x2,05+7x1,55+14x2,5	254,88	1125	152,928	89,208	1,85	12	1,23	10,78	116,17	0,26	336	462
15	157,79	0	1x3,05+7x2,25+7x2,2+7x1,7+14x2,7	267,168	1305	160,301	93,509	1,85	12	1,06	12,51	156,49	0,24	373	462
15	157,79	0	1x3,05+7x2,25+7x2,2+7x1,7+14x2,7	281,28	1305	168,768	98,448	1,85	12	1,06	12,51	156,49	0,24	373	462
15	157,79	0	1x3,05+7x2,25+7x2,2+7x1,7+14x2,7	296,352	1305	177,811	103,723	1,85	12	1,06	12,51	156,49	0,24	373	462
16	180,61	0	1x3,25+7x2,4+7x2,35+7x1,8+14x2,9	305,76	1470	183,456	107,016	1,85	12	0,93	14,20	201,77	0,21	409	462
16	180,61	0	1x3,25+7x2,4+7x2,35+7x1,8+14x2,9	322,656	1470	193,594	112,930	1,85	12	0,93	14,20	201,77	0,21	409	462
16	180,61	0	1x3,25+7x2,4+7x2,35+7x1,8+14x2,9	339,552	1470	203,731	118,843	1,85	12	0,93	14,20	201,77	0,21	409	462
17	201,59	0	1x3,45+7x2,55+7x2,5+7x1,9+14x3,05	340,512	1470	204,307	119,179	1,85	12	0,83	15,01	225,20	0,19	444	462
17	201,59	0	1x3,45+7x2,55+7x2,5+7x1,9+14x3,05	360,288	1470	216,173	126,101	1,85	12	0,83	15,01	225,20	0,19	444	462
17	201,59	0	1x3,45+7x2,55+7x2,5+7x1,9+14x3,05	379,104	1470	227,462	132,686	1,85	12	0,83	15,01	225,20	0,19	444	462
18,5	240,72	0	1x3,75+7x2,8+7x2,7+7x2,05+14x3,35	407,328	1470	244,397	142,565	1,85	12	0,69	16,40	268,92	0,14	504	462

Арматура, прошедшая совместные испытания с грозотросом МЗ

ЗАО «Электросетьстройпроект»

Зажим поддерживающий спиральный ПС-ДП-01

ТУ 3449-091-27560230-06



1 — лодочка; 2 — протектор; 3 — силовая прядь правая (внутренняя);
4 — силовая прядь левая (внешняя); 5 — провод. L



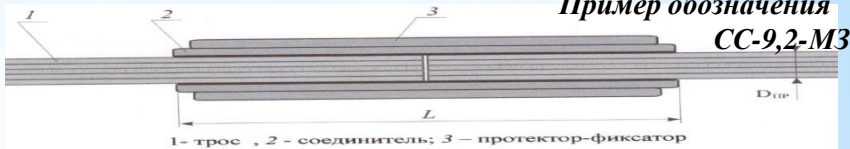
Пример обозначения
ПС-9,2П-01

Зажим натяжной спиральный НС-D-МЗ ТУ3449-002-27560230-06



Пример обозначения ПС-9,2-МЗ

Зажим соединительный спиральный СС-D-МЗ,
ТУ 3449-031-27560230-06



Пример обозначения
СС-9,2-МЗ

Ремонтные РС-10,0-11-МЗ по ТУ 3449-031-27560230-06

Шлейфовые зажимы ШС по ТУ 3449-036-27560230-06:- для соединения одинаковых тросов МЗ ШС-D-11-МЗ
- для соединения троса МЗ диаметром 11,0 мм с тросом другого типа и/или диаметра ШС-11,0/XXX-11-МЗ/XXX.

Протекторы защитные спиральные по ТУ 3449-007-27560230-06: ПЗС-10,0-11;

Гасители вибрации ГВ по ТУ 3449-081-27560230-06: ГВ-XXX2-02, ГВ-XXX2-02М

Ограничители гололёдно-ветровых воздействий по ТУ-015-27560230-2013: ГПС-10,0-01-Х₃-11-ТРИАС, ГПС-10,0-01-Х₃-12-ТРИАС, ГВКУ-10,0-Х₁/Х₂-Х₃-Х₄-01-ТРИАС, ГВШС-10,0П-01-Х₃-02-ТРИАС

ООО «ГЭМЗ»

Обозначение	Диаметр каната по ГОСТ 3064, мм	Диаметр Грозотроса МЗ, ТУ-062, мм	Масса, не более, кг	Разрушающая нагрузка, кН
ЗК-1-1.Ч	15,5	8,0	13	228
ЗК-1-2.Ч	17,0	9,2	21	456
	18,5	10,0		
		11,0		
		12,5		
		13,0		
ЗК-2-2.Ч	20,0	14,0	43	687
	21,0	15,0		
	22,5	16,0		

Обозначение	Масса, кг	B	D	d1	L	L1	L2	Канаты стальные СТО 71915393-ТУ 062-2008			Прочность заделки каната в зажиме, Н, не менее	Разрушающая нагрузка зажима, Н, не менее
								Расчетная площадь сечения всех проволок, мм ²	Диаметр	Разрывное усилие каната Н, не менее, для маркировочной группы Мпа (кгс/мм ²) 1770(180)		
НС-45-МЗ	1,75	18	26	18	443	120	205	44,54	8	78400	74480	100000
НС-50-МЗ	2,54	20	30	20	500	135	235	59,06	9,20	103800	98610	120000
								69,67	10,00	122500	116375	
НС-70-МЗ	4,23	28	34	24	574	150	280	83,59	11,00	147000	139650	160000
НС-100-МЗ	5,25	29	36	26	626	170	300	107,97	12,50	190100	180595	210000
								118,55	13,00	208700	198265	

Обозначение	Опрессовать при монтаже матрицей	
	Обозначение	Диаметр
НС-45-МЗ	С-20	20
НС-50-МЗ	С-24	24
НС-70-МЗ	С-28	28
НС-100-МЗ	С-30	30

Рекомендации по использованию грозотроса типа МЗ

СТО 71915393-ТУ062-2008 для замены каната стального по ГОСТ 3063(62,64)80

Наименование провода	Диаметр, мм	Сечение, мм ²	Вес 1 км, кг	МПР, кН	R при 20 °С, Ом/км
ГОСТ 3063-11,0	11	73	627	89,95 - 112,5	2,36
ТУ062-11,0	11	83,6	695	141,1 - 157	2,0
ТУ062-10,0	10	70	575	117,6 - 130,8	2,4
ТУ062-9,2	9,2	59	490	99,6 - 111	2,83
ГОСТ 3063-9,1	9,1	49	418	60,0 - 75,9	3,62
ТУ062-9,2	9,2	59	490	99,6 - 111	2,83
ТУ062-8,0	8,0	45	366	75,3 - 83,7	3,75

• Согласно информационному письму ПАО «Россети» № БР 74 798 от 13.05.2015 рекомендован к применению на ВЛ при реконструкции и плановой замене грозотрос по СТО 71915393-ТУ062-2008 с диаметрами на один шаг меньше, по сравнению со стальными канатами по ГОСТ 3063, например, 11,0 мм (ГОСТ 3063) на 10,0 мм (ТУ062), а 9,1 мм (ГОСТ 3063) на 8,0 мм (ТУ062). Данная замена позволяет снизить вес и стрелы провеса грозотросов, не увеличивая для старых ВЛ горизонтальные нагрузки от тяжения на опоры и не ухудшая их термическую стойкость.

• На участках с незначительными величинами токов КЗ или их вероятностью можно использовать грозотросы МЗ на два шага меньше, например, 11,0 (ГОСТ 3063) на 9, 2 мм (ТУ062), что снизит стрелы провеса и нагрузки на опоры.

• При новом строительстве наибольший эффект снижения стрел провеса будет при применении вместо стальных канатов по ГОСТ 3063 грозотросов по СТО 71915393-ТУ062 одинаковых диаметров. Наибольший эффект снижения веса и нагрузок на опоры в этом случае будет для зон с небольшой вероятностью возникновения токов КЗ при замене каната по ГОСТ 3063 на грозотрос по ТУ062 на один шаг диаметра меньше, но с большей маркировочной группой.

• Все предлагаемы выше замены, безусловно, позволяют сделать грозотросы абсолютно стойкими к ударам молнии, к последовательности воздействий: удар молнии - вибрационные нагрузки (эоловая вибрация, пляска), придать им дополнительную устойчивость к сочетанию всех видов вибрационных и изгибных нагрузок, увеличить срок службы.

Арматура ЗАО «Электросетьстройпроект», зажимы: Натяжные НС-ТУ3449-002-27560230-06: НС-10,0П-02(140)-МЗ

• Поддерживающие ПС по ТУ 3449-091-27560230-06: ПС-10,0П-01

• Соединительные СС-10,0-01-МЗ и ремонтные РС-10,0-11-МЗ по ТУ 3449-031-27560230-06

• Шлейфовые ШС по ТУ 3449-036-27560230-06:- для соединения двух одинаковых тросов МЗ диаметром 10,0 мм: ШС-10,0-11-МЗ, для соединения МЗ -10,0 мм с тросом другого типа и/или диаметра ШС-10,0/XXX-11-МЗ/XXX

• Протекторы спиральные по ТУ 3449-007-27560230-06: ПЗС-10,0-11;

• Гасители вибрации ГВ по ТУ 3449-081-27560230-06: ГВ-XXX2-02, ГВ-XXX2-02М

• Ограничители гололёдно-ветровых воздействий по ТУ-015-27560230-2013: ГПС-10,0-01-Х3-11-ТРИАС, ГПС-10,0-01-Х3-12-ТРИАС, ГВКУ-10,0-Х1/Х2-Х3-Х4-01-ТРИАС, ГВШС-10,0П-01-Х3-02-ТРИАС

При ремонтной замене канатов стальных ГОСТ 3062(63;64) на грозотросы МЗ

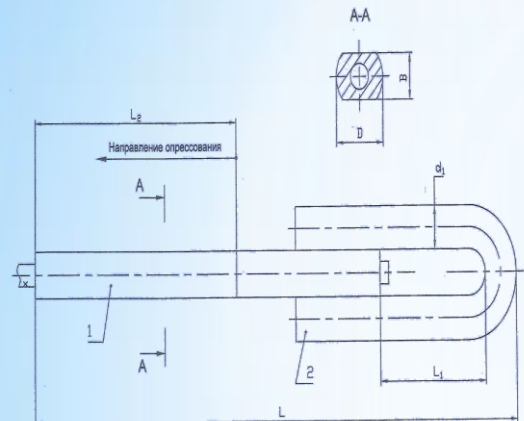
Применяется нижеследующая арматура обеспечивающая их соединение

Таблица 1.

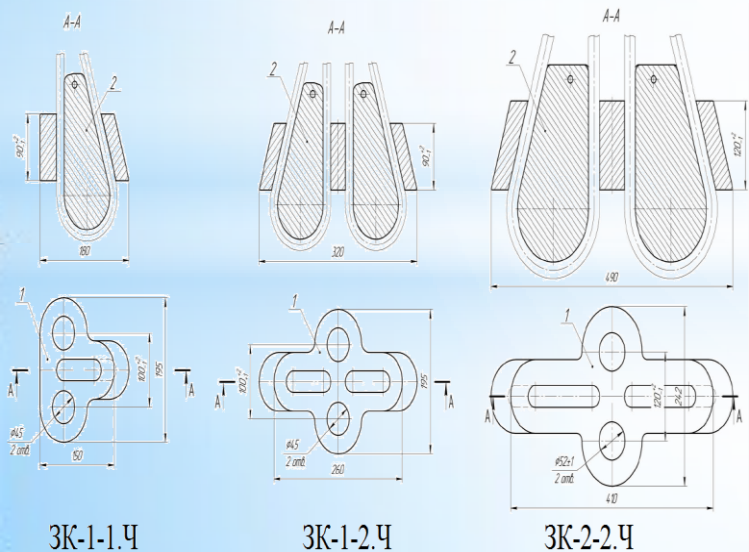
Обозначение	Масса, кг	B	D	d1	L	L1	L2	Канаты стальные СТО 71915393-ТУ 062-2008			Прочность заделки каната в зажиме, Н, не менее	Разрушающая нагрузка зажима, Н, не менее
								Расчетная площадь сечения всех проволок, мм ²	Диаметр	Разрывное усилие каната Н, не менее, для маркировочной группы Мпа (кгс/мм ²) 1770(180)		
НС-45-МЗ	1,75	18	26	18	443	120	205	44,54	8	78400	74480	100000
НС-50-МЗ	2,54	20	30	20	500	135	235	59,06	9,20	103800	98610	120000
НС-70-МЗ	4,23	28	34	24	574	150	280	69,67	10,00	122500	116375	160000
НС-100-МЗ	5,25	29	36	26	626	170	300	83,59	11,00	147000	139650	160000
								107,97	12,50	190100	180595	210000
								118,55	13,00	208700	198265	

Таблица 2.

Обозначение	Опрессовать при монтаже матрицей	
	Обозначение	Диаметр
НС-45-МЗ	С-20	20
НС-50-МЗ	С-24	24
НС-70-МЗ	С-28	28
НС-100-МЗ	С-30	30



1- корпус; 2- скоба
Рисунок 1



Обозначение	Рис	Группа каната	Диаметр каната по ГОСТ 3064, мм	Диаметр Грозотроса МЗ по СТО 71915393-ТУ062-2008, мм	Масса, не более, кг	Разрушающая нагрузка, не менее, кН
ЗК-1-1.Ч	18	1	15,5 17,0 18,5	8,0	13	228
ЗК-1-2.Ч	19			9,2	21	456
				10,0		
ЗК-2-2.Ч	20	2	20,0 21,0 22,5	11,0	43	687
				12,5		
				13,0		
				14,0		
				15,0		
				16,0		

Техническое обоснование эффективности применения в качестве оттяжек опор ЛЭП грозозащитных тросов СТО 71915393-ТУ062-2008

Решением целого ряда проблем является использование в качестве оттяжек грозозащитного троса, изготовленного по СТО 71915393-ТУ 062-2008, который обеспечивает:

- Принципиально более высокие механические характеристики, позволяющие использовать оттяжки меньшего диаметра
- Снижение ветровой и гололёдной нагрузки, испытываемой оттяжками, за счёт измененной конструкции свивки троса, т.к. применяется «компактная» система с более плотным (по отношению к применяемым) размещением проволок как в наружном слое, так и по сечению троса в целом, что снижает общее вибрационное воздействие на опоры и их фундаменты.
- Значительно более высокий модуль упругости, что, естественно, сказывается на снижении стрелы прогиба оттяжек
- Высокую коррозионную стойкость
- Пониженный износ креплений и фундаментов опор ЛЭП
- Минимизацию относительного удлинения при эксплуатации

Применение троса, изготовленного по СТО 71915393-ТУ 062-2008, позволит во многом избежать многих других сопутствующих проблем, таких как повышенное образование гололеда, повышенная эоловая вибрация троса и ряд других недостатков

Рекомендации по замене троса по ГОСТ 3064-80 для оттяжек на стальной канат по СТО71915393-ТУ062-2008

На основе сравнительных испытаний и заключения ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

- Можно рекомендовать к применению на ВЛ замены оттяжек по ГОСТ 3063 и 3064 на стальные канаты по СТО 71915393-ТУ062-2008 с приблизительно одинаковой или выше по значению МПР.
 - Данная замена позволяет снизить вес оттяжек и при этом усилить опоры.
 - **Увеличивается** срок службы оттяжек, за счёт цинкового покрытия «ОЖ», а также за счет «консервации» смазки внутри каната благодаря конструкции.
 - **Снижаются в 4 раза** эксплуатационные расходы из-за отсутствия удлинения в процессе эксплуатации благодаря конструкции. Исследование проведено ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».
- Снижение диаметра существенно уменьшит аэродинамические нагрузки, передаваемые на опоры и их фундаменты, что повысит надежность ВЛ.

Средний фактический модуль упругости системы провод-стандартный натяжной зажим 166 -170 кН/мм²

Таблица 1. Технические характеристики стальных канатов по ГОСТ 3064 и по СТО 71915393-ТУ062-2008.

Зеленым цветом выделены канаты, предлагаемые на замену канатам по ГОСТ

Наименование провода	Диаметр, мм	Сечение, мм ²	Вес, кг	Маркировочная группа, кг/мм ²	Группа оцинковки	МПР, кН
ГОСТ 3063	13	101,7	873	140	С, Ж	124,5
ТУ062	10	70	575	190	ОЖ	124,1
ТУ062	11	83,6	695	180	ОЖ	141,1
ГОСТ 3064	14	116,9	993,6	140	С, Ж	135,5
ТУ062	11	83,6	695	180	ОЖ	141,1
ГОСТ 3064	15,5	141,4	1200	140	С, Ж	164,0
ТУ062	12,5	108	890	180	ОЖ	182,5
ГОСТ 3064	17,0	168,2	1425	140	С, Ж	195,5
ТУ062	13	118,6	982	180	ОЖ	200,3
ГОСТ 3064	18,5	197,3	1685	140	С, Ж	229,5
ТУ062	14	135,9	1125	180	ОЖ	229,5
ГОСТ 3064	22,5	298,5	2550	140	С, Ж	347
ТУ062	17	201,6	1670	180	ОЖ	340,5
ТУ062	17	201,6	1670	190	ОЖ	360,2

Пояснительная информация по использованию преимуществ грозотросов по ТУ71915393-ТУ062-2008 при их эксплуатации на ВЛ от 35 кВ и выше.

Основание создания новой конструкции: небольшой ресурс и не надежная работа стальных канатов по ГОСТ 3063, ранее применявшихся в качестве грозозащиты ВЛ от ударов молнии, частые аварии, связанные с разрушением проволок конструкции и их расплетением, не регламентированные провисания, связанные с сильным гололедообразованием.

Испытания, проведенные в 2006 – 2008 гг показали, что существующая конструкция стальных канатов совершенно не пригодна для надежной работы на ВЛ в течение требуемого срока службы не менее 40 лет. Улучшением преформации можно лишь добиться временного уменьшения расплетения проволок внешнего слоя канатов непосредственно после удара молнии, но проплавление и разрыв проволок при этом остается.

Для создания новых конструкций грозотросов НТЦ «ФСК ЕЭС» в 2008 г были сформулированы технические требования. Главным в них было то, что теперь от новых грозотросов требовалось доказать их устойчивость ко всем реальным факторам эксплуатационных воздействий. Прежде всего, это стойкость к ударам молнии, эоловой вибрации, пляске, токам короткого замыкания. Необходимая коррозионная стойкость должна обеспечиваться регламентированной толщиной и видом защитных покрытий.

На наш взгляд, появление требования стойкости грозотроса к циклическому (10^8 циклов), знакопеременному воздействию ветровой нагрузки однозначно ставит крест на конструкциях типа ТК (с точечным касанием проволок друг с другом). Последние могут применяться только при условии действия исключительно горизонтальных растягивающих нагрузок. В противном случае, указанные вибрации вызывают усталостные разрушения проволок в местах контактов, что, в свою очередь, провоцирует преждевременные разрушения таких конструкций в наиболее нагруженных изгибающимися нагрузками местах, например, вблизи крепления провода к опоре, на выходе из арматуры крепления. Для исключения влияния больших изгибов канаты конструкций ТК даже по правилам необходимо наматывать на барабаны больших диаметров.

Для защиты от ударов молнии необходим хороший теплоотвод от места локального теплого нагружения и создание условий совместной работы всех проволок конструкции за счет гарантированной теплопередачи. Это требование также не позволяет иметь в конструкциях канатов точечный контакт между проволоками, так как в этих точках тепловое и электрическое сопротивление, как известно, стремятся к бесконечности.

Вся сказанное выше гарантирует отрицательный результат в ходе испытаний грозотросов на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС», использующих конструкции с крестовой свивкой проволок типа ТК.

Ниже в Таблице 1 приведены результаты сравнительных испытаний новых конструкций грозотросов на соответствие техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС» (Материалы Тех Совета ОАО «ФСК ЕЭС №2 от 02.04.13г).

Данные Таблицы 1 однозначно показывают наихудшие результаты по стойкости к ударам молнии конструкций грозотросов типа ТК (н/п 1 и 3). Грозотрос н/п 2, хотя имеет так называемый «полосовой контакт» ПК проволок в результате деформации сжатия всего изделия после свивки, но при этом происходит скорее не пластическая деформация проволок, а продавливание наружного слоя во внутренний. Как результат уменьшение его сечения, отсутствие выносливости к циклам вибрации и недостаточная стойкость к ударам молнии. Следует отметить, что данная технология пластической деформации противоречит мировым аналогам, поскольку проволоки для последующей пластики должны иметь исключительно линейное касание типа ЛК. Фактическая стойкость изделий н/п 1-3 к ударам молнии может представлять только исследовательский интерес, так как на практике в районах, где нет ветра и молний лучше и дешевле ничего не вешать, чем использовать такие грозотроса.

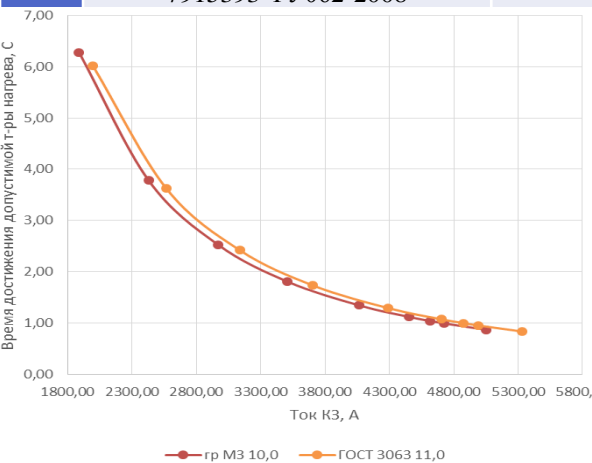
Несмотря на показанный отрицательный результат изделия (н/п 1-3) все же имеют положительное ЗАК ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Россети». Объясняется это просто. Технические требования ОАО «ФСК ЕЭС» в первоначальной, до 30.10.2014 г., формулировке противоречили ПУЭ изд. 7, позволяя применять грозотроса, теряющие 25% механической прочности после одного удара молнии и воздействий на циклы вибраций, а также допускающие проведение испытаний на стойкость к ударам молнии и другим видам воздействий, включая вибрацию, на различных образцах. Все эти изделия, получившие карт-бланш ОАО «ФСК ЕЭС», успели продлить в 2014 году свои заключения до введения в силу новых технических требований с изменениями от 30.10.2014 года. В новой формулировке требований, как показано в Таблице 1, они должны были бы их полностью провалить.

Комплексное сравнение грозотросов по нормативным техническим характеристикам

Н/п	Наименование грозотроса	Аналог	Степень крутимости	Вид воздействия						Фактический ресурс с учетом вероятности ударов молнии 110Кл в течение 40 лет для регионов по грозе от I-V, лет
				Стойкость к удару молнии(испытания)				Эоловая вибрация после ударов молнии(испытания)		
				Разряд, Кл	Падение прочности, после разряда, %МПП	расплетения, мм	Подтверждение класса молнестойкости 2	К-во циклов	Падение прочности, после вибрации, %МПП	
1	9,1-Г-В-ОЖ-Н-Р-180 ГОСТ 3063-80	нет	соотв - МК	менее 40	не измерялось	250 мм	не соотв	0	разрушение	0-1
2	9,2-ПК-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-3-1770; ТУ 14-173-35	9,1-Г-В-ОЖ-Н-Р-180 ГОСТ 3063-80	соотв - МК	менее 95	На 50,4% (до49,6МПП)	250мм,после вибрации	не соотв	10 ⁵	55	1-8
3	9,1- ГТК ТУ 35000-001-86229982-2010	9,2-Г-В-ОЖ-Н-Р-140 ГОСТ 3062-80	не соответствует-К	менее 85	На 71% (до29%МПП)	250 мм	не соотв	0	разрушение	0-7
4	9,2-Г(МЗ)-В-ОЖ-Н-Р-1770; СТО 7915393-ТУ062-2008	нет	соотв - МК	110; факт - 150	отсутствует	нет	соотв (факт - 4)	10 ⁸	0	Не менее 40

В таблице 2 подробно рассмотрены наиболее важные технические характеристики сравниваемых изделий

Н/п	Наименование грозотроса	Важные характеристики								
		Сечение стали, мм кв	Расчетное сечение АІ, мм кв	Постоянный ток, для плавки гололеда, в % к току ГТ п.1	Превышение Тока КЗ ГТ, % к Току КЗ ГТ по п.1		МПР, % к МПР ГТ п.1	вес 1 км, кг	Эл сопротивление пост току 1 км, ом	Модуль упругости, кг/мм ²
					тнач=-5С; тк=150С	тнач=25С; тк=300С				
1	9,1-Г-В-ОЖ-Н-Р-180 ГОСТ 3063-80	48,64	-	100	-	0	100	417,5	3,43	160
2	9,2-ПК-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-3-1770; ТУ 14-173-35	54,8	-	110	-	14	151	450	3,1	164
3	ГТК20-0/50-9,1мм-18кА2·с-64кН ТУ 3500-001-88083123-2014	33,6	16	138	32	-	84	328	1,73	157
4	9,2-Г(МЗ)-В-ОЖ-Н-Р-1770; СТО 7915393-ТУ062-2008	59,06	-	112	-	22,6	157	490	2,83	185



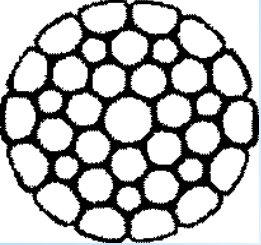
Из представленного сравнения очевидно, что увеличение к-ва АІ, обладающего меньшим электрическим сопротивлением и большей теплоемкостью действительно повышает стойкость изделий к токам КЗ и увеличивает коррозионную стойкость механически- и тепло- не нагруженных участков грозотроса. Одновременно, это увеличение не улучшает стойкости изделий к ударам молнии, приводит к снижению прочности, увеличению стрел провеса за счет роста КЛТР. Следует отметить, что конструкции с применением пластической деформации также очень существенно увеличивают стойкость грозотроса к токам КЗ за счет увеличения сечения. Дальнейший рост доли АІ до соотношения его к стали по отношению сечений приблизительно равного 1 переводит эти изделия в класс АС проводов, для которых предельная температура нагрева ограничена 200 С и токи КЗ сравнятся с токами КЗ стальных изделий равных диаметров, а прочностные характеристики еще более ухудшатся. Ограниченные области применения таких АС проводов, применяющихся в качестве грозотросов, на участках ВЛ с вероятностью возникновения токов КЗ полностью по ПУЭ-7 Для снижения веса и уменьшения нагрузок на опоры для грозотросов по СТО 7915393-ТУ062-2008 ОАО «Россети» разработаны рекомендации по применению на «старых» ВЛ грозотросов с меньшими на один шаг диаметрами без изменения основных свойств грозотросов и тех же токов КЗ, что и у стальных канатов по ГОСТ 3063. Сказанное иллюстрирует представленный на рис 1

Время - 1с; I кз $t_{нач}$ троса - 20°С
 МЗ **10,0** - 4724,65А \approx ГОСТ 3063 **11,0** - 4876,5А
 $t_{доп.нагрева}$: ГОСТ 3063 и МЗ -350°С

На основании представленных данных получается, что иного грозотроса с техническими характеристиками изделий по СТО 7915393-ТУ062-2008 на сегодняшний день не имеется.

В заключение перечислим основные и неоспоримые преимущества грозотросов по СТО 7915393-ТУ062-2008 (н/п 4) по сравнению со всеми имеющимися изделиями:

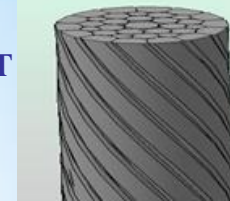
1. Абсолютная молниестойкость (класс 4) с сохранением 100% прочности;
2. Стойкость к последовательным видам воздействий: удар молнии – полный цикл вибраций, прочность 100%МПР;
3. Высокая механическая прочность, меньшие стрелы провеса;
4. Гарантированный высокий ресурс не менее 40 лет для всех регионов воздействий I – V в соответствии с картами климатического районирования;
5. Меньшее по массе гололедообразование и ветровые воздействия за счет меньшей площади, гладкой поверхности и закрытого профиля.



Грозотросы для защиты воздушных линий электропередач от прямых ударов молнии

СТО 71915393 ТУ 062-2008

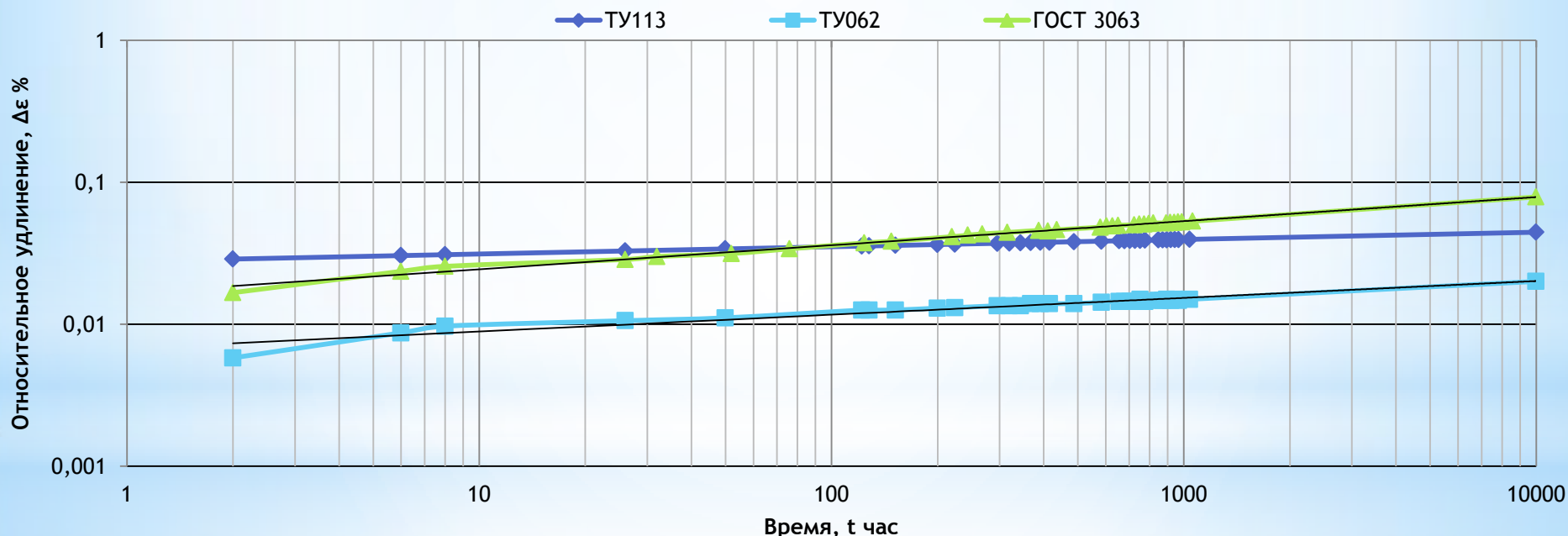
Конструкция 1 x 36 (1 + 7 + 7/7 + 14)



Диаметр, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок в МЗ, мм ²	Расчетная масса 1000 м смазанного МЗ, кг	Маркировочная группа 1770 Н/мм ²	Маркировочная группа 1870 Н/мм ²	Маркировочная группа 1970 Н/мм ²
			Суммарное разрывное усилие всех проволок в Г, Н (не менее)		
8,0	44,54	366	78400	82300	87200
9,2	59,06	490	103800	109700	115600
10,0	69,67	575	122500	129300	136200
11,0	83,59	695	147000	154800	163600
12,5	107,97	886	190100	200900	210700
13,0	118,55	974	208700	220500	232200
14	135,88	1125	239100	252800	265500
15	157,79	1295	278300	293000	308700
16	180,61	1480	318500	336100	353700
17	201,59	1660	354700	375300	394900
18,5	240,72	1980	424300	447800	471300
21	309,35	2540	544800	575200	605600
22,5	354,29	2910	624200	659500	693800

Испытания на ползучесть

Из представленных сравнительных данных очевидно преимущество пластически деформированных изделий перед традиционной свивкой круглых проволок с разнонаправленными слоями. Существенно снижаются величины удлинений у грозотроса по ТУ062 по сравнению с канатом по ГОСТ 3063 во всем исследованном временном диапазоне. Некоторое относительное увеличение начальных удлинений ОКГТ в диапазоне времени до 100 часов объясняется наличием достаточно пластичного сердечника (кабеля с ОВ), при дальнейшей выдержке под нагрузкой они становятся меньше, чем у стального каната по ГОСТ 3063.



Можно сделать вывод о том, что применение новой технологии свивки в сочетании с пластической деформацией слоев проволок в процессе изготовления существенно снижает удлинения (ползучесть), уменьшает интенсивность их нарастания с течением времени.

Полный цикл **последовательных** испытаний одного образца:

на воздействие тока молнии, эоловую вибрацию, пляску, а также на стойкость к токам короткого замыкания, механические тесты на разрыв после воздействий

Новая конструкция грозотроса впервые разработана специально для защиты ВЛ от ударов молнии, выполнена с применением современных канатных технологий и обладает следующими отличительными свойствами:

- Абсолютная стойкость к удару молнии в 99 % диапазона потенциально возможных нагрузок
- Высокая коррозионная стойкость за счет применения инновационного метода оцинкования группы «ОЖ» с +5% допуском и уменьшения суммарной поверхности контакта поверхности грозотроса с окружающей средой
- Повышенная, относительно штатных канатов, прочность на разрыв (180кГ/мм² – 200кГ/мм²), что обеспечивает значительный рост надёжности, а это особенно важно для анкерных опор и при образовании гололеда
- Увеличенный гарантированный срок эксплуатации

Примененная в процессе производства технология уплотненной свивки грозозащитного троса по СТО 71915393–ТУ 062–2008 обеспечивает снижение относительного удлинения, что уменьшает провисания при эксплуатации.

Не происходит снижения прочности, разрывов или оплавления проволок по основному металлу после ударов молнии мощностью до 147 Кл.

**Грозотросы (молниезащита - МЗ),
выполненные в соответствии с
техническими условиями СТО 71915393-
ТУ 062-2008, предназначены специально
для защиты воздушных линий
электропередач от
прямых ударов молнии**



**Сохраняет исходные характеристики и
не получает повреждения даже после
разряда в 147 Кл.**

**Достоинством указанных МЗ, помимо большей
прочности и лучшей стойкости к коррозии,
является повышенная стойкость к
воздействию импульса тока молнии от 85Кл и
выше. МЗ, в отличие от стальных канатов,
сохраняют работоспособность даже в районах
с повышенными значениями вероятности
сильных грозовых разрядов в течение
гарантийного срока эксплуатации.**



2008/3/18 3:43am



Комплекс последовательных

сравнительных испытаний серийных

образцов грозотросов к

Техническому Совету

ПАО «ФСК ЕЭС», допущенных на
сегодня к эксплуатации на ВЛЭП,

после воздействия разряда

85 – 110Кл

Испытания образца на стойкость к

вибрационным нагрузкам

проводились после воздействия тока молнии

Анализ результатов испытаний

ОАО «Северсталь метиз», филиал «Волгоградский» Грозотрос МЗ

**не получил повреждения при значениях заряда 85, 95, 110 Кл
Ни при одном воздействии тока не произошло снижения натяжения**

Трос является стойким к воздействию тока молнии с переносимым зарядом до 110 Кл, причем вероятность появления заряда, превышающего 110 Кл, составляет менее 1 %.

В ходе испытаний на стойкость к воздействию вибрации и пляски не получил дополнительных повреждений, после испытаний находится в удовлетворительном состоянии.

После проведенных испытаний на стойкость к воздействию тока молнии, вибрации и пляски, по разрывной прочности трос соответствует исходным требованиям ТУ.

**Фактическая разрывная прочность троса составила 104,2 кН
(115% от расчетной разрывной нагрузки)**



Грозотрос, позиционирующийся на рынке как аналог МЗ

Трос получил существенные повреждения, включая разрыв двух проволок при воздействии тока молнии с переносимым зарядом 110 Кл

Трос в ходе испытаний на стойкость к воздействию вибрации получил дополнительные повреждения, имеются дополнительные обрывы проволок, расплетание верхнего повива троса на величину свыше 250 мм.

После испытаний на стойкость к воздействию пляски находится в неудовлетворительном состоянии - обрывы отдельных проволок, расплетание верхнего повива троса на величину свыше 500 мм.

Отмечено появление коррозии в местах повреждений в течение трёх недель

По результатам испытаний можно сделать вывод о фактической непригодности к использованию по назначению.

Фактическая разрывная прочность троса составила 32,8 кН (49,6% от расчетной разрывной нагрузки)



Трос 9,1-ГТК плакированный алюминием

Трос получил сильные повреждения, начиная со значений переносимого заряда 81 Кл, в виде разрыва проводов и снижения натяжения. Трос нельзя считать стойким к воздействию тока молнии с переносимым зарядом 85 Кл и выше.

Трос при подготовке к испытаниям на стойкость к воздействию вибрации, а именно - при приложении рабочего тяжения, разрушился при нагрузке 18 кН (~29% расчетной разрывной нагрузки троса)





Результаты сравнительных испытаний к Техническому Совету ОАО «Россети» (2.04.2013г)

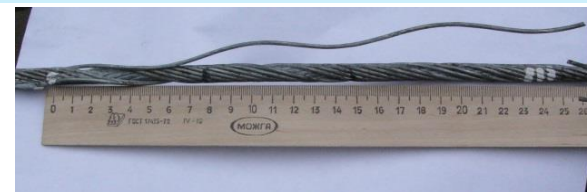
Трос 9,2-Г(МЗ)-В-ОЖ-МК-Н-Р

Трос 9,2-Г(МЗ)-В-ОЖ-Н-Р-1770; СТО 71915393-ТУ062-2008 производства ОАО «Северсталь метиз», филиал «Волгоградский» полностью и успешно выдержал всю последовательность испытаний. Трос 2-Г(МЗ)-В-ОЖ-Н-Р-1770; СТО 7915393-ТУ062-2008 производства ОАО «Северсталь метиз», филиал «Волгоградский» стоек к ударам молнии с зарядом более 110 Кл, эоловой вибрации, пляске, и, при этом, в ходе испытаний реальная разрывная прочность не уменьшается и составляет 115 % от его расчетной разрывной прочности. Грозозащитный трос 9,2-Г(МЗ)-В-ОЖ-Н-Р-1770 производства ОАО «Северсталь-метиз», филиал «Волгоградский» имеет наибольшую надежность и предпочтителен для защиты ВЛ от ударов молнии.



Трос ПК-9,2-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-Р

Трос ПК-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-З-1770; ТУ 14-173-35 производства ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» не выдержал последовательность испытаний. Трос ПК-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-З-1770; ТУ 14-173-35 производства ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» (АО МЕЧЕЛ) может считаться стойким к ударам молнии до 95 Кл, при этом он не выдерживает воздействие вибрации, пляски, и в ходе испытаний его реальная разрывная прочность снижается до 32,8 кН (49,6% от расчетной разрывной нагрузки). Грозозащитный трос ПК-МЗ-В-ОЖ-Н-МК-З-1770; ТУ 14-173-35 производства ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» не может считаться надежным и не рекомендуется к применению для защиты ВЛ от ударов молнии.



Трос ГТК20-0/50-9,1/60

Трос ГТК20-0/50-9,1/60 ТУ 3500-007-63976268-2011 производства ООО «ЭМ-Кабель», г. Саранск не выдержал последовательность испытаний. Трос ГТК20-0/50-9,1/60 ТУ 3500-007-63976268-2011 производства ООО «ЭМ-Кабель», г. Саранск не может считаться стойким к ударам молнии до 85 Кл, при этом его реальная разрывная прочность снижается до 18 кН (29% от расчетной разрывной нагрузки). Грозозащитный трос ГТК20-0/50-9,1/60 ТУ 3500-007-63976268-2011 производства ООО «ЭМ-Кабель», г. Саранск является совершенно ненадежным и его нельзя применять для защиты ВЛ от ударов молнии.





Аварийных ситуаций,
связанных с обрывом
грозотросов в 2014г. –
около 350





**Единственный производитель:
ОАО «Северсталь-метиз»**



**Уполномоченный поставщик
(дилер), патентодержатель и
разработчик:**

ООО «Энергосервис»

**Обозначение: МЗ
(молниезащита)**

**Диапазон размеров:
8,0-22,5мм**

**Объём производства:
не менее 500 км
ежемесячно**





Основные пункты технических условий на грозотросы МЗ-В-ОЖ- Н-Р СТО 71915393-ТУ 062-2008, выполнение которых гарантирует завод-производитель ОАО «Северсталь-метиз»

Полностью соответствуют СТО ФСК ЕЭС 56947007-29.060.50.015-2008 с изменениями от 30.10.2014

- Грозотросы соответствуют требованиям настоящего стандарта и СТО 56947007-29.060.50.015-2008 ТТ ОАО «ФСК ЕЭС».
- Грозотросы изготавливаются маркировочных групп 1770н/мм² (180кгс/мм²), 1870н/мм² (190кгс/мм²), 1970н/мм² (200кгс/мм²) из проволоки оцинкованной по ГОСТ 7372-79, толщина цинкового покрытия которой должна соответствовать группе ОЖ с плюсовым допуском 5%.
- Грозотросы изготавливаются длиной не менее 500 метров.
- Грозотрос стоек к воздействию импульса грозового разряда молнии, величина которого в Кулонах определяется районом подвески грозотроса в соответствии с требованием потребителя и устанавливается изготовителем при приложении к грозотросу растягивающей нагрузки в соответствии с СТО 56947007-29.060.50.015-2008 ТТ ОАО «ФСК ЕЭС», но не менее 85Кл.
- Грозотрос стоек к термическому воздействию тока короткого замыкания, возникающего в процессе эксплуатации грозотроса при однофазных и двухфазных замыканиях на землю, величина и время которого устанавливается изготовителем расчетным путем в соответствии с СТО 56947007-29.060.50.015-2008 ТТ



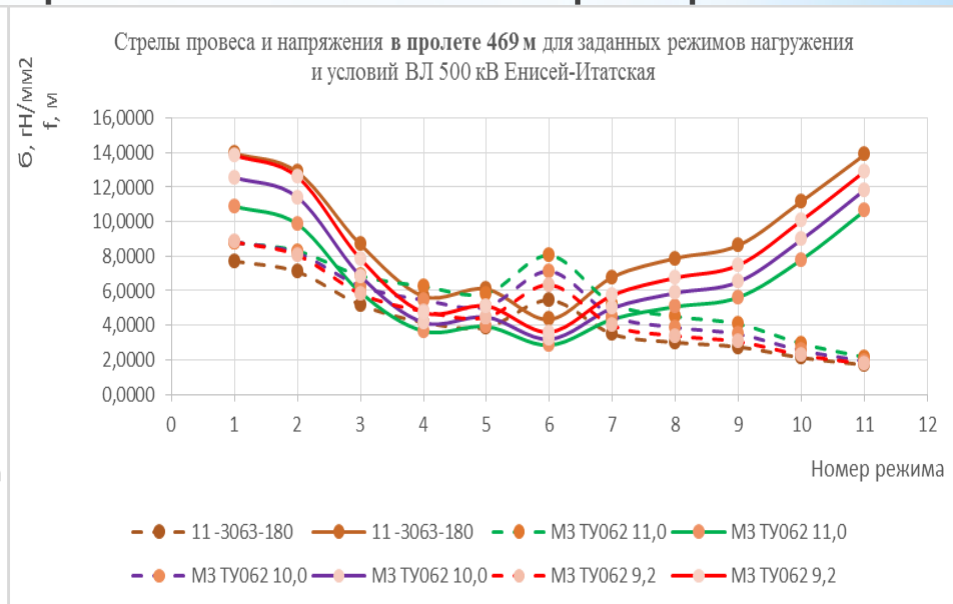
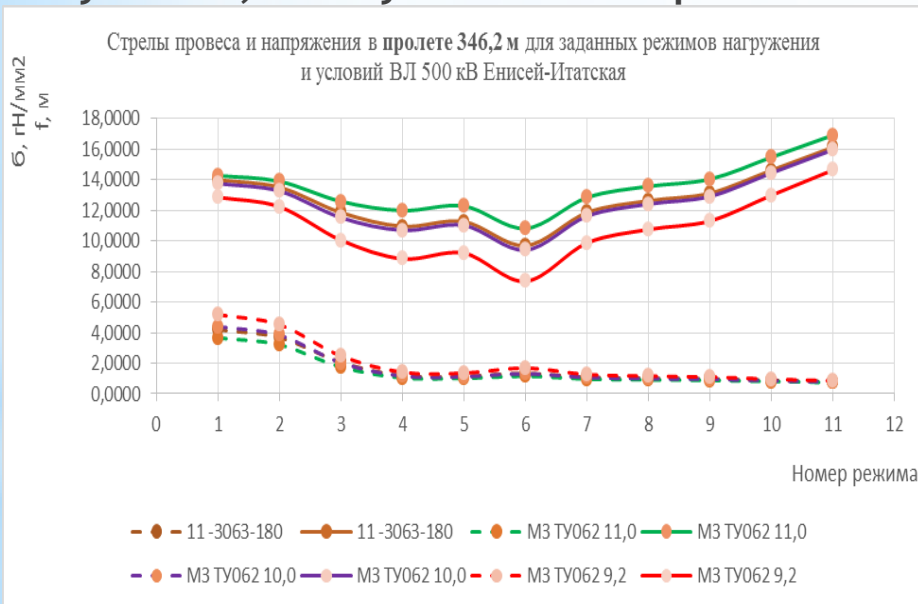
Северсталь



- Грозотрос стоек к эоловой вибрации не менее 100 млн. циклов, частота которой должна соответствовать ближайшей резонансной частоте, возбуждаемой скоростью ветра от 4 до 8 м/с (т.е. частота = $830 / \text{диаметр грозотроса в мм} \pm 10$ Гц), при приложении к нему растягивающей нагрузки, которая устанавливается изготовителем в соответствии с СТО 56947007-29.060.50.015-2008 ТТ ОАО «ФСК ЕЭС».
- Грозотрос стоек к галопированию (пляске), когда в процессе его эксплуатации под воздействием поперечного ветрового потока возникает знакопеременная аэродинамическая подъемная сила, которая при определенных соотношениях параметров крутильных и поступательных движений кабеля может возбуждать автоколебательный процесс, СТО 56947007-29.060.50.015-2008 ТТ
- Все остальные технические требования соответствуют требованиям, изложенным в ГОСТ 3241-91 и СТО 56947007-29.060.50.015-2008 ТТ ОАО «ФСК ЕЭС».
- В соответствии с п.13.2 Технических требований ОАО «ФСК» ЕЭС» гарантийный срок эксплуатации грозотросов с момента ввода их в эксплуатацию должен составить не менее 20 лет.
- Модуль упругости системы провод-стандартный натяжной зажим 166 -170 кН/мм

Использование грозотроса МЗ меньших диаметров при реконструкции ВЛ без снижения надёжности

При существенных ограничениях усилий от тяжения проводов на опоры навеска грозотросов по ТУ062 с уменьшенными диаметрами, по сравнению с традиционно используемыми стальными канатами по ГОСТ 3062, 3063, позволяет даже снизить стрелы провеса грозотроса. Для рассматриваемой в примере ВЛ использование грозотроса ТУ062-2008 диаметром 10,0 мм вместо стального каната по ГОСТ 3063 диаметром 11,0 мм, могло бы позволить увеличить длину габаритного пролета на 4% и снизить вес троса. Для тех же исходных данных и режимов совершенно иная картина получается, если усилие на опоры выше или равно по значению МПР грозотроса ТУ062.



Значение габаритного пролета стального каната Ø11,0 по ГОСТ 3063 уже составило 469 м, но заменить этот стальной канат по ГОСТ 3063 возможно в этом габаритном пролете нашим грозотросом ТУ062 Ø9,2 мм с разрывной группой 190 кг/мм².

➤ Подробно рекомендации приведены ниже.

Полное импортозамещение

От интеллектуальной
собственности и сырья
до производства
(17 Патентов РФ и Германии)

ОКГТ с молниестойкостью и свойствами грозотроса МЗ

Патентный приоритет:

Элементы конструкции с 2008г.

Изделие и технология – с 2010г.

Грозозащитный трос МЗ

Опыт эксплуатации с 2008г

Использование – 15 000 км ВЛ

Патентный приоритет на

изделие и технологию с 2008г.



← Аттестация 2014г →



Deutsches
Patent- und Markenamt

Patent DE102014101833

Провода высокопрочные (АСВП) и высокотемпературные (АСВТ)

Патентный приоритет:

Элементы конструкции с 2008г.

Провод в целом – с 2011г.

Технология - с 2008г.

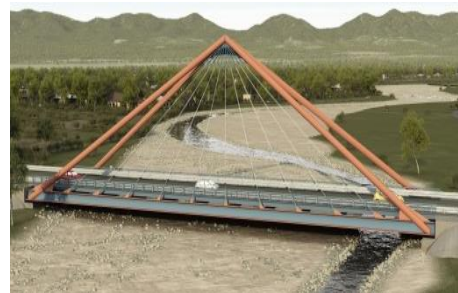
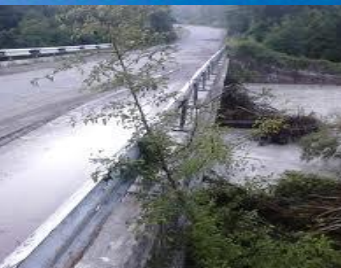




Инжиниринговая компания ООО «Энергосервис»

Некоторые реализованные проекты для крупнейших компаний

Программа реконструкции Мостовых переходов в СКФО



2001г



Предложение для РЖД

Первый мост РФ-Череповец-1979г

(Канаты не менялись никогда! как и в Киеве (1963,1976 г.), в Риге (1981)

РЖД
Russian Railways Несущий трос

контактной сети РЖД



НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ



Реализация полного
импортозамещения



АВТОДОР
ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

ВПЕРВЫЕ! Российские
Тросовые ограждения





Команда ООО «Энергосервис» уже 20 лет работает на рынке стальных канатов и неизолированных проводов. Мы много лет разрабатываем, испытываем и внедряем инновационную канатную продукцию специально для крупнейших компаний страны, таких как «Россети», «Норильский Никель», «РЖД», «СУЭК», «ФСК», и др. Среди наших объектов - Останкинская телебашня, глубинные шахтные подъёмы, сотни километров ЛЭП и многое другое. производственная база — Волгоградский канатный завод, производитель уникальных канатов ещё со времён СССР, ныне входящий в ОАО «Северсталь-Метиз», филиал «Волгоградский», позволяет создавать изделия, успешно конкурирующие с продукцией европейских компаний



*Мы предлагаем Вам снижение
затрат при строительстве
и эксплуатации
с повышением надёжности!*

