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
№ 000251действителен до 24.11.2014

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ИЛ ВЭС ЭМС
_____ Тимашова Л.В.
"____" июль 2013 г.

ПРОТОКОЛ N 02-07-13
Испытание на стойкость к воздействию максимальной допустимой растягивающей нагрузки высокотемпературного провода марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА (ТЗ п.5.2.2)

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

Частичная перепечатка протокола без разрешения начальника ИЛ ВЭС ЭМС запрещена.

г. Москва
2013 г.

1 Объект испытаний

Высокотемпературный компактный неизолированный с пластически обжатым стальным оцинкованным сердечником и уплотненными токопроводящими повивами из проволок термостойкого алюминиевого сплава, провод марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА изготовленный по ТУ 3511-001-40914170-2012 ООО «НПК «Энергия» на производственной площадке ООО «Таткабель».

2 Цель испытаний

Испытание провода марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА на растяжение. Определение модулей упругости, остаточной деформации после растяжения.

3 Место и дата испытаний

Испытания выполнены 09.07.2013 в аккредитованной испытательной лаборатории электрооборудования высоковольтных электрических сетей по требованиям электромагнитной совместимости (ИЛ ВЭС ЭМС) ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».

4 Испытательное оборудование и средства измерений

4.1 Установка У-2 для испытаний на прочность элементов ВЛ. Инв. номер 040000. Аттестат аккредитации от 15.05.2004г., действителен до 15.05.2017 г.

4.2 Динамометр ДОРМ-50, зав. №1841 с индикатором часового типа ИЧ -10, зав. №485968. Свидетельство ФГУ РОСТЕСТ Москва №0178865/445, действительно до 16.07.2014 г.

4.3 Индикатор часового типа ИЧ-10 зав. № 213497, класс 1. Свидетельство ФБУ РОСТЕСТ Москва №11311-0190917, действительно до 17.07.2014;

4.4 Линейка металлическая измерительная (0÷1000) мм, клеймо, действительно до 04.07.2014.

5 Параметры объекта испытаний

5.1 Длина образца провода L = 21,5 м;

5.2 Базовая длина для измерения удлинения провода $L_б$ = 1,13 м.

6 Условия проведения испытаний

6.1 Температура окружающего воздуха 22±1 ^{o}C;

7 Методика испытаний

7.1 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 требований ГОСТ 10446-80 «Проволока. Метод испытания на растяжение» и рекомендаций МЭК 62219 «Overhead Electrical Conductors - Formed Wire, Concentric Lay, Stranded Conductors».

7.2 Провод длиной L монтируется на установке для испытания на прочность элементов ВЛ (Рисунок 1) в плоских болтовых зажимах для исключения проскальзывания проволок токопроводящих повивов и сердечника относительно друг друга.

7.3 Устанавливается первоначальное тяжение в проводе T_0.

7.4 На проводе монтируется устройство для измерения удлинения одного метра провода при увеличении тяжения. Фиксируется начальное удлинение l_0 при тяжении провода T_0.

7.5 Характеристики растяжения определяются по результатам измерений тяжения (Т) и приращения удлинения $\Delta l = l - l_0$ при растяжении провода и его последующей разгрузки.

7.6 Тяжение в проводе увеличивается ступенями величиной в 2-3% от расчетного разрывного усилия провода до значения $T_{45\%}$, равного 45% от расчетного разрывного усилия провода. На каждой ступени увеличения тяжения фиксируются значения тяжения Т и показание измерителя удлинения провода.

7.7 При достижении тяжения $T_{45\%}$, равного 45% от расчетного разрывного усилия провода, осуществляется выдержка по времени не менее 10 мин., затем тяжение снижается до первоначального T_0 ступенями в 2-3% от расчетного разрывного усилия провода. Фиксируются значения тяжения Т и показание измерителя удлинения.

7.8 Для каждой ступени увеличения/уменьшения тяжения Т вычисляется значение относительной деформации $\varepsilon = \Delta l / L_б$, где $\Delta l = l - l_0$, $L_б$- базовая длина для измерения удлинения провода.

7.9 Производится построение зависимости $T = f(\varepsilon)$.

7.10 Начальный модуль упругости провода Е определяется на линейной части характеристики $T = f(\varepsilon)$ при растяжении провода с T_0 до $T_{45\%}$:

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

где:

S – площадь поперечного сечения провода;

$\Delta T = T_2 - T_1$ – тяжение в начале и в конце линейной части характеристики растяжения провода $T = f(\varepsilon)$;

$\Delta \varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$ – относительная деформация провода в начале и в конце линейной части характеристики растяжения провода $T = f(\varepsilon)$.

7.11 Модуль упругости провода при растяжении и разгрузке Е определяется на линейной части характеристики $T = f(\varepsilon)$ при разгрузке провода до T_0 после достижения $T_{45\%}$:

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

где:

S – площадь поперечного сечения провода;

$\Delta T = T_2 - T_1$ – тяжение в начале и в конце линейной части характеристики $T = f(\varepsilon)$ при разгрузке провода;

$\Delta \varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$ – относительная деформация провода в начале и в конце линейной части характеристики $T = f(\varepsilon)$ при разгрузке провода.

8 Результаты испытаний

8.1 Согласно ТУ 3511-001-40914170-2012 расчетное разрывное усилие провода $T_р$ = 76395 Н = 7787,5 кгс. $T_{45\%}$ = 3504 кгс.

8.2 Согласно Протоколу №03-05-13 в проводе АСТУ 185/21,5 ЭЛКА :

– сечение токоведущей части провода S_a = 180,6 мм^2;

– сечение стального сердечника S_c = 22,6 мм^2;

– суммарное сечение всех проволок провода S = 203,2 мм^2;

– отношение алюминий/сталь 7,99.

8.3 Согласно ПУЭ-7 таб.2.5.8 модуль упругости провода АС 185/21,5 с соотношением алюминий/сталь 7,99 должен быть не менее 77000 Н/мм^2.

8.4 Задается начальное тяжение в проводе T_0 = 292 кгс и фиксируется начальное удлинение l_0 = 1,00 мм.

8.5 При растяжении и разгрузке провода получены зависимости T=*f*(ε) (рисунок 3).

8.6 Результаты испытаний приведены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1

№ ступени	Тяжение T, кгс	Удлинение провода l, мм	Деформация $\varepsilon \cdot 10^{-3}$ мм/м
1	292	1	0
2	353	1,01	0,009
3	408	1,03	0,026
4	506	1,07	0,062
5	593	1,125	0,111
6	805	1,25	0,221
7	1081	1,43	0,381
8	1295	1,59	0,522
9	1631	1,86	0,761
10	1886	2,07	0,946
11	2161	2,315	1,163
12	2436	2,57	1,389
13	2650	2,79	1,584
14	2926	3,08	1,841
15	3150	3,34	2,071
16	3364	3,625	2,323
17	3364	3,69	2,380
18	3203	3,58	2,283
19	2966	3,42	2,141
20	2779	3,285	2,022
21	2504	3,1	1,858
22	2175	2,875	1,659
23	1916	2,69	1,495
24	1625	2,49	1,318
25	1374	2,32	1,168
26	1176	2,19	1,053
27	954	2,045	0,924
28	787	1,94	0,831
29	573	1,82	0,725

№ ступени	Тяжение Т, кгс	Удлинение провода l, мм	Деформация $\varepsilon \cdot 10^{-3}$ мм/м
30	436	1,75	0,663
31	330	1,645	0,571
32	290	1,57	0,504

8.7 Модуль упругости начальный $E_н$ определяется на линейном участке характеристики растяжения (рисунок 3), между ступенями №№ 1÷16 (линейный участок – ступени №№ 6÷13) (таблица 1):

$$E_{н} = \frac{\Delta T}{\Delta \varepsilon \cdot S} = \frac{(2560 - 805) \cdot 1000}{(1{,}584 - 0{,}221) \cdot 203{,}2} = 6662 \text{ кгс/мм}^2 = 65360 \text{ Н/мм}^2$$

8.8 Модуль упругости Е при растяжении и разгрузке определяется на линейном участке характеристики разгрузки (рисунок 3), между ступенями №№ 17÷32 (линейный участок – ступени №№ 19÷29) (таблица 1):

$$E = \frac{\Delta T}{\Delta \varepsilon \cdot S} = \frac{(2966 - 573) \cdot 1000}{(2{,}141 - 0{,}725) \cdot 203{,}2} = 8318 \text{ кгс/мм}^2 = 81608 \text{ Н/мм}^2$$

8.10 Остаточная деформация после растяжения-разгрузки провода составляет $0{,}504 \cdot 10^{-3}$ мм/м.

9 Заключение

9.1 Начальный модуль упругости провода марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА равен $E_н$ = 65360 Н/мм^2.

9.2 Модуль упругости провода марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА равен Е = 81608 Н/мм^2, что соответствует требованиям ПУЭ-7.

9.3 Остаточная деформация после растяжения-разгрузки провода составляет $0{,}504 \cdot 10^{-3}$ мм/м.

Испытания выполнили:

Зам. начальника ИЛ ВЭС ЭМС Е.П. Никифоров

Старший научный сотрудник И. А. Назаров

Старший научный сотрудник А.С. Мерзляков

Ведущий инженер В.М. Плугатар

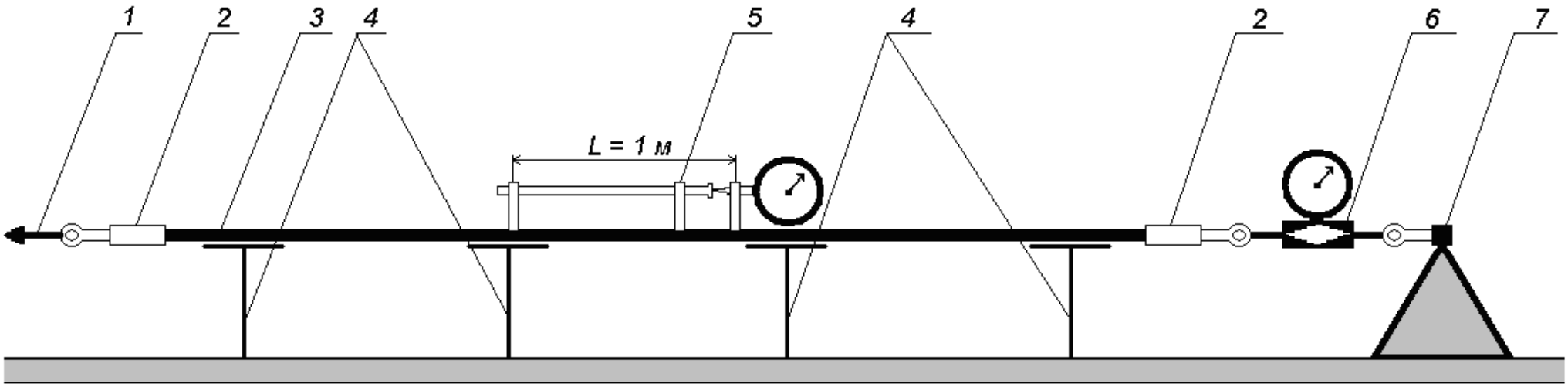

Рисунок 1 – Общий вид установки У-2 для испытаний для испытаний на стойкость к растяжению и изгибу элементов ВЛ

1 - к натяжному устройству
2 - зажим натяжной
3 - провод / стальной сердечник
4 - подпорки
5 - устройство для измерения удлинения 1 м провода
6 - динамометр ДОРМ-50
7 - анкер

Рисунок 2 – Провод марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА смонтированный на разрывной машине в натяжных зажимах НАСТУ 185/21,5

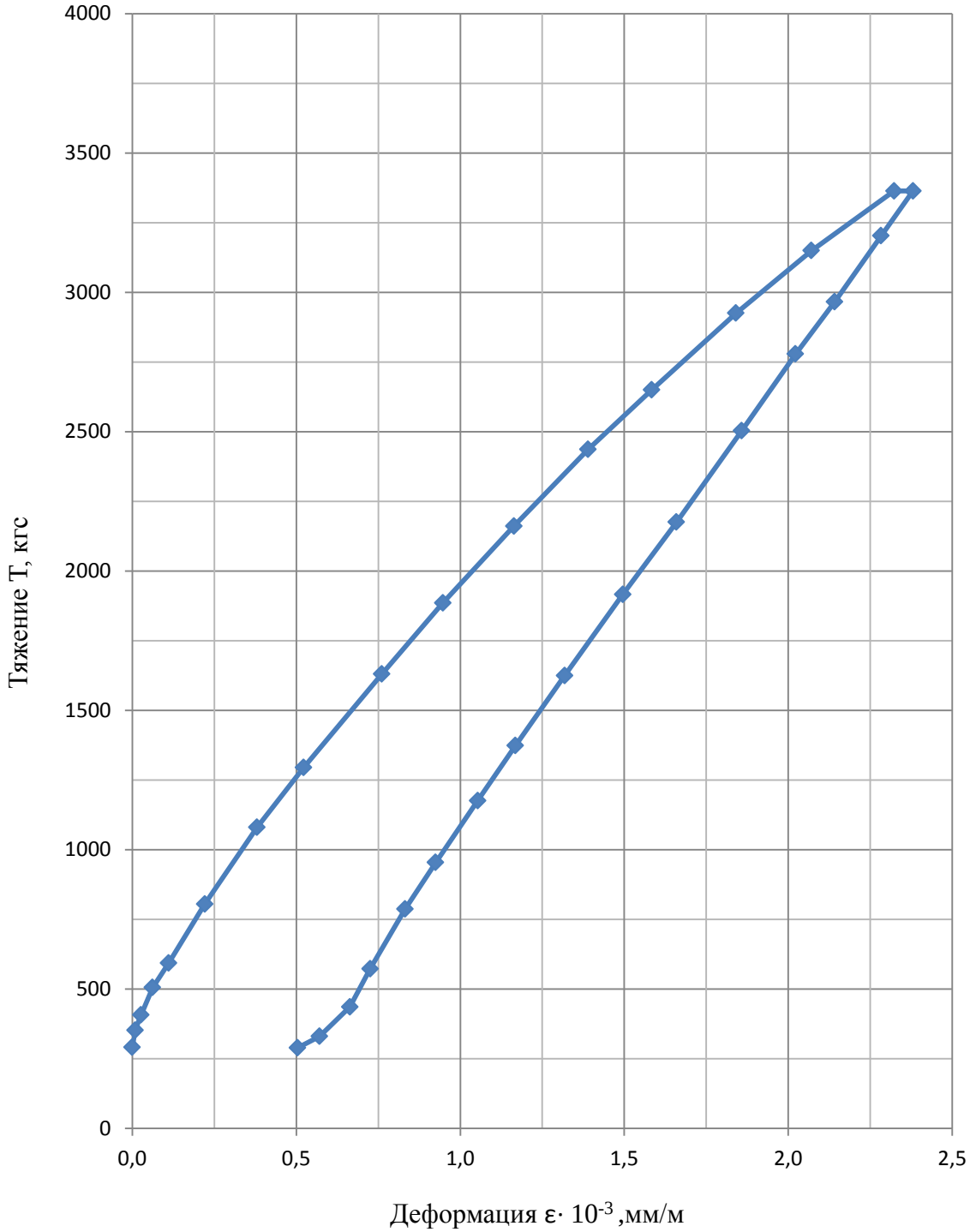

Рисунок 3 – Характеристика растяжения и разгрузки провода марки АСТУ 185/21,5 ЭЛКА .