

# ИНСТРУКЦИЯ

## ЗА ПРОВЕРКА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ЗАНУЛЯВАНЕТО В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ СЪС ЗАЗЕМЕН ЗВЕЗДЕН ЦЕНТЪР TN С НАПРЕЖЕНИЕ 220 V СПРЯМО ЗЕМЯ

П.10.1. Проверката на ефективността на зануляването в електрическите уредби, захранвани от мрежи със заземен звезден център TN обхваща технически преглед и контролни измервания.

П.10.2. Технически преглед

П.10.2. (1) Техническият преглед се извършва задължително при въвеждане в експлоатация, след ремонти, преустройства, аварии и стихийни бедствия.

П.10.2. (2) Електрическите уредби и съоръжения, проектирани да бъдат защитавани срещу индиректен допир чрез "зануляване", се проверяват визуално в обем в зависимост от конструкцията, за съответствие със следните изисквания:

1. Наличие на защитни клеми по БДС 12001-81. Същите трябва да служат само за свързване на защитни проводници към частите, които подлежат на защита срещу индиректен допир. Те не трябва да изпълняват други функции, например крепежни /Чл. 1-7-44 (1) от ПУЕУ-80/.

2. Наличие на знак за означаване на защитна клема по БДС 5768-89, поставен до или върху защитната клема или шина /Чл. 1-7-44 (3) от ПУЕУ-80/.

3. Наличие на присъединени към защитната клема защитни проводници по БДС 11999-81. В тяхната верига не трябва да има монтирани прекъсвачи или предпазители. Същото се отнася и за неутралните (нулевите) проводници, които се използват и като защитни /Чл. 1-7-50 и Чл. 1-7-80 (8) от ПУЕУ-80/.

4. Наличие на цветова маркировка /жълти и зелени ивици/ на изолацията на защитните проводници /Чл. 1-7-49 от ПУЕУ-80/.

5. Защитните проводници, които са разположени във вътрешността на електрическите машини и съоръжения трябва да имат изолация, равностойна на изолацията на токоведущите проводници /Чл. 1-7-45 (3) от ПУЕУ-80/.

6. В четирипроводниковите мрежи трябва да се употребяват четирижилни кабели. Полагането на нулево жило отделно от фазовите жила не се допуска /Чл. III-2-57 от ПУЕУ-80/.

7. За електрически съоръжения от клас I, захранващият кабел или шнур трябва да има жълто-зелено жило, което се съединява с вътрешната защитна клема на съоръжението и защитната клема на щепсела.

8. При сечения на токоведущите проводници до 16 mm<sup>2</sup>, защитните проводници трябва да бъдат със същото сечение /Чл. 1-7-46 от ПУЕУ-80/.

9. Защитните проводници трябва да бъдат свързани с металните обвивки на кабелите и проводниците чрез запояване /Чл. 1-7-54 от ПУЕУ-80/.

10. Когато за защитни проводници се използват стоманени тръби, в които се полагат токоведущите проводници, трябва да бъде осигурена качествена електрическа връзка, както между отделните тръби, така и между тръбите и корпусите на електрическите съоръжения, в които се въвеждат тръбите /Чл. 1-7-52 от ПУЕУ-80/.

11. Връзките между защитни проводници и тръбопроводи, използвани като защитни проводници или заземители трябва да са изпълнени със заварка. Когато това не е възможно трябва да се използват гивни с антикорозионно покритие /Чл. 1-7-53 от ПУЕУ-80/.

12. Неутралният /нулевият/ проводник трябва да бъде повторно заземен най-малко на две места и да бъде свързан с подходящи естествени заземители /Чл.чл. 1-7-74 и 1-7-80 (6) от ПУЕУ-80/.

13. Контактите на вътрешните електрически инсталации трябва да бъдат със защитна клема /Чл. VII-1-37 от ПУЕУ-80 изменен с писмо № 61-01-106 /16.10.1981 г. на Министерство на енергетиката/.

14. При отрицателна оценка по някой показател, контролиращият трябва да прецени степента на опасност и да направи предписания за привеждане на електрообезопасяването в съответствие с изискването.

П.10.3. Контролни измервания

П.10.3. (1) За оценка на зануляването се провеждат следните две измервания:

- измерване на общото съпротивление на неутралния /нулевия/ проводник и свързаните към него изкуствени и естествени заземители спрямо земя. Това съпротивление не трябва да бъде по-голямо от 2  $\Omega$  /Чл.1-7-80 (7) от ПУЕУ-80/;

- измерване на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник". Измерените стойности на импеданса не трябва да превишават максимално допустимите посочени в таблици 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 на настоящата инструкция.

(2) Измерванията се извършват, когато се провежда технически преглед и периодично не по-рядко от един път в годината.

(3) Използват се измервателни уреди, които имат клас на точност съгласно раздел 5 на БДС 14308-77 и са освидетелствани от Националния център по метрология или неговите регионални подразделения.

(4) Присъединяването на измервателните уреди към проверяваните електросъоръжения и инсталации и начина на измерване се провеждат съгласно инструкцията на фирмата производител.

П.10.4. Оценка на резултатите от измерванията

П.10.4. (1) При оценка ефективността на зануляването посредством измерване на импеданса  $Z_s$  се изхожда от условието, че токът на еднофазно късо съединение /корпусно съединение/  $I_k$  на входа на всеки потребител трябва да предизвика задействане на максималнотоковата защита. За изпълнение на това изискване е необходимо токът на еднофазно късо съединение  $I_k$  да бъде по-голям от тока на задействане на максималнотоковата защита съгласно условието:

$$I_k > I_a, \text{ A} \quad (1)$$

където  $I_a = kI_n$ , A;

$I_k$  - ток на еднофазно късо съединение, A;

$I_a$  - максимален ток на задействане на предпазителя

/прекъсвача/, A;

$I_n$  - номинален ток на патрона на стопяемия предпазител или максималния ток на настройка на термичния изключвател на прекъсвача, A;

$k$  - кратността на увеличаване на тока, от който се задейства предпазителя /прекъсвача/ за приетите времена на изключване.

(2) Токът на еднофазно късо съединение  $I_k$  се определя от импеданса  $Z_s$  на контура с повреда на изолацията, състоящ се от захранващия източник, фазовия проводник до точката на повредата и защитния проводник между точката на повредата и захранващия източник.  $Z_s$  се определя по формулата:

$$Z_s = Z_u + Z_f/3, \Omega \quad (2)$$

където  $Z_u$  е импеданса на трансформатора или генератора за тока с нулева последователност,  $\Omega$ ;

$Z_u$  - е импеданса на контура "фаза - защитен проводник" на мрежата,  $\Omega$ .

(3) Ефективността на зануляването е осигурена, когато импедансът  $Z_s$  е достатъчно малък, за да може през контура да протече такъв ток на еднофазно късо съединение  $I_k$ , който да задейства максималнотоковата защита за приетите времена. Това е спазено, когато

$$Z_s \leq U_\phi / kI_n, \Omega, \quad (3)$$

където  $U_\phi$  е фазовото напрежение на мрежата, V.

За мрежите със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя формула (3) добива вида:

$$Z_s \leq 220 / kI_n, \Omega, \quad (4)$$

(4) Оценката на резултатите от измерванията на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" се извършва чрез сравняване на измерените стойности с максимално допустимите по таблиците към инструкцията.

(5) Максимално допустимите стойности на  $Z_s$  са определени по формула (4) на база на времетоковите характеристики на отделите видове предпазители и автоматични прекъсвачи в зависимост от времената на задействане приети от IEC 364-4-41/1992 г. "Електрически уредби в сгради. Защита за осигуряване на безопасност. Изисквания за защита срещу поражения от електрически ток". Стойностите на  $Z_s$  са закръглени за удобство при ползването.

(6) Времената на задействане 0,2 s и 0,4 s се отнасят за предпазители, които защитават крайни вериги. Това са вериги с щепсели и контакти на неподвижни и подвижни щепселни съединения със защитно устройство, за захранване на преносими и стационарни електрически изделия, ръчни инструменти и други от клас на защита I по БДС 13548-76.

(7) Времето на задействане 5 s се отнася за предпазители, които защитават вериги за разпределение. Това са вериги от главни, междинни и етажни табла.

(8) Времето на задействане 0,2 s се отнася за автоматични триполюсни и еднополюсни прекъсвачи, защитаващи както крайни, така и разпределителни вериги.

(9) Таблиците от 1 до 6 са разработени за електрически мрежи, защитавани с предпазители произведени по БДС и IEC.

(10) Таблицы 7 и 8 са разработени за електрически мрежи, защитавани с триполюсни и еднополюсни автоматични прекъсвачи, произведени в България.

(11) Резултатите от измерванията се оформят в протокол по Образец № 1. Оценка "НЕ" се поставя, когато измереният импеданс  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" е по-голям от максимално допустимия, при което контролиращият трябва да даде предписание за привеждането му в съответствие с изискването.

(12) За електрическите уредби и съоръжения, които се защитават с максималнотоккови защиты, имащи по-големи номинални стойности от посочените в таблиците, не се провежда измерване на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник".

Таблица № 1

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с предпазители по БДС 4632-73 "Предпазители стопяеми винтови до 750 V. Технически изисквания"

Патрони нормални за винтови предпазители												
Параметри	Коефициент на действие $k=7$											
	Време на действие /за крайни вериги/											
	$\leq 0,2$ s						$\leq 0,4$ s					
Номинален ток на патрона $I_n$ , A	6	10	16	20	25	35	40	50	63	80	100	
Максимален ток на действие $I_s = k I_n$ , A	42	70	112	140	175	245	280	350	441	560	700	
Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$	5,2	3,1	2,0	1,6	1,3	0,90	0,79	0,62	0,50	0,39	0,31	

Таблица № 2

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с винтови предпазители по IEC 269-3 "Предпазители ниско напрежение. Част 3 - Допълнителни изисквания за предпазители, предназначени да бъдат използвани от неквалифицирани лица (предпазители използвани основно за битови и аналогични цели)"

Патрони за винтови предпазители												
Параметри	Време за действие $\leq 0,2$ s /за крайни вериги/											
	Коефициент на действие											
	k=4		k=5,5		k=7,5		k=8,5		k=9,5		k=12	
Номинален ток на патрона $I_n$ , A	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80
Максимален ток на действие $I_s = k I_n$ , A	8	16	33	55	120	150	187,5	272	340	475	596,5	960
Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$	27,5	13,7	6,7	4,0	1,8	1,5	1,2	0,8	0,65	0,46	0,37	0,23

Таблица № 3

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с предпазители по БДС 5209-77 "Предпазители стопяеми за ниско напрежение с промишлено и подобно предназначение"

Предпазители за ниско напрежение от клас gT								
Параметри	Време на действие $\leq 0,2$ s /за крайни вериги/							
	Коефициент на действие $k = 12,5$							
Номинален ток на предпазителя $I_n$ , A	16	20	25	32	50	63	80	100
Максимален ток на действие $I_s = k I_n$	200	250	312,5	400	625	787,5	1000	1250
Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$	1,1	0,88	0,70	0,55	0,35	0,28	0,22	0,18

Таблица № 4

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с предпазители по БДС 5209-77 "Предпазители стопяеми за ниско напрежение с промишлено и подобно предназначение"

Предпазители за ниско напрежение клас gT											
Параметри	Коефициент на действие $k = 6$ /за разпределителни вериги/										
	Време на действие $\leq 5$ s										
Номинален ток на предпазителя $I_n$ , A	16	20	25	32	50	63	80	100	125	160	200
Максимален ток на действие $I_a = k I_n$ , A	96	120	150	192	300	378	480	600	750	960	1200
Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$	2,3	1,8	1,5	1,1	0,73	0,58	0,46	0,37	0,29	0,23	0,18

Таблица № 5

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с предпазители по IEC 269-2-1\* "Предпазители за ниско напрежение. Втора част. Допълнителни правила за предпазители, предназначени да бъдат използвани от квалифицирани лица"

Предпазители за ниско напрежение клас gG/gT**									
Параметри	Време за действие $\leq 0,2$ s /за крайни вериги/								
	Коефициент на действие								
	k=9			k=11			k=12		
Номинален ток на предпазителя $I_n$ , A	16	20	25	32	40	50	63	80	100
Максимален ток на действие $I_a = k I_n$	144	180	225	352	440	550	693	960	1200
Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$	1,5	1,2	0,98	0,62	0,50	0,40	0,32	0,23	0,18

\* Предпазители съответстват на изискванията на IEC 269-2-1 и са с времетокова характеристика клас gG. Тези предпазители отговарят на времетокова характеристика клас gT по БДС 5209-77.

\*\* Посоченият в таблицата клас gG/gT съответства на маркировката върху предпазителя.

Таблица № 6

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с предпазители по IEC 269-2-1\* "Предпазители за ниско напрежение. Втора част. Допълнителни правила за предпазители, предназначени да бъдат използвани от квалифицирани лица"

Предпазители за ниско напрежение клас gG/gT**												
Параметри	Време за действие $\leq 5$ s /за разпределителни вериги/											
	Коефициент на действие											
	k=5						k=6					
Номинален ток на предпазителя $I_n$ , A	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
Максимален ток на действие $I_a = k I_n$	80	100	125	160	200	250	315	480	600	750	960	1200
Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1	0,88	0,70	0,46	0,36	0,29	0,23	0,18

\* Предпазители съответстват на изискванията на IEC 269-2-1 и са с времетокова характеристика клас gG. Тези предпазители отговарят на времетокова характеристика клас gT по БДС 5209-77.

\*\* Посоченият в таблицата клас gG/gT съответства на маркировката нанесена върху предпазителя.

Таблица № 7

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с автоматични триполюсни прекъсвачи българско производство

Автоматични триполюсни прекъсвачи с електромагнитни и термични изключватели						
Параметри	Тип на прекъсвача					
	A-1**		AT-00**		11 BA 51-31**	
	Максимален ток на задействане $I_n = k I_n$ за време $\leq 0,2$ s					
	10 $I_n$	14 $I_n$	10 $I_n$	14 $I_n$	10 $I_n$	14 $I_n$
Номинален ток на прекъсвача $I_n^*$ , A	Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$					
0,6	-	-	36,6	26,2	-	-
1,0	-	-	22	15,7	-	-
1,6	-	-	13,7	9,8	-	-
2,6	8,8	6,3	8,8	6,3	-	-
3,2	6,9	4,9	-	-	-	-
4,0	5,5	3,9	5,5	3,9	-	-
5,0	4,4	3,1	-	-	-	-
6,0	-	-	3,7	2,6	-	-
6,3	3,5	2,5	-	-	-	-

8,0	2,7	2,0	-	-	-	-
10,0	2,2	1,6	2,2	1,6	-	-
12,5	1,8	1,3	-	-	-	-
16	1,4	0,98	1,4	0,98	-	-
20	1,1	0,78	1,1	0,78	-	-
25	0,88	0,63	-	-	-	-
26	-	-	0,85	0,6	-	-
32	0,69	0,49	0,69	0,49	-	-
40	0,55	0,39	-	-	0,55	0,39
50	0,44	0,31	-	-	0,44	0,31
63	0,35	0,25	-	-	0,35	0,25
80	0,27	0,20	-	-	0,27	0,20
100	0,22	0,16	-	-	0,22	0,16

\* Номиналният ток на прекъсвача  $I_n$  съответства на максималния ток на настройка на термичния изключвател.

\*\* Прекъсвачите тип А-1, АТ-00 и 11 ВА 51-31 се произвеждат с два вида електромагнитни нерегулируеми изключватели за ток на действие съответно  $10 I_n$  и  $14 I_n$ , което трябва да се провери предварително от табелката с технически данни.

Таблица № 8

Максимално допустими стойности на импеданса  $Z_s$  на контура "фаза - защитен проводник" за електрически мрежи със заземен звезден център TN с напрежение 220 V спрямо земя, защитавани с автоматични еднополюсни прекъсвачи българско производство

Автоматични еднополюсни прекъсвачи с електромагнитни и термични изключватели					
Параметри	Тип на прекъсвача				
	АЕ 1031	Е 21 **	ВА 11-27	LS-25	
	Максимален ток на действие $I_a = k I_n$ за време $\leq 0,2$ s				
	$16 I_n$	$5 I_n$	$9 I_n$	$4,5 I_n$	$10 I_n$
Номинален ток на прекъсвача $I_n$ , А	Максимално допустим импеданс $Z_s$ , $\Omega$				
6	-	7,3	-	8,1	3,7
6,3	2,2	-	-	-	-
10	1,4	4,4	-	4,9	2,2
16	0,86	2,8	-	3,1	1,4
20	-	2,2	-	2,4	1,1
25	0,55	1,8	-	2,0	0,88
32	-	-	0,76	-	-
40	-	-	0,60	-	-
50	-	-	0,49	-	-
63	-	-	0,39	-	-

\* Номиналният ток на прекъсвача  $I_n$  съответства на максималния ток на настройка на термичния изключвател.

\*\* Прекъсвачът тип Е 21 се произвежда с 2 вида електромагнитни изключватели по EN 60898:

- с характеристика В /L/ за прекъсвачи с номинален ток от 6 до 25 А;

- с характеристика С /G/ за прекъсвачи с номинален ток от 32 до 63 А, което трябва да се провери от табелката с технически данни.

#### ЗАБЕЛЕЖКА:

За автоматичните триполюсни и еднополюсни прекъсвачи с електромагнитни и термични изключватели произведени в чужбина, стойността на тока на действие  $I_a$  се взема от табелката с технически данни или от каталожните материали на производителя. В случай, че не се разполага с данни за  $I_a$ , неговата стойност може да се получи като се умножи номиналният ток на термичния изключвател с коефициент на действие:

$k = 14$  за триполюсни автоматични прекъсвачи;

$k = 10$  за еднополюсни автоматични прекъсвачи.

Въз основа на така определения максимален ток на действие  $I_a$  на прекъсвача, контролиращият изчислява по формула (1) максимално допустимия импеданс  $Z_s$ , с който се сравняват измерванията.

К Р А Й

Образец № 1

.....  
/наименование на лабораторията, адрес/

## ПРОТОКОЛ

№ ..... / .....

### ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ИМПЕДАНСА $Z_s$ НА КОНТУРА "ФАЗА - ЗАЩИТЕН ПРОВОДНИК"

ОБЕКТ: .....

№ по ред	Наименование на уредбата (съоръжението)	Вид на максималнотокова защита			Импеданс на контура "фаза-защитен проводник"		Отговаря
		Стоплен предпазител $I_{pr}$ , А	Автоматичен прекъсвач $I_n$ , А	Коефициент на действие	Максимално допустим, $\Omega$	Измерен, $\Omega$	
1	2	3	4	5	6	7	8

Измервателен уред ..... тип ..... фабр. № .....

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: .....

ИЗВЪРШИЛ ИЗМЕРВАНЕТО: НАЧАЛНИК ЛАБОРАТОРИЯ: