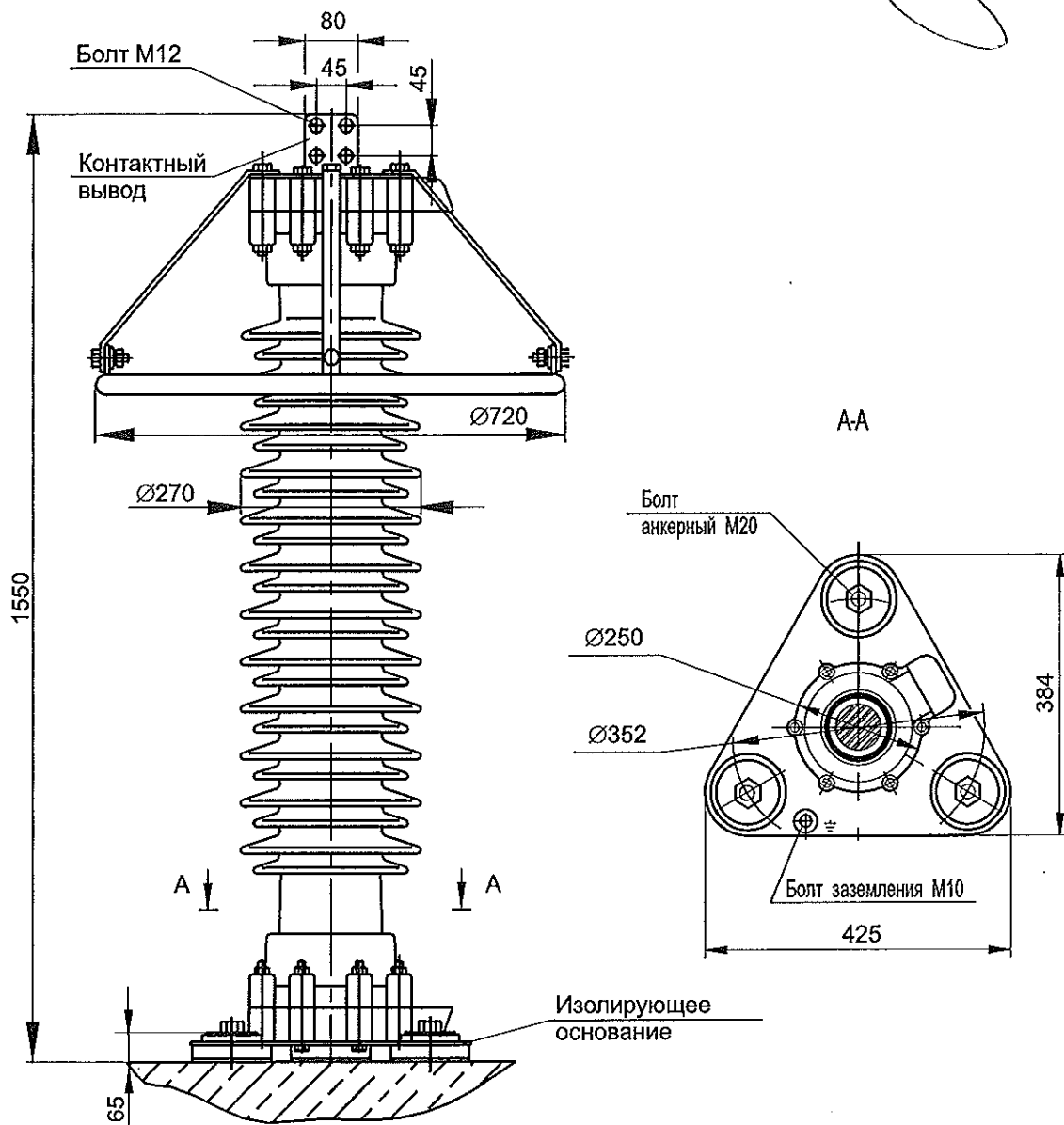


Размерный эскиз



| Типоисполнение | |
|------------------------------|------------------------------|
| ОПН-Ф-110/73/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-110/73/10/850 II* УХЛ1 |
| ОПН-Ф-110/77/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-110/77/10/850 II* УХЛ1 |
| ОПН-Ф-110/83/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-110/83/10/850 II* УХЛ1 |
| ОПН-Ф-110/88/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-110/88/10/850 II* УХЛ1 |

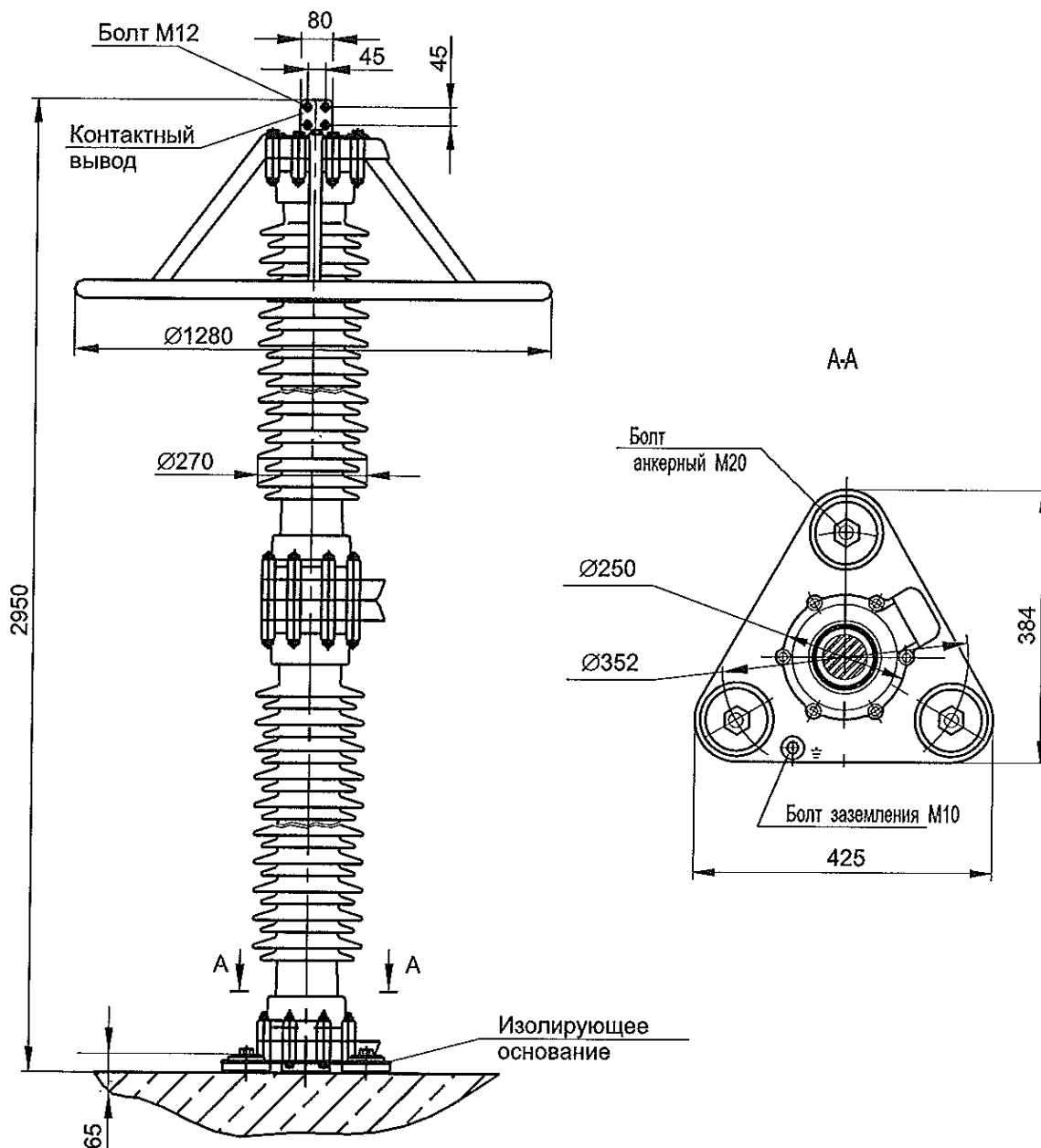
Рисунок 2. ОПН 110 кВ



Handwritten signature

Handwritten number 151

Размерный эскиз



Типоисполнение

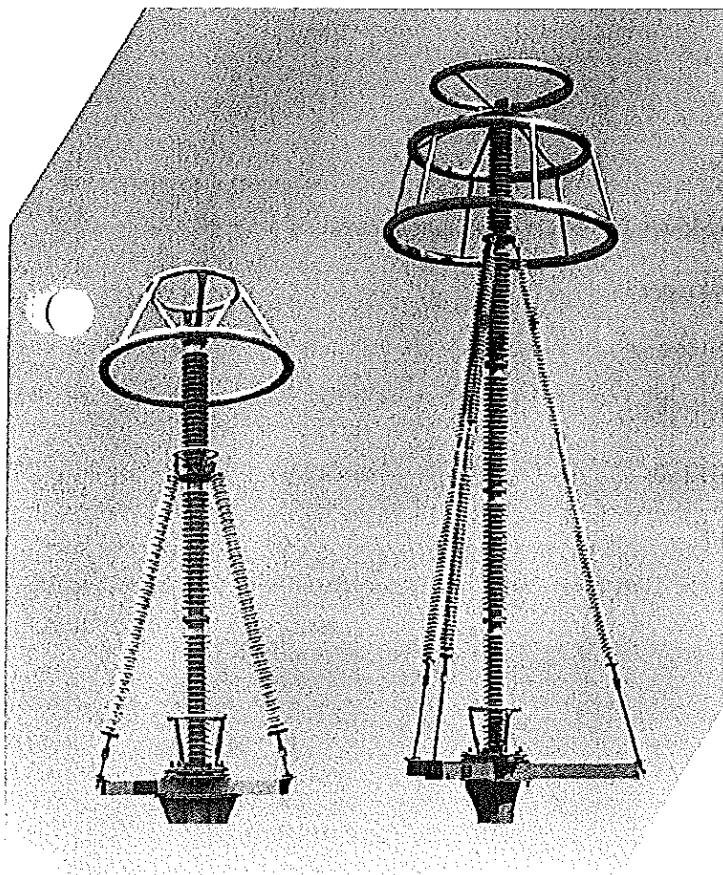
| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ОПН-Ф-220/154/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-220/154/10/850 II* УХЛ1 |
| ОПН-Ф-220/163/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-220/163/10/850 II* УХЛ1 |
| ОПН-Ф-220/172/10/550 II* УХЛ1 | ОПН-Ф-220/172/10/850 II* УХЛ1 |

Рисунок 3. ОПН 220 кВ

152

ОПН с полимерной внешней изоляцией на классы напряжения от 330, 500 кВ

ОПН с полимерной внешней изоляцией на классы напряжения 330, 500 кВ



Назначение

Ограничители перенапряжений нелинейные с полимерной внешней изоляцией предназначены для защиты изоляции электрооборудования на классы напряжения 330 и 500 кВ переменного тока промышленной частоты 50 Гц, работающего в сетях с заземленной нейтралью (коэффициент замыкания на землю не выше 1,4), от грозových и коммутационных перенапряжений.

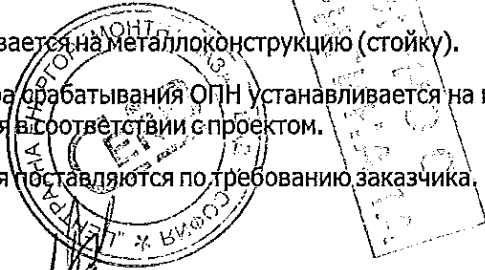
Ограничители перенапряжений подключаются параллельно защищаемому объекту.

Условия эксплуатации

- Ограничители перенапряжений могут эксплуатироваться в условиях открытого воздуха при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50°C.
- Высота установки над уровнем моря до 1000 м.
- Относительная влажность воздуха при температуре плюс 25°C до 100 %.
- Толщина корки льда до 20 мм.
- Скорость ветра при гололеде не более 15 м/с.
- Скорость ветра без гололеда не более 40 м/с.

Конструкция

- ⚡ Конструктивно ограничители перенапряжений опорного и подвешного исполнений выполнены в виде последовательно соединенных трех элементов - ОПН-330 кВ и пяти элементов - ОПН-500 кВ. Каждый элемент выполнен в виде блока последовательно соединенных оксидно - цинковых варисторов, заключенного в полимерную герметичную покрывку.
- ⚡ Покрывка представляет собой стеклопластиковую трубу с нанесенной на нее ребристой оболочкой из кремнийорганической резины.
- ⚡ Для выравнивания напряжения вдоль ОПН применяется система экранов.
- ⚡ Обеспечение механической прочности ограничителей опорного исполнения достигается с помощью изолирующих растяжек.
- ⚡ Рама ограничителя перенапряжений устанавливается на металлоконструкцию (стойку).
- ⚡ Для присоединения датчика тока и регистратора срабатывания ОПН устанавливается на изолирующее основание, а подсоединение подводится в соответствии с проектом.
- ⚡ Стойка, датчик тока и регистратор срабатывания предоставляются по требованию заказчика.

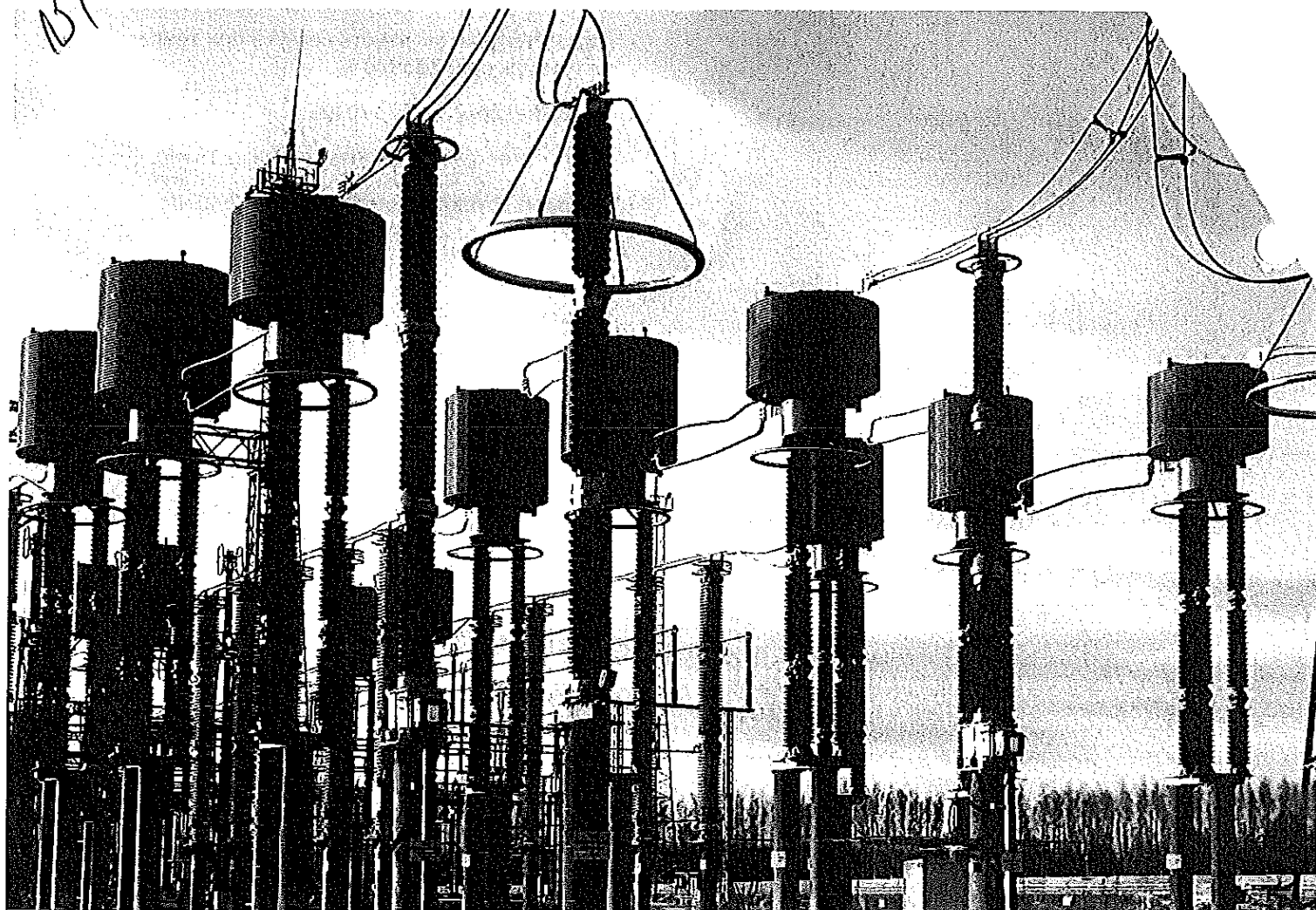


153

Условное обозначение

ОПН-П1(2)-Х₁/Х₂/10(20)/3(4;5)/II*(III,IV) УХЛ1

- О - Ограничитель;
- П - Перенапряжений;
- Н - Нелинейный;
- П - Полимерная изоляция;
- 1(2) - Опорное (подвесное) исполнение;
- Х₁ - Класс напряжения сети в киловольтах;
- Х₂ - Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение в киловольтах;
- 10,20 - Номинальный разрядный ток в килоамперах;
- 3,4,5 - Класс пропускной способности ограничителя;
- II*,III,IV - Степень загрязнения изоляции по ГОСТ 9920;
- УХЛ - Климатическое исполнение по ГОСТ 15150;
- 1 - Категория размещения по ГОСТ 15150.

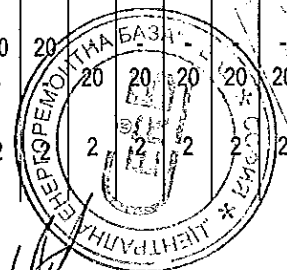


ОПН с полимерной внешней изоляцией на классы напряжения от 330, 500 кВ

Технические характеристики

Таблица 8

| Наименование параметра | ОПН-П1(2)-330/210/10/3УХЛ1 | | | | | | | | | | ОПН-П1(2)-330/220/10/3УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/230/10/3УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/210/20/4УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/220/20/4УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/230/20/4УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/210/20/5УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/220/20/5УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-330/230/20/5УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-500/318/20/4УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-500/336/20/4УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-500/318/20/5УХЛ1 | | | | ОПН-П1(2)-500/336/20/5УХЛ1 | | | |
|--|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------------|------|------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------------------|------|------|------|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|
| | 330 | | | | | | | | | | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Класс напряжения сети, кВ | 330 | | | | | | | | | | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ($U_{рв}$), кВ <small>действ.</small> | 210 | 220 | 230 | 210 | 220 | 230 | 210 | 220 | 230 | 210 | 220 | 230 | 210 | 220 | 230 | 318 | 336 | 318 | 336 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Номинальное напряжение (U_n), кВ <small>действ.</small> | 262 | 275 | 288 | 262 | 275 | 288 | 262 | 275 | 288 | 396 | 420 | 396 | 420 | 396 | 420 | 396 | 420 | 396 | 420 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Номинальный разрядный ток, кА | 10 | | | | | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Остающееся напряжение при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс, кВ, не более: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 500 А | 525 | 550 | 575 | 514 | 536 | 561 | 510 | 532 | 557 | 780 | 823 | 745 | 785 | 525 | 550 | 575 | 514 | 536 | 561 | 510 | 532 | 557 | 780 | 823 | 745 | 785 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 1000 А | 555 | 580 | 605 | 532 | 555 | 582 | 527 | 553 | 579 | 809 | 854 | 775 | 815 | 555 | 580 | 605 | 532 | 555 | 582 | 527 | 553 | 579 | 809 | 854 | 775 | 815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 2000 А | 580 | 605 | 635 | 555 | 575 | 600 | 557 | 575 | 602 | 838 | 880 | 814 | 855 | 580 | 605 | 635 | 555 | 575 | 600 | 557 | 575 | 602 | 838 | 880 | 814 | 855 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Остающееся напряжение при крутом импульсе тока 1/4 мкс, кВ, не более: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 10 кА | 763 | 797 | 838 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 763 | 797 | 838 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 20 кА | - | - | - | 765 | 800 | 837 | 777 | 820 | 854 | 1165 | 1230 | 1140 | 1215 | - | - | - | 765 | 800 | 837 | 777 | 820 | 854 | 1165 | 1230 | 1140 | 1215 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Остающееся напряжение при грозовом импульсе тока 8/20 мкс, кВ, не более: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 5000 А | 640 | 670 | 700 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 640 | 670 | 700 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 10000 А | 685 | 715 | 750 | 640 | 665 | 698 | 618 | 648 | 678 | 970 | 1025 | 950 | 1005 | 685 | 715 | 750 | 640 | 665 | 698 | 618 | 648 | 678 | 970 | 1025 | 950 | 1005 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 20000 А | 760 | 790 | 830 | 695 | 725 | 760 | 670 | 702 | 735 | 1055 | 1115 | 1025 | 1085 | 760 | 790 | 830 | 695 | 725 | 760 | 670 | 702 | 735 | 1055 | 1115 | 1025 | 1085 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - с амплитудой 40000 А | - | - | - | 780 | 815 | 855 | 746 | 785 | 820 | 1185 | 1250 | 1145 | 1210 | - | - | - | 780 | 815 | 855 | 746 | 785 | 820 | 1185 | 1250 | 1145 | 1210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Токовая пропускная способность, количество импульсов: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - при прямоугольном импульсе тока длительностью 2000 мкс | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с амплитудой 850 А | 20 | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с амплитудой 1200 А | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | - | 20 | 20 | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | - | 20 | 20 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с амплитудой 1500 А | - | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | 20 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - при грозовом импульсе тока 8/20 мкс | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с амплитудой 10 кА | 20 | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с амплитудой 20 кА | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | - | 20 | 20 | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | - | - | - | 20 | 20 | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - при импульсе большого тока 4/10 мкс | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| с амплитудой 100 кА | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Технические характеристики

Продолжение таблицы 8

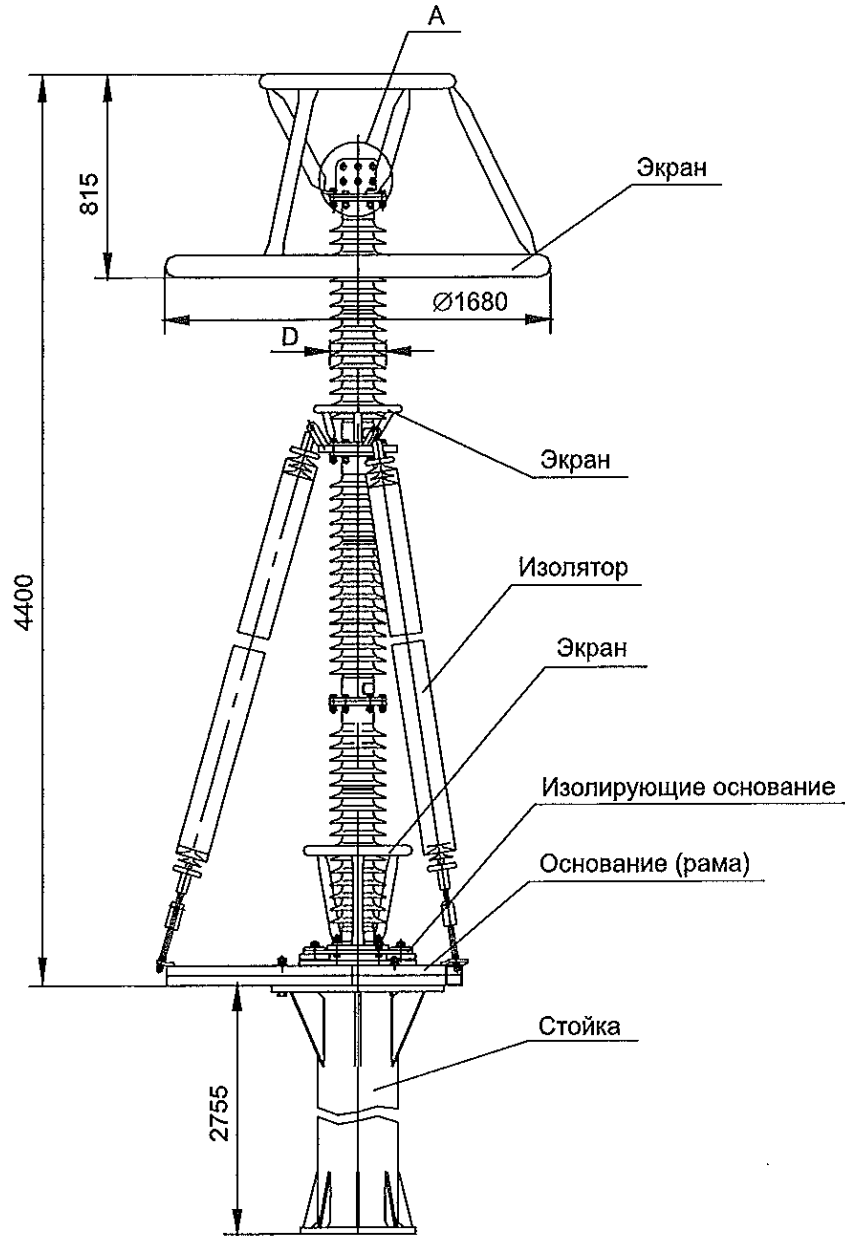
| Наименование параметра | ОПН-П1(2)-330/210/10/3 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/220/10/3 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/230/10/3 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/210/20/4 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/220/20/4 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/230/20/4 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/210/20/5 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/220/20/5 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-330/230/20/5 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-500/18/20/4 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-500/336/20/4 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-500/18/20/5 УХЛ1 | ОПН-П1(2)-500/336/20/5 УХЛ1 |
|--|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Напряжение на ограничителе, допустимое в течение времени, кВ <small>действ.*</small> | | | | | | | | | | | | | |
| - 20 мин. | <u>273</u> 258 | <u>286</u> 271 | <u>299</u> 283 | <u>263</u> 252 | <u>275</u> 264 | <u>288</u> 276 | <u>267</u> 256 | <u>279</u> 268 | <u>292</u> 281 | <u>398</u> 382 | <u>420</u> 403 | <u>404</u> 388 | <u>427</u> 410 |
| - 10 с | <u>313</u> 294 | <u>328</u> 308 | <u>343</u> 322 | <u>302</u> 288 | <u>317</u> 301 | <u>331</u> 315 | <u>302</u> 288 | <u>317</u> 301 | <u>331</u> 315 | <u>458</u> 436 | <u>484</u> 460 | <u>458</u> 436 | <u>484</u> 460 |
| - 1 с | <u>332</u> 313 | <u>348</u> 328 | <u>363</u> 343 | <u>319</u> 305 | <u>334</u> 319 | <u>350</u> 334 | <u>319</u> 305 | <u>334</u> 319 | <u>350</u> 334 | <u>483</u> 461 | <u>511</u> 487 | <u>483</u> 461 | <u>511</u> 487 |
| Удельная энергоемкость, кДж/кВ·У _р (одно воздействие) | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 6,35 | 6,35 | 6,35 | 7,67 | 7,67 | 7,67 | 6,35 | 6,35 | 7,67 | 7,67 |
| Группа вибропрочности и виброустойчивости по ГОСТ 17516.1 | M1 | | | | | | | | | | | | |
| Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее | 835-II* степень загрязнения 1020-III степень загрязнения 1120-IV степень загрязнения | | | | | | | | | 1390-III степень загрязнения 1630-IV степень загрязнения | | | |
| Допустимое тяжение проводов в горизонтальном направлении Н, не менее | 1000 | | | | | | | | | | | | |
| Масса (без стойки), кг, не более | 420-исп.П1 235-исп.П2 | | 450-исп.П1 265-исп.П2 | | 465-исп.П1 280-исп.П2 | | 740-исп.П1 465-исп.П2 | | 765-исп.П1 490-исп.П2 | | | | |
| Гарантийный срок эксплуатации, лет | 5 | | | | | | | | | | | | |
| Срок службы, лет | 30 | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение технических условий | ТУ 3414-053-49040910-2004 (ИВЕЖ.674364.001 ТУ) | | | | | | | | | | | | |

Примечание:

* В числителе - допустимое напряжение без предварительного токового воздействия, в знаменателе - допустимое напряжение с предварительным воздействием двумя прямоугольными импульсами тока длительностью 2000 мкс амплитудой по п. 9.1 таблице 1. Промежуточные значения допустимых напряжений определяются экстраполяцией

156

Размерный эскиз



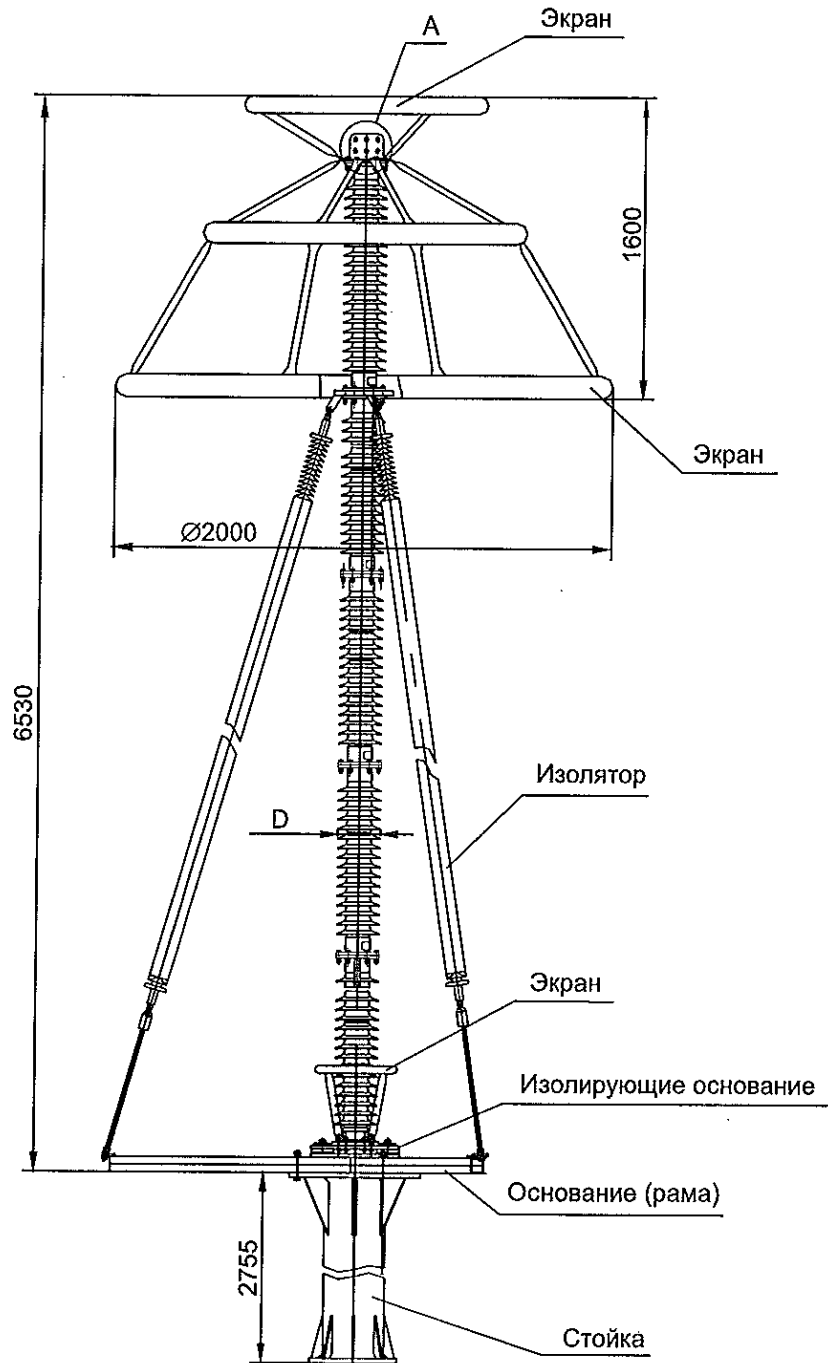
D=230 мм для ОПН II* степени загрязнения изоляции;
 D=250 мм для ОПН III степени загрязнения изоляции;
 D=265 мм для ОПН IV степени загрязнения изоляции.

| Типоисполнение | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ОПН-П1-330/210/10/3 II*(III,IV) УХЛ1 | ОПН-П1-330/220/10/3 II*(III,IV) УХЛ1 |
| ОПН-П1-330/230/10/3 II*(III,IV) УХЛ1 | ОПН-П1-330/210/20/4 II*(III,IV) УХЛ1 |
| ОПН-П1-330/220/20/4 II*(III,IV) УХЛ1 | ОПН-П1-330/230/20/4 II*(III,IV) УХЛ1 |
| ОПН-П1-330/210/20/5 II*(III,IV) УХЛ1 | ОПН-П1-330/220/20/5 II*(III,IV) УХЛ1 |
| ОПН-П1-330/230/20/5 II*(III,IV) УХЛ1 | |

Рисунок 1. ОПН 330 кВ опорного исполнения



Размерный эскиз



D=230 - для ОПН III степени загрязнения изоляции
 D=250 - для ОПН IV степени загрязнения изоляции

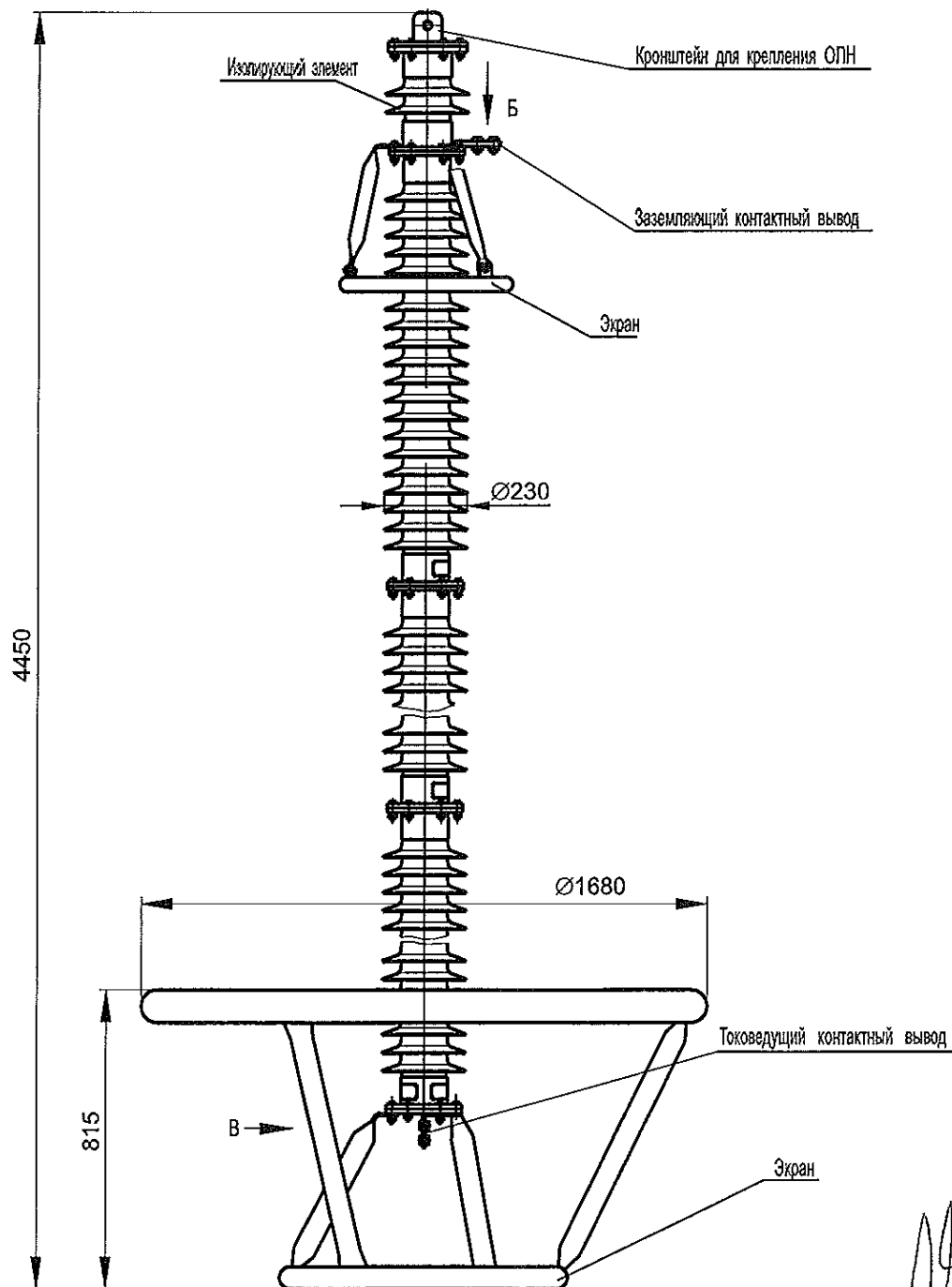
| Типоисполнение | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ОПН-П1-500/318/20/4 III(IV) УХЛ1 | ОПН-П1-500/336/20/4 III(IV) УХЛ1 |
| ОПН-П1-500/318/20/5 III(IV) УХЛ1 | ОПН-П1-500/336/20/5 III(IV) УХЛ1 |

Рисунок 2. ОПН 500 кВ опорного исполнения

158

ОПН с полимерной внешней изоляцией на классы напряжения от 330, 500 кВ

Размерный эскиз



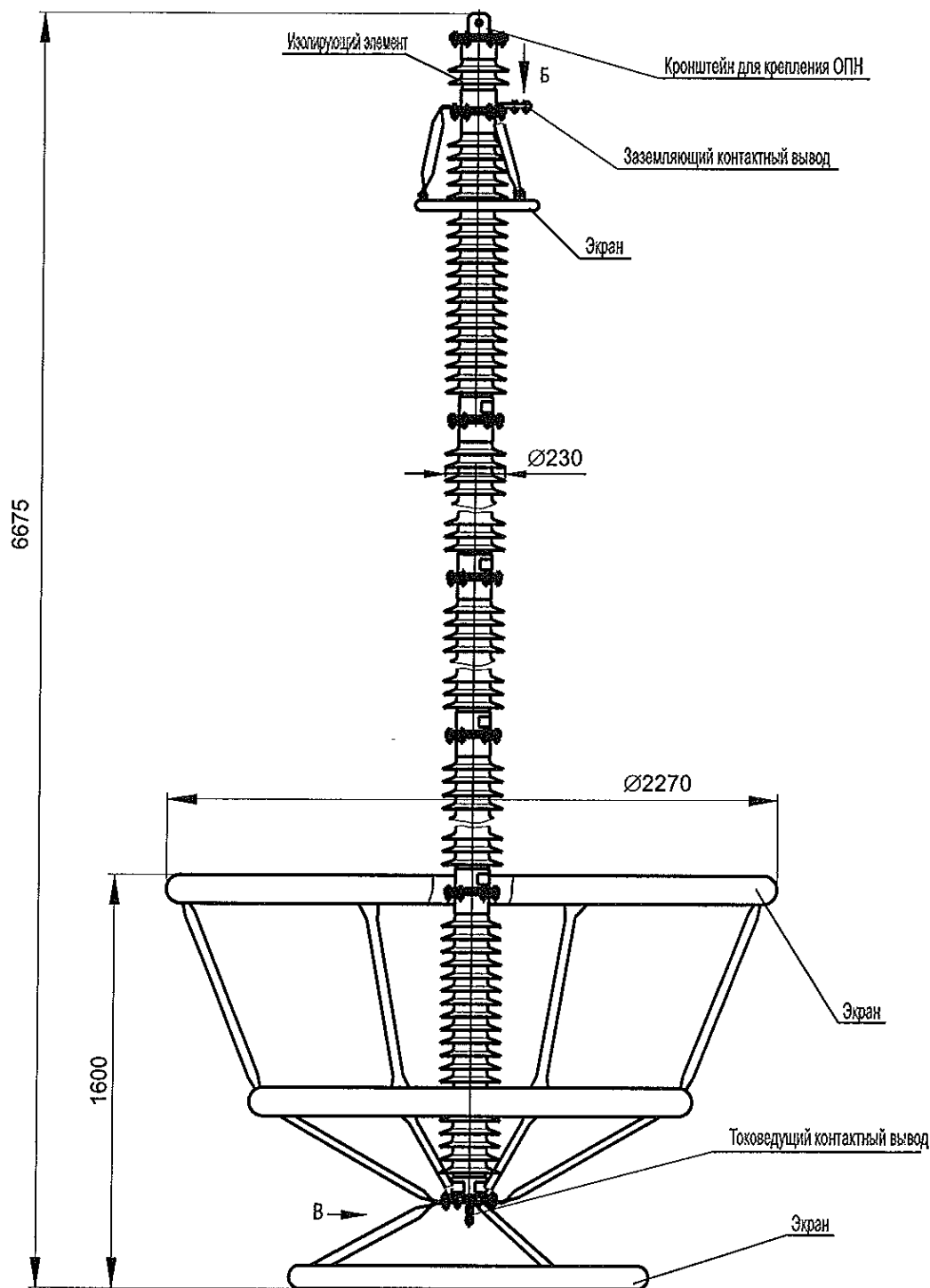
Типоисполнение

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ОПН-П2-330/210/10/3II* УХЛ1 | ОПН-П2-330/210/20/4II* УХЛ1 |
| ОПН-П2-330/210/20/5II* УХЛ1 | ОПН-П2-330/220/10/3II* УХЛ1 |
| ОПН-П2-330/220/20/4II* УХЛ1 | ОПН-П2-330/220/20/5II* УХЛ1 |
| ОПН-П2-330/230/10/3II* УХЛ1 | ОПН-П2-330/230/20/4II* УХЛ1 |
| ОПН-П2-330/230/20/5II* УХЛ1 | |

Рисунок 3. ОПН 330 кВ подвешного исполнения



Размерный эскиз



| Типоисполнение | |
|------------------------------|------------------------------|
| ОПН-П2-500/318/20/4 III УХЛ1 | ОПН-П2-500/336/20/4 III УХЛ1 |
| ОПН-П2-500/318/20/5 III УХЛ1 | ОПН-П2-500/336/20/5 III УХЛ1 |

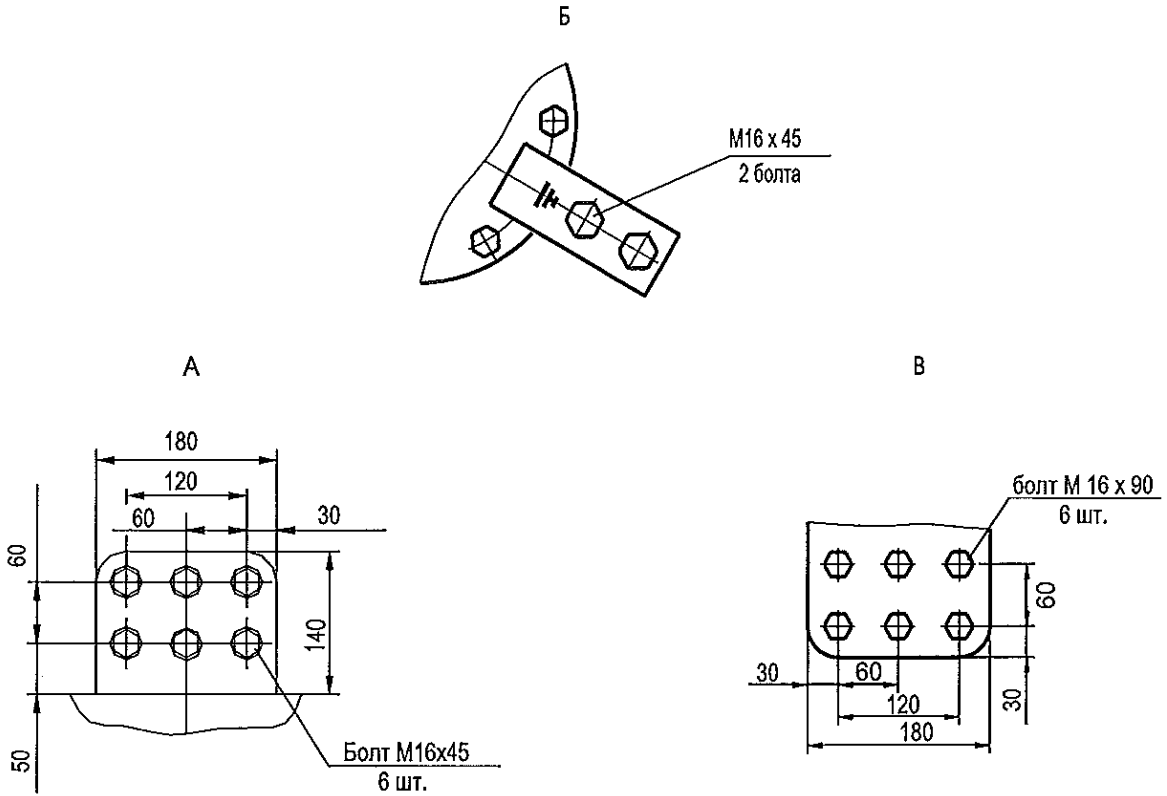
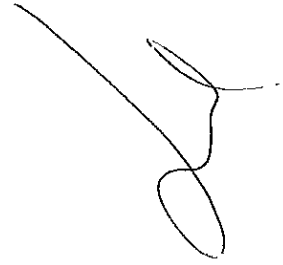
Рисунок 4. ОПН 500 кВ подвешного исполнения

160

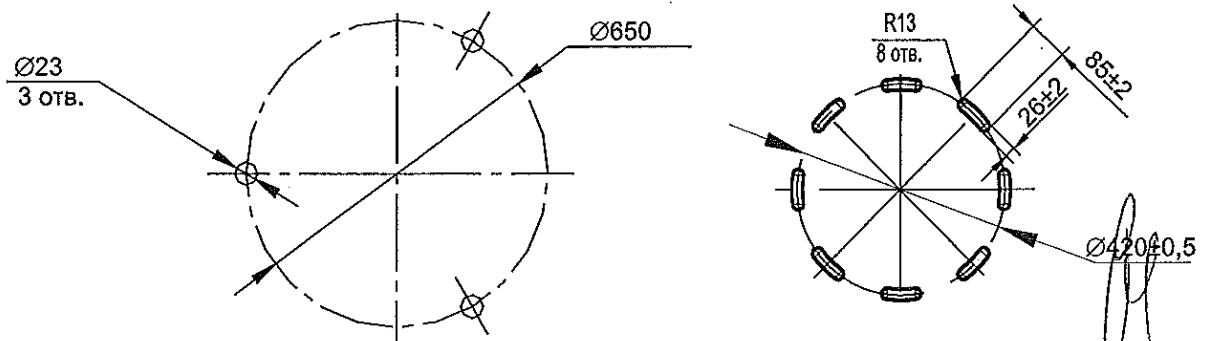
[Handwritten signature]

ОПН с полимерной внешней изоляцией на классы напряжения от 330, 500 кВ

Размерный эскиз



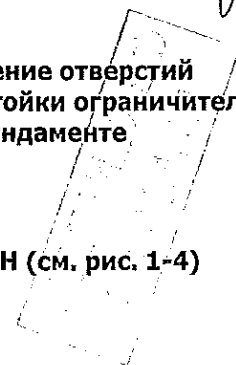
Контактные выводы

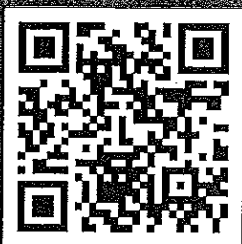


Расположение отверстий
для установки рамы
ограничителей перенапряжений
на стойке заказчика

Расположение отверстий
для установки стойки ограничителей
на фундаменте

Рисунок 5. Присоединительные и установочные размеры ОПН (см. рис. 1-4)





ЗАО «Завод электротехнического оборудования»

182113, Россия, Псковская область,
г. Великие Луки, Октябрьский пр-т 79

Телефон: +7 (81153) 6 37 32, 6 37 73

Факс: +7 (81153) 6 38 45

 facebook.com/zao.zeto

 vk.com/zao.zeto

Назначение

ОПН-П1-0,38 УХЛ1
 ОПН-П1-0,66 УХЛ1
 ОПН-П1-0,38 УХЛ1
 ОПН-П1-0,66 УХЛ1
 ОПН-1-3/3,8 III УХЛ1
 ОПН-2-3/3,8 III УХЛ1
 ОПН-1-6/7,2 III УХЛ1
 ОПН-2-6/7,2 III УХЛ1
 ОПН-1-6/7,8 III УХЛ1
 ОПН-2-6/7,8 III УХЛ1
 ОПН-10/12 III УХЛ1
 ОПН-2-10/12 III УХЛ1
 ОПН-1-10/12,7 III УХЛ1
 ОПН-2-10/12,7 III УХЛ1
 ОПФ-6/7,2 УХЛ1
 ОПФ-6/7,8 УХЛ1
 ОПФ-10/12 УХЛ1
 ОПФ-10/12,7 УХЛ1
 ОПН-П1-3/3,8/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-6/6/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-10/10,5/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-3/3,3/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-6/6/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-10/11,5/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-3/3,8/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-6/6/10/2 УХЛ1(1,2)
 ОПН-П1-15/18/10/2(3) УХЛ1(БАЗА) - ЕА
 ОПН-П1-20/24/10/2(3) УХЛ1
 ОПН-П1-35/40/5/10/2(3) УХЛ1
 ОПН-П1-35/40/10/2(3) УХЛ1

Предназначены для защиты изоляции электрооборудования подстанций и сетей на классы напряжения 0,38 и 0,66 кВ от коммутационных и атмосферных перенапряжений.

Способ установки: "фаза-земля"

Предназначены для защиты электрооборудования распределительных сетей напряжением 3, 6, 10 кВ переменного тока с изоляционной или комбинированной нейтралью от грозовых перенапряжений.

Способ установки: "фаза-земля"

Ограничители могут быть использованы во всех точках сети, где ранее предусматривалось применение выключателей разрядника серии РВО.

Ограничители выпускаются в исполнениях:

- вариант присоединения токоведущего проводника - шпилька с двумя шайбами, без монтажного присоединения - установка на заземленную конструкцию;
- вариант присоединения токоведущего и заземляющего проводников - шпилька со скобой и шайбой, монтажное приспособление - кронштейн.

Предназначены для защиты двигательной нагрузки в сетях напряжением 3, 6, 10 кВ от грозовых и коммутационных перенапряжений.

Способ установки: параллельно контактам главных цепей выключателя.

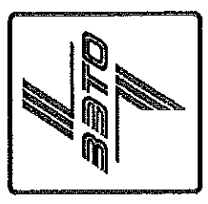
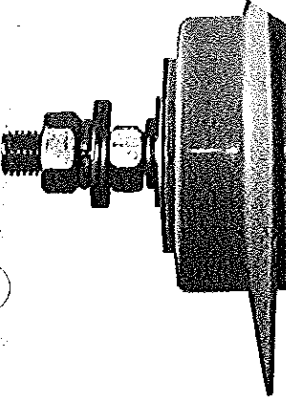
Предназначены для защиты кабельных сетей, двигательной и трансформаторной нагрузки в промышленных сетях напряжением 3, 6, 10 кВ от грозовых и коммутационных перенапряжений.

Способ установки: "фаза-земля".

Место установки - линейный отсек ячеек КРУ, входные замыки выключателей, около трансформаторов. Имеется большой выбор комплектов монтажных частей.

Предназначены для защиты трансформаторной нагрузки и другого электрооборудования в воздушных распределительных сетях напряжением 3, 6, 10, 15, 20, 35 кВ от грозовых и коммутационных перенапряжений.

Способ установки: "фаза-земля".



Ограничители перенапряжений нелинейные 0,38 - 35 кВ

Ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН) представляют собой разрядники без искровых промежутков, в которых используются высоконелинейные резисторы (варисторы), изготовленные на базе окиси цинка (ZnO).

ОПН предназначены для защиты электрооборудования от перенапряжений.

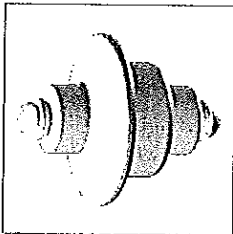
ОПН производства ЗАО «ЗЭТО»:

- ☞ Обеспечивают эффективное ограничение перенапряжений;
- ☞ Взрывобезопасные;
- ☞ Вибропрочные и сейсмостойкие;
- ☞ Обладают высокой стабильностью характеристик;
- ☞ Имеют малые габариты и вес;
- ☞ Надежные в эксплуатации;
- ☞ Все ограничители - одноколпкового исполнения.

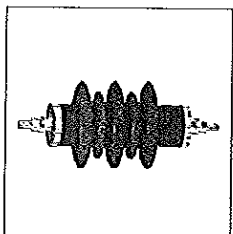
ОПН для распределительных сетей производятся как в полимерной, так и в фарфоровой изоляции.

Делаем мир ярче

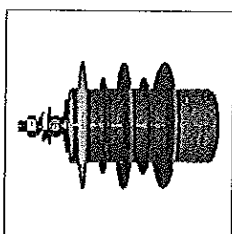
Основные технические характеристики



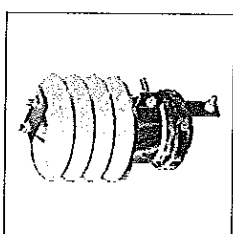
OPN-P до 1000 В



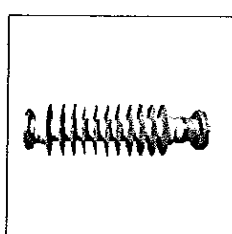
OPN-1(2) на 3, 6, 10 кВ



OPN-P1 на 3, 6, 10 кВ



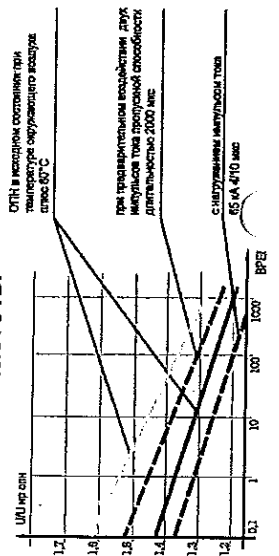
OPNF на 6, 10 кВ



OPN-P1 на 35 кВ

| Тип ОПН | Класс напряжения сети, кВ действующее значение | Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение, кВ действующее | Токовая пропускная способность при импульсе тока большой длительности 2000 мкс (20 вольт-секунд), А | Максимальная амплитуда импульса тока I_{imp} (2 вольт-секунд), кА | Номинальный разрядный ток, кА (2 вольт-секунд) | Удельная энергоемкость, Дж/кВ·ч·м.д. (2 вольт-секунд) | Остающиеся напряжения | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|---|--|-------|--------|---|-------|-------|---|--------|--------|
| | | | | | | | при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс, с амплитудой 10 кВ, не более | | | при волне импульсного тока 8/20 мкс, 10 с амплитудой тока, не более | | | при волне импульсного тока 1/10 мкс, 10 с амплитудой тока | | |
| | | | | | | | 125 А | 500 А | 1000 А | 2000 А | 250 А | 500 А | 1000 А | 2500 А | 5000 А |
| а) для защиты изоляции электрооборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений в сетях с эффективно заземленной нейтралью до 1000 В | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPN-P-0,38 УХЛ1 | 0,38 | 0,4 | 125 | 100 | 2,5 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | | | | | |
| OPN-P-0,66 УХЛ1 | 0,66 | 0,8 | 125 | 100 | 2,5 | 1,6 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | | | | | |
| OPN-P1-0,38 УХЛ1 | 0,38 | 0,4 | 125 | 100 | 2,5 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | | | | | |
| OPN-P1-0,66 УХЛ1 | 0,66 | 0,8 | 125 | 100 | 2,5 | 1,6 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | | | | | |
| б) для защиты изоляции электрооборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPN-P1-3,0/10/2 УХЛ1(1,2) | 3 | 3,0 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 7,1 | 7,4 | 7,5 | 8,9 | 9,65 | 10,5 | 11,2 | | |
| OPN-P1-3,0/3,7/10/2 УХЛ1(1,2) | 3 | 3,3 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 7,8 | 8,15 | 8,25 | 9,8 | 10,5 | 11,6 | 12,2 | | |
| OPN-P1-3,0/6,7/10/2 УХЛ1(1,2) | 3 | 3,6 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 8,4 | 8,75 | 8,9 | 10,6 | 11,5 | 12,5 | 13,4 | | |
| OPN-P1-6,0/10/2 УХЛ1(1,2) | 6 | 6,0 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 14,2 | 14,8 | 15,0 | 17,7 | 19,3 | 21,0 | 22,4 | | |
| OPN-P1-6,6/6,7/10/2 УХЛ1(1,2) | 6 | 6,6 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 15,5 | 16,3 | 16,5 | 19,6 | 21,0 | 23,2 | 24,4 | | |
| OPN-P1-6,6/9,7/10/2 УХЛ1(1,2) | 6 | 6,9 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 16,3 | 17,0 | 17,25 | 20,4 | 22,0 | 24,1 | 25,5 | | |
| OPN-P1-6,7/2,7/10/2 УХЛ1(1,2) | 6 | 7,2 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 16,7 | 17,5 | 17,8 | 21,2 | 22,9 | 25,0 | 26,6 | | |
| OPN-P1-10/10,5/10/2 УХЛ1(1,2) | 10 | 10,5 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 25,0 | 26,0 | 26,25 | 31,0 | 33,5 | 36,9 | 38,9 | | |
| OPN-P1-10/11,5/10/2 УХЛ1(1,2) | 10 | 11,5 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 27,1 | 28,4 | 28,8 | 34,0 | 36,8 | 40,4 | 42,5 | | |
| OPN-P1-10/12,0/10/2 УХЛ1(1,2) | 10 | 12,0 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 28,2 | 29,3 | 29,8 | 36,0 | 38,0 | 42,0 | 44,0 | | |
| OPN-P1-15/18,0/10/2 УХЛ1 | 15 | 18,0 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 43,2 | 45,1 | 45,5 | 54,0 | 58,5 | 64,0 | 62,0 | | |
| OPN-P1-15/18,0/10/3 УХЛ1 | 15 | 18,0 | 850 | 100 | 10 | 9,6 | 44,0 | 44,0 | 45,1 | 50,0 | 54,0 | 61,0 | 61,0 | | |
| OPN-P1-20/24,0/10/2 УХЛ1 | 20 | 24,0 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 58,5 | 61,1 | 61,3 | 72,0 | 79,0 | 88,8 | 82,0 | | |
| OPN-P1-20/24,0/10/3 УХЛ1 | 20 | 24,0 | 850 | 100 | 10 | 9,6 | 58,0 | 61,0 | 61,3 | 72,0 | 79,0 | 88,8 | 82,0 | | |
| OPN-P1-35/40,5/10/2 УХЛ1 | 35 | 40,5 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 96 | 100,0 | 101,3 | 118,0 | 127,0 | 142,1 | 135,0 | | |
| OPN-P1-35/40,5/10/3 УХЛ1 | 35 | 40,5 | 850 | 100 | 10 | 9,6 | 95,7 | 100,3 | 105,8 | 112,5 | 121,5 | 137,0 | 130,0 | | |
| OPN-P1-35/44/10/2 УХЛ1 | 35 | 44 | 550 | 100 | 10 | 5,6 | 104,3 | 106,6 | 110,0 | 128,0 | 138,0 | 154,4 | 160,0 | | |
| OPN-P1-35/44/10/3 УХЛ1 | 35 | 44 | 850 | 100 | 10 | 9,6 | 104,0 | 106,0 | 115,0 | 122,0 | 132,0 | 148,0 | 150,0 | | |
| в) для защиты изоляции электрооборудования от грозовых перенапряжений распределительных сетей с изолированной или компенсированной нейтралью | | | | | | | | | | | | | | | |
| OPN-1(2)-3/3,8 III УХЛ1 | 3 | 3,8 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 9,1 | 9,6 | 9,7 | 11,1 | 11,8 | 12,8 | | | |
| OPN-1(2)-6/7,2 III УХЛ1 | 6 | 7,2 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 17,5 | 18,3 | 18,5 | 21,0 | 22,5 | 24,5 | | | |
| OPN-1(2)-6/7,6 III УХЛ1 | 6 | 7,6 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 18,2 | 19,3 | 19,5 | 22,2 | 23,6 | 25,6 | | | |
| OPN-1(2)-10/12 III УХЛ1 | 10 | 12 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 29,0 | 30,5 | 30,8 | 35,2 | 37,6 | 40,7 | | | |
| OPN-1(2)-10/12,7 III УХЛ1 | 10 | 12,7 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 30,6 | 32,3 | 32,6 | 37,2 | 40,0 | 42,8 | | | |
| OPNF-6/7,2 УХЛ1 | 6 | 7,2 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 17,5 | 18,3 | 18,5 | 21,0 | 22,5 | 24,5 | | | |
| OPNF-6/7,6 УХЛ1 | 6 | 7,6 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 18,2 | 19,3 | 19,5 | 22,2 | 23,6 | 25,6 | | | |
| OPNF-10/12 УХЛ1 | 10 | 12 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 29,0 | 30,5 | 30,8 | 35,2 | 37,6 | 40,7 | | | |
| OPNF-10/12,7 УХЛ1 | 10 | 12,7 | 300 | 65 | 5 | 3,0 | 30,6 | 32,3 | 32,6 | 37,2 | 40,0 | 42,8 | | | |

Допустимое время приложения напряжения промышленной частоты



Гарантийное и сервисное обслуживание

По желанию заказчика заключается договор о сервисном обслуживании в послегарантийный период, в котором указывается объем и сроки проведения монтажа, соответствующих регламентных работ

Условия эксплуатации

Ограничители перенапряжений нелинейные на классы напряжений от 0,38 до 35 кВ применяются для внешней установки в условиях умеренного и холодного климата (УХЛ1) при температуре окружающей среды в диапазоне от -60 до +50°С, а ОПН от 3 до 10 кВ также в условиях внутренней установки (УХЛ2).
Ограничители перенапряжений не требуют профилактических испытаний в процессе эксплуатации.

Условные обозначения

OPN-P1 от 3 до 35 кВ
OPN-1(2) от 3 до 10 кВ, OPNF на 6, 10 кВ

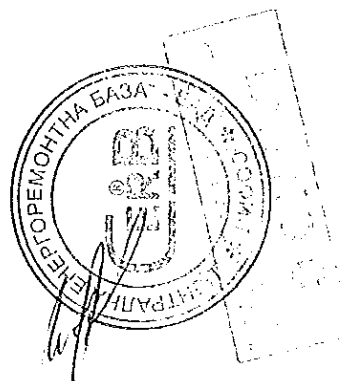
ЗАО «Завод электротехнического оборудования»



**ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ
НА КЛАССЫ НАПРЯЖЕНИЯ
3, 6, 10 кВ**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ИВЕЖ.674361.016 РЭ



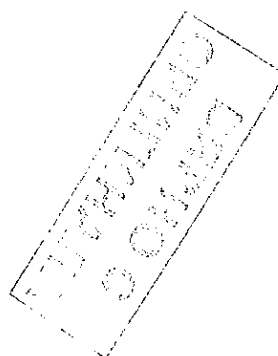
Handwritten signature

Handwritten signature

105

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Введение | 2 |
| 1. Описание и работа | 2 |
| 2. Проверка технического состояния | 10 |
| 3. Монтаж | 10 |
| 4. Техническое обслуживание | 12а |
| 5. Хранение | 12а |
| 6. Транспортирование | 12б |
| 7. Утилизация | 12б |
| 8. Приложение А | |
| Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса ограничителей перенапряжений | 13 |
| 9. Приложение Б | |
| Варианты установки и крепления ограничителей перенапряжений | 15 |
| 10. Приложение В | |
| Схема измерения тока проводимости ОПН | 21 |



Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения персоналом, работающим с ограничителями перенапряжений, и содержит описание ограничителей и их работы, указания использования по назначению, монтажу, техническому обслуживанию, хранению, транспортированию и утилизации.

К работе с ограничителями перенапряжений допускаются лица, знакомые с их устройством, принципом действия и прошедшие соответствующий инструктаж по вопросам техники безопасности.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Ограничители перенапряжений нелинейные с полимерной внешней изоляцией типов: ОПН-П1-3/3,0/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-3/3,3/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-3/3,6/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-6/6,0/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-6/6,6/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-6/6,9/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-6/7,2/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-10/10,5/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-10/11,5/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-10/12,0/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-3/3,0/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-3/3,3/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-3/3,6/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-6/6,0/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-6/6,6/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-6/6,9/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-6/7,2/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-10/10,5/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-10/11,5/10/2 УХЛ2, ОПН-П1-10/12,0/10/2 УХЛ2 предназначены для защиты изоляции электрооборудования на классы напряжения 3, 6, 10 кВ переменного тока промышленной частоты 50 Гц, работающего в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью, от коммутационных и атмосферных перенапряжений.

1.2 Ограничители перенапряжений климатического исполнения УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69 предназначены для работы в условиях открытого воздуха при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С, что соответствует условиям, нормированным ГОСТ 15543.1-89.

1.3 Ограничители перенапряжений климатического исполнения УХЛ категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69 предназначены для работы в условиях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе (от минус 60 до плюс 45 °С) и имеется свободный доступ наружного воздуха.

1.4 Расшифровка условного обозначения типа ограничителя перенапряжений:

О - ограничитель

П - перенапряжений

Н - нелинейный

П - полимерная изоляция

1 - исполнение по установке - опорное

3/3,0; 3/3,3; 3/3,6; 6/6,0; 6/6,6; 6/6,9; 6/7,2; 10/10,5; 10/11,5; 10/12,0 – в числителе класс напряжения сети в киловольтах, в знаменателе наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение в киловольтах;

10 – номинальный разрядный ток, в килоамперах;

2 – класс пропускной способности ограничителя;

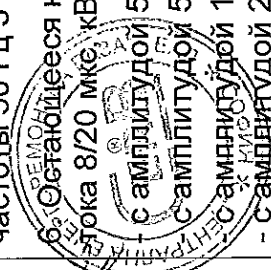
УХЛ - климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69

1; 2 - категория размещения по ГОСТ 15150-69

1.5 Основные электрические характеристики ограничителей перенапряжений приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование параметра | Норма | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 |
| 1. Класс напряжения сети, кВ действ. (действующее значение) | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 10 |
| 2. Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение; (U _{н.р.}), кВ действ. | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 6,0 | 6,6 | 6,9 | 7,2 | 10,5 | 11,5 | 12,0 |
| 3. Номинальное напряжение, U _{н.} , кВ действ. | 3,75 | 4,1 | 4,5 | 7,5 | 8,25 | 8,6 | 9,0 | 13,1 | 14,4 | 15,0 |
| 4. Номинальный разрядный ток, кА | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 5. Классификационное напряжение при амплитудном значении активной составляющей тока промышленной частоты 50 Гц 3 мА, кВ действ., не менее | 3,8 | 4,2 | 4,5 | 7,6 | 8,4 | 8,7 | 9,0 | 13,3 | 14,6 | 15,1 |
| 6. Остающееся напряжение при волне импульсного тока 8/20 мкс, кВ, не более | 7,5 | 8,25 | 8,9 | 15 | 16,5 | 17,25 | 17,8 | 26,25 | 28,8 | 29,8 |
| - с амплитудой 500 А | 8,9 | 9,8 | 10,6 | 17,7 | 19,6 | 20,4 | 21,2 | 31,0 | 34,0 | 36,0 |
| - с амплитудой 5 000 А | 9,65 | 10,5 | 11,5 | 19,3 | 21,0 | 22,0 | 22,9 | 33,5 | 36,8 | 38,0 |
| - с амплитудой 10 000 А | 10,5 | 11,6 | 12,5 | 21,0 | 23,2 | 24,1 | 25,0 | 36,9 | 40,4 | 42,0 |
| - с амплитудой 20 000 А | | | | | | | | | | |
| 7. Остающееся напряжение при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс, кВ, не более | 7,1 | 7,8 | 8,4 | 14,2 | 15,5 | 16,3 | 16,7 | 25,0 | 27,1 | 28,2 |
| - с амплитудой 125 А | 7,4 | 8,15 | 8,75 | 14,8 | 16,3 | 17,0 | 17,5 | 26,0 | 28,4 | 29,3 |
| - с амплитудой 500 А | | | | | | | | | | |



169

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 8. Токовая пропускная способность, количество воздействий: - при прямоугольной волне тока длительностью 2 000 мкс, амплитудой 550 А | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 9. Остающееся напряжение при крутом импульсе тока 1/10 мкс с амплитудой 10 кА, кВ, не более | 11,2 | 12,2 | 13,4 | 22,4 | 24,4 | 25,5 | 26,6 | 38,9 | 42,5 | 44,0 |
| 10. Удельная энергоемкость (одного прямоугольного импульса тока длительностью 2 000 мкс амплитудой 550 А) кДж/кВ·Ун.р. | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 | 2,75 |
| 11. Напряжение на ограничителе допустимое в течение времени, кВ _{действ.} * | 3,45 | 3,8 | 4,15 | 6,9 | 7,6 | 7,9 | 8,3 | 12,1 | 13,2 | 13,8 |
| | 3,2 | 3,5 | 3,85 | 6,4 | 7,0 | 7,4 | 7,7 | 11,2 | 12,3 | 12,85 |
| | 3,75 | 4,1 | 4,5 | 7,5 | 8,2 | 8,6 | 9,0 | 13,1 | 14,4 | 15,0 |
| 14 400 с (4 ч) | 3,6 | 3,95 | 4,3 | 7,2 | 7,9 | 8,3 | 8,6 | 12,6 | 13,8 | 14,4 |
| | 4,3 | 4,75 | 5,2 | 8,6 | 9,5 | 9,9 | 10,2 | 15,1 | 16,6 | 17,2 |
| | 4,1 | 4,5 | 4,9 | 8,2 | 9,0 | 9,45 | 9,8 | 14,4 | 15,8 | 16,4 |
| 1 200 с (20 мин.) | 4,55 | 5,0 | 5,5 | 9,1 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 16,0 | 17,5 | 18,2 |
| | 4,35 | 4,8 | 5,2 | 8,7 | 9,6 | 10,0 | 10,2 | 15,2 | 16,7 | 17,4 |
| | | | | | | | | | | |

* В числителе – допустимое напряжение без предварительного токового нагружения, в знаменателе – допустимое напряжение с предварительным нагружением двумя импульсами тока прямоугольной волны длительностью 2 000 мкс амплитудой 550 А. Промежуточные значения допустимых напряжений определяются экстраполяцией.

1.6 Внешняя изоляция ограничителей перенапряжений выдерживает напряжения, указанные в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование показателя | Нормированное значение для ограничителей на классы напряжения, кВ | | | | | |
|---|---|----|----|------------------------|----|----|
| | категория размещения 1 | | | категория размещения 2 | | |
| | 3 | 6 | 10 | 3 | 6 | 10 |
| 1. Стандартный грозовой импульс (1,2/50 мкс), кВ | 40 | 60 | 75 | 40 | 60 | 75 |
| 2. Одноминутное напряжение промышленной частоты 50 Гц | | | | | | |
| - в сухом состоянии кВ _{действ.} | 24 | 32 | 42 | 24 | 32 | 42 |
| - под дождем, кВ _{действ.} | 10 | 20 | 28 | - | - | - |
| 3. 50% разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии IV СЗ, кВ _{действ.} | 4 | 8 | 13 | - | - | - |

1.7 Длина пути утечки внешней изоляции ограничителей перенапряжений соответствует:

а) для категории размещения 1

- на класс напряжения 3 кВ – не менее 25 см;
- на класс напряжения 6 кВ – не менее 25 см;
- на класс напряжения 10 кВ – не менее 35 см.

б) для категории размещения 2

- на класс напряжения 3 кВ – не менее 13 см;
- на класс напряжения 6 кВ – не менее 13 см;
- на класс напряжения 10 кВ – не менее 22 см.

1.8 Ограничители перенапряжений трекингоэрозсионностойкие и предназначены для эксплуатации в районах с I, II, степенью загрязнения атмосферы по ГОСТ 9920-89.

1.9 Конструкция ограничителей перенапряжений взрывобезопасна. Ограничители при коротком замыкании внутри аппарата выдерживают без взрывного разрушения воздействие тока короткого замыкания 20 кА_{действ.} или 40 кА_{действ.} (в зависимости от заказа) при времени воздействия 0,2 с и воздействие тока короткого замыкания 800 А_{действ.} при времени воздействия 2 с.

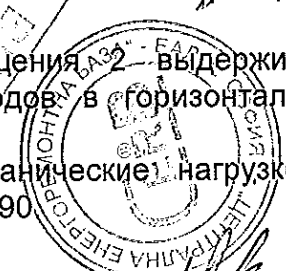
1.10 Надежность ограничителей перенапряжений характеризуется показателями:

- установленный с вероятностью 0,98 срок службы – 30 лет;
- допустимый срок сохраняемости с момента изготовления и до ввода в эксплуатацию – 3 года;
- гарантийный срок эксплуатации – 5 лет с момента ввода в эксплуатацию, но не более 7 лет со дня их отгрузки с предприятия-изготовителя.

1.11 Ограничители перенапряжений категории размещения 1 выдерживают суммарную механическую нагрузку не менее 330 Н от давления ветра со скоростью 40 м/с без гололеда или 15 м/с при толщине стенки льда 20 мм и от тяжения проводов в горизонтальном направлении.

1.12 Ограничители перенапряжений категории размещения 2 выдерживают механическую нагрузку не менее 300 Н от тяжения проводов в горизонтальном направлении.

1.13 Ограничители перенапряжений выдерживают механические нагрузки от вибрации по группе механического исполнения М6 ГОСТ 17516.1-90



(

(

1.14 Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса ограничителей перенапряжений приведены в приложении А.

1.15 Состав изделия

1.15.1 Ограничитель.

1.15.2 Комплект монтажных частей в соответствии с заказом согласно таблицам 3, 4.

1.15.3 Эксплуатационные документы:

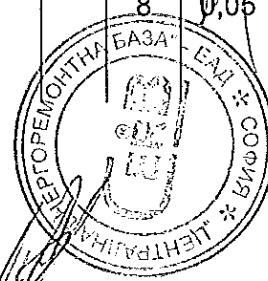
- паспорт на каждый ограничитель перенапряжений;

- руководство по эксплуатации – один экземпляр на партию ограничителей, отправляемых в один адрес.

Дополнительное количество руководства по эксплуатации поставляется за отдельную плату.

Таблица 3

| № рис., поз. | Наименование | Обозначение | Состав КМЧ для ОПН категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69 | | | | | | | Масса, кг | Эскиз |
|--|-------------------|-----------------|--|----|----|----|----|----|-----|-----------|-------|
| | | | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 | №14 | | |
| Б.1, Б.4, поз.2 | Кронштейн | ВИЛЕ.301561.077 | 1 | | | 1 | | | | 0,545 | |
| Б.8, поз.8 | Трубка | ВИЛЕ.723115.005 | | | | | | | 4 | 0,007 | |
| Б.1, Б.2, Б.4, Б.5, Б.8, поз.3; Б.3, поз.2 | Скоба | ВИЛЕ.745336.005 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | 2 | 0,01 | |
| Б.2, Б.5, поз.2 | Скоба | ВИЛЕ.745423.014 | | 1 | | | | 1 | | 0,74 | |
| Б.8, поз.2 | Скоба | ВИЛЕ.745423.015 | | | | | | | 1 | 0,75 | |
| Б.8, поз.6 | Шайба изолирующая | ВИЛЕ.754152.095 | | | | | | | 16 | 0,015 | |
| Б.1, Б.2, Б.8, поз.4; Б.3, поз.3; Б.4, поз.5 | Шайба | ВИЛЕ.758491.017 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | 9 | 0,014 | |
| Б.4, Б.5, поз.4; Б.6, поз.2 | Шайба | ВИЛЕ.758491.169 | | | | 2 | 2 | 4 | | 0,007 | |
| Б.8, поз.7 | Втулка | НИУЮ.757513.011 | | | | | | | 8 | 0,05 | |

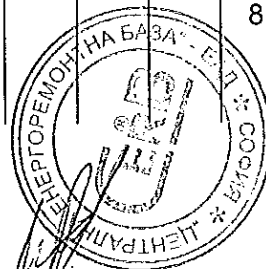


Продолжение таблицы 3

| № рис., поз. | Наименование | Обозначение | Состав КМЧ для ОПН категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69 | | | | | | | Масса, кг | Эскиз |
|--|---|-------------|--|----|----|----|----|----|-----|--------------|-------|
| | | | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 | №14 | | |
| Б.1, поз.5; Б.4, поз.6. Б.2, Б.5, поз.6; Б.8, поз.9 | Болт ГОСТ 7798-70 | | | | | | | | | | |
| | M10-6gx35.36.0115 | | 2 | | | 2 | | | | 0,031 | |
| | M12-6gx30.36.0115 | | | 2 | | | 2 | | 2 | 0,041 | |
| Б.2, Б.5, поз.7. Б.1, поз.6; Б.4, поз.7; Б.8, поз.10; Б.1, поз.7; Б.3, поз.4; Б.2, Б.4, Б.5, поз.8; Б.6, поз.3, Б.8, поз.11 | Гайка ГОСТ 5915-70 | | | | | | | | | | |
| | M8-6H.5.0115 | | | 4 | | | 4 | | | 0,006 | |
| | M10-6H.5.0115 | | 2 | | | 2 | | | 4 | 0,01 | |
| | M12-6H.5.0115 | | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0,016 | |
| Б.2, Б.5, поз.9; Б.1, поз.8; Б.4, поз.9; Б.8, поз.12 Б.1, поз.9; Б.2, Б.5, поз.10; Б.3, поз.5; Б.4, поз.10; Б.6, поз.4, Б.8, поз.13 | Шайба ГОСТ 6402-70 | | | | | | | | | | |
| | 8.65Г.0115 | | | 4 | | | 4 | | | 0,001 | |
| | 10.65Г.0115 | | 2 | | | 2 | | | 4 | 0,002 | |
| | 12.65Г.0115 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0,0035 | |
| Б.2, Б.5, поз.11; Б.1, поз.10, Б.4, поз.11, Б.2, Б.5, поз.12, Б.3, поз.6, Б.6, поз.5, Б.8, поз.14 | Шайба ГОСТ 11371-78 | | | | | | | | | | |
| | A8x1.02.019 | | | 4 | | | 4 | | | 0,0011 | |
| | A10x1.02.019 | | 2 | | | 2 | | | | 0,002 | |
| | A12x1.02.019 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 0,0025 | |
| Б.1-поз.11; Б.3-поз.7; Б.4-поз.12; Б.6-поз.6 | Шпилька M12-6gx75.36.0115 ГОСТ 22042-76 | | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 0,055 | |

Таблица 4

| № рис., поз. | Наименование | Обозначение | Состав КМЧ для ОПН категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69 | | | | | | | | Масса, кг | Эскиз | |
|---|----------------------|-----------------|--|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-------|--|
| | | | №7 | №8 | №9 | №10 | №11 | №12 | №13 | №14 | | | |
| Б.1, Б.4, поз. 2 | Кронштейн | ВИЛЕ.301561.077 | 1 | | | 1 | | | | | | 0,545 | |
| Б.8, поз.8 | Трубка | ВИЛЕ.723115.005 | | | | | | | | | | 0,007 | |
| Б.1, Б.2, Б.4, Б.5, Б.8, поз.3; Б.3, поз.2 | Скоба | ВИЛЕ.745336.005 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | 2 | 0,01 | |
| Б.2, Б.5- поз.2 | Скоба | ВИЛЕ.745423.014 | | 1 | | | | 1 | | | | 0,74 | |
| Б.8, поз.2 | Скоба | ВИЛЕ.745423.015 | | | | | | | | | 1 | 0,75 | |
| Б.8, поз.6 | Шайба изолирующая | ВИЛЕ.754152.095 | | | | | | | | | 16 | 0,015 | |
| Б.1, Б.2, Б.8, поз.4, Б.3-поз.3; Б.4-поз.5 | Шайба | ВИЛЕ.758491.017 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | 9 | 0,014 | |
| Б.4, Б.5- поз.4; Б.6, Б.7- поз.2 | Шайба | ВИЛЕ.758491.169 | | | | 2 | 2 | 4 | 2 | | | 0,007 | |
| Б.8, поз.7 | Втулка | НИУЮ.757513.011 | | | | | | | | | 8 | 0,05 | |



Продолжение таблицы 4

| № рис., поз. | Наименование | Обозначение | Состав КМЧ для ОПН категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69 | | | | | | | | Масса, кг | Эскиз | |
|--|------------------------------------|-------------|--|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|--------|--|
| | | | №7 | №8 | №9 | №10 | №11 | №12 | №13 | №14 | | | |
| Б.1, поз.5; Б.4, поз.6 Б.2, Б.5- поз.5; Б.7, поз.3, Б.8, поз.9 | Болт ГОСТ 7798-70 | | | | | | | | | | | | |
| | M10-6qx35.36.0115 | | 2 | | | 2 | | | | | | 0,031 | |
| | M12-6qx20.36.0115 | | | 2 | | | 2 | | 1 | 2 | | 0,028 | |
| Б.2, Б.5, поз.7 Б.1, поз.6; Б.4, поз.7, Б.8, поз.10; Б.1, поз.7; Б.3, поз.4; Б.2, Б.4, Б.5- поз.8, Б.6, поз.3, Б.8, поз.11 | Гайка ГОСТ 5915-70 | | | | | | | | | | | | |
| | M8-6H.5.0115 | | | 4 | | | 4 | | | | | 0,006 | |
| | M10-6H.5.0115 | | 2 | | | 2 | | | | 4 | | 0,01 | |
| Б.2, Б.5, поз.9; Б.1, поз.8, Б.4, поз.9, Б.8, поз.12 Б.1, поз.9; Б.2, Б.5, поз.10; Б.3, поз.5; Б.4, поз.10, Б.6, Б.7, поз.4, Б.8, поз.13 | M12-6H.5.0115 | | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | | | 1 | 0,016 | |
| | Шайба ГОСТ 6402-70 | | | | | | | | | | | | |
| | 8.65Г.0115 | | | 4 | | | 4 | | | | | 0,001 | |
| Б.2, Б.5, поз.11 Б.1, поз.10, Б.4, поз.11 Б.2, Б.5, поз.12; Б.3, поз.6; Б.6, поз.5, Б.8, поз.14 | 10.65Г.0115 | | 2 | | | 2 | | | | | 4 | 0,002 | |
| | 12.65Г.0115 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | | | 0,004 | |
| | Шайба ГОСТ 11371-78 | | | | | | | | | | | | |
| Б.1-поз.11; Б.3-поз.7; Б.4-поз.12; Б.6-поз.6 | A8x1.02.019 | | | 4 | | | 4 | | | | | 0,0011 | |
| | A10x1.02.019 | | 2 | | | 2 | | | | | | 0,002 | |
| | A12x1.02.019 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | 0,003 | |
| Б.1-поз.11; Б.3-поз.7; Б.4-поз.12; Б.6-поз.6 | Шпилька | | | | | | | | | | | | |
| | M12-6gx65.36.0115 ГОСТ 22042-76 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 0,047 | |

135

1.16 Устройство и работа.

1.16.1 Ограничители перенапряжений состоят из последовательно соединенных варисторов и оболочки, состоящей из волоконно-усиленной композитной структуры с нанесенным оребрением из силиконовой резины.

1.16.2 Защитное действие ограничителей перенапряжений обусловлено тем, что при возникновении перенапряжения в сети через ограничитель протекает значительный импульсный ток вследствие высокой нелинейности варисторов в результате чего величина перенапряжения снижается.

1.17 Упаковка

1.17.1 Ограничители перенапряжений упаковываются в индивидуальные картонные коробки, затем в деревянные ящики или контейнеры, предохраняющие их от повреждений во время транспортирования и хранения.

Упаковка ограничителей перенапряжений выполнена в соответствии с ГОСТ 23216-78.

1.17.2 На упаковке наносятся манипуляционные знаки "Хрупкое. Осторожно", "Верх", "Место строповки" по ГОСТ 14192-96.

1.17.3 Ограничители перенапряжений допускается транспортировать в контейнерах, крытых вагонах и автомашинах в индивидуальной упаковке с применением дополнительных средств (деревянных щитов, брусков, стоек и т.п.), исключающих их перемещение и повреждение при транспортировании.

2 ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

2.1 Перед монтажом ограничителя необходимо произвести:

- внешний осмотр ограничителя;
- измерение сопротивления ограничителя;
- измерение тока проводимости по схеме, приведенной в приложении В.

2.1.1 Измерение сопротивления ограничителя произвести мегомметром на напряжение 2 500 В на чистых и сухих ограничителях, установленных на изоляционную подставку. При этом сопротивление ограничителя должно быть не менее 5 000 МОм

2.1.2 Измерение тока проводимости произвести на чистых и сухих ограничителях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 35 °С.

2.1.3 Измерение тока проводимости произвести путем приложения к зажимам ограничителя от испытательного трансформатора напряжения, равного наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению ($U_{н.р.}$), указанному в п. 2 таблицы 1 настоящего РЭ.

Величину тока проводимости определить по закону Ома:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

где: I – ток проводимости, А;

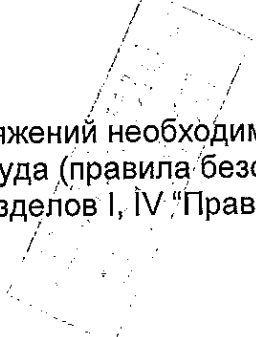
U – напряжение на шунте тока, В;

R – сопротивление шунта, Ом.

Значение тока проводимости не должно превышать 0,8 мА.

3 МОНТАЖ

3.1 При монтаже ограничителей перенапряжений необходимо соблюдать требования межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок и требования разделов I, IV "Правил устройства электроустановок".



176

3.2 Перед монтажом ограничитель перенапряжений необходимо проверить на соответствие заказу и комплектности согласно п.1.15 настоящего руководства по эксплуатации, освободить от упаковки, удалить консервационную смазку, тщательно осмотреть на отсутствие повреждений изоляции, нарушений защитного покрытия комплектующих узлов, деталей и крепежных деталей.

3.3 ВНИМАНИЕ: ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ УСТАНОВЛИВАЕТСЯ ТОЛЬКО ТОГДА, КОГДА НАПРЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ОТКЛЮЧЕНО, И СИСТЕМА ЗАЗЕМЛЕНА.

3.4 Установка ограничителей на металлоконструкциях электроустановок должна исключать возможность случайного прикосновения обслуживающего персонала к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

3.5 Ограничитель перенапряжений устанавливать между фазой и землей, как можно ближе к защищаемому оборудованию.

Необходимо избегать длинных заземленных проводников.

3.6 Подъем и перемещение ограничителей перенапряжений производить за верхний контактный вывод.

3.7 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИ УСТАНОВКЕ ИЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ДЕРЖАТЬ ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ИНСТРУМЕНТАМИ ЗА ПОЛИМЕРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ.

3.8 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №№1 и 7 (рисунок Б.1)

3.8.1 В нижнюю часть ограничителя перенапряжений вернуть шпильку 11 или 12, в зависимости от категории размещения ограничителя, затем присоединить кронштейн 2 и закрепить его гайкой 7 с шайбой 9.

3.8.2 Ограничитель перенапряжений установить на металлоконструкцию и закрепить болтами 5 с шайбами 8, 10 и гайками 6.

3.8.3 Токоведущий и заземляющий провода присоединить соответственно к верхнему и нижнему контактным выводам между скобой 3 и шайбой 4 и закрепить гайкой 7 с шайбой 9.

3.9 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №№2 и 8 (рисунок Б.2)

3.9.1 Скобу 2 прикрепить к нижней части ограничителя перенапряжений при помощи болта 5 или 6, в зависимости от категории размещения ограничителя, с шайбами 10, 12. Затем ограничитель перенапряжений установить на площадке и закрепить скобу четырьмя болтами 13 с гайками 7 и шайбами 9, 11.

3.9.2 Токоведущий провод присоединить к верхнему контактному выводу между скобой 3 и шайбой 4 и закрепить гайкой 8 с шайбой 10.

3.9.3 Заземляющий провод присоединить к скобе 2 (между скобами 2, 3) и закрепить болтом 6 с шайбой 10.

3.10 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №№3 и 9 (рисунок Б.3)

3.10.1 В нижнюю часть ограничителя перенапряжений вернуть шпильку 7 или 8, в зависимости от категории размещения ограничителя, затем ограничитель установить на металлоконструкцию и закрепить гайкой 4 с шайбами 5, 6.

3.10.2 Токоведущий провод присоединить к верхнему контактному выводу между скобой 2 и шайбой 3 и закрепить гайкой 4 с шайбой 5.

3.10.3 Заземляющий провод присоединить к нижнему контактному выводу между скобой 2 и шайбой 3 и закрепить гайкой 4 с шайбой 5.



3.11 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №№4 и 10 (рисунок Б.4)

3.11.1 В нижнюю часть ограничителя перенапряжений вернуть шпильку 12 или 13, в зависимости от категории размещения ограничителя, затем присоединить кронштейн 2 и закрепить его гайкой 8 с шайбой 10.

3.11.2 Ограничитель перенапряжений с кронштейном установить на металлоконструкцию и закрепить болтами поз.6 с шайбами 9, 11 и гайками 7.

3.11.3 Токоведущий провод с наконечником или шину присоединить к верхнему контактному выводу между шайбами 4 и закрепить гайкой 8 с шайбой 10.

3.11.4 Заземляющий провод присоединить к нижнему контактному выводу между скобой 3 и шайбой 5 и закрепить гайкой 8 с шайбой 10.

3.12 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №№5 и 11 (рисунок Б.5)

3.12.1 Скобу 2 прикрепить к нижней части ограничителя перенапряжений при помощи болта 5 или 6, в зависимости от категории размещения ограничителя, с шайбами 10, 12. Затем ограничитель перенапряжений установить на площадке и закрепить скобу четырьмя болтами 13 с гайками 7 и шайбами 9, 11.

3.12.2 Токоведущий провод с наконечником или шину присоединить к верхнему контактному выводу между шайбами 4 и закрепить гайкой 8 с шайбой 10.

3.12.3 Заземляющий провод присоединить к скобе 2 (между скобами 2, 3) и закрепить болтом 6 с шайбой 10.

3.13 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №№6 и 12 (рисунок Б.6)

3.13.1 В нижнюю часть ограничителя перенапряжений вернуть шпильку 6 или 7, в зависимости от категории размещения ограничителя, затем ограничитель установить на металлоконструкцию и закрепить гайкой 3 с шайбами 4, 5.

3.13.2 Токоведущий и заземляющий провода с наконечниками или шины присоединить соответственно к верхнему и нижнему контактным выводам между шайбами 2 и закрепить гайкой 3 с шайбой 4.

3.14 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №13 (рисунок Б.7)

3.14.1 Ограничитель перенапряжений установить на заземленную металлоконструкцию и закрепить болтом 3 с шайбами 2, 4.

3.14.2 Токоведущий провод с наконечником или шину присоединить к верхней части ограничителя перенапряжений между шайбами 2 и закрепить болтом 3 с шайбой 4.

3.15 Монтаж ограничителей перенапряжений с КМЧ №14 (рисунок Б.8)

3.15.1 Скобу 2 прикрепить к нижней части ограничителя перенапряжений при помощи болта 9 с шайбами 13, 14. Закрепленный на скобе ограничитель перенапряжений установить на четыре анкерных болта 15, или в соответствии с проектом, изолировав его от металлоконструкции фарфоровыми втулками 7, шайбами 4, 12, прокладками 6 и закрепить гайками 10.

3.15.2 Токоведущий провод присоединить к верхнему контактному выводу между скобой 3 и шайбой 4 и закрепить гайкой 11 с шайбой 13.

3.15.3 Заземляющий провод присоединить к скобе 2 (между скобами 2, 3) и закрепить болтом 9 с шайбой 13.

3.16 Толщина металлоконструкции, на которую устанавливаются ограничители перенапряжений, должна быть от 4 до 6 мм.

128

3.17 Рекомендуемый диаметр токоподводящего и заземляющего проводов 5 мм, а сечение токоподводящих шин не менее 30 мм².

При этом провод должен быть установлен с небольшой слабной, а подводящая шина должна иметь термокомпенсирующую конструкцию для исключения возможности опасного для ограничителя перенапряжений тяжения при низких значениях температуры окружающего воздуха.

3.18 Для обеспечения надежности монтажа ограничителя перенапряжений все резьбовые соединения следует тщательно затянуть.

3.19 При осмотре ограничителя перенапряжений после монтажа необходимо проверить правильность электрических соединений.

3.20 Наименьшие допустимые расстояния между ограничителями перенапряжений, от ограничителей перенапряжений до токоведущих и заземленных частей электроустановок и от ограничителей перенапряжений до постоянных ограждений должны соответствовать указанным в "Правилах устройства электроустановок".

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 Общие указания.

4.1.1 Ограничители перенапряжений не подлежат ремонту эксплуатирующими организациями и не требуют профилактических испытаний в процессе эксплуатации.

4.1.2 Техническое обслуживание заключается в проведении профилактических осмотров

4.1.3 Профилактические осмотры ограничителей перенапряжений проводить в сроки, установленные для остального оборудования.

При проведении профилактического осмотра ограничителей перенапряжений проверить отсутствие повреждений изоляционной крышки и металлической арматуры, нарушений защитного покрытия крепежных деталей.

4.2 Меры безопасности.

4.2.1 При проведении профилактического осмотра соблюдать требования по технике безопасности, изложенные в разделе 2 настоящего РЭ.

5 ХРАНЕНИЕ

5.1 Упакованные или распакованные ограничители перенапряжений должны храниться в условиях, предохраняющих их от механических повреждений.

Условия хранения ограничителей перенапряжений при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С в неотапливаемых помещениях, что соответствует условиям хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

5.2 При хранении более двух лет не реже одного раза в год производить переконсервацию табличек и крепежных деталей.

Переконсервацию производить в следующем порядке:

- удалить заводскую смазку
- обезжирить протиркой чистой ветошью, смоченной в бензине или уайт-спирите
- просушить
- нанести защитную смазку (ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74) равномерным слоем



6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1 Транспортирование производится различными видами транспорта в соответствии с условиями транспортирования в части воздействия механических факторов Ж по ГОСТ 23216-78.

Транспортирование должно производиться с соблюдением всех мер предосторожности при перевозке бьющихся грузов.

Во время транспортирования и погрузо-разгрузочных работ обеспечить полную сохранность упаковки.

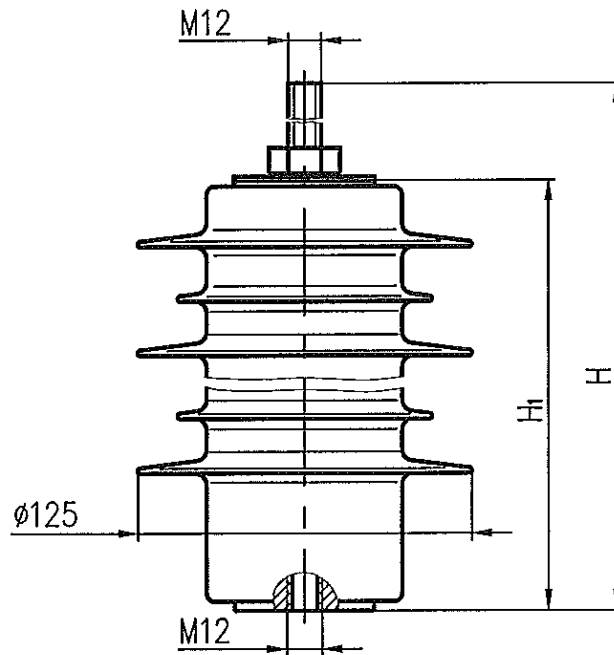
7 УТИЛИЗАЦИЯ

7.1 Ограничитель перенапряжений после окончания срока службы не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды и подлежит утилизации в общем порядке.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

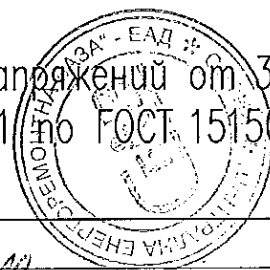
ИВЕЖ.674361.016РЭ

ГАБАРИТНЫЕ, УСТАНОВОЧНЫЕ, ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ
И МАССА ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ



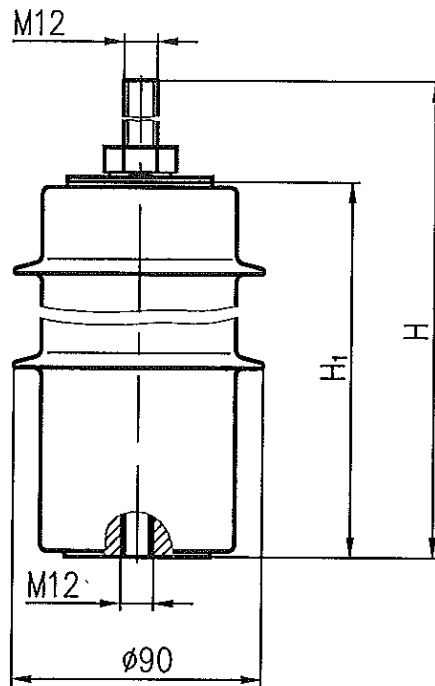
| Тип ограничителя перенапряжений | H, мм, не более | H ₁ , мм, не более | Масса, кг, не более |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1 | 195 | 145 | 1,85 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1 | 250 | 200 | 3,0 |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1 | | | |
| ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 | | | |

Рисунок А1 Ограничители перенапряжений от 3 до 10 кВ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69



182

ИВЕЖ.674361.016РЭ



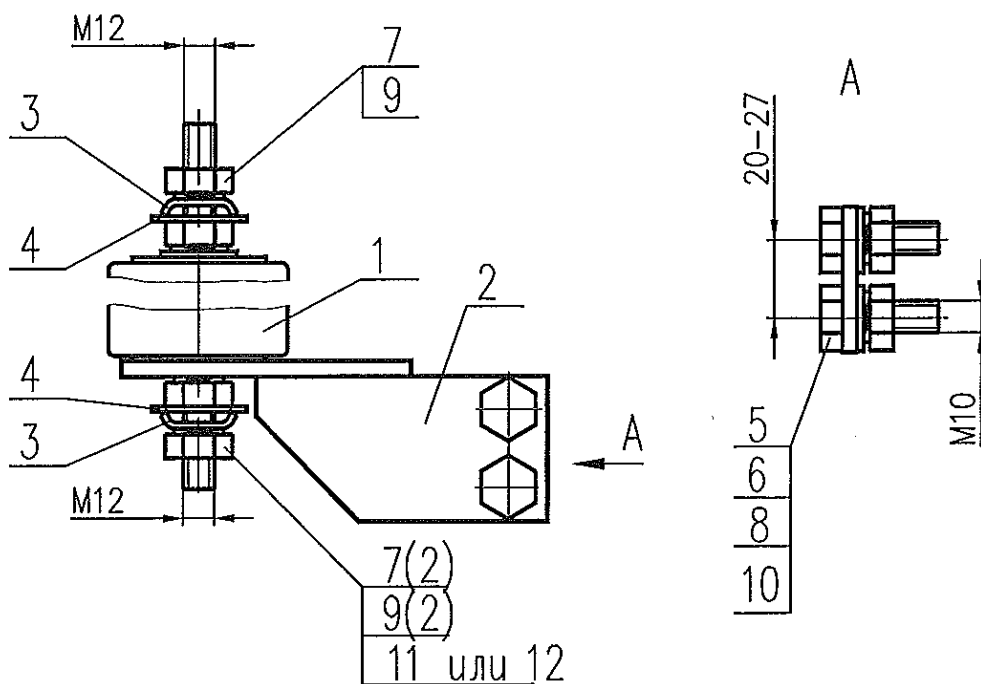
| Тип ограничителя перенапряжений | H, мм, не более | H ₁ , мм, не более | Масса, кг, не более |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ2 | 175 | 125 | 2,1 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ2 | 225 | 175 | 3,15 |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ2 | | | |
| ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ2 | | | |

Рисунок А2 Ограничители перенапряжений от 3 до 10 кВ категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

ВАРИАНТЫ УСТАНОВКИ И КРЕПЛЕНИЯ
ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ



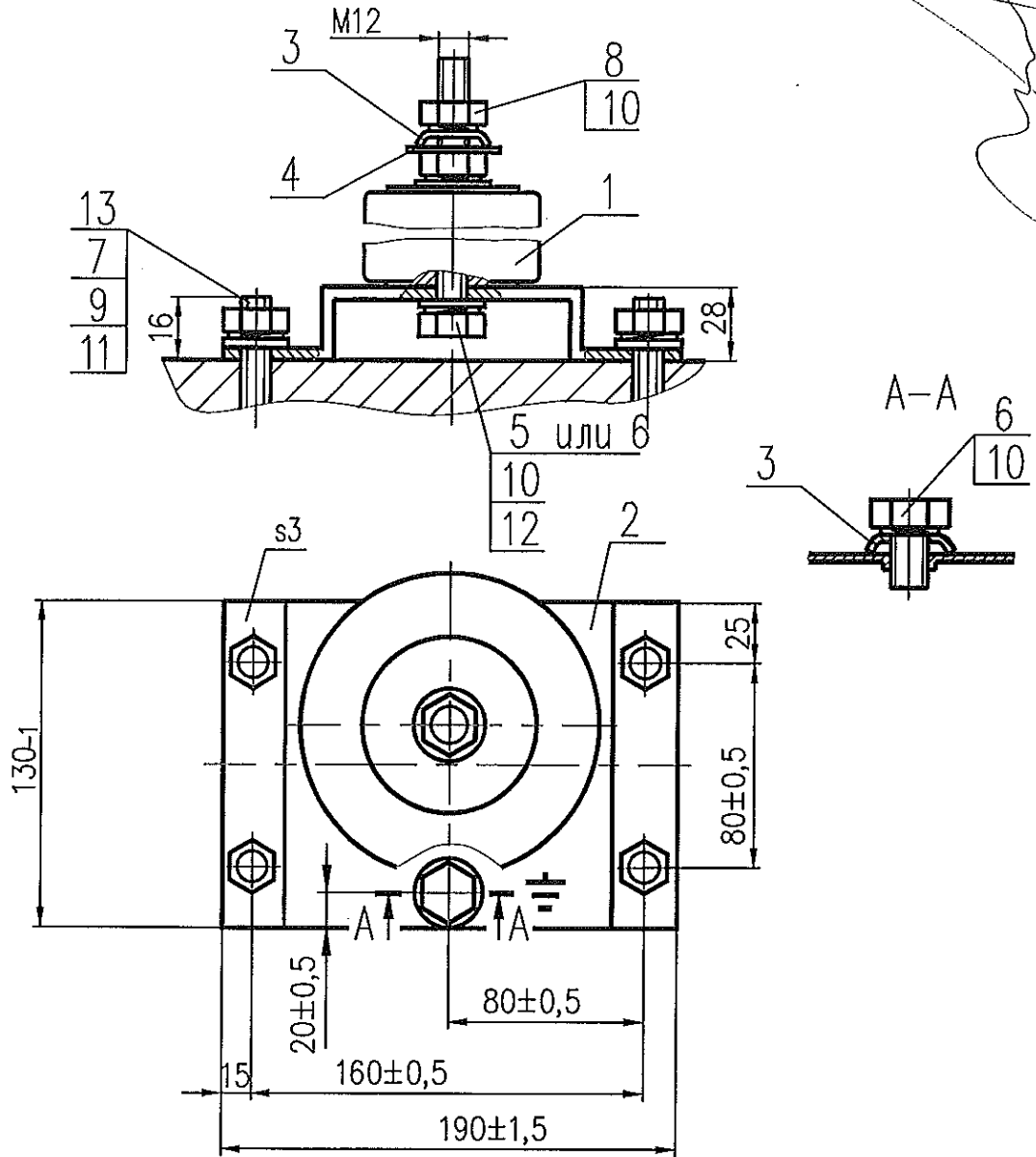
- 1 - ограничитель перенапряжений
- 2 - кронштейн
- 3 - скоба
- 4 - шайба
- 5 - болт M10x35
- 6 - гайка M10

- 7 - гайка M12
 - 8 - шайба 10.65Г
 - 9 - шайба 12.65Г
 - 10 - шайба A10x1
 - 11 - шпилька M12x65 (для КМЧ ?7)
 - 12 - шпилька M12x75 (для КМЧ ?1)
- Масса КМЧ не более 0,8 кг

Рисунок Б.1 Варианты с КМЧ ?? 1 и 7



ИВЕЖ.674361.016РЭ



1 - ограничитель
перенапряжений

2 - скоба

3 - скоба

4 - шайба

5 - болт M12x20 (для КМЧ ?8)

6 - болт M12x30 (для КМЧ ?2)

7 - гайка M8

8 - гайка M12

9 - шайба 8.65Г

10 - шайба 12.65Г

11 - шайба A8.x1

12 - шайба A12.x1

13 - болт M8 (не поставляется)

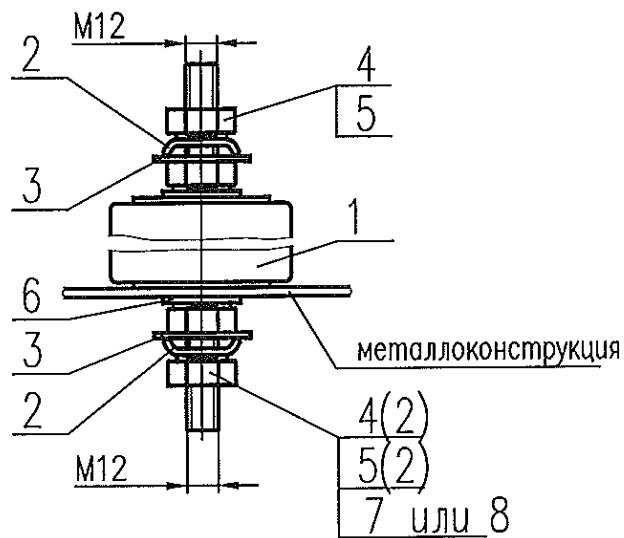
Масса КМЧ не более 0,92 кг

Рисунок Б.2 Варианты с КМЧ ?? 2 и 8



184

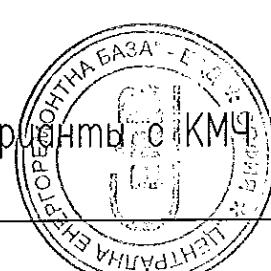
ИВЕЖ.674361.016РЭ



- 1 - ограничитель перенапряжений
- 2 - скоба
- 3 - шайба
- 4 - гайка M12

- 5 - шайба 12.65Г
- 6 - шайба A12.x1
- 7 - шпилька M12x65 (для КМЧ ?9)
- 8 - шпилька M12x75 (для КМЧ ?3)
- Масса КМЧ не более 0,17 кг

Рисунок Б.3 Варианты с КМЧ ??3 и ?9

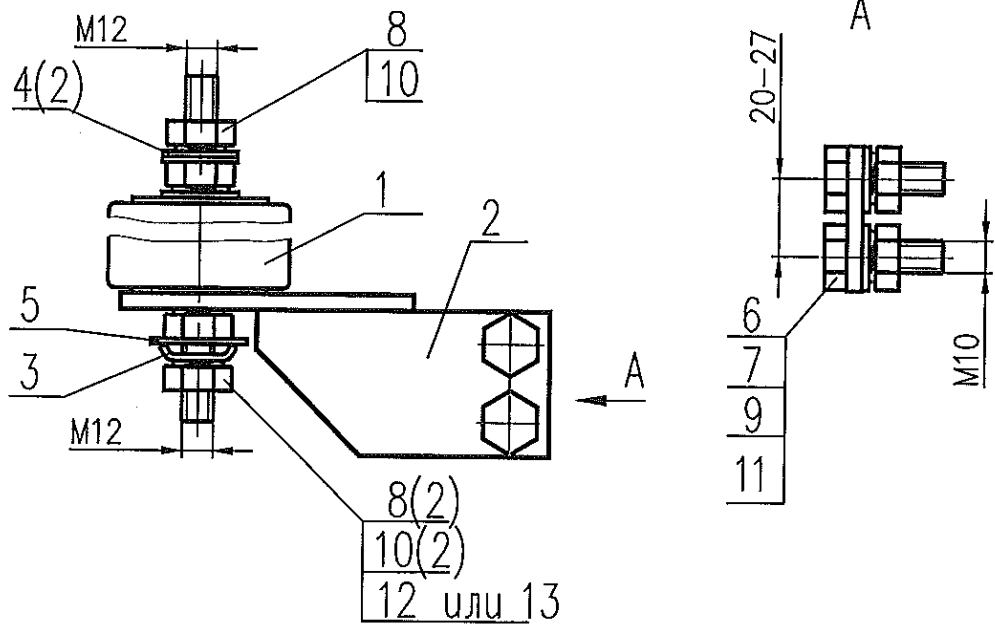


Handwritten signature or initials.

Handwritten signature or initials.

Handwritten signature or initials.

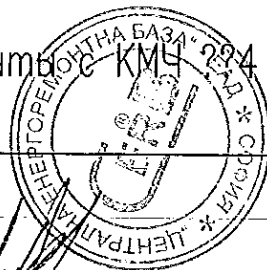
ИВЕЖ.674361.016РЭ



- 1 – ограничитель перенапряжений
- 2 – кронштейн
- 3 – скоба
- 4 – шайба
- 5 – шайба
- 6 – болт М10х35

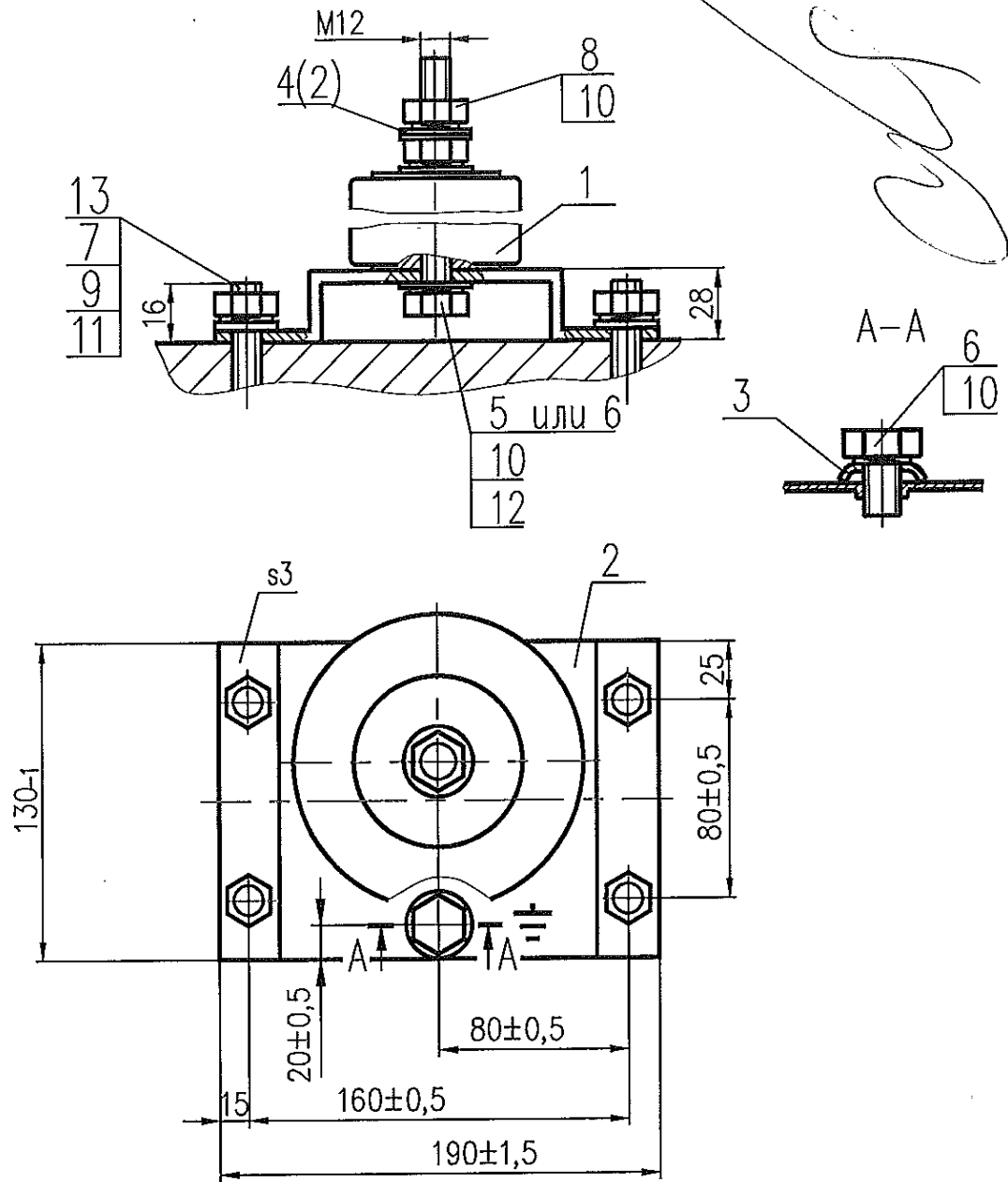
- 7 – гайка М10
 - 8 – гайка М12
 - 9 – шайба 10.65Г
 - 10 – шайба 12.65Г
 - 11 – шайба А 10х1
 - 12 – шпилька М12х65 (для КМЧ ?10)
 - 13 – шпилька М12х75 (для КМЧ ?4)
- Масса КМЧ не более 0,8 кг

Рисунок Б.4 Варианты с КМЧ ?4 и 10



185

ИВЕЖ.674361.016РЭ

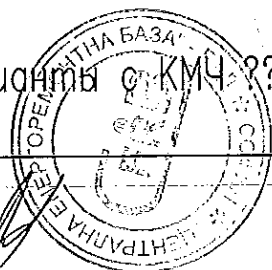


- 1 - ограничитель перенапряжений
- 2 - скоба
- 3 - скоба
- 4 - шайба
- 5 - болт M12x20 (для КМЧ ?11)
- 6 - болт M12x30 (для КМЧ ?5)

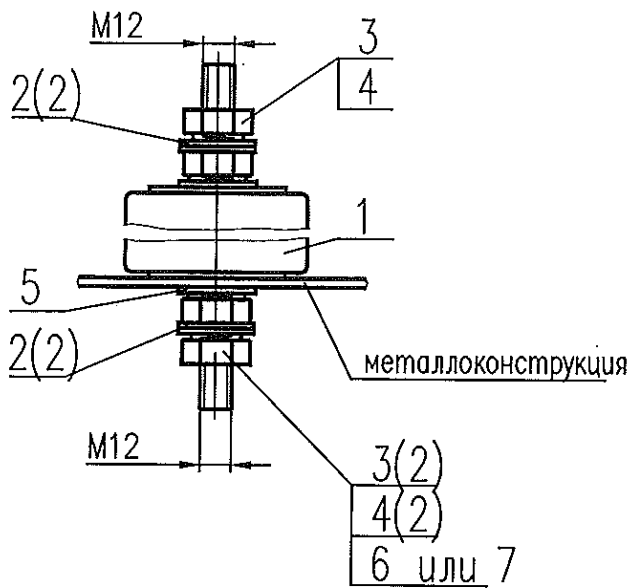
- 7 - гайка M8
- 8 - гайка M12
- 9 - шайба 8.65Г
- 10 - шайба 12.65Г
- 11 - шайба A8.x1
- 12 - шайба A12.x1
- 13 - болт M8 (не поставляется)

Масса КМЧ не более 0,91 кг

Рисунок Б.5 Варианты с КМЧ ?? 5, 11

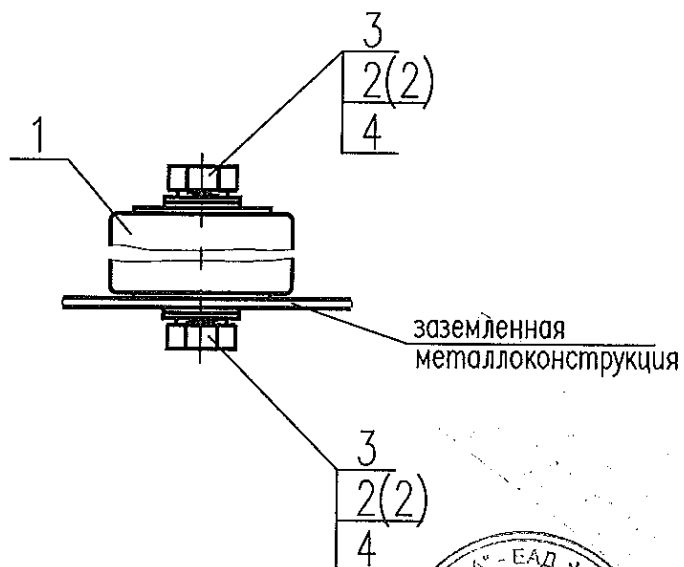


186



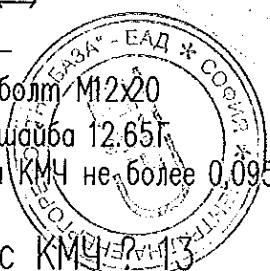
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 - ограничитель перенапряжений | 4 - шайба 12.65Г |
| 2 - шайба | 5 - шайба A12.x1 |
| 3 - гайка M12 | 6 - шпилька M12x65 (для КМЧ ?12) |
| | 7 - шпилька M12x75 (для КМЧ ?6) |
| | Масса КМЧ не более 0,15 кг |

Рисунок Б.6 Вариант с КМЧ ?? 6 и 12

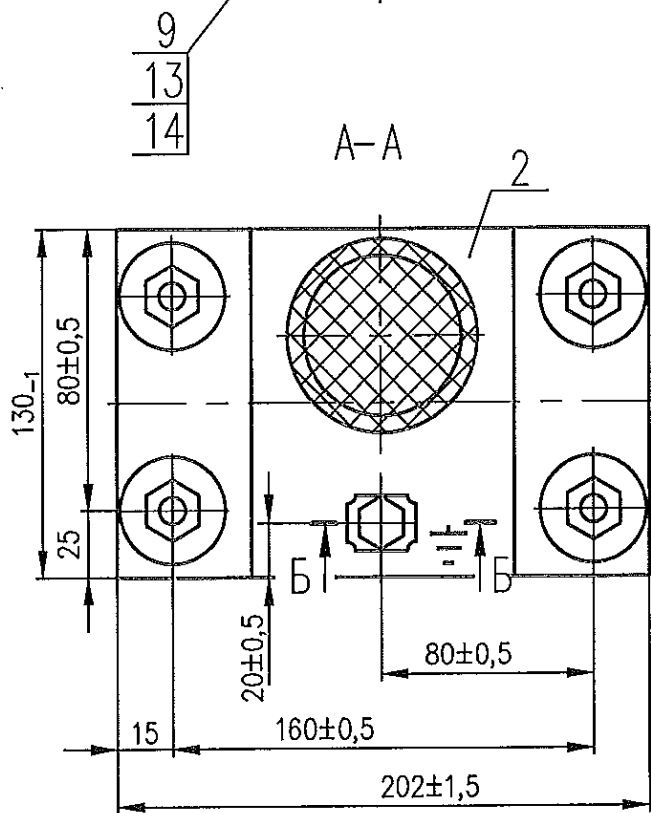
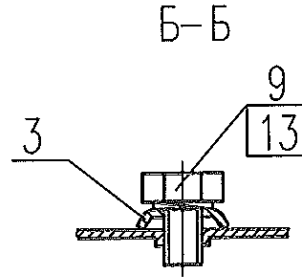
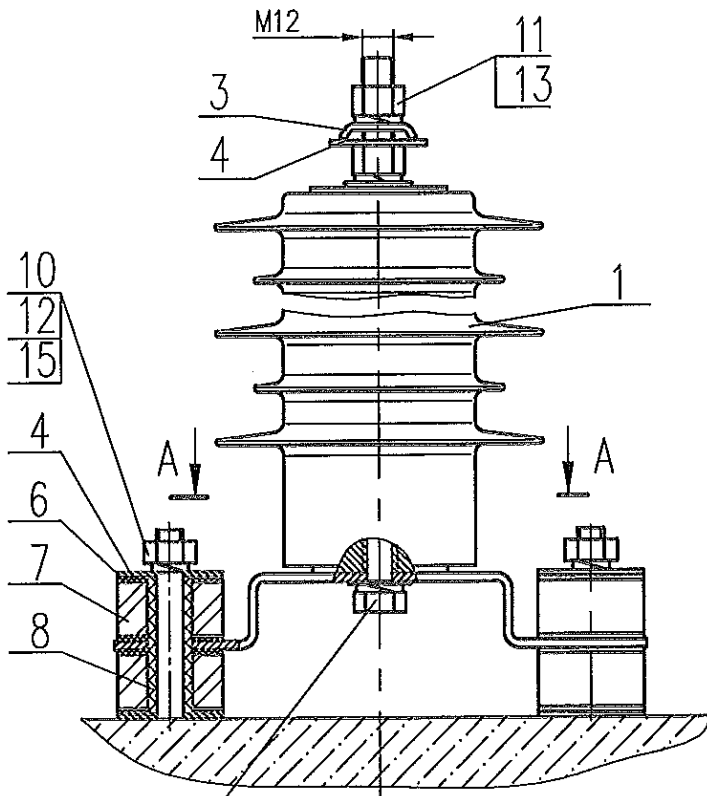


- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 - ограничитель перенапряжений | 3 - болт M12x20 |
| 2 - шайба | 4 - шайба 12.65Г |
| | Масса КМЧ не более 0,095 кг |

Рисунок Б.7 Вариант с КМЧ ?13



Handwritten signatures and marks at the bottom of the page, including a large signature on the left and the number '187' on the right.



- 1 – ограничитель перенапряжений
- 2 – скоба
- 3 – скоба
- 4 – шайба
- 6 – шайба изолирующая
- 7 – втулка
- 8 – трубка
- 9 – болт М12х20 для ОПН исполнения УХЛ
болт М12х30 для ОПН исполнения УХЛ1
- 10 – гайка М10
- 11 – гайка М12
- 12 – шайба 10.65Г
- 13 – шайба 12.65Г
- 14 – шайба 12х1
- 15 – анкерный болт М10
(с изделием не поставляется)

Масса КМЧ не более 1,5 кг

Рисунок Б.8 Вариант с КМЧ ? 14



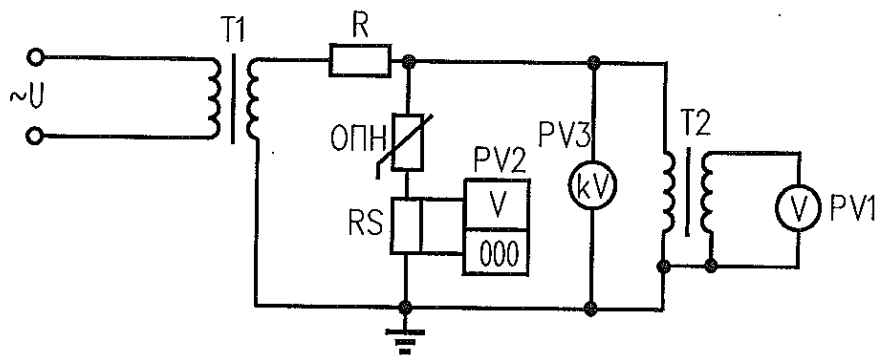
[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

188

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА ПРОВОДИМОСТИ



T1 – испытательный трансформатор НОМ-15 (НОМ-35)

T2 – измерительный трансформатор НОМ-15

RS – шунт тока С-5-5 1 Вт 1 кОм 0,05 %

PV1 – вольтметр 3545 (3515)

PV2 – цифровой вольтметр В7-40

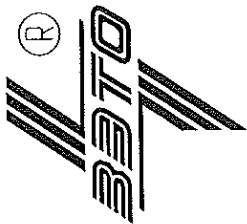
PV3 – киловольтметр С196

R – 50 кОм 10 Вт

Измерение высокого напряжения проводится киловольтметром (PV3) или измерительным трансформатором с вольтметром (T2 с PV1)



ЗАО «Завод электротехнического оборудования»



**ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ
НА КЛАССЫ НАПРЯЖЕНИЯ 15, 20 кВ**

Руководство по эксплуатации

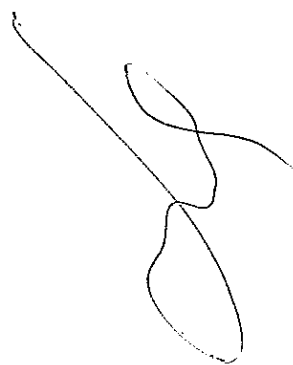
ИВЕЖ.674361.073 РЭ



Россия 182100
г. Великие Луки Псковской обл.
проспект Октябрьский, 79
телефоны: 3-80-52, 3-96-73
факс 5-30-87

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 Описание и работа | 2 |
| 2 Монтаж | 6 |
| 3 Техническое обслуживание | 8 |
| 4 Хранение | 8 |
| 5 Транспортирование | 8 |
| 6 Утилизация | 9 |
| 7 Приложение А | |
| Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса ограничителей | 10 |
| 8 Приложение Б | |
| Схема измерения тока проводимости ОПН | 11 |



191



Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения персоналом, работающим с ограничителями перенапряжений, и содержит описание ограничителей и их работы, указания использования по назначению, монтажу, техническому обслуживанию, хранению, транспортированию и утилизации.

К работе с ограничителями перенапряжений допускаются лица, знакомые с его устройством, принципом действия и прошедшие соответствующий инструктаж по вопросам техники безопасности.

1 Описание и работа

1.1 Ограничители перенапряжений типов: ОПН-П1-15/18,0/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/2 УХЛ1, ОПН-П1-15/18,0/10/3 УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/3 УХЛ1 предназначены для защиты изоляции электрооборудования соответственно на классы напряжения 15 и 20 кВ переменного тока промышленной частоты 50 Гц, работающего в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью, от коммутационных и атмосферных перенапряжений.

1.2 Ограничители перенапряжений предназначены для работы в условиях открытого воздуха при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С, что соответствует условиям, нормированным ГОСТ 15543.1-89, для климатического исполнения УХЛ категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

1.3 Расшифровка условного обозначения типа ограничителя перенапряжений:

0 - ограничитель

П - перенапряжений

Н - нелинейный

П - полимерная изоляция

1 - исполнение по установке - опорное

15/18,0; 20/24,0 — в числителе класс напряжения сети в киловольтах, в знаменателе наибольшее длительное допустимое рабочее напряжение в киловольтах;

10 — номинальный разрядный ток, в килоамперах;

2; 3 — класс пропускной способности ограничителя;

УХЛ - климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69

1 - категория размещения по ГОСТ 15150-69

1.4 Основные электрические характеристики

перенапряжений приведены в таблице 1.



Продолжение таблицы 1

| Наименование параметра | Норма | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | ОПН-П1 -15/18,0/10/2 УХЛ1 | ОПН-П1 -15/18,0/10/3 УХЛ1 | ОПН-П1 -20/24,0/10/2 УХЛ1 | ОПН-П1 -20/24,0/10/3 УХЛ1 |
| 10. Напряжение на ограничителе допустимое в течение времени, кВ _{действ.} *) | | | | |
| 1400 с (4 ч) | 20,7 19,2 | 20,7 19,3 | 27,6 25,6 | 27,6 25,7 |
| 1200с (20 мин.) | 22,8 22,2 | 23,4 22,1 | 30,4 29,6 | 31,1 29,5 |
| 10 с | 26,1 24,7 | 26,8 25,2 | 35,0 32,9 | 35,8 33,6 |
| 1 с | 27,7 26,1 | 28,4 26,8 | 37,0 34,8 | 37,9 35,8 |

*) В числителе – допустимое напряжение без предварительного токового нагружения, в знаменателе допустимое напряжение с предварительным нагружением двумя импульсами тока прямоугольной волны длительностью 2 000 мкс амплитудами по п. 8.1, промежуточные значения допустимых напряжений определяются экстраполяцией.

1.5 Внешняя изоляция ограничителей перенапряжений выдерживает напряжения, указанные в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование показателя | Нормированное значение | |
|--|-------------------------|-------------------------|
| | ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 |
| 1. Стандартный грозовой импульс (1,2/50 мкс), кВ | 95 | 125 |
| 2. Одноминутное напряжение промышленной частоты 50 Гц, кВ _{действ.} | 55 | 65 |
| в сухом состоянии | 38 | 50 |
| под дождем | | |

6 Утилизация

6.1 Ограничитель перенапряжений после окончания срока службы не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды и подлежит утилизации в общем порядке.

- паспорт на каждый ограничитель перенапряжений;
- руководство по эксплуатации – один экземпляр на партию ограничителей, отправляемых в один адрес.
Дополнительное количество руководства по эксплуатации поставляется за отдельную плату.

5

ИВЕЖ.674361.073 РЭ

1.14 Устройство и работа

1.14.1 Ограничители перенапряжений состоят из последовательно соединенных оксидно-цинковых варисторов и оболочек из волоконно-усиленной композитной структуры с нанесенным оребрением из кремнийорганической резины.

1.14.3 Для защиты от коррозии все наружные металлические детали ограничителей перенапряжений имеют защитное покрытие

1.14.4 Защитное действие ограничителей перенапряжений обусловлено тем, что при возникновении перенапряжения в сети через ограничитель протекает значительный импульсный ток вследствие высокой нелинейности варисторов, в результате чего, величина перенапряжения снижается.

1.15 Упаковка

1.15.1 Ограничители перенапряжений упаковываются в индивидуальные картонные коробки, затем в деревянные ящики или контейнеры, предохраняющие их от повреждений во время транспортирования и хранения.

Упаковка ограничителей перенапряжений выполнена в соответствии с ГОСТ 23216-78.

2 Монтаж

2.1 При монтаже ограничителей перенапряжений необходимо соблюдать требования межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок.

2.2 Перед монтажом ограничитель перенапряжений необходимо освободить от упаковки, проверить маркировку на соответствие заказа и комплектность на соответствие п.1.13 настоящего РЭ. Удалить консервационную смазку, тщательно осмотреть на отсутствие повреждений полимерной изоляции, нарушенной защитного покрытия крепежных деталей и табличек.

2.3 Ограничитель перенапряжений устанавливается только тогда, когда напряжение системы отключено и система заземлена.

2.4 Установку ограничителей перенапряжений на металлоконструкциях электроустановок должна осуществлять возможность случайного прикосновения обслуживающего персонала к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

2.5 Ограничи. перенапряжений устанавливается между фазой и землей, как можно ближе к защищаемому оборудованию.

Заземляющие проводники должны быть выполнены в соответствии с требованиями раздела 1 «Правил устройства электроустановок».

2.6 Подъем и перемещение ограничителей перенапряжений производить за верхний контактный вывод.

6

ИВЕЖ.674361.073РЭ

ВНИМАНИЕ! Не допускается брать ограничитель перенапряжений за ребра покрышки.

2.7 Перед монтажом потребителем могут быть проведены предмонтажные испытания путем измерения тока проводимости по схеме, приведенной в приложении Б.

2.7.1 Измерение тока проводимости проводить на чистых и сухих ограничителях при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 35 °С.

2.7.2 Измерение тока проводимости проводить путем приложения к зажимам ограничителя от испытательного трансформатора напряжения, равного наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению (Un.p.), указанному в п. 2 таблицы 1 настоящего РЭ.

Определение величины тока проводимости производить по закону Ома:

$$I = \frac{U}{R}$$

где: I – ток проводимости, А;

U – напряжение на шунте тока, В;

R – сопротивление шунта, Ом.

Значение тока проводимости, измеренное перед монтажом не должно превышать более, чем на 20% значения, измеренного на предприятии-изготовителе и приведенного в паспорте на изделие.

2.8 Перед монтажом должно быть измерено сопротивление ОПН. Измерение производится мегомметром на напряжение 2,5 кВ. Измеренное значение должно быть не менее 10 000 МОм.

2.9 Монтаж ограничителей производить в соответствии с приложением А. Ограничители перенапряжений монтировать на заземленной конструкции толщиной от 4 до 6 мм.

Ограничитель перенапряжений скобой 1 закрепить к металлоконструкции при помощи четырех болтов 4 с гайками 6 и шайбами 8, 10.

2.10 Токоведущий провод присоединить к верхнему контактному выводу ограничителя перенапряжений между скобой 2 и шайбой 3 с помощью гайки 7 и шайбы 9. При этом провод должен быть с небольшой слабной для исключения возможности опасного для ограничителя тяжения при низких температурах окружающего воздуха.

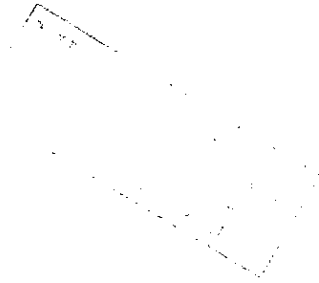
2.11 Заземляющий проводник присоединить к скобе 1 с помощью болта 5 с шайбами 9 и 11 с учетом требований «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)».

2.12 Рекомендуемый диаметр токоведущего и заземляющего проводов 5 мм.

2.13 После монтажа проверить правильность электрических соединений и затяжку болтовых соединений.

2.14 Наименьшие допустимые расстояния между ограничителями перенапряжений, от ограничителей перенапряжений до токоведущих и заземленных частей подстанции и от ограничителей перенапряжений до постоянных ограждений должны соответствовать указанным в «Правилах устройства электроустановок».

7



195

ИВЕЖ.674361.073 РЭ

Таблица 1

| Наименование параметра | Норма | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | ОПН-П1-15/18,0/10/2 УХЛ1 | ОПН-П1-15/18,0/10/3 УХЛ1 | ОПН-П1-20/24,0/10/2 УХЛ1 | ОПН-П1-20/24,0/10/3 УХЛ1 |
| | | | | |

| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| 1. Класс напряжения сети, кВ _{действ.} (действующее значение) | 15 | 15 | 20 | 20 |
| 2. Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение (Ун.р.), кВ _{действ.} | 18,0 | 24,0 | 24,0 | 24,0 |
| 3. Номинальное напряжение, Ун., кВ _{действ.} | 22,5 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| 4. Номинальный разрядный ток, кА | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 5. Классификационное напряжение промышленной частоты при амплитудном значении активной составляющей тока 3 мА, кВ _{действ.} , не менее | 23,2 | 31,4 | 30,3 | 30,3 |
| 6. Остающееся напряжение при волне импульсного тока 8/20 мкс, кВ, не более | 45,5 | 61,3 | 59,5 | 59,5 |
| с амплитудой 500 А | 54,0 | 72,0 | 66,5 | 66,5 |
| с амплитудой 5 000 А | 58,5 | 79,0 | 72,0 | 72,0 |
| с амплитудой 10 000 А | 64,0 | 86,8 | 81,0 | 81,0 |
| с амплитудой 20 000 А | | | | |
| 7. Остающееся напряжение при коммутационном импульсе тока 30/60мкс, кВ, не более | 43,2 | 58,5 | 58,0 | 58,0 |
| с амплитудой 125 А | 45,1 | 61,1 | 61,0 | 61,0 |
| с амплитудой 500 А | | | 64,6 | 64,6 |
| с амплитудой 1000 А | | | | |
| с амплитудой 2000 А | | | | |
| 8. Токовая пропускная способность, количество воздействий: | | | | |
| 8.1 при прямоугольной волне тока длительностью 2 000 мкс, | 20 | 20 | 20 | 20 |
| амплитудой 550 А | | | | |
| амплитудой 850 А | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 8.2 при волне импульсного тока 8/20 мкс, 10 кА | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 8.3 при импульсе большого тока 4/10 мкс, 100 кА | | | | |
| 9. Удельная энергоемкость (одного прямоугольного импульса тока длительностью 2000 мкс (амплитудой по п. 8.1), кДж/кВ·Ун.р. | 2,8 | 4,8 | 2,8 | 4,8 |

3



196

Транспортные средства должны производиться с соблюдением всех мер предосторожности при перевозке бьющихся грузов.

Во время транспортирования и погрузо-разгрузочных работ обеспечить полную сохранность упаковки.

8

ИВЕЖ.674361.073 РЭ

1.6 Длина пути утечки внешней изоляции ограничителей перенапряжений:

- на класс напряжения 15 кВ – не менее 63 см;
- на класс напряжения 20 кВ – не менее 86 см;

1.7 Ограничители перенапряжений трекинготстойкие и предназначены для эксплуатации в районах с I, II, III, IV степенью загрязнения по ГОСТ 9920-89.

1.8 Конструкция ограничителей перенапряжений взрывобезопасна. Ограничители при коротком замыкании внутри аппарата выдерживают без взрывного разрушения воздействие тока короткого замыкания 20 кА_{действ.} при времени воздействия 0,2 с и воздействие тока короткого замыкания 800 А_{действ.} при времени воздействия 2 с.

1.9 Надежность ограничителей перенапряжений характеризуется показателями:

- установленный с вероятностью 0,98 срок службы – 30 лет;
- допустимый срок сохранения с момента изготовления и до ввода в эксплуатацию – 3 года;
- гарантийный срок эксплуатации – 5 лет с момента ввода в эксплуатацию, но не более 7 лет со дня отгрузки их с предприятия-изготовителя.

1.10 Ограничители перенапряжений выдерживают суммарную механическую нагрузку не менее 330 Н от напора ветра со скоростью 40 м/с без гололеда или 15 м/с при толщине стенки льда 20 мм и от тяжения проводов в горизонтальном направлении.

1.11 Ограничители перенапряжений выдерживают механические нагрузки от вибрации по группе механического исполнения М6 ГОСТ 17516.1-90.

1.12 Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса ограничителей перенапряжений не более приведенных в приложении А.

1.13 Состав изделия

1.13.1 Ограничитель.

1.13.2 Комплект монтажных частей согласно таблице 3.

Таблица 3

| Поз. на рис. А.1 | Наименование | Количество, шт. | Масса, кг |
|------------------|---|-----------------|-----------|
| 4 | Болт М 10 х 6g х 40.36.ТД.Ц.25.фос ГОСТ 7798-70 | 4 | 0,014 |
| 6 | Гайка М 10-6Н5.ТД.Ц.25.фос ГОСТ 5915-70 | 4 | 0,04 |
| 8 | Шайба 10.65Г.0115 ГОСТ 6402-70 | 4 | 0,008 |
| 10 | Шайба А 10 х 1 ТД.Ц.20.фос ГОСТ 11371-78 | 4 | 0,007 |

1.13.3 Эксплуатационные документы:

9

ИВЕЖ.674361.073 РЭ

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 Ограничители перенапряжений не подлежат ремонту эксплуатирующими организациями и не требуют профилактических испытаний в процессе эксплуатации.

3.1.2 Техническое обслуживание заключается в проведении профилактических осмотров.

3.1.3 Профилактические осмотры ограничителей перенапряжений проводить в сроки, установленные для остального оборудования.

При проведении профилактического осмотра ограничителей перенапряжений проверить отсутствие повреждений полимерной изоляции и металлической арматуры, нарушений защитного покрытия крепежных деталей.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 При проведении профилактического осмотра соблюдать требования по технике безопасности, изложенные в разделе 2 настоящего РЭ.

4 Хранение

4.1 Упакованные или распакованные ограничители перенапряжений должны храниться в условиях, предохраняющих их от механических повреждений.

Условия хранения ограничителей перенапряжений при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С в неоттапливаемых помещениях, что соответствует условиям хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

4.2 При хранении более двух лет не реже одного раза в год производить переосервацию табличек и крепежных деталей.

Переосервацию производить в следующем порядке:

- удалить заводскую смазку
- обезжирить протиркой чистой ветошью, смоченной в бензине-индустриальном
- просушить
- нанести защитную смазку (ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74) равномерным слоем

5 Транспортирование

5.1 Транспортирование производится различными видами транспорта в соответствии с условиями транспортирования в части воздействия механических факторов Ж-по ГОСТ-23216-78.

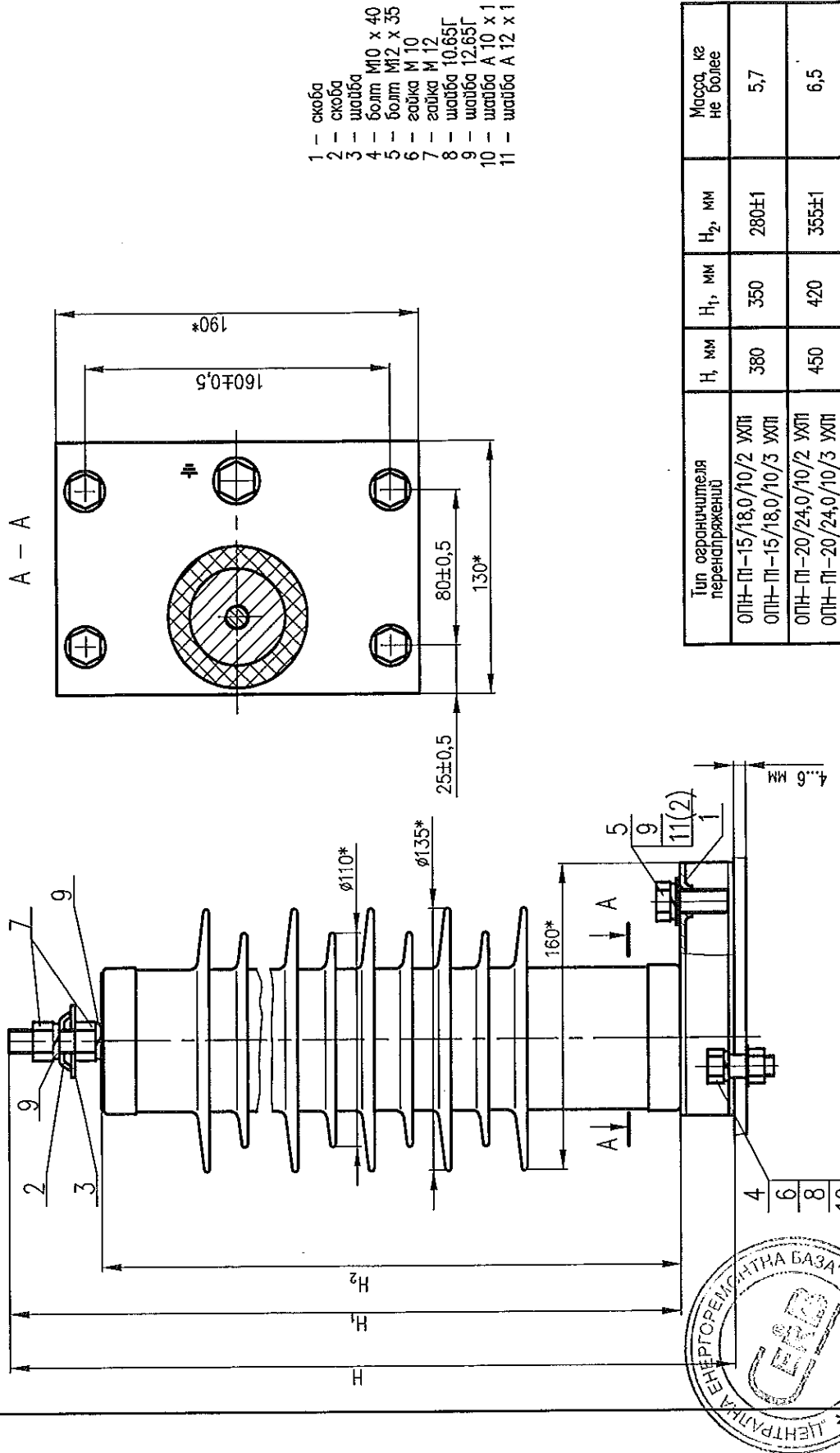


197

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИВЕЖ674361.073 РЭ

ГАБАРИТНЫЕ, УСТАНОВОЧНЫЕ, ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ И МАССА ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ



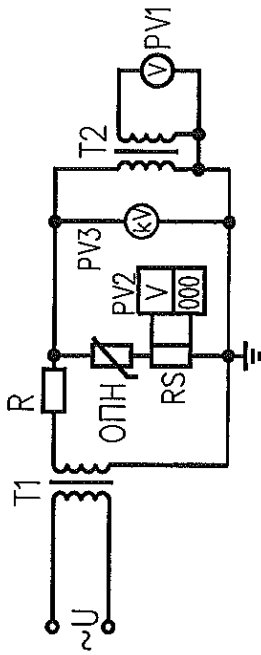
- 1 — скоба
- 2 — скоба
- 3 — шайба М10 x 40
- 4 — болт М12 x 35
- 5 — гайка М10
- 6 — гайка М12
- 7 — шайба 10.65Г
- 8 — шайба 12.65Г
- 9 — шайба А 10 x 1
- 10 — шайба А 12 x 1
- 11 — шайба А 12 x 1

Рисунок А1 Ограничители перенапряжений на классы напряжения 15 и 20 кВ

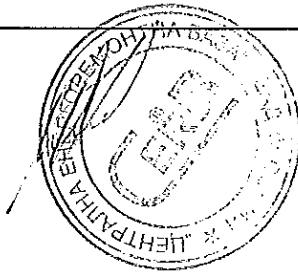


ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА ПРОВОДИМОСТИ



- T1 – испытательный трансформатор НОМ–35
- T2 – измерительный трансформатор НОМ–35
- RS – шунт тока С-5–5 1Вт 1кОм ±0,05 %
- PV1 – вольтметр 3545 (3515)
- PV2– цифровой вольтметр В7–40
- PV3 – киловольтметр С196
- R – 50кОм 10Вт



661



**ЗАВОД ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**

Октябрьский проспект, 79, г. Великие Луки, Псковская обл., Россия, 182100

Аттестаты аккредитации : № РОСС RU.0001.22MB05
№ ССФЖТ RU.01ЖТ.12ЦЭ.00201

Исполнительный директор по
испытаниям и исследованиям -
начальник испытательного

на основании чл. 2 от ЗЗЛД

Д.В.
ИМИЛИЯ

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 02-3/1-12-83-2013

от "04 " марта 20 13 г.

Ограничители перенапряжений нелинейные на классы
напряжения от 3 до 35 кВ с полимерной внешней
изоляцией

Накладная № 14054 и №14071 от 19.10.2012 г.

Объект испытаний:

Процедура отбора:

Заказчик испытаний:

**Вид испытаний, документ,
на соответствии которому
проводились испытания:**

ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки

Периодические испытания на соответствие требова-
ниям ТУ 3414-001-00468683-93

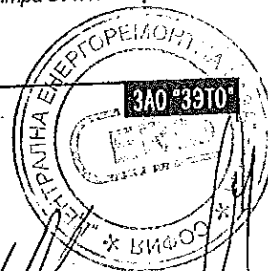
Место проведения испытаний: ИЦ ЗАО «ЗЭТО»

Дата проведения испытаний: ноябрь 2012

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Описание объекта испытаний | 2 |
| 2 Цель испытаний | 2 |
| 3 Программа испытаний | 2 |
| 4 Условия испытаний | 3 |
| 5 Испытательное оборудование и средства измерений, используемые при испытаниях, их характеристики | 3 |
| 6 Результаты испытаний | 4 |
| 7 Выводы | 30 |
| 8 Заключение | 30 |
| Приложения | 31 |

Протокол распространяется только на изделия прошедшие испытания.
Частичная перепечатка и передача протокола без разрешения испытательного центра ЗАПРЕЩАЕТСЯ.



1 Описание объекта испытаний

Испытаниям и проверке в объеме ТУ подвергалась партия ограничителей, секций ограничителей и варисторов в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1.

| № п/п | Тип объекта испытаний | Обозначение конструкторского документа | Количество | Зав. номера |
|-------|---|--|------------|-----------------------------|
| 1 | ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.016 | 6 | 859,860,865, 868,879,880 |
| 2 | ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.074 | 3 | 1-3 |
| 3 | ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.077 | 3 | 14,20,263 |
| 4 | ОПН-П1-35/40,5/10/3УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.077-02 | 3 | 26,261,262 |
| 5 | Секция ОПН-П1-35/44,0/10/3 | ВИЛЕ.434122.045 | 6 | 1-6 |
| 6 | Секция ОПН-П1-35/40,5/10/2 | ВИЛЕ.434122.045 | 6 | 1-6 |
| | Секция ОПН-П1-20/24,0/10/3 | ВИЛЕ.434122.047 | 6 | 1-6 |
| 7 | Секция ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 (варистор GСЕС Ø60) | ВИЛЕ.674361.066 | 6 | 1-6 |
| 8 | Секция ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 (варистор Еrcos Ø48) | ВИЛЕ.674361.066 | 6 | 1-6 |
| 9 | Варисторы фирмы GСЕС Ø60 | - | 6 | - |
| 10 | Варисторы фирмы Еrcos Ø48 | - | 6 | - |
| 11 | Варисторы фирмы Еrcos Ø58 | - | 6 | - |

2 Цель испытаний

Целью испытаний является проверка соответствия ограничителей перенапряжений требованиям ТУ 3414-001-00468683-93.

3 Программа испытаний

Программа испытаний приведена в таблице 2.

Таблица 2.

| № п.п. | Вид испытаний или проверок |
|--------|---|
| 1 | Проверка внешним осмотром |
| 2 | Проверка классификационного напряжения |
| 3 | Проверка остающегося напряжения при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс |
| 4 | Проверка остающегося напряжения при грозовом импульсе тока 8/20 мкс |
| 5 | Проверка остающегося напряжения при импульсе тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА |
| 6 | Проверка пропускной способности при воздействии прямоугольной волны тока длительностью 2000 мкс |
| 7 | Рабочие испытания |
| 8 | Проверка герметичности |
| 9 | Испытание на термомеханическую прочность |

201

4 Условия испытаний

Испытания проводились в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150:

- температура – от 20 до 25 °С;
- атмосферное давление – от 960 до 1005 гПа;
- относительная влажность – от 60 до 80 %.

5 Испытательное оборудование и средства измерений, используемые при испытаниях, их характеристики

Испытательное оборудование и средства измерений, применявшиеся при проведении испытаний, приведены в таблице 3.

Таблица 3.

| Вид испытаний (по № пункта табл.2) | Испытательное оборудование, номер протокола периодической аттестации, дата окончания срока аттестации | Средства измерений, точностные характеристики |
|------------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 4, 5, 6, 7 | Стенд рабочих испытаний ОПН ВИС-1, протокол аттестации № 562 до 28.09.2015 г. | 1) Делитель напряжения ДИН-25, погрешность измерения не более 1 %, аттестован до 10.2013 г. 2) Делитель напряжения ДН-6 № 1, погрешность измерения не более 1 %, аттестован до 09.2013 г. 3) Осциллограф GDS-830 № B220584, аттестован до 09.2013 г. 4) Вольтметр GDM-8245 № 130296, аттестован до 09.2013 г. |
| 2, 7, 9 | Стенд испытаний напряжением промышленной частоты до 35 кВ и выпрямленным напряжением до 15 кВ ВИЛЕ.441324.007, протокол аттестации № 99 до 21.03.2013 г. | 1) Осциллограф GOS-620 № B920887, погрешность измерения 3 %, аттестован до 09.2013 г. 2) Вольтметр В7-40 № 061892, погрешность измерения 0,5 %, аттестован до 09.2013 г. 3) Термомпара ХК № 1, аттестована до 04.2013 г. |
| 3, 4 | Стенд для измерения остающегося напряжения ВИЛЕ.441324.006, протокол аттестации №329, до 13.06.2013 г. | 1) Осциллограф GDS-820s № D220443, аттестован до 09.2013 г. 2) Шунт тока ШКИ-65 № 861, аттестован до 09.2014 г. 3) Делитель напряжения УДНЭ РИСВН-35 № 2, погрешность измерения 1 %, аттестован до 10.2013 г. |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 |
|------|--|--|
| 2,9 | Одиночный трансформатор 350 кВ мощностью 350 кВА каскада испытательных трансформаторов 700 кВ, аттестован до 20.02.2013 г. | 1) Микровольтметр SMV-11, аттестован до 08.2013 г. 2) Рабочая измерительная система до 700 кВ РИСВН-700, аттестована до 22.02.2013 г. |
| 9 | Камера тепла и холода TV-1000 № 104872, аттестована до 12.04.2013 г. | |
| 1, 9 | | Металлическая линейка ГОСТ 427 с ценой деления 1 мм, аттестована до 09.2013 г. Штангенциркуль № 2671, аттестован до 09.2013 г. Весы С4-50 А, цена деления 20 г, калибровка до 11.2013 г. |

6 Результаты испытаний

6.1. Испытания по п. 1 табл. 2 программы проводились по методике п. 4.5 ТУ 3414-001-00468683-93.

Ограничители соответствуют комплекту конструкторской документации в части комплектности, наличия маркировочных данных.

Транспортная тара и упаковка соответствуют конструкторской документации на тару и упаковку. Фотографии ограничителей приведены в приложении 1.

6.2. Испытания по п. 2 табл. 2 проводились по методике п. 5.7 ТУ 3414-001-00468683-93.

Результаты измерений приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Тип ОПН | Номер ОПН | Классификационное напряжение, кВ дейст. | |
|--------------------------|-----------|---|-----------------|
| | | Измеренное | Норма, не менее |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ОПН-П1-10/12,0/10/2 УХЛ1 | 859 | 16,2 | 15,1 |
| | 860 | 16,2 | |
| | 865 | 16,2 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3 УХЛ1 | 1 | 33,4 | 30,3 |
| | 2 | 33,5 | |
| | 3 | 33,5 | |

203

Продолжение таблицы 4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|-----|------|------|
| ОПН-П1-35/40,5/10/2 УХЛ1 | 14 | 54,6 | 51,4 |
| | 20 | 54,6 | |
| | 263 | 54,5 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/3 УХЛ1 | 26 | 54,2 | 51,4 |
| | 261 | 54,6 | |
| | 262 | 54,3 | |

6.3. Проверка остающегося напряжения ОПН на соответствие п. 3, 4, 5 таблицы 2 проводилась по методике п. 5.6, 5.8, 5.9 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.3.1. Проверка остающегося напряжения ОПН 3, 6, 10, 15, 20 и 35 кВ 2-го класса пропускной способности (варисторы фирмы GСЕС Ø60).

6.3.1.1. Измерение остающихся напряжений проводилось на секциях № 1, 2, 3. Результаты измерений остающихся напряжений при приложении грозовых импульсов тока 8/20 мкс приведены в таблице 5.

Таблица 5.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 8/20 мкс, кВ, при токе | | | |
|--------------|--|------|-------|-------|
| | 500 А | 5 кА | 10 кА | 20 кА |
| 1 | 9,04 | 10,4 | 11,05 | 12,0 |
| 2 | 9,04 | 10,4 | 11,1 | 12,0 |
| 3 | 9,04 | 10,4 | 11,1 | 12,0 |

Результаты измерений остающихся напряжений при приложении импульсов тока 30/60 мкс и 1/10 мкс приведены в таблице 6.

Таблица 6.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 30/60 мкс, кВ, при токе | | Остающееся напряжение при приложении импульса тока 1/10 мкс, 10 кА, кВ |
|--------------|---|-------|--|
| | 125 А | 500 А | |
| 1 | 8,48 | 8,8 | 12,0 |
| 2 | 8,48 | 8,8 | 12,0 |
| 3 | 8,48 | 8,8 | 12,0 |

6.3.1.2. Для каждой испытуемой секции определены масштабные коэффициенты (K_1 , K_2 , K_3) по методике п. 5.6 ТУ 3414-001-00468683-93.

$$K_1 = \frac{U_{5000}}{U_{ком.с}}; \quad K_2 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}}; \quad K_3 = \frac{U_{20000}}{U_{ком.с}}$$



где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А (указано в табл. 5);

$U_{5000}, U_{10000}, U_{20000}$ – остающееся напряжение секций при соответствующих токах (указано в табл. 5).

В результате вычислений получаем:

$K_1=1,15; K_2=1,22; K_3=1,33$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 8/20 мкс приведены в табл. 7.

Таблица 7.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 8/20 мкс | | | | | | |
|----------------------------|--|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 500 А | 5000 А | | 10000 А | | 20000 А | |
| | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1(2) | 7,5 | 8,63 | 8,9 | 9,15 | 9,65 | 9,98 | 10,5 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1(2) | 8,25 | 9,49 | 9,8 | 10,07 | 10,5 | 10,97 | 11,6 |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1(2) | 8,9 | 10,24 | 10,6 | 10,86 | 11,5 | 11,84 | 12,5 |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1(2) | 15,0 | 17,25 | 17,7 | 18,30 | 19,3 | 19,95 | 21,0 |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1(2) | 16,5 | 18,98 | 19,6 | 20,13 | 21,0 | 21,95 | 23,2 |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1(2) | 17,25 | 19,84 | 20,4 | 21,05 | 22,0 | 22,94 | 24,1 |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1(2) | 17,8 | 20,47 | 21,2 | 21,72 | 22,9 | 23,67 | 25,0 |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1(2) | 26,25 | 30,19 | 31,0 | 32,03 | 33,5 | 34,91 | 36,9 |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1(2) | 28,8 | 33,12 | 34,0 | 35,14 | 36,8 | 38,30 | 40,4 |
| ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1(2) | 29,8 | 34,27 | 36,0 | 36,36 | 38,0 | 39,63 | 42,0 |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 45,5 | 52,33 | 54,0 | 55,51 | 58,5 | 60,52 | 64,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 61,3 | 70,50 | 72,0 | 74,79 | 79,0 | 81,53 | 86,8 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 101,3 | 116,5 | 118,0 | 123,6 | 127,0 | 134,7 | 142,1 |
| ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 | 110,0 | 126,5 | 128,0 | 134,2 | 138,0 | 146,3 | 154,4 |

6.3.1.3. Для расчета остающегося напряжения при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс по методике п. 5.8 ТУ 3414-001-00468683-93 определяем масштабные коэффициенты (K_4, K_5).

$$K_4 = \frac{U_{125}}{U_{ком.с}}; K_5 = \frac{U_{500}}{U_{ком.с}}$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А, 8/20 мкс (указано в табл. 5);

U_{125}, U_{500} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при соответствующих токах 30/60 мкс (указано в табл. 6).

В результате вычислений получаем:

$K_4=0,938; K_5=0,97$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от "04" 03 2013 г.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс приведены в табл. 8.

Таблица 8.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 30/60 мкс | | | |
|----------------------------|---|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 125 А | | 500 А | |
| | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1(2) | 7,04 | 7,1 | 7,28 | 7,4 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1(2) | 7,74 | 7,8 | 8,00 | 8,15 |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1(2) | 8,35 | 8,4 | 8,63 | 8,75 |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1(2) | 14,07 | 14,2 | 14,55 | 14,8 |
| ОПН-П1-6/6,3/10/2УХЛ1(2) | 15,48 | 15,5 | 16,01 | 16,3 |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1(2) | 16,18 | 16,3 | 16,73 | 17,0 |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1(2) | 16,70 | 16,7 | 17,27 | 17,5 |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1(2) | 24,62 | 25,0 | 25,46 | 26,0 |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1(2) | 27,01 | 27,1 | 27,94 | 28,4 |
| ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1(2) | 27,95 | 28,2 | 28,91 | 29,3 |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 42,68 | 43,2 | 44,14 | 45,1 |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 57,50 | 58,5 | 59,46 | 61,1 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 95,0 | 96,0 | 98,3 | 100,0 |
| ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 | 103,2 | 104,3 | 106,7 | 108,6 |

6.3.1.4. Для расчета остающегося напряжения при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА по методике п. 5.9 ТУ 3414-001-00468683-93 определяем масштабный коэффициент K_6 .

$$K_6 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}};$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А, 8/20 мкс (указано в табл. 5);

U_{10000} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 10 кА, 1/10 мкс (указано в табл. 6).

В результате вычислений получаем: $K_6 = 1,33$.

Взят наибольший из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА приведены в табл. 9.

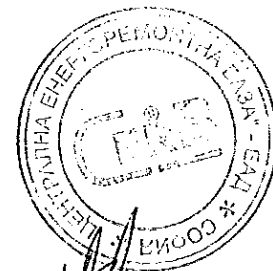


Таблица 9.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 1/10 мкс, 10 кА | |
|----------------------------|---|-----------------------|
| | на ОПН (расч.) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1(2) | 9,98 | 11,2 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1(2) | 10,97 | 12,2 |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1(2) | 11,84 | 13,4 |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1(2) | 19,95 | 22,4 |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1(2) | 21,95 | 24,4 |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1(2) | 22,94 | 25,5 |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1(2) | 23,67 | 26,6 |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1(2) | 34,91 | 38,9 |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1(2) | 38,30 | 42,5 |
| ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1(2) | 39,63 | 44,0 |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 60,52 | 62,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 81,53 | 82,0 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 134,73 | 135,0 |
| ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 | 146,30 | 160,0 |

6.3.2. Проверка остающегося напряжения ОПН 3, 6, 10, 15, 20 и 35 кВ 2-го класса пропускной способности (варисторы фирмы Epcos Ø48).

6.3.2.1. Измерение остающихся напряжений проводилось на секциях № 1, 2, 3. Результаты измерений остающихся напряжений при приложении грозовых импульсов тока 8/20 мкс приведены в таблице 10.

Таблица 10.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 8/20 мкс, кВ, при токе | | | |
|--------------|--|-------|-------|-------|
| | 500 А | 5 кА | 10 кА | 20 кА |
| 1 | 9,76 | 11,12 | 12,2 | 13,68 |
| 2 | 9,76 | 11,2 | 12,2 | 13,65 |
| 3 | 9,84 | 11,2 | 12,3 | 13,70 |

Результаты измерений остающихся напряжений при приложении импульсов тока 30/60 мкс и 1/10 мкс приведены в таблице 11.

Таблица 11.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 30/60 мкс, кВ, при токе | | Остающееся напряжение при приложении импульса тока 1/10 мкс, 10 кА, кВ |
|--------------|---|-------|--|
| | 125 А | 500 А | |
| 1 | 9,0 | 9,45 | 12,8 |
| 2 | 9,0 | 9,45 | 12,8 |
| 3 | 9,0 | 9,46 | 12,9 |

208

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от "04" 03 2013 г.

6.3.2.2. Для каждой испытываемой секции определены масштабные коэффициенты (K_1, K_2, K_3) по методике п. 5.6 ТУ 3414-001-00468683-93.

$$K_1 = \frac{U_{5000}}{U_{ком.с}}; \quad K_2 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}}; \quad K_3 = \frac{U_{20000}}{U_{ком.с}};$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А (указано в табл. 10);

$U_{5000}, U_{10000}, U_{20000}$ – остающееся напряжение секций при соответствующих токах (указано в табл. 10).

В результате вычислений получаем:

$K_1=1,147; K_2=1,25; K_3=1,4$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 8/20 мкс приведены в табл. 12.

Таблица 12.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 8/20 мкс | | | | | | | |
|----------------------------|--|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|--|
| | 500 А | | 5000 А | | 10000 А | | 20000 А | |
| | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | |
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1(2) | 7,5 | 8,60 | 8,9 | 9,38 | 9,65 | 10,50 | 10,5 | |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1(2) | 8,25 | 9,46 | 9,8 | 10,31 | 10,5 | 11,55 | 11,6 | |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1(2) | 8,9 | 10,21 | 10,6 | 11,13 | 11,5 | 12,46 | 12,5 | |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1(2) | 15,0 | 17,21 | 17,7 | 18,75 | 19,3 | 21,00 | 21,0 | |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1(2) | 16,5 | 18,93 | 19,6 | 20,63 | 21,0 | 23,10 | 23,2 | |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1(2) | 17,25 | 19,79 | 20,4 | 21,56 | 22,0 | 24,15 | 24,1 | |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1(2) | 17,8 | 20,42 | 21,2 | 22,25 | 22,9 | 24,92 | 25,0 | |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1(2) | 26,25 | 30,11 | 31,0 | 32,81 | 33,5 | 36,75 | 36,9 | |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1(2) | 28,8 | 33,03 | 34,0 | 36,00 | 36,8 | 40,32 | 40,4 | |
| ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1(2) | 29,8 | 34,18 | 36,0 | 37,25 | 38,0 | 41,72 | 42,0 | |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 45,5 | 52,19 | 54,0 | 56,88 | 58,5 | 63,70 | 64,0 | |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 61,3 | 70,31 | 72,0 | 76,63 | 79,0 | 85,82 | 86,8 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 101,3 | 116,2 | 118,0 | 126,63 | 127,0 | 141,8 | 142,1 | |
| ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 | 110,0 | 126,2 | 128,0 | 137,50 | 138,0 | 154,0 | 154,4 | |

6.3.2.3. Для расчета остающегося напряжения при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс по методике п. 5.8 ТУ 3414-001-00468683-93 определяем масштабные коэффициенты (K_4, K_5).

$$K_4 = \frac{U_{125}}{U_{ком.с}}; \quad K_5 = \frac{U_{500}}{U_{ком.с}};$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А, 8/20 мкс (указано в табл. 10);



Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от " 04 " 03 20 13 г.

U_{125} , U_{500} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при соответствующих токах 30/60 мкс (указано в табл. 11).

В результате вычислений получаем:

$K_4 = 0,922$; $K_5 = 0,968$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс приведены в табл. 13.

Таблица 13.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 30/60 мкс | | | |
|----------------------------|---|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 125 А | | 500 А | |
| | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1(2) | 6,92 | 7,1 | 7,26 | 7,4 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1(2) | 7,61 | 7,8 | 7,99 | 8,15 |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1(2) | 8,21 | 8,4 | 8,62 | 8,75 |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1(2) | 13,83 | 14,2 | 14,52 | 14,8 |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1(2) | 15,21 | 15,5 | 15,97 | 16,3 |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1(2) | 15,90 | 16,3 | 16,70 | 17,0 |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1(2) | 16,41 | 16,7 | 17,23 | 17,5 |
| ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1(2) | 24,20 | 25,0 | 25,41 | 26,0 |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1(2) | 26,55 | 27,1 | 27,88 | 28,4 |
| ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1(2) | 27,48 | 28,2 | 28,85 | 29,3 |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 41,95 | 43,2 | 44,04 | 45,1 |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 56,52 | 58,5 | 59,34 | 61,1 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 93,4 | 96 | 98,1 | 100 |
| ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 | 101,4 | 104,3 | 106,5 | 108,6 |

6.3.2.4. Для расчета остающегося напряжения при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА по методике п. 5.9 ТУ 3414-001-00468683-93 определяем масштабный коэффициент K_6 .

$$K_6 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}};$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А, 8/20 мкс (указано в табл. 10);

U_{10000} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 10 кА, 1/10 мкс (указано в табл. 11).

В результате вычислений получаем: $K_6 = 1,31$.

Взят наибольший из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА приведены в табл. 14.

Таблица 14.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 1/10 мкс, 10 кА | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| | на ОПН (расч.) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-3/3,0/10/2УХЛ1(2) | 9,83 | 11,2 |
| ОПН-П1-3/3,3/10/2УХЛ1(2) | 10,81 | 12,2 |
| ОПН-П1-3/3,6/10/2УХЛ1(2) | 11,66 | 13,4 |
| ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1(2) | 19,65 | 22,4 |
| ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1(2) | 21,62 | 24,4 |
| ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1(2) | 22,60 | 25,5 |
| ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1(2) | 23,32 | 26,6 |
| ОПН-П1-10/10, 5/10/2УХЛ1(2) | 34,39 | 38,9 |
| ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1(2) | 37,73 | 42,5 |
| ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1(2) | 39,04 | 44,0 |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 59,61 | 66,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 80,30 | 88,0 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 132,70 | 135,0 |
| ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 | 144,10 | 160,0 |

6.3.3. Проверка остающегося напряжения ОПН 15, 20 и 35 кВ 3-го класса пропускной способности (варисторы фирмы Ersos Ø58).

6.3.3.1. Измерение остающихся напряжений проводилось на секциях № 1, 2, 3. Результаты измерений остающихся напряжений при приложении грозовых импульсов тока 8/20 мкс приведены в таблице 15.

Таблица 15.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 8/20 мкс, кВ, при токе | | | |
|--------------|--|------|-------|-------|
| | 500 А | 5 кА | 10 кА | 20 кА |
| 1 | 8,5 | 9,4 | 10,1 | 11,4 |
| 2 | 8,5 | 9,4 | 10,1 | 11,4 |
| 3 | 8,5 | 9,4 | 10,1 | 11,4 |

Результаты измерений остающихся напряжений при приложении импульсов тока 30/60 мкс и 1/10 мкс приведены в таблице 16.

Таблица 16.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 30/60 мкс, кВ, при токе | | | Остающееся напряжение при приложении импульса тока 1/10 мкс, 10 кА, кВ |
|--------------|---|-------|-------|--|
| | 500А | 1000А | 2000А | |
| 1 | 8,1 | 8,4 | 8,94 | 11,5 |
| 2 | 8,1 | 8,4 | 8,94 | 11,5 |
| 3 | 8,1 | 8,4 | 8,94 | 11,48 |

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от " 04 " 03 20 13 г.

6.3.3.2. Для каждой испытуемой секции определены масштабные коэффициенты (K_1 , K_2 , K_3) по методике п. 5.6 ТУ 3414-001-00468683-93.

$$K_1 = \frac{U_{5000}}{U_{\text{ком.с}}}; \quad K_2 = \frac{U_{10000}}{U_{\text{ком.с}}}; \quad K_3 = \frac{U_{20000}}{U_{\text{ком.с}}};$$

где: $U_{\text{ком.с}}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А (указано в табл. 15);

U_{5000} , U_{10000} , U_{20000} – остающееся напряжение секций при соответствующих токах (указано в табл. 15).

В результате вычислений получаем:

$K_1=1,106$; $K_2=1,19$; $K_3=1,34$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 8/20 мкс приведены в табл. 17.

Таблица 17.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 8/20 мкс | | | | | | |
|-------------------------|--|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 500 А | 5000 А | | 10000 А | | 20000 А | |
| | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более | на ОПН (расч) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-15/18/10/ЗУХЛ1 | 45,1 | 49,9 | 50,0 | 53,7 | 54,0 | 60,4 | 61,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/ЗУХЛ1 | 59,5 | 65,8 | 66,5 | 70,8 | 72,0 | 79,7 | 81,0 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/ЗУХЛ1 | 97,6 | 107,9 | 112,5 | 116,1 | 121,5 | 130,8 | 137,0 |
| ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 | 106,0 | 117,2 | 122,0 | 126,1 | 132,0 | 142,0 | 148,0 |

6.3.3.3. Для расчета остающегося напряжения при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс по методике п. 5.8 ТУ 3414-001-00468683-93 определяем масштабные коэффициенты (K_4 , K_5 , K_6).

$$K_4 = \frac{U_{500}}{U_{\text{ком.с}}}; \quad K_5 = \frac{U_{1000}}{U_{\text{ком.с}}}; \quad K_6 = \frac{U_{2000}}{U_{\text{ком.с}}};$$

где: $U_{\text{ком.с}}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А, 8/20 мкс (указано в табл. 15);

U_{500} , U_{1000} , U_{2000} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при соответствующих токах 30/60 мкс (указано в табл. 16).

В результате вычислений получаем:

$K_4=0,953$; $K_5=0,988$; $K_6=1,05$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от "04" 03 2013 г.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс приведены в табл. 18.

Таблица 18.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 30/60 мкс | | | | | |
|-------------------------|---|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 500 А | | 1000 А | | 2000 А | |
| | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18/10/ЗУХЛ1 | 43,0 | 44,0 | 44,6 | 46,0 | 47,4 | 48,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/ЗУХЛ1 | 56,7 | 58,0 | 58,8 | 61,0 | 62,5 | 64,6 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/ЗУХЛ1 | 93,0 | 95,7 | 96,4 | 100,3 | 102,5 | 105,8 |
| ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 | 101,0 | 104,0 | 104,7 | 109,0 | 111,3 | 115,0 |

6.3.3.4. Для расчета остающегося напряжения при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА по методике п. 5.9 ТУ 3414-001-00468683-93 определяем масштабный коэффициент K_7 .

$$K_7 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}}$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 500А, 8/20 мкс (указано в табл. 15);

U_{10000} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 10 кА, 1/10 мкс (указано в табл. 16).

В результате вычислений получаем: $K_7 = 1,35$.

Взят наибольший из трех полученных значений коэффициентов.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА приведены в табл. 19.

Таблица 19.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 1/10 мкс, 10 кА | |
|-------------------------|---|-----------------------|
| | на ОПН (расч.) | норма по ТУ, не более |
| ОПН-П1-15/18/10/ЗУХЛ1 | 60,9 | 61,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/ЗУХЛ1 | 80,3 | 83,0 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/ЗУХЛ1 | 131,8 | 138,0 |
| ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 | 143,1 | 150,0 |

6.4. Испытания пропускной способности на соответствие п.6 таблицы 2 проводилась по методике п. 5.10 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.4.1. Испытания пропускной способности при воздействии импульса прямоугольной волны тока длительностью 2000 мкс и амплитудой 550 А проводились по методике п. 5.10 ТУ 3414-001-00468683-93 на варисторах фирмы Epcos Ø48 и S7EC Ø60.

Критерий оценки результатов – отсутствие пробоя и изменение остающегося напряжения варисторов при воздействии импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА (U_{10}).

Все испытываемые варисторы без повреждений выдержали по 20 импульсов тока 550 А разделенных на шесть групп, каждая из которых состоит из трех разрядов, и седьмая группа из двух разрядов.

Результаты измерений остающегося напряжения (U_{10}) до и после испытаний приведены в таблице 20.

Таблица 20

| Тип варистора | Условный номер варистора | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} , % | |
|---------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|
| | | До испытаний | После испытаний | Фактич. | Норма по ТУ, не более |
| GCEC Ø60 | 1 | 11,2 | 11,3 | 0,9 | ±5 |
| | 2 | 11,1 | 11,3 | 1,8 | |
| | 3 | 11,1 | 11,2 | 0,9 | |
| Ercos Ø48 | 1 | 12,5 | 12,6 | 0,8 | |
| | 2 | 12,5 | 12,5 | 0 | |
| | 3 | 12,6 | 12,8 | 1,6 | |

6.4.2. Испытания пропускной способности при воздействии импульса прямоугольной волны тока длительностью 2000 мкс и амплитудой 850 А проводились по методике п. 5.10 ТУ 3414-001-00468683-93 на варисторах фирмы Ercos Ø58.

Критерий оценки результатов – отсутствие пробоя и изменение остающегося напряжения варисторов при воздействии импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА (U_{10}).

Все испытываемые варисторы без повреждений выдержали по 20 импульсов тока 850 А разделенных на шесть групп, каждая из которых состоит из трех разрядов, и седьмая группа из двух разрядов.

Результаты измерений остающегося напряжения (U_{10}) до и после испытаний приведены в таблице 21.

Таблица 21

| Тип варистора | Условный номер варистора | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} , % | |
|---------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|
| | | До испытаний | После испытаний | Фактич. | Норма по ТУ, не более |
| Ercos Ø58 | 1 | 10,4 | 10,3 | 0,9 | ±5 |
| | 2 | 10,5 | 10,5 | 0 | |
| | 3 | 10,5 | 10,5 | 0 | |

6.5. Рабочие испытания ограничителей на соответствие требованиям п.1.4.8 ТУ 3414-001-00468683-93 проводились на новых, не подвергавшихся ранее ни каким другим испытаниям секциях ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/3, ОПН-П1-35/44/10/2УХЛ1 и ОПН-П1-35/44/10/3УХЛ1, с распространением результатов испытаний на всю серию ограничителей.

6.5.1. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 35 кВ третьего класса пропускной способности по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.5.1.1. Перед проведением рабочих испытаний и были проведены испытания 3-х варисторов EPCOS E58SR133E на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ при температуре на поверхности варисторов 115 ± 4 °С, поддерживаемой с помощью термостата. Испытательное напряжение на варисторах выбиралось наибольшим из следующих соотношений:

$$U_{нр.} \cdot U_{500 \text{ вар.}} / U_{500 \text{ огр.}} \leq U_{и.} \geq U_{нр.} \cdot U_{кл.вар.} / U_{кл.огр.}$$

где: $U_{нр.}$ – наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ограничителя равное 44 кВ действ.;

$U_{500 \text{ огр.}}$ – остающееся напряжение испытуемого ограничителя при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А (106 кВ_{макс.});

$U_{кл.огр.}$ – классификационное напряжение ограничителя (55 кВ_{действ.});

$U_{500 \text{ вар.}}$ – остающееся напряжение испытуемых варисторов при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А;

$U_{кл.вар.}$ – классификационное напряжение испытуемого варистора.

Параметры испытуемых варисторов следующие: $U_{кл.вар.}=5,7$ кВ_{действ.}, $U_{500 \text{ вар.}}=8,5$ кВ_{макс.}

Расчетное наибольшее рабочее напряжение по импульсному току U_{10} составило 4,41 кВ_{действ.} Расчетное наибольшее рабочее напряжение по классификационному току составило 4,56 кВ_{действ.} испытательное напряжение составит $U_{и.}=1,2 \cdot 4,56=5,47$ кВ_{действ.}

Результаты определения коэффициентов старения приведены в таблице 22.

Таблица 22.

| Номер испытуемого варистора | Амплитуда активного тока, мА | | Коэффициент старения, $K_{ст.}$ |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | после 2-х часов старения | после 1002-х часов старения | |
| 1 | 3,29 | 2,24 | 0,56 |
| 2 | 3,81 | 3,60 | 0,53 |
| 3 | 3,29 | 3,17 | 0,52 |

$K_{ст.}$ определяется отношением мощности потерь, измеренной после 1000 часов старения к мощности потерь, в начале испытаний.

На всех варисторах коэффициенты старения не превышают 1,0, следовательно, при рабочих испытаниях секций напряжения U_c и U_r принимаются без корректировки.

6.5.1.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителя.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-35/44/10/3 (далее секция ОПН-П1-35) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителя ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикреплялась посередине варистора. Образцы помещались в безветренном месте в отапливаемом

помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом, для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-35. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. П6 приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.5.1.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-35/44/10/3, имеющие параметры, указанные в таблице 23. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.огр.} \cdot U_{кл.сек.} : U_{кл.огр.}$$

где: $U_{н.р.огр.}$ — нормированное наибольшее рабочее напряжение ограничителя, которое составляет 44 кВ_д;

$U_{кл.огр.}$ — минимальное для данного типа классификационное напряжение ограничителя 55 кВ_д;

$U_{кл.сек.}$ — измеренное классификационное напряжение секции 4, 5 кВ_д.

$$U_c = 44 \text{ кВ}_д \cdot 4, 5 \text{ кВ}_д : 55 \text{ кВ}_д = 3, 6 \text{ кВ}_д.$$

$$U_n = 1, 25 \cdot U_c = 4, 5 \text{ кВ}_д.$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 23.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 мА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ |
| 1 | 4,5 | 10,2 | 10,25 | 0,5 | ±5 |
| 2 | 4,5 | 10,2 | 10,3 | 1 | |
| 3 | 4,5 | 10,3 | 10,35 | 0,5 | |

6.5.1.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n = U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промыш-

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от "04" 03 2013 г.

ленной частоты увеличивалось до $1,2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова понижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял $50^\circ - 60^\circ$. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры грозового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи грозового импульса. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.1.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Типовая осциллограмма импульса тока 4/10 мкс амплитудой 100 кА представлена в приложении 1 на рис. П18. Секции испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.1.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 850А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термошкафу в течение 3-х часов до температуры 60°C , после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 850 – 855 А.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая секцией во время воздействия второго импульса. Результаты измерений представлены в таблице 24.

Таблица 24.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к U_c , кДж/ $U_{н.в}$ |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 853 | 851 | 17,39 | 4,83 |
| 2 | 853 | 850 | 17,46 | 4,85 |
| 3 | 851 | 849 | 17,42 | 4,84 |

После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 23.

6.5.1.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 2 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

6.5.2. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 35 кВ второго класса пропускной способности по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.5.2.1. Перед проведением рабочих испытаний были проведены испытания 3-х варисторов EPCOS E48KV702E на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ при температуре на поверхности варисторов 115 ± 4 °С, поддерживаемой с помощью термостата. Испытательное напряжение на варисторах выбиралось наибольшим из следующих соотношений:

$$U_{нр.} \cdot U_{500 \text{ вар.}} / U_{500 \text{ огр.}} \leq U_{и.} \geq U_{нр.} \cdot U_{кл.вар.} / U_{кл.огр.} \quad ($$

где: $U_{нр.}$ – наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ограничителя равное 40,5 кВ действ.;

$U_{500 \text{ огр.}}$ – остающееся напряжение испытуемого ограничителя при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А ($101,3 \text{ кВ}_{\text{макс.}}$);

$U_{кл.огр.}$ – классификационное напряжение ограничителя ($51,4 \text{ кВ}_{\text{действ.}}$);

$U_{500 \text{ вар.}}$ – остающееся напряжение испытуемых варисторов при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А;

$U_{кл.вар.}$ – классификационное напряжение испытуемого варистора.

Параметры испытуемых варисторов следующие: $U_{кл.вар.}=5,1 \text{ кВ}_{\text{действ.}}$, $U_{500 \text{ вар.}}=9,8 \text{ кВ}_{\text{макс.}}$.

Расчетное наибольшее рабочее напряжение по импульсному току U_{500} равно $3,92 \text{ кВ}_{\text{действ.}}$. Расчетное наибольшее рабочее напряжение по классификационному току равно $4,0 \text{ кВ}_{\text{действ.}}$, которое и выбрано для испытаний.

Результаты определения коэффициентов старения приведены в таблице 25.

Таблица 25.

| Номер испытуемого варистора | Амплитуда активного тока, мА | | Коэффициент старения, $K_{ст.}$ |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | после 2-х часов старения | после 1002-х часов старения | |
| 1 | 3,29 | 2,3 | 0,70 |
| 2 | 3,81 | 3,0 | 0,78 |
| 3 | 3,29 | 2,6 | 0,79 |

$K_{ст.}$ определяется отношением мощности потерь, измеренной после 1000 часов старения к мощности потерь, в начале испытаний.

На всех варисторах коэффициенты старения не превышают 1,0, следовательно, при рабочих испытаниях секций напряжения U_c и U_r принимаются без корректировки.

6.5.2.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителю.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 (далее секция ОПН-П1-35/2) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителей ОПН-П1-35/44,0/10/2УХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикреплялась посередине варистора. Образцы помещались в безветренном месте в отапливаемом помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом, для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-35/2. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. П5 приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.5.2.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 имеющие параметры, указанные в таблице 26. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.огр.} \cdot U_{кл. сек.} : U_{кл.огр.}$$

$U_{кл. сек.}$ – измеренное классификационное напряжение секции 4, 95 кВ_д.

Для секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 №1:

$$U_c = 40,5 \text{ кВ}_д \cdot 4, 95 \text{ кВ}_д : 51,4 \text{ кВ}_д = 3, 9 \text{ кВ}_д.$$

$$U_n = 1, 25 \cdot U_c = 4, 87 \text{ кВ}_д.$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 26.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 мА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 4,95 | 12,5 | 12,7 | 1,6 | ±5 |
| 2 | 4,95 | 12,5 | 12,6 | 0,8 | |
| 3 | 4,90 | 12,5 | 12,7 | 1,6 | |

6.5.2.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний

подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n=U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промышленной частоты увеличивалось до $1,2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова понижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял $50^\circ - 60^\circ$. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры грозового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи грозового импульса. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.2.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Секции испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.2.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 550А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термошкафу в течение 3-х часов до температуры 60°C , после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 550 – 555 А.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая секцией во время воздействия второго импульса. Результаты измерений представлены в таблице 27.

Таблица 27.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к U_c , кДж/ $U_{н.р.}$ |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 555 | 550 | 11,41 | 2,92 |
| 2 | 555 | 550 | 11,32 | 2,90 |
| 3 | 550 | 550 | 11,44 | 2,94 |

После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 25.

6.5.2.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 1,6 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

6.5.3. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 15 и 20 кВ третьего класса пропускной способности по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.5.3.1. Перед проведением рабочих испытаний и были проведены испытания 3-х варисторов EPCOS E58SR133E на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ результаты испытаний приведены в п.6.5.1.1.

6.5.3.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителю.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-20/24,0/10/3 (далее секция ОПН-П1-20) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителя ОПН-П1-20/24,0/10/ЗУХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикреплялась посередине варистора. Образцы помещались в безветренном месте в отопляемом помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом, для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-20/24,0/10/ЗУХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-20. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. П4 приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.5.3.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-20/24,0/10/3, имеющие параметры, указанные в таблице 28. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.огр.} \cdot U_{кл.сек.} : U_{кл.огр.}$$

где: $U_{н.р.огр.}$ – нормированное наибольшее рабочее напряжение ограничителя, которое составляет 24 кВ_д;

$U_{кл.огр.}$ – минимальное для данного типа классификационное напряжение ограничителя 30 кВ_д;

$U_{кл.сек.}$ – измеренное классификационное напряжение секции 4,7 кВ_д.

$$U_c = 24 \text{ кВ}_{д.} \cdot 4,7 \text{ кВ}_{д.} : 30 \text{ кВ}_{д.} = 3,76 \text{ кВ}_{д.}$$

$$U_n = 1,25 \cdot U_c = 4,7 \text{ кВ}_д.$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 28.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 мА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ |
| 1 | 4,7 | 10,5 | 10,7 | 1,9 | ±5 |
| 2 | 4,6 | 10,5 | 10,6 | 1 | |
| 3 | 4,7 | 10,5 | 10,6 | 1 | |

6.5.3.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n = U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промышленной частоты увеличивалось до $1,2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова понижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял $50^\circ - 60^\circ$. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры грозового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи грозового импульса. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.3.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Секции испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.3.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 850А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термошкафу в течение 3-х часов до температуры 60°C , после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 850 – 855 А.

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от "04" 03 2013 г.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая секцией во время воздействия второго импульса. Результаты измерений представлены в таблице 29.

Таблица 29.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к U_c , кДж/ $U_{н.р.}$ |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 854 | 853 | 18,27 | 4,86 |
| 2 | 854 | 852 | 17,95 | 4,88 |
| 3 | 853 | 852 | 18,31 | 4,87 |

После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 28.

6.5.3.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 2 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

6.5.4. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 3-20 кВ второго класса пропускной способности с варисторами EPCOS E48KV702E по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.5.4.1. Перед проведением рабочих испытаний были проведены испытания 3-х варисторов EPCOS E48KV702E на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ результаты испытаний приведены в п. 6.5.2.1.

6.5.4.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителю.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 (далее секция ОПН-П1-10) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителей ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикреплялась посередине варистора. Образцы помещались в безветренном месте в отапливаемом помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и

секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-10. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. ПЗ приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.5.4.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 имеющие параметры, указанные в таблице 30. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.орг.} \cdot U_{кл. сек.} : U_{кл. орг.}$$

$U_{кл. сек.}$ – измеренное классификационное напряжение секции 5,0 кВ_д.

Для секции ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 №1:

$$U_c = 12,0 \text{ кВ}_д \cdot 5,0 \text{ кВ}_д : 15,0 \text{ кВ}_д = 4,0 \text{ кВ}_д$$

$$U_n = 1,25 \cdot U_c = 5,0 \text{ кВ}_д$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 30.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 МА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 5,0 | 12,6 | 12,7 | 0,8 | ±5 |
| 2 | 5,0 | 12,6 | 12,7 | 0,8 | |
| 3 | 5,0 | 12,7 | 12,8 | 0,8 | |

6.5.4.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n=U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промышленной частоты увеличивалось до $1,2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова понижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял 50 ° – 60 °. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры грозового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи гроз-

223

4/3

вого импульса. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.4.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Секции испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.4.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 550А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термощкафу в течение 3-х часов до температуры 60 °С, после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 550 – 555 А.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая секцией во время воздействия второго импульса. Результаты измерений представлены в таблице 31.

Таблица 31.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к U_c , кДж/ $U_{н.р.}$ |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 554 | 553 | 11,84 | 2,96 |
| 2 | 555 | 552 | 11,68 | 2,92 |
| 3 | 554 | 552 | 11,88 | 2,97 |

После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 30.

6.5.4.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 1 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

6.5.5. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 3-20 кВ второго класса пропускной способности с варистором GСЕС Ø60 по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.5.5.1. Перед проведением рабочих испытаний были проведены испытания 3-х варисторов GСЕС Ø60 на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ при температуре на поверхности варисторов 115 ± 4 °С, поддерживаемой с помощью термостата. Испытательное напряжение на варисторах выбиралось наибольшим из следующих соотношений:

$$U_{нр.} \cdot U_{500 \text{ вар.}} / U_{500 \text{ огр.}} \leq U_{и.} \geq U_{нр.} \cdot U_{кл.вар.} / U_{кл.огр.}$$

где: $U_{нр.}$ – наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ограничителя равное 12,0 кВ действ.;

$U_{500 \text{ огр.}}$ – остающееся напряжение испытуемого ограничителя при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А (29,8 кВ_{макс.});

$U_{кл.огр.}$ – классификационное напряжение ограничителя (15,0 кВ_{действ.});

$U_{500 \text{ вар.}}$ – остающееся напряжение испытуемых варисторов при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А;

$U_{кл.вар.}$ – классификационное напряжение испытуемого варистора.

Параметры испытуемых варисторов следующие: $U_{кл.вар.} = 4,9$ кВ_{действ.}, $U_{500 \text{ вар.}} = 9,1$ кВ_{макс.}

Расчетное наибольшее рабочее напряжение по импульсному току U_{500} равно 3,66 кВ_{действ.}

Расчетное наибольшее рабочее напряжение по классификационному току равно 3,92 кВ_{действ.} которое и выбрано для испытаний.

Результаты определения коэффициентов старения приведены в таблице 32.

Таблица 32.

| Номер испытуемого варистора | Амплитуда активного тока, мА | | Коэффициент старения, $K_{ст.}$ |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | после 2-х часов старения | после 1002-х часов старения | |
| 1 | 5,6 | 2,9 | 0,52 |
| 2 | 5,3 | 3,0 | 0,56 |
| 3 | 5,3 | 3,2 | 0,60 |

$K_{ст.}$ определяется отношением мощности потерь, измеренной после 1000 часов старения к мощности потерь, в начале испытаний.

На всех варисторах коэффициенты старения не превышают 1,0, следовательно, при рабочих испытаниях секций напряжения U_c и U_r принимаются без корректировки.

6.5.5.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителю.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 (далее секция ОПН-П1-10) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителей ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикре-

плялась посередине варистора. Образцы помещались в безветренном месте в отапливаемом помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом, для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-10. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. ПЗ приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.5.5.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 имеющие параметры, указанные в таблице 33. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.орг.} \cdot U_{кл. сек.} : U_{кл.орг.}$$

$U_{кл. сек.}$ – измеренное классификационное напряжение секции 4, 9 кВ_д.

Для секции ОПН-П1-10/12,0/10/2 №1:

$$U_c = 12,0 \text{ кВ}_д \cdot 4, 9 \text{ кВ}_д : 15,0 \text{ кВ}_д = 3, 92 \text{ кВ}_д.$$

$$U_n = 1, 25 \cdot U_c = 4, 9 \text{ кВ}_д.$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 33.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 мА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 4,90 | 11,5 | 11,7 | 1,7 | ±5 |
| 2 | 4,95 | 11,5 | 11,6 | 0,9 | |
| 3 | 4,90 | 11,4 | 11,7 | 2,6 | |

6.5.5.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n = U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промышленной частоты увеличивалось до $1, 2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова понижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял 50° – 60°. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную

полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры грозового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи грозового импульса. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.5.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Секции испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.5.5.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 550А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термошкафу в течение 3-х часов до температуры 60 °С, после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 550 – 555 А.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая секцией во время воздействия второго импульса. Результаты измерений представлены в таблице 34.

Таблица 34.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к U_c , кДж/ $U_{н.р.}$ |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 555 | 551 | 11,52 | 2,94 |
| 2 | 553 | 551 | 11,68 | 2,98 |
| 3 | 552 | 550 | 11,60 | 2,96 |

После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 33.

6.5.5.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 2,6 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

Протокол испытаний № 02-3/1-12-83-2013 от "04" 03 2013 г.

6.6. Испытания по п. 8 табл. 2 проводились по методике п. 5.33 ТУ на трех ограничителях ОПН-П1-10/12,0/10/2 и трех ограничителях ОПН-П1-35/40,5/10/2. Ограничители помещались в бак с кипящей деионизированной водой на срок 42 ч. После кипячения образцы извлекались из воды и выдерживались в нормальных условиях до полного высыхания внешней поверхности. Затем проводился внешний осмотр и измерение уровня ЧР. При внешнем осмотре растрескивания или вспучивания внешней изоляции не обнаружено. Уровень ЧР на всех ограничителях близок к нулю, при норме не более 10 пКл.

6.7. Испытание на термомеханическую прочность.

Испытание проводилось по методике п. 5.19. ТУ 3414-001-00468683-93 и ГОСТ 28856 на двух образцах ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 и ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1.

Испытание на термомеханическую прочность проводилось воздействием на ОПН четырёх 24-часовых циклов охлаждения и нагревания: от минус 60 °С до плюс 50 °С с одновременным приложением механической силы равной 330 Н, которая оставалась постоянной в течение каждого цикла испытания.

Каждый 24-часовой цикл состоял из периодов охлаждения, нагревания и последующего охлаждения до температуры окружающего воздуха.

Минимальная и максимальная температуры среды испытания выдерживались в течение 6 часов. По завершении четвёртого цикла, ограничители подверглись внешнему осмотру и измерению классификационного напряжения. Внешний осмотр не выявил каких-либо внешних механических разрушений, повреждений.

Результаты измерений классификационного напряжения до и после испытания приведены в таблице 35.

Таблица 35.

| Тип ограничителя | № ОПН | Классификационное напряжение, кВ _{действ.} | | | |
|-------------------------|-------|---|--------------|--------------|-----------------|
| | | до испыт. | после испыт. | изменение, % | |
| | | | | факт. | норма, не более |
| ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 | 859 | 16,2 | 16,5 | 1,8 | 5 |
| | 860 | 16,2 | 16,3 | 0,6 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | 1 | 33,4 | 33,4 | 0 | |
| | 2 | 33,5 | 33,5 | 0 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 14 | 54,6 | 54,6 | 0 | |
| | 20 | 54,6 | 54,7 | 0,2 | |

7 Выводы

7.1 Ограничители выдержали проверку внешним осмотром, и соответствует требованиям п.1.1;1.2;1.6;1.7;1.4.10 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.2 Ограничители выдержали проверку классификационного напряжения и соответствуют требованиям п.5 таблицы 2 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.3 Ограничители выдержали проверку уровня частичных разрядов и соответствуют требованиям п.1.4.13 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.4 Ограничители выдержали на герметичность, и соответствуют требованиям п.1.4.9 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.5 Варисторы выдержали проверку на пропускную способность на прямоугольной волне тока длительностью 2000 мкс с амплитудами 550, 850 А и соответствуют требованиям п.8.а таблицы 2 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.6 Ограничители выдержали проверку остающегося напряжения при импульсном токе 8/20 мкс и соответствуют требованиям п.7 таблицы 2 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.7 Ограничители выдержали проверку остающегося напряжения при импульсном токе 30/60 мкс и соответствуют требованиям п.6 таблицы 2 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.8 Ограничители выдержали проверку остающегося напряжения при импульсном токе 1/10 мкс и соответствуют требованиям п.9 таблицы 2 ТУ 3414-001-00468683-93.

7.9 Секции ограничителей выдержали рабочие испытания и соответствуют требованиям п.1.4.8 ТУ 3414-001-00468683-93.

8 Заключение

Ограничители перенапряжений нелинейные с полимерной внешней изоляцией на классы напряжений 3-35 кВ производства ЗАО «ЗЭТО», испытанные в объеме периодических испытаний, соответствуют требованиям ТУ 3414-001-00468683-93.

Заместитель начальника
испытательного центра

Руководитель лаборатории

Испытатель

на основании чл. 2 от ЗЗЛД

Мирошников

ициалы, фамилия

О. Харлашов

ициалы, фамилия

А. Пресняков

ициалы, фамилия

229

Приложение 1



Фото П1. Ограничители перенапряжений нелинейные серии ОПН-П1 на классы напряжения 15, 20, 35 кВ второго и третьего класса разряда



230

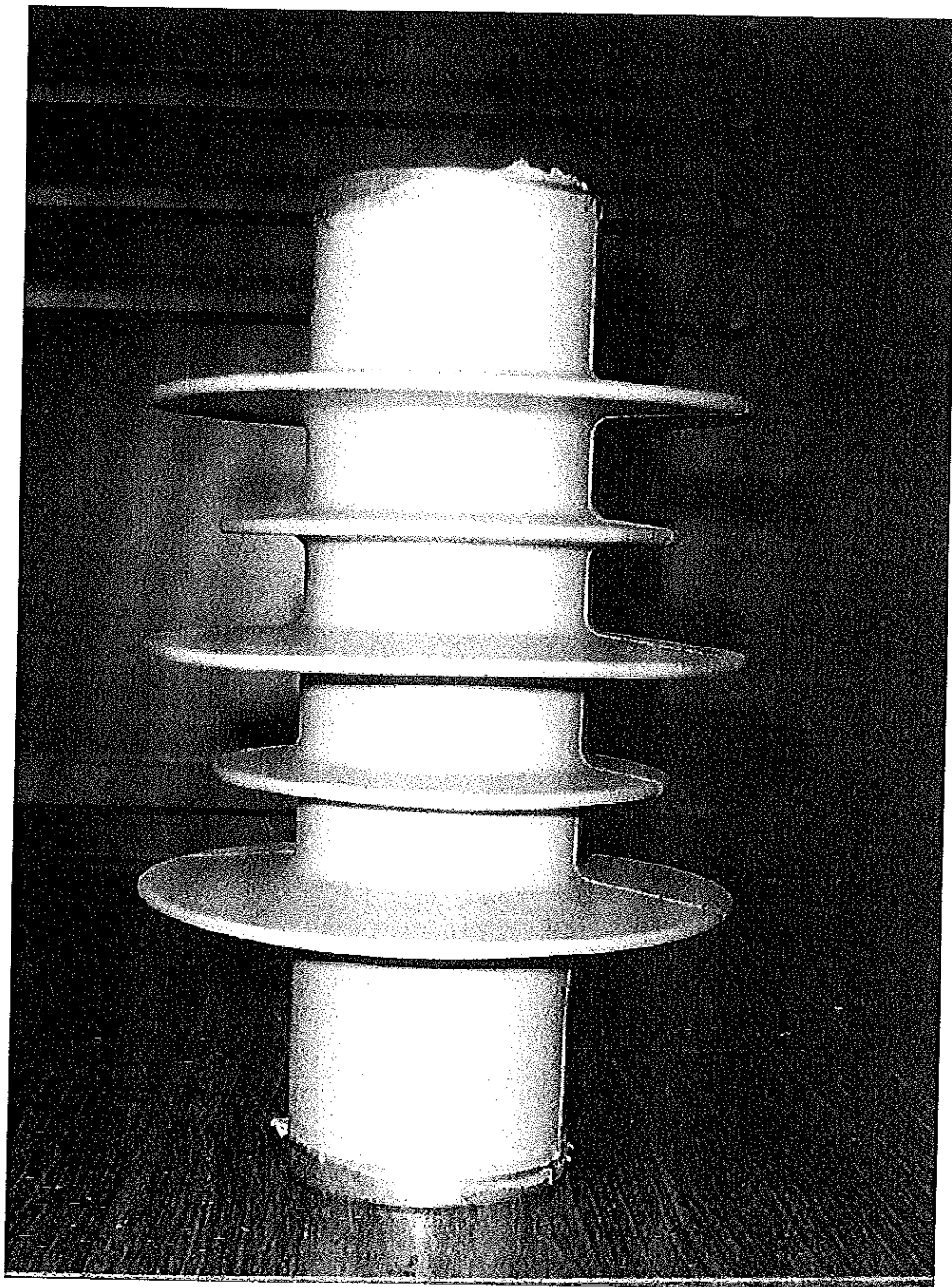


Фото П2. Ограничитель перенапряжений нелинейный серии ОПН-П1 на класс напряжения 10 кВ второго класса разряда

231

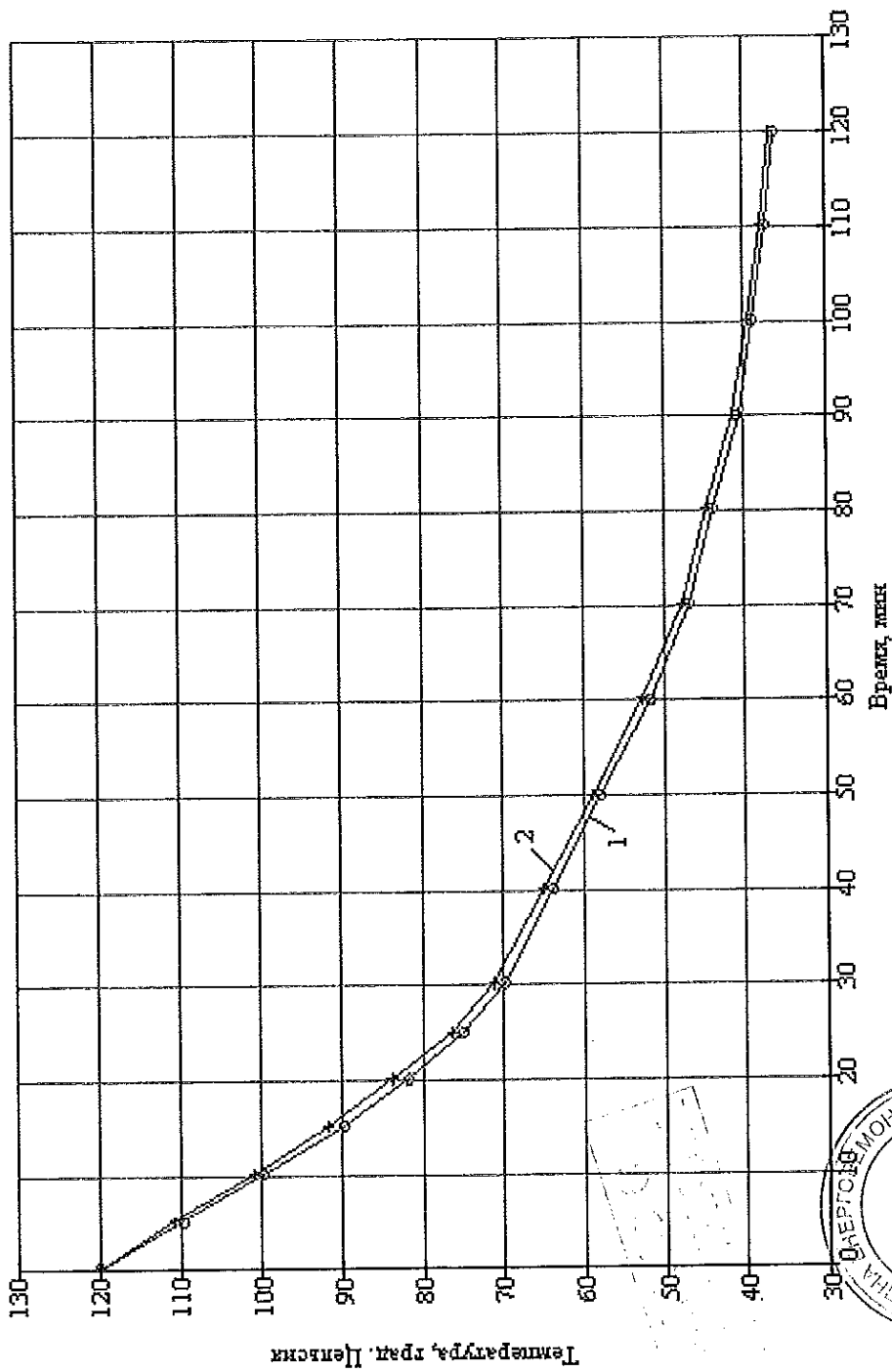


Рис. ПЗ. – Кривые охлаждения: 1 – для ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1;
2 – для секции ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1



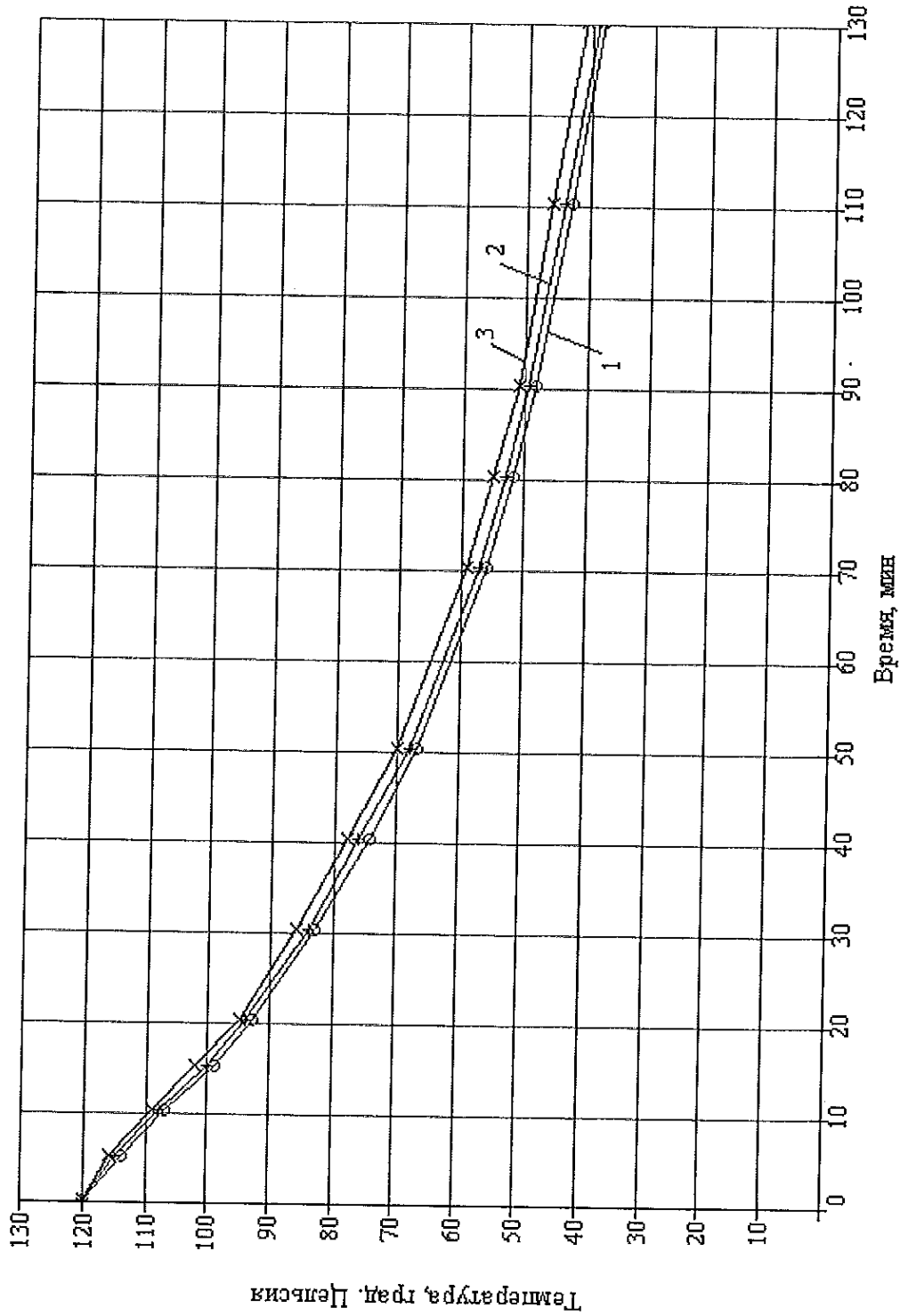


Рис. Кривые температуры жидкостенной для ОПН-ФККВ10, ОПН-ФККВ140, 5/10/2;
2 - для ОПН-П1-20/24, 0А 0/00УП0; 3 - для ФККВ10/24/10/3.

233

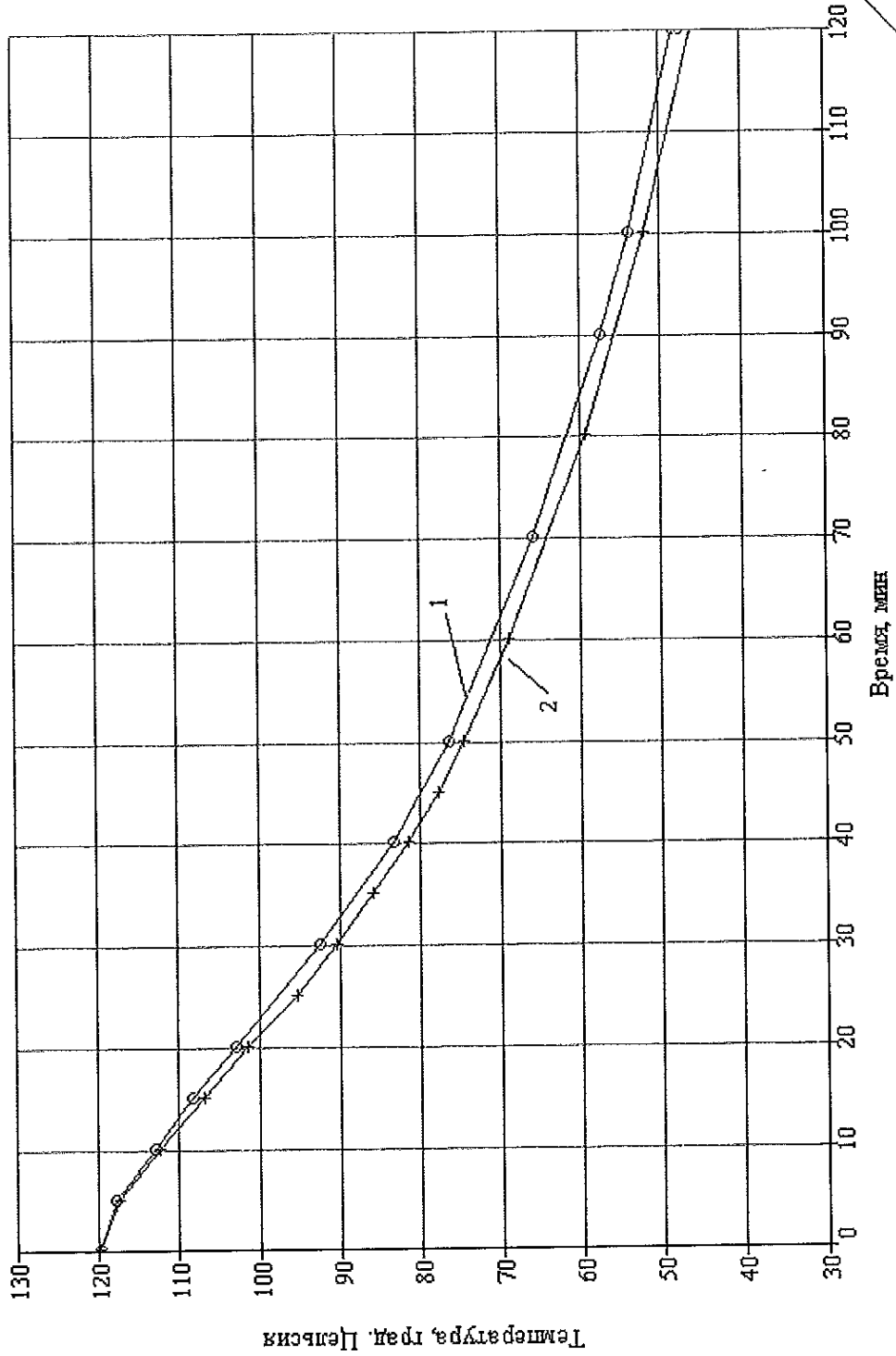
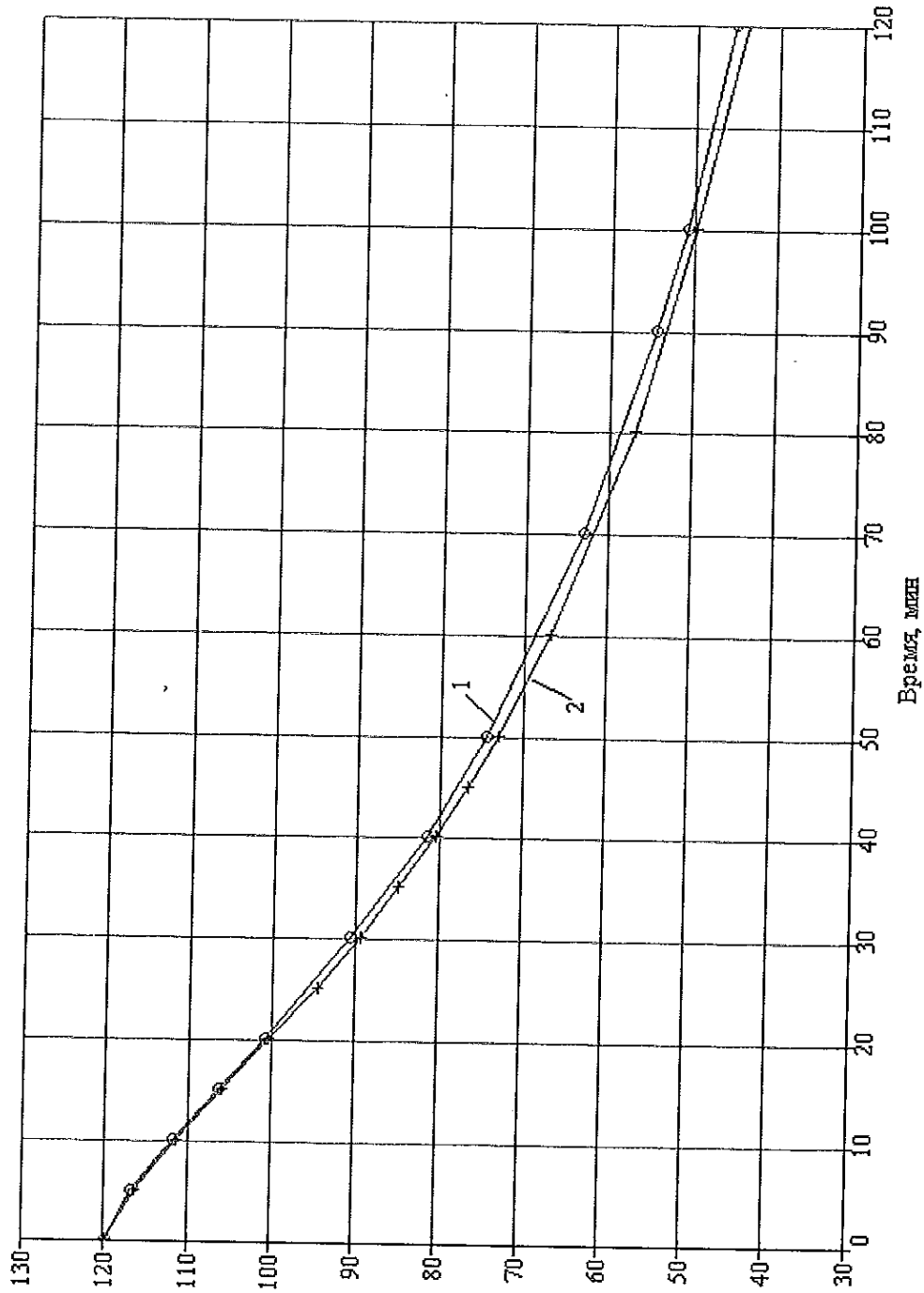


Рис. П6. Кривые охлаждения: 1 – для секции ОПН-П1-35/44/10/3;
2 – для ОПН-П1-35/44/10/3УХЛ1



234



235

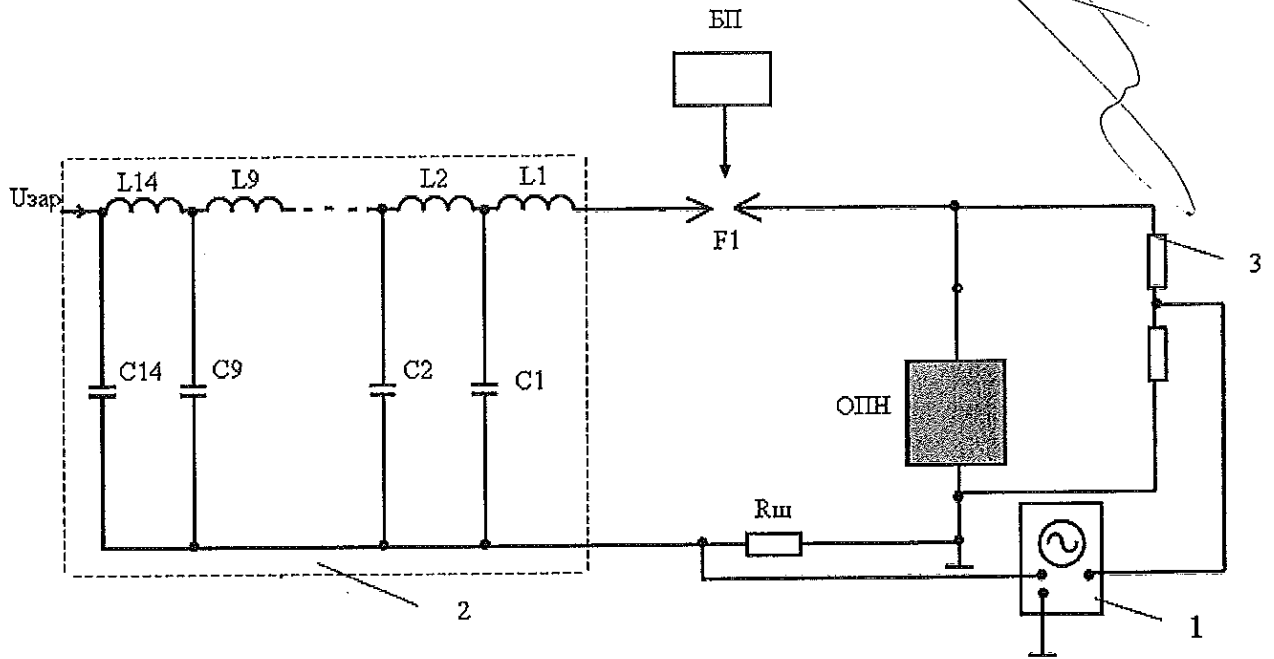
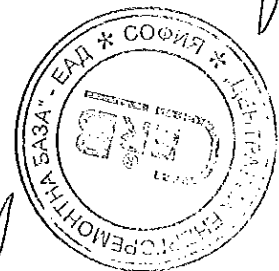


Рис. П7.
 Схема электрическая генератора тока ГИТ-2000.

- 1 – осциллограф;
- 2 – формирующая линия;
- БП – блок поджига;
- F1 – управляемый разрядник;
- ОПН – объект испытания;
- Rш – шунт, сопротивлением 10^{-2} Ом.



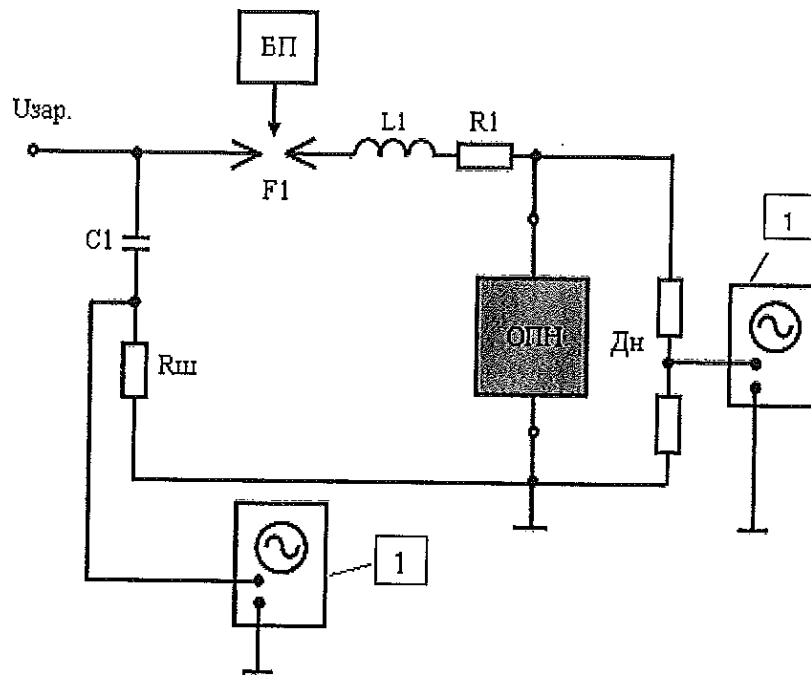


Рис. П8

Схема электрическая генератора ГИТ 8/20.

- 1 – осциллограф;
- БП – блок поджига;
- ДН – делитель напряжения, ДИН-25, $K_d=1000$;
- Rш – шунт тока сопротивлением $1,06 \cdot 10^{-3}$ Ом;
- ОПН – объект испытаний (секция);
- F1 - управляемый разрядник;
- C1 – емкость генератора;
- L1, R1 – формирующие элементы генераторов.

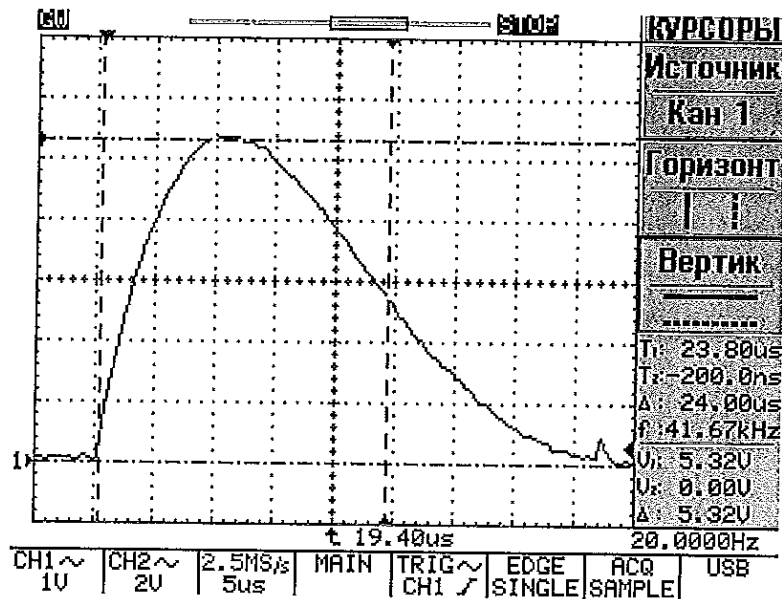


Рис. П9

Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 8/20, $I_{МАКС} = 5$ кА

238

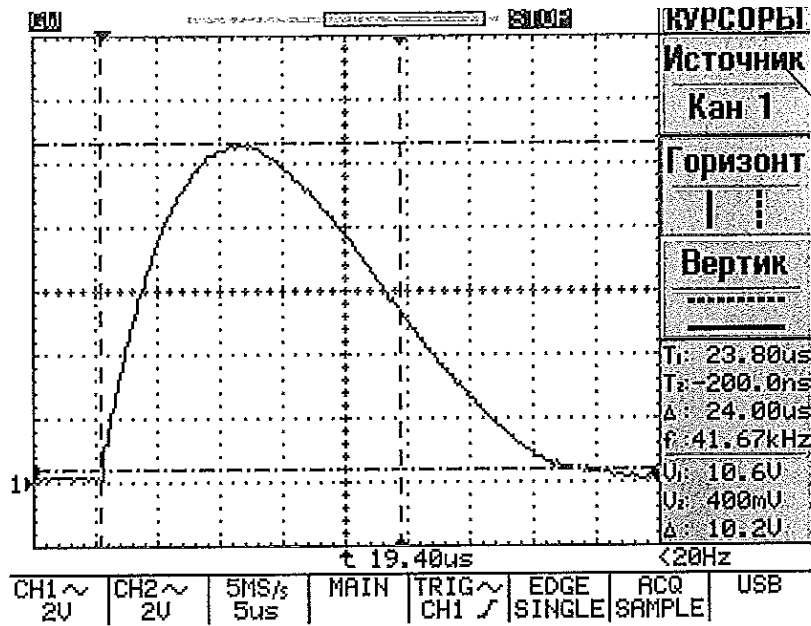


Рис. П10

Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 8/20, $I_{МАКС} = 10 \text{ кА}$

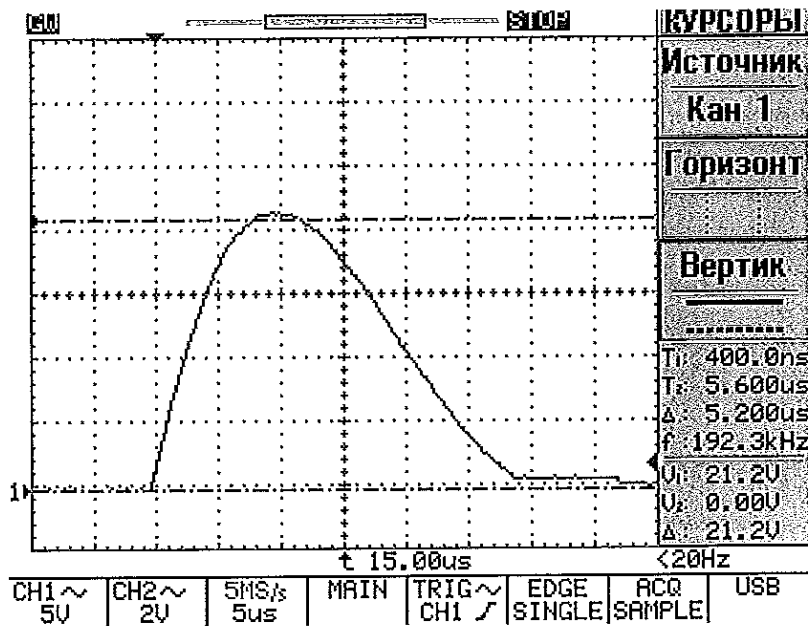


Рис. П11

Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 8/20, $I_{МАКС} = 20 \text{ кА}$

238

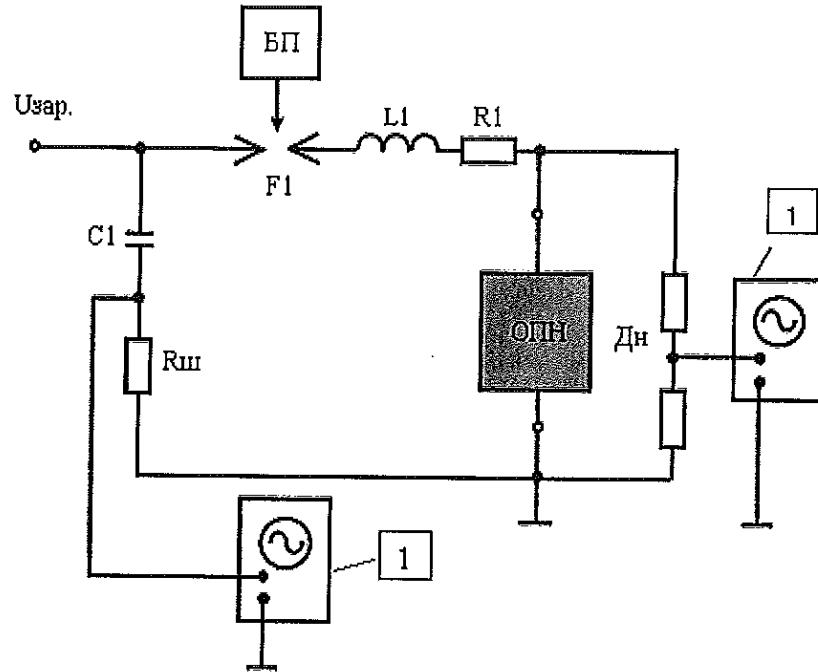


Рис. П12
Схема электрическая генератора ГИТ 30/60.

- 1 – осциллограф;
- БП – блок поджига;
- ДН – делитель напряжения, УДНЭ-35, $K_d=400$;
- Rш – шунт тока сопротивлением 0,019028 Ом;
- ОПН – объект испытаний (секция);
- F1 - управляемый разрядник;
- C1 – емкость генератора;
- L1, R1 – формирующие элементы генераторов.

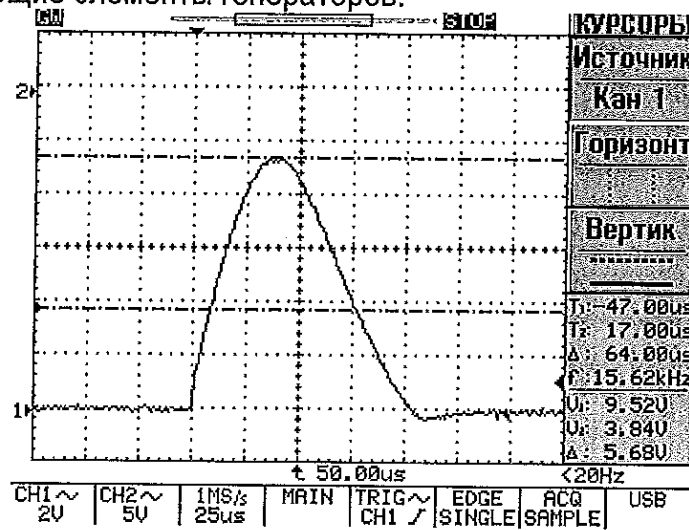
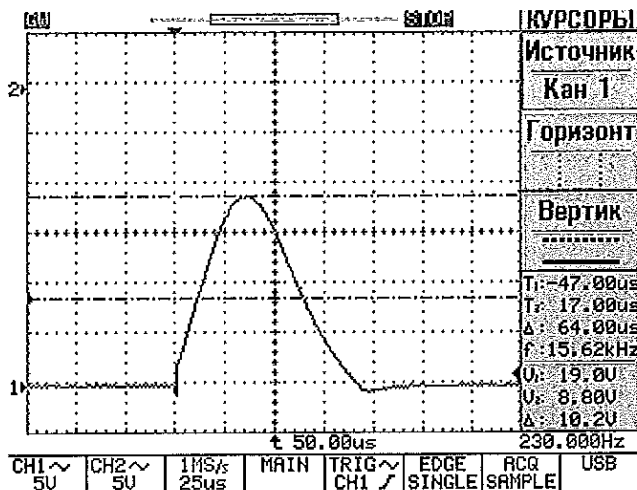


Рис. П13
Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 30/60, $I_{МАКС} = 500$ А

239



[Handwritten signature]

Рис. П14

Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 30/60, $I_{МАКС} = 1000 \text{ А}$

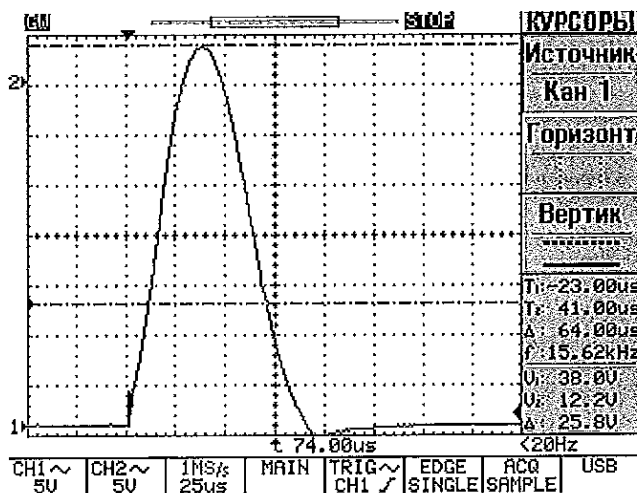
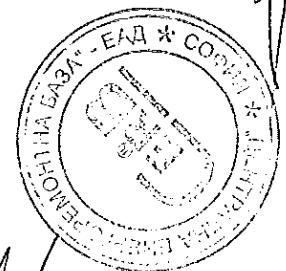


Рис. П15

Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 30/60, $I_{МАКС} = 2000 \text{ А}$



[Handwritten signature]

[Handwritten number 240]

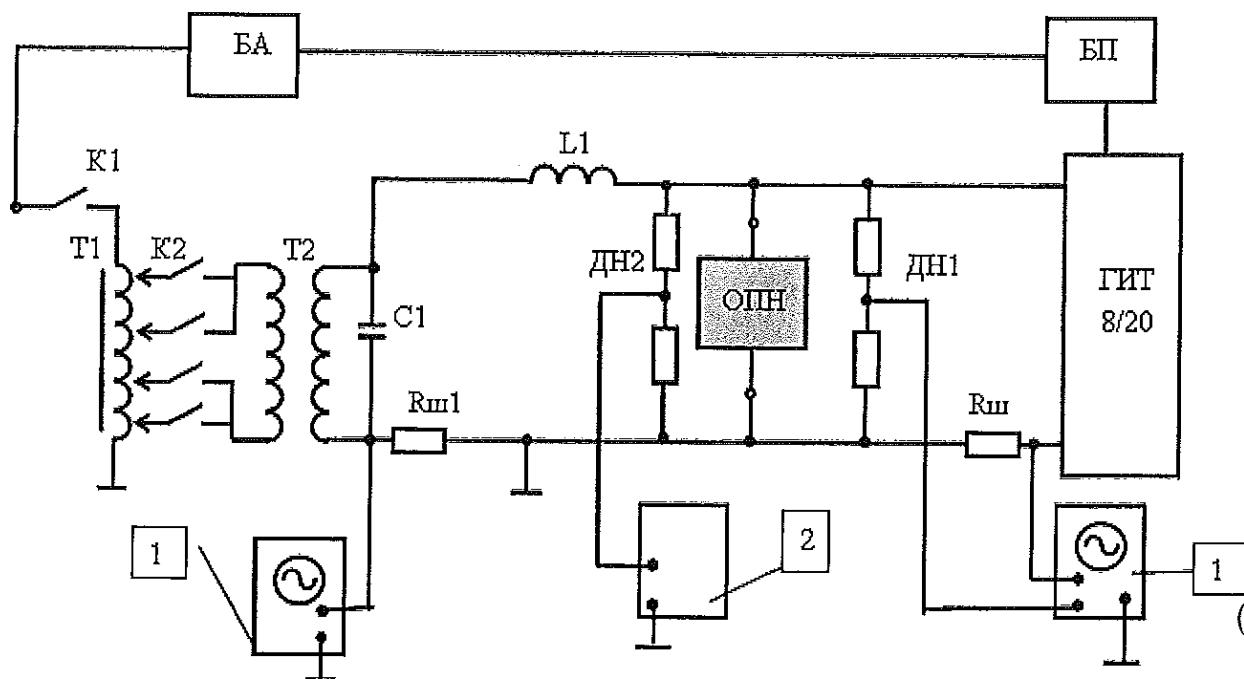


Рис. П16

Схема установки для проведения предварительных испытаний

- T1 – автотрансформатор;
- T2 – повышающий трансформатор 220/6кВ;
- ОПН – объект испытаний;
- C1 – корректирующая емкость;
- L1 – защитная индуктивность;
- Rш – шунт, сопротивлением; 0, 00106 Ом;
- Rш1 – шунт, сопротивлением 100/10 Ом;
- ДН1 – делитель напряжения, ДИН-25, $K_d=1000$;
- ДН2 – делитель напряжения, ДН-6, $K_d=10\ 000$;
- БП – блок поджига;
- БА – блок автоматики;
- ГИТ 8/20 – генератор тока
- 1 – осциллографы;
- 2 – вольтметр

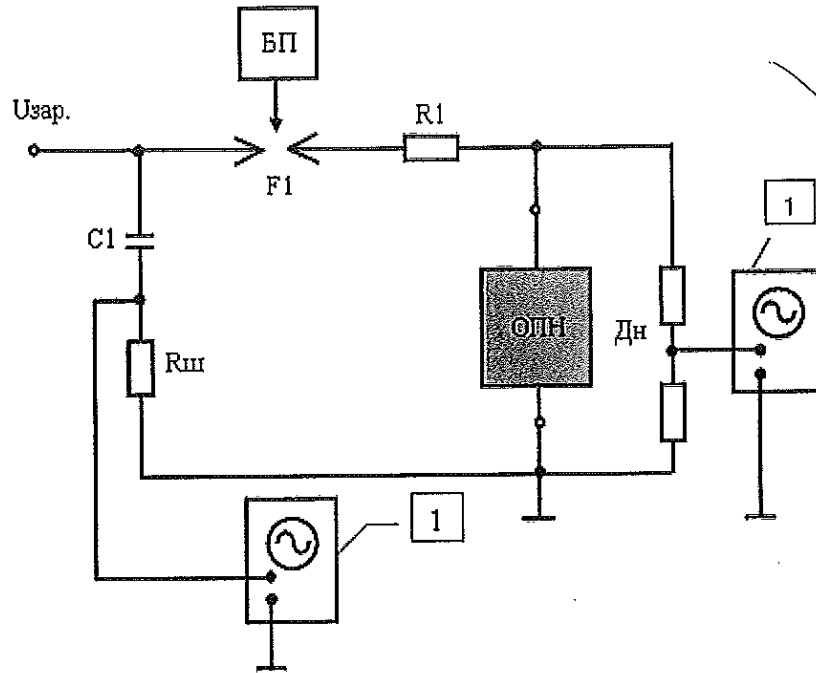


Рис. П17
Схема электрическая генератора ГИТ 4/10

- 1 – осциллограф;
- БП – блок поджига;
- ДН – делитель напряжения, ДИН-25, $K_d = 1000$;
- ОПН – объект испытаний;
- Rш – шунт, сопротивлением $0,00106 \text{ Ом}$;
- F1 - управляемый разрядник;
- C1 – емкость генератора;
- R1 – формирующий резистор.

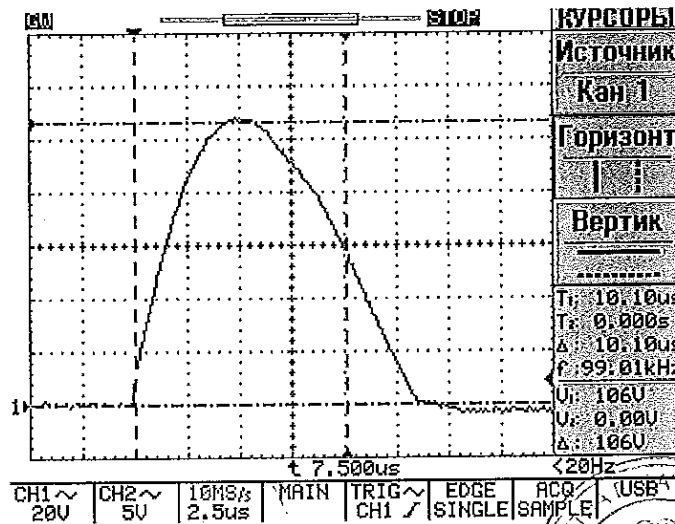


Рис. П18
Осциллограмма импульса тока генератора ГИТ 4/10, МАКС 100кА

242

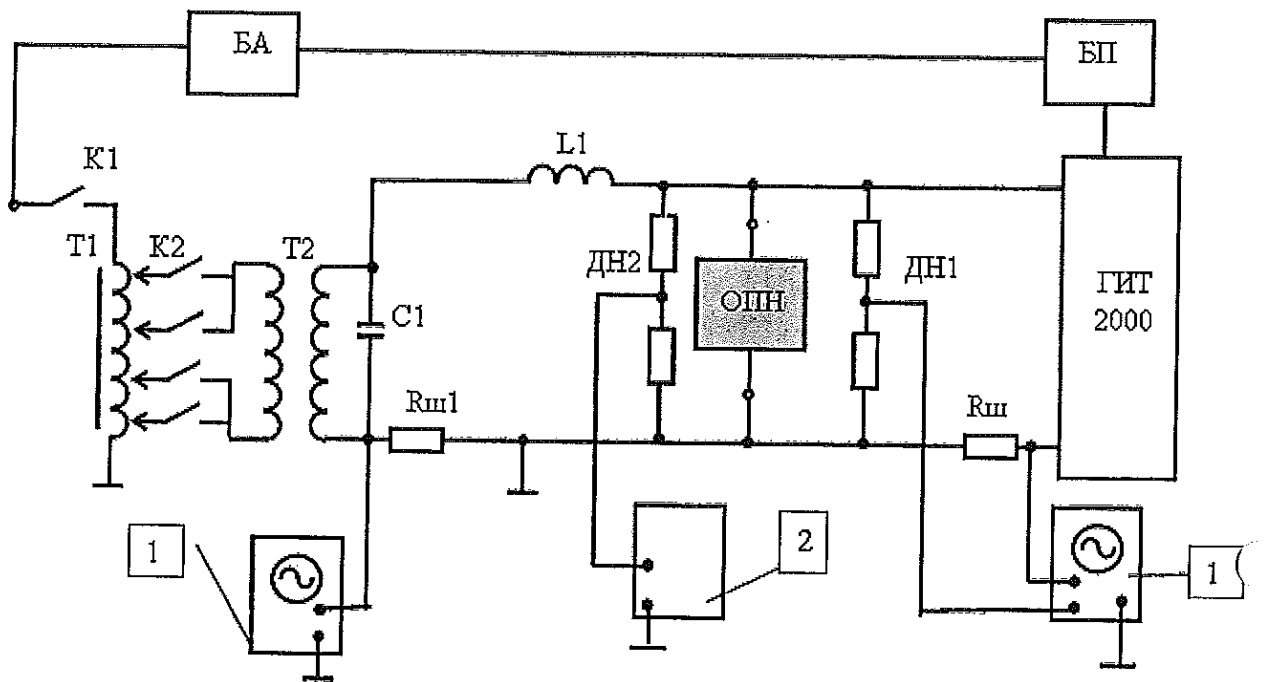


Рис. П19
 Схема установки для проведения рабочих испытаний

- T1 – автотрансформатор;
- T2 – повышающий трансформатор 220/6кВ;
- ОПН – объект испытаний (секция);
- C1 – корректирующая емкость;
- L1 – защитная индуктивность;
- Rш – шунт, сопротивлением; 0, 00106 Ом;
- Rш1 –шунт, сопротивлением 10 или 100 Ом;
- ДН1 – делитель напряжения, ДИН-25, К_д=1000;
- ДН2 – делитель напряжения, ДН-6, К_д=10 000;
- БП – блок поджига;
- БА – блок автоматики;
- ГИТ 2000 – генератор тока;
- 1 – осциллографы;
- 2 – вольтметр.

243

**Испытательный центр
ЗАО «ЗЭТО»**

Аттестат аккредитации
№ РОСС.RU.0001.22 MB05
действителен до 28.02. 2011 г.
Адрес: 182100, Россия,
г. Великие Луки,
Октябрьский пр., 79

Утверждаю

Исполнительный директор по
испытаниям и исследованиям -
начальник испытательного
центра

на основании чл. 2 от 33ЛД

Петроченков

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 13-1/12-076-2008

Объект испытаний: Ограничители перенапряжений нелинейные серии ОПН-П1 на классы напряжения 15, 20, 35 кВ второго и третьего класса пропускной способности.

Предприятие-изготовитель: ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки

Заказчик на проведение испытаний: ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки

Вид испытаний, документ, на соответствие которому проводились испытания: Типовые испытания по «Программе и методике испытаний ИВЕЖ.674361.017-03-2005 ПМ»

Место проведения испытаний: ИЦ ЗАО «ЗЭТО»

Дата проведения испытаний: Октябрь 2007 г. - апрель 2008 г.

ПРОТОКОЛ СОДЕРЖИТ:

Цель испытаний, объект испытаний стр. 2
Программа испытаний, условия при проведении испытаний стр. 3
Испытательное оборудование, средства испытаний и их точностные характеристики стр. 4
Порядок проведения и результаты испытаний стр. 5
Выводы стр. 30
Приложение стр. 31

ВСЕГО СТРАНИЦ: 39

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Ограничители перенапряжений нелинейные серии ОПН-П1 на классы напряжения 15, 20, 35 кВ второго и третьего класса разряда линии соответствуют нормам и требованиям, изложенным в «Программе и методике испытаний ИВЕЖ.674361.017-03-2005 ПМ».

Дата подписания протокола: 10.08.08

Зам. начальника ИЦ ЗАО «ЗЭТО»

на основании чл. 2 от 33ЛД

И.П. Мирошников

Запрещается передача и частичная перепечатка протокола без разрешения испытательного центра (лаборатории)
Протокол испытаний распространяется только на испытанный образец

244

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО «ЗЭТО» | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 2/39 |
|---------------|--|---------|

В октябре 2007 г.- апреле 2008 г. Испытательным центром ЗАО «ЗЭТО» проведены испытания ОПН-П1 на классы напряжения 15, 20, 35 кВ второго и третьего класса разряда линии с полимерной внешней изоляцией, изготовленных ЗАО «ЗЭТО».

1. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

1.1. Целью испытаний являлась проверка соответствия ограничителей перенапряжений требованиям «Программы и методики испытаний ИВЕЖ.674361.017-03-2005 ПМ», разработанной ОЗА ЗАО «ЗЭТО» в связи с модернизацией ограничителей (внедрение литья резины под давлением и расширение их номенклатуры).

2. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Испытаниям и проверке в объеме ПМ подвергалась партия ограничителей, секций ограничителей и варисторов в соответствии с таблицей 1. Фотография ограничителей представлена в приложении 1.

Таблица 1.

| № п/п | Тип объекта испытаний | Обозначение конструкторского документа | Количество | Зав. номера |
|-------|--|--|------------|-------------|
| 1 | ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.075 | 2 | 1, 2 |
| 2 | ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.073 | 1 | 1 |
| 3 | ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.076 | 2 | 1,2 |
| 4 | ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.074 | 1 | 1 |
| 5 | ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.077 | 2 | 1, 2 |
| 6 | ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 | ИВЕЖ.674361.077-01 | 1 | 1 |
| 7 | Секция ОПН-П1-35/44,0/10/3 | ВИЛЕ.434122.045 | 7 | 1-7 |
| 8 | Секция ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | ВИЛЕ.434122.047 | 7 | 1-7 |
| 9 | Секция ОПН-П1-35/40,5/10/2 | ВИЛЕ.434122.045 | 7 | 1-7 |
| 10 | Секция ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | ВИЛЕ.434122.047 | 7 | 1-7 |
| 11 | ОПН-П1-20/24,0/10/2 УХЛ1 с законченной колонкой варисторов | - | 3 | 3 |
| 12 | ОПН-П1-15/18,0/10/2 УХЛ1 с изолированной вставкой вместо колонки варисторов. | - | 1 | 1 |
| 13 | ОПН-П1-20/24,0/10/2 УХЛ1 с изолированной вставкой вместо колонки варисторов. | - | 1 | 1 |
| 14 | ОПН-П1-35/40,5/10/2 УХЛ1 с изолированной вставкой вместо колонки варисторов. | - | 1 | 1 |

215

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 3/39 |
|---------------|--|---------|

3. ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ

3.1. Программа испытаний приведена в таблице 2.

Таблица 2.

| № п.п. | Вид испытаний или проверок |
|--------|---|
| 1 | Проверка внешним осмотром |
| 2 | Проверка классификационного напряжения |
| 3 | Проверка остающегося напряжения при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс |
| 4 | Проверка остающегося напряжения при грозовом импульсе тока 8/20 мкс |
| 5 | Проверка остающегося напряжения при импульсе тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА |
| 6 | Проверка пропускной способности при воздействии прямоугольной волны тока длительностью 2000 мкс |
| 7 | Рабочие испытания |
| 8 | Проверка характеристики ОПН «напряжение-время» |
| 9 | Проверка длины пути утечки |
| 10 | Проверка герметичности |
| 11 | Испытание на взрывобезопасность |
| 12 | Испытание на термомеханическую прочность |
| 13 | Испытание ограничителей в загрязнённом и увлажнённом состоянии 50% разрядным напряжением. |
| 14 | Проверка габаритно-установочных размеров и массы ограничителей. |
| 15 | Проверка электрической прочности изоляции в сухом состоянии и под дождём. |
| 16 | Проверка уровня частичных разрядов. |

4. УСЛОВИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Испытания проводились в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150:

- температура – от 20 до 25 °С;
- атмосферное давление – от 960 до 1005 гПа;
- относительная влажность – от 60 до 80 %.



216

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 4/39 |
|---------------|--|---------|

5. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ ТОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

5.1. Испытательное оборудование и средства измерений, применявшиеся при проведении испытаний, приведены в таблице 3.

Таблица 3.

| Вид испытаний (по № пункта табл.2) | Испытательное оборудование, номер протокола периодической аттестации, дата окончания срока аттестации | Средства измерений, точностные характеристики |
|------------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 4, 5, 6, 7, 8 | Стенд рабочих испытаний ОПН ВИС-1, аттестован до 16.03.2009 г. Протокол аттестации № 107. | <ol style="list-style-type: none"> 1) Делитель напряжения ДИН-25, погрешность измерения не более 1 %, аттестован до 12.09.2008 г. 2) Делитель напряжения ДН-6 № 1, погрешность измерения не более 1 %, аттестован до 12.09.2008 г. 3) Осциллограф GDS-830 № В220584, аттестован до 06.09.2008 г. 4) Вольтметр GDM-8245 № 130296, аттестован до 06.09.2008 г. |
| 2, 7, 12 | Стенд испытаний напряжением промышленной частоты до 35 кВ и выпрямленным напряжением до 15 кВ ВИЛЕ.441324.007, протокол аттестации № 1132 до 11.12.2008 г. | <ol style="list-style-type: none"> 1) Осциллограф GOS-620 № В920887, погрешность измерения 3 %, аттестован до 01.09.2008 г. 2) Вольтметр В7-40 № 061892, погрешность измерения 0,5 %, аттестован до 10.2008 г. 3) Термолара ХК № 3, аттестована до 04.04.2009 г. |
| 3, 4 | Стенд для измерения остающегося напряжения ВИЛЕ.441324.006, протокол аттестации №1394, до 14.05.2009 г. | <ol style="list-style-type: none"> 1) Осциллограф GDS-820s № D220443, аттестован до 27.06.2008 г. 2) Шунт тока ШКИ-65 № 861, аттестован до 15.09.2008 г. 3) Делитель напряжения УДНЭ РИСВН-35 № 2, погрешность измерения 1 %, аттестован до 28.02.2009 г. |
| 16 | Установка для измерения уровня частичных разрядов УКНТ-ЧР-20/10 аттестована до 10.09.2008. | |
| 15, 10 | Одиночный трансформатор 350 кВ мощностью 350 кВА каскада испытательных трансформаторов 700 кВ, аттестован до 28.02.2009 г. | <ol style="list-style-type: none"> 1) Измерительная система ИС-350 № 853876, коэффициент деления определен с погрешностью ± 1 %, аттестована до 02.2009 г. 2) Вольтметр МУТ-7А № 856216, класс точности 1,5 аттестован до 10 2008 г. 3) Микровольтметр SMK-11, аттестован до 07. 2008 г. |

247

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 5/39 |
|---------------|--|---------|

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|--|
| 15 | Генератор импульсных напряжений ГИН-2,0, аттестован до 28.02.2009 г. | 1) Измерительная система SMR-10/770, аттестована до 28.02.2009 г. 2) Осциллограф GDS-820, аттестован до 16.06.2008 г. 3) Вольтметр MUT-7A, класс точности 1,5, аттестован до 28.02.2009 г. |
| 12 | Камера тепла и холода TV-1000 № 104872, аттестована до 06.07.2008 г. | |
| 14 | | Металлическая линейка ГОСТ 427 с ценой деления 1 мм, аттестована до 09.2008 г. Штангенциркуль № 2671, аттестован до 09.2008 г. Весы С4-50 А, цена деления 20 г, калибровка до 11.2008 г. |

6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

6.1. Проверка внешним осмотром.

Проверка внешним осмотром проводилась визуально на трёх ограничителях на класс напряжения 15 кВ (ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 – 2 шт., ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 – 1 шт.), на трёх ограничителях на класс напряжения 20 кВ (ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 – 2 шт., ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 – 1 шт.), на трёх ограничителях на класс напряжения 35 кВ (ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 – 2 шт., ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 – 1 шт.).

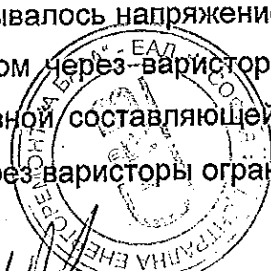
Ограничители соответствуют конструкторской документации в части комплектности, наличия маркировочных данных.

Транспортная тара и упаковка соответствуют конструкторской документации на тару и упаковку.

6.2. Проверка классификационного напряжения.

Проверка классификационного напряжения ограничителей проводилась по методике указанной в п.5.7. ТУ3414-001-00468683-93.

К ограничителям, по очереди, прикладывалось напряжение промышленной частоты и поднималось до значения, при котором через варисторы ограничителей будет протекать ток, амплитудное значение активной составляющей которого, будет равно 3мА. Значение напряжения, при котором через варисторы ограничителя протекал клас-



248

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 6/39 |
|---------------|--|---------|

сификационный ток, принимался в качестве классификационного напряжения. Измерение тока проводилось со стороны заземляемого фланца

Результаты измерений в таблице 4.

Таблица 4.

| Тип ограничителя | № ОПН | Классификационное напряжение, кВ <small>действ.</small> | |
|-------------------------|-------|---|-----------------------|
| | | Измеренное | Норма по ПМ, не менее |
| ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | 1 | 25,1 | 22,5 |
| | 2 | 25,0 | |
| ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 | 1 | 23,3 | 30,0 |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 1 | 32,2 | |
| | 2 | 32,15 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | 1 | 31,7 | 50,6 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 1 | 54,8 | |
| | 2 | 54,9 | |
| ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 | 1 | 57,75 | 55 |

Ограничители выдержали проверку, поскольку измеренное значение классификационного напряжения не менее значений указанных в ПМ и приведённых в таблице 5.

6.3. Проверка габаритно-установочных размеров и массы ограничителей.

Проверка проводилась на образцах ограничителей каждого типа по методике п.5.32 ТУ3414-001-00468683-93.

Результаты проверки в таблице 5.

Таблица 5.

| Тип и номер чертежа ОПН | № ОПН | масса, кг | | высота, мм | | ширина, мм | |
|---|-------|-----------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|
| | | измер. | норма, не более | измер. | норма, не более | измер. | норма, не более |
| ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 ИВЕЖ.674361.075 | 1 | 5,6 | 5,7 | 379 | 380 | 159 | 160 |
| | 2 | | | | | | |
| ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 ИВЕЖ.674361.073 | 1 | 5,6 | | 379 | | 160 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 ИВЕЖ.674361.076 | 1 | 6,4 | 6,5 | 448 | 450 | 159 | 160 |
| | 2 | | | | | | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 ИВЕЖ.674361.074 | 1 | 6,4 | | 449 | | 159 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 ИВЕЖ.674361.077 | 1 | 27,1 | 30 | 720 | 725 | 260 | 260 |
| | 2 | | | | | | |
| ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 ИВЕЖ.674361.077-01 | 1 | 28,2 | | 722 | | 260 | |

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса ограничителей соответствуют указанным в КД.

249

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 7/39 |
|---------------|--|---------|

6.4. Проверка уровня частичных разрядов.

Проверка уровня частичных разрядов (УЧР) проводилась по методике п. 5.34. ТУ 3414-001-00468683-93.

Измерение УЧР проводилось на каждом образце ограничителя. При испытании напряжение промышленной частоты, приложенное к ограничителю, плавно поднималось до $1,25 \cdot U_{НР}$, а затем через время 10 с снижалось до уровня $1,05 \cdot U_{НР}$ и выдерживалось в течение 1 мин., при этом проводилось измерение УЧР.

Результаты измерений приведены в таблице 6.

Таблица 6

| Тип ограничителя | № ОПН | УЧР, пКл | |
|-------------------------|-------|------------|-----------------------|
| | | Измеренное | Норма по ПМ, не менее |
| ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | 1 | 0,5 | 10 |
| | 2 | 0,6 | |
| ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 | 1 | 0,5 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 1 | 0,7 | |
| | 2 | 0,7 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | 1 | 0,6 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 1 | 0,9 | |
| | 2 | 0,9 | |
| ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 | 1 | 0,8 | |

Ограничители выдержали испытание, поскольку УЧР не превышает допустимых 10 пКл.

6.5. Проверка длины пути утечки внешней изоляции.

Проверка проводилась в соответствии с п.5.14 ТУ3414-001-00468683-93 по методике ГОСТ 9920. Измерение проводилось нерастягивающейся лентой. Результаты измерений приведены в таблице 7.

Таблица 7.

| Тип ограничителя | № ОПН | Длина пути утечки, см | |
|-------------------------|-------|-----------------------|-----------------------|
| | | Измеренное | Норма по ПМ, не менее |
| ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | 1 | 63,7 | 62 |
| | 2 | 63,8 | |
| ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 | 1 | 63,6 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 1 | 85,5 | |
| | 2 | 85,8 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | 1 | 86,0 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 1 | 168,0 | |
| | 2 | 168,5 | |
| ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 | 1 | 168,0 | |

Все образцы соответствуют требованиям ПМ.



250

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 8/39 |
|---------------|--|---------|

6.6. Проверка герметичности.

Проверка герметичности проводилась по методике п. 5.33. ТУ 3414-001-00468683-93 на двух образцах ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, на одном образце ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1, на двух образцах ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1, на одном образце ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1.

Испытуемые образцы помещались в ванну кипящей деионизированной водой, в которую добавлено 0,1% (по весу ОПН) NaCl на 42 часа. Испытуемые образцы полностью погружались в воду и устанавливались в ванне на подставку из дерева.

Непосредственно после кипячения образцы извлекались из ванны и выдерживались в помещении с нормальной температурой окружающей среды до полного высыхания внешней поверхности. Затем визуально проводился внешний осмотр, который не выявил растрескивания и вспучивания внешней изоляции. Результаты измерений классификационного напряжения и УЧР до и после испытания приведены в таблице 8 и 9, соответственно.

Таблица 8.

| Тип ограничителя | № ОПН | Классификационное напряжение, кВ _{действ.} | | | |
|-------------------------|-------|---|--------------|--------------|-----------------|
| | | до испыт. | после испыт. | изменение, % | |
| | | | | факт. | норма, не более |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 1 | 32,2 | 32,25 | 0,15 | 5 |
| | 2 | 32,15 | 32,2 | 0,15 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | 1 | 31,7 | 31,8 | 0,31 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 1 | 54,8 | 54,7 | 0,18 | |
| | 2 | 54,9 | 54,8 | 0,18 | |
| ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 | 1 | 57,75 | 57,7 | 0,1 | |

Таблица 9.

| Тип ограничителя | № ОПН | УЧР, пкЛ | | |
|-------------------------|-------|-----------|--------------|-----------------|
| | | до испыт. | после испыт. | норма, не более |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 1 | 0,7 | 0,7 | 10 |
| | 2 | 0,7 | 0,7 | |
| ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | 1 | 0,6 | 0,6 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 1 | 0,9 | 0,9 | |
| | 2 | 0,9 | 0,9 | |
| ОПН-П1-35/44,0/10/3УХЛ1 | 1 | 0,8 | 0,8 | |

254

| | | |
|---------------|--|---------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 9/39 |
|---------------|--|---------|

6.7. Испытание на термомеханическую прочность.

Испытание проводилась по методике п. 5.19. ТУ 3414-001-00468683-93 и ГОСТ 28856 на двух образцах ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 и на двух образцах ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1.

Испытание на термомеханическую прочность проводилось воздействием на ОПН четырёх 24-часовых циклов охлаждения и нагревания: от минус 60 °С до плюс 50 °С с одновременным приложением механической силы равной 330 Н, которая оставалась постоянной в течение каждого цикла испытания.

Каждый 24-часовой цикл состоял из периодов охлаждения, нагревания и последующего охлаждения до температуры окружающего воздуха.

Минимальная и максимальная температуры среды испытания выдерживались в течение 6 часов. По завершении четвёртого цикла, ограничители подверглись внешнему осмотру и измерению классификационного напряжения. Внешний осмотр не выявил каких-либо внешних механических разрушений, повреждений.

Результаты измерений классификационного напряжения до и после испытания приведены в таблице 10.

Таблица 10.

| Тип ограничителя | № ОПН | Классификационное напряжение, кВ _{действ.} | | | |
|-------------------------|-------|---|--------------|--------------|-----------------|
| | | до испыт. | после испыт. | изменение, % | |
| | | | | факт. | норма, не более |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 1 | 32,25 | 32,2 | 0,15 | 5 |
| | 2 | 32,2 | 32,2 | 0,15 | |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 1 | 54,7 | 54,8 | 0,18 | |
| | 2 | 54,8 | 54,9 | 0,18 | |

6.8. Проверка остающегося напряжения.

Проверка остающегося напряжения ОПН по 3, 4, 5 таблицы 2 проводилась по методике п. 3.6 ПМ ИВЕЖ.674361.017-03-2005 ПМ.

6.8.1. Проверка остающегося напряжения ограничителей третьего класса пропускной способности.

6.8.1.1. Перед проведением испытаний были определены остающиеся напряжения, при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА (U_{10}), на скомплектованных колонках варисторов ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 и ОПН-П1-35/44/10/3УХЛ1 путем суммирования U_{10} , указанных на торцевой поверхности единичных варисторов. Получены значения остающегося напряжения ограничителей: 53,5 кВ –



| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 10/39 |
|---------------|--|----------|

для ОПН-П1-15/18,0/10/ЗУХЛ1, 72,7 кВ - ОПН-П1-20/24,0/10/ЗУХЛ1 и 132 кВ - для ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1.

Измерение остающихся напряжений проводилось на секциях ОПН-П1-35/44/10/3 № 1, 2, 3. Результаты измерений остающихся напряжений при приложении грозовых импульсов тока 8/20 мкс приведены в таблице 11.

Таблица 11.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 8/20 мкс, кВ | | |
|--------------|--|-------|-------|
| | 5 кА | 10 кА | 20 кА |
| 1 | 9,4 | 10,2 | 11,4 |
| 2 | 9,4 | 10,2 | 11,4 |
| 3 | 9,4 | 10,2 | 11,4 |

Результаты измерений остающихся напряжений при приложении импульсов тока 30/60 мкс и 1/10 мкс приведены в таблице 12.

Таблица 12.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 30/60 мкс, кВ | | | Остающееся напряжение при приложении импульса тока 1/10 мкс, 10 кА, кВ |
|--------------|---|--------|--------|--|
| | 500 А | 1000 А | 2000 А | |
| 1 | 8,1 | 8,4 | 8,94 | 11,5 |
| 2 | 8,1 | 8,4 | 8,94 | 11,5 |
| 3 | 8,1 | 8,4 | 8,94 | 11,48 |

Для каждой испытуемой секции определены масштабные коэффициенты (K_1 , K_2) по методике п. 3.6 «Программы и методики типовых испытаний ИВЕЖ.674361.017-03(2005 ПМ)».

$$K_1 = \frac{U_{5000}}{U_{ком.с}}; \quad K_2 = \frac{U_{20000}}{U_{ком.с}}$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 8/20 мкс с амплитудой 10 кА (указано в табл. 11);

U_{5000} , U_{20000} – остающееся напряжение секций при импульсе тока 8/20 мкс при соответствующем токе (указан в табл. 11).

В результате вычислений получаем:

$K_1 = 0,9216$; $K_2 = 1,1176$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Остающееся напряжение на полностью собранном ограничителе нормированных токах при приложении импульсов 8/20 мкс определяется как произведение соответ-

253

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 11/39 |
|---------------|--|----------|

вующих коэффициентов на остающееся напряжение ограничителя при токе комплектующей 10 кА, 8/20 мкс.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 8/20 мкс приведены в табл. 13.

Таблица 13.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 8/20 мкс | | | | | |
|-----------------------|--|-----------------------|---------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 5000 А | | 10000 А | | 20000 А | |
| | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18/10/ЗУХЛ1 | 49,24 | 51,0 | 53,5 | 55,0 | 59,72 | 60,5 |
| ОПН-П1-20/24/10/ЗУХЛ1 | 67,0 | 70,0 | 72,7 | 75,2 | 81,25 | 83,0 |
| ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 | 121,6 | 126 | 132 | 135 | 147,5 | 149 |

6.8.1.2. Для расчета остающегося напряжения при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс определяем масштабные коэффициенты (K_3, K_4, K_5).

$$K_3 = \frac{U_{500}}{U_{ком.с}}; \quad K_4 = \frac{U_{1000}}{U_{ком.с}}; \quad K_5 = \frac{U_{2000}}{U_{ком.с}};$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 10 кА, 8/20 мкс (указано в табл. 11);

$U_{500}, U_{1000}, U_{2000}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при соответствующих токах 30/60 мкс (указано в табл. 12).

В результате вычислений получаем:

$K_3=0,794; K_4=0,823; K_5=0,876$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 30/60 мкс на полностью собранном ограничителе при нормированных токах определяется как произведение соответствующих коэффициентов (K_3, K_4, K_5) на остающееся напряжение ограничителя при токе комплектующей 10 кА, 8/20 мкс.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении коммутационных импульсов тока 30/60 мкс приведены в табл. 14.

Таблица 14.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 30/60 мкс | | | | | |
|-----------------------|---|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 500 А | | 1000 А | | 2000 А | |
| | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18/10/ЗУХЛ1 | 43,17 | 43,5 | 44,17 | 45,0 | 46,54 | 47,5 |
| ОПН-П1-20/24/10/ЗУХЛ1 | 58,74 | 59,5 | 60,41 | 61,9 | 63,32 | 64,9 |
| ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 | 104,8 | 105,0 | 108,63 | 110,0 | 115,6 | 116,0 |

254

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 12/39 |
|---------------|--|----------|

6.8.1.3. Для расчета остающегося напряжения при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА определяем масштабный коэффициент K_6 .

$$K_6 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}}$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 10 кА, 8/20 мкс (указано в табл. 11);

U_{10000} – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 10 кА, 1/10 мкс (указано в табл. 12).

В результате вычислений получаем: $K_6 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}} = \frac{11,5}{10,2} = 1,127$

Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА на полностью собранном ограничителе определяется как произведение коэффициента K_6 на остающееся напряжение ограничителя при токе комплектовки 10 кА, 8/20 мкс.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 1/10 мкс амплитудой 10 кА приведены в табл. 15.

Таблица 15.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсе тока 1/10 мкс, 10 кА | |
|-------------------------|--|-----------------------|
| | на ОПН (расч.) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18,0/10/ЗУХЛ1 | 60,2 | 61,0 |
| ОПН-П1-20/24,0/10/ЗУХЛ1 | 81,9 | 83,4 |
| ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 | 148,8 | 150,0 |

6.8.2. Проверка остающегося напряжения ограничителей второго класса пропускной способности.

6.8.1.1. Для измерения остающегося напряжения были изготовлены 3 секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 №№1, 2, 3.

Перед проведением испытаний были определены остающиеся напряжения, при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 500 А (U_{500}), на скомплектованных колонках варисторов ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 путем суммирования значений U_{500} , единичных варисторов. Получены значения остающегося напряжения ограничителей: для ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 №1—45 и №2—45,1 кВ, соответственно; для ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 №1 и №2 – 60, 5 и 60, 4 кВ, соответственно; для ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 №1 и №2 – 100,5 и 100,4 кВ, соответственно.

255

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 13/39 |
|---------------|--|----------|

Результаты измерений остающихся напряжений при приложении грозовых импульсов тока 8/20 мкс, 1/10 мкс, 30/60 мкс приведены в таблице 16.

Таблица 16.

| Номер секции | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 8/20 мкс, кВ | | | | Остающееся напряжение при приложении импульсов тока 30/60 мкс, кВ | | | Остающееся напряжение при приложении импульса тока 1/10 мкс, 10 кА, кВ |
|--------------|--|------|-------|-------|---|------|-------|--|
| | 500 А | 5 кА | 10 кА | 20 кА | 250 А | 500А | 1000А | |
| 1 | 9,08 | 10,4 | 11,05 | 12,0 | 8,75 | 8,86 | 9,0 | 11,6 |
| 2 | 9,08 | 10,4 | 11,1 | 12,0 | 8,76 | 8,88 | 9,05 | 12,1 |
| 3 | 9,08 | 10,4 | 11,1 | 12,0 | 8,74 | 8,88 | 9,0 | 12,1 |

Для каждой испытуемой секции определены масштабные коэффициенты ($K_1 - K_7$) по методике п. 5.6, п.5.8 – 5.9 ТУ 3414-001-00468683-93.

$$K_1 = \frac{U_{5000}}{U_{ком.с}}, K_2 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}}, K_3 = \frac{U_{20000}}{U_{ком.с}}, K_4 = \frac{U_{250}}{U_{ком.с}}, K_5 = \frac{U_{500}}{U_{ком.с}}, K_6 = \frac{U_{1000}}{U_{ком.с}}, K_7 = \frac{U_{10000}}{U_{ком.с}}$$

где: $U_{ком.с}$ – фактически замеренное остающееся напряжение секций при токе 8/20 мкс с амплитудой 500 А (указано в табл. 16);

$U_{5000}, U_{10000}, U_{20000}$ – остающееся напряжение секций при импульсе тока 8/20 мкс при соответствующем токе (указано в табл. 16);

$U_{250}, U_{500}, U_{1000}$ – остающееся напряжение секций при импульсе тока 30/60 мкс при соответствующем токе (указано в табл. 16);

U_{10000} – остающееся напряжение секций при импульсе тока 1/10 мкс при токе 10000 А (указано в табл. 16).

В результате вычислений получаем: $K_1 = 1,145, K_2 = 1,222, K_3 = 1,322, K_4 = 0,964, K_5 = 0,978, K_6 = 0,996, K_7 = 1,333$ - взяты наибольшие из трех полученных значений коэффициентов.

Остающееся напряжение на полностью собранном ограничителе при нормированных токовых импульсах 8/20 мкс, 30/60 мкс, 1/10 мкс определяется как произведение соответствующих коэффициентов на максимальное остающееся напряжение ограничителя при токе комплектовки 500 А, 8/20 мкс.

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 8/20 мкс приведены в табл. 17.



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 14/39 |
|---------------|--|----------|

Таблица 17.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 8/20 мкс | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 500 А | | 5000 А | | 10000 А | | 20000 А | |
| | на ОПН | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18/10/2УХЛ1 | 45,1 | 45,5 | 51,64 | 54,0 | 55,1 | 58,5 | 59,6 | 64,0 |
| ОПН-П1-20/24/10/2УХЛ1 | 60,5 | 61,3 | 69,3 | 72,0 | 74,0 | 79,0 | 80,0 | 86,8 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 100,5 | 101,3 | 115,1 | 118,0 | 122,8 | 127,0 | 132,8 | 142,0 |

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 30/60 мкс приведены в табл. 18.

Таблица 18.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсах тока 30/60 мкс | | | | | |
|-------------------------|---|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | 250 А | | 500 А | | 1000 А | |
| | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более | на ОПН (расч) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | 43,5 | 43,8 | 44,1 | 44,3 | 44,9 | 46,2 |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 58,3 | 58,5 | 59,1 | 59,1 | 60,2 | 61,5 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 96,9 | 98,7 | 98,3 | 99,2 | 100,1 | 104,0 |

Результаты определения остающихся напряжений ограничителей при приложении импульсов тока 1/10 мкс приведены в табл. 19.

Таблица 19.

| Тип ОПН | Остающееся напряжение, кВ, при импульсе тока 1/10 мкс, 10 кА | |
|-------------------------|--|-----------------------|
| | на ОПН (расч.) | норма по ПМ, не более |
| ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 | 60,1 | 66,0 |
| ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 | 80,6 | 88,0 |
| ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 | 134,0 | 147,0 |

6.9. Проверка электрической прочности внешней изоляции.

6.9.1 Проверка электрической прочности внешней изоляции проводилась пятнадцатидарным методом приложением стандартных грозовых импульсов 1,2/50 мкс. К образцам ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 без колонки варисторов, изготовленными в соответствии с п. 5.13 ТУ 3414-001-00468683-93, прикладывалось по 15 импульсов положительной и отрицательной полярности амплитудой 95, 125 и 190 кВ соответственно. Перекрытий изоляции на образцах не наблюдалось.

6.9.2. Проверка электрической прочности внешней изоляции в сухом состоянии проводилась на тех же образцах путем приложения в течение 1 мин напряжения про-

257

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 15/39 |
|---------------|--|----------|

мышленной частоты 55 кВ_{действ.} для ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1, 65 кВ_{действ.} для ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, 80 кВ_{действ.} для ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1.

В течение выдержки испытательного напряжения на всех образцах перекрытия изоляции не наблюдалось.

6.9.3. Проверка электрической прочности внешней изоляции под дождем проводилась на тех же образцах путем приложения в течение 1 мин напряжения промышленной частоты 38 кВ_{действ.} для ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1, 50 кВ_{действ.} для ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 и 80 кВ_{действ.} для ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1. Условия дождевания 2, среднее значение вертикальной составляющей дождя (3±0,3) мм/мин, предельное значение интенсивности для любого отдельного измерения и для каждой составляющей 0,25 – 3,75 мм/мин, удельное сопротивление воды при температуре 20 ° – (100±15) Ом·м, время предварительного пребывания объекта под дождем с нормированным сопротивлением воды – 1 мин.

В течение выдержки испытательного напряжения на всех образцах перекрытия изоляции не наблюдалось.

6.10 Испытание на взрывобезопасность.

Испытания на взрывобезопасность проводились в ИЦ НИЦ ВВА, аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 МВ07, на соответствие ТУ 3414-001-0468693-93 и ГОСТ 16357.

6.10.1 Испытания током 20 кА проводились на двух ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, а при токе 800 А на одном ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1.

Результаты испытаний приведены в протоколе № 006-133-2006 от 30.06.2006 г.

6.10.2. Проверка взрывобезопасности ОПН-П1-35 не проводилась, а использовались результаты испытаний ОПН-П1-220/172/10/2УХЛ1 (протокол №06-067-2003 от 21.05.03 ИЦ НИЦ ВВА) и техническое обоснование о распространении результатов испытаний ЗАО «ЗЭТО» от 26.11.04 г.

6.11 Проверка пропускной способности.

6.11.1 Проверка пропускной способности на прямоугольной волне тока длительностью 2000 мкс с амплитудой 550 А проводилась на трех варисторах второго класса по методике п. 5.10 ТУ.



| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 16/39 |
|---------------|--|----------|

До и после испытаний проводились измерения остающегося напряжения при волне импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, которое не должно измениться более чем на 5 %.

Варисторы выдержали по 20 импульсов тока прямоугольной формы длительностью 2000 мкс амплитудой 550 А.

Результаты испытаний приведены в таблице 20.

Таблица 20.

| Номер варистора | U _{ост.} , кВ | | Изменение U _{ост.} , % | |
|-----------------|------------------------|----------------|---------------------------------|-------|
| | До испытаний | После испытан. | Фактическое. | Норма |
| 1 | 11,0 | 10,9 | 0,9 | ±5 |
| 2 | 10,9 | 10,9 | 0 | |
| 3 | 10,8 | 10,9 | 0,9 | |

Визуальный осмотр образцов после испытания не выявил пробоя, перекрытия, образования трещин или других значительных повреждений варисторов.

6.11.2 Проверка пропускной способности на прямоугольной волне тока длительностью 2000 мкс с амплитудой 850 А проводилась на трех варисторах третьего класса по методике п. 5.10 ТУ.

До и после испытаний проводились измерения остающегося напряжения при волне импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, которое не должно измениться более чем на 5 %.

Результаты испытаний приведены в таблице 21.

Таблица 21.

| Номер варистора | U _{ост.} , кВ | | Изменение U _{ост.} , % | |
|-----------------|------------------------|----------------|---------------------------------|-------|
| | До испытаний | После испытан. | Фактическое. | Норма |
| 1 | 10,8 | 10,9 | 0,9 | ±5 |
| 2 | 10,8 | 10,9 | 0,9 | |
| 3 | 10,8 | 10,9 | 0,9 | |

Варисторы выдержали по 20 импульсов тока прямоугольной формы длительностью 2000 мкс амплитудой 850 А.

Визуальный осмотр образцов после испытания не выявил пробоя, перекрытия, образования трещин или других значительных повреждений варисторов.

259

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 17/39 |
|---------------|--|----------|

6.12. Рабочие испытания.

6.12.1. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 15, 20, 35 кВ третьего класса пропускной способности проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.12.1.1. Перед проведением рабочих испытаний в соответствии были проведены испытания 3-х варисторов EPCOS E58SR133E на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ при температуре на поверхности варисторов 115 ± 4 °С, поддерживаемой с помощью термостата. Испытательное напряжение на варисторах выбиралось наибольшим из следующих соотношений:

$$U_{нр.} \cdot U_{10 \text{ вар.}} / U_{10 \text{ огр.}} \leq U_{и.} \leq U_{нр.} \cdot U_{кл.вар.} / U_{кл.огр.}$$

где: $U_{нр.}$ – наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ограничителя равное 44 кВ действ.;

$U_{10 \text{ огр.}}$ – остающееся напряжение испытуемого ограничителя при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 10000 А (135 кВ_{макс.});

$U_{кл.огр.}$ – классификационное напряжение ограничителя (55 кВ_{действ.});

$U_{10 \text{ вар.}}$ – остающееся напряжение испытуемых варисторов при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 10000 А;

$U_{кл.вар.}$ – классификационное напряжение испытуемого варистора.

Параметры испытуемых варисторов следующие: $U_{кл.вар.}=5,7$ кВ_{действ.}, $U_{10 \text{ вар.}}=13,02$ кВ_{макс.}

Расчетное наибольшее рабочее напряжение по импульсному току U_{10} составило 4,24 кВ_{действ.} Расчетное наибольшее рабочее напряжение по классификационному току составило 4,56 кВ_{действ.}, испытательное напряжение составит $U_{и.}=1,2 \cdot 4,56=5,7$ кВ_{действ.}

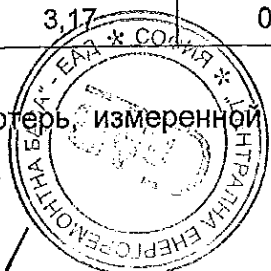
Результаты определения коэффициентов старения приведены в таблице 22.

Таблица 22.

| Номер испытуемого варистора | Амплитуда активного тока, мА | | Коэффициент старения, $K_{ст.}$ |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | после 2-х часов старения | после 1002-х часов старения | |
| 1 | 3,29 | 2,24 | 0,56 |
| 2 | 3,81 | 3,60 | 0,53 |
| 3 | 3,29 | 3,17 | 0,52 |

$K_{ст.}$ определяется отношением мощности потерь, измеренной после 1000 часов старения к мощности потерь, в начале испытаний.

260



| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 18/39 |
|---------------|--|----------|

На всех варисторах коэффициенты старения не превышают 1,0, следовательно, при рабочих испытаниях секций напряжения U_c и U_r принимаются без корректировки.

6.12.1.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителю.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-20/24,0/10/3 (далее секция ОПН-П1-20) и секции ОПН-П1-35/44/10/3 (далее секция ОПН-П1-35) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителей ОПН-П1-20/24,0/10/ЗУХЛ1, ОПН-П1-15/18,0/10/ЗУХЛ1 и ОПН-П1-35/44,0/10/ЗУХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикреплялась посередине варистора (т.к. в секции он один). Образцы помещались в безветренном месте в отапливаемом помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом, для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-20/24,0/10/ЗУХЛ1, ограничителя ОПН-П1-15/18,0/10/ЗУХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-20, а кривая охлаждения ОПН-П1-35/44/10/ЗУХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-35. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. П1, П3 приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.12.1.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-20/24/10/3 имеющие параметры, указанные в таблице 23 и три секции ОПН-П1-35/44/10/3, имеющие параметры, указанные в таблице 24. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.огр.} \cdot U_{кл.сек.} : U_{кл.огр.}$$

где: $U_{н.р.огр.}$ – нормированное наибольшее рабочее напряжение ограничителя, которое составляет 24 кВ_{д.};

$U_{кл.огр.}$ – минимальное для данного типа классификационное напряжение ограничителя 30 кВ_{д.};

261

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 19/39 |
|---------------|--|----------|

$U_{кл. сек.}$ – измеренное классификационное напряжение секции 4, 5 кВ_д.

Поскольку отношение $U_{н.р.огр}$ к $U_{кл.огр}$ для ограничителей серии на 15, 20, 35 кВ одинаково, то U_c для секции будет зависеть только от $U_{кл. сек.}$. Следовательно, для секции ОПН-П1-20/24/10/3 №1:

$$U_c = 24 \text{ кВ}_d \cdot 4, 5 \text{ кВ}_d : 30 \text{ кВ}_d = 3, 6 \text{ кВ}_d.$$

$$U_n = 1, 25 \cdot U_c = 4, 5 \text{ кВ}_d.$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 23.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 МА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 4,5 | 10,3 | 10,35 | 0,5 | ±5 |
| 2 | 4,5 | 10,2 | 10,4 | 2 | |
| 3 | 4,6 | 10,4 | 10,56 | 1,5 | |

Таблица 24.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 МА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 4,5 | 10,2 | 10,25 | 0,5 | ±5 |
| 2 | 4,5 | 10,2 | 10,3 | 2 | |
| 3 | 4,5 | 10,3 | 10,35 | 1,5 | |

6.12.1.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n=U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промышленной частоты увеличивалось до $1, 2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова понижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял 50°-60°. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры гро-



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

262

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 20/39 |
|---------------|--|----------|

зового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи грозового импульса. Типовая осциллограмма импульса тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА с наложением на напряжение промышленной частоты представлена в приложении 1 на рис. П5. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.12.1.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Типовая осциллограмма импульса тока 4/10 мкс амплитудой 100 кА представлена в приложении 1 на рис. П6. Секций испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.12.1.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 850А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термошкафу в течение 3-х часов до температуры 60 °С, после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 850 – 855 А.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая секцией во время воздействия второго импульса. Осциллограмма рабочих испытаний представлена в приложении 1 на рис. П7. Результаты измерений представлены в таблице 25 и 26.

Таблица 25.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к U_c , кДж/ $U_{н.р.}$ |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 850 | 850 | 17,39 | 4,83 |
| 2 | 855 | 850 | 17,35 | 4,82 |
| 3 | 850 | 850 | 17,39 | 4,83 |

263

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 21/39 |
|---------------|--|----------|

Таблица 26.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к У _с , кДж/У _{н.р.} |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 850 | 850 | 17,39 | 4,83 |
| 2 | 850 | 850 | 17,46 | 4,85 |
| 3 | 850 | 850 | 17,42 | 4,84 |

После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 23 и 24.

6.12.1.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 2 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

6.12.2. Рабочие испытания ограничителей на класс напряжения 15, 20, 35 кВ второго класса пропускной способности проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

6.12.2.1. Перед проведением рабочих испытаний были проведены испытания 3-х варисторов на ускоренное старение по методике п. 5.11.2 ТУ при температуре на поверхности варисторов 115 ± 4 °С, поддерживаемой с помощью термостата. Испытательное напряжение на варисторах выбиралось наибольшим из следующих соотношений:

$$U_{н.р.} \cdot U_{500 \text{ вар.}} / U_{500 \text{ огр.}} \leq U_{и.} \geq U_{н.р.} \cdot U_{кл. \text{ вар.}} / U_{кл. \text{ огр.}}$$

где: $U_{н.р.}$ – наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ограничителя равное 40,5 кВ действ.;

$U_{500 \text{ огр.}}$ – остающееся напряжение испытуемого ограничителя при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А (100,5 кВ_{макс.});

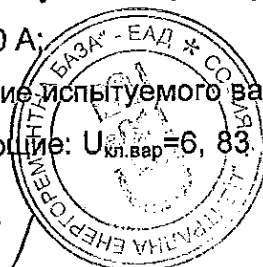
$U_{кл. \text{ огр.}}$ – классификационное напряжение ограничителя (71,6 кВ_{макс.});

$U_{500 \text{ вар.}}$ – остающееся напряжение испытуемых варисторов при воздействии волны импульсного тока 8/20 мкс амплитудой 500 А;

$U_{кл. \text{ вар.}}$ – классификационное напряжение испытуемого варистора.

Параметры испытуемых варисторов следующие: $U_{кл. \text{ вар.}} = 6,83$ кВ_{макс.}, $U_{500 \text{ вар.}} = 8,86$

кВ_{макс.}



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 22/39 |
|---------------|--|----------|

Расчетное наибольшее рабочее напряжение по импульсному току U_{500} равно 3,57 кВ действ.. Расчетное наибольшее рабочее напряжение по классификационному току равно 3,86 кВ действ., которое и выбрано для испытаний.

Результаты определения коэффициентов старения приведены в таблице 27.

Таблица 27.

| Номер испытуемого варистора | Амплитуда активного тока, мА | | Коэффициент старения, $K_{ст.}$ |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | после 2-х часов старения | после 1002-х часов старения | |
| 1 | 3,29 | 2,24 | 0,68 |
| 2 | 3,81 | 3,60 | 0,94 |
| 3 | 3,29 | 3,17 | 0,96 |

$K_{ст.}$ определяется отношением мощности потерь, измеренной после 1000 часов старения к мощности потерь, в начале испытаний.

На всех варисторах коэффициенты старения не превышают 1,0, следовательно, при рабочих испытаниях секций напряжения U_c и U_r принимаются без корректировки.

6.12.2.2. Проверка термической эквивалентности секции ограничителю.

Проверка термической эквивалентности секции ОПН-П1-20/24,0/10/2 (далее секция ОПН-П1-20/2) и секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 (далее секция ОПН-П1-35/2) проводилась в соответствии с методикой п. 5.11.1. ТУ 3414-001-00468683-93.

К варисторам ограничителей ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 и ОПН-П1-35/44,0/10/2УХЛ1 прикреплялась термопара на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя от его вершины, а в секции термопара прикреплялась посередине варистора (т.к. в секции он один). Образцы помещались в безветренном месте в отапливаемом помещении. Секция по торцам утеплялась, выводы закрывались пенопластом, для предотвращения рассеивания тепла из секции в аксиальном направлении. Варисторы ограничителей и секций нагревались до температуры 120 °С путём приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Время разогрева образцов было одинаковым и составляло 1,5 часа. При достижении указанной температуры образцы отключались от источника напряжения промышленной частоты, и определялась кривая охлаждения в течение 2 часов, затем сравнивались кривые охлаждения ограничителя ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1, ограничителя ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 с кривой охлаждения секции ОПН-П1-20/2, а кривая охлаждения ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 с кривой ох-

265

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 23/39 |
|---------------|--|----------|

лаждения секции ОПН-П1-35/2. Графики охлаждения ограничителей и секций приведены на рис. П2, П4 приложения 1. Графики подтверждают термическую эквивалентность секции, т.к. в любое время периода охлаждения температура варисторов секции выше температуры варисторов ограничителя.

6.12.2.3 Для проведения рабочих испытаний скомплектованы три секции ОПН-П1-20/24/10/2 имеющие параметры, указанные в таблице 27 и три секции ОПН-П1-35/44/10/2, имеющие параметры, указанные в таблице 28. Испытания проводились по методике п.5.11 ТУ 3414-001-00468683-93.

Наибольшее рабочее напряжение (U_c) секций определялось по формуле:

$$U_c = U_{н.р.огр.} \cdot U_{кл. сек.} : U_{кл.огр.}$$

где: $U_{н.р.огр.}$ – нормированное наибольшее рабочее напряжение ограничителя, которое составляет 24 кВ_д;

$U_{кл.огр.}$ – минимальное для данного типа классификационное напряжение ограничителя 30 кВ_д;

$U_{кл. сек.}$ – измеренное классификационное напряжение секции 4, 95 кВ_д.

Поскольку отношение $U_{н.р.огр.}$ к $U_{кл.огр.}$ для ограничителей серии на 15, 20, 35 кВ одинаково, то U_c для секции будет зависеть только от $U_{кл. сек.}$. Следовательно, для секции ОПН-П1-20/24/10/2 №1:

$$U_c = 24 \text{ кВ}_д \cdot 4,95 \text{ кВ}_д : 30 \text{ кВ}_д = 3,96 \text{ кВ}_д.$$

$$U_n = 1,25 \cdot U_c = 4,95 \text{ кВ}_д.$$

Аналогично рассчитывались U_c и U_n для других секций.

Таблица 27.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 мА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 4,95 | 11,28 | 11,3 | 0,17 | ±5 |
| 2 | 4,86 | 11,04 | 10,9 | 1,2 | |
| 3 | 4,85 | 10,88 | 10,9 | 0,18 | |

Таблица 28.

| Номер секции | $U_{кл.}$ при активной составляющей тока частотой 50 Гц, 3 мА, кВ _д | Остающееся напряжение U_{10} , кВ | | Изменение U_{10} после испытаний, % | |
|--------------|--|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| | | до испытаний | после испытаний | Фактич. | Норма по ТУ 3414-001-00468683-93 |
| 1 | 4,92 | 11,2 | 11,28 | 0,53 | ±5 |
| 2 | 4,90 | 11,15 | 11,20 | 0,45 | |
| 3 | 4,93 | 11,24 | 11,20 | 0,35 | |

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 24/39 |
|---------------|--|----------|

6.12.1.4. Подготовительные испытания импульсами тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на трех секциях. Секции подвергались воздействию 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 10 кА, сериями по 5 импульсов с интервалом 1 мин между импульсами и 30 мин между сериями. К секциям на время испытаний подключался источник напряжения промышленной частоты, действующее значение напряжения выставлялось равным $U_n = U_c$. За 1 с до момента подачи импульса напряжение промышленной частоты увеличивалось до $1,2 \cdot U_c$, а через 1 с после приложения импульса напряжение промышленной частоты снова снижалось до U_c . Угол, на который грозовой импульс опережал максимум амплитуды напряжения промышленной частоты, составлял $50^\circ - 60^\circ$. Грозовые импульсы и полупериод напряжения промышленной частоты имели одинаковую отрицательную полярность. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры грозового импульса, уровень напряжения промышленной частоты и угол опережения подачи грозового импульса. Секции выдержали испытания, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.12.1.5. Подготовительные испытания импульсами большого тока 4/10 мкс амплитудой 97 – 99 кА проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Секции подверглись воздействию импульса большого тока, последующего охлаждения до температуры окружающей среды и приложения второго импульса большого тока. Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры импульсов. Секции испытания выдержали, т.к. не произошло их электрического и механического повреждения.

6.12.1.6. Испытания прямоугольными импульсами тока 2000 мкс амплитудой 550А проводились по методике п. 5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93 на тех же секциях. Перед токовыми воздействиями секции нагревались в термошкафу в течение 3-х часов до температуры 60°C , после чего при нормальной температуре окружающего воздуха секции подвергались воздействию двух импульсов тока с интервалом 50 – 60 с. Амплитуда импульсов находилась в пределах 550 – 555 А.

После второго импульса к образцам прикладывалось напряжение промышленной частоты через интервал времени не более 100 мс с уровнем $1,25 \cdot U_c$, которое через 10 с снижалось до уровня U_c и выдерживалось в течение 30 мин.

Во время испытаний контролировались амплитуда и временные параметры прямоугольных импульсов тока, уровень напряжения промышленной частоты, активная составляющая тока через секции, а также рассчитывалась энергия, рассеиваемая сек-

268

цией во время воздействия второго импульса. Результаты измерений представлены в таблице 29 и 30.

Таблица 29.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к У _с , кДж/У _{н.р.} |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 555 | 550 | 11,41 | 2,88 |
| 2 | 555 | 550 | 11,32 | 2,86 |
| 3 | 550 | 550 | 11,44 | 2,89 |

Таблица 30.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к У _с , кДж/У _{н.р.} |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 550 | 550 | 11,36 | 2,87 |
| 2 | 555 | 550 | 11,25 | 2,84 |
| 3 | 560 | 550 | 11,32 | 2,86 |

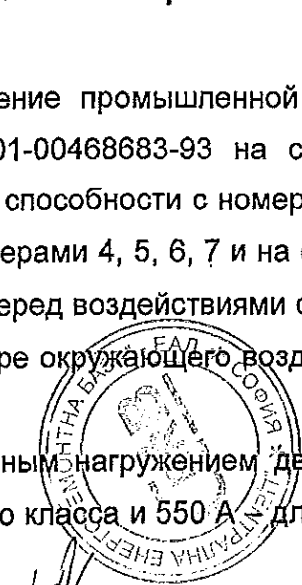
После завершения испытаний и охлаждения, образцов до нормальной температуры повторно измерены остающиеся напряжения при импульсном токе 8/20 мкс амплитудой 10 кА. Результаты измерений указаны в таблице 27 и 28.

6.12.1.7. Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний проводилась по методике п.5.11.3 ТУ 3414-001-00468683-93. По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, т.к. изменение остающегося напряжения при импульсах 8/20 мкс амплитудой 10 кА не превышало 1,2 % при норме не более 5 %, в процессе нахождения образцов под напряжением промышленной частоты наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин.

6.13. Проверка характеристики ограничителя «напряжение промышленной частоты-время».

6.13.1. Проверка характеристики «напряжение промышленной частоты-время» проводилась по методике п. 5.21 ТУ 3414-001-00468683-93 на секциях ОПН-П1-20/24,0/10 второго и третьего класса пропускной способности с номерами 4, 5, 6, 7, на секциях ОПН-П1-35/40,5/10 второго класса с номерами 4, 5, 6, 7 и на секциях ОПН-П1-35/44/10 третьего класса с номерами 4, 5, 6, 7. Перед воздействиями секции нагревали до 60 °С, после чего при нормальной температуре окружающего воздуха проводились испытания по двум вариантам воздействий.

6.13.2.1. Первый вариант. С предварительным нагружением двумя импульсами 2000 мкс амплитудой 850 А – для секций третьего класса и 550 А – для секций второго



| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 26/39 |
|---------------|--|----------|

класса пропускной способности, с последующим приложением не позднее, чем через 100 мс одного из четырёх испытательных напряжений промышленной частоты при соответствующем времени воздействия и последующего снижения уровня напряжения до наибольшего рабочего напряжения (U_c), которое выдерживалось в течение 30 мин для подтверждения термической устойчивости.

Испытательное напряжение для секций определялось путем деления испытательного напряжения для ограничителя, указанного в ПМ ИВЕЖ.674361.017-03-2005 ПМ, на коэффициент пропорциональности секции «п» (доля секции от полного ограничителя), определенный из соотношения минимального классификационного напряжения ограничителя ($U_{кл.огр.}$) к классификационному напряжению испытываемой секции $U_{кл.сек.}$

6.13.2.2. Второй вариант. Аналогичные испытания по предыдущему режиму, за исключением предварительного нагружения прямоугольными импульсами 2000 мкс. В остальном методика и порядок проведения испытаний аналогичны указанным в п. 6.13.2.1.

Результаты измерений представлены в таблице 31 и 32.

Таблица 31.

| № секции | U_c , кВ _{д.} | Длит. воздействия, с | п | Испыт. напряж. на ОПН, U_n , кВ _{д.} | | Доля U_n от $U_{н.р.}$ (К) на ОПН | | Испыт. напряж. на секциях ($U_{и.с.}$), кВ _{д.} | | Макс. активный ток I_c , МА | | | |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|--------|---|------------------|-------------------------------------|------------------|--|------------------|-------------------------------|-----------|-----------------|-----------|
| | | | | с предв. нагр. | без предв. нагр. | с предв. нагр. | без предв. нагр. | с предв. нагр. | без предв. нагр. | с предв нагр. | | без предв нагр. | |
| | | | | | | | | | | при $U_{и.с.}$ | при U_c | при $U_{и.с.}$ | при U_c |
| секции ОПН-П1-20/24/10/3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 3,56 | 1 | 6,741 | 35,8 | 37,9 | 1,49 | 1,58 | 5,3 | 5,62 | 20,1 | 0,6 | 18,1 | 0,56 |
| 5 | 3,56 | 10 | 6,741 | 33,6 | 35,8 | 1,4 | 1,49 | 4,98 | 5,3 | 16,2 | 0,58 | 14,3 | 0,52 |
| 6 | 3,56 | 1200 | 6,741 | 29,5 | 31,2 | 1,23 | 1,3 | 4,37 | 4,62 | 7,2 | 0,56 | 6,0 | 0,54 |
| 7 | 3,6 | 14400 | 6,667 | 25,7 | 27,6 | 1,07 | 1,15 | 3,85 | 4,14 | 6,2 | 0,56 | 5,0 | 0,54 |
| секции ОПН-П1-35/44/10/3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 3,6 | 1 | 12,222 | 65,6 | 69,5 | 1,49 | 1,58 | 5,36 | 5,68 | 22,3 | 0,58 | 19,8 | 0,59 |
| 5 | 3,6 | 10 | 12,222 | 61,6 | 65,6 | 1,4 | 1,49 | 5,04 | 5,36 | 17,8 | 0,59 | 16,7 | 0,6 |
| 6 | 3,57 | 1200 | 12,325 | 54 | 57 | 1,23 | 1,3 | 4,38 | 4,62 | 9,5 | 0,55 | 7,2 | 0,56 |
| 7 | 3,6 | 14400 | 12,222 | 47 | 50,6 | 1,07 | 1,15 | 3,85 | 4,14 | 7,2 | 0,6 | 6,1 | 0,62 |
| секции ОПН-П1-20/24/10/2 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 3,76 | 1 | 6,383 | 34,8 | 37 | 1,49 | 1,58 | 5,45 | 5,8 | 26,4 | 0,62 | 19,6 | 0,62 |
| 5 | 3,8 | 10 | 6,316 | 32,8 | 35,04 | 1,4 | 1,49 | 5,19 | 5,55 | 22,5 | 0,64 | 13,2 | 0,64 |
| 6 | 3,84 | 1200 | 6,25 | 29,5 | 31,2 | 1,23 | 1,3 | 4,72 | 4,99 | 19,8 | 0,61 | 9,2 | 0,62 |
| 7 | 3,82 | 14400 | 6,283 | 25,7 | 27,6 | 1,07 | 1,15 | 4,1 | 4,39 | 8,9 | 0,6 | 5,6 | 0,62 |
| секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 3,78 | 1 | 10,714 | 58,7 | 62,4 | 1,49 | 1,58 | 5,48 | 5,82 | 27,1 | 0,68 | 25,4 | 0,67 |
| 5 | 3,76 | 10 | 10,771 | 55,5 | 59,1 | 1,4 | 1,49 | 5,15 | 5,49 | 21,3 | 0,66 | 20,1 | 0,65 |
| 6 | 3,84 | 1200 | 10,547 | 50 | 51,4 | 1,23 | 1,3 | 4,74 | 4,87 | 17,6 | 0,6 | 15,4 | 0,62 |
| 7 | 3,86 | 14400 | 10,492 | 43,3 | 46,6 | 1,07 | 1,15 | 4,13 | 4,44 | 8,5 | 0,64 | 8,1 | 0,64 |

270

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 27/39 |
|---------------|--|----------|

Таблица 32.

| Номер секции | Амплитуда первого импульса, А | Амплитуда второго импульса, А | Ост. напряж. второго импульса, кВ _{макс} | Энергия второго импульса, кДж | Удельная энергия второго импульса, к У _с , кДж/У _{н.р.} |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
| секции ОПН-П1-20/24/10/3 | | | | | |
| 4 | 850 | 850 | 8,82 | 17,25 | 4,84 |
| 5 | 850 | 850 | 8,82 | 17,25 | 4,84 |
| 6 | 850 | 850 | 8,82 | 17,25 | 4,84 |
| 7 | 850 | 850 | 8,91 | 17,42 | 4,84 |
| секции ОПН-П1-35/44/10/3 | | | | | |
| 4 | 850 | 850 | 8,91 | 17,42 | 4,84 |
| 5 | 850 | 850 | 8,92 | 17,44 | 4,84 |
| 6 | 850 | 850 | 8,83 | 17,26 | 4,83 |
| 7 | 850 | 850 | 8,91 | 17,42 | 4,84 |
| секции ОПН-П1-20/24/10/2 | | | | | |
| 4 | 552 | 550 | 8,56 | 10,83 | 2,88 |
| 5 | 550 | 550 | 8,68 | 10,98 | 2,89 |
| 6 | 550 | 550 | 8,77 | 11,1 | 2,89 |
| 7 | 555 | 550 | 8,74 | 11,06 | 2,89 |
| секции ОПН-П1-35/40,5/10/2 | | | | | |
| 4 | 550 | 550 | 8,62 | 10,9 | 2,88 |
| 5 | 550 | 550 | 8,58 | 10,85 | 2,88 |
| 6 | 550 | 550 | 8,78 | 11,11 | 2,89 |
| 7 | 550 | 550 | 8,82 | 11,16 | 2,89 |

По результатам испытаний подтверждена термическая стабильность образцов, так как в процессе нахождения образцов под наибольшим рабочим напряжением промышленной частоты (U_c) наблюдалось уменьшение активной составляющей тока в течение 30 мин. Осциллограмма испытания секции ОПН-П1-35/44/10/3 №6 «напряжение-время» 1200 с. с нагружением представлена в приложении 1 на рис. П8

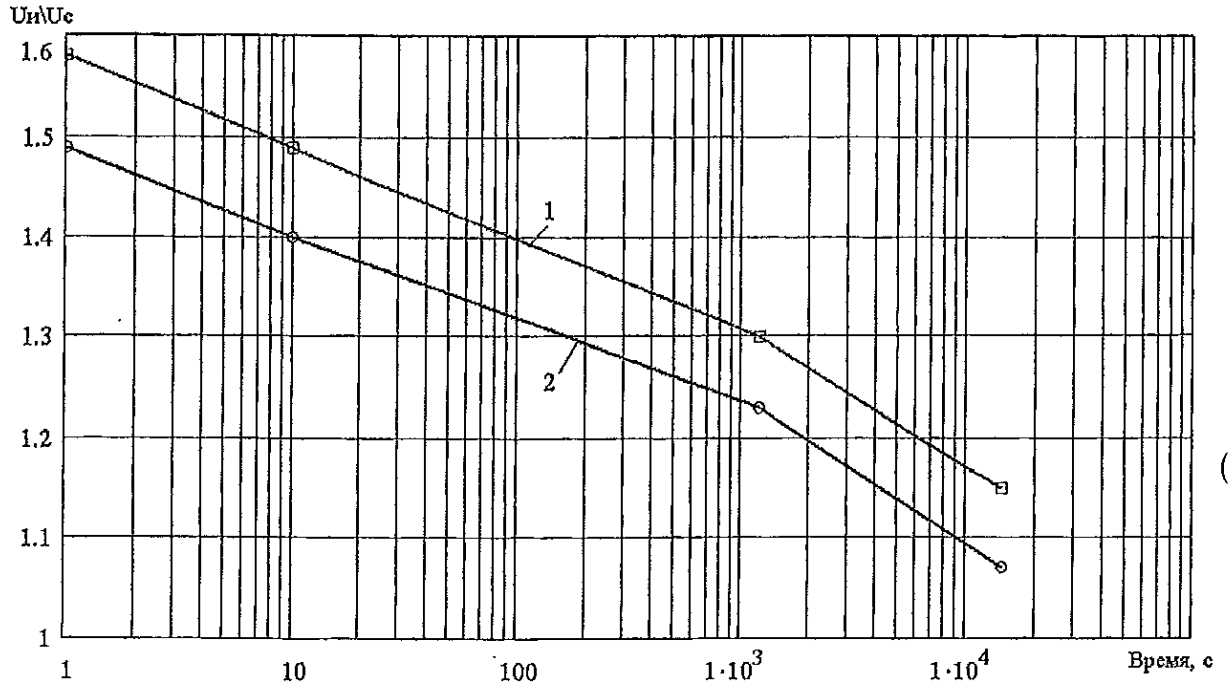
По результатам испытаний составлен график зависимости «напряжение промышленной частоты-время» (в логарифмическом масштабе по оси времени), приведенный на рисунке 1.



Handwritten signature

Handwritten signature

График зависимости «напряжение промышленной частоты-время».



1 - кривая «напряжение-время» без предварительного нагружения;

2 - кривая «напряжение-время» с предварительным нагружением;

Рис.1

6.14. Испытание ограничителей в загрязнённом и увлажнённом состоянии 50% разрядным напряжением.

Испытания ограничителей на класс напряжения 15, 20, 35 кВ в загрязнённом и увлажнённом состоянии 50% разрядным напряжением не проводились, а использовались результаты испытаний ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1, протокол испытаний №3100-112-2003 ГУП ВЭИ с учётом «Методикой выбора типопредставителя при проведении испытаний по определению 50%-ного разрядного напряжения в загрязнённом и увлажнённом состоянии» (далее методика).

Испытание ограничителей с полимерной внешней изоляцией в загрязнённом и увлажнённом состоянии 50%-ным разрядным напряжением промышленной частоты проводится при удельной поверхностной проводимости слоя загрязнения не менее 30 мкСм, что соответствует 4 степени загрязнения по ГОСТ Р52082-2003.

Согласно методике выбор типопредставителя для проведения испытаний производится по наибольшему градиенту напряжения:

$$E = \frac{U_{50\%}}{L_{ym}}$$

252

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 29/39 |
|---------------|--|----------|

где $U_{50\%}$ - 50%-ное разрядное напряжение промышленной частоты в $\text{кВ}_{\text{действ.}}$ по ГОСТ Р52082 и ТУ3414-001-00468683-93.

$L_{\text{ум}}$ - нормированная по ТУ3414-001-00468683-93 длина пути утечки внешней изоляции ОПН в см.

Результаты расчёта градиента напряжения в таблице 33.

Таблица 33

| Наименование параметра | Типы ограничителей | | | | |
|---|--|---|--|--|---|
| | ОПН-П1-6/6,0/10/2УХЛ1 ОПН-П1-6/6,6/10/2УХЛ1 ОПН-П1-6/6,9/10/2УХЛ1 ОПН-П1-6/7,2/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-10/10,5/10/2УХЛ1 ОПН-П1-10/11,5/10/2УХЛ1 ОПН-П1-10/12,0/10/2УХЛ1 | ОПН-П1-15/18,0/10/2УХЛ1 ОПН-П1-15/18,0/10/3УХЛ1 | ОПН-П1-20/24,0/10/2УХЛ1 ОПН-П1-20/24,0/10/3УХЛ1 | ОПН-П1-35/40,5/10/2УХЛ1 ОПН-П1-35/40,5/10/3УХЛ1 ОПН-П1-35/44/10/3УХЛ1 |
| 1. 50%-ное разрядное напряжение промышленной частоты в загрязнённом и увлажнённом состоянии, $\text{кВ}_{\text{действ.}}$ | 8 | 13 | 20 | 26 | 42 |
| 2. Минимальная длина пути утечки внешней изоляции, см. | 28,5 | 40 | 62 | 84 | 140 |
| 3. Градиент напряжения, кВ/см | 0,28 | 0,325 | 0,323 | 0,309 | 0,3 |

Как видно из таблицы наиболее нагружены ограничители на класс напряжения 10 кВ, следовательно, испытания должны проводиться на них с распространением результатов на остальные типы ограничителей классов напряжения 6, 10, 15, 20, 35 кВ наружной установки.

Результаты испытаний ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1, проведённые в ИЦ ФГУП ВЭИ приведены в протоколе №3100-112-2003 от 20.11.2003 г.

Согласно протоколу ограничитель выдержал испытание, при этом 50%-ное разрядное напряжение промышленной частоты в загрязнённом и увлажнённом состоянии при $\chi=30$ мкСм и длине пути утечки – 43 см составило 14,5 $\text{кВ}_{\text{действ.}}$, градиент напряжения при этом составил 0,337 кВ/см , что больше нормированного значения приведённого в таблице 25. Градиенты у остальных ограничителей по таблице 25 меньше, чем у ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1, поэтому результаты испытаний ОПН-П1-10/12/10/2УХЛ1 мож-

873

| | | |
|---------------|--|----------|
| ИЦ ЗАО "ЗЭТО" | Протокол испытаний № 13-1/12-076-2008 | с. 30/39 |
|---------------|--|----------|

но распространить на остальные типы ограничителей классов напряжения 6, 10, 15, 20, 35 кВ наружной установки.

7. В Ы В О Д Ы

7.1. Ограничители перенапряжений нелинейные серии ОПН-П1 на классы напряжения 15, 20, 35 кВ второго и третьего класса разряда линии соответствуют нормам и требованиям, изложенным в «Программе и методике испытаний ИВЕЖ.674361.017-03-2005 ПМ».

Начальник ЛИЗА ИЦ

Инженер – испытатель

Инженер – испытатель

на основании чл. 2 от 33ЛД

на основании чл. 2 от 33ЛД

А. А. Полканов

Ю. А. Лепёхин

С. Ю. Харлашов

254



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО АККРЕДИТАЦИИ

№ 0005265

АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ

№ RA.RU.22MB05 выдан 03 марта 2016 г.

номер аттестата аккредитации и дата выдачи

Закрытому акционерному обществу «Завод электротехнического оборудования»;

Настоящий аттестат выдан

ИНН 6025017624

182100, Российская Федерация, Псковская область, г. Великие Луки, проспект Октябрьский, дом 79

адрес (место) осуществления деятельности

и удостоверяет, что
Испытательный центр на безопасность
182100, Псковская обл., г. Великие Луки, Октябрьский просп., 79

адрес (место) осуществления деятельности

ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009

соответствует требованиям
в качестве Испытательной лаборатории (центра)

аккредитован(о)
в соответствии с областью аккредитации, областью аккредитации описанной в сертификате и/или в области аккредитации описанной в сертификате
неотъемлемой частью аттестата.

Дата внесения сведений в реестр аккредитации

Исполнительный директор (заместитель Руководителя)
Федеральной службы по аккредитации

М.А. Якутов
инициалы, фамилия

на основании чл. 2 от 33ЛД

на основании чл. 2 от 33ЛД

и к настоящему аттестату и
февраля 2016 г.

М.А. Якутов
инициалы, фамилия

М.А. Якутов
инициалы, фамилия

М.А. Якутов
инициалы, фамилия

М.А. Якутов
инициалы, фамилия

ROSACCREDITATION

the FEDERAL SERVICE for ACCREDITATION

No. 005265

ACCREDITATION CERTIFICATE

No. PA.RU.22MB05 issued March 3rd, 2016

The present certificate is issued for CLOSE JOINT STOCK COMPANY "PLANT OF ELECTROTECHNICAL EQUIPMENT"
INN6025017624

Legal person name and its legal form

79 OKTYABRSKY AVENUE VELIKIE LUKI TOWN, PSKOV REGION 182100, RUSSIAN FEDERATION

and certifies that SAFETY TEST CENTRE located at 79 OKTYABRSKY AVENUE VELIKIE LUKI TOWN, PSKOV REGION 182100
MEETS THE REQUIREMENTS OF GOST ISO/IEC 17025-2009

AND IS GRANTED THE ACCREDITATION as Testing laboratory (centre)

IN ACCORDANCE WITH THE SCOPE OF ACCREDITATION, THE SCOPE OF ACCREDITATION IS SPECIFIED IN THE APPENDIX TO THE PRESENT CERTIFICATE AND IS AN INTEGRAL PART OF THE PRESENT CERTIFICATE.

The present certificate is registered in the State Register of Accredited Laboratories on the 16th of February 2016.

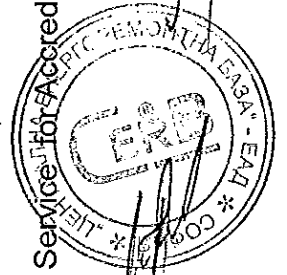
Head (Deputy head) of _____ (signature)

M.A. _____

_____ (name)

на основании чл. 2 от 33.01.2016

the Federal Service for Accreditation



276

ЗАО «Завод за електротехническо оборудване»



ОГРАНИЧИТЕЛИ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ

3, 6, 10, 20 и 35 кВ

Изисквания за транспортиране и манипулиране

Инструкции за монтиране и за експлоатация и обслужване



277

Изисквания за транспортиране и манипулиране

1. ОПАКОВКА

1.1 Ограничителите на пренапрежения се опаковат в индивидуални картонени кутии, след което в дървени касети или контейнери, които ги предпазват от повреди по време на транспортиране и съхранение.

Опаковката на ограничителите на пренапрежения е изпълнена в съответствие със стандарта.

1.2 На опаковката са нанесени манипулационни знаци "Внимание. Чупливо", "Врх", "Място за захващане" съгласно стандарта.

1.3 Допуска се ограничителите на пренапрежения да се транспортират в контейнери, закрити вагони и камиони в индивидуална опаковка с използването на допълнителни средства (дървени щитове, бордове, стелажи и т.н.), изключващи тяхното преместване и повреждане при транспортиране.

2. СЪХРАНЕНИЕ

2.1 Опаковани или разопаковани ограничители на пренапрежения трябва да се съхраняват в условия, предпазващи ги от механични повреди.

Условията за съхранение на ОПН при температура на околната среда от минус 60 до плюс 50 °С в неотопляеми помещения, съответства на условия за съхранение съгласно стандарта.

2.2 При съхранение за повече от две години, най-малко веднъж годишно се извършва преконсервация на табелки и крепежни детайли.

Преконсервация се извършва в следния порядък:

- отстранете фабричната смазка

- обезмаслете с чиста кърпа, навлажнена в бензин или чист спирт, след което подсушете

- нанесете защитна смазка (например ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74) на равномерни слоеве

3. ТРАНСПОРТИРАНЕ

3.1 Транспортът се извършва с различни видове транспорт, съобразно конкретните условия на транспортиране по отношение на влиянието на механичните фактори, съгласно стандарта.

Транспортирането трябва да се извършва при спазване на всички предпазни мерки при транспортиране на чупливи товари.

По време на транспортиране, товарене и разтоварване, осигурете пълната безопасност на опаковката.

4. УТИЛИЗАЦИЯ

4.1 Ограничителят на пренапрежение след края на живота му не е заплаха за живота, здравето на хората и околната среда и подлежат на утилизация в общ порядък.



278

Инструкции за монтиране и за експлоатация и обслужване

1. ПРОВЕРКА НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ

1.1 Преди да инсталирате ограничителя, трябва да направите:

- външен оглед на ограничителя;
- измерване на съпротивлението на ограничителя;
- измерване на тока на проводимост, съгласно приложената в документацията схема.

1.1.1 Измерване на съпротивлението на ограничителя се извършва с мегер при напрежение 2500 V на чисти и сухи ограничители, монтирани на изолирана поставка. При това измерване съпротивлението на ограничителя трябва да бъде най-малко 5 000 Mohm.

1.1.2 Измерването на тока на проводимост се провежда на чисти и сухи ограничители при температура на околния въздух от плюс 15 до плюс 35 °C.

1.1.3 Стойността на тока на проводимост не трябва да надвишава 0,8 mA.

2. МОНТАЖ

2.1 При монтажа на ограничителите е необходимо да се спазват изискванията на правилата по охрана на труда и правилата за безопасност при експлоатация на електрическите уредби.

2.2 Преди монтаж, се проверява съответствието на поръчката и комплектността на ограничителите на пренапрежение съгласно настоящето ръководство, отстранява се опаковката, отстранява се консервиращата смазка, внимателно се проверява за повреда на изолацията, нарушения на защитното покритие на компоненти, части и крепежни елементи.

2.3 ВНИМАНИЕ: ОГРАНИЧИТЕЛИТЕ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЕ СЕ ИНСТАЛИРАТ САМО, КОГАТО НАПРЕЖЕНИЕТО НА СИСТЕМАТА Е ПРЕКЪСНАТО И СИСТЕМАТА Е ЗАЗЕМНА.

2.4 Монтажът на ограничители върху металните конструкции на електрическите инсталации трябва да изключва възможността за случайно влизане в контакт на персонала по поддръжката с тоководещи части, намиращи се под напрежение.

2.5 Ограничителят на пренапрежение трябва да бъде инсталиран между фазата и земята, възможно най-близо до защитаваното оборудване.

Не използвайте дълги, заземителни проводници.

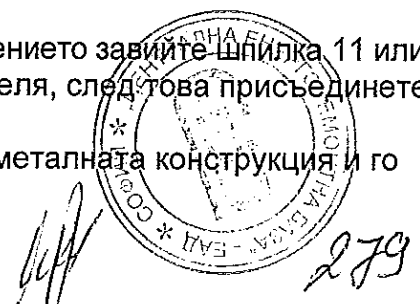
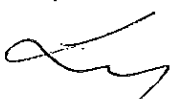
2.6 Повдигане и преместване на ограничителите на пренапрежение се извършва за горния контактен въвод.

2.7 ЗАБРАНЯВА СЕ ПРИ МОНТАЖ ИЛИ ПРЕМЕСТВАНЕ ОГРАНИЧИТЕЛЯ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЕ ДА СЕ ДЪРЖИ С ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПОЛИМЕРНАТА ПОВЪРХНОСТ.

2.8 Монтаж на ограничители на пренапрежение

2.8.1 В долната част на ограничителя на свръхнапрежението завийте шпилка 11 или 12, в зависимост от категорията на поставяне на ограничителя, след това присъединете конзола 2 и я закрепете с гайка 7 с шайба 9.

2.8.2 Поставете ограничителя на пренапрежение на металната конструкция и го закрепете с болтове 5, с шайби 8, 10 и гайки 6.



2.8.3 Тоководещите и заземяващите проводници се присъединяват съответно към горния и долния контактен въвод, между скоба 3 и шайба 4 и се закрепва с гайка 7 с шайба 9.

2.9 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №№ 2 и 8

2.9.1 Прикрепете скоба 2 към долната част на ограничителя с помощта на болт 5 или 6, в зависимост от категорията на поставяне на ограничителя, с шайби 10, 12. След това поставете ограничителя на мястото и закрепете скобата с четири болта 13 с гайки 7 и шайби 9, 11.

2.9.2 Тоководещия проводник свържете към горния контактен въвод между скоба 3 и шайба 4 и закрепете с гайка 8 с шайба 10.

2.9.3 Заземяващия проводник присъединете към скоба 2 (между скоби 2, 3) и закрепете с болт 6 с шайба 10.

2.10 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №№ 3 и 9

2.10.1 В долната част на ограничителя завъртете шпилка 7 или 8, в зависимост от категорията на поставяне, след това поставете ограничителя на мястото и закрепете с гайка 4 с шайби 5, 6.

2.10.2 Тоководещия проводник свържете към горния контактен въвод между скоба 2 и шайба 3 и закрепете с гайка 4 с шайба 5.

2.10.3 Заземяващия проводник присъединете към долния контактен въвод между скоба 2 и шайба 3 и закрепете с гайка 4 с шайба 5.

2.11 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №№ 4 и 10

2.11.1 В долната част на ограничителя завъртете шпилка 12 или 13, в зависимост от категории на поставяне на ограничителя, след това присъединете скоба 2 и я закрепете с гайка 8 с шайба 10.

2.11.2 Поставете ограничителя със скоба на металната конструкция и закрепете с болтове поз.6 с шайби 9, 11 и гайки 7.

2.11.3 Тоководещия провод с накрайник или шина присъединете към горния контактен въвод между шайби 4 и закрепете с гайка 8 с шайба 10.

2.11.4 Заземяващия провод присъединете към долния контактен въвод между скоба 3 и шайба 5 и закрепете с гайка 8 с шайба 10.

2.12 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №№ 5 и 11

2.12.1 Скоба 2 закрепете към долната част на ограничителя с помощта на болт 5 или 6, в зависимост от категорията на поставяне на ограничителя, с шайби 10, 12. След това ограничителя се поставя на площадка и се закрепва със скоба и четири болта 13 с гайки 7 и шайби 9, 11.

2.12.2 Тоководещия провод с накрайник или шина се присъединява към горния контактен въвод между шайби 4 и се закрепва с гайка 8 с шайба 10.

2.12.3 Заземяващия провод присъединете към скоба 2 (между скоби 2, 3) и закрепете с болт 6 с шайба 10.

2.13 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №№ 6 и 12

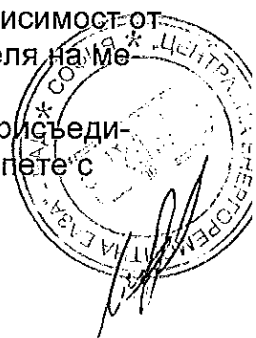
2.13.1 В долната част на ограничителя завъртете шпилка 6 или 7, в зависимост от категорията на поставяне на ограничителя, след което поставете ограничителя на металната конструкция и закрепете с гайка 3 с шайби 4, 5.

2.13.2 Тоководещия и заземяващия провод с накрайници или шини присъединете съответно към горния и долния контактен въвод между шайби 2 и закрепете с гайка 3 с шайба 4.

2.14 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №13

2.14.1 Ограничителя на перенапряжений установи на заземленна металлоконструкция и закрепите болтом 3 с шайбами 2, 4.

2.14.2 Тоководещия провод с наконечником или шину присъединете к верхней части ограничителя перенапряжений между шайбами 2 и закрепите болтом 3 с шайбой 4.



2.15 Монтаж на ограничители на пренапрежение с КМЧ №14

2.15.1 Скобу 2 прикрепитъ к нижней части ограничителя перенапряжений при помощи болта 9 с шайбами 13, 14. Закрепленный на скобе ограничитель перенапряжений установить на четыре анкерных болта 15, или в соответствии с проектом, изолировав его от металлоконструкции фарфоровыми втулками 7, шайбами 4, 12, прокладками 6 и закрепить гайками 10.

2.15.2 Токоведущий провод присоединить к верхнему контактному выводу между скобой 3 и шайбой 4 и закрепить гайкой 11 с шайбой 13.

2.15.3 Заземляющий провод присоединить к скобе 2 (между скобами 2, 3) и закрепить болтом 9 с шайбой 13.

2.16 Дебелината на металната конструкция, на която са монтирани ограничителите на свръхнапрежения, трябва да бъде между 4 и 6 мм

2.17 Препоръчва се диаметър на токопроводящия и заземяващия проводник 5 мм, а сечение на токопроводящите шини не по-малко от 30 мм².

При това проводника трябва да бъде поставен с неголяма хлабина, а захранващата шина трябва да има термокомпенсираща конструкция за изключване възможната опасност за ограничителя от механични напрежения при ниската граница на температурата на околната среда.

2.18 За да се осигури надежден монтаж, всички винтови съединения трябва да се затегнат внимателно.

2.19 При проверка на ограничителя на пренапрежение след монтажа е необходимо да се провери точността на електрическите връзки.

2.20 Най-малките допустими разстояния между ограничителите на пренапрежение, от ограничителите на пренапрежение до тоководещи и заземени части на електрическите инсталации и от ограничители на пренапрежение до постоянни заграждения трябва да съответстват на определените в "Правила за инсталиране на електрически уредби".

3 ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ

4.1 Общи указания.

4.1.1 Ограничители на пренапрежения не подлежат на ремонт от експлоатационните дружества и не трябва да бъдат изпитвани профилактично в процеса на експлоатация.

4.1.2 Техническото обслужване се изразява в провеждане на профилактични огледи

4.1.3 Профилактичните огледи на ограничителите на пренапрежение се провеждат в сроковете, установени за останалото оборудване.

При извършване на профилактичните огледи ограничителите на пренапрежение се проверяват за отсъствие на повреди на изолационното покритие и металната арматура, нарушение на защитното покритие на крепежните детайли.

4.2 Мерки за безопасност.

4.2.1 При провеждане на профилактичните огледи се спазват изискванията по техника на безопасност.



[Handwritten signature]



284

[Handwritten signature]

Приложение №3 към Техническото предложение

СРОКОВЕ ЗА ДОСТАВКА

| № | Наименование | Мярка | Количество със срок на доставка до 7 кал. дни | Количество със срок на доставка до 30 кал. дни |
|---|---|-------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Вентилен отвод метало - оксиден тип без искрови разрядници, 10 kV, 10kA, клас 2 | бр. | 3 | 5 |
| 2 | Вентилен отвод метало - оксиден тип без искрови разрядници, 20 kV, 10kA, клас 1 | бр. | 20 | 50 |
| 3 | Вентилен отвод метало - оксиден тип без искрови разрядници, 20 kV, 10kA, клас 2 | бр. | 20 | 50 |

Забелѝжки:

1/ Срокът на доставките започва да тече от датата на изпращане на поръчката.

2/ Количествата в колона 4, със срок на доставка до 7 /седем/ календарни дни, се доставят след SAP поръчка до посочените в обявлението складове на Възложителя за покриване на спешни нужди на Възложителя.

Възложителят може да поръчва посоченото спешно количество веднъж месечно.

3/ В случай, че крайният срок на доставката съвпада с празничен или неработен ден, то доставката се извършва не по-късно от първия работен ден след изтичането на срока.

4/ При поръчки на Възложителя на количества в рамките на потвърдените от Изпълнителя и недоставени в посочените срокове, ще бъдат налагани неустойки, съгласно условията на договора.

5/ Възложителят може да поръчва количества по-малки от посочените в колони 4 и 5.

6/ Възложителят може да поръчва количества по-високи от посочените в колони 4 и 5, като това обстоятелство ще бъде посочено текстово в съответната поръчка изпратена към Изпълнителя. С потвърждението на поръчката, Изпълнителят вписва в същата очаквана дата за доставка на количествата надвишаващи посочените в колони 4 и 5.

7/ Количествата за доставка в колони 4 и 5 са отделни и независими едно от друго.

8/ Количествата за доставка в колона 5 не включват в себе си количествата за доставка в колона 4.

9/ Възложителят има право да направи едновременно поръчки за доставка на количества от колони 4 и 5.

Дата 02.04.2018 г.

ПОДПИС и ПЕЧАТ

на основание чл. 2 от ЗЗЛД

Александър Мавродиев
Изпълнителен директор

ДЕКЛАРАЦИЯ

за приемане на условията в проекта на рамково споразумение и проекта на конкретен договор,
неразделна част от рамковото споразумение

Долуподписаният Александър Атанасов Мавродиев в качеството ми на представляващ „ЦЕНТРАЛНА
ЕНЕРГОРЕМОНТНА БАЗА“ ЕАД, участник в процедура за възлагане на обществена поръчка с реф.
№ PPD17-158 и предмет: „Доставка на вентилни отводи средно напрежение (СрН)“,

ДЕКЛАРИРАМ, ЧЕ:

1. Приемам условията в проекта на рамково споразумение, приложен в документацията за участие.
2. Приемам условията в проекта на конкретен договор, неразделна част от рамковото споразумение, приложен в документацията за участие.

Дата 12.03.2018 г.

Декларатор:

на основание чл. 2 от ЗЗЛД

Александър Мавродиев
изпълнителен директор

ДЕКЛАРАЦИЯ
за срока на валидност на офертата

Долуподписаният **Александър Атанасов Мавродиев**
на основание чл. 2 от ЗЗЛД

в качеството ми на изпълнителен директор
на „ЦЕНТРАЛНА ЕНЕРГОРЕМОНТНА БАЗА“ ЕАД

участник в процедура за възлагане на обществена поръчка с реф. № PPD17-158 и предмет:
„Доставка на вентилни отводи средно напрежение (СрН)“,

ДЕКЛАРИРАМ, ЧЕ:

С подаване на настоящата оферта, направените от нас предложения и поети ангажименти са валидни за срока, посочен в обявлението, считано от крайния срок за подаване на офертите.

Дата 12.03.2018 г.

Декларатор:

Ал
изпълнителен директор

на основание чл. 2 от ЗЗЛД

287