

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТКРЫТОГО ТИПА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
СЕТЕВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

АО РОСЭП

**РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Март

Москва 1998

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

02. Линии электропередачи

ИММ 02.01-98 от 08.01.98

О технических условиях на линейный штыревой
фарфоровый изолятор ШФУ10.....3

ИММ 02.02-98 от 08.01.98

О новом способе грозозащиты ВЛ 6-10 кВ.....4

ИММ 02.03-98 от 08.01.98

О выпуске заземляющих дугогасящих устройств
в сетях 6, 10 и 35 кВ.....23

03 Подстанции

ИММ 03.05-98 от 12.02.98

Об особенностях применения вакуумных выключателей.....27

ИММ 03.06-98 от 12.02.98

О новых конструкциях КРУ и КСО Московского завода
"Электроцит"34

ИММ 03.07-98 от 12.02.98

О действующих типовых проектах ПС, ОРУ, ОПУ,
ЗРУ 6-110 кВ института "Энергосетьпроект"36

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

08.01.98

02.01-98

N

Москва

**О технических условиях на
линейный штыревой фарфо-
ровый изолятор ШФУ 10**

В дополнение к информации о линейном штыревом фарфоровом изоляторе ШФУ 10 (размеры, технические характеристики и область применения изоляторов на ВЛ 6-10 кВ), приведенной в РУМ N 2 за 1992 год (ИММ N 02.02.04-4 от 12.02.92) сообщаем, что эти изоляторы изготавливаются Южно-Уральским арматурно-изоляторным заводом по ТУ 34 13.10619-91.

При необходимости приобретения данных ТУ рекомендуем обращаться в адрес завода : Челябинская область, 457040, г.Южно-Уральск ул.Заводская, 1.Арматурно-изоляторный завод. Главный инженер завода Головин В.М.
тел. 98-564 и 98-517
факс. 5-27-92
телетайп : 62-4838 "Кредо"

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Кадыков

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

08.01.98

02.02-98

N _____

Москва

**О новом способе грозозащиты
ВЛ 6-10 кВ**

Публикуем техническую информацию о новом способе грозозащиты ВЛ 6-10 кВ, предложенном НПО "Стример" (С.Петербург).

Новый предлагаемый способ грозозащиты путем удлинения пути импульсного грозового перекрытия позволяет реализовать этот принцип за счет использования простых в изготовлении и недорогих специальных Импульсных Грозозащитных Разрядников (ИГР).

По вопросам о новом способе грозозащиты следует обращаться в НПО "Стример" по адресу :194902, г.Санкт-Петербург, Парголово, ул. Ломоносова, д. 97; Генеральный директор д.т.н. Подпоркин Георгий Викторович; факс (812) 247-53-50
тел. (812) 247-88-25

Приложение :

1. Информация "Новый способ грозозащиты ВЛ 6-10 кВ".
2. Техническое предложение по установке ИГР.

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Кадыков



Закрытое Акционерное Общество
“Научно-производственное объединение
СТРИМЕР”

Техническая информация по договору “Грозозащита ВЛ-10 кВ с
изолированными проводами при помощи Разрядников Длинно-
Искровых (РДИ)”.

Новый способ грозозащиты ВЛ 6-10 кВ.

Генеральный директор,
доктор технических наук

Подпоркин Г.В.

Технический директор

Сиваев А.Д.

С. Петербург 1997 г.

НОВЫЙ СПОСОБ ГРОЗОЗАЩИТЫ ВЛ 6-10 кВ

ВЛ 6 -10 кВ являются наиболее распространёнными и наиболее подверженными воздействию грозových перенапряжений. Вследствие низкой импульсной прочности линейной изоляции практически каждый удар молнии вблизи линии приводит к возникновению индуктированных перенапряжений и к перекрытию изоляции. После чего весьма вероятно возникновение дуги промышленной частоты, что влечёт необходимость отключения линии и, соответственно, - потребителя.

Особенностью грозозащиты ВЛ с изолированными проводами является то, что, если не принять специальных мер, при гроздовом перенапряжении происходит перекрытие изолятора линии, а затем - пробой твёрдой изоляции провода. С большой вероятностью гроздовое перекрытие переходит в дугу промышленной частоты, которая горит в месте пробоя изоляции до тех пор пока линия не будет отключена. Это может привести к обжигу изоляции провода, изолятора линии, а в случае больших токов к. з. - к пережогу провода [1].

Обзор существующих систем грозозащиты

В США [1] предложено для грозозащиты ВЛ с изолированными проводами удалять твёрдую изоляцию на участке линии вблизи опоры, а на границе изоляции устанавливать массивные зажимы (Рис. 1).

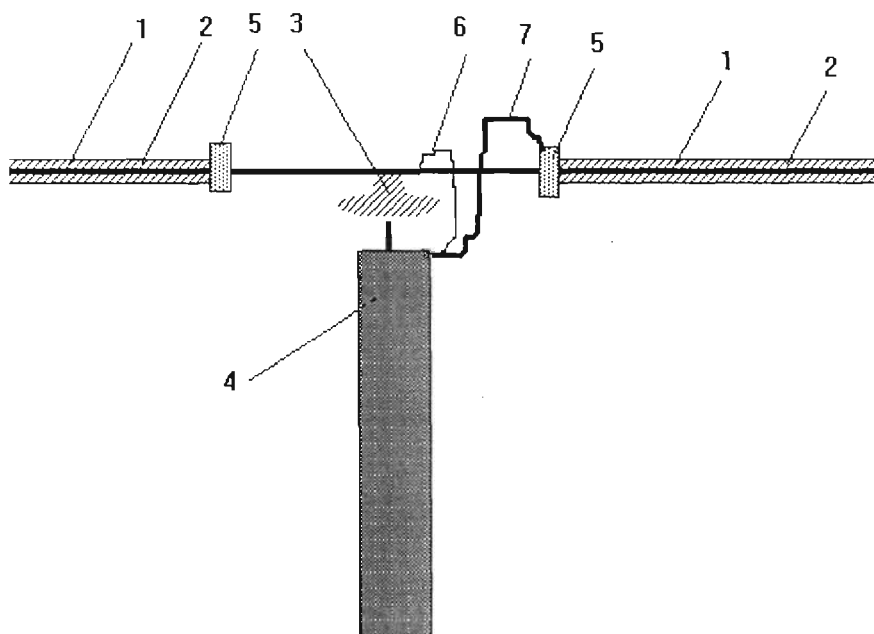


Рис. 1 Защита линии от дуговых повреждений при помощи массивных зажимов (Американская система)

1 - провод, 2 - изоляция, 3- изолятор, 4 - опора, 5 - массивный зажим,
6 - гроздовое перекрытие, 7 - дуга.

При перенапряжении происходит гроздовое перекрытие 6 изолятора 3 на неизолированный участок провода 1. Это перекрытие переходит в силовую дугу 7,

которая под действием электродинамических сил перемещается по проводу до тех пор, пока не дойдёт до границы изоляции, на которой установлен массивный зажим 5. Далее дуга не перемещается и продолжает гореть, опираясь одним из своих концов на зажим 5, до тех пор пока линия не будет отключена. В случае системы с заземлённой нейтралью (как, например, в США) токи к. з. весьма велики и автоматика относительно быстро реагирует на к. з. и отключает повреждённую линию. Однако происходит значительное обгорание зажимов 5, что определяет необходимость их периодической замены. Кроме того, образование силовой дуги приводит к необходимости отключения линии.

В Финляндии [2] для грозозащиты используется система, показанная на Рис. 2.

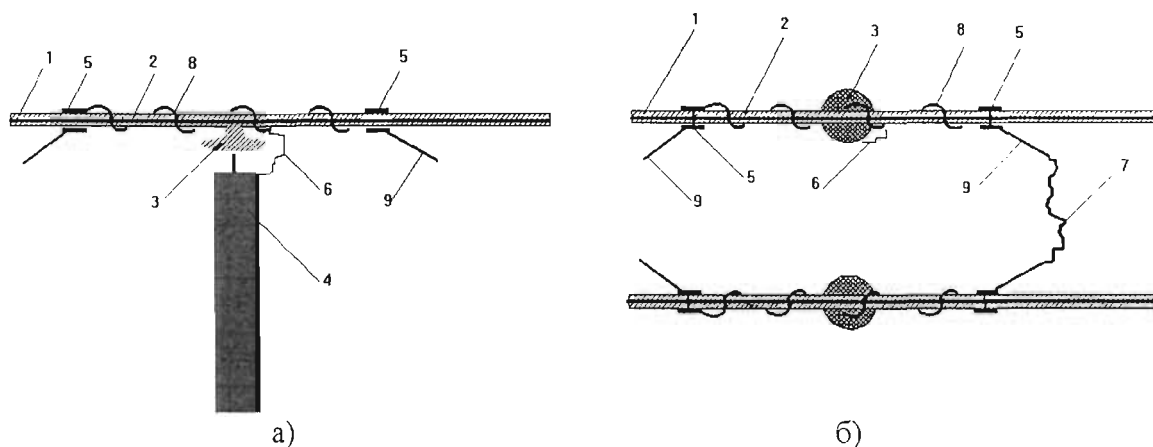


Рис. 2 Защита линии от дуговых повреждений при помощи "рогов"
(Финская система)

а) вид сбоку;

б) вид сверху;

1 - провод, 2 - изоляция, 3 - изолятор, 4 - опора, 5 - прокалывающий зажим, 6 - грозовое перекрытие, 7 - дуга, 8 - спираль, 9 - рог.

При перенапряжении происходит однофазное перекрытие 6 на землю, и образуется дуга 7, которая перемещается по металлической спирали 8, навитой поверх изоляции 2 провода 1. Под действием электродинамических сил дуга 7 переходит на рог 9 и далее перекидывается на расположенный вблизи (на расстоянии, примерно 30-40 см) рог 9 соседней фазы (Рис. 2 а). Таким образом однофазное к. з. переводится в двухфазное. Дуга двухфазного к. з. горит между рогами 9 до тех пор пока линия не будет отключена, что приводит к значительному обгоранию рогов. Поэтому необходима их периодическая замена. Кроме того двухфазные к. з. создают сильные электродинамические удары по обмоткам трансформаторов, что приводит к ускоренному износу их изоляции и всего оборудования в целом. Частые коммутации увеличивают также затраты на профилактические ревизии коммутирующего оборудования.

В Японии [3] широкое распространение для грозозащиты воздушных линий получили Ограничители Перенапряжений Нелинейные (ОПН) (Рис. 3). Более 1 млн. штук уже установлено в энергосистемах и 5 млн. штук планируется установить в недалёком будущем.

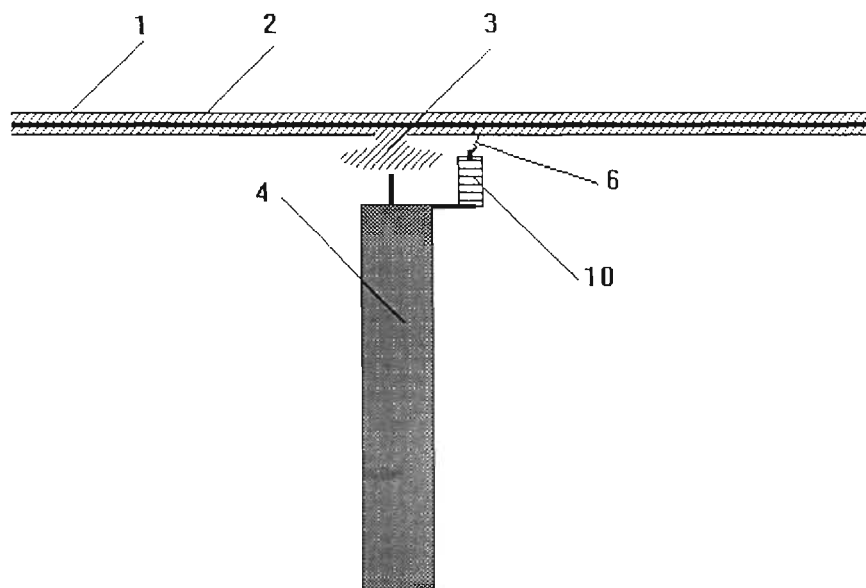


Рис. 3 Защита линии от грозовых перенапряжений при помощи ОПН
(Японская система)

1 - провод, 2 - изоляция, 3- изолятор, 4 - опора, 6 - грозовое перекрытие, 10 - ОПН.

ОПН подключается через искровой промежуток и рассчитан на ток грозового перенапряжения 2,5 кА, поскольку 95 % измеренных в японских распределительных линиях грозовых токов имеют величину менее 1 кА. ОПН эффективно ограничивают индуктированные перенапряжения. Но в случае относительно редкого события - превышения тока грозового перенапряжения сверх расчётного уровня - они повреждаются.

Любую систему грозозащиты ВЛ с изолированными проводами, в том числе и ОПН, весьма желательно устанавливать параллельно каждому изолятору. При массовой установке главная проблема ОПН - их высокая цена. Ориентировочно один ОПН 10 кВ стоит 100-120 долларов США.

Все вышеуказанное определяет необходимость поиска новых технических решений, повышающих надежность и экономическую эффективность грозозащитных мер.

НПО "Стример" предложен новый способ грозозащиты, основанный на использовании Импульсных Грозовых Разрядников (ИГР), простых по конструкции и вследствие этого - надёжных и дешёвых устройств [4].

Новый способ грозозащиты

После грозового перекрытия изоляции вероятность установления силовой дуги главным образом зависит от средней напряженности электрического поля, создаваемой рабочим напряжением линии на канале перекрытия.

Физические закономерности, связанные с переходом импульсного перекрытия в силовую дугу, исследовались в разных лабораториях мира [5-18]. На основе обобщения результатов этих исследований и опыта эксплуатации действующих ВЛ в России принято нормативное соотношение, позволяющее оценивать вероятность возникновения силовой дуги при грозовых перекрытиях изоляции [19]

$$P_o = (1.59 U_\phi l - 6) \times 10^{-2} = (1.59 E - 6) \times 10^{-2} \quad (1)$$

где $E = U_\phi / l$ - средняя напряжённость электрического поля вдоль пути перекрытия, кВ/м ;
 U_ϕ - фазное напряжение линии, кВ;
 l - длина пути перекрытия, м.

Формула (1) справедлива при $E \geq 10$ кВ/м. При $E \leq 7$ кВ/м образование силовой дуги практически невозможно [8-18]

$$P_o = 0 \quad \text{при } E \leq 7 \text{ кВ/м.} \quad (2)$$

Как видно из (1), при заданном номинальном напряжении вероятность возникновения дуги приблизительно обратно пропорциональна длине пути перекрытия. Поэтому за счет увеличения l можно снизить P_o и, следовательно, сократить число отключений линий.

На линиях с деревянными опорами, являющимися дополнительными изоляторами, длина пути перекрытия существенно больше, чем на линиях с металлическими или бетонными опорами. Вследствие этого вероятность возникновения дуги для деревянных опор существенно ниже, чем для металлических или бетонных. Опыт эксплуатации показывает [14, 20], что для металлических опор $P_o = 0,7-0,85$, а для деревянных $P_o = 0,3-0,5$.

Приведенный краткий технический анализ рассматриваемого явления позволяет установить, что улучшение грозозащиты линий электропередачи возможно путём удлинения пути импульсного грозового перекрытия.

Новый предлагаемый способ грозозащиты позволяет реализовать этот принцип за счет использования специальных Импульсных Грозозащитных Разрядников (ИГР).

В основных вариантах ИГР главным элементом является отрезок изолированного провода длиной, в несколько раз превышающей длину изоляторов линии. Конструктивные особенности разрядника обеспечивают его более низкую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией. Главной особенностью предлагаемого разрядника является то, что вследствие большой длины при его импульсном перекрытии вероятность установления дуги короткого замыкания практически сводится к нулю, за счет чего существенно сокращается количество отключений ВЛ.

Известно, что разрядные напряжения по поверхности изолированных проводов весьма низкие. Так, например, в [21] исследовались пробивные напряжения полиэтиленовой изоляции изолированного провода. Авторы отмечают, что первоначально они испытывали затруднения при испытаниях: при импульсном напряжении 150 кВ разряд скользил по поверхности, причём длина перекрытия по поверхности достигала 15 м, а твёрдая изоляция толщиной 3 мм не пробивалась. Для исключения скольжения разряда по поверхности изолированного провода и для обеспечения пробоя твёрдой изоляции авторы решили применить баллоны с элегазом, установленные по концам испытуемого образца. Аналогичный феномен отмечен в [22]. Сходные результаты были получены при испытаниях различных конструкций изолированных проводов в НПО "Стриммер" [4].

Основные конструкции.

Различные конструкции ИГР для разных классов напряжения рассмотрены в [4].
Ниже приводятся лишь два варианта разрядников для ВЛ 6-10 кВ

На Рис. 4 показан ИГР установленный на опоре ВЛ 10 кВ, предназначенный как для линий с неизолированными, так и для линий с изолированными проводами.

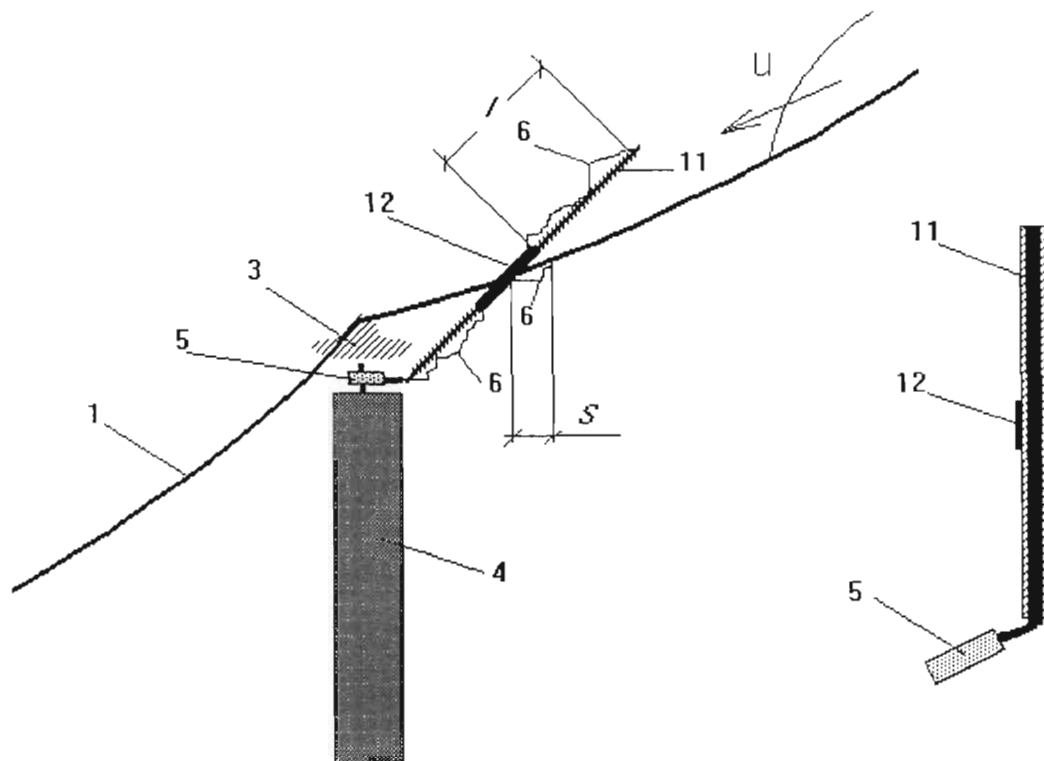


Рис. 4 Защита линии от грозовых перенапряжений при помощи ИГР (система НПО "Стример")

*1 - провод, 3- изолятор, 4 - опора, 5 - узел крепления (сварка),
6 - грозовое перекрытие, 11 - отрезок жёсткого изолированного
провода, 12 - металлическая трубка.*

Отрезок жёсткого изолированного провода (например стальной стержень диаметром 12 мм, покрытый слоем светостабилизированного полиэтилена) 11 укреплен на опоре 4 при помощи узла крепления 5 (например, сварки). В средней части отрезка провода 11 поверх его изоляции надета металлическая трубка 12, которая образует с проводом 1 искровой разрядный промежуток S .

Металлический стержень отрезка 11 имеет потенциал опоры. Благодаря большой ёмкости между трубкой 12 и стержнем она имеет практически тот же потенциал, что и стержень, т. е. она приблизительно имеет потенциал опоры 4. Таким образом перенапряжение между проводом 1 и опорой 4 будет также приложено между проводом 1 и трубкой 12. При достаточно большой величине перенапряжения искровой промежуток S пробьётся и перенапряжение будет приложено между трубкой 12 и стержнем отрезка изолированного провода 11 к его изоляции. Под действием приложенного перенапряжения с трубки 12 вдоль поверхности изоляции 11 развивается скользящий разряд в одну или обе стороны отрезка 11 до тех пор пока он не замкнётся на конце металлического стержня 11 или на опоре 4..

Благодаря большой длине перекрытия по поверхности отрезка изолированного провода l , общая длина перекрытия $L=l+S$ оказывается весьма велика и импульсное перекрытие не переходит в силовую дугу промышленной частоты.

Проведённые исследования показали, что при толщине полиэтиленовой изоляции 4 мм, $S = 5$ см и $l = 75$ см при воздействии грозового импульса отрицательной полярности 50% разрядное напряжение разрядника составляет $U_{50\%} = 105$ кВ, а защищаемого изолятора - $U_{50\%} = 130$ кВ.

При общей длине грозового перекрытия $L = l + S = 75 + 5 = 80$ см средняя напряжённость электрического поля на канале разряда от напряжения промышленной частоты составит $E = 10/\sqrt{3}/0,8 \approx 7$ кВ/м. При такой низкой величине напряжённости электрического поля силовая дуга не образуется и линия продолжает бесперебойную работу без отключения.

Особенно просто ИГР может быть реализован на линиях с изолированными проводами (Рис. 5).

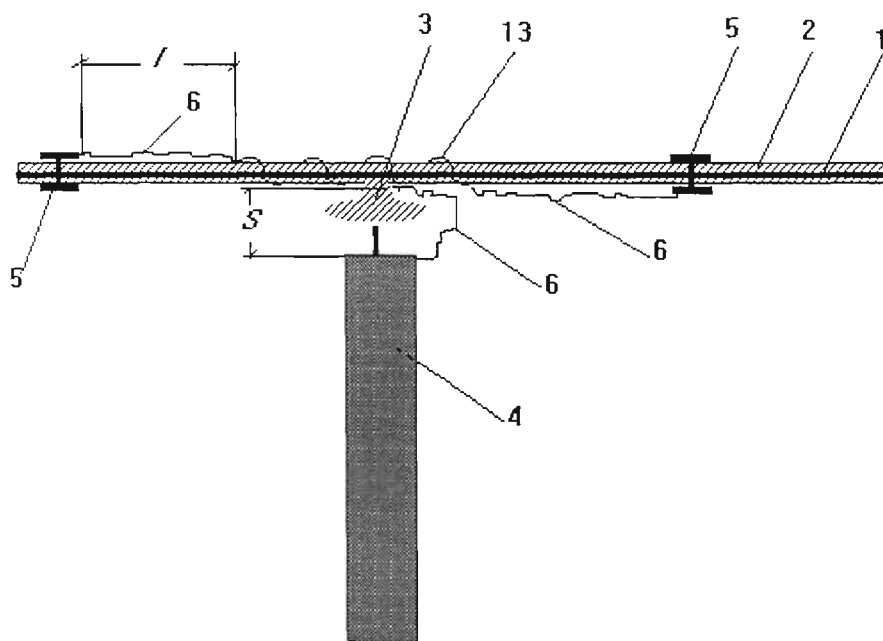


Рис. 5 Защита линии с изолированными проводами от грозовых перенапряжений при помощи ИГР (система НПО "Стример")

1 - провод, 3- изолятор, 4 - опора, 5 - прокалывающий зажим,
6 - грозовое перекрытие, 13 - металлическая обвязка.

Для этого достаточно на расстоянии l от конца металлической обвязки 13 крепления провода 1 к изолятору 3 установить прокалывающий зажим 5, подключаемый к проводу 1.

При перенапряжении сначала перекрывается изолятор 3, а затем происходит скользящий разряд 6 по поверхности изолированного провода 1. За счёт весьма большой длины разряда грозовое перекрытие не переходит в силовую дугу промышленной частоты, и линия продолжает бесперебойную работу без отключения.

Общие длины грозовых перекрытий $L = l + S$, при которых исключается переход импульсного разряда в силовую дугу составляют:

- для ВЛ 6 кВ $L = 60$ см
- для ВЛ 10 кВ $L = 80$ см.

Следует отметить чрезвычайную простоту рассмотренной системы грозозащиты, состоящей лишь в установке в соответствующем месте прокалывающих зажимов.

Литература

1. R. E. Lee et. al. "Prevention of covered conductor burndown on distribution circuit - arcing protection devices". IEEE Trans. Pas, Vol PAS-101 pp. 2434-2438. August. 1982.
2. Техническая информация NOKIA.
3. M. Washino, A. Fukuyama, K. Kito and K. Kato, "Development of Current Limiting Arcing Horn for Prevention of Lightning Faults on Distribution Lines". IEEE Transactions on Power Delivery. Vol. 3, No. 1, pp. 138-152, January 1988.
4. Г. В. Подпоркин, А. Д. Сиваев "Грозозащита линий электропередач при помощи импульсных грозовых разрядников", техническая информация НПО "Стример", Санкт-Петербург, 1995.
5. A.S. Brooks, R.N. Southgate and E.R. Whitehead, "Impulse and Dynamic Flashover Studies on 26kV Wood Pole Transmission Construction", A.I.E.E. Elect. Eng., Vol. 52, pp 89-95, 1933.
6. J. Eaton, J. Peak, J. Dunham, "Line Field Investigation with Flashovers", El. Eng., 1939, No. 11.
7. М. М. Акодис, "Развитие грозового разряда в силовую дугу и методы его изучения", Электричество, 1941, № 3.
8. H.N. Ekvall, "Minimum Insulation Level for Lightning Protection of Medium Voltage Lines", A.I.E.E. Elect. Eng. Trans. Vol. 60, pp.128-33, 1941.
9. P.L. Bellaschi. "Lightning and 60-Cycle Power Tests on Wood Pole line Insulation", A.I.E.E. Trans. Vol. 66, pp. 838-50, 1947.
10. В. В. Бургсдорф, "Грозозащита электрических систем", Электричество, 1949, № 2.
11. М. М. Некрасов, "Переход импульсного перекрытия в дугу на линиях передачи с деревянными опорами", Электричество, 1951, № 3.
12. W. Baumann, "Wechselstrom Lichtbogen Niederspannungs installationen als Folge von Stossentladungen", Bull.ASE, 1954, No. 12.
13. В. В. Бургсдорф, А. С. Майкопар "Исследование мощного разряда в воздухе при атмосферном давлении", Электричество, 1957, № 12.
14. V.V. Burgsdorf. "Lightning Protection of Overhead Transmission Lines and Operating Experience in the U.S.S.R.", CIGRE Paper, No. 326, Paris, 29pp., 1958.
15. C. Wagner, C. Layn, C.Leer, "Arc Drop During Transition from Spark Discharge to Arc", Pow. App. Syst. ,No. 1958, No. 36.
16. А. С. Майкопар, "Дуговые замыкания на линиях электропередач", монография, изд-во "Энергия", Москва, 1965.
17. M. Darveniza and G.E. Littler, "The Ratio of Power Outages to Lightning Flashovers 1- The Beerwah Field Experiment", I.E. Aust. , Qld. Div. , Tech. Pap. Vol. 10, No., 18, 18pp. and I.E.E. Paper No. 70 CP614-PWR, 1969.
18. M. Darvenitza. "Electrical Properties of Wood and Line Design", monography, University of Quensland Press, St. Lucia, Quensland, 1980.
19. А. В. Корсунцев, "Проект руководящих указаний по защите электрических сетей 3-750 кВ от грозовых и коммутационных перенапряжений", Тр. НИИПТ, 21-22, 1975.
20. Electrical Transmission and Distribution Reference Book, Westinghouse Electric Corporation, East Pittsburgh, Pensylvania, USA, 1964, chapter 17, p. 593.
21. H. Tatizawa et. al. "Compartamento. frente a impusos atmosfericos, para diferentes amarracoes e isoladores", Eletricidade Moderno, Setembro, 1994, pp.94-103
22. H. R. Armstrong et. al. "Impulse studies on distribution line construction", IEEE Trans. on PAS -86, 1967, No. 2, pp. 206-214.



Закрытое Акционерное Общество
“Научно-производственное объединение
СТРИМЕР”

Техническая информация по договору “Грозозащита ВЛ-10 кВ с
изолированными проводами при помощи Разрядников Длинно-
Искровых (РДИ)”.

**Техническое предложение по установке
длинно-искровых разрядников на линии
электропередачи 10 кВ.**

Генеральный директор,
доктор технических наук

Подпоркин Г В

Технический директор

Сиваев А.Д

С. Петербург 1997 г.

Основной технической характеристикой длинно-искровых разрядников, как уже отмечалось в технической информации [1], является длина скользящего разряда по поверхности изоляции, обеспечивающая необходимое условие для воспрепятствования образованию силовой дуги в момент импульсного грозового перекрытия, а значит работу линии без отключения.

Исходя из принятого критерия: $E_{доп} < 7 \text{ Кв/м}$ [2], ($E_{доп} = U_{раб}/L$ - средний градиент рабочего напряжения $U_{раб}$ вдоль суммарного пути импульсного перекрытия L), необходимое значение L , практически гарантирующее отсутствие дуговых замыканий при грозовых перенапряжениях для линий класса напряжения 10 кВ составляет $L = 80 \text{ см}$. Исходя из этого определяется один из конструктивных параметров длинно-искрового разрядника - длина изоляционной поверхности.

Разрабатываемые разрядники разделяются на два вида в зависимости от способа их установки по отношению к защищаемой фазной изоляции.

При параллельной установке с изолятором (рис. 1а) путь импульсного перекрытия складывается из воздушного зазора между проводом и поверхностным металлическим электродом разрядника и непосредственно поверхности изоляции разрядника. При выбранном воздушном зазоре $S = 5 \text{ см}$, необходимая длина изоляционной части разрядника составляет $l = 75 \text{ см}$.

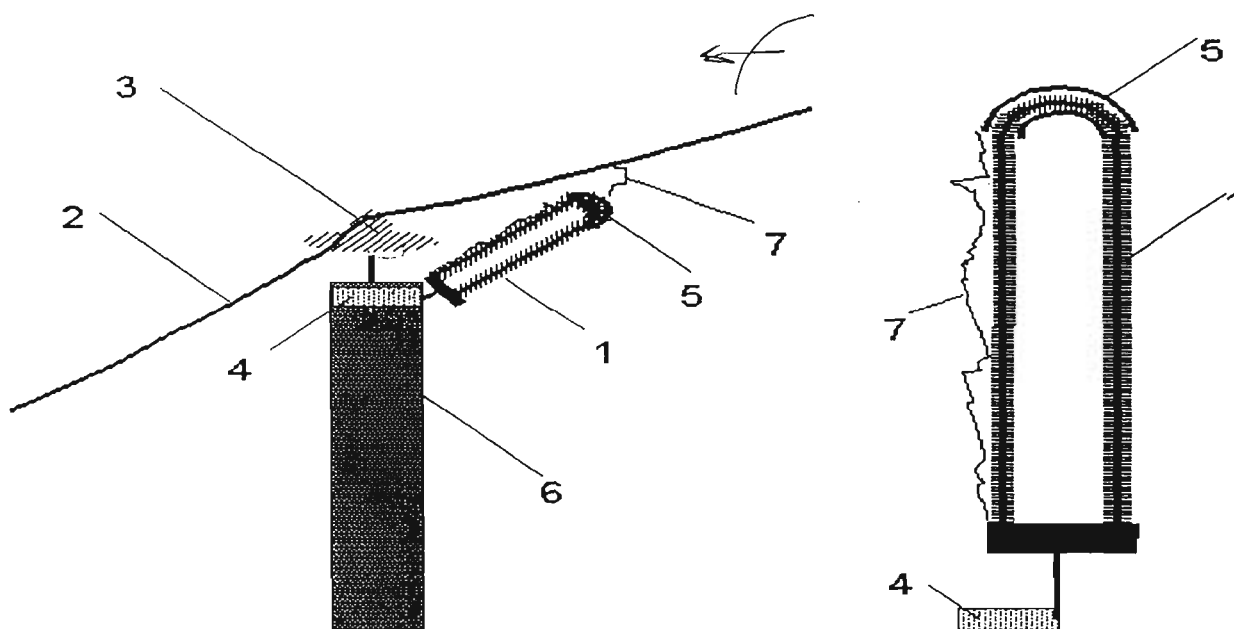


Рис.1 Эскиз схемы установки разрядника на линии электропередачи параллельно изолятору:

а) эскиз узла крепления провода на опоре;

б) эскиз конструкции петлевого разрядника.

1 - стальной изолированный провод, 2 - провод ВП, 3 - изолятор,

4 - узел крепления, 5 - металлическая трубка, 6 - железобетонная опора,

7 - грозовое перекрытие.

Оптимальной с точки зрения габаритов и технологичности монтажа представляется петлеобразная конструкция разрядника (рис.1,б). Механической основой, обеспечивающей жесткость конструкции и возможность закрепления на опоре, служит стальной стержень диаметром 7-9 мм, одновременно выполняющий роль электрической подложки, передающей потенциал опоры на всю длину разрядника. Стержень покрыт изоляцией из светостабилизированного полиэтилена толщиной 3-4 мм. Общая длина изоляционной части разрядника составляет 160 см. При этом в месте изгиба петли на поверхности изоляции расположена металлическая трубка длиной $b = 10$ см.

Лабораторные импульсные электрические испытания, моделирующие грозовые перекрытия молнией, подтвердили работоспособность такого разрядника с выбранными конструктивно-электрическими параметрами.

На рис.2 представлена экспериментальная модель линии 10 кВ с петлеобразным разрядником, формирующим искровое перекрытие при воздействии импульса грозового напряжения. Видно, что при параллельной установке со стеклянным изолятором ШС -10 разрядник защищает фазную изоляцию от перекрытия.

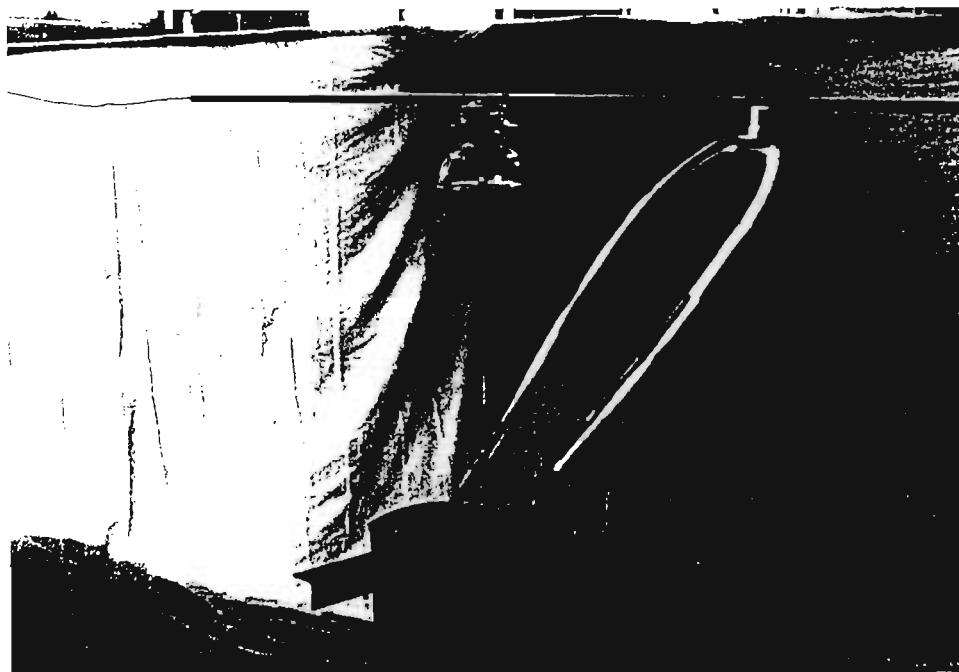


Рис.2 Испытания петлевого разрядника на модели ВЛ - 10кВ

В данной модели применен петлевой разрядник с металлическим стержнем диаметром $\varnothing = 9$ мм, полиэтиленовой изоляцией толщиной $\Delta = 4$ мм и наружным электродом в виде металлической трубки в средней его части длиной $b = 10$ см.

В результате проведенных испытаний данной модели ВЛ-10 кВ получены следующие основные результаты:

50% - ные разрядные напряжения ИГР

$U'_{50\%ИГР} = 135$ кВ - на положительной полярности,

$U'_{50\%ИГР} = 105$ кВ - на отрицательной полярности.

Соответствующие характеристики стеклянного изолятора типа ШС - 10 составили

$U'_{50\%ИГР} = 146$ кВ; $U'_{50\%ИГР} = 135$ кВ.

Как показали испытания, такое соотношение разрядных характеристик изолятора и разрядника обеспечивает надежную защиту от грозовых перекрытий основной изоляции

линии 10 кВ при амплитудных значениях перенапряжений вплоть до $U'_{пер} = 400$ кВ на положительной и $U_{пер} = 350$ кВ на отрицательной полярностях.

С учетом полученных конструктивных и электрических характеристик петлеобразного разрядника была проведена конструкторская проработка возможных вариантов установки таких разрядников на реальных линиях.

Самым эффективным вариантом защиты линии от последствий грозových перенапряжений является установка разрядников на каждой опоре и параллельно каждому из трех фазных изоляторов.

Один из предлагаемых вариантов конструктивного решения установки длинно-искровых разрядников петлевого вида на типовой промежуточной железобетонной опоре представлен на рис. 3 и 4, показывающих смонтированный макет опоры в натуральную величину. Для изготовления макета использованы реальные металлоконструкции - траверса и оголовник, изоляторы ШФ-10.

Предварительные результаты испытаний модели ВЛ - 10 кВ, показанной на рис. 3, 4, дают основания сделать вывод о правильности выбранных конструктивных решений

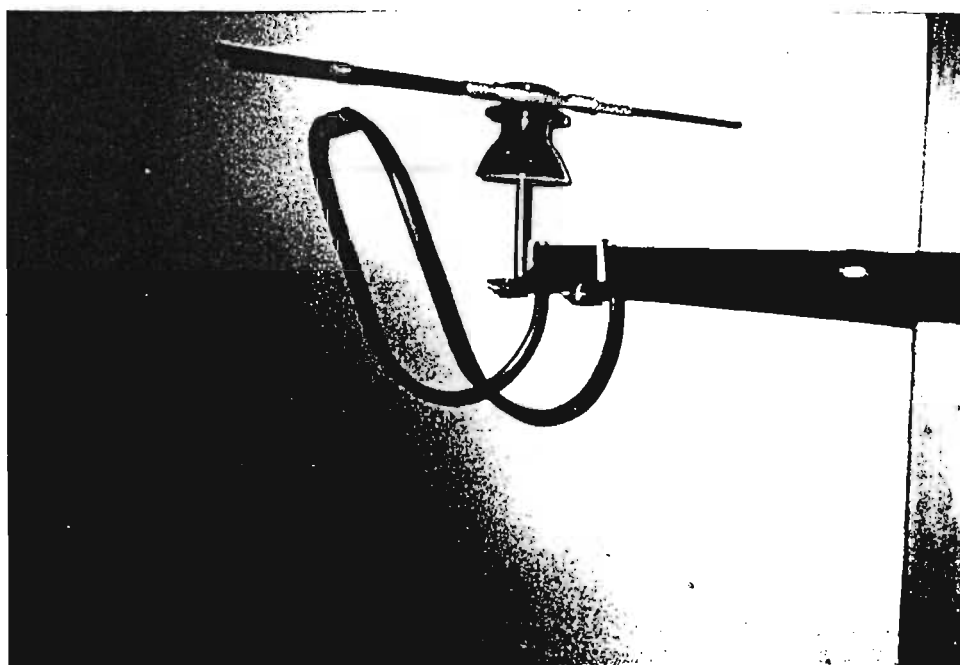


Рис.3 Узел крепления петлевого разрядника на траверсе.

Проведенные исследования при воздействии импульсов грозových перенапряжений показали, что как при нормальных атмосферных условиях, так и в условиях загрязнения и увлажнения, разрядник защищает от перекрытия фарфоровый изолятор ШФ - 10 кВ при амплитудных значениях импульсов до $U = 400$ кВ положительной и отрицательной полярностей.

Эскизная конструкторская документация по способу установки разрядников на опоре и по узлу крепления их к металлоконструкциям представлена на Рис.5, 6.

Другим возможным способом грозозащиты линий с применением принципа длинно-искрового разрядника является вариант с подключением электрически последовательно с фазной изоляцией (рис 7). При этом роль изоляционного элемента разрядника выполняет трубка из изоляционного материала, стойкого к атмосферным воздействиям (светостабилизированный полиэтилен, кремнийорганическая резина),

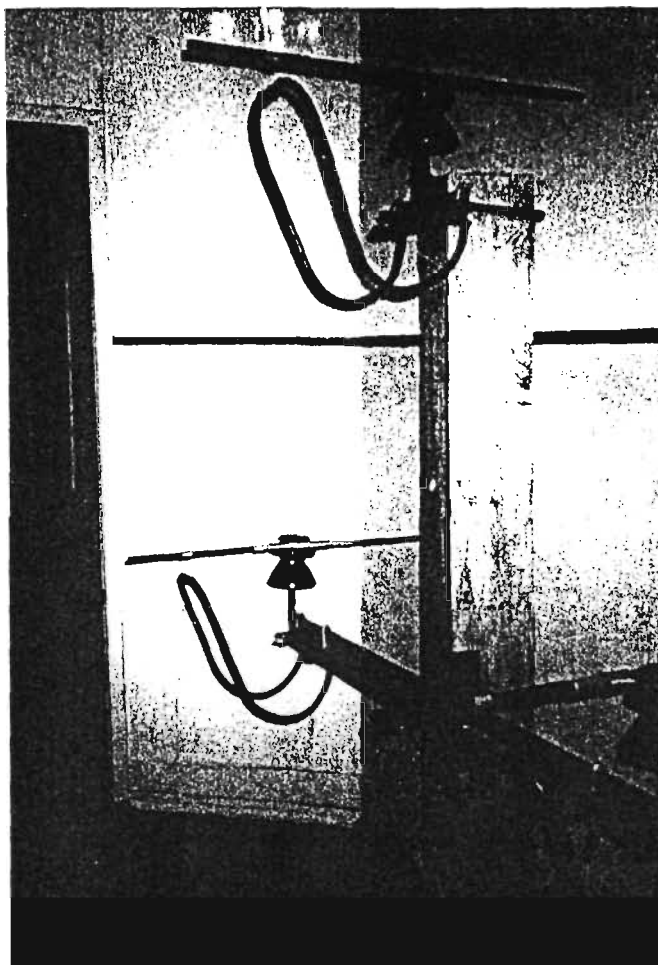


Рис 4 Общий вид макета промежуточной опоры ВЛ-10 кВ с петлевым разрядником:

а роль внутреннего проводящего стержня выполняет сам провод линии, на который эта трубка надевается в процессе монтажа линии. Предварительная проработка вопроса технологии такого монтажа подтвердила принципиальную его осуществимость на вновь строящихся ВЛ.

Для действующих линий прорабатываются возможности формирования изоляционной трубки в зоне крепления к изолятору с помощью специальных технологий.

При таком последовательном включении с фазной изоляцией длина изоляционной трубки определяется исходя из выше оговоренного условия обеспечения необходимой суммарной длины импульсного перекрытия. В отличие от варианта с параллельным подключением разрядника, в данном случае при грозовом перенапряжении на проводе искровой канал перекрытия формируется по поверхности трубки и по поверхности изолятора. При этом длина каждого из плеч изоляционной трубки определяется из соотношения:

$$l = L - S,$$

где l - длина перекрытия по поверхности трубки,

L - необходимая суммарная длина перекрытия,

S - длина пути поверхностного перекрытия изолятора.

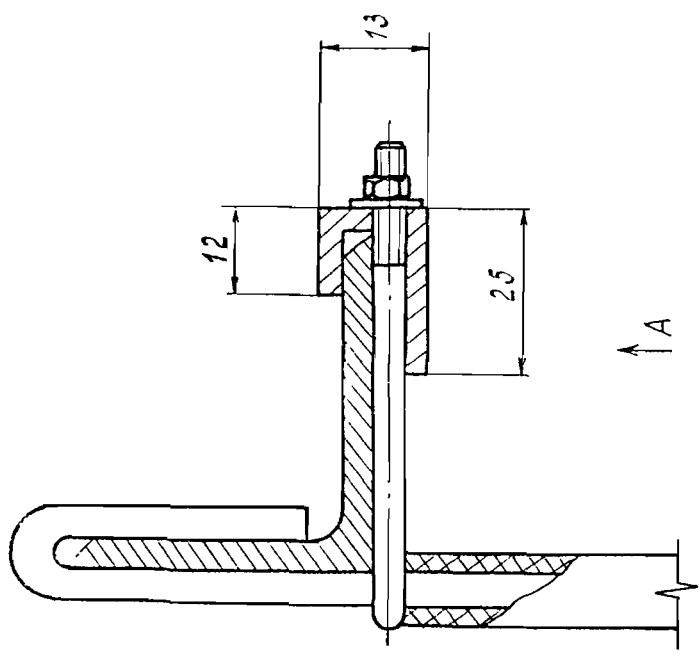
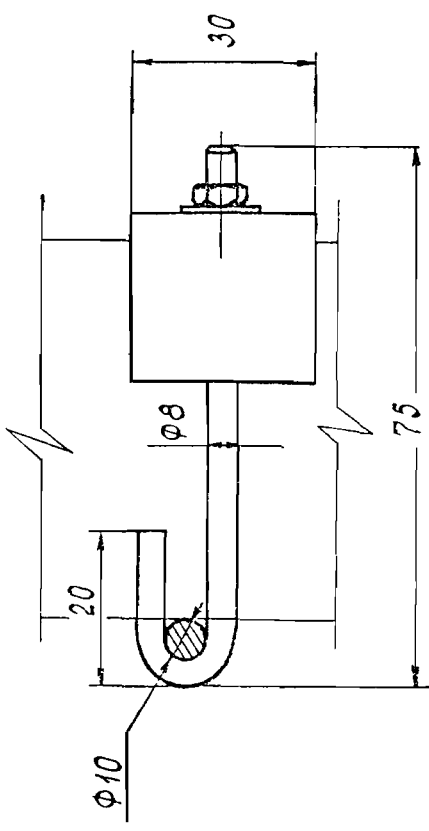
Для стандартного изолятора типа ШФ - 10 $S = 20$ см, при этом $l = 80 - 20 = 60$ см

Исходя из этого, необходимая длина изоляционной трубки составляет:

$$l_{тр} = 2l + b$$

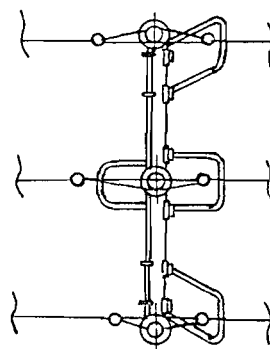
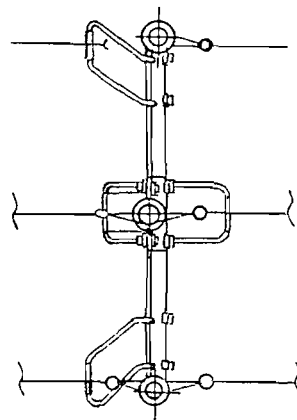
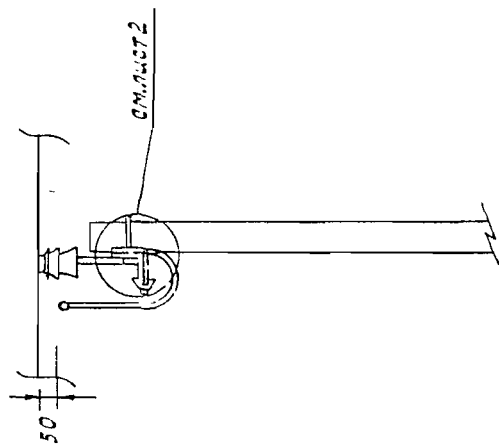
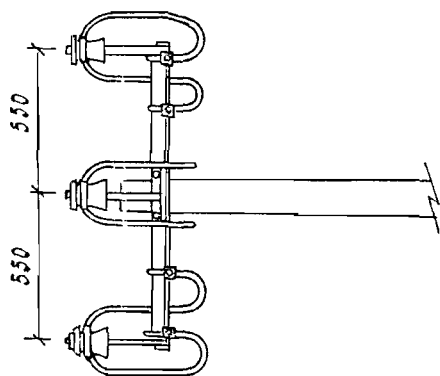
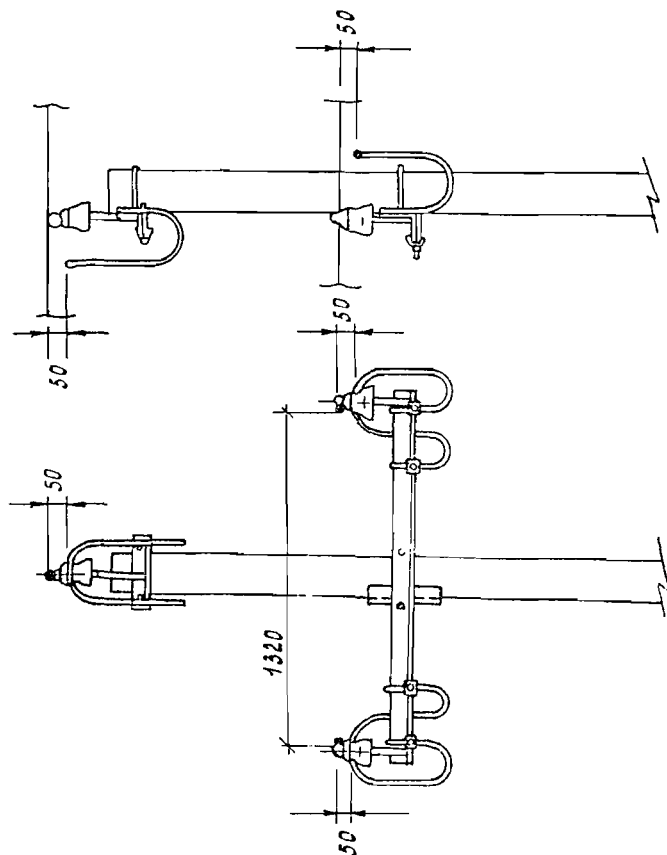
где b - длина металлической трубки на поверхности изоляции

диаметр A



↑ A

Новый способ грозозащиты для			
Личная Подпись Проверка Контрасигнатура	Узел крепления РДИ-10 к траверсе		НПО Стример
	Р	Лист	Листов
	2	2	2



Новый способ громоотщиты ВЛ			
Промежуточные опоры Схема крепления РДН-10			
Станция	Диск	Линия	Линия
Р	1	2	2
НПО Стример			
Проект	Полный	Схема	Схема
Проект	Схема	Схема	Схема
Консульт	Консульт	Консульт	Консульт

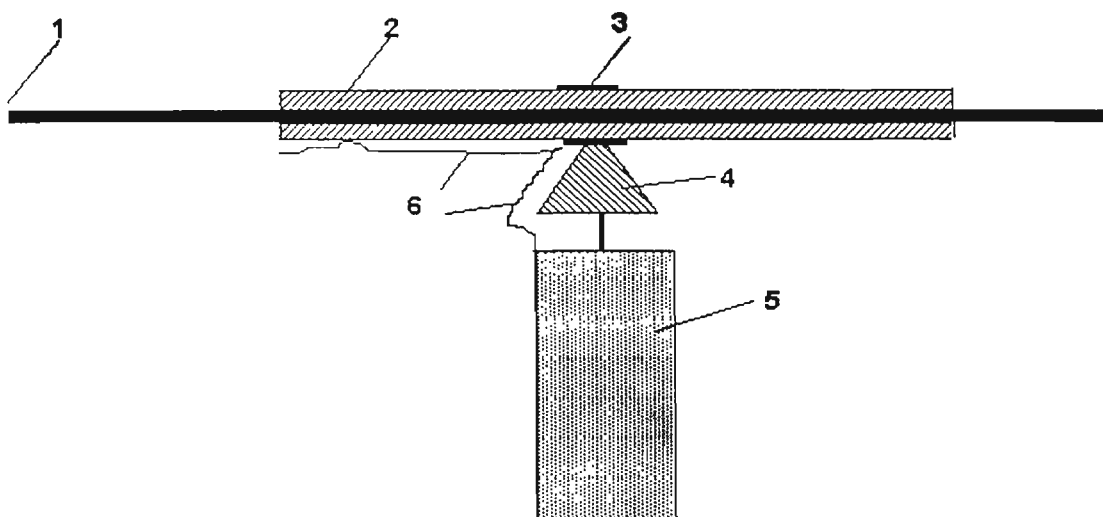


Рис.7 Эскиз варианта схемы грозозащиты линии электропередачи с последовательным соединением.

1 - провод, 2 - изоляционная трубка,
3 - металлическая трубка, 4 - изолятор,
5 - опора, 6 - канал грозового перекрытия

В зависимости от способа закрепления провода с изоляционной трубкой на изоляторе и вида обвязки длина металлической трубки может находиться в диапазоне $b = 10 - 30$ см, соответственно при этом общая строительная длина изоляционной трубки составит $L_{тр} = 130 - 150$ см.

На линиях с изолированными проводами реализация такого способа грозозащиты существенно облегчается, поскольку изоляция самого провода может выполнять роль изоляционной трубки [1].

На рис.8 показана модель однофазной линии с изолированным проводом в условиях испытаний импульсным грозовым перенапряжением. Видно, что при воздействии грозового импульса, грозовое перекрытие происходит последовательно по поверхности участка изоляции провода между прокалывающим зажимом и изолятором и по поверхности изолятора.

В данном эксперименте в качестве изолированного провода использовался специальный кабель с полиэтиленовой изоляцией толщиной 4 мм.

В данной модели длина пути перекрытия по поверхности изолированного провода равнялась $l = 60$ см, а длина металлической трубки - $b = 10$ см.

50% -ные разрядные напряжения в данной схеме составляют $U_{50\%}^+ = 280$ кВ и $U_{50\%}^- = 205$ кВ на положительной и отрицательной полярностях соответственно.

Испытания импульсами напряжения амплитудой до $U_{max} = 400$ кВ подтвердили работоспособность такой системы грозозащиты (разряды замыкаются по поверхности изолированного провода и по поверхности изолятора).

По полученным результатам испытаний можно сделать вывод о том, что полиэтиленовая трубка с толщиной стенки $\Delta = 4$ мм, надетая на силовой провод в зоне его крепления к изолятору, будет обеспечивать необходимые защитные функции в соответствии с предлагаемым способом.

Предварительные испытания, проведенные с проводом типа SAX фирмы NOKIA показали, что его изоляционного слоя толщиной 2,5 мм может быть недостаточно для реализации предлагаемого решения грозозащиты без дополнительных изоляционных

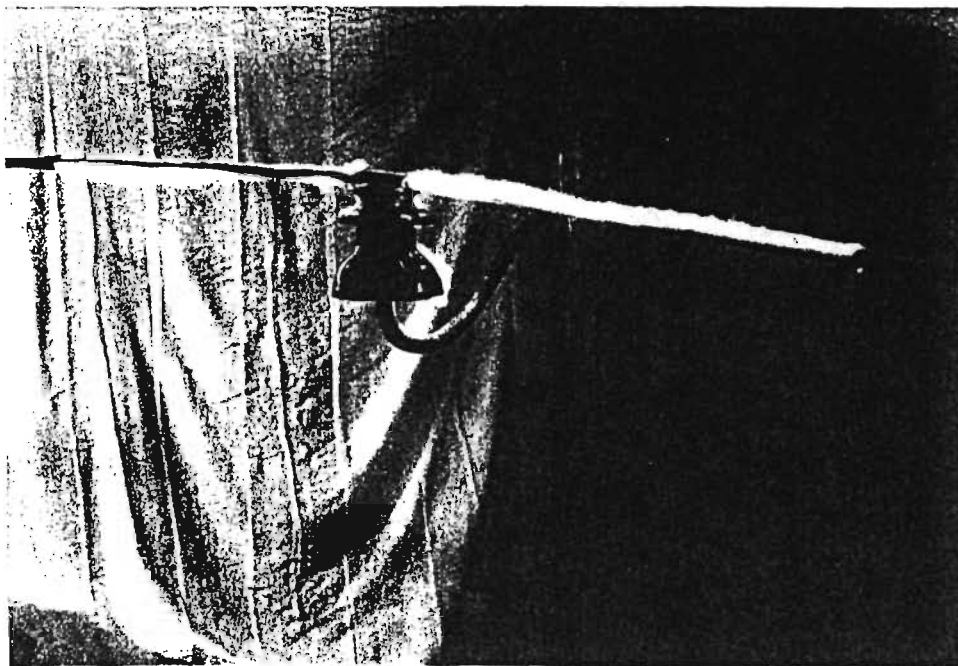


Рис.8 Испытания модели ВЛ-10 кВ с изолированным проводом.

трубок, но на основании полученных предварительных результатов можно предполагать, что на линиях с изолированными проводами типа SAX, необходимая толщина стенки дополнительной изоляционной трубки не будет превышать $\Delta = 2 - 3$ мм.

Реализация принципа длинно-искрового разрядника возможна также с помощью специального спирального изолятора, выполняющего одновременно и функцию разрядника [1].

Подтверждение работоспособности такого устройства было получено в процессе электрических испытаний опытного образца.

На рис 9 показана модель линии 10 кВ со спиральным изолятором в процессе испытаний импульсного грозового перенапряжения. Видно, что искровое перекрытие формируется вдоль поверхности изолятора по спиральной траектории. При этом его длина составляет порядка 80 см.

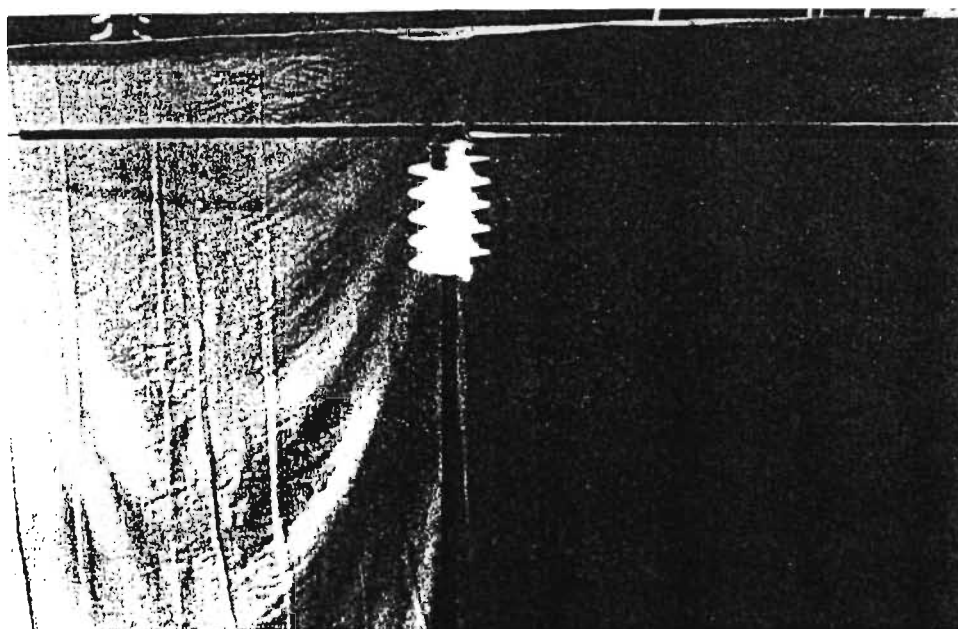


Рис.9 Испытания модели ВЛ-10 кВ со спиральным изолятором.

Литература

1. Техническая информация “НПО Стример” “Новый способ грозозащиты ВЛ 6 - 10 кВ”.
2. M. Darvenitza, "Electrical Properties of Wood and Line Design", monography, University of Quensland Press, St. Lucia, Quensland, 1980.

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

08.01.98

02.03-98

N

Москва

**О выпуске заземляющих дугогасящих
устройств в сетях 6, 10 и 35 кВ**

Новинка!

Сообщаем для сведения, что АО Раменский электротехнический завод "Энергия" освоил производство заземляющего дугогасящего устройства (ЗДУ) для автоматической компенсации тока замыкания на землю и ограничения перенапряжений в нейтрали эл. сети.

Публикуем техническую информацию об указанном устройстве (из сборника докладов IV симпозиума "Электротехника 2001 год" - ВЭИ, 1997 г.).

Приложение : упомянутое.

Зам. Генерального директора

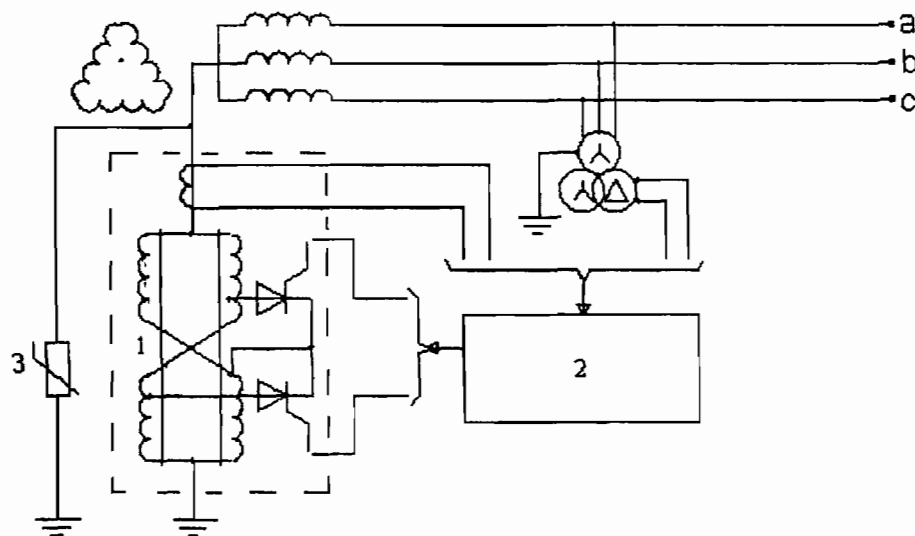
Ю.М.Кадыков

ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЕ ДУГОГАСЯЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА БАЗЕ УПРАВЛЯЕМЫХ РЕАКТОРОВ

Липатов Ю.А., Макаров А.П. АО "Раменский электротехнический завод".
Долгополов А.Г., Елагин В.Н., Зенова В.П., Лурье А.И. Всероссийский –
электротехнический институт.

Брянцев А.М., Пикановский А.В., Трубанов В.А. Смоленский филиал МЭИ.
Гудилин С.В., Евдокунин Г.А. Санкт-Петербургский государственный
технический университет, Россия.

Освоено производство заземляющего дугогасящего устройства (ЗДУ) для автоматической компенсации тока замыкания на землю и ограничения перенапряжений в нейтрали электрической сети.



ЗДУ предназначено для электрических сетей 6, 10, 35 кВ с изолированной нейтралью и позволяет уменьшить количество однофазных замыканий электрической сети на землю; предотвратить переходы однофазных замыканий на землю в короткие замыкания электрической сети; улучшить защиту и увеличить срок службы электротехнического оборудования, применяемого в сетях/1,2,3/.

В ЗДУ входит управляемый самоподмагничиванием электрический реактор со встроенным полупроводниковым преобразователем, система измерения тока замыкания на землю и автоматической настройки тока реактора на режим компенсации, а также ограничитель перенапряжений.

Управление реактором осуществляется системой автоматической настройки 2, которая определяет ожидаемую величину тока КЗ и вырабатывает сигнал, поступающий в преобразователь реактора 1.

В нормальных режимах работы сети реактор 1 ненасыщен, что исключает возможность резонансных перенапряжений в нейтрали. В случае возникновения перенапряжений от внешних воздействий на сеть ограничитель перенапряжений 3 устраняет высокочастотные составляющие, Низкочастотные составляющие перенапряжений ограничиваются реактором 1 за счет параметрического насыщения его магнитной системы.

При возникновении замыкания на землю реактор снижает ток в месте замыкания на землю до величины, близкой к нулю. Процесс настройки полностью автоматический, и при возникновении замыканий реактор переключается в режим компенсации без участия эксплуатирующего персонала.

Основные технические данные заземляющего дугогасящего устройства приведены в таблицах 1,2,3.

Таблица 1.

Управляемый реактор - РУОМ-480/11/√3 (со встроенным преобразователем.

Номинальное напряжение	Номинальная мощность	Частота	Диапазон регулирования тока	Остаточный ток замыкания фазы на землю	Глубина ограничения перенапряжения нейтрали	Масса	Габариты
11/ √3 кВ	480 кВА	50(60) Гц	1,75÷ 75,6 А	не более 5 А	до 2,2÷2,5 амплитуды номинального напряжения фазы	3525 кг	1930х1959х1160 мм

Таблица 2.

Система автоматической настройки и контроля - САНК.

Напряжение питания	Частота питающего напряжения	Потребляемая мощность	Параметры сигналов управления	Время запоминания сигналов рассогласования	Масса	Габариты
220 В	50(60) Гц	не более 300 Вт	амплитуда - ±24 В, длительность 200 мкс, длительность переднего фронта - 10 мкс	20 часов	3,2 кг	260х270х160 мм

Таблица 3.

Ограничитель перенапряжений ОПН - 6,3

Номинальное напряжение	Наибольшее длительное рабочее напряжение	Амплитуда напряжения при импульсном токе:	Пропускная способность двадцать импульсов тока на волне 1,2/2,5 мс с амплитудой	Масса	Габариты
6 кВ	6,3 кВ	1,2/2,5 мс с амплитудой 300 А, не более - 16 кВ 8/20 мкс с амплитудой 5000 А, не более - 21 кВ	300 А	3 кг	205x123x112мм

Как показала эксплуатация головных образцов и опытных партий в электрических сетях Казахстана и России, применение этих реакторов дает трехкратное снижение количества замыканий на землю и полную их локализацию в случае пробоев изоляции повышенным напряжением. Обеспечивается сохранность электротехнического оборудования в случаях возникновения аварийных ситуаций и увеличение срока службы до 1,5 раз в нормальных режимах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродовой Е.Н., Брянцев А.М. Дугогасящий реактор управляемый постоянным током . “Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения промышленных предприятий”. Материалы семинара МДНТП, Москва, 1984 г.
2. Бродовой Е.Н., Брянцев А.М., Мозжерин В.Н., Петерс А.Ф., Нигматуллаев К.Н. Устройство для автоматической настройки дугогасящего реактора управляемого постоянным током(авт.свидетельство). А.С. № 1693680 ,1988 г .
3. Бродовой Е.Н., Брянцев А.М., Гордеев С.А., Леонов И.И. Дугогасящий реактор (авторское свидетельство) А.С. № 1694003, 1989 г.

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

12.02.98

03.05-98

N

Москва

**Об особенностях применения
вакуумных выключателей**

В связи с тем, что за последнее время в сельских электрических сетях 10 кВ начали широко применяться вакуумные выключатели, публикуем для сведения информацию из сборника докладов IV симпозиума "Электротехника 2010 год" (ВЭИ, 1997 г.)

"Особенности применения вакуумных выключателей на объектах электро-энергетики России"

Приложение : упомянутое.

Зам. Генерального директора АО РОСЭП

Ю.М.Кадыков

Особенности применения вакуумных выключателей на объектах электроэнергетики России.

Н.Н.Беляков, К.И.Кузьмичева (ВНИИЭ)

В.М.Максимов (РАО "ЕЭС России)

В настоящее время в отечественных сетях 10-35 кВ все более широкое применение находят вакуумные выключатели, преимущества которых перед выключателями других типов общеизвестны.

Одним из недостатков вакуумных выключателей является их способность генерировать повышенные перенапряжения при коммутациях индуктивных элементов (трансформаторов, электродвигателей). Это связано со срезом отключаемого тока и повторными зажиганиями дуги при расхождении контактов.

Величина тока среза (i_0) является величиной случайной и, как правило, не превышает 5-10 А. Если собственная частота контура много больше промышленной частоты, а срез тока происходит вблизи максимума синусоиды напряжения U_ϕ , то величину перенапряжений можно определить:

$$U_{\text{пер}} = 0,9 \sqrt{(1,5U_\phi)^2 + i_0^2 \frac{1,5L}{C_0 + 2C_m}} - 0,5 U_\phi,$$

где L , C_0 , C_m - индуктивность, емкость на землю междуфазовая емкость отключаемого присоединения.

Перенапряжения, связанные с обрывом тока, имеют сравнительно низкую частоту (несколько кГц), пологий фронт и воздействуют на главную изоляцию. Выдерживаемый уровень перенапряжений для изоляции электродвигателей 200-400 кВт, определенный исходя из одномоментного испытательного напряжения, оценивается величиной $3,4 U_\phi$. Такой уровень перенапряжений может быть достигнут при отключении двигателей относительно небольшой мощности, длине кабеля не более 100 м и токе среза 5 А. Следовательно, в таких схемах необходимо ограничить эти перенапряжения.

Для трансформаторов 6-10 кВ с нормальной изоляцией уровень выдерживаемых перенапряжений, составляет $7,5-6,1 U_\phi$. Для транс-

форматоров с облегченной изоляцией (сухие трансформаторы) этот уровень ниже и составляет 4,7 и 4,2 Уф соответственно для класса напряжения 6 и 10 кВ. Расчеты показывают, что перенапряжения при обрыве тока холостого хода вакуумным выключателем представляют опасность для трансформаторов с нормальной изоляцией мощностью 630 кВА и выше при длине кабеля менее 50 м. Для трансформаторов с облегченной изоляцией перенапряжения при обрыве тока холостого хода достигают допустимой для изоляции величины, при длине кабеля менее 150 м.

Срез тока в выключателе может инициировать многократные повторные зажигания со значительно более тяжелыми воздействиями на изоляцию. Этот процесс называют "эскалацией напряжения".

Многократные повторные зажигания возникают, если контакты выключателя размыкаются в довольно узком интервале времени до перехода тока через нуль. Иначе межконтактный промежуток наберет прочность и повторные зажигания не возникнут.

С увеличением скорости роста межконтактной электрической прочности резко сужается диапазон времени, в котором расхождение контактов может приводить к эскалации перенапряжения. Как показывают расчеты, при скорости нарастания электрической прочности 60-80 кВ/мс вероятность эскалации напряжения очень мала.

Скорость роста межконтактной электрической прочности является величиной случайной. Для отечественных вакуумных выключателей, базирующихся на камерах КДВ-10-20/1000 скорость роста межконтактной электрической прочности находится в диапазоне 10-40 кВ/мс. Для такого диапазона скорости роста межконтактной электрической прочности эскалация напряжения возможна, если начало расхождения контактов выключателя наступает за время менее 1,0-1,6 мс до перехода тока через нуль.

Развитие эскалации напряжения связано с величиной восстанавливающегося напряжения на отключаемом объекте с одной стороны и скоростью роста межконтактной электрической прочностью с другой. При отключении ненагруженного трансформатора восстанавливающееся напряжение на отключенном присоединении после обрыва тока нарастает медленнее скорости роста межконтактной электрической прочности, поскольку велика индуктивность намагничивания трансформатора. Поэтому повторный пробой не возникает, даже при коротком кабеле.

Длину кабеля, при которой отключение ненагруженного трансфор-

матора не приводит к эскалации напряжения можно определить приближенно:

$$I_{каб} \leq \frac{I_{хх}}{\pi \nu C_0},$$

где $I_{хх}$ - амплитуда тока холостого тока, А

ν - скорость роста межконтактной электрической прочности, кВ/мс

C_0 - погонная емкость кабеля на землю мкф/км.

Эскалация напряжения может возникнуть при коротком замыкании со стороны обмотки НН трансформатора. В этом случае индуктивность трансформатора уменьшается, а, следовательно, растет крутизна восстанавливающегося напряжения после обрыва тока и длина кабеля, при которой эскалация напряжения не возникает.

Индуктивность заторможенного двигателя существенно ниже, чем индуктивность холостого хода трансформатора. Поэтому скорость нарастания восстанавливающегося напряжения на присоединениях с электродвигателями выше, чем на присоединениях с трансформаторами. Расчеты показывают, что в зависимости от параметров отключаемого присоединения (мощность электродвигателя, длина и марка кабеля) скорость нарастания восстанавливающегося напряжения составляет 60-80 кВ/мс. Поэтому, если время размыкания контактов попадает в "опасный" интервал времени, то может развиваться эскалация напряжения.

Перенапряжения, возникающие при эскалации напряжения, могут достигать по расчетам величин 7,0-8,0 U_ϕ . Измеренные перенапряжения в сети [1-4], составляли при отключении электродвигателя 5,1-6,0 U_ϕ , а при отключении трансформатора 5,8-6,1 U_ϕ . Такой уровень следует признать опасным, особенно для изоляции электродвигателей и сухих трансформаторов, имеющих облегченную изоляцию.

Повторные зажигания на первой отключающейся фазе выключателя, могут привести к тому, что сумма высокочастотного переходного тока и тока нагрузки на двух других фазах достигает нуля, и ток этой фазы может прерваться до перехода через нуль тока промышленной частоты. Такой процесс называют виртуальным срезом. Перенапряжения при виртуальных срезах тока велики и приводят, как правило, к перекрытиям изоляции, повреждению электрооборудования и отказу в отключении выключателя.

Таким образом, перенапряжения, которые возникают при отключении вакуумными выключателями электродвигателей и трансформаторов, могут превышать уровень изоляции и потому необходимо их ограничивать.

Защитить трансформатор от перенапряжений, инициируемых вакуумным выключателем, можно с помощью разрядника либо ОПН установленного непосредственно у трансформатора. Характеристики защитного аппарата для трансформаторов с нормальной изоляцией по ГОСТ 1516 не должны быть выше, чем у вентильных разрядников III и IV групп, а для трансформаторов с облегченной изоляцией не выше защитного уровня вентильных разрядников II группы по ГОСТ 16357.

При применении вакуумных выключателей на присоединениях с электродвигателями должны предусматриваться средства защиты от перенапряжений, если пусковой ток электродвигателя ниже 2500 А. Отказ от защиты должен быть обоснован.

Отечественные электродвигатели не имеют норм на импульсные испытания (как за рубежом) и единственным критерием выдерживаемого уровня перенапряжений является одноминутное испытательное напряжение. Вместе с тем в документе МЭК IEC 34-15, несмотря на испытание двигателей грозовым импульсом с достаточно высокой амплитудой ($U_n=6$ кВ, $U_{исп}=29$ кВ) рекомендует применять защиту от перенапряжений, если имеются многократные повторные зажигания в выключателе.

Наиболее эффективными средствами защиты от перенапряжений являются ОПН и RC-цепочки, которые ограничивают перенапряжения, при срезе тока промышленной частоты и эскалации напряжения, а также исключают виртуальные срезы тока и связанные с ними перенапряжения. Управление моментом коммутации предотвращает эскалацию напряжения и виртуальные срезы тока, но не исключают перенапряжений, связанных со срезом выключателем тока промышленной частоты. Задержка в отключении двух фаз выключателя исключает только виртуальные срезы тока. Таким образом применения на выключателях разновременности в действии фаз, либо управления моментом включения все равно требует защиты от перенапряжений с помощью, например, ОПН или RC-цепочки.

Демпфирующая RC-цепочка целесообразно устанавливать на наиболее ответственных потребителях, особенно там, где необходимо не только ограничение перенапряжений по амплитуде, но и требуется

снизить крутизну перенапряжений. RC-цепочка может быть установлена в схемах, где ее применение не требует установки дополнительных средств компенсации емкостного тока. Параметры RC-цепочки определяется по условию наибольшего демпфирования колебаний при повторном зажигании [5].

Параметры ОПН должны быть скоординированы с уровнем изоляции защищаемого объекта и учитывать возможные повышения напряжения и их длительности, а также токовые и энергетические воздействия в различных режимах работы сети.

В случае установки ОПН на зажимах защищаемого объекта уровень ограничения перенапряжений соответствует защитному уровню ОПН (напряжению на ОПН при расчетном коммутационном токе). В случае установки ОПН в начале кабеля у выключателя должен быть проведен расчет по определению уровня ограниченных перенапряжений на двигателе. Перенапряжения, возникающие при повторном пробое имеют частоту порядка сотен кГц. Поэтому при длине кабеля уже более 100 м возможна значительная разница между напряжениями в начале кабеля и в конце у защищаемого объекта.

При установке ограничителя между фазой и землей ОПН должен быть рассчитан на воздействия при однофазном замыкании на землю, а потому его параметры должны выбираться индивидуально в зависимости от параметров сети.

Как показали расчеты токовых и энергетических воздействий на ОПН с уровнем защиты $2,6 U_{\phi}$ в сетях 6-10 кВ, работающих с изолированной нейтралью и емкостным током замыкания на землю не превышающем 10 А пропускная способность ОПН не должна быть ниже 400 А. Такую же пропускную способность могут иметь ограничители, устанавливаемые в компенсированных сетях с емкостным током замыкания на землю не более 100 А и расстройкой компенсации до 15%.

При установке ограничителя параллельно контактам вакуумного выключателя обеспечивается более глубокий уровень ограничения перенапряжений, поскольку ограничивается амплитуда падающей волны на коммутируемое присоединение при повторном пробое. ОПН, подключенный параллельно контактам, не подвергается воздействию перенапряжений при однофазном замыкании, поэтому может быть снижен его защитный уровень до $2,4 U_{\phi}$ и пропускная способность на длинной волне до 150 А.

Литература

1. Colombo E, Casta G, Piccarreta L /"Results of an investigation on the overvoltages due to a vacuum circuit - breaker when switching an H.V. motor", IEEE Trans. Power Delivery, Vol 3, NO 1, 1988, 205-213.

2. Interruption of small inductive currents.

Доклад комитета N3 CIGRE. Electra N75, март 1981, с.5.

3. Рывкин А.М. и др /Перенапряжения при отключении вакуумным выключателем трансформатора без нагрузки и с индуктивной нагрузкой /Электрические станции, 1990, N5, 62-67.

4. Гончаров А.Ф. и др /Перенапряжения при коммутации электропечных трансформаторных агрегатов вакуумными выключателями /Электротехника, 1990 N4, 68-72.

5. Беляков Н.Н. /Защита от перенапряжений установок с вакуумными выключателями / Электрические станции, 1994, N9, 65-71.

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

12.02.98

03.06-98

N _____

Москва

О новых конструкциях КРУ и КСО
Московского завода "Электроштит"

Основными видами изделий Московского завода "Электроштит" остаются комплектные распределительные устройства 6-10 кВ и токопроводы.

Конструкция КРУ серии К-104М в настоящее время изготавливается как в исполнении УЗ, так и в тропическом исполнении ТЗ; имеется сейсмическое исполнение (К-104МС) для работы в сейсмических районах до 9 баллов по шкале MSK-64 и даже специальное ударопрочное исполнение с сейсмичностью значительно больше 9 баллов.

КРУ К-104М изготавливаются на напряжение 6 и 10 кВ, номинальным током до 1600 А; током отключения до 40 кА; ударным током К.З. от 40 до 128 кА.

В шкафах по желанию заказчика устанавливаются выключатели :

маломасляные - ВКЭ-10 и ВК-10 на 20 и 31,5 кА;

вакуумные - ВВЭ-10; ВБЧЭ-10 на 20 и 31,5 кА;

-"- - ВВ/TEL-10 на 630 и 1000 А; от
8 до 20 кА

элегазовые - VF от 20 до 40 кА
(АББ - Мосэлектроштит").

Устройства защиты :

с электромеханическим реле;

с электронными защитами серии КЭУ;

с электронными защитами серии ЯРЭ;

с микропроцессорами серии SPAC;

с микропроцессорами серии БМРЗ;

КРУ К-104М имеет 4 вида подвода питания : шинами; кабелем снизу по стене; кабелем снизу в габарите шкафа и кабелем сверху. Контрольные кабели могут быть подведены как снизу так и сверху.

Шкафы серии К-104М предусматривают кроме общеизвестных схем, размещение силовых сухих трансформаторов мощностью до 40 кВА; аппаратура защиты оборудования от перенапряжений; аппаратуры защиты оборудования от перенапряжений при однофазных

замыканиях на землю; аппаратуры для газотурбинных электростанций мощностью 1500 кВт и 4000 кВт; низковольтной аппаратуры защиты трансформаторов и др.

Для обеспечения вводов в распреустройства со шкафами КРУ К-104М завод изготавливает КРУ К-105 (6 и 10 кВ; 2000-3150 А; 31,5-40 кА; 80-128 кА) с выключателями вакуумными ВВЭ-10 и ВВЧЭ-10 и элегазовыми НАЗ ("АББ-Мосэлектросит").

Завод также изготавливает :

КРУ К-114 для узловых трансформаторных подстанций (УЗТП) с силовыми трансформаторами 400 и 630 кВА (6 и 10 кВ; 400 А; 4 и 8 кА).

Шафы оборудованы вакуумными выключателями ВВ/TEL-10 на выкатных элементах.

КРУ К-XXVI для расширяемых объектов и для других необходимых заказчикам случаях (6 и 10 кВ; 630-1600 А; 20 кА и 31,5 кА). В шкафу предусматривается установка, либо маломасляных выключателей ВМПЭ-10 (20 и 31,5 кА), либо вакуумных выключателей ВВТЭ-10 (20 кА) на постоянном или переменном оперативном токе. Эти шкафы КРУ могут быть изготовлены по новым схемам вспомогательных цепей, а также с элегазовыми выключателями серии VF ("АББ - Мосэлектросит").

КРУ К-XXVII для обеспечения вводов и секционирования в КРУ К-XXVI (6 и 10 кВ; 2000 - 3150 А; 31,5 кА) с маломасляными выключателями ВМПЭ-10-3150/31,5.

Комплектное устройство наружной установки К-112 предназначено для повышения надежности работы ЛЭП - 6 и 10 кВ (применяется для секционирования ЛЭП с односторонним и двусторонним питанием; для АВР линий; для плавки гололеда), а также для других целей по типовому проекту института "Сельэнергопроект".

Состоит К-112 из 2-х шкафов : в одном размещена аппаратура главных цепей (вакуумный выключатель ВВ/TEL-10; трансформаторы тока ТОЛ-10-1 и трансформаторы тока собственных нужд ОЛС-0,63/10-1-У2); в другом аппаратура вспомогательных цепей.

Заводом вновь осваивается производство и принимаются заказы на КСО-МЭЩ (6 и 10 кВ; 800 и 1000 А; 8, 16,20 кА).

В камере КСО-МЭЩ на выкатном элементе устанавливается вакуумный выключатель ВВ/TEL-10 и трансформаторы тока ТОЛ-10-1. Камера устанавливается прислонно к стене, имеет габариты 750 мм - ширина; 1200 мм - глубина; высота от 1800 до 2400 мм - в зависимости от схемы вспомогательных цепей, выполненной на электромеханических реле или электронных устройствах (КЭУ) на микропроцессорах (SPAC). Камеры КСО-МЭЩ могут полностью заменить шкафы КРУ в помещениях с ограниченной площадью.

КСО-МЭЩ2 (те же параметры, но с той же самой по параметрам стационарно установленной аппаратурой главных цепей) габариты соответственно 800 х 800 х 1800 мм.

Завод продолжает изготавливать выкатные элементы с вакуумными выключателями для замены вышедших из строя, или выработавших свой срок и ресурс выключателей в ранее изготовленных КРУ серий К-ШУ; К-УТУ; К-ХП; К-XXVI, но с вакуумными выключателями или для КРУ серий К-Х; К-XXI и К-XXIV с элегазовыми выключателями.

Завод изготавливает токопроводы на все напряжения от 0,4 до 24 кВ; номинальные токи от 1600 до 31500 А для электрических станций, подстанций и промпредприятий в нормальном и тропическом исполнении.

А также завод принимает предложения от всех заказчиков на создание новых электротехнических изделий по основному профилю завода.

**Акционерное общество открытого типа по проектированию
сетевых и энергетических объектов**

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических сетей

12.02.98

03.07-98

N _____

Москва

О действующих типовых проектах
ПС, ОРУ, ОПУ, ЗРУ 6-110 кВ
института "Энергосетьпроект"

Взамен ИММ N 03.18-94 от 16.05.94 публикуем для сведения перечень действующих типовых проектов и материалов, рекомендуемых для использования при проектировании ПС, ОРУ, ОПУ, ЗРУ со вторичными соединениями на напряжение 6-110 кВ для объектов с.х. назначения, выполненных институтом "Энергосетьпроект" по состоянию на 01.01.97 г.

За справками и по вопросам заказа следует обращаться в институт "Энергосетьпроект" по адресу 105058, г. Москва, Ткацкая ул.д.1;
Телефоны : 962-93-166 962-93-17, 962-93-18.

Приложение : упомянутое на 17 л.

Зам. Генерального директора

Ю.М.Кадыков

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
ПОДСТАНЦИИ		
Трансформаторная ПС закрытого типа напряжением 110/6-10кВ по схеме 110-4 с трансформаторами до 63(80) МВА в сборном железобетоне. 1987г. "Севзапэнергопроект".	I2922тм	407-03-439.87
Трансформаторная ПС закрытого типа напряжением 110/6-10кВ по схеме 110-5 с трансформаторами до 63(80) МВА в сборном железобетоне. 1987г. "Севзапэнергопроект".	I2923тм	407-03-440.87
Трансформаторная ПС закрытого типа напряжением 110/6-10кВ по схеме 110-6 в сборном железобетоне, с трансформаторами до 63(80)МВА. 1987г. "Севзапэнергопроект".	I2924тм	407-03-441.87
Закрытая ПС напряжением 110/6-10кВ по схеме 110-4Н с трансформаторами 63(80) МВА в сборном ж/б. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3242тм	407-3-596.90
Закрытая ПС 35/10(6)кВ по схеме 35-4Н с трансформаторами 6,3 МВА в сборном железобетоне с воздушными вводами 35кВ. 1991г. "Севзапэнергопроект".	I3306тм	407-3-627.9I
Закрытая ПС 35/10(6)кВ по схеме 35-5АН с трансформаторами 6,3 МВА в сборном железобетоне с воздушными вводами 35кВ. 1991г. "Севзапэнергопроект".	I3307тм	407-3-628.9I
Закрытая ПС 110/6-10кВ по схеме 110-5Н с трансформаторами 63(80)МВА в сборном железобетоне с воздушными вводами 110кВ. 1991г. "Севзапэнергопроект"	I3276тм	407-3-609.9I
Открытая электрическая подстанция 110/35/10кВ по схеме 110-4Н с трансформаторами до 16 МВА 1994г "Севзапэнергопроект"		407-3-647.94

Наименование проекта	№ ЭП	№ ЦП
Открытая электрическая подстанция 110/35/10кВ по схеме 110-5Н с трансформаторами до 25(40)МВА 1995г. "Севзапэнергопроект"	-	407-3-652 95
<u>О Р У</u>		
ОРУ-35кВ		
ОРУ 35кВ на унифицированных конструкциях. 1990г. "Севзапэнергопроект"	13227тм	407-3-567.90
ОРУ 35кВ для северных районов с многолетнемерзлыми грунтами 1991г. "Севзапэнергопроект"	13287тм	407-03-619м 91
ОРУ 35-500кВ для районов с сильны- ми снеготаврами и снегопадами 1988г. "Дальэнергопроект"	13503тм	407-03-473.87
ОРУ 35-500кВ для районов с загряз- нённой атмосферой. 1989г. "Севзапэнергопроект"	13110тм	407-03-531 89
ОРУ 110кВ по схемам 4Н, 5Н, 5АН для районов ХД. 1989г. "Севзапэнергопроект"	13136тм	407-03-533.89
ОРУ 110кВ на унифицированных конструкциях. 1990г. "Севзапэнергопроект"	13189тм	407-03-539.90
ОРУ 110кВ для северных районов с многолетнемерзлыми грунтами. 1991г. "Севзапэнергопроект"	13286тм	407-03-607м. 91
<u>Разные проекты по ОРУ</u>		
Унифицированные железобетонные порталы ОРУ 35-110кВ. 1986г. "Севзапэнергопроект"	12713тм	3.407.1-137
Унифицированные стальные порталы ОРУ 35-150кВ для обычных и север- ных районов. 1988г. "Севзапэнергопроект"	13074тм	3.407.2-162
Унифицированные конструкции опор под оборудование ОРУ 35-500кВ. 1988г. "Севзапэнергопроект".	12966тм	3.407.9-153
Опоры под оборудование ОРУ 35-500кВ для Северных районов. 1988г. "Севзапэнергопроект".	13088тм	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦП
Типовые схемы принципиальные электрические РУ напряжением 6-750кВ и указания по их применению. 1994г. ЭСП ПТО	I4I98тм	-
<u>З Р У</u>		
ЗРУ 6(10)кВ из элементов БМЗ комплектной поставки. 1089г. "Севзапэнергопроект"	I3097тм	-
ЗРУ 110кВ со сборными шинами из унифицированных конструкций. ЗРУ-110-13-24х78-ЖБ с высокой установкой оборудования. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3I60тм	407-3-0544.90
ЗРУ 6-10кВ совмещенное с ОМУ без аккумуляторной батареи в сборном железобетоне. 1992г. "Севзапэнергопроект"	-	407-3-0634.92
ЗРУ 10(6)кВ с кабельными каналами внутри здания. ЗРУ 10(6х18)-ЖБ-36-1-КК. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3I86тм	407-3-434.90
ЗРУ 10(6)кВ с кабельными каналами внутри здания. ЗРУ 10(6х24)-ЖБ-51-2-КК. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3I87тм	407-3-435.90
ЗРУ 10(6)кВ с кабельными каналами внутри здания. ЗРУ 10(6х30)-ЖБ-63-2-КК. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3I88тм	407-3-436.90
ЗРУ 10(6)кВ с кабельным этажом. ЗРУ 10(6х18)-ЖБ-36-1-КЭ. 1992г. "Севзапэнергопроект"	I3262тм	407-3-585.90
ЗРУ 10(6)кВ с кабельным этажом и реакторными камерами ЗРУ 10-(6х18)-ЖБ-36-1-КЭ-Р. 1992г. "Севзапэнергопроект"	I3265тм	407-3-586.90

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
ЗРУ 10(6)кВ с каналами внутри здания из элементов БМЗ комплектной поставки. ЗРУ 10-(6х21)-БМЗ-36-I-КК. 1992г. "Севзапэнергопроект"	-	407-3-635.92
ЗРУ 10(6)кВ с кабельными каналами внутри здания и противопожарной перегородкой между секциями. ЗРУ 10-(9х18)-ХБ-31-I-КК-II. 1994г. "Севзапэнергопроект"	-	407-3-645.94
ЗРУ 10(6)кВ с кабельными каналами внутри здания и противопожарной перегородкой между секциями. ЗРУ 10-(9х30)-ХБ-62-2-КК-II. 1994г. "Севзапэнергопроект"	-	407-3-646.94
ЗРУ 10(6)кВ повышенной надежности с перегородкой между секциями, совмещенные с ОПУ, из элементов БМЗ. ЗРУ 10+ОПУ-(6х42)-БМЗ-32-I-КК, ЗРУ 10+ОПУ-(6х48)-БМЗ-32-39-I-КК, ЗРУ 10+ОПУ-(6х48)-БМЗ-48-21-2-КК, ЗРУ 10+ОПУ-(6х54)-БМЗ-48-39-2-КК. 1994г. "Севзапэнергопроект"	-	407-3-644.94
<u>О П У</u>		
ОПУ тип У из элементов БМЗ комплектной поставки. 1981г. "Севзапэнергопроект"	1746тм	-
ОПУ из элементов БМЗ комплектной поставки. Тип УП. 1981г. "Севзапэнергопроект"	1713тм	-
ОПУ из элементов БМЗ комплектной поставки. Тип УПа. 1981г. "Севзапэнергопроект"	1714тм	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
ОПУ тип У из унифицированных конструкций. 1985г. "Севзапэнергопроект"	I2672TM	407-3-427.86
ОПУ тип У в конструкциях БМЗ. 1989г. "Севзапэнергопроект"	I3II3TM	-
ОПУ тип УП в конструкциях БМЗ. 1989г. "Севзапэнергопроект"	I3II4TM	-
ОПУ тип УП-А в конструкциях БМЗ. 1989г. "Севзапэнергопроект"	I3II5TM	-
ОПУ в сборном ж/б. ОПУ-I2x24-АБ-47-АБ. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3I80TM	407-3-572.90
ОПУ в сборном ж/б. ОПУ-I2x36-АБ-8I-АБ. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I3I79TM	407-3-573.90
ОПУ в конструкциях БМЗ. ОПУ-I2x24-БМЗ-44-АБ. 199Iг. "Севзапэнергопроект"	I3256TM	407-3-599.9I
ОПУ в конструкциях БМЗ. ОПУ-I2x36-БМЗ-77-АБ. 199Iг. "Севзапэнергопроект"	I3257TM	407-3-600.9I
<u>МАСЛОХОЗЯЙСТВО И ЗДАНИЯ</u> <u>АППАРАТНЫХ МАСЛОХОЗЯЙСТВА</u>		
Маслоуловители для подстанций (вариант в кирпиче). 1966г. "Южэнергопроект"	3225TM	-
Маслоуловители из сборных ж/б конструкции для ПС 35-500 кВ (вариант для сухих и мокрых грун- тов). 1976г.	90I3TM	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦШ
<u>УСТАНОВКА ТРАНСФОРМАТОРОВ И РЕАКТОРОВ.</u>		
Установочные чертежи трансформаторов 35 кВ. 1994г. "Севзапэнергопроект"	-	407-03-643.94
Установочные чертежи трансформаторов 110 кВ новой модификации. 1991г. "Севзапэнергопроект"	I3299тм	407-03-617.91
Установка трансформаторов собственных нужд и заземляющих реакторов. 1994г. "Севзапэнергопроект"	-	407-03-642.94
Установка реакторов 6-10 кВ в закрытом помещении. 1984г. "Севзапэнергопроект"	I2611тм	407-03-376.85
Наружная установка реакторов 6-10 кВ. 1988г. "Севзапэнергопроект"	I3059тм	407-03-506.88
Унифицированные фундаменты под трансформаторы. 1988г. "Севзапэнергопроект"	I2967тм	3.407.1-148
Фундаменты для установки трансформаторов напряжением 35-500кВ без кареток (катков) и рельс. 1993г. "Севзапэнергопроект"	I3362тм	-
<u>ВТОРИЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ</u>		
<u>ПС 35,110-220кВ</u>		
Схемы оперативной блокировки разъединителей ПС 110-220кВ. 1986г. ЭСП ОРЗА	11789тм	407-03-419.87

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
Схемы и НКУ управления и автоматизации линий 110-220кВ для ПС 110-220кВ 1986г. ЭСП ОРЗА	5485тм	407-03-416.87
Схемы и НКУ управления и автоматизации элементов ПС 110-220кВ со сборными шинами. 1986г. ЭСП ОРЗА	3957тм	407-03-432.87
Типовые НКУ управления и измерения ПС 110-220кВ. 1987г. ЭСП ОАСУ ЭО	8014тм	-
Полные схемы управления автоматизации и защиты ПС 110-220 кВ энергосистем на переменном оперативном токе без выключателей на ВН. 1988г. "Нижегородскэнергосетьпроект"	11385тм	407-03-483.87
Схемы и НКУ защиты трансформаторов 110-220кВ для ПС со сборными шинами. 1988г. ЭСП ОРЗА	7727тм	407-03-469.87
Схемы и НКУ защиты трансформаторов 110-220кВ для ПС с упрощенными схемами. 1989г. ЭСП ОРЗА	10325тм	407-03-504.88
Схемы и НКУ защиты трансформаторов 110-220кВ ПС с блочными и мостиковыми схемами. 1989г. ЭСП ОРЗА	12299тм	-
Схемы и НКУ шинных аппаратов ПС 110-220кВ. 1989г. ЭСП ОРЗА	12313тм	407-03-535.89
НКУ ПС 110-220кВ на переменном оперативном токе со щитом управления. 1989г. "Нижегородскэнергосетьпроект"	11396тм	407-03-529.89

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
Схемы и НКУ управления и автоматики трансформаторов 110-220кВ ПС с упрощенными схемами. 1990г. ЭСП ОРЗА	I23I4TM	407-03-534.89
Схемы и НКУ УРОВ 110-220кВ ПС с блочными, мостиковыми схемами и "Четырехугольник". 1990г. ЭСП ОРЗА	I3866TM	-
Схемы и НКУ защиты шинных аппаратов ПС 110-220кВ. 1991г. ЭСП ОРЗА	I3979TM	-
Схемы и НКУ управления и измерения ПС 110-220кВ с блочными и мостиковыми схемами. 1991г. ЭСП ОРЗА	I2365TM	-
Схемы и НКУ общеподстанционных устройств ПС 110-220кВ. 1991г. ЭСП ОРЗА	I2364TM	-
Разработка модернизированных схем и НКУ управления и автоматики линий 110-220кВ и ПС 110-220кВ. 1993г. ЭСП ОРЗА	I4232TM	-
Полные схемы и типовые панели НКУ защиты шин и УРОВ 110-220кВ ПС 110-500кВ со схемой "одна рабочая секционированная выключателем и обходная система шин" 1977г. ЭСП ОАСУ ЭО	9337TM	-
Схемы и НКУ управления, автоматики и защиты обходного выключателя 110-220кВ для ПС 110-500кВ. 1991г. ЭСП ОРЗА	I40I4TM	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
Схемы и НКУ автоматического регулирования коэффициента трансформации трансформаторов под нагрузкой ПС IIО-500кВ с применением АРТ-ІМ. 1991г. ЭСП ОРЗА	I2366тм	-
Схемы подключения устройств релейной защиты и управления ПС IIО-750кВ к микропроцессорному регистратору типа "Карат". 1991г. ЭСП ОРЗА	I3927тм	-
Разработка схем и рекомендаций по повышению надежности систем постоянного оперативного тока ПС с одной аккумуляторной батареей. 1992г. ЭСП ОРЗАУ	I4082тм-т5	-
<u>ВЛ 35 - II50кВ</u>		
Полные схемы автоматики, управления и защиты ВЛ 6-10кВ и 35кВ ПС IIО-220кВ на переменном токе со шитом управления. 1988г. "Нижегородскэнергосетьпроект"	II384тм	407-03-465.87
Полные схемы и панели упрощенных основных и резервных защит линий IIО-220кВ с односторонним питанием. 1977г. Киевский ф-л "Укрэнергосетьпроект" а.	9712тм	-
Полные схемы и типовые панели ступенчатой дистанционной, токовой направленной нулевой последовательности защит с ВЧ блокировкой для ВЛ IIО-220кВ. 1980г. ЭСП ТО	I0221тм	-
Полные схемы защиты ВЛ IIО-220кВ ПС с блочными и мостиковыми схемами. 1981г. ЭСП ПТО	I0805тм	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦШ
Схемы и НКУ управления и автоматики линий IIО-220кВ ПС 330-500кВ. 1988г. ЭСП ОРЗА	7733тм	407-03-460.87
Схемы и НКУ защиты линий IIО-220кВ с использованием устройств серии ЩДЭ 2800 и ПДЭ 2800. 1989г. ЭСП ОРЗА	10309тм	407-03-505.88
Схемы и НКУ защиты линий 35кВ ПС IIОкВ и выше на постоянном опера- тивном токе. 1990г. ЭСП ОРЗА	13737тм	407-03-604.91
Принципиальные схемы релейной защи- ты ВЛ IIО-220кВ с использованием шкафов серии ЩДЭ 2800 и панели ПДЭ 2802. 1993г. ЭСП ОРЗА	14082тм-т7 кн. I	-
Разработка модернизированных схем и НКУ управления и автоматики ВЛ IIО-220кВ и ПС IIО-220кВ. 1993г. ЭСП ОРЗА	14232тм	-
<u>КРУ, КРУН, КТПБ, ШКАФЫ и др.</u>		
Полные схемы ПС энергосистем IIО/ 6-10, IIО/6-10/6 и IIО/35/6-10кВ типа КТПБ без выключателей на сто- роне IIОкВ на переменном опера- тивном токе. 1980г. "Нижегородскэнергосетьпроект"	10350тм	407-03-298
Разработка схем управления, автома- тики и защиты шкафов вводов и сек- ционирования КРУ 6-10кВ серии К-105. 1986г. ЭСП ОРЗА	11790тм	-
Схемы электрические принципиальные шкафов КРУ и КРУН 6-10кВ ПС энерго- систем на переменном оперативном токе со щитом управления. 1986г. "Нижегородскэнергосетьпроект"	11378тм	407-03-424.87

Наименование проекта	В ЭСП	№ ЦП
Схемы электрические принципиальные шкафов КРУ и КРУН 6-10кВ ПС энергосистем на постоянном и выпрямленном оперативном токе. 1986г. "Нижегородскэнергосетьпроект"	II379тм	407-03-425.87
Полные схемы шкафов КРУ 6-10кВ МЭЩ с устройствами КЭУ для ПС энергосистем на постоянном и выпрямленном оперативном токе. 1995г. ЭСП ОРЗА	3323тм	-
<u>РАЗНЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ВТОРИЧНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ</u>		
Схемы и НКУ защиты шин 35-220кВ и УРОВ 110-220кВ с одиночной секционированной системой шин. 1989г. ЭСП ОРЗА	I2I37тм	407-03-537.89
Схемы и НКУ оперативной блокировки разъединителей 110-220кВ с блочными и мостиковыми схемами. 1991г. ЭСП ОРЗА	I2363тм	-
Разработка схем и НКУ питания оперативных цепей управления, защиты и автоматики выпрямленных оперативным током. 1993г. ЭСП ОРЗА	I424Iтм	-
Схемы и НКУ системы регулирования компенсации ёмкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35кВ. 1993г. ЭСП ОРЗА	I2370тм	-
Разработка модернизированных схем и НКУ генерирования и распределения постоянного тока для ПС. 1994г. ЭСП ОРЗА	I2372тм	-
Разработка типовых принципиальных схем управления элегазовыми выключателями серии ВГУ 110, 220, 330, 500кВ. 1994г. ЭСП ОРЗА	I4245тм	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
Схемы защиты от дуговых замыканий в КРУ 6-10кВ на постоянном и выпрямленном оперативном токе. 1994г. ЭСП ОРЗА	3274тм	-
Рекомендации по обеспечению селективного действия защиты шин типа ЛЭП 1994г. ЭСП ОРЗА	14317тм	-
Разработка технических требований на устройства блокировки оперативных переключений с использованием современных технических средств. 1995г. ЭСП ОРЗА	3521тм	-
Разработка мероприятий по совершенствованию и повышению надёжности цепей напряжения и тока релейной защиты, автоматики и коммерческого учета ПС 330кВ и выше РАО "ЕЭС России". 1995г. ЭСП ОРЗА	3290тм	-
Разработка типовых кассет электронных устройств РЗА типа КЭУ для КРУ 6-10кВ ПС энергосистем. 1996г. ЭСП ОРЗА	14249тм	-
<u>РАЗНЫЕ ПРОЕКТЫ ПО ПОДСТАНЦИИ</u>		
Мероприятия по шумоглушению трансформаторов 110кВ при их наружной установке. 1969г. "Севзапэнергосетьпроект"	5345тм	-
Схемы и конструктивные чертежи устройства отбора напряжения. 1981г. "Севзапэнергосетьпроект"	1766тм	407-0-164
Шинные мосты и гибкие связи ПС между трансформаторами и РУ 6-10кВ. 1981г. "Севзапэнергосетьпроект"	9698тм	-
Установка на ПС 110кВ и выше фиксирующих приборов и импульсных искателей для определения места повреждения ЛЭП. 1990г. "Львовэнергосетьпроект"	11975тм	407-03-579.90

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
Узлы и конструкции кабельных трасс подстанций. 1988г. "Севзапэнергопроект"	I3034тм	4.407-268
Унифицированные железобетонные изделия ПС 35-500кВ. 1988г. "Севзапэнергопроект"	I3033тм	3.407.1-157
Охранное освещение и сигнализация на понижающих подстанциях. 1987г. "Южэнергопроект"	I2867тм	407-0-171.87
Дизельная электростанция с дизель-генератором мощностью 24кВт для районов Крайнего Севера. 1990г. "Севзапэнергопроект"	I2019тм	-
Разработка типовых решений по охранной сигнализации по охранной сигнализации помещений ПС. 1990г. ЭСП ОАТИ	I3736тм	-
Пржекторные мачты и отдельно-стоящие молниеотводы. 1990г. "Сквзапэнергопроект"	I3255тм	3.407.9-172
Шинные мосты и гибкие связи 10(6)кВ между трансформаторами и распреустройствами. 1991г. "Севзапэнергопроект"	I3360тм	407-03-625.91
Каталог сборных ж/б конструкций для электросетевых сооружений. 1992г. ЭСП ТПО	I4105тм	-
Установка аккумуляторных батарей на ПС напряжением до 750кВ. 1992г. "Севзапэнергопроект"	I3341тм	407-9-36.92

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦПП
<u>РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, АВТОМАТИКА, УСТОЙЧИВОСТЬ, МОДЕЛИРОВАНИЕ.</u>		
Рекомендации по реконструкции схем релейной защиты, автоматики и управления и компоновочных ре- шений существующих ПС 110 кВ типа КТПБ без выключателей на стороне 110 кВ на переменном оперативном токе. 1995г. ЭСП ОРЗА	3284ТМ-Т1	-
Основные технические решения по реконструкции схем РЗА и управле- ния, размещению аппаратуры в су- ществующих и новых НКУ. 1995г. ЭСП ОРЗА	3284ТМ-Т2	-
Рекомендации по компоновочным решениям существующих ПС 110 кВ типа КТПБ. 1995г. ЭСП ОРЗА	3284ТМ-Т3	-
Принципиальные схемы защиты тран- сформаторов. 1995г. ЭСП ОРЗА	3284ТМ-Т4	-
Полные схемы защиты и управления. 1995г. ЭСП ОРЗА	3284ТМ-Т5	-
Схемы управления вакуумных вык- лючателей. 1995г. ЭСП ОРЗА	3284ТМ-Т6	-
Техническое задание и основные технические решения по реконструк- ции схем РЗА и управления. 1995г. ЭСП ОРЗА	3283ТМ-Т1	-
Принципиальные схемы защиты тран- сформаторов совмещенного действия и основные технические решения по изменению компоновок ОРУ и оценке эффективности отключения отдели- телями тока повреждения ПС 110- 220 кВ. 1995г. ЭСП ОРЗА	3283ТМ-Т2	-
Рекомендации по компоновочным решениям в части расположения ТСН 6-10 кВ и предотвращению пов- реждений контрольных кабелей при повреждении оборудования на ПС 110-220 кВ. 1995г. ЭСП ОРЗА	3283ТМ-Т4	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦП
Рекомендации по реконструкции схем релейной защиты трансформаторов (с действием от конденсаторов). 1995г. ЭСП ОРЗА	3283ТМ-Т5	-
Полные схемы управления и защиты. 1995г. ЭСП ОРЗА	3283ТМ-Т6	-
Схемы управления вакуумных выключателей. 1995г. ЭСП ОРЗА	3283ТМ-Т7	-
<u>О П О Р Ы ВЛ</u>		
<u>ОПОРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ</u>		
Рабочие чертежи вибрированных анкерно-угловых ж/б опор для ВЛ 35кВ. 1965г. "Севзапэнергопроект"	1085ТМ	-
Унифицированные конструкции анкерно-угловых железобетонных опор ВЛ 35-220кВ. 1988г. "Севзапэнергопроект"	13009ТМ	3.407.1-151
Унифицированные конструкции промежуточных одностоечных ж/б опор ВЛ 35-220кВ. 1989г. "Севзапэнергопроект"	13166ТМ	3.407.1-175
Унифицированные концевые опоры ВЛ 35-330кВ. 1973г. "Севзапэнергопроект"	7072ТМ	3.407-95
Унифицированные конструкции промежуточных двухстоечных ж/б опор ВЛ 35-500кВ. 1988г. "Севзапэнергопроект"	13035ТМ	3.407.1-152
Стойки ж/б центрифугированные опор ВЛ 35-750кВ. 1990г. "Севзапэнергопроект"	13171ТМ	-
Железобетонные стойки, закладные детали и подпятники для опор новой унификации. 1990г. "Севзапэнергопроект"	13226ТМ	-

Наименование проекта	В ЭСП	№ ЦП
<u>Опоры металлические</u>		
Унифицированные стальные нормальные опоры ВЛ 35, 110 и 150кВ. Рабочие чертежи, корректировка. 1993г. "Севзапэнергопроект"	3078тм	-
Унифицированные стальные специальные опоры ВЛ 35, 110 и 150кВ. Рабочие чертежи, корректировка. 1978г. "Севзапэнергопроект"	3079тм	-
Унифицированные опоры ВЛ 35-150кВ с применением горячекатаных тонкостенных угловых профилей. Рабочие чертежи, 1977г. "Севзапэнергопроект"	9411тм	3.407-119
Унифицированные стальные опоры ВЛ 35-500кВ (расширение области применения). Рабочие чертежи, 1973г. "Севзапэнергопроект"	5736тм	-
Унифицированные стальные опоры ВЛ 35-110кВ. 1990г. "Севзапэнергопроект"	13228тм	3.407.2-170
Унифицированные конструкции свободостоящих переходных опор ВЛ 35-330кВ высотой до 100м. 1989г. "Севзапэнергопроект"	13143тм	3.407.2-168
Унифицированные анкерные конструкции для стальных опор ВЛ 35-500кВ (винтовые анкеры, винтовые сваи) для вечномёрзлых грунтов. 1989г. "Севзапэнергопроект"	13152тм	-
Унифицированные стальные опоры ВЛ 35-330кВ. Рабочие чертежи, 1979г. "Севзапэнергопроект"	9548тм	-
Унифицированные конструкции специальных стальных опор ВЛ 35, 110, 220 и 330кВ. 1989г. "Севзапэнергопроект"	13096тм	3.407.2-166
Каталог: "Унифицированные типовые стальные и ж/б опоры ВЛ 35-750кВ (выпуск 1987-90г.)" 1990г. ЭСП ПТО	7800тм	-

Наименование проекта	№ ЭСП	№ ЦШ
<u>ОПОРЫ ДЕРЕВЯННЫЕ</u>		
Унифицированные деревянные опоры ВЛ 35-220кВ. 1976г. "Укрэнергосетьпроект"	7508тм	-
<u>ФУНДАМЕНТЫ И СВАИ</u>		
Защита фундаментов опор ВЛ 35-500кВ, сооружённых на пойме, от ледовых и волновых воздействий. 1986г. "Севзапэнергосетьпроект"	12720тм	3.407.1-139
Унифицированные конструкции фундаментов для стальных опор ВЛ 35-500кВ. 1987г. "Севзапэнергосетьпроект"	7236тм	3.407.1-144
Унифицированные конструкции мало-заглублённых фундаментов стальных опор ВЛ 35-500кВ. 1988г. "Севзапэнергосетьпроект"	13025тм	3.407.1-159
Унифицированные конструкции свайных фундаментов для стальных опор ВЛ 35-500кВ. 1988г. "Севзапэнергосетьпроект"	12943тм	3.407.9-146
Унифицированные конструкции для закрепления опор ВЛ и ОРУ подстанций. 1988г. "Севзапэнергосетьпроект"	13024тм	3.407.9-158
<u>ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПО ВЛ</u>		
Светоотражатели переходных опор линий электропередачи. 1970г. "Уралэнергосетьпроект"	1278тм	-
Заземляющие устройства опор ВЛ 35-750кВ. 1975г. "Севзапэнергосетьпроект"	3602тм	-

Подписано в печать 16.12.97 г.
Усл. печ. лист 6,5
Тираж 300 экз.

Формат 60 к 84/8
Учетн. изд. лист 5,2
Зак. N 124

АО РОСЭП

111395, г.Москва, Аллея Первой Маевки. 15

МСЛ-004174