

**РАО "ЭС России"
АО РОСЭП
(Сельэнергопроект)**

**РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

(РУМ)

**11
2000**

Москва

**СЕЛЬСКИЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
СЕТИ**

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

АООТ РОСЭП

**РУКОВОДЯЩИЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА**

Ноябрь

Москва 2000

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

06. Низковольтные линии электропередачи 10(6) кВ

ИММ № 06.02-2000 от 14.09.2000

Письмо РАО "ЕЭС России" о применении самонесущих
изолированных проводов на ВЛ 0,38 кВ.....3

ИММ № 06.03-2000 от 14.09.2000

Перечень тем учебных занятий по применению
самонесущих изолированных проводов на ВЛ 0,38 кВ.....6

07. Линии электропередачи 10(6) кВ

ИММ №07.06-2000 от 12.10.2000

Письмо РАО "ЕЭС России" о применении длинно-искровых
разрядников в электрических сетях 6-10 кВ.....9

04. Подстанции напряжением 10(6) кВ и сетевые пункты

ИММ № 04.18-2000 от 14.09.2000

Дополнительная информация о столбовом
предохранителе-выключателе 0,38 кВ.....37

02. Нормативные материалы общего назначения

ИММ № 02.04-2000 от 14.-09.2000

Инструкция о порядке допуска в эксплуатацию новых
и реконструированных энергоустановок Главэнергонадзора.....39

12. Прочие ИММ

ИММ № 12.01-2000 от 14.09.2000

Об антикоррозийной защите металлоконструкций.....53

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

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических
сетей**

14.09.2000

N 06.02-2000

Москва

**/Письмо РАО “ЕЭС России”
о применении самонесущих
изолированных проводов
на ВЛ 0,38 кВ/**

Публикуем для сведения и руководства при проектировании письмо РАО
“ЕЭС России” от 26.06.2000 № ОБ-5145 “О применении самонесущих
изолированных проводов при строительстве и реконструкции ВЛ 0,38 кВ”.

Приложение: упомянутое.

Первый заместитель Генерального директора

А.С.Лисковец



РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
«ЕЭС РОССИИ»

103074, Москва, К-74, Китайгородский пр., 7
Тел. 220-59-32

26.06.2000 № 05-5145

На № _____ от _____

Представительствам РАО
«ЕЭС России» по управлению
акционерными обществами,

дочерним АО энергетики
и электрификации,

акционерным обществам
энергетики и электрификации,

проектным институтам

[О применении самонесущих
изолированных проводов при
строительстве и реконструкции
ВЛ 0,38 кВ]

В результате изучения зарубежного и обобщения отечественного опыта строительства и эксплуатации в ряде регионов страны воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами (ВЛИ 0,38 кВ) французского производства марки «Торсада», производства Финляндии марки «АМКА» и производства ОАО «Иркутсккабель» выявилось техническое и экономическое преимущество этих линий электропередачи по сравнению с ВЛ 0,38 кВ с неизолированными проводами (ВЛН 0,38 кВ).

При равнозначных с ВЛН 0,38 кВ капиталовложениях ВЛИ 0,38 кВ обладают повышенной технологичностью строительства, обеспечивают высокую надежность электроснабжения при значительно меньших эксплуатационных затратах и безопасность обслуживающего персонала, населения и животных.

В настоящее время отечественными заводами (ОАО «Севкабель», г. Санкт-Петербург; ОАО «Иркутсккабель», ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки и ЗАО «Москабельмет», г. Москва) освоена технология производства СИП, линейной арматуры, монтажного оборудования и инструмента, по качеству не уступающему зарубежным аналогам.

Разработаны и введены в действие с 01.01.98 «Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами» (ПУ ВЛИ до 1 кВ) и другая необходимая нормативно-техническая и проектная документация. В АООТ «РОСЭП» и АООТ «Фирма ОРГРЭС» создана

производственно-методическая база для подготовки рабочих и специалистов по строительству и эксплуатации ВЛ 0,38 кВ.


Энергосистемами ОАО «Мосэнерго» и «Ленэнерго», а также ОАО «Роскоммунэнерго» приняты решения по ограничению использования неизолированных проводов при строительстве ВЛ 0,38 кВ и о переходе с 1998г. на проектирование ВЛ 0,38 кВ.

РАО «ЕЭС России» предлагает при выдаче технических условий на подключение абонентов, проектировании, новом строительстве, реконструкции и техническом перевооружении воздушных линий напряжением до 1 кВ применять самонесущие изолированные провода.

Применение неизолированных проводов в этой связи может быть допущено при достаточно аргументированном обосновании.

На действующих ВЛ 0,38 кВ при замене ответвлений к вводам и подключении новых потребителей ответвления следует выполнять только самонесущими изолированными проводами.

Первый заместитель
Председателя Правления

 О.В. Бритвин

Слоев
220 41 38

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

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических
сетей**

14.09.2000

№ 06.03-2000

Москва

/Перечень тем учебных занятий
по применению самонесущих изоли-
рованных проводов на ВЛ 0,38 кВ/

В связи с письмом РАО ЕЭС России “О применении самонесущих изолированных материалов при строительстве и реконструкции ВЛ 0,38 кВ” от 26.06.2000 г. № ОБ-5145 публикуем для сведения примерный перечень тем учебных занятий, проводимых специалистами АООТ РОСЭП на производственно методической базе для подготовки рабочих и специалистов по строительству и эксплуатации ВЛ 0,38 кВ, упомянутый в письме РАО ЕЭС России.

Одновременно сообщаем, что АООТ РОСЭП распространяет нижеследующую нормативную документацию:

1. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до I кВ с самонесущими изолированными проводами (ПУ ВЛИ до I кВ).
2. Типовой проект ЛЭП 98.08 “Одноцепные железобетонные опоры ВЛ 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами”.
3. Типовой проект ЛЭП 98.10 “Двухцепные железобетонные опоры ВЛ 0,4 кВ с самонесущими изолированными проводами.
4. Справочные материалы на изделия, оборудование и материалы для строительства ВЛ 0,38 кВ с самонесущими изолированными проводами.

Приложение: упомянутое.

Первый заместитель Генерального директора

А.С.Лисковец

**Примерный перечень тем учебных занятий, проводимых специалистами
АООТ РОСЭП на производственно-методической базе для подготовки
рабочих и специалистов по строительству и эксплуатации ВЛИ 0,38 кВ.**

п.п.	Тема занятий
1.	Введение. Причины и факторы технического развития электрических сетей, вызвавших необходимость создания и применения СИП в воздушных распределительных сетях 0,4-10 кВ.
2.	Системы СИП, формы и заводы-изготовители видов СИП.
3.	Механические и электрические свойства СИП. Номенклатура проводов.
4.	Линейная арматура различных систем СИП, особенности применения, основные характеристики.
5.	Особенности производства и испытания СИП, транспортировка и хранение.
6.	Сравнительные характеристики ВЛ 0,4 кВ с голым проводом и с СИП (механические характеристики и технико-экономические показатели).
7.	Крепления СИП на опорах и фасадах зданий и сооружений.
8.	Подключение к ВЛ СИП электропотребителей (ввод в здания и сооружения, ответвления от магистрали, к кабельным линиям, выход с ТП, светильники уличного освещения, к заземляющим контурам, соединения СИП между собой).
9.	Инструменты и оборудование для раскатки и монтажа СИП.
10.	Технологическая карта строительства ВЛ и СИП. Подготовка трассы ВЛ к строительству.
11.	Строительно-монтажные работы на ВЛ с СИП (макет, эскизы видеофильмы).
12.	Методы контроля качества выполняемых работ на линии.
13.	Проектирование ВЛ с СИП, особенности выполнения электрических расчетов.
14.	Вариантная проработка проектных решений (трассирование, переходы, многоцепные линии, составление объемов работ).

п.п.	Тема занятий
15.	Поездка на действующую ВЛ 0,4 кВ с СИП.
16.	Выбор опор и проверка на механическую прочность, выбор монтажных стрел провеса, тяжений.
17.	ПУЭ, правила эксплуатации, нормативная документация.

Телефоны для справок:

374 52 30 – Скородумов Олег Павлович
374 66 55 – Боков Геннадий Степанович

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

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических
сетей**

12.10.2000

07.06-2000

N

Москва

**/Письмо РАО “ЕЭС России”
о применении длинно-искровых
разрядников в электрических
сетях 6-10 кВ/**

Публикуем для сведения и руководства при проектировании письмо Департамента электрических сетей РАО “ЕЭС России” № 11-02/1-10 от 08.08.2000 о применении длинно-искровых разрядников в электрических сетях 6-10 кВ.

Указанные устройства предназначены для улучшения грозозащиты ВЛ 6-10 кВ с защищенными и голыми проводами.

Информация о грозозащите ВЛ 6-10 кВ длинно-искровыми разрядниками, подготовленная по материалам ОАО “НПО Стример”, прилагается.

Рекомендации по установке разрядников будут направлены по Вашей заявке головной организацией по распределительным электрическим сетям АО ОТ РОСЭП (111395, Москва, Аллея Первой Маевки, 15/8; факс (095) 374-66-08; тел. (095) 374-68-71 (Кустов С.С.)

По вопросу приобретения разрядников обращаться в ОАО “НПО Стример” (193024, Санкт-Петербург, Невский проспект, 147, офис 49, тел /факс (812)327-08-08; тел. (812) 247-88-25.

Приложение: упомянутое.

Первый заместитель Генерального директора

А.С.Лисковец

Российское акционерное общество
энергетики и электрификации
РАО "ЕЭС России"

—*—

**ДЕПАРТАМЕНТ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

—*—

103074 Москва Китайгородский пр. 7

тел. 220-41-15

08.08.2000 N 11-02/2-10

О применении длинно-искровых
разрядников в электрических сетях
6-10 кВ.

Акционерным обществам
энергетики и электрификации,

проектным институтам

В целях улучшения грозозащиты ВЛ 6-10кВ с защищенными и голыми проводами на НТС РАО «ЕЭС России» рассмотрены и рекомендованы к применению в электрических сетях новые устройства грозозащиты – длинно-искровые разрядники (РДИ), основанные на принципе удлинения пути импульсного перекрытия для снижения вероятности перехода импульсного перекрытия в силовую дугу.

Наиболее предпочтительным представляется длинно-искровой разрядник (РДИ 10-М), состоящий из трех последовательно соединенных разрядных модулей, образуемых изоляционными трубками с полупроводящими подложками. Для защиты от прямых ударов молнии разрядники устанавливаются на опорах параллельно каждому изолятору. Разрядник имеет низкую стоимость и не требует обслуживания.

Для накопления опыта эксплуатации и проверки работы в электрических распределительных сетях предлагаем при строительстве сетей с защищенными и голыми проводами, а также в действующих сетях в районах с большой грозовой активностью устанавливать в опытно-промышленную эксплуатацию разрядники РДИ 10-М.

Рекомендации по установке разрядников будут направлены по Вашей заявке головной организацией по распределительным электрическим сетям АО «РОСЭП» (111395, Москва, Аллея Первой Маевки, 15/8 факс (095) 374-66-08; тел. (095) 374-68-71).

По вопросу приобретения разрядников обращаться в ОАО «НПО Стример» (193024, Санкт-Петербург, Невский проспект, 147, офис 49, тел/факс (812) 327-08-08, тел. (812) 247-88-25).

Приложение: проспект по РДИ

Первый заместитель
начальника-главный
инженер



Ю.А. Дементьев

Слоев В.В.
220-41-38

Рассылка по спискам Б. I ; 8.

Грозозащита ВЛ 6-10 кВ длинно-искровыми разрядниками.*) **Причины повреждений ВЛ 6-10 кВ.**

Количество отключений ВЛ 6-10 кВ по отдельным АО Энерго колеблется от 3,1 случаев до 43,4 случаев в год на 100 км.

Порядка 80% всех отключений происходит из-за повреждения элементов ВЛ и оборудования подстанций. При этом на повреждения проводов и опор приходится 50% всех отключений.

Основными причинами повреждений элементов ВЛ являются: перегрузки при механических воздействиях ветра и гололеда; механические повреждения людьми и различными механизмами; повреждения при падении деревьев и ветвей; повреждения птицами; грозовые перенапряжения; старения элементов ВЛ в процессе эксплуатации.

Одной из основных причин обрывов проводов, на которые приходится более 70% отказов проводов, являются ожоги и пережоги при схлестывании из-за падения деревьев и ветвей на провода ВЛ.

Второй основной причиной повреждений проводов являются различного рода посторонние воздействия (наезды, набросы), в т.ч. повреждения птицами.

Обрывы вязок, повреждения зажимов, как правило, связаны с дефектами конструкций, изготовления и монтажа.

Истирание о шейку изолятора из-за вибраций провода определяется в основном креплением провода к штыревому изолятору, т.е. качеством вязки и специальных антивибрационных зажимов.

Обрывы проводов, их схлестывание, перекрытия на деревья и кустарник могут привести к искрообразованию и пожарам. Другим источником пожаров на опорах с деревянными стойками являются грозовые перенапряжения. Пробой штыревых изоляторов при грозовых перенапряжениях вызывает возгорание древесины.

Пробой или перекрытие изоляторов ВЛ 6-10 кВ на железобетонных опорах, как правило, сопровождается дуговым замыканием, что приводит к разрушению изоляторов и перегоранию проводов. При этом наблюдается разрушение бетона опор и высушивание грунта возле опоры.

Повреждения опор происходят при механических воздействиях ветра и гололеда, при наездах машинами и др. механизмами, при грозовых перенапряжениях, при обрывах проводов и других воздействиях.

Механические повреждения опор при воздействии ветра и гололеда наиболее характерны для опор с деревянными стойками. Механическая прочность древесины сильно зависит от ее влажности.

При изменении влажности в условиях эксплуатации из-за усушки при неравномерном высыхании происходит образование трещин и, как следствие, образование очагов загнивания древесины и снижение механической прочности, что увеличивает количество повреждений при сильном ветре и часто сопровождается выпадением штырей (крюков).

Грозовые перенапряжения воздушных сетях 6-10 кВ являются одной из основных причин отключений линий и в зависимости от грозовой активности региона могут и определять количество отказов элементов ВЛ и оборудования подстанций.

Для повышения надежности работы распределительных линий 6-35 кВ в промышленно развитых странах широко применяются изолированные провода. В последние годы в России также ведется строительство ВЛ 6-10 кВ с изолированными проводами.

Особенностью грозозащиты ВЛ с изолированными проводами является то, что если не принять специальных мер, при грозовом перенапряжении происходит перекрытие изолятора линии, а затем – пробой твердой изоляции провода. С большой вероятностью грозовое перекрытие переходит в дугу промышленной частоты, которая горит в месте пробоя изоляции до тех пор пока линия не будет отключена. В случае больших токов к.з. или длительного горения дуги это приводит к пережогу провода, т.е. к серьезной аварии на линии.

*) Информация подготовлена по материалам НПО “Стример”.

Обзор существующих систем грозозащиты

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

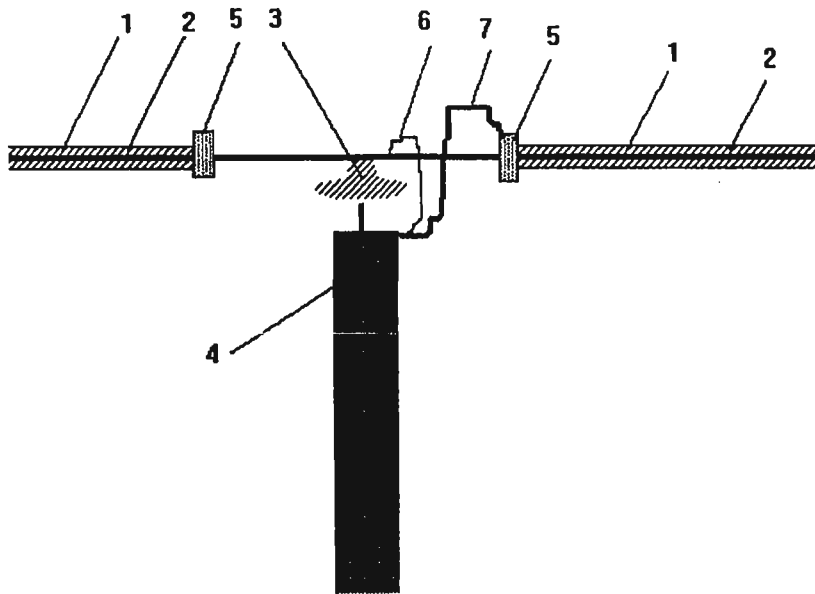


Рис. 1 Защита линии от дуговых повреждений при помощи массивных зажимов (Американская система, [5])

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

При перенапряжении происходит грозовое 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 для грозозащиты используется система, показанная на Рис. 2.

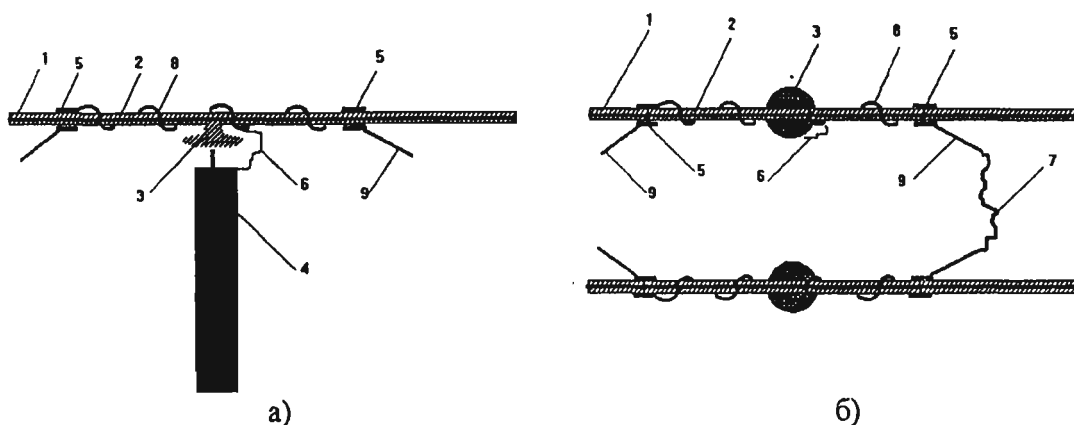


Рис. 2 Защита линии от дуговых повреждений при помощи "рогов"
(Финская система, [6])

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 широкое распространение для грозозащиты воздушных линий получили нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН) (Рис. 3).

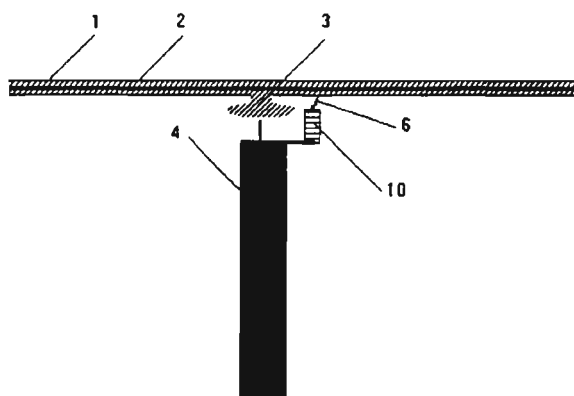


Рис. 3 Защита линии от грозовых перенапряжений при помощи ОПН (Японская система, [7, 8])
1 - провод, 2 - изоляция, 3- изолятор, 4 - опора, 6 - грозовое перекрытие, 10 - ОПН

ОПН подключается через искровой промежуток и рассчитан на ток грозового перенапряжения 2,5 кА. ОПН эффективно ограничивают индуктированные перенапряжения. Но в случае превышения тока грозового перенапряжения сверх расчётного уровня они повреждаются.

Для наиболее эффективного решения проблемы грозозащиты весьма желательно устанавливать ОПН параллельно каждому изолятору. При массовой установке главным недостатком ОПН становится их высокая стоимость.

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

Новый способ грозозащиты

НПО "Стример" разработан и запатентован в России, а также за рубежом новый способ грозозащиты, основанный на использовании Длинно-Искровых Разрядников (РДИ), простых по конструкции и вследствие этого - надёжных и дешёвых устройств

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. 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

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

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.

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

Новый предлагаемый способ грозозащиты позволяет реализовать этот принцип за счет использования специальных Длинно-Искровых Разрядников (РДИ)

Разрядный элемент РДИ, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину, в несколько раз превышающую длину защищаемого изолятора линии. Конструктивные особенности разрядника обеспечивают его более низкую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией. Главной особенностью длинно-искрового разрядника является то, что вследствие большой длины импульсного грозового перекрытия вероятность установления дуги короткого замыкания сводится к нулю.

Разрядник длинно-искровой на напряжение 10 кВ петлевого типа (РДИ10-П)

Принцип действия

На рис. 4 показан разрядник, установленный на опоре ВЛ10 кВ. Металлический стержень, покрытый слоем изоляции, согнут в виде петли 1 и укреплен при помощи зажима 2 к штырю изолятора 7.

В средней части петли 1 поверх изоляции установлена металлическая трубка 4. Разрядник устанавливается таким образом, чтобы между трубкой и проводом 5

обеспечивался воздушный промежуток S . Петля 1 имеет такой же потенциал, что и опора 8. Вследствие относительно большой емкости между металлической трубкой 4 и

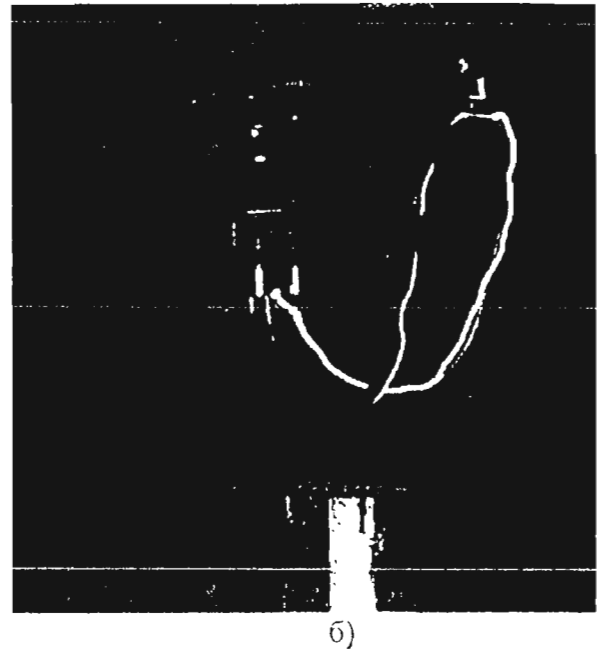
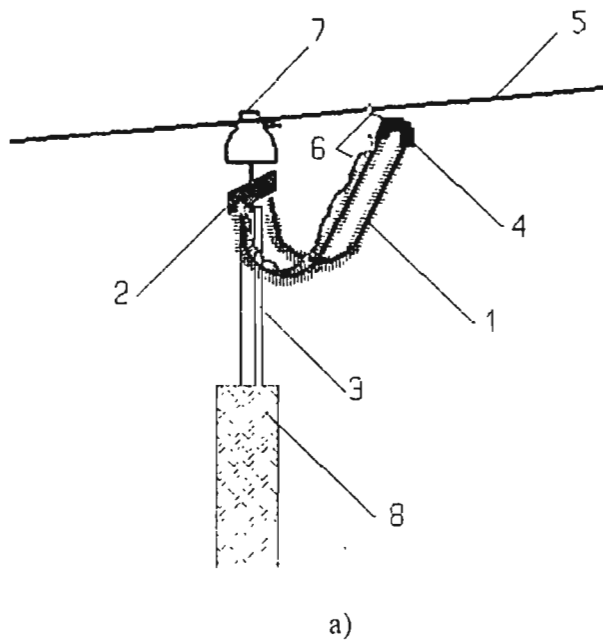


Рис. 4 РДИ в виде петли (РДИ10-П) на опоре
 а) конструктивный эскиз б) фотография испытаний макета ВЛ с изолированным проводом
 1 – металлическая петля, покрытая изоляцией; 2 – узел крепления;
 3 – металлический оголовок опоры; 4 – металлическая трубка; 5 – провод линии; 6 – канал разряда;
 7 – изолятор; 8 – столб опоры.

металлической жилой петли 1 всё перенапряжение, приложенное между проводом 5 и опорой 8, оказывается приложенным между проводом 5 и трубкой 4. При достаточно большой величине перенапряжения искровой промежуток S пробивается, и перенапряжение прикладывается между трубкой 4 и металлической жилой петли 1 к её изоляции. Под действием приложенного перенапряжения с трубки 4 вдоль поверхности изоляции петли 1 развивается скользящий разряд 6 по одному или по обоим плечам петли 1 до тех пор, пока он не замкнётся на узле крепления 2, гальванически связанном с опорой 8.

Благодаря большой длине перекрытия по поверхности петли 1, 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, $S=2$ см и $l=78$ см при воздействии грозового импульса 50% разрядное напряжение разрядника составляет $U_{50\%}=100$ кВ,

При общей длине грозового перекрытия $L=l+S=78+2=80$ см средняя напряжённость электрического поля на канале разряда от напряжения промышленной частоты составит $E=10/\sqrt{3}/0,8 \approx 7$ кВ/м. и при токах к.з. менее 300 А силовая дуга не образуется, и линия продолжает бесперебойную работу без отключения.

РДИ10-П служит для защиты линий 6-10 кВ как с неизолированными, так и с изолированными проводами. В последнем случае на изолированный провод устанавливается прокусывающий зажим, а искровой воздушный промежуток образуется между металлической трубкой 4 и прокусывающим зажимом.

РДИ10-П предназначены для защиты ВЛ 6-10 кВ от индуктированных грозовых перенапряжений, которые являются наиболее частыми на линиях такого класса. По многочисленным литературным данным индуктированные перенапряжения составляют от 70% (при прохождении трассы линии по открытому полю) до 100% (при прохождении трассы линии в лесу) от общего числа опасных для изоляции грозовых перенапряжений.

При однофазных замыканиях на землю ток не превышает 10А, и РДИ10-П с общей длиной перекрытия 80 см надёжно исключает установление силовой дуги.

Для ограничения тока двухфазного замыкания на землю целесообразно устанавливать по одному разряднику на опору с чередованием фаз, например, на первой опоре разрядник устанавливается на фазу А, на второй – на фазу В, на третьей – на фазу С и т. д. (см. рис.5)

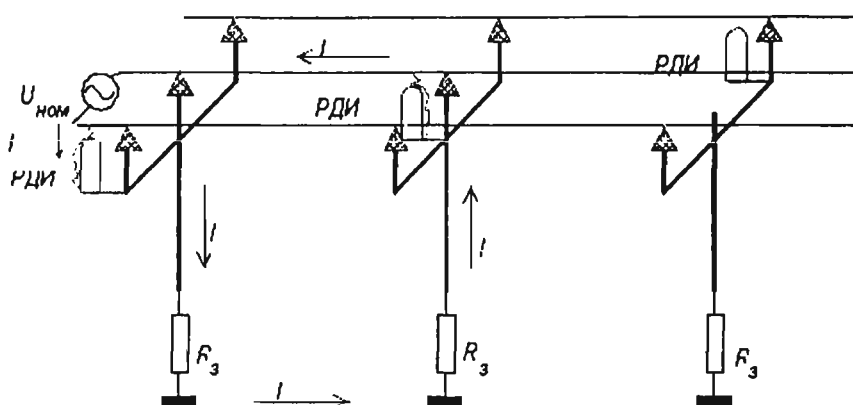


Рис. 5. Схема установки разрядников по линии

При индуктированном грозовом перенапряжении срабатывают разрядники, установленные на разных фазах на разных опорах.

В этом случае в контур протекания тока замыкания включаются два сопротивления заземления R_z (см. рис. 5), и ток ограничивается до необходимой величины.

При установке на ВЛ длинно-искровых разрядников в соответствии с рис. 5, трёхфазное дуговое замыкание переходит в уже рассмотренное двухфазное, которое успешно устраняется благодаря срабатыванию разрядников.

В НПО «Стример» изготовлена опытно-промышленная партия РДИ10-П в количестве 250 шт.

Петли разрядников согнуты из стального прутка диаметром 8 мм, на который надета изоляционная трубка специальной конструкции, изготовленная заводом «Севкабель». Конструкция изоляционной трубки показана на рис. 6.

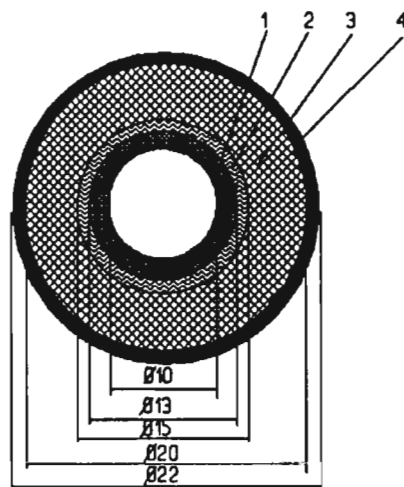


Рис. 6 Конструкция изоляционной трубки для РДИ10-П.

- 1 – металлорукав;
- 2 - слой из полупроводящего полиэтилена толщиной 1,0 мм;;
- 3 - изоляция из полиэтилена высокого давления толщиной 2,5 мм;
- 4 - слой из светостабилизированного полиэтилена толщиной 1 мм.

Основные технические характеристики РДИ10-П приведены в табл.1.

Таблица 1. Технические характеристики РДИ10-П.

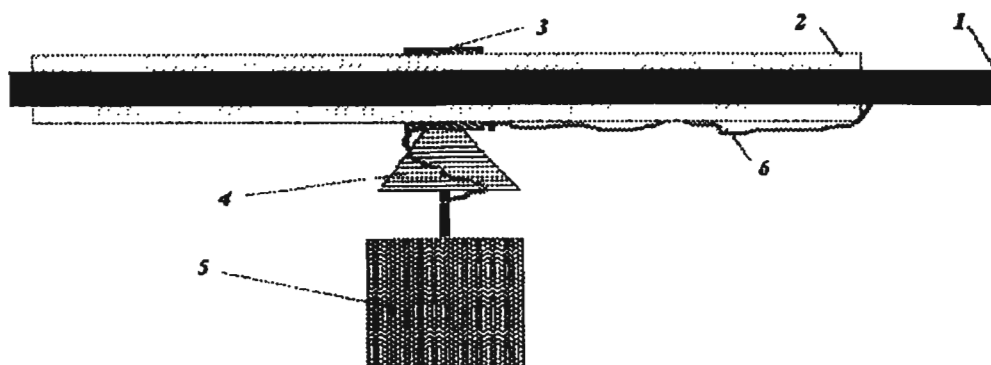
Класс напряжения, кВ	10
Длина перекрытия по поверхности, см	78
Внешний искровой промежуток, см	2
Импульсное пробивное напряжение, кВ	100
Напряжение координации с изолятором ШФ10-Г, кВ	400
Выдерживаемое напряжение коммутационного импульса, кВ	90
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты, кВ	
В сухом состоянии	60
Под дождём	50
Ток гашения дуги при номинальном напряжении, А	200
Выдерживаемый импульсный ток 8/20 мкс, кА	40

Примечание. Наибольшее напряжение при стандартной форме импульса 1,2/50 мкс, при котором обеспечивается защита разрядником изолятора, называется «напряжением координации».

Разрядник длинно-искровой, изоляционная трубка (РДИ10-ИТ)

Принцип действия

Принцип действия разрядника в виде изоляционной трубки, установленной на провод в зоне крепления провода к изолятору, поясняется рис.



а)



б)

Рис. 7 РДИ в виде изоляционной трубки на проводе
а) конструктивный эскиз б) фотография испытаний
1 - провод, 2 - изоляционная трубка,
3 - металлическая трубка, 4 - изолятор,
5 - опора, 6 - канал грозового перекрытия

При перенапряжении сначала перекрывается изолятор 4, а затем происходит скользящий разряд 6 по поверхности изоляционной трубки 2. По каналу 6 ток грозового перенапряжения стекает на землю. За счёт весьма большой длины разряда грозовое перекрытие не переходит в

силовую дугу промышленной частоты, и линия продолжает бесперебойную работу без отключения.

Изоляционная трубка должна быть выполнена из материала, стойкого к атмосферным воздействиям (например из светостабилизированного полиэтилена) и должна иметь необходимую импульсную прочность.

При массовой установке любых аппаратов параллельно изоляторам линии, например трубчатых разрядников, ОПН или любых других устройств, неизбежно снижается надёжность работы линии в рабочем режиме вследствие возможных отказов устанавливаемых устройств.

Установка разрядников в виде изоляционных трубок на провода ВЛ не только не снижает, а наоборот, за счёт усиления основной изоляции увеличивает надёжность работы линии в рабочем режиме и при всех остальных электрических воздействиях.

При соответствующей толщине стенки изоляционной трубки она способна длительно выдерживать все рабочее напряжение и все коммутационные и квазистационарные перенапряжения. По существу, обеспечивается двойное резервирование основной изоляции линии, и таким образом устраняются все электрические причины, указанные в разделе 1, вызывающие отключение ВЛ 6-10 кВ.

Конструкция изоляционной трубки

РДИ10-ИТ предназначен для защиты ВЛ 6-10 кВ как от индуктированных перенапряжений, так и от перенапряжений, возникающих вследствие прямого удара молнии в провода ВЛ

При прямом ударе молнии в провод линии весьма вероятны двух- и трёхфазные перекрытия изоляторов и соответствующих РДИ10-ИТ на одной опоре (рис. 8).

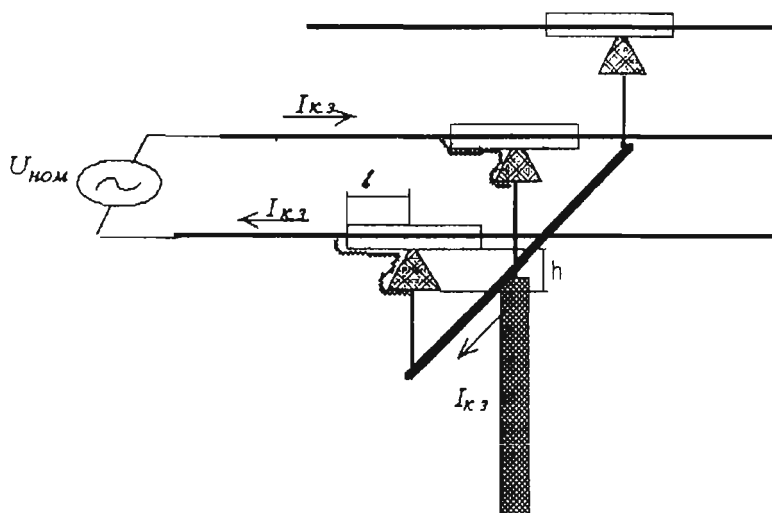


Рис. 8. Двухфазное перекрытие на проводящей опоре при установленных на проводах изоляционных трубках.

Необходимая общая длина перекрытия L , может быть определена исходя из номинального напряжения линии, $U_{ном}$ и критического градиента $E_{кр}$

$$L = U_{ном} / E_{кр} \quad (2)$$

При междуфазных замыканиях токи к. з. могут достигать 1-10 кА. При этом критический градиент изменяется от 5 кВ/м до 4 кВ/м. Принимая с запасом $E_{кр} = 4$ кВ/м

получим необходимую суммарную длину перекрытия, обеспечивающую надёжную работу РДИ10-ИТ, $L = U_{\text{ном}} / E_{\text{гр}} = 10 \text{ кВ} / 4 \text{ кВ/м} = 2,5 \text{ м}$.

Для проводящей опоры, например состоящей из железобетонной стойки и металлической траверсы, общий путь перекрытия L (см. рис. 8) складывается из перекрытия по одному из плеч изоляционной трубки l , перекрытию по изолятору h одной фазы, далее из перекрытия по изолятору h и плечу изоляционной трубки l второй фазы

$$L = l + h + h + l = 2(l + h), \quad (3)$$

откуда

$$l = L/2 - h \quad (4)$$

При $h \approx 0,2 \text{ м}$ необходимая длина перекрытия по плечу трубки составит $l = L/2 - h = 2,5/2 - 0,2 = 1,05 \text{ м}$. Суммарная длина изоляционной трубки составляет:

$$L_{\text{тр}} = 2l + d = 2 \times 1,05 + 0,2 = 2,3 \text{ м}$$

где $d = 0,2 \text{ м}$ - длина металлической трубки под проволочную обвязку на поверхности изоляционной трубки. При изоляционной обвязке длина трубки может быть естественно сокращена на d и составит $L_{\text{тр}} = 2l + d = 2 \times 1,05 = 2,1 \text{ м}$.

Для сокращения длины изоляционной трубки весьма целесообразно применение изолирующих траверс, например, деревянных и т. п. На рис. 9 показана схема работы РДИ10-ИТ, установленных на опоре с изоляционной траверсой

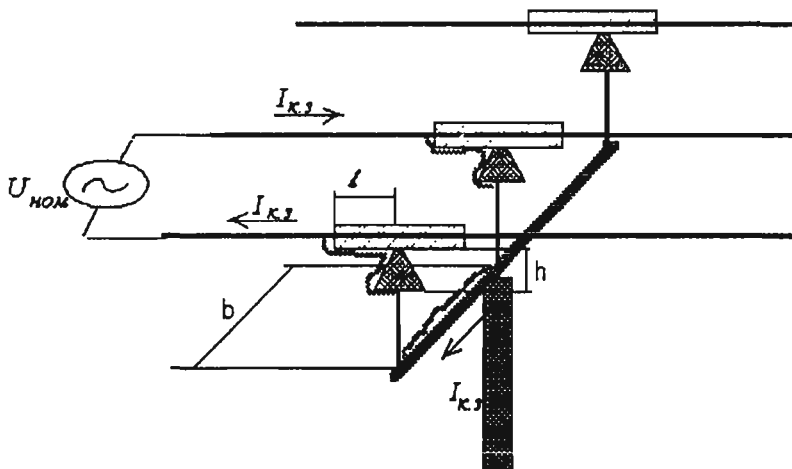


Рис. 9 Двухфазное перекрытие на опоре с изоляционной траверсой при установленных на проводах изоляционных трубках.

В этом случае общий путь перекрытия L (см. рис. 9) складывается из перекрытия по одному из плеч изоляционной трубки l , по изолятору h одной фазы, по изоляционной траверсе b , далее из перекрытия по изолятору h и плечу изоляционной трубки l второй фазы $L = l + h + b + h + l = 2(l + h) + b$, откуда

$$l = (L - b)/2 - h. \quad (5)$$

Например, при $h \approx 0,2$ м и $b = 1$ м необходимая длина перекрытия по плечу трубки составит $l = (L - b) / 2 - h = (2,5 - 1) / 2 - 0,2 \approx 0,5$ м. Соответственно суммарная длина изоляционной трубки при металлической обвязке составит $L_{тр} = 2l + d \approx 2 \times 0,5 + 0,2 \approx 1,2$ м, а при изоляционной обвязке – $L_{тр} = 2l \approx 2 \times 0,5 \approx 1$ м.

РДИ10-ИТ предназначен для защиты ВЛ, как от индуктированных перенапряжений, так и от прямых ударов молнии. Поэтому изоляция трубки должна обладать необходимой высокой импульсной прочностью при воздействии перенапряжений вследствие прямого удара молнии в провод.

В качестве примера, на рис. 10 показано поперечное сечение изоляционной трубки для провода марки А70 ВЛ 10 кВ.

Внутренний диаметр трубки составляет 13 мм. Он на 2 мм больше диаметра провода 1, который равен 11 мм. Таким образом, между внутренней поверхностью трубки и проводом обеспечен воздушный зазор 2 величиной 1 мм, что даёт возможность свободно перемещать трубку вдоль провода в процессе монтажа трубок на ВЛ.

Внутренний слой трубки 3 выполнен из полупроводящего полиэтилена. Его толщина составляет 1,5 мм, что обеспечивает устранение влияния неровностей на поверхности провода на электрическую прочность основной изоляции трубки 4. Толщина основной изоляции 4 составляет 10 мм. Для изолированных проводов толщина основной изоляции 4 (рис. 10) может быть уменьшена до 8-9 мм.

Как показали экспериментальные исследования, при толщине трубки 10 мм с запасом обеспечивается необходимая электрическая прочность при всех видах электрических воздействий, в том числе при прямом ударе молнии в провод.

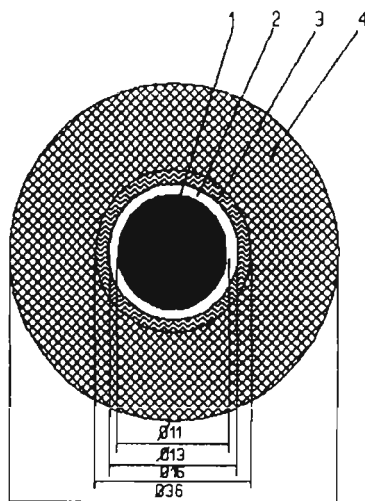


Рис. 10 Поперечное сечение изоляционной трубки, установленной на провод ВЛ
 1 – провод А70; 2 – воздушный зазор; 3 – полупроводящий полиэтилен;
 4 – светостабилизированный трекинготойкий полиэтилен.

Так при толщине трубки 9 мм не наблюдалось пробоев трубки, а обеспечивался скользящий разряд по её поверхности при величине приложенного импульсного напряжения 6,2 МВ.

Длинно-искровые разрядники модульного типа

На рис. 11 показана принципиальная схема разрядника модульного типа, состоящего из трёх разрядных модулей 1, 2, 3.

Свободный зажим 4 первого модуля 1 служит для подключения разрядника к элементу линии электропередачи, находящемуся под высоким потенциалом, и носит название «потенциального». Свободный зажим третьего модуля 5 служит для подключения разрядника к заземлённому элементу линии электропередачи и носит название «нулевого».

Резистор 7 подключён между «нулевым» зажимом 5 и узлом соединения первого 1 и второго 2 разрядных модулей. Таким образом указанный узел приобретает нулевой потенциал (на рис. 11 он показан цифрой 0).

Резистор 6 подключён между «потенциальным» зажимом 4 и узлом соединения второго 2 и третьего 3 разрядных модулей. Следовательно, указанный узел приобретает потенциал «потенциального» зажима 4 (на рис. 1 он показан буквой U).

Как видно из рис. 1, каждый из разрядных модулей 1, 2, 3 оказывается под разностью потенциалов U .

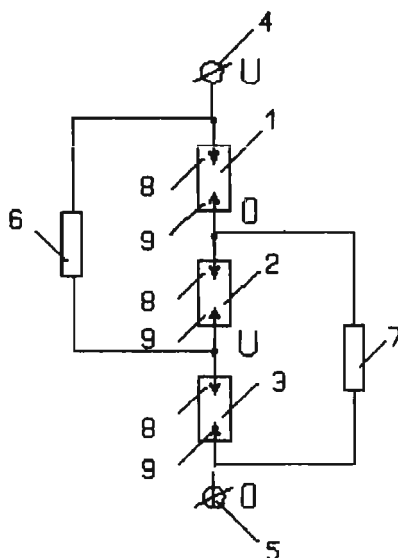


Рис. 11 Принципиальная схема разрядника модульного типа.

В каждом разрядном модуле имеются первый 8 и второй 9 основные электроды, между которыми при возникновении перенапряжения достаточной величины образуется искровой канал.

Возникшее на воздушной линии перенапряжение U прикладывается к зажимам 4 и 5 разрядника, а также к основным электродам 8 и 9 разрядных модулей. Под действием этого перенапряжения между ними развивается разряд, который замыкает искровые промежутки всех разрядных модулей и создаёт путь с весьма малым сопротивлением (порядка единиц Ом) для прохождения тока грозового перенапряжения с высоковольтного электрода (например провода ЛЭП) на землю.

Падение напряжения на общем канале перекрытия гирлянды разрядных модулей весьма мало, и таким образом, происходит ограничение воздействующего грозового перенапряжения на защищаемом элементе электропередачи.

За счёт дугогасящих свойств искровых промежутков между основными электродами 8 и 9 разрядных модулей после прохождения импульса тока грозового перенапряжения происходит гашение дуги сопровождающего тока, и защищаемый разрядником элемент электропередачи продолжает нормальную работу без отключения.

КОНСТРУКЦИЯ РДИ10-М

Возможны различные конструктивные варианты исполнения разрядных модулей. Наиболее перспективными представляются разрядные модули, основанные на эффекте скользящего разряда, который позволяет при относительно низком приложенном напряжении

обеспечить весьма длинный путь перекрытия по поверхности модуля и, соответственно, разрядника в целом.

На рис. 12 показана схема импульсного грозового разрядника из трёх разрядных модулей 1, 2, 3 с полупроводящими дополнительными электродами 6, 7, выполняющими одновременно функции сопротивлений для задания соответствующего потенциала.

Первый разрядный модуль 1 состоит из трубчатого изоляционного тела 10, первого основного электрода 8, смонтированного на конце указанного трубчатого тела 10 и соединённого с «потенциальным» зажимом 4, второго основного электрода 9, смонтированного на поверхности средней части трубчатого тела 10 и дополнительного электрода из полупроводящего

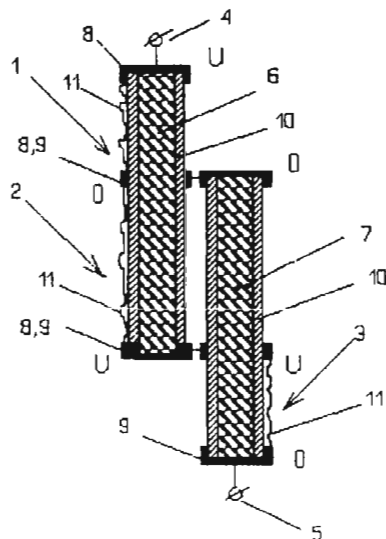


Рис 2 Схема РДИ10-М из трех разрядных модулей с полупроводящими дополнительными электродами (подложками)

материала 6, смонтированного внутри трубчатого тела 10 и соединенного с первым основным электродом 8

Второй основной электрод 9 первого разрядного модуля 1 является одновременно первым основным электродом 8 второго разрядного модуля 2. Второй основной электрод 9 второго разрядного модуля 2 установлен на конце трубчатого тела 10 второго разрядного модуля 2 и соединен с дополнительным электродом 6, и который изготовлен из полупроводящего материала и выполняет одновременно роль сопротивления (см Рис. 1), связывающего «потенциальный» зажим 4 и второй основной электрод 9 второго разрядного модуля 2, который, в свою очередь, соединён с первым основным электродом 8 третьего разрядного модуля 3. Таким образом потенциал U , под которым находится «потенциальный» зажим 4 подается также на первый основной электрод 8 третьего разрядного модуля 3.

Конструкция третьего разрядного модуля 3 аналогична конструкции первого разрядного модуля 1.

При этом дополнительный электрод 7, выполненный из полупроводящего материала, помимо обеспечения условий для развития скользящего разряда, служит также для задания нулевого потенциала 0 на втором основном электроде 9 первого разрядного модуля 1.

Таким образом, для всех трёх разрядных модулей 1, 2, 3 созданы условия для одновременного развития скользящих разрядов 11, которые при перекрытии соответствующих модулей создают единый длинный канал перекрытия

Было изготовлено и испытано большое количество образцов РДИ10-М, выполненных из различных материалов с различными конструктивными параметрами. Наиболее перспективными представляются разрядники, выполненные из полиэтилена. На рис. 3 приведены эскизы длинно-искрового разрядника для защиты ВЛ 10 кВ и его фотография при испытаниях. Для уменьшения влияния дополнительных электродов из полупроводящего материала 6 и 7 на разрядные напряжения при рабочем напряжении в разряднике выполнены четыре

внутренних искровых промежутка длиной по 1 см (см рис.13 а). При рабочем напряжении промышленной частоты они изолируют дополнительные полупроводящие электроды 6,7 от основных электродов 8,9.

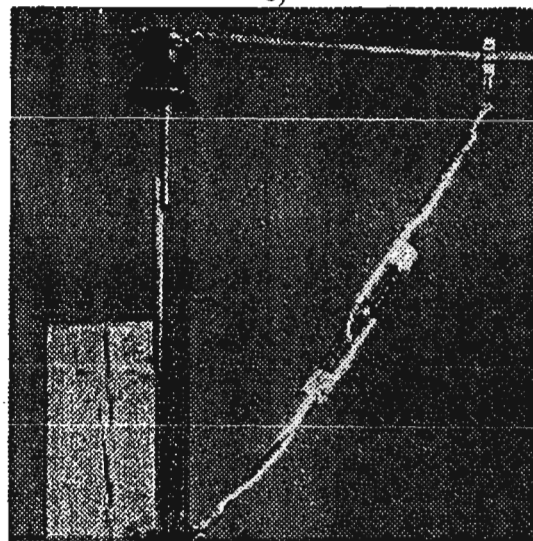
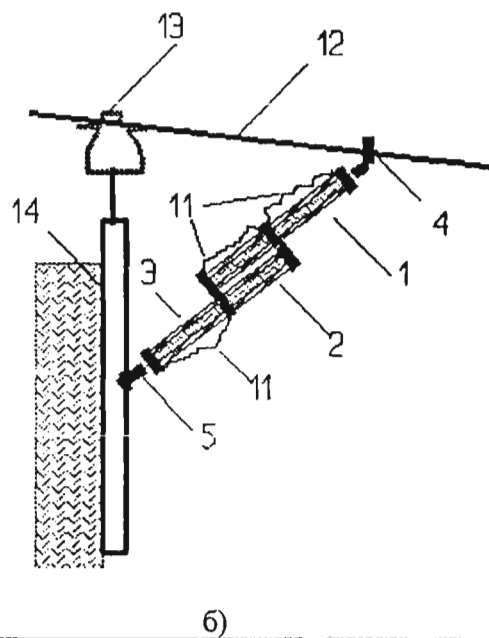
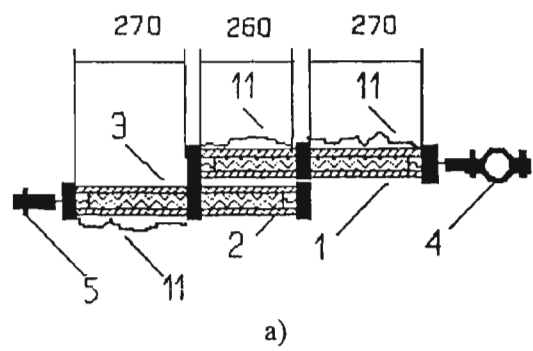


Рис.13 РДИ10-М для защиты ВЛ 10 кВ

а) эскиз РДИ10-М; б) схема установки разрядника на опоре

в) фотография разрядника при испытании.
12-провод, 13-изолятор ВЛ, 14-опора.

При воздействии импульса грозового перенапряжения на провод ВЛ сначала перекрываются внутренние искровые промежутки, после чего происходит перекрытие модулей 1 и 3, а затем и модуля 2. В результате образуется весьма длинный канал перекрытия вдоль поверхности РДИ.

Для РДИ10-М, показанном на рис. 13, общая длина перекрытия составляет $L=27+26+27=80$ см. Благодаря большой длине пути импульсного перекрытия оно не переходит в силовую дугу, а гаснет при прохождении тока промышленной частоты через ноль, и ВЛ продолжает работу без перерыва в электроснабжении потребителя.

РАЗРЯДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Были исследованы вольт-секундные характеристики (ВСХ) РДИ10-П с длиной перекрытия 0,8 м, РДИ10-М с общими длинами перекрытия 0,8 и 2,0 м, а также вольт-секундные характеристики наиболее распространённых изоляторов ШФ10-Г и ШФ20-Г.

ВСХ исследованных разрядников и изоляторов хорошо аппроксимируются степенными функциями вида

$$U=at^b, \quad (5)$$

где U -разрядное напряжение, в кВ; t - предразрядное время, в мкс; a и b эмпирические коэффициенты. Значения коэффициентов a и b приведены в табл. 2.

Таблица 2. Коэффициенты a и b функций вида $U=at^b$, аппроксимирующих экспериментальные вольт-секундные характеристики изоляторов и разрядников ($0,2\text{мкс} \leq t \leq 2\text{мкс}$).

№	Объект	Полярность импульса	a	b
1	Изолятор ШФ10-Г	+	190	-0,352
2	Изолятор ШФ10-Г	-	185	-0,285
3	Изолятор ШФ20-Г	+	243	-0,407
4	Изолятор ШФ20-Г	-	280	-0,28
5	РДИ10-П	+	159	-0,5
6	РДИ10-П	-	107	-1,64
7	РДИ10-М, $l=0,8$ м	+, -	109	-0,784
8	РДИ10-М, $l=2,0$ м	+, -	173	-1,05

На рис. 14 сопоставлены вольт-секундные характеристики петлевого и модульного разрядников.

Из рис. 14 видно, что при той же общей длине разряда, что и у петлевого разрядника, $l=80$ см, вольт-секундная характеристика РДИ10-М лежит значительно ниже, т.е. эффективность защиты разрядника модульного типа выше, чем петлевого разрядника.

Следует отметить также, что условия работы твёрдой изоляции в отношении её пробоя в РДИ модульного типа легче, чем в петлевом разряднике. В длинно-искровых разрядниках со скользящим разрядом при воздействии на них грозового импульса напряжение приложено к твёрдой изоляции до тех пор, пока разрядный модуль не будет шунтирован проводящим каналом перекрытия. В случае РДИ петлевого типа имеется всего один разрядный модуль длиной, например, 80 см. Таким образом, пока канал скользящего разряда не пройдёт по

поверхности разрядника 80 см и электрически не зашунтирует твёрдую изоляцию разрядника, на неё воздействует всё напряжение, приложенное к зажимам разрядника.

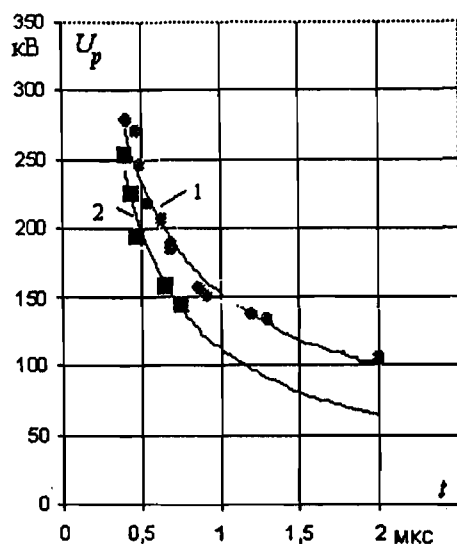


Рис.14 Вольт-секундные характеристики длинно-искровых разрядников с $l=80$ см при положительной полярности воздействующего импульса
1-РДИ10-П; 2-РДИ10-М.

РДИ модульного типа состоит из нескольких, например, трёх модулей (см. рис.13). В данном конкретном случае каждый модуль имеет длину, примерно 26-27 см, т. е. в три раза меньше, чем у РДИ петлевого типа. Соответственно, и время воздействия, и величина напряжения, воздействующего на твёрдую изоляцию разрядника, оказываются существенно меньше. Поэтому устойчивость к пробое твёрдой изоляции у РДИ модульного типа выше, чем у РДИ петлевого типа.

На рис.15 сопоставлены вольт-секундные характеристики РДИ10-М и изолятора ШФ10-Г. Вольт-секундная характеристика (ВСХ) РДИ 10-М лежит ниже, чем ВСХ изолятора во всём обследованном диапазоне предразрядных времён 0,3-2мкс. Однако при весьма крутом нарастании напряжения возможно произойдёт перекрытие изолятора прежде, чем сработает разрядник. Наибольшее напряжение при стандартной форме импульса 1,2/50 мкс, при котором обеспечивается защита разрядником изолятора, в дальнейшем называется «напряжением координации». Напряжение координации РДИ10-М с изолятором ШФ10-Г кВ составляет более 500 кВ, как при положительной, так и при отрицательной полярности импульса. При загрязнении и увлажнении поверхности разрядника напряжение координации несколько снижается, однако остаётся достаточно высоким. Так при удельной поверхностной проводимости 15 мкСим напряжение координации составило $U_{\text{коорд}}^+ = 480$ кВ $U_{\text{коорд}}^- = 360$ кВ при положительной и отрицательной полярности импульсов соответственно.

РДИ10-М с длиной перекрытия 1,0 м был испытан также на координацию с изолятором ШФ20-Г. Испытания проводились при подаче напряжения от генератора импульсных напряжений через шаровой разрядник, что дало возможность получить крутизну фронта испытательного импульса примерно 2000кВ/мкс. Испытания показали, что РДИ10-М с длиной перекрытия 1 м успешно защищает изолятор ШФ20-Г от перекрытий при воздействии указанного крутого импульса напряжения, который может появиться при прямом ударе молнии в провод.

Разрядник РДИ10-М (с длиной перекрытия 0,8 м) был испытан также напряжением промышленной частоты 50 Гц и импульсами коммутационных перенапряжений.

При плавном подъёме напряжения промышленной частоты на чистом и сухом разряднике при напряжении 32 кВ появляются скользящие разряды по его поверхности, и при

напряжении 47 кВ перекрывается один из модулей разрядника. Под дождем перекрытие одного из модулей происходит при напряжении 30 кВ.

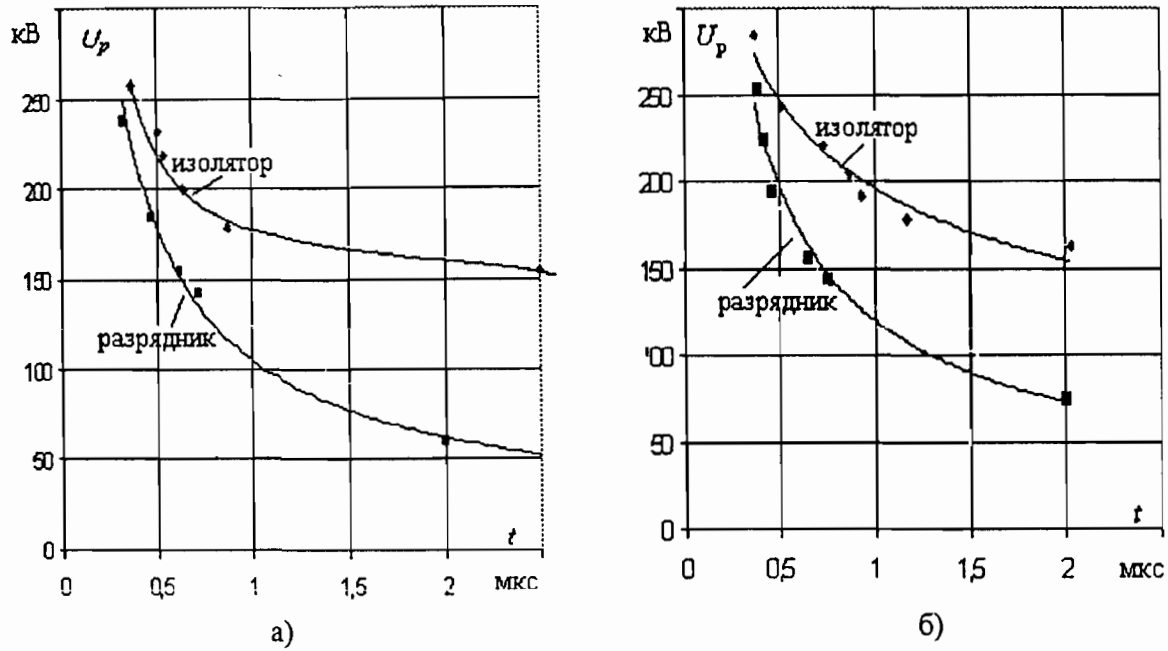


Рис.15 Вольт-секундные характеристики изолятора ШФ10-Г и длинно-искрового разрядника РДИ10-М
 а) положительная полярность;
 б) отрицательная полярность.

В случае загрязнённой поверхности разрядника с удельной поверхностной проводимостью 15 мкСим один из модулей разрядника перекрывается при 18 кВ.

Из приведённых данных видно, что как в чистом, так и в загрязнённом состоянии нет угрозы перекрытия РДИ10-М при рабочем напряжении.

При воздействии коммутационных импульсов 3000/6000 мкс скользящие разряды по поверхности разрядника начинаются при амплитуде импульса 35 кВ, а перекрытие одного из модулей происходит при амплитуде импульса 70 кВ. Амплитуды коммутационных перенапряжения на ВЛ 10 кВ значительно ниже 70 кВ. Следовательно РДИ10-М не будет перекрываться при коммутационных перенапряжениях на линии.

Основные технические характеристики разрядника РДИ10-М приведены в табл. 3.

Таблица 3. Основные технические характеристики РДИ10-М.

Импульсное разрядное напряжение, не более	80 кВ
Длина перекрытия по поверхности	80 см
Выдерживаемое напряжение коммутационного импульса	70 кВ
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты	
- в сухом состоянии	50 кВ
- под дождем	30 кВ
Выдерживаемый импульсный ток, не менее	40 кА

ЗАЩИТА ВЛ ОТ ИНДУКТИРОВАННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Опасные для изоляции ВЛ перенапряжения могут возникнуть на линии либо вследствие прямых ударов молнии в линию, либо вследствие ударов молнии вблизи трассы ВЛ, что вызывает возникновение индуктированных перенапряжений.

В зависимости от рельефа местности, по которой проходит ВЛ, и от степени её экранированности соседними объектами, например высокими деревьями, ЛЭП более высоких классов напряжения, число индуктированных перенапряжений, представляющих опасность для изоляции ВЛ, по сравнению с общим числом грозовых перенапряжений может изменяться в диапазоне от 50% (в случае прохождения трассы ВЛ по открытому полю) до 100% (например, при прохождении ВЛ в высоком лесу). Максимальное значение индуктированных перенапряжений, как правило, не превышает 300 кВ.

Защита ВЛ от индуктированных перенапряжений может быть обеспечена путём установки по одному длинно-искровому разряднику на каждую опору линии. Рассмотрим вариант грозозащиты при установке разрядников на каждую опору одной фазы ВЛ (см. рис.16).

Индуктированные перенапряжения на проводах всех трёх фаз примерно одинаковы и воздействуют сразу на обширный участок ВЛ, включающий в себя несколько опор. В момент времени t_p происходит срабатывание разрядников на опорах. Для конкретности рассмотрим происходящие процессы на опоре №1 (на опорах №2 и 3 ситуация аналогична). Под действием индуктированного перенапряжения $U_{инд}$ с обеих сторон по проводу фазы А протекают токи i , которые далее суммируясь протекают по каналу искрового перекрытия разрядника и через сопротивление заземления опоры (см. рис.17).

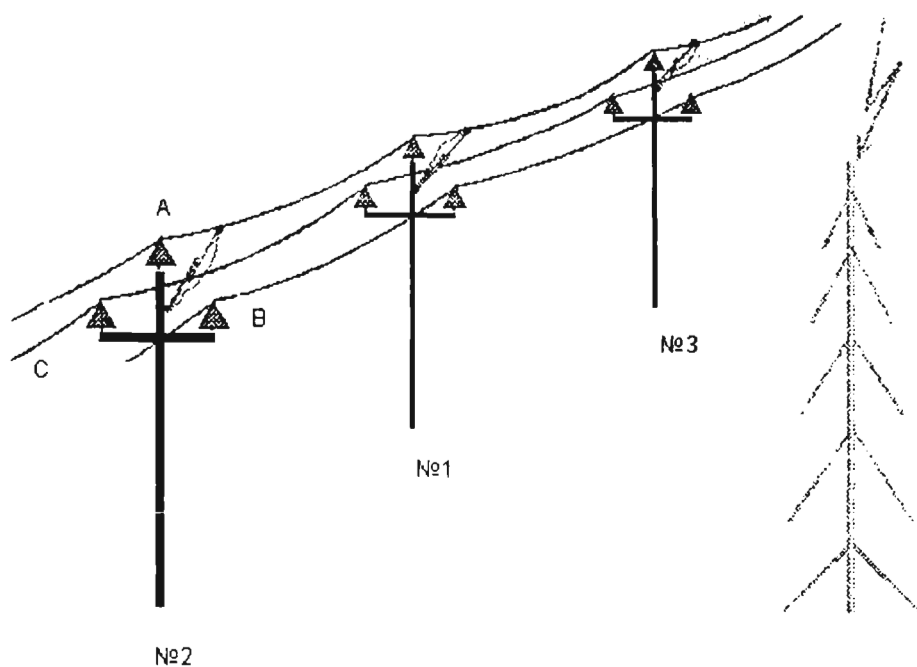


Рис.16 Схема установки РДИ10-М на линии при защите от индуктированных перенапряжений.

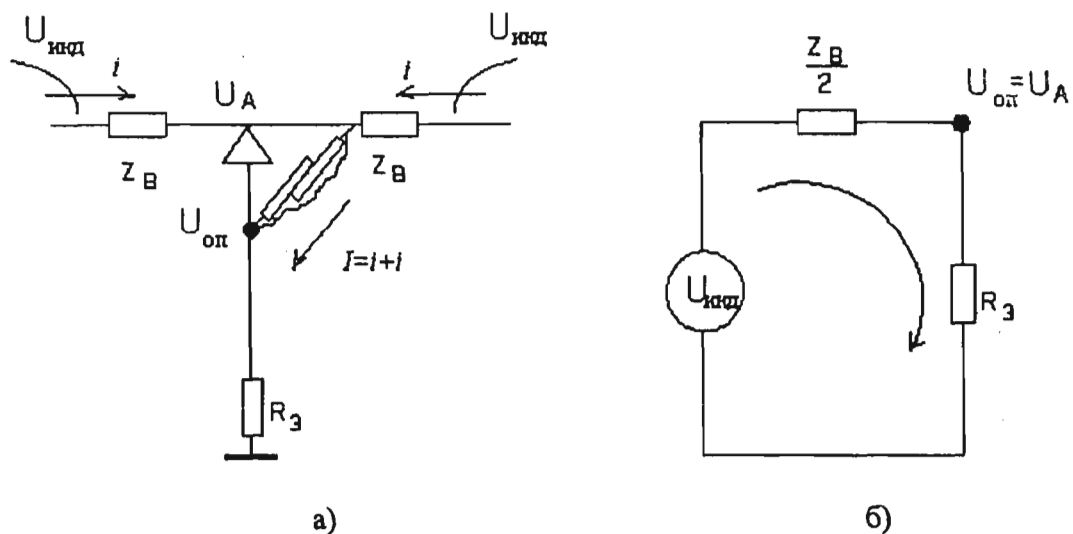


Рис.17 Эквивалентные схемы
 а) двусторонняя; б) «свёрнутая».

На рис.18 приведены результаты расчёта напряжения на изоляторе незащищённой фазы (фазы В) в зависимости от расстояния между проводами при $U_{инд} = 300$ кВ, высоте нижнего провода над землёй 8 м и радиусе провода 0,5 см для разных значений сопротивления заземления опоры.

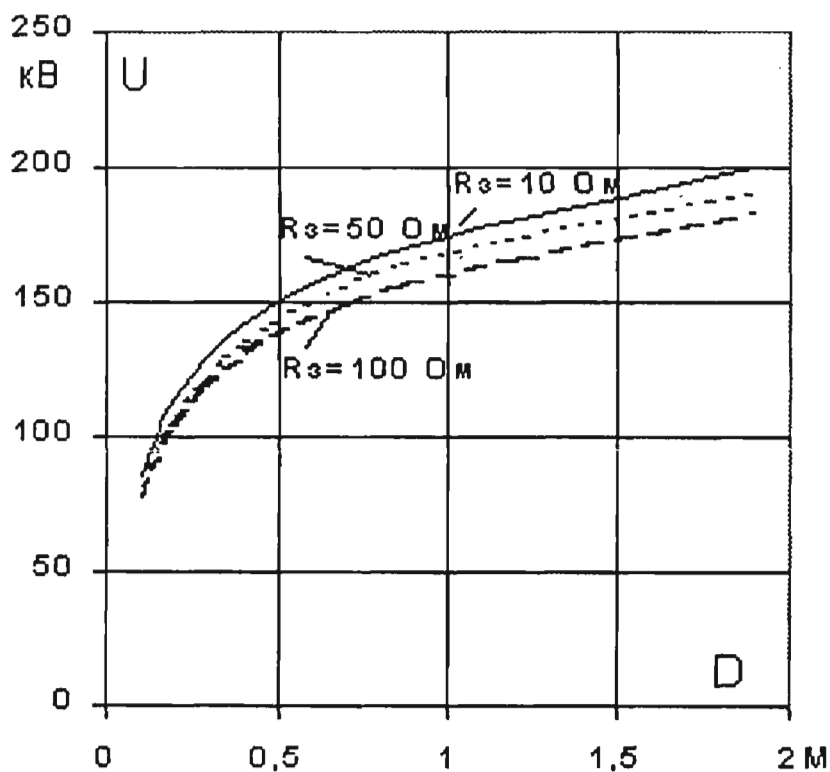


Рис.18 Зависимости напряжения на изоляторе незащищённой разрядником фазы (фазы В) от расстояния между проводами при $U_{инд} = 300$ кВ для разных значений сопротивления заземления опоры.

Как видно из рис. 18, напряжение на изоляторе незащищённой разрядником фазы существенно снижается при уменьшении расстояния между фазами и относительно слабо уменьшается при увеличении сопротивления заземления опоры. Если, например, разрядное напряжение изолятора превышает 150 кВ, то при расстоянии между фазами $D \leq 0,5$ м и срабатывании разрядника, установленного на верхней фазе, изолятор нижней фазы не будет перекрываться при индуцированных перенапряжениях.

При срабатывании разрядника (или нескольких разрядников) вслед за током грозового перенапряжения по каналу разряда протекает сопровождающий ток. В случае установки всех разрядников вдоль линии на одну фазу сопровождающий ток является током однофазного замыкания на землю линии с изолированной нейтралью. Это емкостной ток, в большинстве реальных случаев не превышающий 10-20 А. Критический средний градиент рабочего напряжения, при котором исключается установление силовой дуги $E_{кр} = U_{раб} / l$ (где $U_{раб}$ - действующее значение рабочего фазного напряжения; l - длина грозового перекрытия) сильно зависит от величины сопровождающего тока. При токе 20 А он составляет, примерно, $E_{кр} = 17$ кВ/м. Таким образом, длина грозового перекрытия, при которой исключается установление силовой дуги, $l = U_{раб} / E_{кр} = (10 \times 1,2) / \sqrt{3} / 17 = 0,4$ м.

Следовательно применяя стандартные РДИ с длиной перекрытия $l = 0,8$ м, при установке их на одноименную фазу, можно с большим запасом исключить установление дуги промышленной частоты и обеспечить надёжную защиту линии от индуцированных перенапряжений

4. ЗАЩИТА ОТ ПРЯМЫХ УДАРОВ МОЛНИИ.

При прямом ударе молнии в линию, не защищённую разрядниками, физическая картина процессов, приводящих к отключению линии, в общем, известна и выглядит следующим образом. Пусть провода ВЛ расположены по треугольнику. Тогда наиболее вероятно попадание молнии в верхнюю фазу. При ударе молнии в провод ток молнии протекает по волновым сопротивлениям z_B линии в обе стороны от места удара. На эквивалентном сопротивлении линии, равном половине волнового сопротивления линии $z_{\gamma} = z_B / 2$ создаётся весьма большое падение напряжения, которое приложено к ближайшему изолятору фазы. Под действием этого напряжения изолятор перекрывается и по каналу перекрытия, по телу опоры и далее через сопротивление заземления опоры протекает значительный импульсный ток. На индуктивности и на сопротивлении заземления опоры образуется большое падение напряжения, т. е. потенциал верхнего конца опоры (траверсы) резко возрастает. Потенциал провода соседней с поражённой фазой также возрастает за счёт электромагнитной связи фаз, (что может быть оценено по коэффициенту связи между проводами), однако менее значительно, чем потенциал траверсы. Таким образом, к изолятору соседней с поражённой фазы оказывается приложенным напряжение, равное разности потенциалов между траверсой и проводом. Под действием этого напряжения изолятор перекрывается, и образуется междуфазное грозовое перекрытие, которое под действием линейного напряжения промышленной частоты с большой вероятностью переходит в силовую дугу. Установление силовой дуги междуфазного перекрытия сопровождается большими токами короткого замыкания, представляющими опасность для оборудования электропередачи и проводов ВЛ, и поэтому линия должна быть незамедлительно отключена выключателями.

Из приведённого описания видно, что при прямом ударе молнии перекрываются все изоляторы, расположенные на поражённой опоре. Поэтому для защиты от прямого удара молнии длинно-искровые разрядники целесообразно устанавливать на опоре параллельно каждому изолятору линии (см. рис. 19 а). Для того, чтобы прямые удары молнии приходились только в верхнюю (среднюю) фазу, целесообразно располагать провода по треугольнику. При этом вероятность прорыва молнии на крайние фазы может быть оценена по формуле:

$$P_{пр} = \exp\left(\alpha \frac{\sqrt{h_0}}{40} - 9\right), \quad (10)$$

где α - угол защиты верхней фазы относительно нижних фаз, в град.;

h_0 - высота опоры, в м.

Например при $h_0 = 10$ м и $\alpha = 30^\circ$ вероятность прорыва молнии на крайние фазы составляет $P_{пр} = 0,001$. Как видно из приведённого примера, вероятность прорыва молнии на крайние фазы весьма мала.

Разрядник, установленный на верхнюю фазу (см. рис. 19а), должен перекрываться раньше, чем защищаемый им изолятор верхней фазы при воздействии весьма крутых импульсов перенапряжений, возникающих при прямом ударе молнии в провод. Поэтому его длина должна быть относительно небольшой. Как будет показано далее, при использовании изоляторов ШФ 20-Г длина РДИ, установленного на верхней фазе, может быть порядка одного метра.

После перекрытия РДИ, установленного на верхней фазе, ток молнии отводится не только по проводу поражённой фазы, а и по телу опоры через сопротивление заземления на землю. Поэтому напряжение на траверсе опоры возрастает значительно медленнее, чем напряжение на проводе поражённой фазы до срабатывания разрядника, установленного на верхней фазе. Кроме того потенциал соседей фазы также увеличивается за счёт электромагнитной связи между проводами. Поэтому напряжение, приложенное к изолятору крайней фазы, нарастает значительно медленнее, чем напряжение, приложенное к изолятору верхней фазы и, соответственно, условия координации срабатывания разрядника, установленного на крайней фазе, значительно более лёгкие, чем для разрядника, установленного на верхней фазе. После срабатывания разрядника, установленного на крайней фазе (или обоих разрядников установленных на крайних фазах), образуется двух- (или трёх-) фазное грозовое перекрытие. Для исключения перехода импульсного перекрытия в силовую дугу общая длина перекрытия L должна быть достаточно большой. Она может быть определена по формуле:

$$L = U_n / E_{кр}, \quad (8)$$

где U_n - наибольшее рабочее линейное напряжение; $E_{кр}$ - критический градиент напряжения промышленной частоты, при котором исключается установление силовой дуги вследствие грозового перекрытия.

Критический градиент зависит от величины сопровождающего тока. При изменении тока от десятков ампер до сотен ампер критический градиент резко снижается, а при дальнейшем увеличении тока уменьшается медленно. При токах свыше 2 кА он практически не меняется и составляет 4 кВ/м. При междуфазных замыканиях на одной опоре сопровождающий ток может достигать величины в несколько килоампер, поэтому следует ориентироваться на величину критического градиента 4 кВ/см. На ВЛ 10 кВ наибольшее рабочее линейное напряжение равно $U_n = 12$ кВ и, соответственно, необходимая суммарная длина перекрытия составляет $L = 12/4 = 3$ м. Поскольку длина перекрытия по РДИ, установленного на верхнюю фазу, составляет 1 м, длина РДИ, защищающего изолятор нижней фазы, должна быть 2 м.

Расчёт эффективности защиты ВЛ от прямых ударов молнии.

Расчёт выполнен по эквивалентным схемам, приведённым на рис.19.

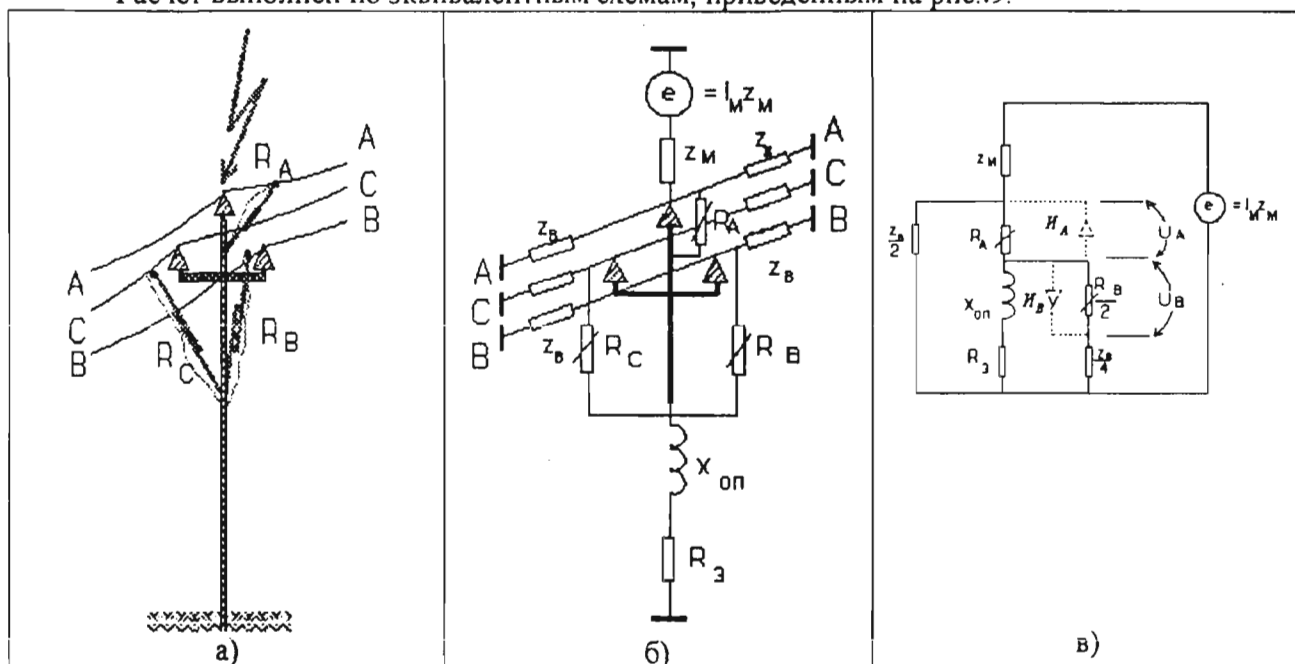


Рис.19. Эквивалентные схемы для расчёта перенапряжений при прямом ударе молнии в провод вблизи опоры
 а) расположение разрядников на опоре;
 б) принципиальная электрическая схема;
 в) «свёрнутая» электрическая схема.

Разрядники устанавливаются между проводами всех трёх фаз и опорой параллельно изоляторам (рис.19а). Для электрического расчёта целесообразно представить разрядники в виде переменных сопротивлений (рис.19б), которые меняют свою величину дискретно, ступенями от бесконечности до нуля, проходя значения: ∞ , R , $R/2$, 0 (см. табл. 4) РДИ модульного типа состоит из двух отрезков кабеля с жилой, выполненной из полупроводящего материала. Отрезки кабеля каждый длиной L_0 сложены между собой так, что образуются три разрядных модуля.

Таблица 4

Эквивалентные сопротивления разрядников, установленных на фазах *A* и *B*, в разные моменты времени.

Момент времени, <i>t</i>	Иллюстрация развития перекрытия по РДИ _A	R_A	Иллюстрация развития перекрытия по РДИ _B	R_B
$t \leq t_1$	перекрытия модуля нет	∞	перекрытия модуля нет	∞
$t_1 < t \leq t_2$	перекрытие первого модуля l_1	R_{A0} (300 Ом)	перекрытия модуля нет	∞
$t_2 < t \leq t_3$	перекрытие третьего модуля l_3	$R_{A0}/2$ (150 Ом)	перекрытия модуля нет	∞
$t_3 < t \leq t_4$	полное перекрытие РДИ _A	0	перекрытия модуля нет	∞
$t_4 < t \leq t_5$	полное перекрытие РДИ _A	0	перекрытие первого модуля l_1	R_{B0} (600 Ом)
$t_5 < t \leq t_6$	полное перекрытие РДИ _A	0	перекрытие третьего модуля l_3	$R_{B0}/2$ (300 Ом)
$t_6 < t$	полное перекрытие РДИ _A	0	полное перекрытие РДИ _B	0

Примечание. t_1 – перекрытие первого модуля РДИ_A;
 t_2 – перекрытие третьего модуля РДИ_A;
 t_3 – перекрытие второго модуля, т.е. полное перекрытие РДИ_A;
 t_4 – перекрытие первого модуля РДИ_B;
 t_5 – перекрытие третьего модуля РДИ_B;
 t_6 – перекрытие второго модуля, т.е. полное перекрытие РДИ_B;
 R_A – эквивалентное сопротивление РДИ фазы *A*;
 R_B – эквивалентное сопротивление РДИ фазы *B*;
 R_{A0}, R_{B0} – сопротивления, подключаемые при перекрытии плеч РДИ_A и РДИ_B соответственно
(в табл. 4, в качестве примера, приведены значения $R_{A0}=300$ Ом и $R_{B0}=600$ Ом)

Рассмотрим, например, работу разрядника, установленного на фазу *A*. Вследствие разной скорости продвижения каналов при воздействии импульса грозового перенапряжения при положительной и отрицательной полярности сначала перекрывается первый модуль с длиной перекрытия l_1 . До перекрытия первого модуля общее сопротивление разрядника является практически бесконечно большим. После перекрытия первого модуля в момент t_1 сопротивление разрядника становится равным сопротивлению одного отрезка кабеля $R_A = R_{A0} = L_{A0} R_{\text{пог}}$, где L_{A0} – длина отрезка кабеля РДИ_A, $R_{\text{пог}}$ – погонное сопротивление кабеля.

Как показали испытания, вслед за первым модулем обычно перекрывается третий модуль. После перекрытия третьего модуля РДИ_A в момент t_2 параллельно сопротивлению, через которое подключён первый модуль, включается такое же сопротивление второго отрезка кабеля R_{A0} , т.е. общее эквивалентное сопротивление разрядника уменьшается вдвое, т.е. $R_A = R_{A0} / 2$. После перекрытия средней части разрядника (т.е. второго модуля)

в момент t_3 образуется единый искровой канал, замыкающий весь разрядник с весьма малым сопротивлением. По сравнению с другими сопротивлениями (волновым сопротивлением

провода, канала молнии и т.п.), определяющими грозовые перенапряжения, сопротивлением канала перекрытия можно пренебречь.

Выполненные по специальной программе расчеты грозовых перенапряжений на изоляторах и разрядниках при прямом ударе молнии (ПУМ) в провод вблизи опоры и анализ вольт-секундных характеристик показали следующее.

В случае применения изолятора ШФ20-Г эффективность грозозащиты определяется координированной работой разрядника и изолятора фазы В. Скорость нарастания напряжения на них сильно зависит от сопротивления заземления опоры. Соответственно и эффективность грозозащиты при ПУМ сильно зависит от сопротивления заземления опоры (см. рис. 20).

В случае применения изолятора ШФ10-Г) число отключений может быть снижено примерно в 5 раз, причём кратность уменьшения числа отключений не зависит от сопротивления заземления опоры. Этот результат объясняется тем, что в случае применения изолятора ШФ10-Г определяющим является координированная работа разрядника и изолятора фазы А, в которую попадает молния. Как было отмечено ранее, координация срабатывания РДИ_А не зависит от сопротивления заземления опоры, поскольку до перекрытия изолятора или срабатывания разрядника опора не участвует в отводе тока грозового перенапряжения. Расчёты показывают, что координация срабатывания РДИ_А длиной 1 м с изолятором ШФ10-Г обеспечивается при крутизнах токов молнии значительно меньших, чем координация с

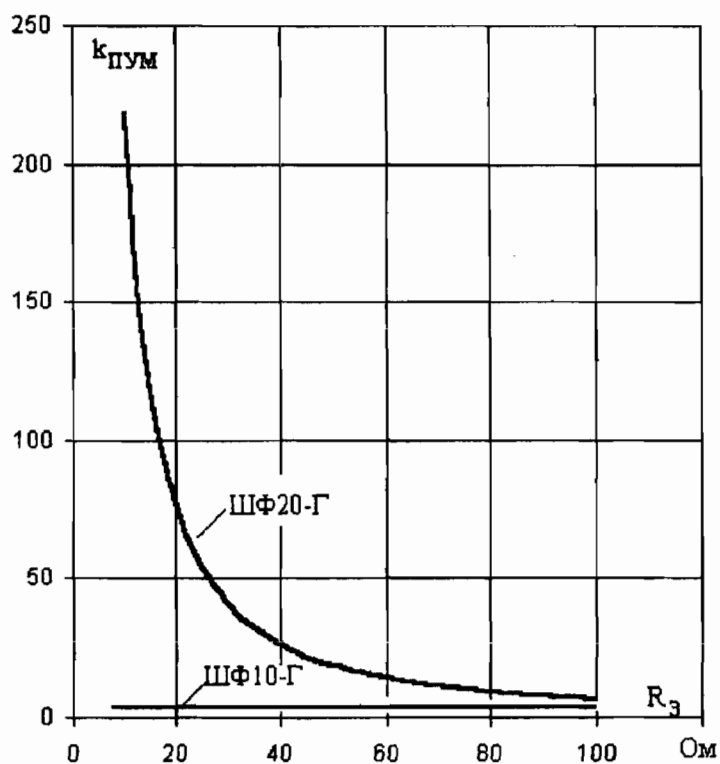


Рис. 20 Зависимости кратности уменьшения числа отключений ВЛ, защищённой РДИ10-М ($l_A=1\text{м}$; $l_B=l_C=2\text{м}$), по сравнению с незащищённой ВЛ от величины сопротивления заземления опоры при использовании изоляторов ШФ20-Г и ШФ10-Г.

изолятором ШФ20-Г. Однако, если разрядник РДИ_А успешно сработал, то при этой, относительно небольшой крутизне тока молнии, после подключения опоры к отводу тока молнии крутизна напряжения, приложенного к изолятору фазы В и установленного параллельно ему разряднику, становится небольшой. Поэтому разрядник РДИ_В также успешно срабатывает, по крайней мере, как показывают расчёты, в диапазоне сопротивления заземления опоры от 10 до 100 Ом.

Подводя итог изложенной информации можно констатировать:

- разработаны три принципиальные схемы длинно-искровых разрядников;
- наиболее проработанными вариантами являются разрядники петлевого и модульного типов;
- вольт-секундные характеристики и устойчивость к пробоем твёрдой изоляции у РДИ модульного типа лучше, чем у РДИ петлевого типа;
- рабочее напряжение и коммутационные перенапряжения на линии не приводят к перекрытию РДИ10-М;

Предложены также схемы установки разрядников для защиты от индуктированных перенапряжений и прямых ударов молнии:

- Эффективная грозозащита от индуктированных перенапряжений обеспечивается при установке одного разрядника РДИ10-М с длиной перекрытия 0,8м на опору;
- в случае применения изоляторов типа ШФ10-Г необходимо устанавливать РДИ10-М на опоры с чередованием фаз, т. е. на первой опоре разрядник устанавливается на фазу А, на второй – на фазу В, на третьей – на фазу С и т. д.
- в случае применения изоляторов типа ШФ20-Г целесообразно устанавливать все разрядники на одну фазу, например, на фазу А.

Для эффективной защиты линии 10 кВ от прямых ударов молнии необходимо:

1. применить опоры, обеспечивающие расположение проводов по треугольнику;
2. на всех опорах параллельно каждому изолятору установить РДИ10-М;
3. на верхнюю фазу установить РДИ10-М с длиной перекрытия 1 м,
4. на две нижние фазы установить РДИ10-М с длиной перекрытия по 2 м.

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

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических
сетей**

14.09.2000

№ 04.18-2000

Москва

/Дополнительная информация о
столбовом предохранителе-вы-
ключателе 0,38 кВ/

В дополнение к информации о комбинированном аппарате “Предохранитель-
выключатель-разъединитель на напряжение 0,38 кВ наружной установки (ПВР)” (см.
РУМ № 9, 2000 г.) публикуем чертеж, иллюстрирующий принцип действия отключения
и включения ПВР с применением оперативной штанги.

Обращаем внимание на то, что отличительной особенностью указанного аппа-
рата является:

- Аппарат совмещает три функции: защита сети от токов к.з. и перегрузки с помощью встроенных предохранителей с плавкими вставками; возможность отключения и включения цепи под нагрузкой (от 16 до 160 А) и обеспечение видимого разрыва цепи.
- Аппарат наружной установки, что позволяет установить его открыто на опорах ВЛ 0,38 кВ.
- Отключение и включение выключателя, снятие и установка предохранителей осуществляется с применением оперативной штанги (см. приложение). Патроны с плавкими вставками к предохранителям типа ППН-23 выпускаются АО “Корневский завод низковольтной аппаратуры”.

В обязательный комплект поставки запасных частей входит три патрона плавких вставок. В дополнительный комплект запасных частей, который можно приобрести по отдельному заказу, входят десять патронов плавких вставок.

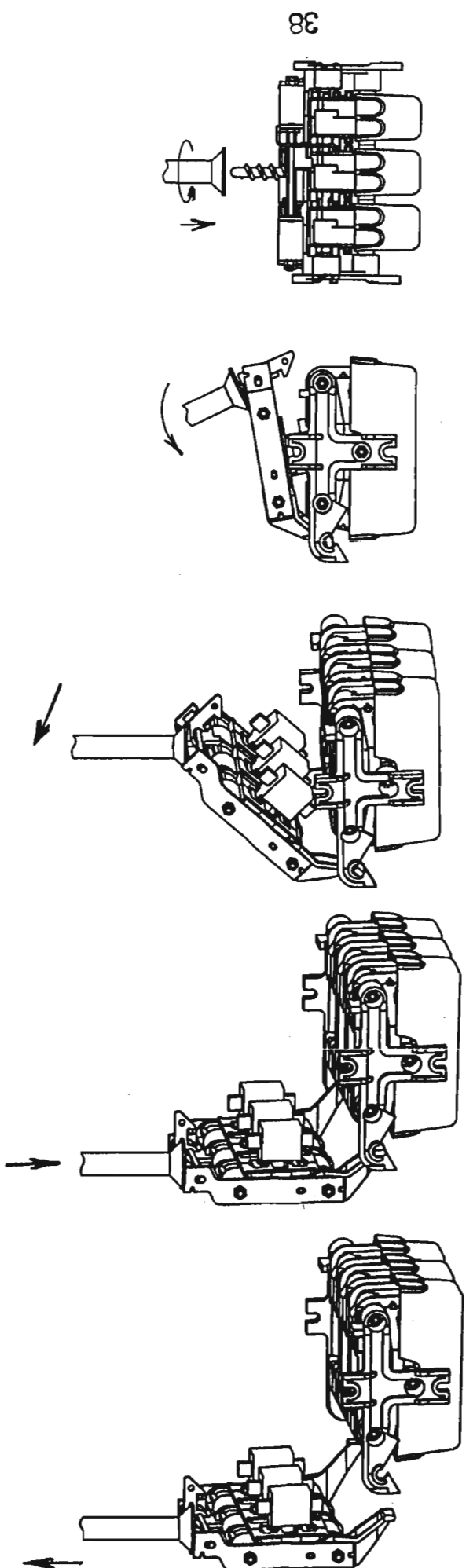
Аппарат ПВР-0,38 кВ можно использовать для секционирования воздушных линий 0,38 кВ для подключения отходящих линий на мачтовых и столбовых подстанциях, для подключения ответвлений от ВЛ и т.п.

Приложение: упомянутое.

Первый заместитель Генерального директора

А.С.Лисковец

Предохранитель-выключатель-разъединитель
ПВР-0, ЗВУХЛІ



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

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических
сетей**

14.09.2000

N 02.04-2000

Москва

**“Инструкция о порядке допуска
в эксплуатацию новых и реконст-
руированных энергоустановок”
Главэнергонадзора**

Публикуем для сведения “Инструкцию о порядке допуска в эксплуатацию новых и реконструированных энергоустановок” составленную Главэнергонадзором и утвержденную 30.06.1999 г. Минтопэнерго РФ.

К данной Инструкции прилагаются шесть Приложений:

1. Форма письма для вызова инспектора Госэнергонадзора на проведение осмотра и допуска в эксплуатацию энергоустановок.
2. Перечень документов, представляемый в Управление Госэнергонадзора при допуске в эксплуатацию электроустановок.
3. Перечень документов, представляемый в Управление Госэнергонадзора при допуске в эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей.
4. Акт N...от.....допуска в эксплуатацию электроустановок.
5. Акт N ...от..... допуска в эксплуатацию тепловых установок и тепловых сетей.
6. Разрешение на подключение энергоустановок.

Приложение: упомянутое.

Первый заместитель Генерального директора

А.С.Лисковец

Утверждаю



Заместитель министра топлива и
энергетики Российской Федерации

(Ю.Н.Корсун)

30. 06. 1999г.

ИНСТРУКЦИЯ

**о порядке допуска в эксплуатацию новых и
реконструированных энергоустановок**

1. Общие положения

1.1. Инструкция "О порядке допуска в эксплуатацию новых и реконструированных энергоустановок" определяет порядок допуска в эксплуатацию и подключения вновь вводимых и реконструированных электроустановок, теплоустановок, электрических и тепловых сетей (далее - энергоустановок) энергоснабжающих организаций и организаций - потребителей энергии независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности, а также индивидуальных предпринимателей и граждан (далее - потребителей энергии).

1.2. Инструкция составлена на основании "Положения о государственном энергетическом надзоре в Российской Федерации", "Правил устройства электроустановок", "Правил эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок", "Правил эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электрических станций и тепловых сетей", "

1.3. Инструкция распространяется на все энергоустановки, подконтрольные Госэнергонадзору на территории России и является обязательной для органов государственного энергетического надзора, энергоснабжающих организаций и потребителей электрической и тепловой энергии.

II. Осмотр энергоустановок. Составление акта допуска в эксплуатацию энергоустановок

2.1. Допуск в эксплуатацию новых и реконструированных энергоустановок осуществляют органы государственного энергетического надзора.

Допуск заключается в:

- составлении акта допуска энергоустановки в эксплуатацию;
- выдачи разрешения на подключение энергоустановки.

При этом на электростанции мощностью 1,0 Мвт и выше, трансформаторные подстанции общей мощностью 1000 кВА и напряжением 35 кВ и выше, линии электропередачи напряжением 35 кВ и выше, котельные мощностью 10 Гкал/ч. и выше, тепловые сети организаций, производящих энергию, акт допуска энергоустановки в эксплуатацию может не составляться. В этом случае участие представителей органов госэнергонадзора в приемочной комиссии обязательно.

2.2. Все вновь смонтированные и реконструированные энергоустановки должны быть выполнены в соответствии с выданными техническими условиями, Правилами, СНиП и другими нормативными документами; обеспечены проектной, приемосдаточной и эксплуатационной документацией; подготовленным электротехническим или теплотехническим персоналом (либо договором на обслуживание электроустановок или теплоустановок специализированной организацией); испытанными средствами защиты, инструментом, запчастями, средствами связи и сигнализации, пожаротушения, аварийного освещения и вентиляции.

У потребителей электрической или тепловой энергии должны быть назначены ответственные за электро(тепло)хозяйство.

2.3. В процессе монтажа и наладки новых и реконструируемых энергоустановок инспектор госэнергонадзора имеет право осуществлять проверку правильности выполнения монтажных и наладочных работ на их соответствие Правилам, СНиП и другим нормативным документам.

наладочных работ на их соответствие Правилам, СНиП и другим нормативным документам.

2.4. Если смонтированные энергоустановки потребителя энергии передаются в собственность и (или) обслуживание энергоснабжающей организации, техническую приемку их от монтажной и наладочной организаций проводит потребитель совместно с энергоснабжающей организацией.

2.5. Допуск в эксплуатацию импортного энергооборудования, подлежащего обязательной сертификации, производится при наличии на него российских сертификатов соответствия российским стандартам.

Электроустановки, располагаемые во взрывоопасных зонах, должны иметь также свидетельство Департамента государственного энергетического надзора и энергосбережения Минтопэнерго Российской Федерации.

2.6. Допуск энергоустановок с сезонным характером работы осуществляется инспектором госэнергонадзора ежегодно, перед началом сезона.

2.7. В случае приостановления работы энергооборудования на период более 6 месяцев (отключение за нарушение правил, невыполнение предписаний инспектора госэнергонадзора, за неуплату энергии и т.д.) перед включением производится допуск его в эксплуатацию, как вновь вводимого или реконструированного.

2.8. Если происходит смена владельца энергоустановки, то новый владелец предъявляет энергоустановку инспектору госэнергонадзора с предоставлением полного комплекта документов (исполнительные схемы, действующие протоколы испытаний, инструкции и т.п.). В случае отсутствия каких-либо документов новый владелец принимает меры по их доукомплектованию.

2.9. После приемки энергоустановки от подрядной организации по акту, владелец установки подает в Управление госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации письменное заявление о готовности энергоустановки к осмотру и допуску ее в эксплуатацию (форма заявки- приложение 1). Одновременно с заявлением представляется проектная и техническая приемо-сдаточная документация: для электроустановок согласно приложению 2, для теплоустановок - приложению 3.

2.10. Представленная документация рассматривается в органах госэнергонадзора в течение 5 рабочих дней, после чего согласовывается дата осмотра энергоустановки или письменно направляется заявителю замечания по качеству и объему представленной документации.

2.11. Технический осмотр (обследование) энергоустановки проводится инспектором госэнергонадзора с участием представителя ее владельца - ответственного за электрохозяйство (теплохозяйство) или лица, его замещающего.

Электроустановки напряжением выше 1000 В осматриваются в полном объеме, до 1000 В могут осматриваться выборочно.

Теплоустановки с проектной тепловой нагрузкой выше 0,1 Гкал/ч осматриваются в полном объеме, до 0,1 Гкал/ч могут осматриваться выборочно.

2.12. После рассмотрения представленной документации и обследования энергоустановки инспектором госэнергонадзора составляется акт допуска в эксплуатацию. В заключительной части акта указывается возможность включения энергоустановки. Акт оформляется в двух экземплярах. Примерная форма акта приведена в приложениях 4 и 5.

К акту прилагается оформленная в соответствии с ГОСТ однолинейная схема электроустановки с указанием основных параметров оборудования, сети и перечень представляемых документов

2.13. При неготовности энергоустановки из-за недоделок и дефектов, отступлений от технических условий на присоединение, правил и норм, а также не выполнения п.2.2 данной Инструкции энергоустановка к эксплуатации не допускается. В этом случае инспектор составляет акт-предписание с перечнем недостатков и дефектов, после устранения которых энергоустановка предъявляется к осмотру повторно.

2.14. Если энергоустановка допускается к эксплуатации, то инспектор выдает:

- акт о допуске в эксплуатацию;
- справку для инспекции Госархстройконтроля (по требованию).

2.15. Включение энергоустановок в работу по проектной схеме для наладочных работ и опробования энергооборудования проводится после временного допуска органов госэнергонадзора. Срок действия временного допуска определяют руководители Управления

госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации, а режимы эксплуатации энергоустановок в период наладки, опробования и приемки регламентируется заказчиком (пользователем энергоустановки) по согласованию с инспектором госэнергонадзора.

III. Оформление разрешения на подключение энергоустановки. Подключение (присоединение) энергоустановок

3.1. Разрешение на подключение (присоединение) энергоустановки выдает Управление госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации при наличии договора на электроснабжение между потребителем и энергоснабжающей организацией.

3.2. Разрешение оформляется в письменной форме (приложение б) и подписывается руководителем Управления госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации или одним из руководителей подразделений Управления госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации.

Разрешение регистрируется и по одному экземпляру передается потребителю энергии и энергоснабжающей организации.

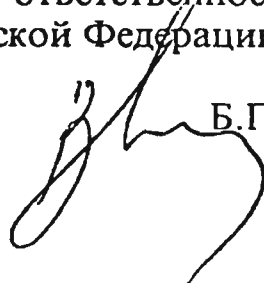
3.3. Потребитель энергии передает в энергоснабжающую организацию схему постоянного электроснабжения (теплоснабжения), подписанную ответственным за энергохозяйство, и согласовывает с ней дату подключения энергоустановки. В случае использования до этого энергии по временной схеме ответственный за энергохозяйство подтверждает факт, что она демонтирована.

3.4. Подключение энергоустановки производится в течение 5 суток со дня выдачи разрешения. После подключения, энергоснабжающая организация в течение 24 часов обязана сообщить об этом в Управление госэнергонадзора в субъекте Российской Федерации письменно.

Допускается при обоюдной договоренности потребителя и теплоснабжающей организации переносить сроки подачи теплоносителя.

3.5. За подключение энергоустановок без допуска инспектора госэнергонадзора руководители энергоснабжающей и энергопотребляющей организаций несут ответственность в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Руководитель Госэнергонадзора

 Б.П. Варнавский

Приложение 1(примерное)

Форма письма

для вызова инспектора Госэнергонадзора на проведение осмотра
и допуска в эксплуатацию энергоустановок

Начальнику Управления
“ _____госэнергонадзор”

наименование заявителя и юридический адрес

просит произвести технический осмотр и осуществить допуск в
эксплуатацию

наименование электро(тепло)установки, адрес

выполненных по проекту (№ проекта, дата) , согласованному с
Управлением госэнергонадза (№ и дата согласования)

Электро(тепло)установка принята от монтажной организации
комиссией (дата приемки).

Ответственным лицом за исправное состояние и безопасную
эксплуатацию энергохозяйства назначен _____

Фамилия, И.О., должность, дата и № приказа

Выполнение техусловий на подключение подтверждено справкой.

- Приложение: 1. Исполнительная документация налистах;
2. Справка о выполнении техусловий на ...листах;
3.

Главный инженер

(технический директор, владелец).....

“ _____ ” _____ 19__г.

ПЕРЕЧЕНЬ

**документов, представляемый в Управление госэнергонадзора
при допуске в эксплуатацию электроустановок**

- 1.Разрешение на мощность от энергоснабжающей организации.
- 2.Технические условия на присоединение электроустановки и справка от энергоснабжающей организации об их выполнении.
- 3.Проект электроустановки, согласованной в установленном порядке (внешнее электроснабжение - с организацией, выдавшей технические условия на присоединение; полный - с органами государственного энергетического надзора).
- 4.Однолинейная схема электроснабжения объекта, подписанная ответственным за электрохозяйство потребителя.
- 5.Акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон, составленный представителями энергоснабжающей организации и потребителя.
- 6.Справка от энергоснабжающей организации об оформлении договора на электроснабжение и готовности работы расчетных приборов учета электроэнергии.
- 7.Приемо-сдаточный акт между монтажной организацией (с указанием номеров ее лицензий и даты их выдачи) и потребителем.
- 8.Сертификат соответствия на электроустановки жилых зданий (при проведении сертификации).
- 9.Перечень имеющихся в наличии защитных средств с протоколами испытаний, противопожарного инвентаря, плакатов по ТБ.
- 10.Приказ о назначении лица, ответственного за электрохозяйство.
- 11.Список лиц оперативного и оперативно-ремонтного персонала (Ф.И.О., должность, квалификационная группа по электробезопасности, №№ телефонов), которым разрешается от имени потребителя давать оперативно - диспетчерским службам энергоснабжающей организации заявки на отключение и включение электроустановок.
- 12.Исполнительные схемы, акты на скрытые работы.
- 13.Вся необходимая документация согласно ПУЭ (глава 1.8.) и ПЭЭП (пункт 1.8.1.).

ПЕРЕЧЕНЬ

документов, представляемый в Управление госэнергонадзора при допуске в эксплуатацию теплоустановок и тепловых сетей

1. Технические условия на присоединение теплоустановок и справка от энергоснабжающей организации об их выполнении.
2. Проект теплоснабжения, согласованный в установленном порядке. Согласование с проектной организацией отклонений от проекта с их обоснованием (при необходимости).
3. Акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности сторон, составленный представителями энергоснабжающей организации и потребителя.
4. Справка от энергоснабжающей организации об оформлении договора на теплоснабжение и готовности работы приборов учета теплоэнергии.
5. Приемо-сдаточный акт между монтажной организацией (с указанием номеров ее лицензий и даты их выдачи) и потребителем.
6. Приказ о назначении лица, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию ТУ и ТС.
7. Список лиц оперативного и оперативно-ремонтного персонала по обслуживанию ТУ и ТС.
8. Исполнительная (наглядная) схема трубопроводов и запорной арматуры, теплового пункта с нумерацией арматуры, акты на скрытые работы.
9. Паспорта на теплопотребляющие установки и тепловые сети.
10. Сертификаты на применяемые трубы и электроды.
11. Копия свидетельства сварщика.
12. Акты на промывку системы отопления, горячего водоснабжения и тепловых сетей; опрессовки узла управления, теплового ввода и систем отопления.
13. Программа прогрева и пуска в эксплуатацию новых теплоустановок и тепловых сетей, согласованная с энергоснабжающей организацией и утвержденная руководством потребителя.
14. Акты об установке сопел или ограничительных шайб соответствующего диаметра.
15. Должностные и эксплуатационные инструкции, инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности.

16. Журналы: инструктажей, проверки знаний ПТЭ и ПТБ ТУ и ТС, учета дефектов, выявленных при осмотре ТУ и ТС, оперативный, учета выдачи нарядов-допусков, учета приборов КИП и А.

17. Рабочая документация в объеме, определенном СНиП 1.02-85, в т.ч. расчет нормативных потерь тепловой энергии теплоносителя.

instr3.doc

«Утверждаю»
Руководитель подразделения Госэнергонадзора

Абонент № _____

Подпись / Ф.И.О. /

Наименование (организации)

« _____ » _____ г.

Должность, Ф.И.О. руководителя

Телефон

М.П.

Юридический адрес

**АКТ № _____ от " _____ " _____ ГОД
допуска в эксплуатацию электроустановок**

наименование электроустановки, адрес

Акт составлен Государственным инспектором _____ Ф.И.О.

в присутствии руководителя (владельца) или ответственного за электрохозяйство _____

Ф.И.О. должность, наименование организации, адрес, телефон

в том, что произведена проверка техдокументации и осмотр технического состояния для допуска ее к эксплуатации.

1. Для осмотра предъявлены:

наименование электроустановки, номер вводов от источника электроснабжения

1.1. Состав и характеристика электроустановки:

тип, мощность, напряжение, количество

Ток плавких вставок предохранителей или установок автоматов

ввод № _____ А, ввод № _____ А,

ввод № _____ А, ввод № _____ А

1.2. Техническая документация:

1.2.1. Проект (исполнительная схема), разработанный _____
наименование проектной организации, организации разраб. исполнит. схемы

1.2.2. Проект в части учета согласован Энергосбытом " _____ " _____ года.

1.2.3. Разрешение выдано (кем): _____ на присоединение _____ кВА, един. _____ кВА.

№ _____ от " _____ " _____ г. Срок действия _____

1.2.4. Разрешение на применение электроэнергии на термические цели " _____ " _____ г. № _____

1.2.5. Акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности электроустановок между _____ и потребителем от " _____ " _____ г.

1.2.6. Утвержденный акт приемки в эксплуатацию вновь смонтированных электроустановок между потребителем и электромонтажной организацией от " _____ " _____ года № _____

1.2.7. Акты на скрытые работы от " _____ " _____ г.

1.2.8. Акты монтажа уравнивателей потенциалов в ванных комнатах, душевых и другие - от " _____ " _____ г.

1.2.9. Электромонтажные и пуско-наладочные работы и испытания выполнены _____

наименование организации, № лицензии, кем выдана, срок действия

1.2.10. Свидетельство (Акт) регистрации электролаборатории № _____ от " _____ " _____ г. выдан (кем, когда)

1.2.11. Соответствие пуско-наладочной документации, протоколов измерений и испытаний требованиям ПУЭ и ПЭЭП

2. При осмотре электроустановки и проверке технической документации установлено:

2.1. Организация эксплуатации электроустановок:

- 2.1.1. Эксплуатация электроустановок осуществляется _____
- 2.1.2. Лицо - ответственное за электрохозяйство _____ ф.и.о. _____ должность _____
назначен приказом № _____ от " _____ " _____ г. Прошел проверку знаний ПЭЭП и ПТБ при ЭЭП
" _____ " _____ г. с присвоением _____ гр. В электроустановках _____ В.
- 2.1.3. Достаточность по количеству и квалификации электротехнического персонала _____
- 2.1.4. Проверка электротехнического персонала в знаниях ПЭЭП и ПТБ при ЭЭП и его инструктаж: _____
- 2.1.5. Наличие помещений для обслуживания и ремонта электрооборудования _____
- 2.1.6. Наличие инструмента, измерительных приборов, запасного электрооборудования, материалов _____
- 2.1.7. Состояние электрозащитных средств, их достаточность _____
- 2.1.8. Наличие оперативной технической документации (да, нет):
утвержденной принципиальной электрической схемы _____; должностных инструкций _____; инструкций по
эксплуатации _____; бланки нарядов _____; списки лиц _____; перечни работ _____
- 2.1.9. Наличие журналов (да, нет):
проверки знаний ПЭЭП и ПТБ при ЭЭП _____; проверки знаний ТБ у лиц гр. 1 _____; инструктажа
электротехнического персонала _____; оперативного журнала _____; учета и содержания средств защиты
_____; дефектов (неисправностей) электрооборудования _____
- 2.1.10. Паспорта (сертификаты) на электрооборудование _____
- 2.1.11. _____

2.2. Техническое состояние электроустановок (соответствие правилам) :

- 2.2.1. Обеспечение противопожарными средствами _____
- 2.2.2. Состояние измерительных приборов _____
- 2.2.3. Состояние заземляющих устройств _____
- 2.2.4. Соответствие ПУЭ электропомещений и смонтированных в них электроустановок _____
- 2.2.5. Техническое состояние кабельных и воздушных линий _____
- 2.2.6. Техническое состояние электродвигателей, пускорегулирующей аппаратуры, электроосвещения _____
- 2.2.7. Техническое состояние компенсирующих устройств _____
- 2.2.8. Состояние УЗО, релейной и др. защиты электроустановок _____
- 2.2.9. Распределительные устройства _____
- 2.2.10. Силовые трансформаторы _____
- 2.2.11. Другое электрооборудование _____
- 2.2.12. Монтаж схемы учета (установка электросчетчиков, измерительных трансформаторов и др.) _____
- 2.2.13. _____

3. Заключение о допуске в эксплуатацию:

Электроустановка допускается в эксплуатацию по постоянной схеме электроснабжения; по временной схеме до
" _____ " _____ г. _____

Государственный инспектор _____ / _____ /
подпись, штамп Ф.И.О.

Руководитель (владелец) или ответственный за электрохозяйство: _____ / _____ /
должность, телефон подпись Ф.И.О.

М.П. потребителя

«Утверждаю»
 Руководитель подразделения Госэнергонадзора

 Подпись / Ф.И.О.
 « _____ » _____ г.

Абонент № _____

 Наименование (организации)

 Должность, Ф.И.О. руководителя

 Телефон

 Юридический адрес

М.П.
А К Т № _____ от « _____ » _____ г.
допуска в эксплуатацию тепловых установок и тепловых сетей

Акт составлен Государственным инспектором _____
 Ф.И.О.

в присутствии руководителя (владельца) или ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию ТУ и ТС _____
 Ф.И.О., должность, наименование организации, адрес, телефон

в том, что произведена проверка техдокументации и осмотр технического состояния ТУ и ТС для допуска в эксплуатацию по адресу: _____, телефон _____

1. Для осмотра предъявлены тепловые установки и тепловые сети

наименование ТУ и ТС _____

1.1. Состав и характеристика тепловых установок и тепловых сетей

1.1.1. Проектные тепловые нагрузки:

№№ п/п	Наименование	Вид нагрузки, потребление	Кол-во	Единица измерения
1.	Отопление	макс.		Гкал/ч
2.	Вентиляция	макс.		Гкал/ч
3.	Кондиционирование	макс.		Гкал/ч
4.	Технологические нужды	макс.		Гкал/ч
5.	Горячее водоснабжение	ср. суточ.		Гкал/ч
6.	Горячее водоснабжение	макс.		Гкал/ч
7.	Расход теплоносителя	макс.		т/ч
8.	Возврат конденсата	макс.		т/ч
9.	Величина утечки	нормир.		т/ч, Гкал/год
10.	Тепловые потери	нормир.		Гкал/год
11.	Годовое потребление теплоэнергии	ориентир.		Гкал/год

1.1.2. Характеристика теплоносителя источника тепловой энергии.

Наименование теплоносителя	Располагаемый напор, атм			Температурный график, °С			Статическое давление, м
	P ₁	P ₂	ΔP	T ₁	T ₂	ΔT	
Вода, пар							h _м

1.2. Техническая документация

1.2.1. Проект разработан _____ за № _____ от « _____ » _____ г.
наименование проектной организации

1.2.2. Проект согласован:

- с Управлением Госэнергонадзора за № _____ от « _____ » _____ г.

- в части учета с энергоснабжающей организацией _____ за № _____ от « _____ » _____ г.
наименование энергоснабжающей организации

1.2.3. Технические условия на присоединение выданы _____
наименование энергоснабжающей организации

1.2.4. Акт по разграничению балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности за эксплуатацию тепловых установок, тепловой сети, пунктов распределения (ЦТП, ИТП), внутренних систем теплоснабжения между _____
наименование теплоснабжающей организации

и потребителем _____ от « _____ » _____ г.
наименование организации потребителя

1.2.5. Тепловая установка, тепловая сеть, пункт распределения (ЦТП, ИТП) представляется к допуску с оформленным паспортом, заверенным техническим и авторским надзором с подписью и печатью владельца:

от « _____ » _____ г.; от « _____ » _____ г.

от « _____ » _____ г.;

1.2.6. Внутренние системы теплоснабжения представляются актом приемки:

отопления от « _____ » _____ г. ГВС от « _____ » _____ г.

вентиляция от « _____ » _____ г. тех. нужды от « _____ » _____ г.



МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Департамент государственного энергетического
надзора и энергосбережения
Региональное управление "_____госэнергонадзор"
Управление государственного энергетического надзора
по _____области (республике)
"_____госэнергонадзор"

**РАЗРЕШЕНИЕ № _____
на подключение энергоустановки**

Начальнику _____

Управление "_____госэнергонадзор" на основании акта осмотра
от _____ № _____ вновь сооруженной (реконструированной) электрической
(тепловой) установки, принадлежащей

Источник питания _____

разрешает подключить энергоустановку (ее полное наименование)

к _____

Согласно "Инструкции о порядке допуска в эксплуатацию новых и
реконструированных энергоустановок" подключение должно быть осуществлено
в течение 5 суток, о чем письменно сообщите в Управление
"_____госэнергонадзор"

Руководитель _____
(должность, фамилия, имя, отчество)

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

АО РОСЭП

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**по проектированию, строительству и эксплуатации сельских электрических
сетей**

14.09.2000

N 12.01-2000

Москва

Об антикоррозийной защите
металлоконструкций

Публикуем для сведения информацию производственного предприятия
ООО "Анткор" об антикоррозийной защите металлоконструкций.

По всем вопросам следует обращаться в ООО "Анткор" по адресу:
Смоленск, ул Николаева, д.77-47; тел. (8-0812) 660194 и 246387.

Первый заместитель Генерального директора

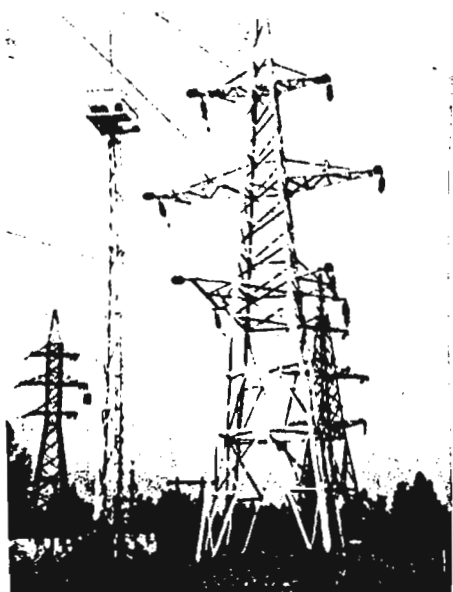
А.С.Лисковец

АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ЗАЩИТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Основой антикоррозионной защиты МК является полное удаление существующей коррозии с применением преобразователя ржавчины с последующей защитой МК антикоррозионной мастикой Аутокрин (изготовлена на основе антикоррозионных битумных лаков с добавлением жидкого каучука и сополимеров), а также антикоррозионной водно-дисперсной акриловой грунтовкой (на основе латекса) и другими видами защитных покрытий.

Имея двухлетний практический опыт антикоррозионной защиты, мы производим антикоррозионные работы на следующих видах МК:

- металлические опоры воздушных линий электропередач подстанционного оборудования;
- внутреннее технологическое оборудование котельных и ТЭЦ;
- мосты, порталы, путепроводы, трубопроводы....



Подписано в печать

«26» IX 2000 г.

Первый заместитель
Генерального директора




А.С.Лисковец

Ответственный за выпуск

В.И.Шестопалов

Усл. печ.лист
Тираж 300 экз.

Формат 60x84/8
Учетн.-изд.лист 4,5
Зак. № 41

АО РОСЭП
111395, Москва, Аллея Первой Маевки, 15
тел 374-71-00, 374-66-09
факс 374-66-08, 374-62-40

МСЛ – 004174