

Маркку Монни

# **Работы на воздушных линиях электропередачи**

**5-е полностью  
обновленное издание.**

© 2010 Markku Monni ja Adato Energia Oy

Копирование настоящего произведения запрещено в соответствии с законом о защите авторских правах, за исключением частичного копирования для учебных целей, согласованного в рамках договора, составленного финским государством и Kopiosto ry:n

Верстка: Кайса Съеблом

5-е полностью обновленное издание.

ISBN 978-952-9696-43-7

Типография Laine Direct Oy 2010

## Работы на воздушных линиях электропередачи

### 1. Воздушные линии электропередачи

- 1.1. Общая информация
- 1.2. Пропускная способность и конструкции воздушных линий электропередачи
- 1.3. Сравнение затрат: воздушная линия – подземный кабель
- 1.4. Проектирование воздушных линий электропередачи

### 2. Рабочие карты – рабочие чертежи

- 2.1. Общая информация
- 2.2. Названия рабочих чертежей
  - 2.2.1. Карта
  - 2.2.3. Картографический план сети
  - 2.2.3. Схема расположения линий электропередачи
  - 2.2.4. Рабочие чертежи
- 2.3. Чертежи рабочего объекта
  - 2.3.1. Карта подъезда
  - 2.3.2. Общая карта рабочего объекта
  - 2.3.3. Рабочая карта
- 2.4. Составление рабочей карты
  - 2.4.1. Топографическая карта для составления рабочей карты
    - 2.4.2. Масштаб рабочей карты
    - 2.4.3. Способы нанесения изображений на рабочие карты
      - 2.4.3.1. Способы изображения линий электропередачи
      - 2.4.3.2. Изображение кабельных трубопроводов
      - 2.4.3.3. Демонтируемая линия или демонтируемый элемент сети
      - 2.4.3.4. Изменения в сети
      - 2.4.3.5. Замена опоры
      - 2.4.3.6. Обозначения типов линий
      - 2.4.3.7. Обозначения питающих линий
      - 2.4.3.8. Нанесение сети связи
      - 2.4.3.9. Заземление и системы заземления
      - 2.4.3.10. Нанесение посторонних линий
  - 2.4.4. Обозначения рабочей точки
    - 2.4.4.1. Цифровые обозначения рабочей точки
    - 2.4.4.2. Обозначения рабочих точек при монтаже воздушных линий

- электропередачи
- 2.4.4.3. Обозначения рабочих точек при монтаже кабелей
- 2.4.5. Составление рабочих карт вручную
- 3. Расчет сетевых конструкций
  - 3.1. Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи и стандарты воздушных линий электропередачи
  - 3.2. Расчет конструкций воздушных линий электропередачи
  - 3.3. Требования к расчетам прочности
    - 3.3.1. Основы расчета прочности в соответствии с требованиями «VIM A4-93»
    - 3.3.2. Расчет прочности в соответствии со стандартами воздушных линий электропередачи
  - 3.4. Теоретический контроль
    - 3.4.1. Различные виды напряжений
    - 3.4.2. Расчет векторов сил
    - 3.4.3. Тяжение провода
      - 3.4.3.1. Тяжение провода согласно «VIM A4-93»
      - 3.4.3.2. Тяжения провода согласно стандартам воздушных линий электропередачи
    - 3.4.4. Материалы опор
    - 3.4.5. Расчет опор
      - 3.4.5.1. Расчет опор в соответствии с «VIM A4-93»
      - 3.4.5.2. Расчет опоры в соответствии со стандартами воздушных линий электропередачи
  - 3.5. Конструктивные решения
    - 3.5.1. Общая информация
    - 3.5.2. Промежуточная опора
    - 3.5.3. Анкерная опора
    - 3.5.4. Угловая опора с оттяжками
    - 3.5.5. Концевая опора с оттяжками
- 4. Электрический расчет сети
  - 4.1. Воздушная линия электропередачи напряжением 0,4 кВ
    - 4.1.1. Общая информация
    - 4.1.2. Длительно допустимый ток низковольтных воздушных линий

- 4.1.3. Максимальная токовая защита низковольтных воздушных линий электропередачи
- 4.1.4. Защита воздушных линий электропередачи от повреждений плавкими предохранителями
  - 4.1.4.1. Общая информация
  - 4.1.4.2. Выполнение защиты плавкими предохранителями
  - 4.1.4.3. Примеры защиты сети с проводами АМКА плавкими предохранителями
  - 4.1.4.4. Определение однофазового тока короткого замыкания и размера плавкого предохранителя
- 4.1.5. Заземления сети воздушной линии электропередачи
  - 4.1.5.1. Основы заземления
  - 4.1.5.2. Монтаж заземляющего электрода
    - 4.1.5.2.1. Заземляющий электрод
    - 4.1.5.2.2. Выбор места заземления
    - 4.1.5.2.3. Укладка в землю заземляющего электрода
- 4.1.6. Условия зануления и их выполнение
- 4.1.7. Качество напряжения
  - 4.1.7.1. Общая информация о качестве напряжения
  - 4.1.7.2. Изменение напряжения в распределительной сети
- 3.1.8. Защита от перенапряжения
- 4.2. Сеть воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ
  - 4.2.1. Общая информация
  - 4.2.2. Снижение напряжения
  - 4.2.3. Ток короткого замыкания
  - 4.2.4. Ток замыкания на землю
- 5. Проектирование электрических сетей
  - 5.1. Основы проектирования электрических сетей
    - 5.1.1. Перспективный план развития электрической сети
    - 5.1.2. Виды ответственности за энергосистему при планировании электросети
    - 5.1.3. Осуществление планирования
- 5.2. Планирование линии
  - 5.2.1. Основы планирования линии
  - 5.2.2. Схема плана электрической сети
  - 5.2.3. Планирование трасс
  - 5.2.4. Выбор трассы линии
  - 5.2.5. Планирование новой воздушной линии электропередачи
    - 5.2.5.1. Потребность планирования
- 6. Договоры о трассах прокладки линий
  - 6.1. Общие основания
    - 6.1.1. Условия подключения к электрической сети
    - 6.1.2. Рекомендательный договор о телекоммуникационных и электрических линиях
    - 6.1.3. Закон о добрососедских отношениях
    - 6.1.4. Закон о землепользовании и строительстве
    - 6.1.5. Сотрудничество при разработке плана застройки
  - 6.2. Рекомендательный договор о телекоммуникационных и электрических линиях
    - 6.2.1. Общая информация
    - 6.2.2. Основания для оплаты компенсаций
    - 6.2.3. Компенсации за лесохозяйственные угодья
      - 6.2.3.1. Ущерб лесному хозяйству
      - 6.2.3.2. Помехи лесному хозяйству
    - 6.2.4. Компенсации за посевные площади
      - 6.2.4.1. Ущерб сельскому хозяйству
      - 6.2.4.2. Помехи сельскому хозяйству
    - 6.2.5. Компенсации в особых случаях
    - 6.2.6. Процедура взаимозачета
    - 6.2.7. Засадка поля лесом
    - 6.2.8. Выплата компенсаций
  - 6.3. Составление договора на право пользования трассой прокладки линии
  - 6.4. Компенсация ущербов, возникающих в процессе производства работ
- 7. Работы по проектированию линии на местности
  - 7.1. Общая информация

- |         |  |           |  |
|---------|--|-----------|--|
| 7.2.    | Трассировка линии  | 10.4.4.   | Техническое обслуживание бензопилы   |
| 7.3.    | Измерение длины  | 10.4.5.   | Кусторез   |
| 7.4.    | Составление карты трассы прокладки линии                               | 10.4.6.   | Применение кустореза для расчистки   |
| 7.5.    | Измерение углов  |           |  |
| 7.6.    | Вертикальная съемка продольного профиля                                |           |  |
| 7.7.    | Разметка мест расположения опор и оттяжек                              | 11.       | Транспортировка и подъемные работы   |
| 8.      | План производства работ  | 11.1.     | Транспортировка  |
| 8.1.    | Общая информация   | 11.1.1.   | Требования к водительскому удостоверению   |
| 8.2.    | Рабочая карта  | 11.1.1.1. | Общая информация   |
| 8.3.    | Перечень конструкций   | 11.1.1.2. | Примеры требований к водительскому удостоверению   |
| 8.4.    | Перечень материалов  | 11.1.2.   | Пассажирские перевозки   |
| 8.5.    | Перечень объемов работ   | 11.1.3.   | Транспортировка материалов   |
| 9.      | Заказ и реализация   | 11.1.3.1. | Общая информация   |
| 9.1.    | Общая информация   | 11.1.3.2. | Перевозка опор на транспортных средствах, предусмотренных для транспортировки рабочих бригад     |
| 9.2.    | Составление заказа   | 11.1.3.3. | Перевозка опор специальным транспортом   |
| 9.2.1.  | Содержание запроса на предложение                                      | 11.1.3.4. | Перевозка опор на место монтажа  |
| 9.2.2.  | Описание работ отдельно по видам работ                                 | 11.1.3.5. | Перевозка проводов   |
| 9.2.3.  | Перечень объемов работ   | 11.1.3.6. | Перевозка прочего материала  |
| 9.2.4.  | Поставка оборудования  | 11.2.     | Подъемы  |
| 9.2.5.  | Одобрение предложения  | 11.2.1.   | Общая информация   |
| 9.3.    | Реализация   | 11.2.2.   | Применение грузоподъемника в сетевых работах   |
| 9.3.1.  | Общая информация   | 11.2.3.   | Подъем людей грузоподъемником  |
| 9.3.2.  | Меры по эксплуатации распределительной сети в процессе подрядных работ | 11.2.4.   | Подъем людей при выполнении сетевых работ с помощью подъемника для людей                         |
| 9.3.3.  | Подготовка к строительству распределительной сети                      | 12.       | Организация транспортного движения   |
| 9.3.4.  | Строительство распределительной сети                                   | 12.1.     | Общая информация   |
| 9.3.5.  | Ввод в эксплуатацию готовой распределительной сети                     | 12.2.     | Работы, связанные с полосой отвода, а также расположение сооружений и устройств на полосе отвода |
| 10.     | Подготовка к строительству сети воздушных линий электропередачи        | 12.3.     | Ответственность дорожно-эксплуатационной службы  |
| 10.1.   | Средства индивидуальной защиты при ведении строительных работ          | 12.4.     | Необходимые разрешения   |
| 10.2.   | Расчет трассы линии  | 12.5.     | Мероприятия по обеспечению безопасного труда   |
| 10.3.   | Разработка трассы линии  | 12.6.     | Внедрение мер по организации движения транспорта   |
| 10.4.   | Машины и механизмы для лесосечных работ                                | 12.7.     | Примеры организации движения   |
| 10.4.1. | Общая информация   |           |  |
| 10.4.2. | Бензопила  |           |  |
| 10.4.3. | Работа с бензопилой  |           |  |

- 13. Сеть связи
  - 13.1. Общая информация
  - 13.2. Радиотелефонная сеть
    - 13.2.1. Передача сообщений по радиотелефону
    - 13.2.2. Эксплуатация и обслуживание радиотелефона
  - 13.3. Передача сообщений по мобильному телефону
- 14. Оснащение опор
  - 14.1. Этап оснащения опоры
  - 14.2. Общие принципы оснащения опор
  - 14.3. Оснащение опоры до установки
  - 14.4. Оснащение опоры после установки
  - 14.5. Инструменты для оснащения
  - 14.6. Подъем на опору и выполнение работы на опоре
- 15. Установка опор
  - 15.1. Механическая установка опор
    - 15.1.1. Величина заглубления опоры
    - 15.1.2. Ригели опоры
    - 15.1.3. Установка опор с помощью - экскаватора
- 16. Монтаж оттяжек
  - 16.1. Основы монтажа оттяжек для опор
    - 16.1.1. Определение направления оттяжки
    - 16.1.2. Наклон оттяжки и угол развертывания
    - 16.1.3. Обозначение места расположения анкера оттяжки
    - 16.1.4. Трос оттяжки
    - 16.1.5. Свойства грунта
  - 16.2. Реализация на практике
    - 16.2.1. Устанавливаемый в грунт анкер оттяжки
    - 16.2.2. Скальный болт с кольцом
    - 16.2.3. Изолятор оттяжки и крепление троса оттяжки к изолятору
    - 16.2.4. Крепление верхнего конца оттяжки к опоре
    - 16.2.5. Крепление троса оттяжки к анкеру
    - 16.2.6. Ток оттяжки
    - 16.2.7. Маркировка оттяжки
    - 16.2.8. Примеры расположения изоляторов оттяжек
- 16.3. Рабочие машины, применяемые для установки оттяжек
  - 16.3.1. Буровая машина для прочных пород
- 17. Специальные опоры
  - 17.1. А-образная опора
  - 17.2. Опора с шарнирным подкосом
  - 17.3. Скальная опора
  - 17.4. Болотная опора
- 18. Характеристики провода АМКА, и его применение
  - 18.1. Характеристики провода
  - 18.2. Объекты применения
  - 18.3. Расстояния от провода АМКА до окружающих объектов
  - 18.4. Расстояния от провода АМКА до других проводов
    - 18.4.1. Расстояние до других проводов согласно «ВИМ А4-93»
    - 18.4.2. Расстояние до других проводов согласно SFS 6003
- 19. Монтаж провода АМКА
  - 19.1. Общая информация
  - 19.2. Примеры монтажа
    - 19.2.1. Промежуточная опора на прямом участке линии
    - 19.2.2. Угловая опора на внутренней стороне угла
    - 19.2.3. Угловая опора на внешней стороне угла
    - 19.2.4. Концевая опора, опора с оттяжками
    - 19.2.5. Крепление провода к стене здания с помощью крюка
    - 19.2.6. Ответвительная опора, два ответвления линии
  - 19.3. Место крепления оттяжки на проводе АМКА
  - 19.4. Монтажная арматура
  - 19.5. Раскатка провода ручным методом
  - 19.6. Механическая раскатка провода
  - 19.7. Натяжение провода
  - 19.8. Оконцовка провода
  - 19.9. Крепление провода
  - 19.10. Соединение провода АМКА
  - 19.11. Подсоединение и разветвление

- провода АМКА
- 19.11.1. Общая информация
- 19.11.2. Технология соединения
- 19.11.3. Примеры соединений
- 19.12. Маркировка провода АМКА
- 19.12.1. Общая информация
- 19.12.2. Маркировка провода АМКА 1 кВ
- 19.12.3. Маркировка провода АМКА 0,4 кВ
- 19.13. Подключение провода АМКА в действующую сеть
- 19.13.1. Соединение нового ответвительного провода АМКА с магистральным проводом АМКА в кольцевой сети
- 19.13.2. Соединение ответвительного провода АМКА с магистральным проводом АМКА радиальной сети
- 19.13.3. Соединение нового ответвительного провода АМКА с неизолированным проводом низкого напряжения
- 19.14. Выполнение работ на находящемся в эксплуатации проводе
- 19.15. Работы под напряжением на проводах АМКА
- 19.15.1. Общая информация
- 19.15.2. Предпосылки работы под напряжением
- 19.15.3. Серьезные неудобства
- 19.15.4. Квалификация и обучение
- 19.15.5. Письменная рабочая инструкция
- 19.15.6. Меры предосторожности и рабочие инструменты
- 19.15.7. Надзор за безопасностью
- 19.16. Документирование и контроль перед применением
- 19.16.1. Документирование
- 19.16.2. Контроль перед применением
- 20. Эксплуатация и характеристики линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными и защищенными изоляцией проводами
- 20.1. Объекты применения
- 20.2. Провода
- 20.3. Конструкции опор и арматура
- 20.3.1. Общая информация
- 20.3.2. Конструкции траверс
- 20.3.3. промежуточных опор
- 20.3.4. Установка оттяжек на опору с поддерживающей траверсой
- 20.3.5. Конструкции угловых траверс
- 20.3.6. Установка оттяжек на треугольные траверсы
- 20.3.7. Концевые траверсы
- 20.4. Монтажная арматура
- 20.4.1. Расстояние от неизолированного провода напряжением 20 кВ до окружающих объектов и других проводов
- 20.4.2. Расстояния в соответствии с «ВИМ А4-93»
- 20.4.3. Расстояния в соответствии с требованиями стандартов для воздушных линий электропередачи
- 21. Монтаж воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами
- 21.1. Раскатка проводов вручную
- 21.2. Механическая раскатка проводов
- 21.2.1. Тягачи
- 21.2.2. Раскатка провода с помощью мотальной машины
- 21.2.3. Рабочее заземление строящейся линии
- 21.3. Натяжение проводов
- 21.4. Оконцовка проводов
- 21.5. Вязка проводов
- 21.5.1. Правила и инструкции
- 21.5.2. Техника безопасности труда
- 21.5.3. Вязальная проволока
- 21.5.4. Крепление провода в боковой желоб с помощью вязки
- 21.5.5. Крепление провода в верхний желоб с помощью вязки
- 21.5.6. Предварительно напряжённая спиральная вязка
- 21.5.7. Вспомогательные средства для вязки провода
- 21.6. Соединение и ответвление провода
- 21.7. Подключение провода к находящейся в эксплуатации сети с отключением напряжения
- 21.8. Работы на линии, находящейся в эксплуатации
- 21.9. Работы под напряжением

21.9.1.	Общая информация	PAS
21.9.2.	Классы работ под напряжением	
21.9.3.	Безопасность при работах под напряжением	23.
21.9.4.	Разрешенные для выполнения работы под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами	23.1.
21.10.	Маркировка воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами	23.2.
21.10.1.	Общая информация	23.3.
21.10.2.	Плакат «Опасно для жизни» на опоре воздушной линии электропередачи	23.4.
21.10.3.	Лента на опоре 20 кВ, предупреждающая о совместном использовании опоры	23.5.
21.10.4.	Маркировка последовательности фаз в сети воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ	23.6.
21.10.5.	Предупредительная маркировка для пилотов вертолетов на опорах 20кВ	23.6.1.
21.10.6.	Маркировка места рабочего заземления	23.6.1.1.
21.11.	Документирование и контроль перед применением	23.6.1.2.
21.11.1.	Документирование	23.6.2.
21.11.2.	Контроль перед применением	23.6.2.1.
22.	Эксплуатация и характеристики воздушных линий электропередачи с защищенными изоляцией проводами	23.6.2.2.
22.1.	Общая информация	23.6.2.3.
22.2.	Провод PAS линии электропередачи	23.7.
22.2.1.	Общая информация	23.8.
22.2.2.	Конструкция провода	23.9.
22.3.	Требования и рекомендации к монтажу провода PAS	23.10.
22.3.1.	Общая информация	23.11.
22.3.2.	Расстояния от проводов PAS до окружающих объектов и других проводов	23.12.
22.3.3.	Монтажная арматура провода	23.12.1.
		23.12.2.
		23.12.3.
		23.13.
		23.14.
		24.
		24.1.
		24.2.
		24.2.1.
		24.2.2.
		24.3.
		24.4.
		24.5.

24.6.	Монтаж, оконцовка и соединение	воздушных линий
25.	Строительство воздушных линий электропередачи вблизи транспортной магистрали и зоны отдыха	электропередачи SFS-EN 50341-1
25.1.	Общая информация	25.4.3. Инструкция Морской администрации Финляндии 1369/00/200
25.2.	Воздушная линия электропередачи вблизи дороги и аналогичной ей иной транспортной магистрали	25.5. Воздушная линия электропередачи вблизи зоны отдыха
25.2.1.	Общая информация	26. Конструкции общих опор
25.2.2.	Требования к расстояниям воздушных линий электропередачи, расположенных вблизи дороги, в соответствии с правилами, инструкциями и стандартами	26.1. Общая информация
25.2.2.1.	Требования к расстояниям в соответствии с «VIM A4-93»	26.2. Конструкции общих опор в соответствии с «VIM A4-93»
25.2.2.2.	Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-1	26.2.1. Общая информация
25.2.2.3.	Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи низкого напряжения SFS 6003	26.2.2. Линия электропередачи высокого напряжения/ линия электропередачи высокого напряжения
25.2.2.4.	Требования к расстояниям в соответствии с инструкцией «Линии электропередачи и дороги общего пользования»	26.2.3. Линия электропередачи высокого напряжения / линия электропередачи низкого напряжения
25.3.	Воздушная линия электропередачи вблизи железной дороги	26.2.4. Линия высокого напряжения / телекоммуникационная линия (подвесной телекоммуникационный кабель)
25.3.1.	Требования к расстояниям в соответствии с «VIM A4-93»	26.2.5. Провод низкого напряжения / провод низкого напряжения
25.3.2.	Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-1	26.2.6. Провод ВЛ низкого напряжения / телекоммуникационный провод
25.4.	Сближение воздушной линии электропередачи с каналом или иным судоходным водным пространством	26.2.7. Совместное применение опор энергетическими и телекоммуникационными предприятиями
25.4.1.	Требования к расстояниям в соответствии с «VIM A4-93»	26.2.8. Совместное заземление электрической и телекоммуникационной сетей
25.4.2.	Требования к расстояниям в соответствии со стандартом	26.2.9. Инструкция по технике безопасности труда на общих опорах
		26.2.10. Провод сильного тока и механический провод
		26.3. Конструкции общих опор в соответствии со стандартами воздушных линий электропередачи
		26.3.1. Общая информация
		26.3.2. Инструкции для конструкций общих опор в соответствии со стандартом SFS-EN 50341

- 26.3.3 Конструкции общих опор в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи низкого напряжения SFS 6003
- 27. Линейные разъединители и разъединительные пункты
  - 27.1. Общая информация
  - 27.2. Места отключений в разъединительном пункте при проведении оперативных и ремонтных работ
  - 27.3. Сооружение мест разъединения
    - 27.3.1. Установка опор
    - 27.3.2. Монтаж разъединителя
  - 27.4. Примеры монтажа
    - 27.4.1. Разъединитель на одиночной опоре
    - 27.4.2. Разъединитель с центральным размыканием и проходящим проводом
    - 27.4.3. Разъединитель с центральным размыканием в ответвлении
  - 27.5. Монтаж рычажного привода разъединителя
  - 27.6. Заземление разъединения
    - 27.6.1. Общая информация
    - 27.6.2. Заземление управляемого вручную мачтового разъединителя
      - 27.6.2.1. Общая информация
      - 27.6.2.2. Заземление нового управляемого вручную мачтового разъединителя
      - 27.6.2.3. Заземление мачтового разъединителя на установленных опорах
  - 27.7. Разъединительные пункты с дистанционным управлением
    - 27.7.1. Общая информация
    - 27.7.2. Сооружение разъединительного пункта
    - 27.7.3. Заземление мачтового разъединительного пункта с дистанционным управлением
      - 27.7.3.1. Общая информация
      - 27.7.3.2. Заземление мачтового разъединительного пункта, если вспомогательное напряжение поступает с трансформатора собственных нужд
- 27.8. Монтаж электрода заземления
- 27.9. Маркировка мачтовых разъединительных пунктов
  - 27.9.1. Общая информация
  - 27.9.2. Маркировка разъединителей и мест разъединения
  - 27.9.3. Маркировка оборудования дистанционного управления для сети воздушных линий электропередачи
- 27.10. Документирование и контроль перед применением
  - 27.10.1. Документирование
  - 27.10.2. Контроль перед применением
- 28. Выполнение работ на старой линии электропередачи
  - 28.1. Общая информация
  - 28.2. Обновление опор
    - 28.2.1. Общая информация
    - 28.2.2. Обновление опор с применением методов работ, выполняемых под напряжением
      - 28.2.2.1. Установка опор с помощью изолированных ковриков
      - 28.2.2.2. Замена опор с помощью изолированных штанг
      - 28.2.2.3. Замена опор с помощью изолированной подъемной траверсы
  - 28.3. Установка опор вручную
    - 28.3.1. Глубина выемки котлована
    - 28.3.2. Выемка котлована под опору
    - 28.3.3. Установка опоры
    - 28.3.4. Засыпка котлована под опору
- 28.4. Воздушные линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированными проводами
  - 28.4.1. Объекты применения
  - 28.4.2. Расстояния до расположенных рядом объектов и других линий
  - 28.4.3. Установка оттяжек
  - 28.4.4. Монтажная арматура
  - 28.4.5. Опорные конструкции
  - 28.4.6. Ремонт воздушной линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированными проводами
  - 28.4.7. Замена проводов на линии низкого напряжения
  - 28.4.8. Подключение провода к сети

- воздушной линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированным проводом, находящейся в эксплуатации
- 28.5. Воздушные линии 20 кВ с неизолированными проводами
  - 28.5.1. Старые конструкции 20 кВ
  - 28.5.2. Замена проводов на 20 кВ
  - 28.5.3. Обновление конструкции вершины
- 28.6. Укрепление основания опор
- 28.7. Дополнительная пропитка опор
- 28.8. Демонтаж провода
  - 28.8.1. Общая информация
  - 28.8.2. Рабочие методы демонтажа
  - 28.8.3. План демонтажных работ
  - 28.8.4. Демонтаж провода АМКА
  - 28.8.5. Демонтаж неизолированного провода
  - 28.8.6. Удаление старых опор
  - 28.8.7. Удаление анкеров оттяжек
  - 28.9. Отчеты, составляемые по результатам демонтажа

# 1. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

## 1.1. Общая информация

Электроэнергия передается потребителям по воздушным и кабельным линиям электропередачи. При передаче большого количества электроэнергии на длинные расстояния в качестве линейного напряжения выгоднее использовать высокое напряжение. Для передачи высокого напряжения (110 - 400 кВ) используются, как правило, воздушные линии электропередачи. В Финляндии передача электроэнергии осуществляется по основной сети, состоящей из воздушных линий электропередачи напряжением 110, 220 и 400 кВ.

Распределительная электрическая сеть состоит в основном из воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ и 0,4 кВ. В сельской местности и в частях города с рассредоточенным населением используются низковольтные воздушные линии (0,4 кВ). В редконаселенных сельских регионах в воздушных линиях напряжением 1000 В применяются также провода АМКА.

Число воздушных линий электропередачи в распределительных сетях постоянно сокращается, вместо них все чаще используются подземные кабели. Но, несмотря на это, в количественном отношении воздушные линии все еще продолжают оставаться самым распространенным способом сооружения распределительных сетей, по крайней мере, в регионах с рассредоточенным населением. Согласно последним статистическим данным, полученным в 2002 году, воздушные линии электропередачи напряжением 0,4 – 1 кВ состояли из линий с неизолированными проводами протяженностью 10675 км и подвесных линий протяженностью 148676 км. В воздушных линиях электропередачи напряжением 1 – 70 кВ протяженностью линий с неизолированными проводами составляла 122057 км и подвесных линий - 392 км.

## 1.2. Пропускная способность и конструкции воздушных линий электропередачи

Выше представлены размерные соотношения, пропускная способность и эффективное расстояние передачи распространенных в Финляндии опор.



Рисунок 1. Воздушные линии электропередачи основной сети.

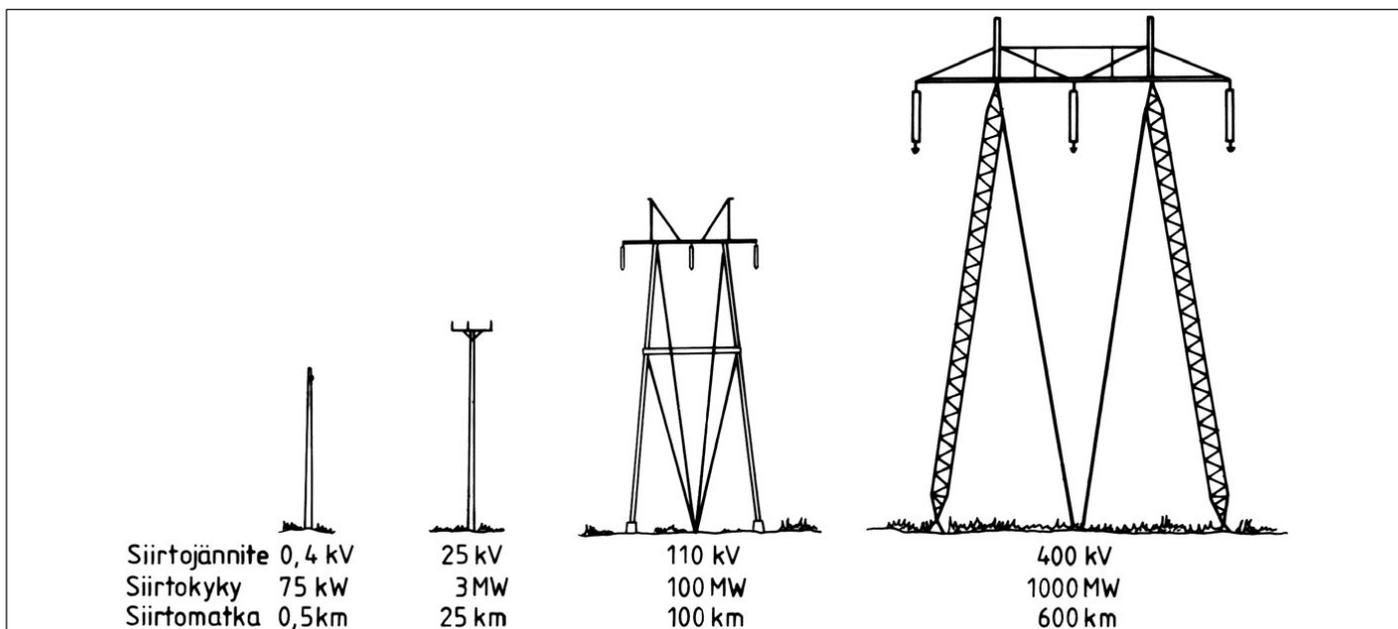


Рисунок 2. Пропускная способность влияет на конструкцию линий.

Чем выше напряжение, тем больше объемы передаваемой мощности при одном и том же токе и поперечном сечении провода. Однако, высокое напряжение повышает затраты на опоры – чем выше напряжение, тем выше должны быть опоры.

В процессе проектирования определяются поперечные сечения проводов с учетом пропускной способности, экономичности и безопасности.

### 1.3. Сравнение затрат: воздушная линия – подземный кабель

Примерно половину затрат, связанных с передачей и распределением электроэнергии, образуют техническое обслуживание и строительство сети. Поэтому верный выбор конструкций сети существенным образом воздействует на экономичность распределения и качество электроэнергии, а также на окружающую среду. Предприятия распределительных сетей взимают с потребителей электроэнергии в счет покрытия сетевых расходов платы за подключение и платы за передачу электроэнергии, поэтому выбор сетевых конструкций влияет также на стоимость электроэнергии.

Сравнение затрат на строительство воздушных и кабельных линий:

Затраты представлены в виде относительных показателей, где показатель затрат низковольтной воздушной линии 100 и показатель затрат высоковольтной воздушной линии 100 отражают затраты на строительство этих линий (не являются одинаковым денежным показателем).

Стоимость линий низковольтной сети практически одинакова, если сравнивать провод АМКА и подземный кабель АХМК, но оборудование кабельной сети, например, распределительные шкафы, повышает стоимость кабельной сети.

Нижний относительный показатель подземного кабеля отражает легкие условия прокладки, а верхний относительный показатель – сложные условия прокладки.

### 1.4. Проектирование воздушных линий электропередачи

Определение воздушной линии электропередачи

«Воздушная линия электропередачи – это общее название прикрепленных к опорам линий, находящихся на открытом воздухе. Наряду с непосредственным проводом (проводами) воздушная линия электропередачи состоит также из изоляторов и опор с возможными оттяжками, подпорками, траверсами, основаниями и пр. деталями.»

(А4-1993, «Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока» (ВИМ) 1.2.)

Трассы линий электропередачи вначале определяются на основании карт, на местности производятся необходимые исследования и измерения, наносятся разметки. Проектирование трасс линий электропередачи на местности делится на следующие этапы:

- получение от владельца земельного участка разрешения на исследование и строительство
- измерительные и разметочные работы в зоне прокладки линий
- составление карт зоны прокладки линий (только для напряжения 20 кВ и выше)
- вертикальная съемка, измерение продольного профиля (только для напряжения 20 кВ и выше).

При выборе трасс линий важнейшим вопросом сегодня является надежность технического обслуживания линий. Поэтому с целью предотвращения повреждения линий в результате сильного ветра и обеспечения удобства технического обслуживания воздушные линии электропередачи все чаще располагают вдоль дорог.

При полевом проектировании сегодня широко используется вычислительная техника. Результаты измерений зоны прокладки линий вносятся в компьютер и передаются прямо в систему строительного проектирования. При составлении карт обычно используются системы позиционирования GPS.

Таблица 1. Сравнение затрат на строительство воздушной и кабельной линий электропередачи.

Низковольтная линия электропередачи напряжением 0,4 кВ:	Показатель затрат при низком напряжении
Сеть воздушных линий электропередачи (АМКА)	100
Сеть кабельных линий электропередачи (АХМК)	100 – 200
Высоковольтная линия электропередачи напряжением 20 кВ:	Показатель затрат при высоком напряжении
Воздушная линия (провод «Raven»)	100
Воздушная линия с покрытым изоляцией проводом (провод «PAS»)	120 – 150
Подземный кабель (АНХАМК-W 3x70)	150 – 300

## 2. РАБОЧИЕ КАРТЫ – РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

### 2.1. Общая информация

При строительстве распределительной электрической сети рабочие карты и проектные чертежи нужны уже на этапе запроса предложения на выполнение работ от подрядной организации. Поэтому особое внимание следует обратить на четкость и ясность рабочих карт. Нужна автоматизированная система проектирования, информационные системы электросети или иные системы CAD которой подходят для нужд проектирования данной сети. Сегодня рабочие карты составляются в основном с помощью информационных систем электросети, которые осуществляют также расчет электротехнических данных распределительной сети. Такая система позволяет легко преобразовывать рабочие карты в электронную версию и избегать повторных дигитализаций. Рабочие карты и ведомости объемов работ составляются одновременно. Применение стандартных конструкций упрощает составление ведомостей объемов работ.

Рабочие карты могут составляться вручную. В таком случае должны также соблюдаться общие принципы составления чертежей и символы. Детальная информация о рабочих картах представлена в «Рекомендациях для электросети RU-B2-1:05».

В данной главе рабочие карты рассматриваются в основном в связи с воздушными линиями электропередачи.

### 2.2. Названия рабочих чертежей

#### 2.2.1. Карта

Основанием для составления картографических планов сети служат карты, составленные Департаментом геодезии и муниципалитетами. В этом случае размер листа и масштаб картографического плана сети определяются на основании топографических карт. Плотность электрической сети, которая обычно зависит от плотности населения, устанавливает свои требования к масштабу, так, например, плотная сеть требует довольно большого масштаба.

Масштабы карт регионов с рассредоточенным расселением и плотно населенных пунктов различаются. Наряду с картографическим планом сети нужна также общая карта местности.

#### 2.2.2. Картографический план сети

На картографическом плане сети указаны высоковольтная сеть сетевого предприятия с подключенными к ней трансформаторными подстанциями, низковольтная сеть и возможная сеть наружного освещения.

С целью обеспечения ясности и удобства применения картографических планов для высоковольтных и низковольтных сетей, а также сетей наружного освещения желательно составлять отдельные планы.

Примерами картографических планов сети, составленных с учетом необходимого масштаба, являются:

- картографический план региональной сети (30 – 110 кВ)
- картографический план высоковольтной сети (10 – 20 кВ)
- картографический план низковольтной сети (0,4 – 1,0 кВ)
- картографический план сети связи (дистанционное управление и дистанционное считывание показателей счетчиков оператором сети)
- картографический план наружного освещения (наружное освещение; дорожное и уличное освещение)

Стандартизированные условные обозначения картографических планов сети представлены в стандартах SFS 2046...2060. (Рекомендациях для электросети YA 3:93). Наряду со стандартизированными обозначениями сетевые предприятия используют в схемах электрической сети свои обозначения.

## VERKKOKARTTOJEN YHTEISET PIIRROSMERKIT

### Haja- ja taajama-alueet

Приложение 1

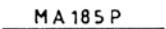
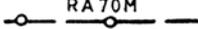
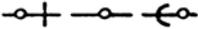
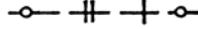
Merkitys	Karttamerkki	Koko	Viivan vahvuus	Tekstin korkeus	
Jakelumuuntamo + tunnus	 23	7 φ	0,7	3	
Kuluttajan muuntamo + tunnus	 1001	7 φ	0,7	3	Muuntamot voidaan erottaa sovitulla numerosarjalla
Maakaapeli merkintöineen	 MA 185 P		0,50	2	
Kaapelijatko			0,50		
Kaapelin pää maassa			0,50		
Kaapelin pää pylväässä			0,50		
Pylväs			0,35		
Ilmajohto poikki-pintamer- kintöineen	 RA 70 M		0,50	2	
Johdonerotin ja kuormanerotin			0,50		
Johdonerotin ja avoin jako- raja			0,50		
Ylijännitesuoja maadoitukseksi- neen			0,35		
Maadoitus			0,35		

Рисунок 3. Условные обозначения картографического плана сети (YA 3:93 Приложение 1).





На картографическом плане сети, составленном для отдельного участка преобразуемой сети, может быть представлена информация, необходимая для соблюдения условий тока короткого замыкания.

Информация по преобразуемой сети вносится сетевым предприятием в информационную систему электросети компьютера или в отдельный перечень. Эта информация используется вместо плана преобразуемой сети или дополнительно к нему

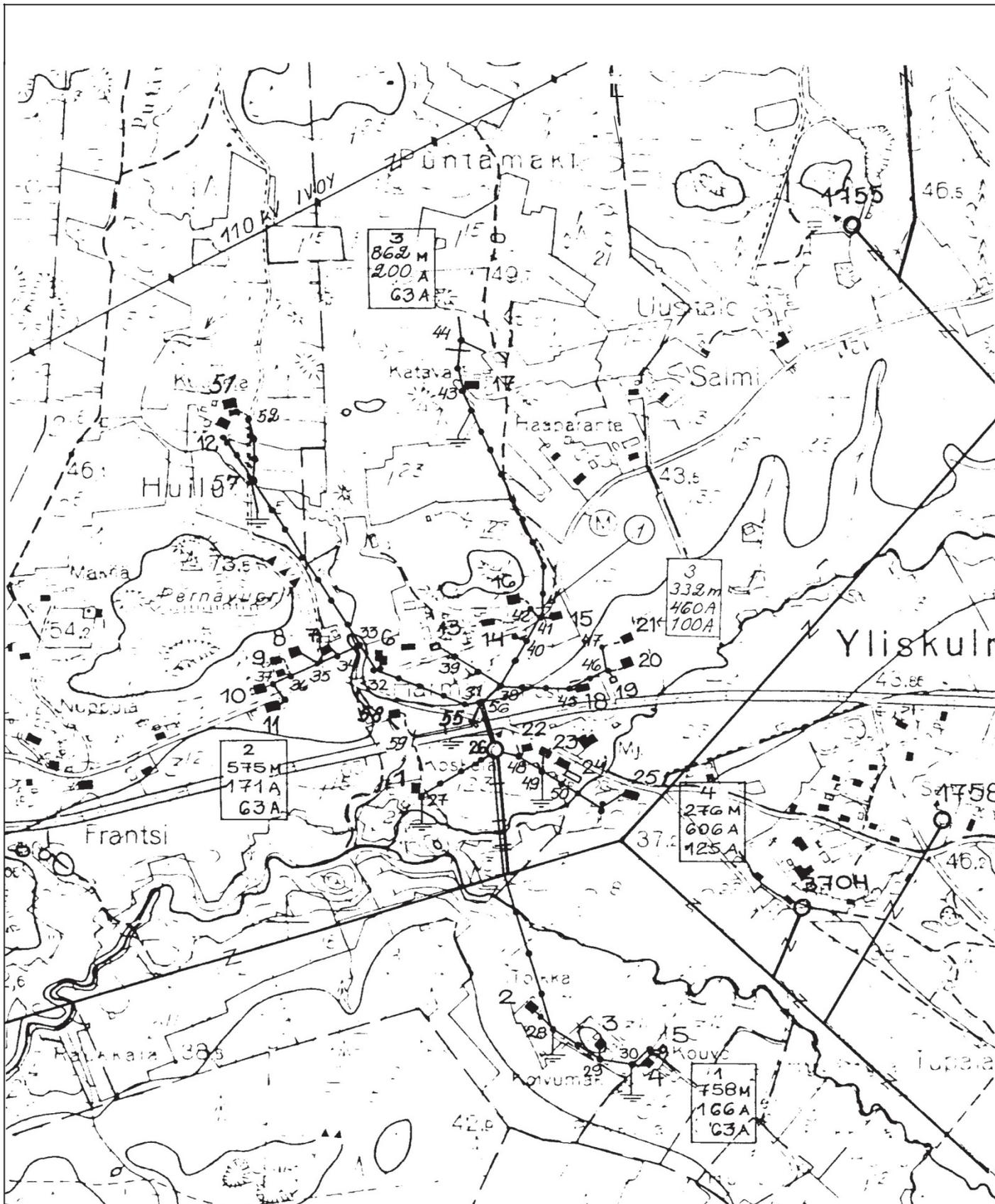


Рисунок 6. Пример старого плана преобразуемой сети.

### 2.2.3. Схема расположения линий электропередачи

На схеме расположения линий электропередачи представлено, например, место расположения подземного кабеля. Данные схемы составляются с применением тахеометра или точного устройства GPS.

### 2.2.4. Рабочие чертежи

Рабочая карта и ее различные части образуют рабочий чертеж, соответствующий электротехническому чертежу строительных работ, на основании которого осуществляется строительство электрической сети.

Для строительства электрической сети могут потребоваться также:

- главная электрическая схема, напр., главная схема электрической подстанции или трансформаторной подстанции напряжением 110/20 кВ
- схемы переключений
- схемы заземлений, напр., схема заземления трансформаторной подстанции
- чертежи электропроводки вспомогательных цепей
- сборочные чертежи приборов
- строительные чертежи
- чертежи конструкций

## 2.3. Чертежи рабочего объекта

### 2.3.1. Карта подъезда

Географическая карта, например, дорожная карта или адресная карта, на которой указано место расположения строящейся электрической сети.

Карта подъезда прилагается к каждому запросу на предложение строительного подряда сети и в дальнейшем является неотъемлемой частью пакета рабочих чертежей.

### 2.3.2. Общая карта рабочего объекта

Общая карта рабочего объекта составляется для крупного объекта. Максимальный размер общей карты - А 3.

На общей карте указываются:

- участки различных рабочих карт
- номера рабочих карт
- трассы сетей, в особенности, если они расположены на участках нескольких рабочих карт

Общая карта, может состоять из комплекта рабочих карт уменьшенного размера, отражающих весь объем работ. Подробности указаны в рабочих картах. Проектировщик отражает на общей карте несколько проектов, и на основании общей карты осуществляется распечатка разных рабочих карт с обеспечением надлежащего наложения их границ. Нумерация рабочих карт и рабочих точек способствует поиску нужного места производимых работ.

### 2.3.3. Рабочая карта

Рабочая карта – это нанесенное на географическую топографическую карту изображение строящейся или изменяемой электрической сети.

На рабочей карте детально отражается строящаяся или изменяемая сеть с применением общепринятых условных обозначений, символов и способов указания конструкций.



Рисунок 7. Пример карты подъезда (RU B2-1:05 Рисунок 3а).

Стандартные конструкции и их обозначения используются в максимальном объеме, конструкции могут указываться также иными общепринятыми способами.

На рабочую карту наносится также существующая сеть и четко указывается строящаяся или изменяемая сеть. По отдельным сетям обычно составляются отдельные рабочие карты.

К широко распространенным рабочим картам относятся:

- рабочая карта высоковольтной сети
- рабочая карта низковольтной сети
- схема профиля линии может также применяться в качестве рабочей карты
- схема траншей для прокладки подземных кабелей, на которой точно указаны места кабельных траншей
- рабочая карта сети заземления и электродов заземления
- рабочая карта сети связи
- рабочая карта наружного освещения
- рабочая карта демонтажных работ
- а также различные комбинации указанных выше карт.

На рабочей карте четко указано, что строится, демонтируется, изменяется и как строительный объект подключается к существующей сети.

На рабочей карте должна быть отражена, по крайней мере, следующая информация:

- существующие, строящиеся, демонтируемые и изменяемые линии
- номера рабочих точек; рабочей точкой может быть опора, кабельный распределительный шкаф, соединительная муфта или иной аналогичный объект, на котором выполняются работы по строительству сети и в отношении которого в ведомости объемов работ отражены материалы и рабочие операции
- символ или символы конструкции; по возможности используются стандартные конструкции
- расстояния между опорами, которые могут быть указаны в виде перечня
- длина подземных кабелей отдельно по каждому кабелю; строитель добавляет возможный припуск на обработку
- длина электродов заземления, число углубленных заземлений и глубина их установки
- информация о подключившихся потребителях; при необходимости также информация о клиентах, например, для рассылки сообщений о сбоях в электроснабжении
- измеряемое значение тока короткого замыкания в последней точке каждого ответвления от электрической сети, в которой монтажник электросети производит измерения значения тока короткого замыкания при пусконаладочном контроле.

## 2.4. Составление рабочей карты

### 2.4.1. Топографическая карта для составления рабочей карты

Топографическую карту для составления рабочей карты можно обычно получить в информационной системе электросети, в которой хранится атлас распределительного участка. Топографическая карта должна быть как можно более новой, к ней должны прилагаться утвержденные проекты застройки территории и/или проект ее детальной планировки.

Муниципалитеты имеют обычно электронные версии топографических карт, что позволяет получить соответствующие действительной ситуации карты.

Топографические карты обычно предлагаются в черно-белом исполнении или же их можно изменить в четно-белую версию, которая лучше подходит в качестве основы для рабочей карты.

### 2.4.2. Масштаб рабочей карты

Для рабочих карт кабельных сетей используются следующие масштабы: 1:500, 1:1000 и 1:2000.

Для рабочих карт воздушных электрических сетей используются следующие масштабы: 1:2000, 1:2500, 1:5000 и 1:10000.

Рабочая карта должна уместиться на листе форматом А4 или А3.

### 2.4.3. Способы нанесения изображений на рабочие карты

#### 2.4.3.1. Способы изображения линий электропередачи

Существующая линия электропередачи или конструкция, не являющаяся объектом работ, наносится тонкой сплошной линией. Нормативная толщина линии - 0,3 мм. Символы существующей конструкции также наносятся тонкой линией. Толщина линий топографической карты должна составлять примерно 0,10 – 0,15 мм, что позволяет четко выделить существующую электрическую сеть на фоне черно-белой топографической карты.

1,0 mm	—————	<b>Ilmajohito uusi</b>
0,3 mm	—————	<b>Ilmajohito nykyinen</b>
1,0 mm	-----	<b>Maakaapeli uusi</b>
0,3 mm	-----	<b>Maakaapeli nykyinen</b>
1,0 mm	—————	<b>Maakaapeli kaup. uusi</b>
0,3 mm	—————	<b>Maakaapeli kaup. nykyinen</b>
1,0 mm	.....	<b>Purettava johito</b>
0,3 mm	— X — X — X — X	<b>Purettava johito tai rakenne</b>
1,0 mm	—————	<b>Maadoitus uusi</b>
0,3 mm	-----	<b>Maadoitus nykyinen</b>

Рисунок 8. Способы нанесения изображений на рабочую карту (Ru-B2-1:05 пункт 4.)

Воздушная линия электропередачи наносится сплошной линией. Толщина линии новой сети составляет 1,0 мм, в силу чего она четко различается от линии существующей сети, толщина линии которой - 0,3 мм. Воздушная линия электропередачи всегда установлена между опорами, что отличает его от других сплошной линией нанесенных типов линий.

Подземный кабель наносится прерывистой линией, в которой одна сплошная черточка равна трем единицам длины и прерывистая черточка – одной единице длины. Нанесенный таким образом подземный кабель можно сравнительно легко распознать в большом количестве кабельных проводов.

В крупных населенных пунктах с множеством подземных кабелей для обозначения кабелей используется обычно сплошная линия.

(Внимание! Не все информационные системы электросетей придерживаются указанного выше принципа изображения.)

#### 2.4.3.2. Изображение кабельных трубопроводов

При прокладке труб и кабелей на муниципальных транспортных магистралях и других территориях общего пользования должны соблюдаться требования инструкции «Работы по прокладке кабельных траншей 1999», составленной Ассоциацией муниципалитетов Финляндии.

Схема прокладки трубопроводов составляется обычно в программе CAD, и в качестве исходной карты используется план уличных сетей. На схеме прокладки трубопроводов указаны места расположения труб. На трубы с помощью указательных стрелок наносятся номера необходимых изображений поперечных сечений.

Управление шоссейных и железных дорог имеет свои инструкции по представлению и размещению кабельных трубопроводов.

#### 2.4.3.3. Демонтируемая линия или демонтируемый элемент сети

Демонтируемая линия указывается пунктирной линией или крестиком, перечеркивающим существующую линию. Крестиком пользуются, например, при составлении чертежа от руки.

Демонтаж опор, трансформаторных подстанций, распределительных шкафов и пр. конструкций указывается крестиком. При необходимости добавляется поясняющий текст. С помощью квадратных скобок и текста можно обозначать также часть линии электропровода.

#### 2.4.3.4. Изменения в сети

Новая часть сети наносится сплошной линией. При необходимости изменяемая часть сети указывается стрелкой и текстом, поясняющим содержание работ по внесению изменений.

При замене провода демонтируемый провод можно указать жирной пунктирной линией, а новый – жирной сплошной линией. Такие обозначения способствуют удобству работ по внесению изменений.

#### 2.4.3.5. Замена опоры

Заменяемая опора наносится в виде новой опоры с буквенным обозначением «V». «V» означает замену. Например, если к символу новой опоры добавлен текст: «10. 211V», то его следует понимать следующим образом: рабочая точка 10; класс новой опоры 2; длина опоры 11 м; старую опору удалить.

#### 2.4.3.6. Обозначения типов линий

Для обозначения типов линий используются условные обозначения, указанные в «Рекомендациях для электросети YA 6:04». В случае отсутствия в рекомендациях условного обозначения линии используется маркировка, указанная в каталоге изготовителя.

Если основанием для составления рабочей карты служит картографический план сети, то на него уже нанесены существующие линии и идентификационные сведения типов линий.

#### 2.4.3.7. Обозначения питающих линий

При необходимости питающая линия отделяется от распределительной сети согласно сетевому символу короткой поперечной черточкой. На стороне потребителя рядом с поперечной черточкой дополнительно указывается буквенный символ «L». Данным символом желательно пользоваться, т.к. он указывает также границу обслуживания электросети.

#### 2.4.3.8. Нанесение сети связи

Сеть связи, используемая оператором электросети для дистанционного управления и надзора, указывается в отдельной схеме сети связи.

В качестве условных обозначений кабельных или воздушных линий сети связи используются соответствующие производственному стандарту обозначения.

#### 2.4.3.9. Заземление и системы заземления

Новые электроды и заземляющие провода наносятся на рабочую карту жирной пунктирной линией, а заземления существующей сети – тонкой пунктирной линией.

На рабочей карте указывается длина устанавливаемого горизонтального электрода заземления, место и глубина погружения электрода заземления.

#### 2.4.3.10. Нанесение посторонних линий

Посторонние линии указываются на рабочей карте только в том случае, если они подлежат обработке или воздействуют на выполнение запланированных работ.

Для нанесения посторонних линий, например, абонентских электрических кабелей или телевизионных и антенных кабелей телекомпаний используются тонкая, напр., 0,25 мм прерывистая линия и различные ссылки

#### 2.4.4. Обозначения рабочей точки

##### 2.4.4.1. Цифровые обозначения рабочей точки

Цифра рабочей точки наносится в виде хорошо заметного порядкового номера 1, 2, 3 и т.д. В настоящем тексте предполагается, что рабочие карты составлены для каждой сети отдельно. Если на рабочей карте представлено несколько сетей, то при необходимости в ведомость объемов работ или перечень материалов с целью определения уровня напряжения дополнительно вносятся буквенные обозначения ВН (высокое напряжение), НН (низкое напряжение), НО (наружное освещение) и т.д.

Точное описание материалов рабочей точки указывается в ведомости объемов работ, которая составляется для каждого проекта отдельно. Используются общеизвестные стандартные конструкции или конструкции указываются в приложении к общему описанию работ или в составленном для отдельной работы техническом задании.

Целью цифровых обозначений рабочей точки является обеспечение производства механических работ на основании рабочей карты.

Цифровые обозначения рабочих точек способствует также верному распределению и монтажу материалов. В местах понижения напряжения указываются номера тех рабочих точек, материалы которых доставляются в данные места

##### 2.4.4.2. Обозначения рабочих точек при монтаже воздушных линий электропередач

Обозначения на опорах:

- класс и длина опоры с кодами «Рекомендаций для электросети», например:
  - o одностоечная опора 312 и двухстоечная опора 2x211
  - o А-образная опора, напр., А313+212. Опоры 212 используют в качестве анкеров 2 шт. 6 м
  - o подпорка Т211, шарнирная подпорка
  - o удлиненная опора, напр., 2x312+210, опора флагштока
- существующая опора указывается при необходимости буквой «N». Данным обозначением следует пользоваться на границе новой и существующей сетей
- для обозначения конструкции опоры используется код стандартной конструкции
- код конструкции траверсы, напр., Т-110 (уровень 110), Т-125 (уровень 125), РО-1 (крайняя траверса 1)
- расстояние оттяжки от опоры указывается символом меры расстояния «b». Напр., расположенный рядом с символом знак 7 м указывает на расстояние оттяжки от опоры. Символ характеризует прочность троса оттяжки. Вместо меры расстояния можно воспользоваться значением наклона оттяжки
- угол линии указывается в виде значения степени рядом с угловой опорой. Обозначение угла используется в случаях, когда пикетажная разметка плохо заметна на местности.

## Työkartan piirrosmerkit: PYLVÄÄT

uusi, kynä 0.6



### I-puupylväs

Suopylväs merkitään laittamalla symbolin viereen S-kirjain ja kallioympyläs merkitään laittamalla symbolin viereen K-kirjain. Symbolin halkaisija 3 mm / 1:3000

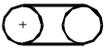


### Metallipylväs

halkaisija 3 mm / 1:2000



**Ulkovalaistus:** puupylväs  
halkaisija 3 mm / 1:2000



### A-pylväs / T-pylväs

A- ja tukipylväs merkitään laittamalla A- tai T-kirjain pylvästunnuksen (luokka-pituus) eteen esim. A311. Halkaisija 3 mm / 1:3000, ympyröiden väli 0,5 x halkaisija

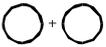


**Vahvistettu A-pylvään tuki**  
halkaisija 3 mm / 1:3000  
ympyröiden väli 0,5 x halkaisija



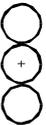
### Kaksos I-pylväs

halkaisija 3 mm / 1:3000



### ≡-puupylväs

halkaisija 3 mm / 1:3000, ympyröiden väli 0,5 x halkaisija



**Lipputankopylväs (jatkeittu pylväs)**  
ympyröiden halkaisija 3 mm / 1:3000

## Työkartan piirrosmerkit: HARUKSET, MAADOITUKSET

### HARUKSET



b 10 m

#### Harus, HL43

Etäisyys b ilmoitetaan tarvittaessa  
Harusköysi 7 mm, laatta 0,5 x köysi / 1:3000



#### Harus, HL60

Etäisyys b ilmoitetaan tarvittaessa  
Harusköysi 7 mm, laatta 0,5 x köysi / 1:3000



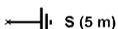
#### Harus kalliosilmulla

Harusköysi 7 mm,  
kalliosilmun halkaisija 1,5 mm / 1:3000

### MAADOITUKSET



**Maadoitus, yleismerkki**  
l = 6 mm / 1:3000 ja 1:1000



S (5 m)

**Syvämaadoitus, upotussyvyys 5 m**  
l = 6 mm / 1:3000 ja 1:1000



200 m

**Vaakamaadoitus,**  
pituus ilmoitetaan tarvittaessa



### Potentiaalin ohjaus

Pylväserotinasemat yms. Koko kohteen mukaan



### Suojamaadoituskohtio, esim

muuntajan yhteydessä  
Suojamaadoitus, yleismerkki

## Työkartan piirrosmerkit: MUUNTAMOT

### PYLVÄSMUUNTAMOT



**1-pylväsmuuntamo,** halkaisija 10 mm  
Pylvään halkaisija 3 mm, viiva 0,3 mm / 1:3000



**II-pylväsmuuntamo,** kierrettävä  
halkaisija 10 mm / 1:3000



**4-pylväsmuuntamo,** kierrettävä  
halkaisija 10 mm / 1:3000

Рисунок 9. Условные обозначения рабочей карты сети воздушной линии электропередачи (RU-B2-1:05 1-3).

### 2.4.4.3. Обозначения рабочих точек при монтаже кабелей

При монтаже кабелей используются следующие обозначения:

- для маркировки кабеля используется указанный в YA 6:04 код типа линии. Длина кабеля наносится на каждый устанавливаемый кабель. Длина указывается с учетом припуска на соединения на обоих концах кабеля. Так, например, должны быть учтены припуски для опор и подъема в распределительный шкаф или низковольтный щит трансформаторной станции. Подрядчик добавляет припуски на соединения и возможные удлинения
- длина кабельной траншеи указывается в ведомости объема работ. Она должна быть нанесена также на рабочую карту
- на соединительной муфте указывается код поставщика или код стандартной конструкции. Информация о соединительной муфте может быть указана также в коде рабочей точки, тогда она будет отражена и в ведомости объема работ
- на кабельный распределительный шкаф и его основание наносится маркировка изготовителя или код стандартной конструкции
- на трансформаторную подстанцию наносится маркировка изготовителя
- в тексте ссылки указывается информация, напр., об отдельном чертеже или инструкции по конструктивному решению, связанная с рабочей точкой
- расположенные в грунте трубопроводы указываются, напр., 2xMP110B.

### 2.4.5. Составление рабочих карт вручную

Представленные выше инструкции предусмотрены для составления рабочих карт с помощью электронных систем проектирования. При составлении проектов вручную невозможно в полной мере воспользоваться толщиной линий или символами для отражения выполняемых работ.

При составлении рабочих схем вручную необходимо соблюдать следующие принципы:

- условные обозначения должны максимально походить на символы
- условные обозначения должны выделяться на фоне исходной карты
- в качестве карты-основы используется обычно черно-белая топографическая карта, выполненная в светлых тонах
- цветной карандаш используется при необходимости с соблюдением цветов электронной версии проекта
- допускается также использование цветов технического задания в случае:
  - o нового провода – красная линия
  - o демонтируемого провода – синяя линия или крест на существующем проводе
  - o демонтируемой опоры или иной конструкции – крест на обозначении существующей конструкции
  - o существующего провода – черная тонкая линия
  - o замены провода – зеленая линия
- если рабочие карты составляются или копируются в черно-белом исполнении, то с целью лучшей наглядности обозначений на чертежах, предусмотренных для строительного участка, их можно акцентировать цветным фломастером
- рабочие карты составляются отдельно по уровням напряжения.
- Высоковольтные и низковольтные линии небольших объектов допускается наносить на одну рабочую карту
- для масштабных работ должны составляться отдельные монтажные карты.

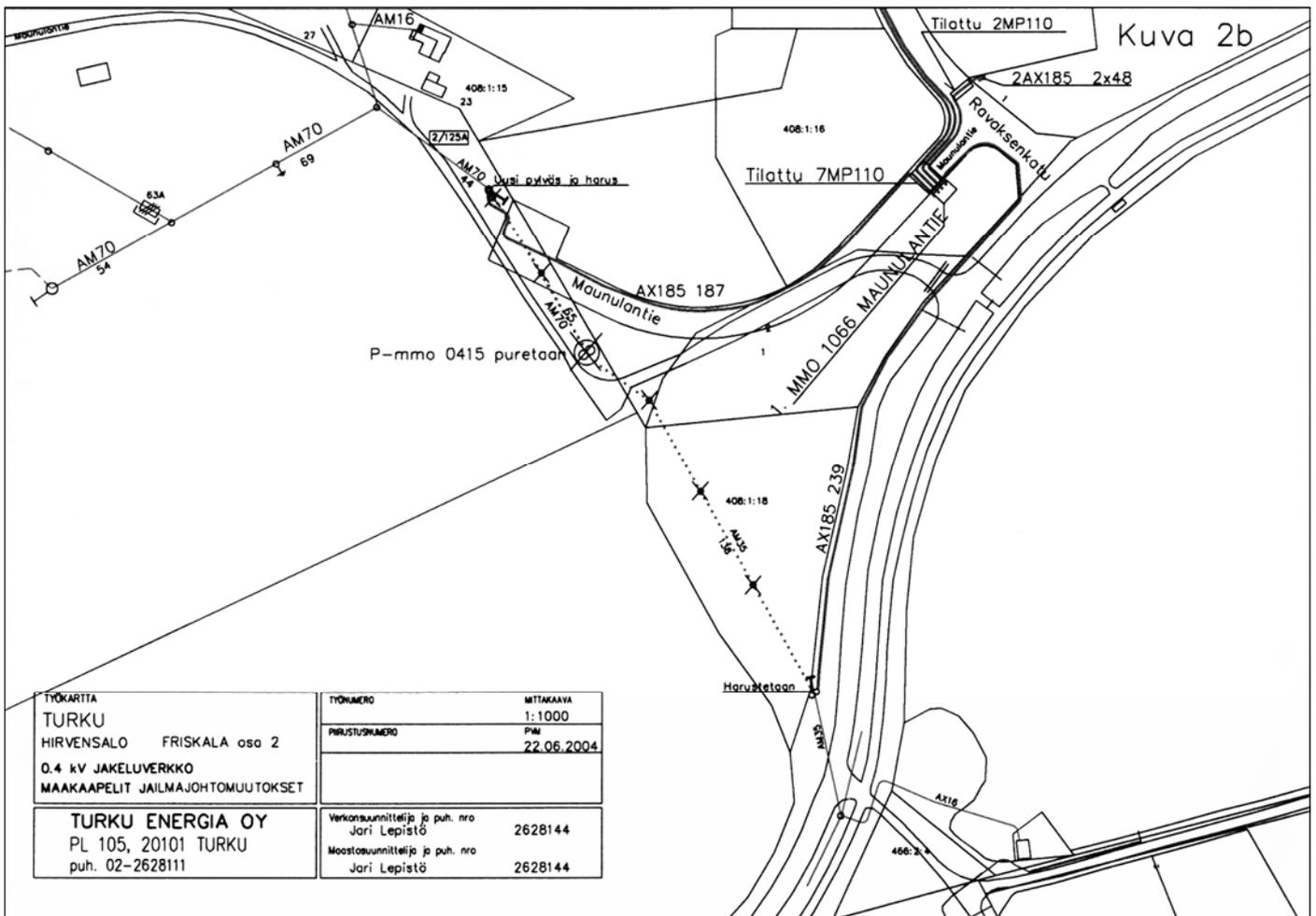


Рисунок 10. Пример рабочей карты (RU B2-1:05 Рисунок 2b).



# 3. РАСЧЕТ СЕТЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## 3.1. Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи и стандарты воздушных линий электропередачи

### Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи

До настоящего момента строительство воздушных линий электропередачи осуществлялось на основании издания Электротехнической инспекции «Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока» («Vahvavirtailinjohtomääräykset», сокращенно «VIM») A4 1993, VIM A4-93.

Срок действия данного издания истекает 31.12.2010, после чего строительство всех воздушных линий должно осуществляться на основании новых стандартов воздушных линий электропередачи.

### Стандарты воздушных линий электропередачи

В действие вводятся четыре стандарта воздушных линий электропередачи

1. SFS-EN 50341-1, воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением выше 45 кВ. Часть 1: Общие требования. Общие определения. Примерно 400 страниц. В данной книге он называется «Стандарт высокого напряжения».
2. SFS-EN 50423-1, воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением выше 1 кВ и до 45 кВ. Часть 1: Общие требования. Общие определения. 55 страниц. В данной книге он называется «Стандарт среднего напряжения».
3. SFS-EN 50341-3-7, воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением выше 45 кВ. Часть 3 -7: Национальные требования. В данной книге он называется «Национальные требования».
4. SFS 6003, воздушные линии электропередачи низкого напряжения. 5 страниц, только по-фински. В отличие от указанных выше стандартов, он не является стандартом «Cenelec», а их финским дополнением. В данной книге он называется «Стандарт низкого напряжения» и сокращенно SFS 6003.

Стандарты воздушных линий электропередачи объединены в справочник SFS 601, предусмотренный для специалистов-электриков.

В разных главах настоящей книги рассматриваются как «Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока» (VIM A4-93), так и положения стандартов воздушных линий электропередачи.

## 3.2. Расчет конструкций воздушных линий электропередачи

Расчет конструкций воздушных линий электропередачи состоит из двух частей:

1. Расчет расстояний
  - a. расстояния между проводами
  - b. расстояния до грунта, зданий, транспортных магистралей, других линий и пр.
2. Расчет прочности

- a. опорные конструкции: опоры, оттяжки и пр.
- b. арматура: траверсы, изоляторы и пр.

## 3.3. Требования к расчетам прочности

### 3.3.1. Основы расчета прочности в соответствии с требованиями «VIM A4-93»

«VIM A4-93» устанавливает к проводам и конструкциям требования, которым они должны соответствовать в зависимости от погодных и других условий.

#### VIM A4-93:

##### «2.1.1. Погодные условия

Нулевая температура:  
температура 0 °C, без ветра

Температура при монтаже:  
температура -20 °C, без ветра

Высокая температура:  
температура обесточенного провода и его части +40 °C, температура провода под напряжением +70 °C. Если на рабочий проводник не направлено нагрузки тока, приводящей к продолжительному и повторному превышению +50 °C, за основу расчета может приниматься +50 °C.

Температура обесточенного провода +40 °C соответствует в среднем температуре воздуха +30 °C и интенсивности солнечного света 1 кВт/м<sup>2</sup> при скорости ветра 0,6 м/сек (может приниматься за минимальную скорость ветра).

Мороз:  
температура -40°C, без ветра

Säätiloissa on määräävä riippuman suhteen helle ja johdinjännityksen suhteen pakkanen.

#### VIM A4-93:

##### «2.1.2. Внешние нагрузки на провод

Ветровая нагрузка:  
температура провода -20°C, на линию с неизолированными или защищенными изоляцией проводами или линию с самонесущими изолированными проводами воздействует направленное перпендикулярно по отношению к проводу давление ветра  $p_t = 250 \text{ Н/м}^2$ . (Обозначением соответствующей силы, направленной на меру длины, является  $g_t$ .)

Если расстояние провода до поверхности земли составляет более 30 м, нужно учитывать указанные в пункте 2.3.4 коэффициенты ветровой нагрузки.

Гололедная нагрузка:

температура провода 0°C, на провода воздействует обусловленная гололедом или снегом вертикальная нагрузка, за минимальный показатель которой принимаются нагрузки, направленные на единицу длины ( $g_j$ ), и в зависимости от диаметра провода (составляющего провода расщепленной фазы) они могут быть следующими (рисунок 2.1-1):»

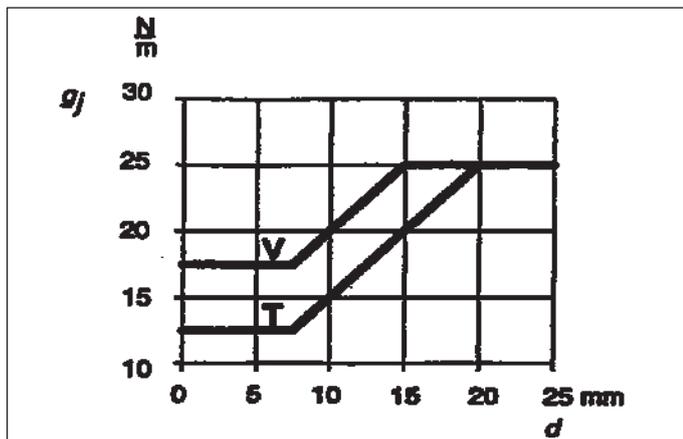


Рисунок 12. Гололедные нагрузки на стандартный провод (Т) и усиленный провод (V) («VIM», Рисунок 2.1-1.).

При расчетах внешних нагрузок, действующих на провод, как правило, определяется гололедная нагрузка. На расчеты опор прямого участка линии воздействует обычно ветровая нагрузка.

### 3.3.2. Расчет прочности в соответствии со стандартами воздушных линий электропередачи

SFS-EN 50341-1:

#### 3.2.1 Основные требования

Проектирование, строительство и обслуживание воздушной линии электропередачи осуществляется с учетом безопасности людей, сохранности, аварийной стойкости, ремонтпригодности, экологических факторов и внешнего вида линии.

Соблюдению указанных выше требований способствует выбор соответствующих материалов, надлежащая общая и детальная планировка, а также определение подходящих для каждого проекта методов контроля проектирования, производства, строительства и эксплуатации.

Таблица 2. SFS-EN 50341-1 Таблица 3.1- Уровни эксплуатационной надежности

Уровень эксплуатационной надежности	Повторяемость климатических нагрузок V
1	50
2	100
3	500

Таблица 3. SFS-EN 423-3 Fl. 1 Выбор уровней эксплуатационной надежности. Три уровня надежности используются следующим образом.

1 уровень	≤ 45 кВ	стандартные линии	
	>45 кВ	временные или менее существенные линии	
2 уровень	≤ 45 кВ	специальные линии	
	>45 кВ	специальные линии	
3 уровень	Все уровни напряжения		особо важные линии

Таблица 4. Упрощенные типы местности в соответствии с таблицей 4.2.1.

Тип местности	Характеристика местности
I	Открытый морской участок
II	Поле (основной тип стандарта)
III	Лес (также пригород или промышленная зона)
IV	Жилая зона (высокие здания в объеме не менее 15%)
V	Горный массив и иная пересечённая местность

Выбранные, исходя из типичных нагрузок, расчетные стандарты должны быть достаточно жесткими и многосторонними, учитывающими все возможные условия, возникновение которых согласно принципу разумности можно ожидать в течение строительства и запланированного срока службы воздушной линии электропередачи.»

### 3.2.2 Эксплуатационная надежность воздушных линий электропередачи

«Требование эксплуатационной надежности, устанавливаемое к воздушным линиям электропередачи, их любым компонентам и деталям, обеспечивается за счет соответствующего настоящему стандарту проектирования и выполнения надлежащих мер по обеспечению качества.»

Воздушные линии распределительной сети соответствуют обычно 1 уровню.

С целью определения ветровой нагрузки, характерной для местности, на которой сооружена линия, местность классифицируется на несколько типов. Типы местности показывают коэффициент ветра, который используется для определения максимального возможного ветрового давления, оказываемого на объект.

Типы местности определены в стандарте SFS-EN 50341-1 и указаны в таблице 4.2.1.

Основная скорость ветра в материковой части Финляндии составляет 21 м/сек и на море - 25 м/сек.

Данная скорость используется в типе местности II при расчете соответствующего стандарту давления ветра для различных типов местности. В расчетах учитываются также коэффициент порывов ветра и коэффициент пролета.

### 3.4. Теоретический контроль

#### 3.4.1. Различные виды напряжений

##### Напряжение при растяжении

Напряжение при растяжении встречается в проводах, оттяжках и других аналогичных конструкциях.

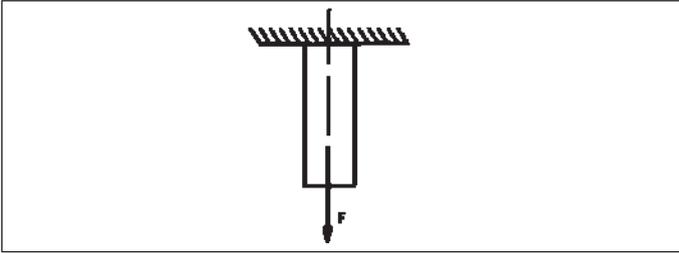


Рисунок 13. Принципиальная схема напряжения при растяжении.

Если на тяговый стержень с прямой осью действует направленная вдоль оси сила  $F$ , то под ее воздействием в поперечном сечении возникает растягивающее напряжение, направленное к оси стержня ( $\delta_v$ ), равномерное в любой точке поперечной поверхности.

Обозначим участок поперечной поверхности буквой  $A$  и получим следующую формулу напряжения при растяжении:

$$\delta_v = F/A$$

Единица напряжения при растяжении - Н/мм<sup>2</sup>.

##### Пример 1

Какое напряжение при растяжении возникает в 25 мм<sup>2</sup> тросе оттяжки, если на него направлена нагрузка с тяговым усилием 17,5 кН?

$$\text{Напряжение при растяжении} = F/A = 17500 \text{ Н}/25 \text{ мм}^2 = 700 \text{ Н/мм}^2$$

Нагрузка, создающая напряжение при растяжении, вызывает изменение длины провода, т.е. растяжение.

Растяжение должно учитываться при определении тяжения монтажного троса и монтажного провеса провода.

##### Напряжение при сжатии

Сжимающее напряжение встречается в опорных конструкциях таких, как изолирующие опоры и фундаменты опор, при расчете которых должна учитываться также несущая способность грунта.

Сжатие по своему характеру такой же вид нагрузки, как и растяжение, только при сжатии направление действующей силы противоположно растяжению.

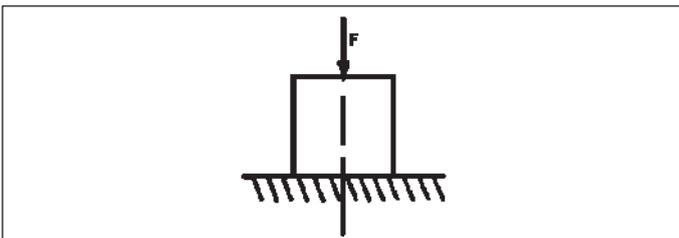


Рисунок 14. Принципиальная схема напряжения при сжатии.

Напряжение при сжатии можно рассчитать по формуле:

$$\delta_p = F/A$$

Где

$F$  = Сила сжатия (Н)

$A$  = Перпендикулярная оси площадь поперечного сечения тела (мм<sup>2</sup>).

Единица напряжения при сжатии - Н/мм<sup>2</sup>.

##### Пример 2

Какое сжимающее напряжение возникает в опоре на уровне земли, если диаметр опоры равен 200 мм (площадь сечения 31400 мм<sup>2</sup>). Толщина опоры равномерная по всей длине, на конец опоры воздействует усилие 12 кН.

$$\text{Напряжение при сжатии} = 12000 \text{ Н}/31400 \text{ мм}^2 = 0,38 \text{ Н/мм}^2$$

##### Напряжение при изгибе

Изгибающее напряжение встречается в конструкциях опор, например, в стержнях изолирующих опор и траверсах, а также в стволе опоры под воздействием ветрового давления.

Изгибающее напряжение возникает, когда один конец стержня закреплен неподвижно, а на его другой конец действует сила  $F$ , направленная перпендикулярно к оси стержня. Под воздействием силы возникает момент изгиба стержня  $M$ , в результате чего ось стержня изгибается. При изгибе напряжение появляется в наружном слое волокна материала, с одной стороны действует тяга и с другой - сжатие.

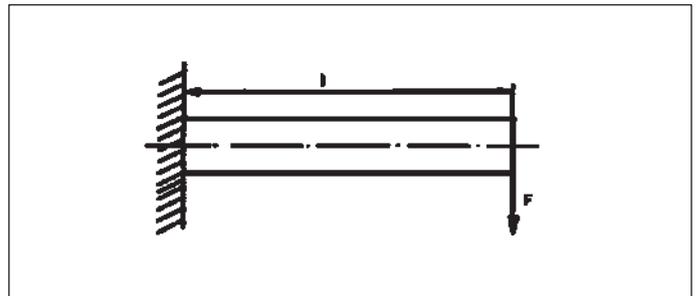


Рисунок 15. Принципиальная схема напряжения при изгибе.

Сила  $F$  называется изгибающей силой и длина стержня  $L$  - индикатором натяжения. Произведение  $F \times L$  называется изгибающим моментом  $M$ .

Для расчета напряжения при изгибе наряду с изгибающим моментом нужно знать сопротивление изгибу данного тела, которое зависит от формы и размеров поперечного сечения тела.

Слишком высокое напряжение при изгибе приводит к искривлению конструкции, в результате чего изменяются расстояния между различными частями, и возникает излом.

##### Напряжение кручения

Напряжение кручения может возникать, например, в опорах с траверсой в результате обрыва одного крайнего фазного проводника.

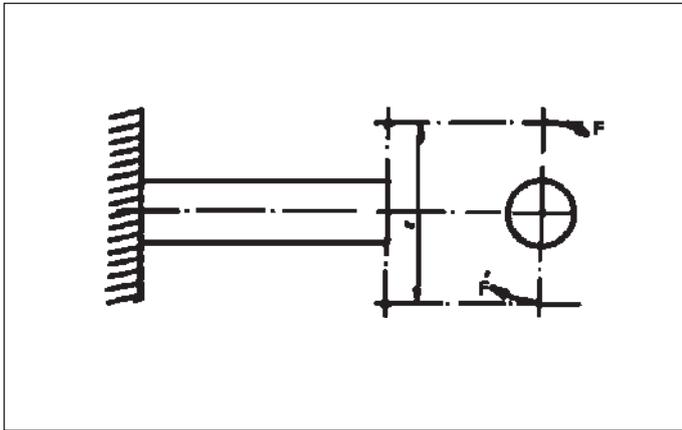


Рисунок 16. Принципиальная схема напряжения кручения.

При расчете напряжения кручения наряду с крутящим моментом нужно знать сопротивление тела кручению, которое зависит от формы и размера тела.

### Напряжение среза

Напряжение среза встречается в основном в болтовых соединениях, например, в крепежных болтах траверс. Воздействующие при напряжении среза усилия не направлены на изгиб и растяжение волокна, однонаправленного с осью стержня, а на толкание поперечной плоскости в направлении этой же плоскости относительно к рядом стоящей плоскости.

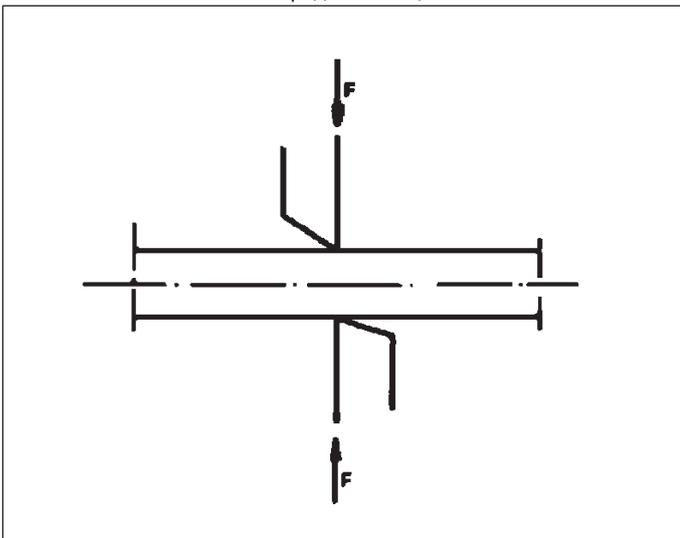


Рисунок 17. Принципиальная схема напряжения среза.

Чистое напряжение среза можно рассчитать по формуле

$$\delta_1 = F/A$$

Где

$\delta_1$  = Напряжение среза (Н/мм<sup>2</sup>)

F = Сила, работающая на срез (Н)

A = Площадь поперечного сечения (мм<sup>2</sup>).

### Продольный изгиб

Продольный изгиб – это деформация ствола опоры, площадь сечения (толщина) которого не рассчитана на нагружающие ее усилия.

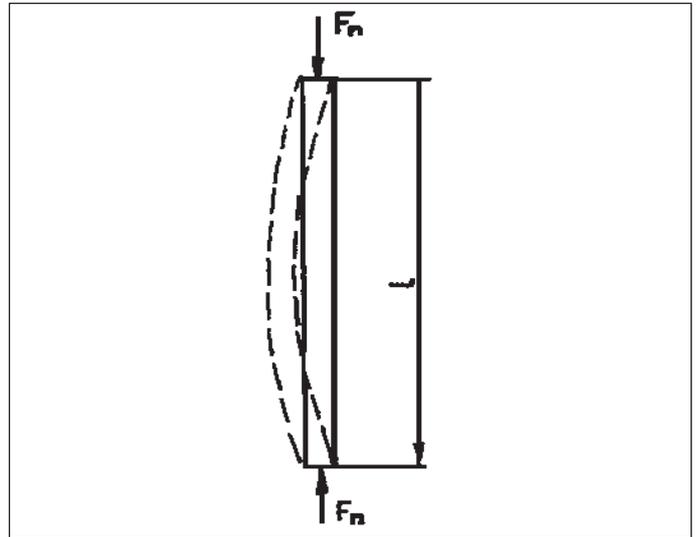


Рисунок 18. Принципиальная схема продольного изгиба.

Если диаметр стержня по сравнению с его длиной незначительный, то в результате определенного увеличения силы сжатия происходит деформация стержня. Согласно опыту перед изломом стержень вначале изгибается в боковом направлении. Причина данного явления заключается в том, что сила никогда не направлена точно в центр тяжести, и материал стержня не является полностью однородным. В случае нестабильности нагруженного тела в силу указанных выше причин даже незначительный наружный фактор может приводить к появлению продольного изгиба.

Сила продольного изгиба стержня рассчитывается на основании следующей формулы:

$$F_n = \frac{\pi^2 E I}{n l^2}$$

где:

$F_n$  = сила, вызывающая продольный изгиб стержня

E = модуль упругости материала

I = момент инерции стержня, зависящий от его толщины, и

l = длина продольного изгиба стержня, зависящая от опор стержня

n = коэффициент надежности

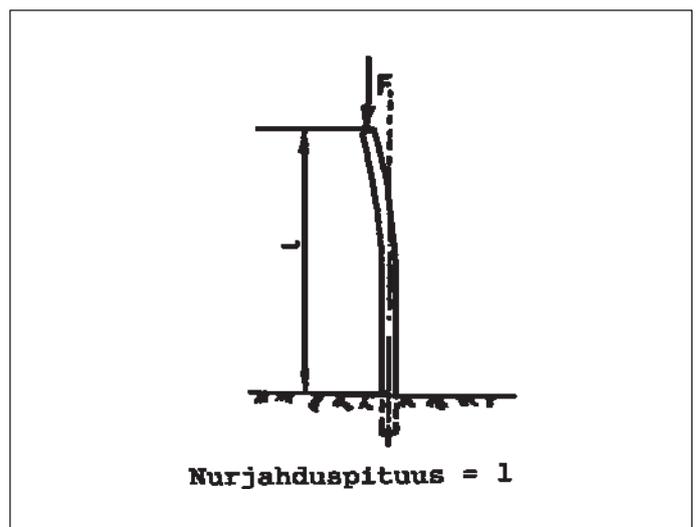


Рисунок 19. Длина продольного изгиба промежуточной опоры  $l_n = 2l$ .

С точки зрения возникновения продольного изгиба опор существенную роль играет их конструкция, т.е. какую величину силы сжатия опоры выдерживает, не поддаваясь деформации. Для наглядности можно сравнить длину продольного изгиба разных конструкций.

Длина продольного изгиба обычной промежуточной опоры равна ее двукратной наземной длине. Длина продольного изгиба опоры с оттяжками не превышает ее наземную длину.

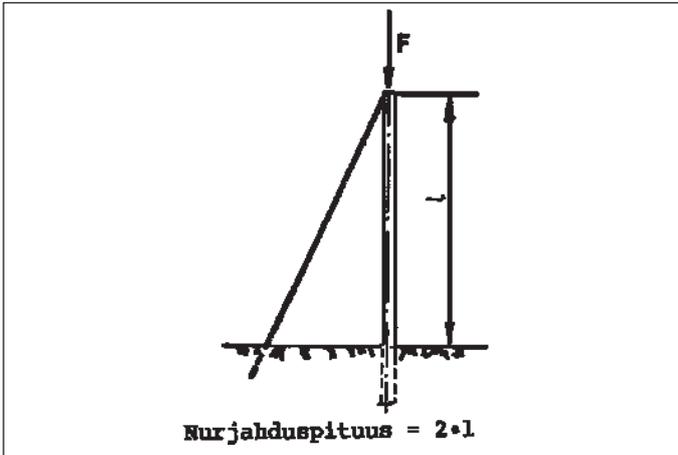


Рисунок 20. Длина продольного изгиба опоры с оттяжками  $l_n = l$ .

Если в расчетной формуле воспользоваться показателями одинаковых опор, то можно заметить, что прочность опоры с оттяжками на продольный изгиб значительно выше прочности промежуточной опоры. В таком случае угловая опора должна быть прочнее, т.к. наряду с массой провода на ее деформацию воздействует сила, сжимающая опору оттяжки.

### 3.4.2. Расчет векторов сил

При сложении сил можно суммировать характеризующие их векторы. Вектор показывает величину и направление силы. При помощи расчета вектора удастся легко выяснить, например, суммарное действие двух сил, их величину и направление.

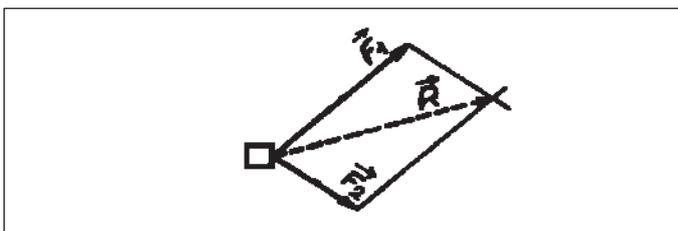


Рисунок 21. Действие векторных сил на тело.

Суммарное действие двух приложенных к телу сил  $F_1$  и  $F_2$  можно рассчитать следующим образом: проложить прямую линию из вершины силы  $F_1$  к  $F_2$  и из вершины  $F_2$  к  $F_1$ . Из начальной точки сил проложить прямую, проходящую сквозь точку пересечения проложенных ранее прямых. Отрезок прямой, расположенный между начальной точкой сил и точкой пересечения прямых, является суммарным действием сил  $F_1$  и  $F_2$ , т.е. суммой векторов.

### Определение

Сила, задающая телу такое же однонаправленное движение, как и две одновременно действующие на него силы, называется суммой векторов этих сил.

Исходные силы называются составляющими суммы векторов.

При сложении сил можно пользоваться, например, следующими правилами составления чертежей:

### Правило треугольника

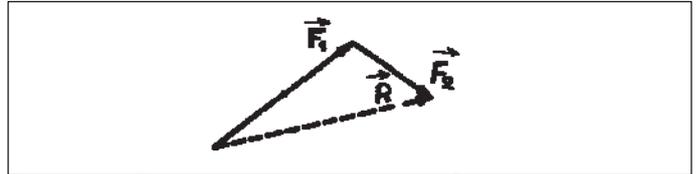


Рисунок 22. Правило треугольника при соединении векторов.

Сумма векторов двух сил рассчитывается путем последовательного изображения двух сил, и проведения вектора, соединяющего конец вектора первой силы с началом вектора второй силы. Порядок начертания не влияет на результат.

### Общее правило

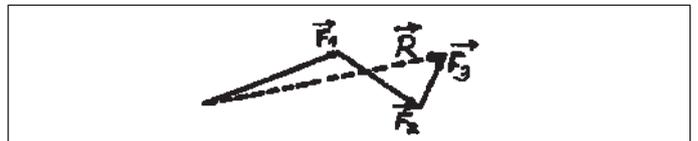


Рисунок 23. Соединение векторов.

Сумма векторов нескольких сил рассчитывается путем последовательного изображения сил, и проведения вектора из исходной точки вектора первой силы к конечной точке вектора второй силы.

Внимание! Сумма векторов и силовые векторы должны всегда указываться разными линиями или цветами.

### Пример

Определите сумму векторов сил  $F_1 = 15$  Н и  $F_2 = 23$  Н, если угол между векторами сил равен  $40^\circ$ .

Выберем масштаб, например,  $1 \text{ см} = 5 \text{ Н}$ . Проложим векторы сил от точки действия в масштабе таким образом, чтобы угол между векторами сил был равен  $40^\circ$ . Проведем прямую с конца силы  $F_1$  к  $F_2$  и с конца  $F_2$  к  $F_1$ .

Между исходной точкой сил и точкой пересечения прямых проложим отрезок прямой, который и есть сумма векторов сил.

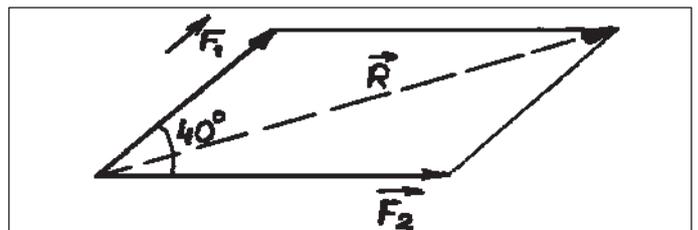


Рисунок 24. Соединение векторов примера.

## Разложение вектора на составляющие

Как и силы можно суммировать в виде векторов, так и силовой вектор можно разложить на составляющие. Это нужно, например, при расчете сил, нагружающих концевые опоры и оттяжки.

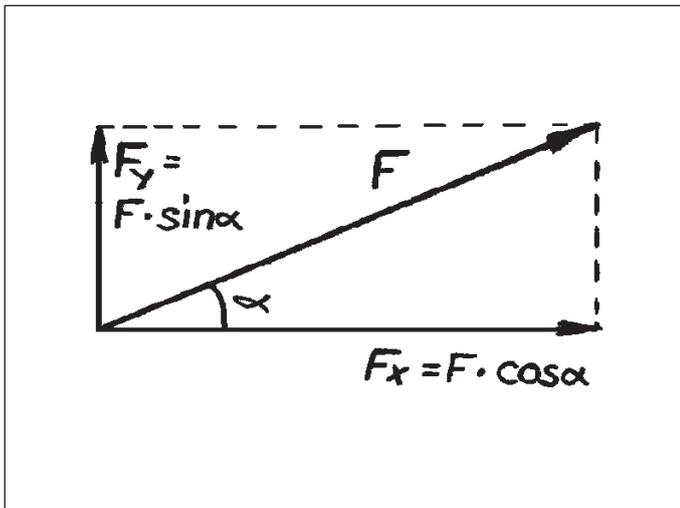


Рисунок 25. Разложение вектора на составляющие.

Сила разлагается обычно на горизонтальную и вертикальную составляющие. Размер компонентов определяется посредством составления чертежа или тригонометрии с применением прямоугольного треугольника.

### 3.4.3. Тяжение провода

#### 3.4.3.1. Тяжение провода согласно «VIM A4-93»

Перед проектированием конструкций опор необходимо определить тяжение провода, т.к. расчеты опор производится с учетом действующих на провода нагрузок.

(Тяжением провода называется усилие, с которым провод натянут и закреплен на опорах.)

Тяжение провода рассчитываются для климатических условий и внешних нагрузок, в качестве предельных значений используются самые критические нагрузки. К важнейшим климатическим условиям и внешним нагрузкам с точки зрения натяжения провода относятся мороз, ветровое давление и гололедная нагрузка, на основании которых рассчитываются тяжения проводов и тросов. При определении провеса исследуются ветровое давление, зной и гололедная нагрузка, а также расстояние между местами крепления проводов («VIM» 3.1.1.1а.). Электроэнергетической ассоциацией «SENER» составлены «Рекомендации для электросети RJ8:94», в которых рассчитаны тяжения проводов и тросов, стрелы провеса для широко распространенных линий электропередачи и проводов.

VIM A4-93: "1.2. «1.2. Определение  
Стрела провеса провода

Расстояние по вертикали от центра линии, соединяющей точки подвеса провода, или (в случае ветрового давления) расстояние от линии, измеренное по вертикали перпендикулярно уровню линии, до провода.»

Чем больше длина пролета линии, тем больше тяжение провода, нагружающее провод и конструкции. Для различных линий и проводов даны предельные пролеты, превышение которых при расчете конструкций запрещено.

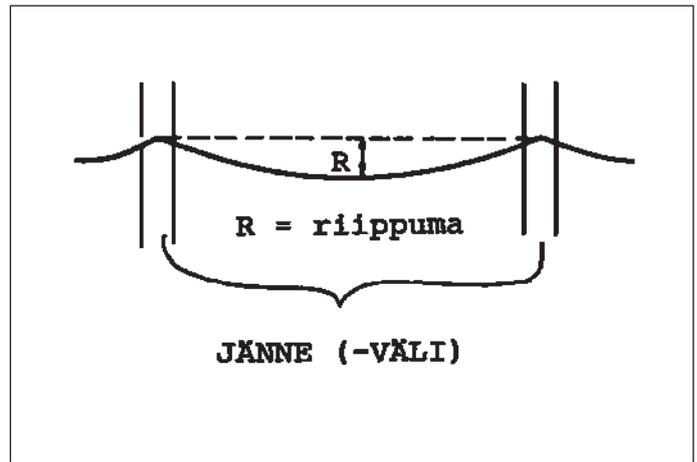


Рисунок 26. Стрела провеса и пролет.

Пролет – это расстояние по вертикали между точками крепления провода, которое соответствует расстоянию между опорами.

### Предельный пролет

Под предельным пролетом понимается максимальный допустимый пролет, при гололедной нагрузке линии или проводов которого (натяжение провода при нулевой температуре + дополнительное воздействие от гололедной нагрузки) не превышает допустимое напряжение разрушения.

Таблица 5. Натяжение при нулевой температуре для проводов и подвесных линий распределительной сети (RJ 1:87).

Провод	Натяжение при нулевой температуре Н/мм <sup>2</sup>
Al/Fe	45 (25) <sup>x)</sup>
AlMgSi/Fe	45
Al	27 (22) <sup>x)</sup>
AMKA (подвес AlMgSi)	45
SAXKA (стальной подвес)	180
PAS	30-35 <sup>xx)</sup>
Медные провода	100

x) Альтернативное значение для тяжелых проводов.

xx) Натяжение 40 Н/мм<sup>2</sup> оказалось чрезмерно большим, при сильном боковом ветре в проводах появлялась вибрация, угрожающая обрывом провода. (См. пункт 23.11. Гашение вибрации). При сечении провода PAS выше 150 мм<sup>2</sup> в условиях нулевой температуры используется натяжение ниже 30 Н/мм<sup>2</sup> (27...30)

Таблица 6. При указанных выше натяжениях в условиях нулевой температуры, допустимых напряжениях (напряжение разрушения) и гололедной нагрузке, соответствующей пункту 2.1.2 «VIM» получаем следующие предельные пролеты (RJ 8:94):

	Предельный пролет /м	
	обычный провод	усиленный провод
Жила или провод		
ACSR 21/4 Swan	79,4	56,8
ACSR 34/6 Sparrow	113,0	81,2
ACSR 54/9 Raven	142,9	105,5
ACSR 84/14 Pigeon	196,7	147,1
ACSR 152/25 OSTRICH	1047,9	1047,9
AAC 132 Al	193,3	145,2
AAC 201 Al	275,5	244,7
PAS 70 E-AlMgSi	165,7	165,7
PAS 120 E-AlMgSi	376,5	376,5
PAS 150 E-AlMgSi	751,7	751,7
SAXKA 3x120	461,4	461,4
AMKA 1x16+25	66,8	66,8
AMKA 3x16+25	57,4	57,6
AMKA 3x25+35	85,8	85,8
AMKA 3x35+50	147,2	147,2
AMKA 3x70+95	476,2	476,2
AMKA 3x120+95	380,7	380,7
MU FeCu 2x1,0 (телефон)	67,6	67,6
ОПТИЧЕСКИЙ ПОДВЕСНОЙ КАБЕЛЬ (8)	627,2	627,2

Примеры предельных пролетов для общераспространенных проводов и подвесных линий.

На практике строительство соответствующих предельным размерам пролетов, в особенности, с толстыми и самонесущими проводами, в частности, в силу непомерного увеличения высоты опор, обусловленного стрелой провеса провода. Расстояния между фазами обычных траверс значительно ограничивают длину пролета.

#### Обычный и усиленный провод

В зависимости от величины и характера риска возможного повреждения выбирается либо обычный, либо усиленный провод

Усиленный провод, как позже будет показано, используется, в частности, на переходах через транспортные магистрали, общих опорах и т.д. Усиленный провод отличается от обычного провода по следующим признакам, определяющим механическую прочность:

- при расчетах используется повышенная гололедная нагрузка
- укороченная длина пролетов (следствие гололедной нагрузки и пр.)
- при расчетах опор учитывается также обрыв провода в соседнем пролете
- на участке усиленной линии в несколько пролетов, в пролете пересечения с другими линиями, запрещено делать соединения проводов, также следует избегать соединений в других пролетах такого участка.

#### 3.4.3.2. Тяжения провода согласно стандартам воздушных линий электропередачи

В стандартах воздушных линий электропередачи не используется определений «обычная линия и усиленная линия», строительство всех линий осуществляется на основании одних и тех же требований.

В соответствии с национальными требованиями стандарта SFS-EN 50423-3 гололедные нагрузки определяются следующим образом: «Гололедная нагрузка провода зависит от относительной высоты, которая определяется в виде разницы высот среднего крепления проводов и усредненного уровня линии местности (в радиусе 10 км от контрольной точки)...»

Гололедные нагрузки проводов указаны в таблице 4.2.3/FI.1 стандарта, отражающей четыре класса гололедных нагрузок.

Обычно используют класс I, гололедная нагрузка которого составляет 10 н/м. На высоких участках местности используют класс II, гололедная нагрузка которого составляет 25 н/м. Промежуточные значения классов таблицы можно определить интерполированием.

На некоторых участках приходится прибегать также к объединенным ветровым и гололедным нагрузкам. Например:

- ветер + лед (ТJ) (45% ветрового давления + 25 % гололедной нагрузки)
- лед + ветер (JT) (100% гололедной нагрузки + 25 % ветрового давления)

Зачастую определяющей нагрузкой является «JT», т.е. гололедная нагрузка + ветровое давление.

**Согласно стандарту SFS-EN 50423-3:**

**«FI.1 Нормальный режим (нулевая температура)**

Под нормальным режимом понимается спокойная погода без гололеда при температуре 0 °С. Температуры разных режимов нагрузок представлены в таблице 4.2.11/FI.1.

**FI.2 Минимальная температура (мороз)**

Минимальная температура  $T_{min}$  (°C) откалибрована в зависимости от конкретного региона и конкретной цикличности повтора, соответствующего уровню достоверности. Эти значения указаны в таблице 4.2.5/FI.1. Конкретный регион и возможные отклонения от значений таблицы указываются в спецификации к проекту.»

Нагрузка при низких температурах может стать определяющим фактором в условиях северной Финляндии, где температура опускается до -50 °С.

**3.4.4. Материалы опор**

Материалом опор в распределительных сетях номинальным напряжением до 110 кВ обычно служит древесина. Для более высоких напряжений используются стальные конструкции.

**Деревянные опоры**

Применение древесины в качестве материала опор в длинных пролетах ограничено отсутствием деревьев нужной толщины и длины. Но высокие конструкции транспозиционных опор, например, компонуются из нескольких опор.

При выборе деревянных опор нужно учитывать, что чем медленнее росло дерево, тем прочнее его древесина. Чем больше годовичных колец на диаметр опоры, тем она прочнее.

В воздушных линиях электропередачи используются стандартизированные опоры (SFS 2662). В качестве древесного материала опор служит сосна. На опору наносится код, отражающий ее класс и длину. Например, код 411 говорит о том, что данная опора относится к 4 классу и ее длина составляет 11 м, код 108 означает, что опора относится к 1 классу и ее длина - 8 м.

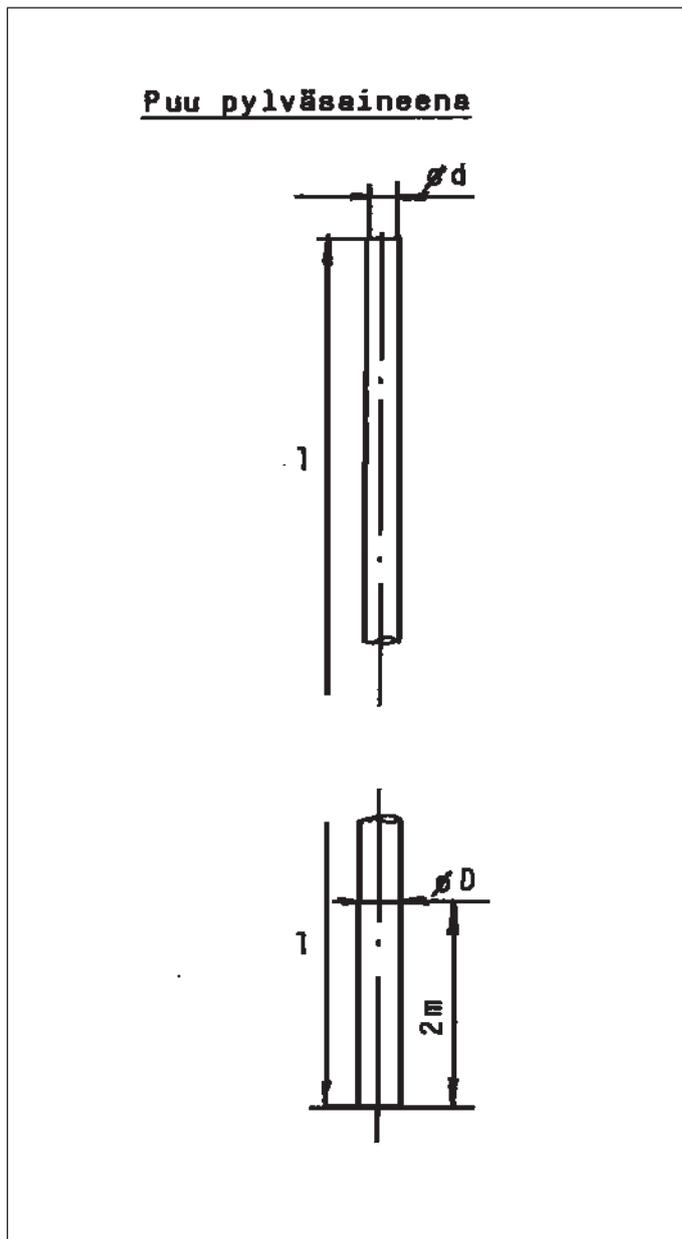


Рисунок 27. Измерение диаметра вершины (d) и диаметра основания (D) опоры.

Таблица 7. Диаметр и вес опор согласно стандарту SFS 2662. (RJ 12:96 Таблица 1).

Класс опоры	Удельные величины	Длина опоры L/m											
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	d (cm)	13	13	13	13	13	13	13	13	--	--	--	--
	D(cm)	16	17	18	19	20	21	22	22,5	--	--	--	--
	m (kg)	76	94	114	135	159	184	212	235	--	--	--	--
2	d (cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	--	--
	D (cm)	17	18	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5	25	26	27	--	--
	m (kg)	91	111	138	164	191	221	253	296	334	375	--	--
3	d (cm)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	D (cm)	18,5	19,5	21	22	23	24	25,5	26,5	28	29	30	31
	m (kg)	110	134	166	195	226	260	305	345	398	445	495	548
4	d (cm)	--	--	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	D(cm)	--	--	22,5	24	25	26	27	28	29	30	31,5	32,5
	m (kg)	--	--	196	236	272	312	354	399	447	498	565	624
5	d (cm)	--	--	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	D (cm)	--	--	24	25,5	27	28	29	30	31	32	33	34,5
	m (kg)	--	--	228	273	322	368	416	467	521	579	640	719

Деревья для опор желательно валить в середине зимы, когда их рост приостановлен. Выбранное для опоры дерево должно быть прямым и без сучков. На производственном предприятии производится грубая окорка и сортировка стволов в соответствии с требованиями клиентов и стандартов, а также их сушка либо традиционным способом в штабелях на воздухе в течение 8 - 10 месяцев, либо альтернативно в высокотемпературных сушилках низкого давления в течение 5-12 суток.

Перед пропиткой грубо окоренные сухие стволы обтачиваются начисто с целью удаления лубяного слоя, препятствующего проникновению и впитыванию антисептика в древесину. Обтачивание улучшает также внешний вид опоры. На следующем за обточкой этапе еще раз проверяются размеры, влажность и качество опоры, а также производится маркировка, сверление и прочие необходимые операции с учетом требований клиента. Этап обработки должен всегда предшествовать пропитке, что позволяет защитить обработанные места от воздействия гнилостных грибов и бактерий.

В Финляндии применяется два метода пропитки опор под давлением:

- пропитка солью (зеленые опоры), способ Бетелла
- пропитка креозотом (темные опоры), способ Рюинга

Примерно 90% используемых в Финляндии опор пропитано солью. В подавляющем большинстве случаев пропитка выполнялась антисептиками ССА, применение которых после 31.08.2006 запрещено. Основным активным веществом в применяемых сегодня солевых антисептиках является медь. Наряду с медью в антисептики добавляются органические присадки, повышающие его противогнилостную эффективность. Деревянные опоры, обработанные качественной медью содержащим антисептиком, имеют срок эксплуатации 30-50 лет.

Внешний вид пропитанных новым антисептиком опор не отличается существенно от опор, пропитанных ССА, их можно определить по табличке, закрепленной на опору.

Опоры, пропитанные антисептиками ССА, могут сегодня использоваться в качестве повторного сырья в электрических и телекоммуникационных сетях. Непригодные к применению опоры и возникающие при обработке древесные отходы считаются опасными отходами, которые должны быть доставлены надлежащему переработчику опасных отходов, имеющему соответствующую лицензию.

Использованные опоры допускается передавать только в промышленное и профессиональное применение. Данный вопрос урегулирован в постановлении Государственного совета № 787/2007 «О внедрении на рынок и ограничениях в применении соединений мышьяка, ртути и дибутилалетибората, а также содержащих их продуктов и изделий».

При продаже или передаче опор, пропитанных антисептиками ССА, в приложении к договору о купле-продаже должны быть указаны инструкции по обработке и утилизации указанных опор. Данный вопрос детально рассмотрен в «Рекомендациях для электросети TJ7:08».

Примерно 10% всех опор Финляндии обработано креозотом. Креозотовое масло является дистиллятом каменноугольной смолы, эффективность которого основана, в частности, на соединениях РАН (полициклических ароматических углеводородах), и используется для уничтожения гнилостных грибов и бактерий. Маслянистый антисептик с креозотом также уменьшает проникновение воды в опору, предотвращая, таким образом, возникновение благоприятной для грибов растительной среды. Также уменьшается разбухание древесины под воздействием температуры и воды. Деревянные опоры, обработанные качественной креозот содержащим антисептиком, имеют срок эксплуатации 40-60 лет.

Креозот – опасное для здоровья вещество. С целью предотвращения вредного воздействия на здоровье при работе нужно соблюдать инструкции изготовителя и использовать надлежащие средства индивидуальной защиты.

Соблюдение надлежащих требований по безопасности труда и правил гигиены гарантирует эффективную защиту здоровья от креозота. Данный вопрос детально рассмотрен в «Рекомендациях для электросети TJ6:07».

С целью предотвращения искривления опор во время складирования они устанавливаются на катки.

Обработанные деревянные опоры электрической и телекоммуникационной сетей не представляют опасности для окружающей среды, людей или животных в случае соблюдения при их монтаже и установке инструкций изготовителя.

Антисептированные креозотом изделия допускается применять только для профессионального строительства, к которому относится также строительство воздушных линий электропередачи. Следует избегать ненужного соприкосновения опор с кожей, т.к. креозот оказывает при солнечном УФ-излучении сенсibiliзирующее действие.

Не пропитанные антисептиком деревянные опоры быстро загнивают. За счет промышленной пропитки опор обеспечивается срок их эксплуатации более 40 лет.

Удаленные из эксплуатации антисептированные опоры, применение которых по назначению запрещено, необходимо доставить на специальный пункт обработки. Эти древесные отходы доставляются на надлежащие предприятия по сжиганию древесных отходов, где они используются для производства тепла. Сжигание антисептированной древесины в бытовом хозяйстве запрещено.

### **Стальные опоры**

В распределительной сети стальные конструкции применяются в основном в виде профильного проката и стальных тросов. Проектирование и строительство стальных конструкций осуществляется в соответствии с действующими нормами и правилами.

Сборка стальных опор осуществляется сваркой или болтовыми соединениями. Согласно нормам стальные элементы должны быть защищены от коррозии. Обычно антикоррозионная защита выполняется методом горячего цинкования. К допущенным методам антикоррозионной защиты относятся также лакирование и окраска.

Наряду с опорами сталь используется в траверсах и других приспособлениях, предусмотренных для крепежа проводов к деревянным опорам.

Во всех опорных конструкциях используются оттяжки из стальных тросов. Допустимая номинальная нагрузка 25 мм<sup>2</sup> троса оттяжки составляет 17,5 кН. Используемые в оттяжках стальные элементы защищены от коррозии и соответствуют требованиям стандартов, т.е. расчетным нормам.

### **Алюминиевые опоры**

Из алюминия производятся фонарные опоры. Применение алюминия в других опорных конструкциях ограничивается производством траверс. Благодаря своему легкому весу алюминиевые траверсы используются в конструкциях с неизолированными проводами напряжением 20 кВ обычно в тех случаях, когда оснастка производится на опорах. Они до сих пор применяются, в частности, для ликвидации дефектов. Сегодня траверсы из алюминия уже не производятся.

### 3.4.5. Расчет опор

#### 3.4.5.1. Расчет опор в соответствии с «VIM A4-93»

Расчет опор производится образом, обеспечивающим стойкость опор к установленным нагрузкам, умноженным на предусмотренный в каждом конкретном случае коэффициент надежности ( $n$ ), не допускающим падения, разрушения и опасной деформации опор.

Действующие на опору нагрузки (VIM 2.4.)

«2.4.1 Нагрузки при монтаже

- a. собственный вес
- b. вес проводов с учетом погодных условий
- c. нагрузки, обусловленные монтажниками и монтажными работами

2.4.2 Нагрузки при низких температурах

- a. собственный вес
- b. вес проводов при низкой температуре

2.4.3 Ветровая нагрузка

- a. собственный вес
- b. нагрузки, обуславливаемые проводами при давлении

2.4.4 Гололедная нагрузка

- a. собственный вес
- b. вес проводов с

2.4.5 Нагрузка, обуславливаемая обрывом проводов

- a. собственный вес
- b. нагрузки, возникающие при обрыве одного неизолированного провода линии электропередачи (отдельного проводника или грозозащитного троса или же отдельного провода расщепленной фазы)
- c. нагрузки от других проводов при нулевой температуре.»

Допустимые нагрузки рассчитываются путем деления предельных нагрузок на коэффициент надежности.

Значения коэффициента надежности (VIM 3.3.2.1):

- нагрузка при монтаже, температурная, ветровая и гололедная нагрузки за исключением собственного веса опоры  $n \geq 1,4$ ,
- собственный вес опоры и нагрузки, обусловленные обрывом провода  $n \geq 1,05$ .

Достаточность прочности конструкции доказывается либо методом допустимых нагрузок, либо методом предельных нагрузок.

Ствол опоры (VIM 3.3.2.2)

Используемые для опор стволы дерева должны соответствовать представленным в стандарте SFS 2662 требованиям качества и размерам за следующими исключениями:

- минимальный диаметр вершины деревянной опоры ( $d$ ), используемой в высоковольтных линиях, должен составлять 150 мм,
- диаметр ( $D$ ) на расстоянии 1,5 м от основания может быть меньше значения, указанного в таблице стандарта, если при расчете механической прочности используется реальное значение, полученное при измерении деревянной опоры.

Критические и допустимые напряжения дерева (VIM 3.3-1.)

Тяга, сжатие, изгиб:

Другие нагрузки, не вызывающие обрыва провода:

$$\delta_{\text{предельные}} = 25,2 \text{ Н/мм}^2$$
$$\delta_{\text{допустимые}} = 18,0 \text{ Н/мм}^2$$

Нагрузка, вызывающая обрыв провода:

$$\delta_{\text{предельная}} = 31,5 \text{ Н/мм}^2$$
$$\delta_{\text{допустимая}} = 30,0 \text{ Н/мм}^2$$

На практике расчет деревянных опор выполняется обычно с помощью расчетных программ, предусмотренных для проектирования воздушных линий электропередачи. Расчетные программы учитывают устанавливаемые «VIM A4-93» требования.

#### 3.4.5.2. Расчет опоры в соответствии со стандартами воздушных линий электропередачи

Требования стандарта SFS-EN 50423-3 к деревянной опоре:

7.5.3 Материалы

«F1.1 Размеры

Минимальный диаметр вершины деревянной опоры должен быть равен 150 мм. Гибкость деревянной опоры не ограничена, но гибкость других сжатых элементов древесины не должна превышать 200. Гибкость круглых элементов древесины рассчитывается на основании среднего диаметра.

Уширение сечения деревянной опоры может учитываться на основании минимальных размеров, указанных в перечне типов деревянных опор поставщиков или в стандарте SFS 2662. В случае отсутствия точных размеров за уширение диаметра может приниматься 7 мм/м, если диаметр вершины больше 180 мм и 7,5 мм/м, если он меньше 180 мм...»

7.5.4 Предельные эксплуатационные режимы

F1.1 Прогобы

Расчет свободностоящих деревянных опор выполняется таким образом, чтобы прогиб вершины в режиме эксплуатации не превышал 10 % от высоты наземной части (ветер за 3 года).

### 7.5.5.2 Расчет внутренних усилий и моментов

#### «F1.1 Влияние прогиба свободстоящих деревянных опор

При расчете внутренних усилий и моментов деревянных опор применяются общие методы механики и сопротивления материалов конструкций, с которыми можно ознакомиться в соответствующих учебниках. В силу высокой гибкости древесного материала обычно приходится пользоваться теорией продольного изгиба следующим альтернативным образом:....» сокращенно

1. метод критического напряжения при продольном изгибе,
2. уточненный метод, при котором продольный изгиб и геометрическая нелинейность автоматически учитываются в расчетах.

#### «F1.2 Модуль упругости древесины

Модуль упругости древесины указывается поставщиком древесного материала.»

### 7.5.5.3 Долговечность элементов

#### F1.1 Прочность и расчет материала

Допускаемое для деревянных опор напряжение зависит от указанной прочности дерева, которая равна 41,8 МПа (Нм<sup>2</sup>). Заданный коэффициент надежности элементов из древесного материала при обычных кратковременных режимах нагрузки равен 1,4.

В данном случае допустимое напряжение обычной промежуточной опоры составляет  $41,8/1,4 = 29,9$  МПа.

Дополнительный коэффициент угловых, анкерных и концевых опор равен 1,1 (SFS-EN 50423-3, пункт 3.2.5 F1.1).

В данном случае допустимое напряжение составляет  $29,9/1,1 = 27,1$  МПа.

Tällöin saadaan sallituksi jännitykseksi  $29,9/1,1 = 27,1$  МПа.

#### F1.2 Контроль степени загнивания деревянных опор

С течением времени под воздействием загнивания происходит

снижение механической прочности деревянной опоры. Усиленному

гниению подвержены участки свободстоящей опоры,

расположенные на уровне земли и под землёй.

В силу того, что интенсивное гниение происходит в конце срока службы опоры, действующие на нее нагрузки можно снизить, воспользовавшись коэффициентом уменьшения. В Финляндии для ветровых и гололедных нагрузок допускается применение избыточного коэффициента уменьшения 0,92, соответствующего 30 годам периода гниения.

В действительности расчет деревянных опор осуществляется обычно с применением расчетных программ, предусмотренных для воздушных линий электропередачи. Расчетная программа учитывает требования, установленные электротехническим стандартом «Cenelec» для воздушных линий электропередачи.

## 3.5. Конструктивные решения

### 3.5.1. Общая информация

При расчете опоры учитываются длина и класс опоры, соответствующие основному режиму эксплуатации. На результаты расчетов влияют конструкция опоры, комбинация проводов, шаг пролета, угол линии и разница высот местности.

### 3.5.2. Промежуточная опора

Промежуточная опора это:

- опора прямого участка трассы
- без оттяжки или А-образной подпорки
- установленная в землю, скальное основание или на болото

При расчете эксплуатационных пределов нужны следующие сведения:

- необходимая длина опоры
- комбинация проводов
- тип провода (обычный или усиленный)
- шаг пролета
- разница высот местности.

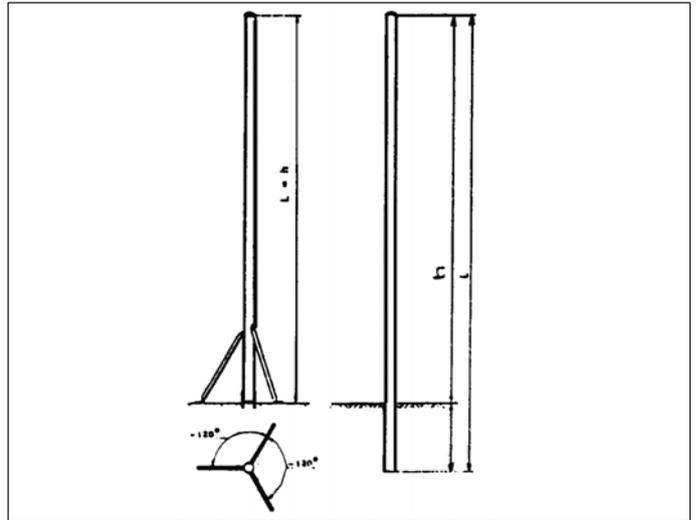


Рисунок 28. Промежуточная опора.

Расчет промежуточной опоры для обычного провода выполняется с учетом нагрузки при низкой температуре, ветровой и гололедной нагрузок. В усиленном проводе учитывается также нагрузка, связанная с обрывом провода.

### 3.5.3 Анкерная опора

Анкерная опора – это концевая опора двух рядом стоящих анкерных участков. Ее расчет выполняется с учетом нагрузки при монтаже, нагрузки при низких температурах, ветровой и гололедной нагрузок.

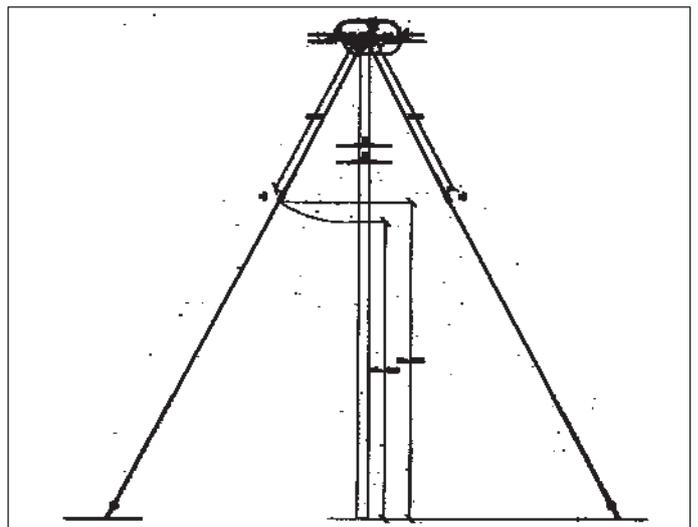


Рисунок 29. Анкерная опора

### 3.5.4. Угловая опора с оттяжками

В стандартном варианте угловой опоры с установленными из одной точки оттяжками предполагается, что оттяжка и провода крепятся к вершине опоры, хотя в действительности они никогда не находятся на пике вершины.

При определении эксплуатационных пределов нужна информация по тем же величинам, что и в промежуточной опоре, плюс величина наклона оттяжки (которая определяет расстояние места анкеровки от опоры).

При определении эксплуатационных пределов угловой опоры определяющей является гололедная нагрузка.

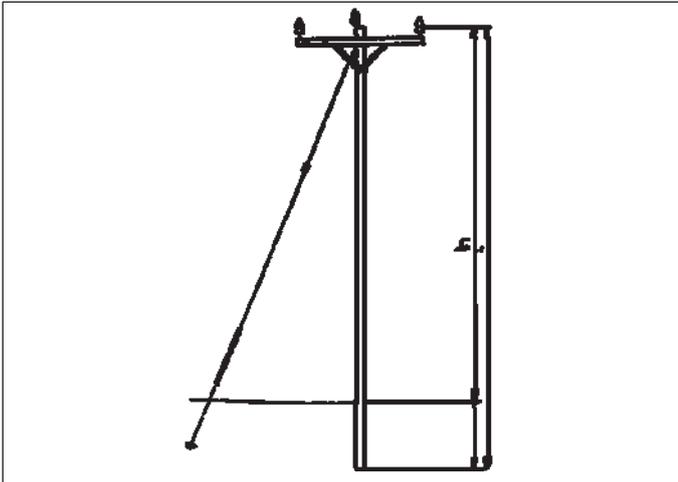


Рисунок 30. Угловая опора с оттяжками из одной точки.

### 3.5.5. Концевая опора с оттяжками

Концевая опора устанавливается в конце линии, оттяжки концевой опоры уравнивают тяжение проводов. С точки зрения расчетов угловая опора во многом похожа на  $60^\circ$ -угловую опору. Это связано с тем, что и на  $60^\circ$ -угловой опоре возникает горизонтальное усилие ( $F$ ), обусловленное тяжением проводов ( $F_H$ ), наклоняющее опору, величина которого равна тяжению троса оттяжки.

При определении эксплуатационных пределов определяющей является гололедная нагрузка. Для концевой опоры с одной оттяжкой необходимо уточнить также ветровую нагрузку.

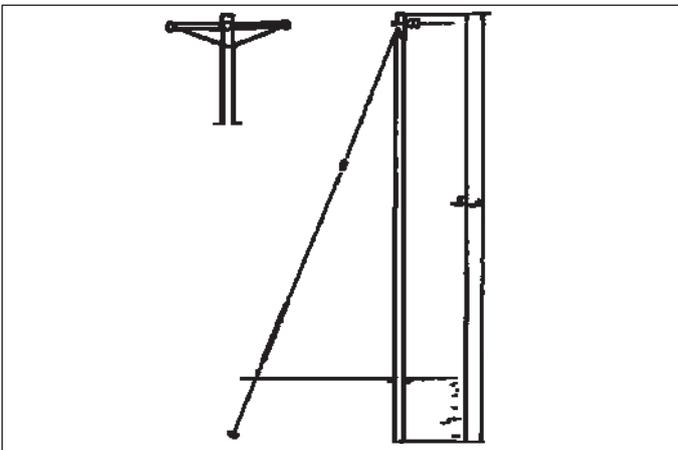


Рисунок 31. Концевая опора с оттяжками.

# 4. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ

## 4.1. Воздушная линия электропередачи напряжением 0,4 кВ

### 4.1.1. Общая информация

В соответствии со стандартом SFS 6003 «Низковольтные воздушные линии электропередачи» при электротехнических расчетах, определении нагрузки, защиты от короткого замыкания и защиты от электропоражения низковольтных воздушных линий должны соблюдаться требования серии стандартов SFS 6000, при необходимости стандарта SFS 6000 и надлежащих стандартов для оборудования.

В соответствии со стандартом SFS 6000/2007 «Монтаж низковольтных установок» линия всегда оснащается защитой от перегрузки, по крайней мере, защитой от короткого замыкания, за исключением случаев подключения генератора, трансформатора, выпрямителя или аккумуляторов к щиту.

Согласно этому же стандарту для подземного кабеля и неизолированных проводов воздушной линии электропередачи защита от перегрузки не обязательна в случае, если ее отсутствие не связано с какой-либо опасностью. Подвесной кабель АМКА должен быть оснащен защитой от перегрузки.

Все линии передачи низкого напряжения должны быть защищены, исходя из требований по защите от повреждений и защите от напряжения прикосновения.

С целью обеспечения максимальной токовой защиты в сетях электrorаспределения напряжением 0,4 кВ традиционно применяются плавкие предохранители. В таком случае плавкие предохранители выполняют одновременно несколько задач:

- максимальная токовая защита,
- защита от короткого замыкания,

- защита от тока повреждения, защита от напряжения прикосновения, (автоматическое отключение повреждения),
- возможно также селективное защитное разъединение поврежденного участка.

При электротехническом расчете воздушной линии электропередачи напряжением 0,4 кВ определяющим фактором является нагрузка и ее удаленность от трансформаторной подстанции. Длительно допустимый ток низковольтной воздушной линии меньше, чем соответствующей кабельной линии.

На практике все необходимые расчеты составляются с применением информационных технологий и программ расчета электросетей

Определение SFS 6000, 826-14-14

«Максимальная токовая защита  
Устройство, размыкающее электрическую цепь в случае увеличения силы тока цепи до значений, превышающих предварительно заданные значения в определенный период времени.»

### 4.1.2. Длительно допустимый ток низковольтных воздушных линий электропередачи

В представленной ниже таблице 8 указаны значения длительно допустимого тока воздушных линий электропередачи.

Таблица 8. Длительно допустимый ток воздушных линий электропередачи SA 2:08 Таблица 8

Провод	Длительно допустимый ток <sup>1)</sup>			Продолжительность короткого замыкания 1сек
	A	B	C	
АМКА 3x120+95	250			7,8/5,9
АМКА 3x70+95	180			4,5/5,9
АМКА 3x50+70	140			3,2/4,3
АМКА 3x35+70 <sup>3)</sup> (50)	115			2,3/4,3(3,0)
АМКА 3x25+35	90			1,6/2,1
АМКА 3x16+25	70			1,0/1,5
АМКА 1x16+25	75			1,0/1,5
Al/Fe 54/9 (Raven)	280			5,8
Al/Fe 34/6 (Sparrow)	210			3,7
Al/Fe 21/4 (Swan)	155			
	Способ монтажа <sup>2)</sup>			
	A	B	C	
АХМК 25	73	87	94	
АХМК 16	57	66	79	
МСМК, ММЖ 16	55	66	80	
МСМК, ММЖ 10	41	49	60	
МСМК, ММЖ 6	31	36	43	

1) Температура окружающей среды для проводов АМКА +25 °С и других проводов воздушной линии электропередачи +20 °С. Без ветра и солнечного излучения. Длительно допустимый ток провода АМКА соответствует значению таблицы А.52-9 стандарта SFS 6000, и длительно допустимый ток других проводов воздушной линии электропередачи соответствует данным каталога продукции изготовителя за 2006 г.

2) Способ монтажа кабелей и значения длительно допустимого тока соответствуют значениям таблиц А.52-1, -2 и -3 стандарта SFS 6000. А = заглубленный монтаж, В = поверхностный монтаж в трубе и С = поверхностный монтаж.

3) Проводник PEN соответствует новому стандарту АМКА. Старый размер проводника указан в скобках.

Контроль длительно допустимого тока воздушных линий электропередачи отличается от контроля длительно допустимого тока кабельных линий, т.к. в силу небольшой тепловой постоянной времени воздушной линии электропередачи временное колебание нагрузки учесть невозможно.

Плюс к этому значения длительно допустимого тока магистральных и питающих воздушных линий одни и те же. В отличие от кабельных линий в воздушных линиях электропередачи экстренные нагрузки не допустимы.

#### 4.1.3 Максимальная токовая защита низковольтных воздушных линий электропередачи

Назначением быстро действующих плавких предохранителей является защита проводов АМКА и соединенных с ними других проводов от избыточной нагрузки, перегрева и повреждений. Защита должна всегда срабатывать.

Таблица 9. Максимальный допустимый расчетный ток плавких предохранителей, действующих в качестве защиты от перегрузки и короткого замыкания подвешенного винтового кабеля АМКА и кабеля с пластмассовой изоляцией ММЖ, а также рекомендуемый максимальный расчетный ток плавких предохранителей защиты от короткого замыкания неизолированных проводов воздушных линий электропередачи. SA2:08 таблица 10.

ПРОВОД	Расчетное значение плавкого предохранителя gG, используемого в качестве защиты от перегрузки <sup>1)</sup>		Максимальное допустимое расчетное значение плавкого предохранителя gG, используемого в качестве защиты от короткого замыкания питающей линии <sup>1)</sup>	
	Один I <sub>N</sub>	Два параллельно I <sub>N</sub>	если срок отключения 5 сек. не реализуется I <sub>N</sub>	если срок отключения 5 сек реализуется I <sub>N</sub> <sup>3)</sup>
АМКА 3x120+95	200	400	400	500
АМКА 3x70+95	160	315	250	315
АМКА 3x50+70	125	250	200	250
АМКА 3x35+70 <sup>4)</sup> (50)	100	200	160	200
АМКА 3x25+35	80	160	125	160
АМКА 3x16+25	63		100	125
АМКА 1x16+25	63		100	125
Al/Fe 54/9 Raven	200			
Al/Fe 34/6 Sparrow	160			
Al/Fe 21/4 Swan	125			
	Способ монтажа <sup>2)</sup>			
	А-В	С		
МСМК, ММЖ 16	50	63	125	160
МСМК, ММЖ 10	35	50	100	125
МСМК, ММЖ 6	25	35		

Защита неизолированных проводов ВЛ от перегрузки не обязательна, но согласно стандарту SFS 6000 они должны быть защищены от короткого замыкания, а также иметь соответствующую требованиям защите от повреждения и напряжения прикосновения.

В соответствии с требованиями стандарта SFS 6000/2007 настенная установка концевых муфт подвесных кабелей АМКА допускается только на трансформаторных подстанциях или в местах, где применение кабеля, например, в силу скалистого грунта оказывается невозможным.

Защита питающих линий от перегрузки выполняется обычно за счет главного предохранителя потребителя. В таком случае защита от короткого замыкания питающей линии должна быть выполнена за счет плавкого предохранителя магистральной линии распределительной сети, защищающего питающую линию.

1) Плавкий предохранитель gG в соответствии со стандартом SFS-EN 60269.

2) Способ монтажа в соответствии с таблицей А.52-1 стандарта SFS 6000, и значения плавкого предохранителя в соответствии с таблицей А.52-2 и В.52-1.

3) В старых распределительных сетях (до вступления в действие стандарта SFS 6000/2007) данная графа содержит также максимально допустимое расчетное значение плавкого предохранителя gG при максимальном сроке срабатывания 16 сек. (С наименьшим возможным током короткого замыкания в соответствии с таблицей 801 А, описывающей условия отключения).

4) Провод PEN в соответствии с новым стандартом АМКА. Старый провод указан в скобках.

#### 4.1.4. Защита воздушных линий электропередачи от повреждений плавкими предохранителями

##### 4.1.4.1. Общая информация

В соответствии со стандартом SFS 6000 автоматическое отключение питания распределительной сети должно происходить обычно не более, чем за 5 секунд. Но по усмотрению оператора распределительной сети может быть разрешен также более продолжительный срок отключения сети в случае соблюдения требований к подключениям. В таком случае расчет максимальной токовой защиты, используемой для автоматического отключения сети, может выполняться на основании таблицы 801A стандарта SFS 6000-8-801. Эта информация представлена в таблице 8 учебника.

До издания новой версии стандарта SFS 6000/2008 защита воздушных линий электропередачи с проводами АМКА и кабельных линий от повреждений в сети ВЛ основывалась на быстродействующем плавком предохранителе gG, который срабатывал при коротком замыкании 1-фазной сети за 15 секунд. Такая защита была и продолжает оставаться в старых ответвлениях от электрической сети, построенных до 01.04.2008, а также в новых ответвлениях, присоединяемых к старым участкам сети.

Защита от повреждений новых участков преобразуемой сети и полностью реконструируемых старых сетей должна базироваться на стандартных плавких предохранителях gG (стандарт SFS-EN 60269). Ток срабатывания 5 сек. таких плавких предохранителей указан в таблице 9. С этой таблицей связаны значения тока короткого замыкания, рассчитываемые на основании представленных в таблице 8 коэффициентов (а также значения тока короткого замыкания главного плавкого предохранителя потребителя, соответствующие 1-му условию зануления STM 1993).

Максимальные значения для обычных плавких предохранителей, защищающих питающие линии, соответствующие стандарту SFS-EN 60269, представлены по классам нагрузок проводов выше в таблицах 8 и 9.

Время срабатывания максимальной токовой защиты в электрической сети, следующей за главными плавкими предохранителями подключения потребителя, не должно превышать 5 секунд, а в распределительной сети срок отключения согласно современным требованиям составляет обычно 0,4 секунды. Поэтому минимальный рекомендуемый ток короткого замыкания распределительной сети рядом с главными плавкими предохранителями подключения составляет сегодня 250 А. См. SFS 6000-801-4.

##### 4.1.4.2. Выполнение защиты плавкими предохранителями

Таблица 10. Минимальный ток короткого замыкания, на основании которого можно измерить максимальную токовую защиту, используемую в качестве защиты от повреждений распределительной сети, и максимальный допускаемый срок срабатывания максимальной токовой защиты подключения. (Таблица основана на пункте 801.411.3.2. и таблице 801A стандарта SFS 6000). SA2:08 таблица 11.

Максимальная токовая защита	Минимальный ток короткого замыкания в распределительной сети	Срок срабатывания рядом с главным предохранителем подключения	Срок срабатывания в электрической сети подключения
Плавкий предохранитель типа gG $I_N \leq 63$ А	$2,5 \times I_N$	5 сек	0,4 и 5 сек
Плавкий предохранитель типа gG $I_N > 63$ А	$3 \times I_N$		

Таблица 11. Значения минимального тока короткого замыкания плавких предохранителей для различных режимов защиты.

- 1) Источник SFS-EN 60269-1 «Предохранители низкого напряжения. Часть 1: Общие требования.»
- 2) Источник SFS 6000-8-801 «Распределительные сети», таблица 801A.
- 3) Источник А1 1993 «Требования по технике безопасности электрических работ» 1. Условие зануления, таблица 9.5-1.

Номинальный ток плавкого предохранителя А	Ток короткого замыкания при сроке срабатывания 5 сек 1)	Ток короткого замыкания 2,5 или 3 x плавкий предохранитель сети 2)	Ток короткого замыкания 3,5 или 4,5 x главный плавкий предохранитель клиента 3)
25	110	62,5	87,5
35	165	87,5	122,5
50	250	125	175
63	320	157,5	220,5
80	425	240	360
100	580	300	450
125	715	375	720
160	950	480	900
200	1250	600	900
250	1650	750	1125
315	2200	945	1417,5
400	2840	1200	1800
500	3800	1500	2250
630	5100	1890	2835

Как выше было сказано, провод АМКА должен быть защищен от перегрузки с помощью подходящего для этой цели плавкого предохранителя. В распределительной сети защита плавкими предохранителями не обязательна. Не требуется, чтобы при установке провода с меньшим сечением на стыке всегда использовался плавкий предохранитель. В данном случае следует отдельно рассмотреть, как ответвление от электрической сети или питающую линию с небольшим сечением можно подключить к большой магистральной линии. Принцип защиты основан на том, что плавкие предохранители магистральной линии защищают питающую линию от короткого замыкания, и расположенные на конце линии главные плавкие предохранители подключения защищают ее от перегрузки.

#### 4.1.4.3. Примеры защиты сети с проводами АМКА плавкими предохранителями

На рисунке 32. Провод ММЖ 10 мм<sup>2</sup> старого здания ограничивает размер плавкого предохранителя до 125 А. Если бы размер данного провода был 16 мм<sup>2</sup>, то плавкий предохранитель на выходе этой старой сети мог бы быть 160 А и срок его срабатывания 15 сек.

Достаточные сечения питающих линий изображенных на рисунке 33 ответвлений позволяют использовать максимальные плавкие предохранители в защите от короткого замыкания.

На рисунке 34 с помощью промежуточных плавких предохранителей удалось обеспечить более длинные выходы воздушной линии электропередачи.

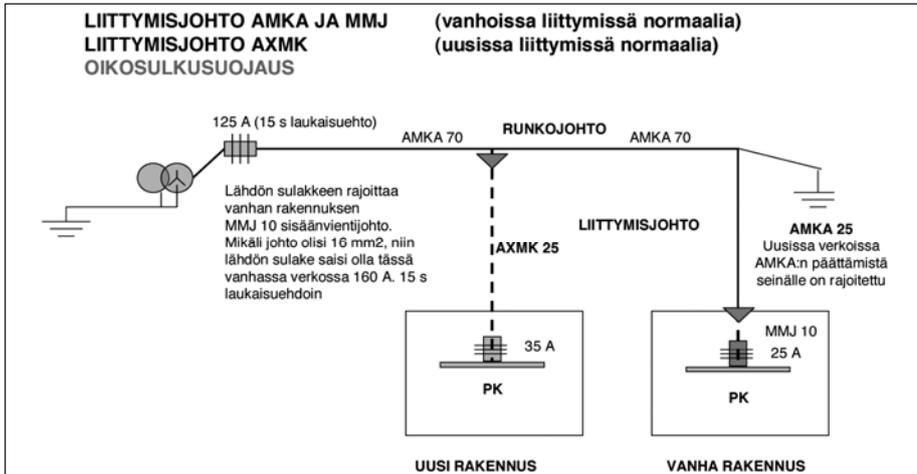


Рисунок 32. Ответвление от старой распределительной сети. Питающие линии АМКА, ММЖ и АХМК (SA2:08, рисунок на стр. 22).

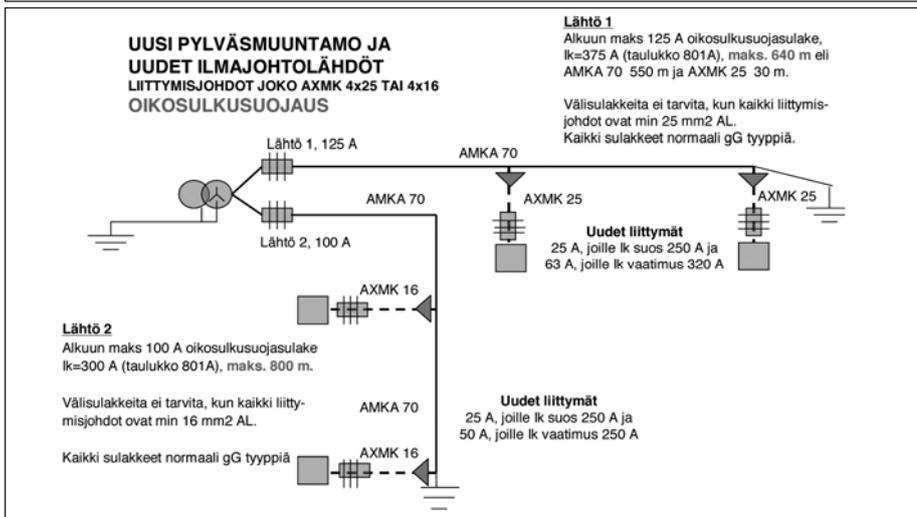


Рисунок 33. Новый мачтовый трансформатор и новые выходы воздушной сети электропередачи. Питающие линии либо АХМК 4x25 мм<sup>2</sup>, либо 4x16 мм<sup>2</sup>(SA2:08, рисунки на стр. 23.)

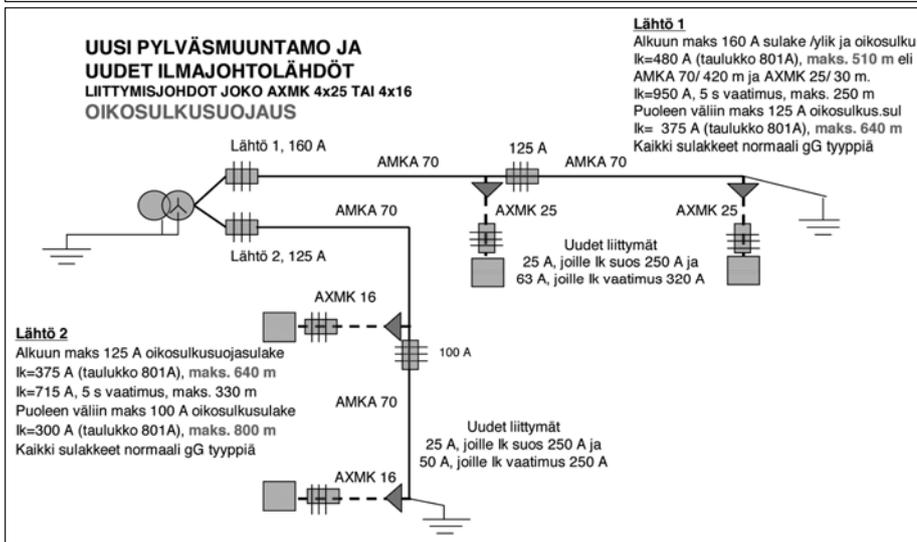


Рисунок 34. Новый мачтовый трансформатор и новые выходы воздушной линии электропередачи (промежуточный плавкий предохранитель). Питающие линии либо АХМК 4x25 мм<sup>2</sup>, либо 4x16 мм<sup>2</sup>(SA2:08, рисунок на стр. 23.)

#### 4.1.4.4. Определение однофазового тока короткого замыкания и размера плавкого предохранителя

Требования, устанавливаемые к размеру плавкого предохранителя защитой от повреждений и защитой от напряжения прикосновения, традиционно определялись на основании преобразовательных таблиц и графиков. Эти таблицы и графики представлены в приложениях 3 и 5 к «Рекомендациям для электросети SA2:08».

Сегодня размеры плавких предохранителей, устанавливаемые защитой от повреждений, определяются обычно с помощью расчетной программы информационной системы электросети.

Имеются также специальные расчетные программы для определения размера плавких предохранителей.

При определении тока короткого замыкания с помощью таблиц и графиков за основной провод распределительной сети принимается самый распространенный в этой сети тип провода. В «Рекомендациях для электросети SA2:08» значения рассчитаны для трех альтернативных основных проводов: АМКА 3x35+50, АМКА 3x70+95 и АХМК 4x 185S.

Таблица 12. Преобразовательная таблица: длина провода / на длину основного провода. Часть SA 2:08, приложение 3.

ПРОВОД	КОЭФИЦИЕНТ ДЛИНЫ		
	Основной провод АМКА 3x35+50	Основной провод АМКА 3x70+95	Основной провод АХМК 4x185
АМКА 1x16+25	2,101	4,025	8,898
АМКА 1x25+35	1,399	2,677	5,946
АМКА 3x16+25	2,101	4,027	8,902
АМКА 3x25+35	1,404	2,679	5,950
АМКА 3x35+50	1,000	1,913	4,214
АМКА 3x35+70	0,875	1,914	3,706
АМКА 3x50+70	0,730	1,397	3,095
АМКА 3x70+95	0,523	1,000	2,214
АМКА 3x120+95	0,404	0,772	1,707
АХМК 4 x 150	0,278	0,533	1,181
МСМК 4 x10	2,307	4,415	9,774

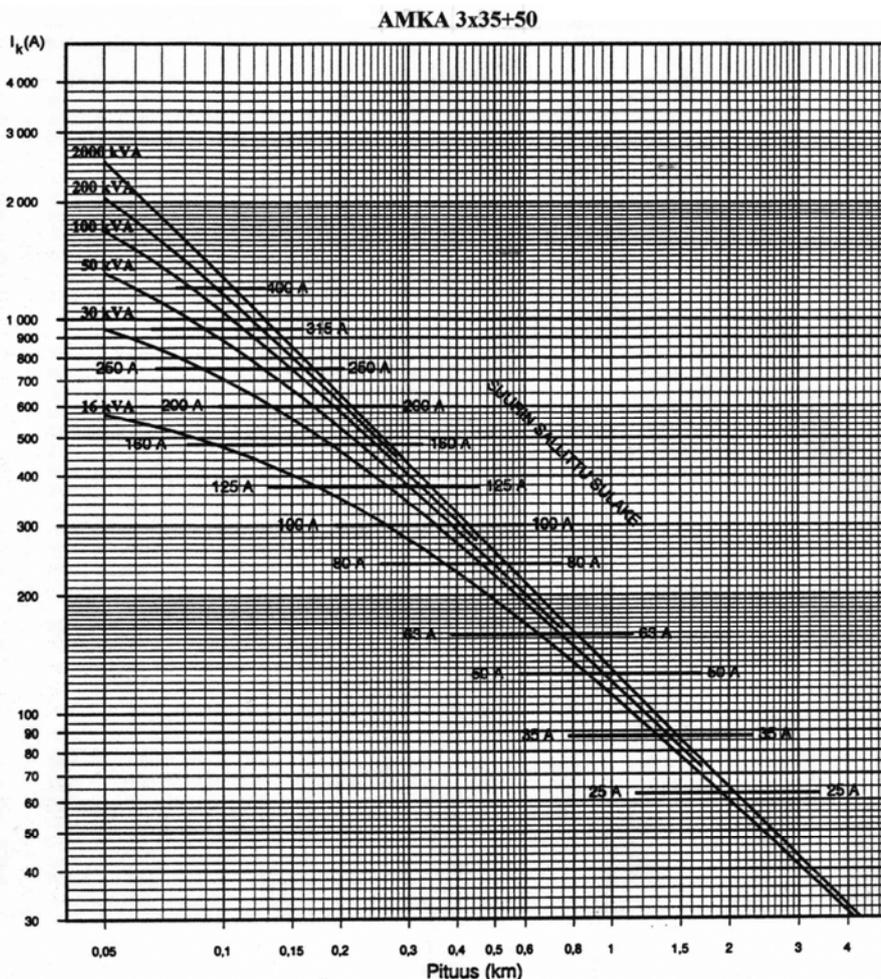


Рисунок 35. Однофазный ток короткого замыкания в качестве функции длины провода и максимальный плавкий предохранитель распределительной сети, допустимый с точки зрения защиты от повреждения (SFS 6000-8-801, таблица 801A). В качестве параметра – мощность трансформатора кВА. Провод АМКА 3x35+50 (SA 2:08, приложение 5, страница 1(3)).

Muuntajien impedanssiarvot ovat Strömbergin alumiinikäämisten tyyppimuuntajien arvoja lukuunottamatta 16 kVA muuntajaa, jossa on kuparikäämit.

### AMKA 3x70+95

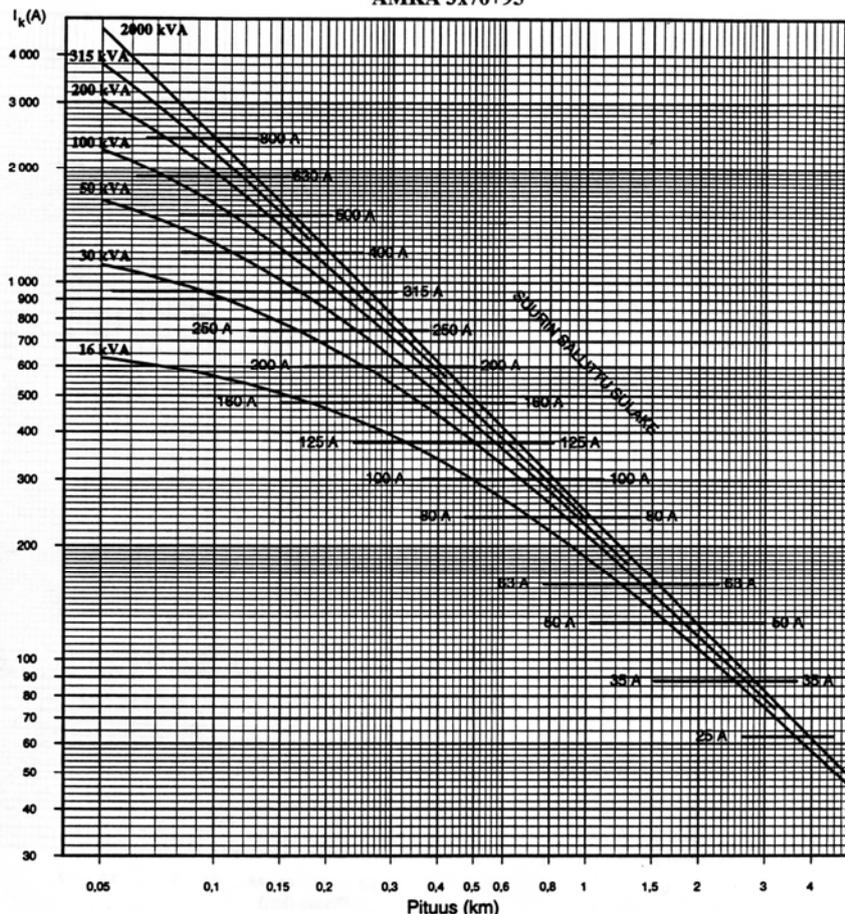


Рисунок 36. Однофазный ток короткого замыкания в качестве функции длины провода и максимальный плавкий предохранитель распределительной сети, допустимый с точки зрения защиты от повреждения. (SFS 6000-8-801, таблица 801A) В качестве параметра – мощность трансформатора кВА. Провод АМКА 3x70+95 (SA 2:08, приложение 5, страница (3)).

Muuntajien impedanssiarvot ovat Strömbergin alumiinikämmisten tyyppimuuntajien arvoja lukuunottamatta 16 kVA muuntajaa, jossa on kuparikäämit.

### AXMK 4 x 185 S

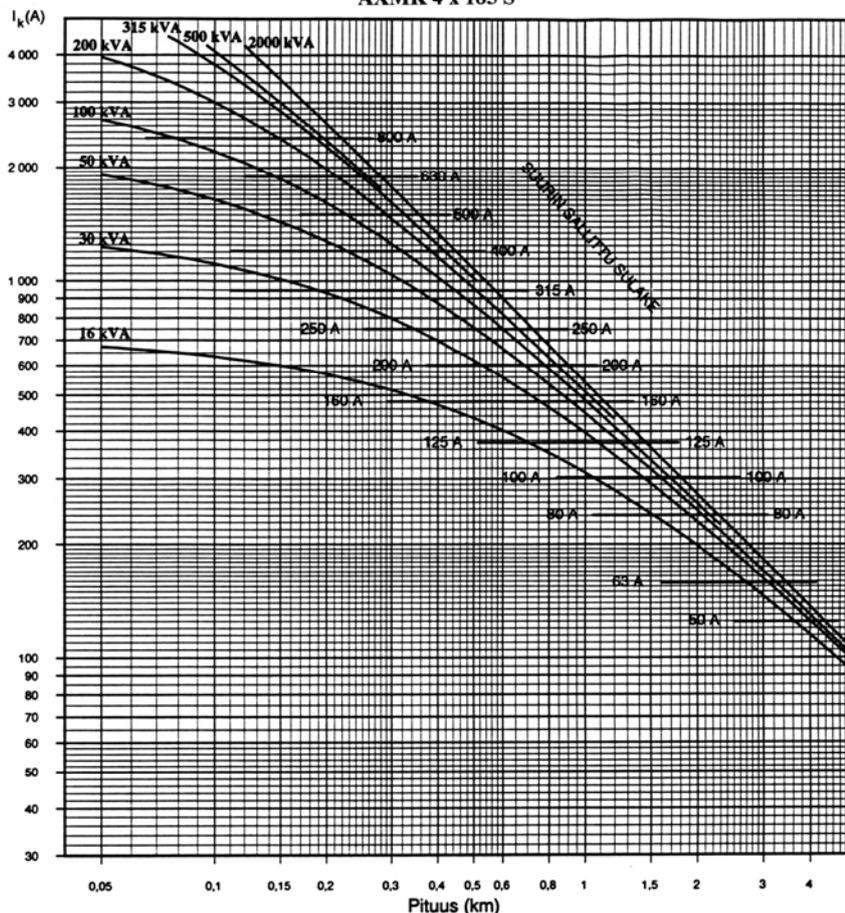


Рисунок 37. Однофазный ток короткого замыкания в качестве функции длины провода и максимальный плавкий предохранитель распределительной сети, допустимый с точки зрения защиты от повреждения. (SFS 6000-8-801, таблица 801A) В качестве параметра – мощность трансформатора кВА. Провод АХМК 4x185S (SA 2:08, приложение 5, страница 1(3)).

Muuntajien impedanssiarvot ovat Strömbergin alumiinikämmisten tyyppimuuntajien arvoja lukuunottamatta 16 kVA muuntajaa, jossa on kuparikäämit.

Однофазный ток короткого замыкания можно определить на основании преобразовательных таблиц и графиков.

При расчетах в качестве основного провода используется самый распространенный на предприятии тип провод (в данном случае – это АМКА 3x70+95).

Расчет производится следующим образом:

- провода рассчитываемого ответвления от электрической сети с разными поперечными сечениями преобразуются в эквивалент длины основного провода с применением коэффициентов длины преобразовательной таблицы,
- с помощью эквивалента длины основного провода и мощности трансформатора на основании графиков основного провода получаем однофазный ток короткого замыкания. На основании этих же графиков получаем размер плавкого предохранителя, защищающего линию.

Пример 1

Какова сила однофазного тока короткого замыкания в конце линии

АМКА 3x120+95 (0,4 км) + АМКА 3x70+95 (0,2 км) + АМКА 3x25+35 (0,05 км), если мощность трансформатора равна 200 кВА?

На основании коэффициента длины получаем (основной провод АМКА 3x70+95):

$$0,772 \times 0,4 + 1 \times 0,2 + 2,679 \times 0,05 = 0,64 \text{ км}$$

Из графика АМКА 3x70+95 (SA 2:08, приложение 5, страница 2) получаем значение тока короткого замыкания 360 А, значит максимальный допустимый плавкий предохранитель - 100 А.

Пример 2

Какова сила однофазного тока короткого замыкания в конце линии АХМК 4x150 (0,3 км) + АМКА 3x70+95 (0,4 км) + АМКА 3x25+50 (0,2 км) + МСМК 4 x 10 (0,01 км), если мощность трансформатора равна 200 кВА?

На основании коэффициента длины получаем (основной провод АМКА 3x70+95):

$$0,533 \times 0,3 + 1 \times 0,4 + 1,914 \times 0,2 + 4,415 \times 0,01 = 0,99 \text{ км}$$

Из графика АМКА 3x70+95 (SA 2:08, приложение 5, страница 2) получаем значение тока короткого замыкания 245 А, значит максимальный допустимый плавкий предохранитель - 80 А.

#### 4.1.5. Заземления сети воздушной линии электропередачи

##### 4.1.5.1. Основы заземления

В качестве составной части защиты от напряжения прикосновения в системе «TN», используемой в распределительной сети 0,4 кВ, согласно стандарту SFS 6000-801-411.4 необходимо выполнить следующие заземления:

- в точке питания сети, полюс «n» трансформатора. Обычно используется общее заземление, при котором высокое и низкое напряжение мачтовой трансформаторной подстанции подключается к одному и тому же заземляющему электроду или заземление провода PEN выполняется на расстоянии не более 200 м от точки питания сети (желательно до ближайшего подключения);
- провод PEN в конце каждой линии или ответвления длиной более 200 м или же на расстоянии не более 200 м от конца линии или ответвления;
- в сети наружного освещения, приравниваемой к распределительной сети, провод PEN должен быть заземлен также в конце линии;
- защита от перенапряжения кабеля АМКА предполагает, что расстояние между заземлениями сети низкого напряжения не должно превышать 500 м. В зонах с частыми грозами расстояние между заземлениями должно быть меньше. Заземление провода PEN эффективно снимает избыточное напряжение всего кабеля АМКА за счет электрических емкостей, существующих между проводами;
- заземление провода PEN желательно выполнить также в других точках, где вблизи линии или подключенного к ней оборудования есть возможность воспользоваться подходящим фактическим электродом заземления;
- плюс к этому заземление всегда желательно выполнять в распределительных кабельных шкафах.

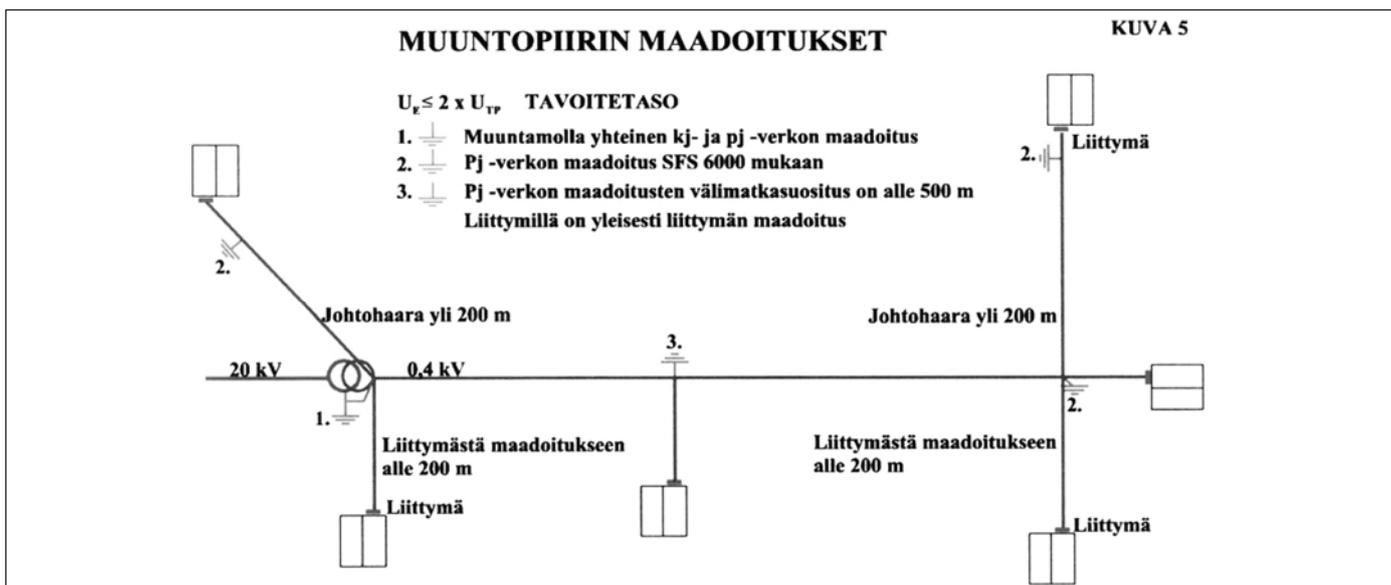


Рисунок 38. Заземления в преобразуемой сети, требуемый уровень (RJ 19:06, рисунок 5).

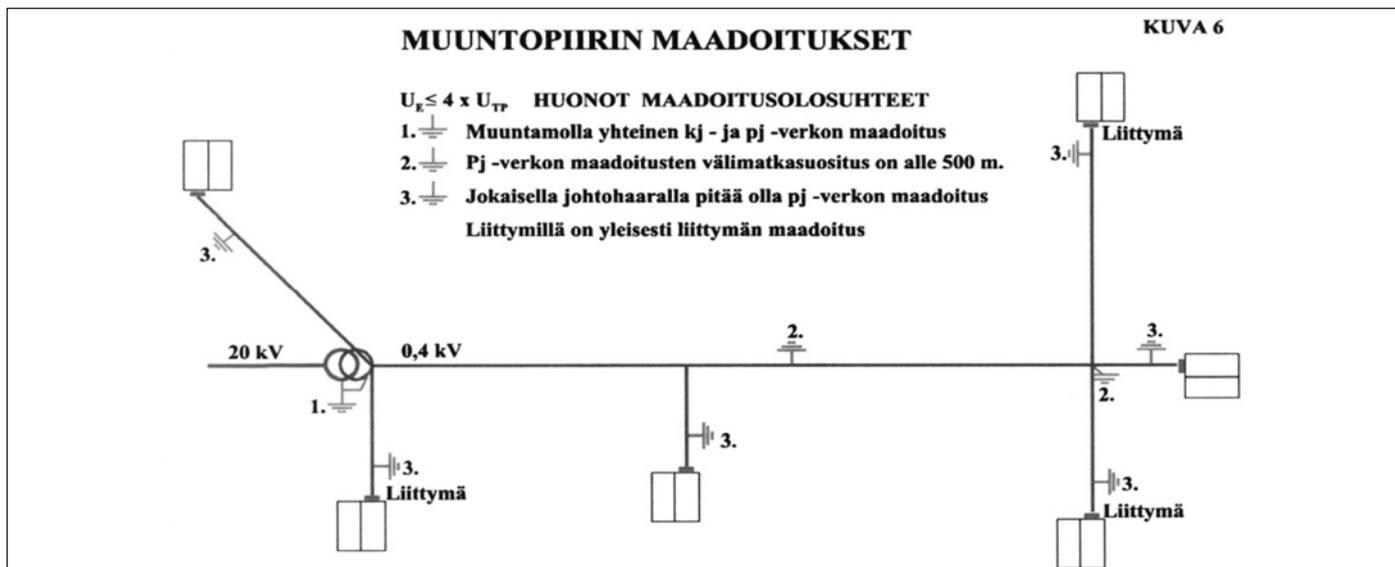


Рисунок 39. Заземления в преобразуемой сети, неблагоприятные условия заземления (RJ 19:06, рисунок 6). 3

Дополнительные требования к заземлению:

- В случае наличия соответствующих условий импеданс заземления заземляющих электродов должен быть меньше 100  $\Omega$ .
- Значения отдельных импедансов заземления заземляющего электрода измерять не нужно.
- Стандарт SFS 6000 предусматривает установку заземления для подключений новых потребителей. Установки заземляющего электрода на конце ответвления не требуется, если заземление проводов PE или PEN в точке подключения отвечает требованиям, установленным к заземлению в конце ответвления от электрической сети, или если на всех подключениях низкого напряжения ответвления есть соответствующий требованиям заземляющий электрод.

Если у оператора распределительной сети нет возможности осуществлять надзор за заземлениями подключения, то на конце каждого ответвления лучше установить отдельный заземляющий электрод.

Информация о нетрадиционной системе заземления, используемой в части распределительной сети, должна быть указана в точке подключения и при необходимости в структурах сети.

SFS 6000-8-801:

«801.411.6 ИТ-системы

Если в распределительной сети, например, номинальным напряжением 1000 В или ее части используется система ИТ, то первый дефект ИТ-системы должен быть отключен по принципу системы TN в соответствии с 801.411.3.2.

Элементы ИТ-системы должны быть подключены к той же системе заземления, что и система TN. Напряжения прикосновения, вызванные в системе TN замыканием на землю системы ИТ, не должны превышать требований, указанных в пункте 442.2.1 и представленных на рисунке 44. A2.»

Указанное выше касается распределительной сети напряжением 1000 В, в которой, например, провод PEN линии АМКА 1000 В, идущий с распределительного трансформатора, не подключен к узловой точке звезды распределительного трансформатора. Защита замыкания на землю в 1000 В сети осуществляется за счет выключателя нагрузки.

Для заземления подверженных напряжению элементов 1000 В системы, как и несущего троса 1000 В провода АМКА используется 0,4 кВ система заземления.

#### 4.1.5.2. Монтаж заземляющего электрода

##### 4.1.5.2.1. Заземляющий электрод

В качестве заземляющего электрода используется металлическое тело, устанавливаемое в грунт или воду, например, провод, трос, рельс, труба, стержень или иная фасонная деталь или образуемый из них комплекс. Расположенное в грунте неизолированное место подсоединения заземляющего провода считается частью заземляющего электрода.

#### Стойкость к коррозии

С целью обеспечения коррозионной стойкости заземляющего электрода его элементы, подверженные коррозионному износу, должны выполняться из меди, нержавеющей стали или горячеоцинкованной стали с толщиной цинкового слоя не менее 60  $\mu\text{m}$ . Следует помнить о коррозии, возникающей под воздействием разных металлов, используемых в одном и том же электроде или соседних электродах. Например, стальной и медный электроды запрещено устанавливать рядом друг с другом, поскольку в таком случае сталь будет подвержена коррозии (сравните также ржавление стержней оттяжек). Данное требование должно учитываться и при монтаже оттяжек мачтовой трансформаторной подстанции.

От применения горячеоцинкованной стали в качестве заземляющего электрода пришлось отказаться из-за ее высокой коррозионной опасности.

Соединение и разветвление должны выполняться надежно.

Соединение и разветвление заземляющего электрода должны выполняться надежными способами прессованием, сваркой, высокотемпературной пайкой или иным аналогичным способом.

Номинальное сечение должно быть достаточным

Номинальное сечение провода, трубы и пр. тела, используемого в качестве заземляющего электрода, должно быть не менее 16  $\text{mm}^2$  меди. При высоком напряжении этот показатель составляет обычно 25  $\text{mm}^2$  меди. См. SFS 6001.

Таблица 13. Значения номинального активного сопротивления различных видов грунта

Материал	Средний Ωм	Обычные пределы колебаний Ωм
Глина	40	25...70
Песок с примесью глины	100	40...300
Ил, торф, земля	150	50...250
Крупнозернистый и мелкозернистый песок	2000	1000...3000
Моренный гравий	3000	1000...10000
Озовый гравий	15000	3000...30000
Гранитная скала	25000	10000...50000
Свежий бетон или бетон на земле	100	50...500
Отвердевший бетон	10000	2000...100000
Озерная и речная вода	250	100...400
Грунтовая, колодезная и родниковая вода	50	10...150
Морская вода (Финский залив)	2,5	1...5

#### 4.1.5.2.2. Выбор места заземления

Характер и влажность грунта решающим образом воздействуют на полное (активное) сопротивление заземления. С точки зрения заземления лучшими видами грунта являются глина, земля и торф. Песок и гравий хуже с точки зрения заземления.

Влажность значительно улучшает показатели заземления любого вида грунта.

Уже при выборе места расположения трансформаторной подстанции или разъединителей необходимо учесть условия заземления. Защитное заземление должно находиться в непосредственной близости от трансформаторной подстанции, т.к. расстояние заземления от защищаемого объекта влияет на эффективность заземления от атмосферных перенапряжений. Заземляющий провод и электрод следует размещать так, чтобы вероятность их повреждения была минимальной.

#### 4.1.5.2.3. Укладка в землю заземляющего электрода

Укладка горизонтального электрода в землю производится обычно в проложенную механическими устройствами траншею или методом запашки.

В исключительных случаях, в основном при установке коротких электродов, допускается прокладка траншеи лопатой. Но и тогда электрод следует стараться разместить, например, в котловане для опоры. С целью уменьшения значения сопротивления заземления при различных способах работы к горизонтальному электроду допускается подключать вертикальные электроды. Ниже представлены методы укладки в землю и приобретенный в связи с этим опыт.

#### Прокладка траншеи под электрод заземления

Траншею для горизонтального электрода можно вырыть таким же образом, как и для кабеля, либо вручную лопатой, либо с помощью механизмов. При прокладке траншеи вручную следует пользоваться узкой, т.н. дренажной лопатой, чтобы траншея не получилась слишком широкой. Механическая выемка грунта выполняется экскаватором, оснащенным узким ковшом.

Траншея не должна быть прямой, она может пролегать по самому легкому с точки зрения выемки грунта маршруту и огибать усложняющие прокладку препятствия.

При выемке грунта нужно помнить, что заземляющий электрод должен погружаться на достаточную глубину, обычно прим. 70 см. Это способствует сохранности проложенных, например, на полях электродов во время посевных работ. При прокладке электродов под любыми канавами, нужно учитывать, что чистка канав может приводить к их значительному углублению и явиться причиной обрыва или повреждения электрода, расположенного слишком близко ко дну канавы.

После завершения выемки траншеи в нее укладывается электрод. Вертикальные электроды погружаются на дно траншеи, после чего выполняются соединения и траншея засыпается. При прокладке электродов под дорогами и в аналогичных местах грунт подлежит утрамбовке, что предотвращает впоследствии появление возможных ям в результате оседания грунта на участке траншеи.

При механической выемке траншеи заземления наряду с оператором может быть еще один работник, наблюдающий за земляными работами и одновременно устанавливающий электрод в траншею и выполняющий соединения. Но обычно оператор сам укладывает электрод в траншею. Поскольку мобильность экскаватора на местности не очень высокая, то траншею рекомендуется засыпать сразу после выемки грунта. Работа выглядит следующим образом: экскаватор прокладывает часть траншеи, длина которой определена вылетом стрелы, затем электрод укладывается в траншею и траншея засыпается.

#### Запашка проводного электрода

Плуг укладки электрода заземления (см. рисунок 135) позволяет устанавливать электроды даже в относительно прочный грунт без выемки траншей. Плуг укладки имеет следующую конструкцию: каркас плуга образует вертикальный нож, в нижней части которого наклонно расположено лезвие и отвалы. Они направляют лезвие внутрь грунта и удерживают его там при протягивании плуга. В задней части лезвия расположен кожух, вдоль которого электрод направляется в грунт на заданную глубину.

Плуг укладки перемещается при помощи экскаватора, полноприводного трактора или вездехода. В случае применения экскаватора плуг укладки крепится к ковшу трактора.

Перед началом запашки проводной электрод вставляется сверху в направляющий кожух.



Рисунок 40. Плуг укладки электрода заземления, закрепленный к экскаватору.

Конец провода вытягивается наружу и крепится, например, к основанию исходной опоры. При перемещении тягача лезвие и отвалы тянут плуг вглубь грунта. Нужно проследить, чтобы плуг не входил в грунт слишком быстро, в противном случае бегунок направляющей оболочки может обрезать провод, несмотря на его округленные края. Гидравликой трактора запрещено надавливать на плуг. Гидравлика применяется только для подъема плуга. Глубина запашки немного колеблется в зависимости от характера грунта.

Во время запашки перед плугом накапливается разрозненный сор поверхностного слоя грунта. Его необходимо регулярно удалять, чтобы он не мешал продвижению. Плуг обычно в состоянии перерезать корни деревьев.

Иногда целесообразно предварительно прочистить трассу плугом без заземляющего электрода с целью удаления пней, корней, камней и пр. препятствий.

Перед сложным препятствием, например, перед большим камнем работы следует приостановить, плуг удалить из грунта и провод вытянуть наружу настолько, чтобы препятствие можно было обогнуть вручную и запашку продолжить по другую сторону препятствия. Плуг не позволяет делать резких поворотов, радиус его поворота составляет прим. 10...20 м в зависимости от характера грунта.

Представленный выше метод позволяет довольно быстро уложить электрод в грунт. Засыпки следа обычно не требуется, т.к. образующаяся в грунте колея настолько узкая, что засыпка происходит самопроизвольно. Достаточно проехать на тракторе по линии запашки таким образом, чтобы колесо прошло по колею, закрывая и уплотняя ее.

Для выполнения соединений оставляется свободный конец электродного троса, длина которого достаточна для прямого соединения с несущим тросом провода АМКА сети низкого напряжения и защищенными заземлением элементами сети среднего напряжения, расположенными на опоре. Запашку нужно начинать на таком расстоянии от опоры, чтобы при достижении опоры электрод успел погрузиться на достаточную глубину.

При завершении запашки плуг не следует поднимать слишком рано, т.к. с точки зрения опасного напряжения важно, чтобы также конец электрода находился на нужной глубине. В случае производства работ на участке, где могут быть подземные конструкции, например, кабели, дренажи или канализационные и водопроводные трубы, необходимо предварительно выяснить места их расположения с целью предотвращения возможных повреждений в процессе прокладки заземления.

#### Углубленная установка вертикального электрода заземления

Вертикальные электроды заземления устанавливаются обычно в тех случаях, когда прокладка горизонтальных электродов в сравнении с получаемой выгодой связана с непомерными расходами и характер грунта позволяет легко погрузить стержни в грунт. Обычно вертикальное заземление выполняется с целью улучшения существующей системы заземления.

Желательно знать горизонты грунта. При вертикальном заземлении целью является выйти к проводящим пластам грунта. Информацию о горизонтах грунта можно получить из карты грунтов.

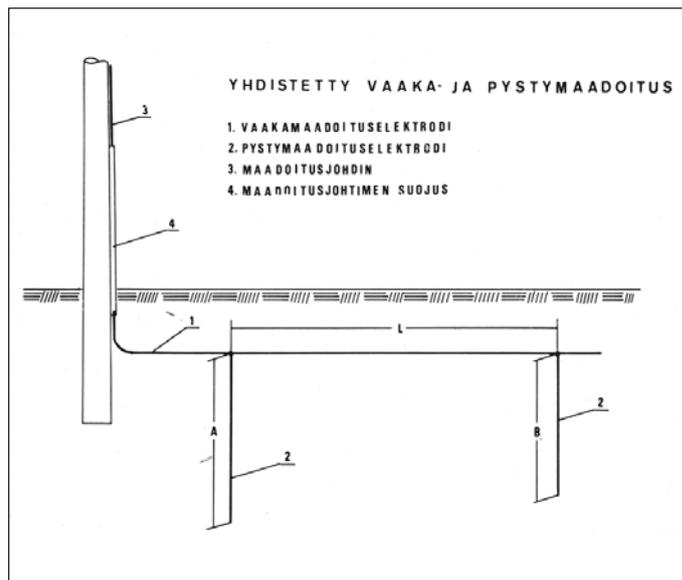


Рисунок 41. Объединенные горизонтальный и вертикальный электроды заземления.

Для обеспечения максимальной пользы от электрода заземления и эффективности горизонтального и вертикального электродов расстояние между расположенными рядом вертикальными электродами должно быть больше или равно суммарной длине этих вертикальных электродов (см. рисунок 38).

$$L > A + B$$

Если такое расстояние между вертикальными электродами обеспечить сложно, то следует проследить, чтобы расстояние было, по крайней мере, равно или больше длины самого длинного электрода, т.е.

$$L > A.$$

В качестве электрода вертикального заземления используются:

- металлические стержни
- комбинации из стальной трубы и медного провода
- погруженные с помощью стальной трубы или стержня медные провода

### Металлический стержень в качестве электрода

Металлические электроды используются, как правило, для дополнения проводного электрода, но при благоприятных условиях заземления могут использоваться в качестве главного электрода.

Электродом служит покрытый медью стальной стержень.



Рисунок 42. Элементы системы металлического стержня, используемого в качестве электрода

1. Матрица буровой машины.
2. Ударный болт, принимающий удары и защищающий винтовую резьбу соединительной муфты.
3. Соединительная муфта.
4. Заземляющий стержень, на обоих концах которого винтовая нарезка для надставки.

Отдельные стержни заземления допускается забивать в грунт кувалдой, в случае наращивания стержней забивку следует производить с помощью буровой машины.

Проволока заземляющего электрода соединяется с заземляющим стержнем посредством надёжного соединения.



Рисунок 43. Соединение провода с заземляющим стержнем с помощью обжимного соединения.

### Металлическая трубка и провод в качестве электрода

Вертикальный заземляющий электрод может быть изготовлен также из провода и относительно легкой стальной трубки, с помощью которой провод вводится в грунт и которая остается в грунте как составная часть электрода. Для выполнения работ в данном случае используются следующие средства (см. рисунок 112.).



Рисунок 44. Металлическая трубка в качестве электрода и элементы проводной системы

1. Матрица, устанавливаемая в патрон ударной машины.
2. Ударная головка, устанавливаемая в верхний конец трубки, принимающая удары.
3. Соединительная трубка, количество трубок определяется в соответствии с длиной электрода и глубиной установки.
4. Наконечная трубка, на нижнем конце которой расположен крепежный элемент для провода.

Провод крепится к концу сопровождающей трубки, и трубка забивается в грунт с помощью буровой машины. При необходимости устанавливаются дополнительные сопровождающие трубки.



Рисунок 45. Установка сопровождающего стержня с помощью буровой машины.

После обеспечения достаточной глубины забивка продолжается до достижения концом трубки дна траншеи. Последнюю удлинительную трубку можно удалить из грунта, что позволяет избежать обрезания или пригибания трубки ко дну траншеи.

#### Провод присоединяется к объекту заземления.

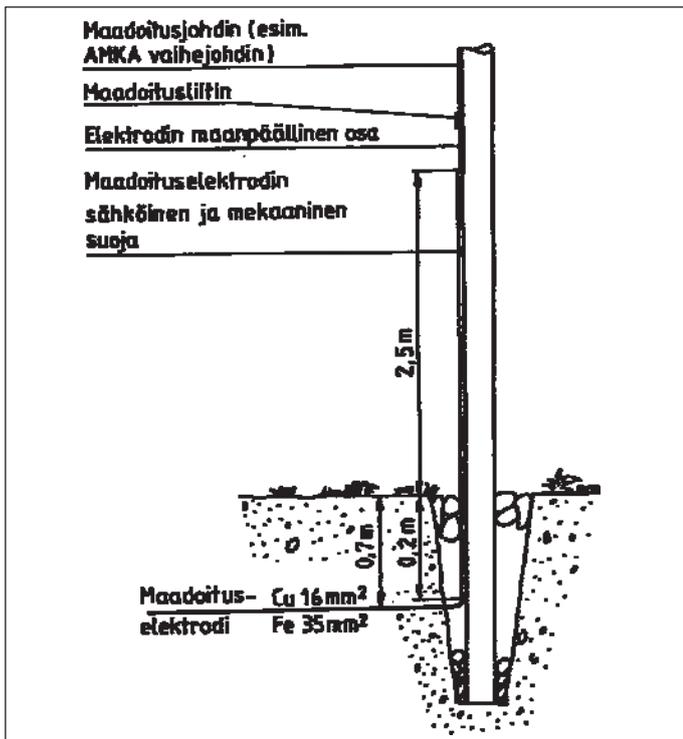


Рисунок 45. Установка сопровождающего стержня с помощью буровой машины.

Заземляющий электрод необходимо защитить от механических повреждений до высоты не менее 1,5 м, а рядом с транспортной магистралью - до высоты не менее 2,0 м, а также на глубину грунта не менее 0,2 м.

Для защиты обычно используется черная пластмассовая трубка, которая поставляется длиной 3 м. Этой же трубкой можно пользоваться и в тех случаях, когда к защитному устройству устанавливается требование электрической защиты.

В верхней части заземляющий электрод соединяют с проводом заземления, поступающим с провода PEN. В качестве заземляющего провода используется медный провод сечением не менее 16 мм<sup>2</sup> или алюминиевый провод сечением не менее 25 мм<sup>2</sup> (фазный провод АМКА). Для соединения используется, как правило, специальный зажим заземления, приподнимающий соединение над поверхностью опоры и позволяющий открыть его для подключения измерительных приборов.

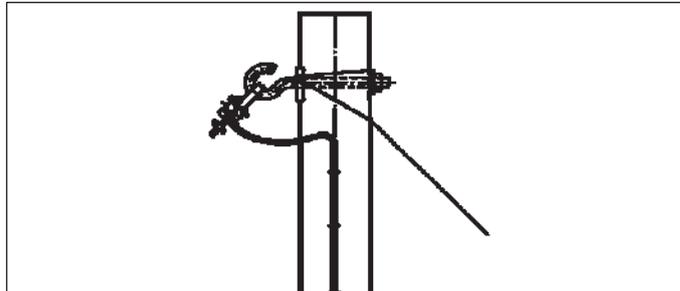


Рисунок 47. Соединение верхней части заземления с проводом АМКА.

При соединении заземляющего провода с проводом PEN следует пользоваться надёжными болтовыми или обжимными соединениями. Место соединения выбирается так, чтобы не происходило истирания изолированных фазных проводников.

#### Измерение полного сопротивления заземления

При выполнении монтажа дополнительного заземления обычно возникает потребность для незамедлительного контроля значения полного сопротивления заземления. Информация о значении полного сопротивления заземления нужна также при монтаже группового заземления.

Методы измерения заземления описаны в разделе «Трансформаторы» учебника «Монтажные работы на предприятиях электроснабжения» (Sähkölaitosasennot) и в разделе «Оперативные задачи распределительной сети» 4-го учебника «Профессиональная подготовка монтажников для предприятий электроснабжения».

Измерение местного заземления, коим обычно отдельное заземление и является, выполняется омметром с учетом пиков токового графика и графика напряжений.



Рисунок 48. Измерение сопротивления заземления на местности.

Монтаж заземляющих электродов рассмотрен детально в разделе «Работы на распределительной трансформаторной подстанции» 3-го учебника «Профессиональная подготовка монтажников для предприятий электроснабжения».

#### 4.1.6. Условия зануления и их выполнение

До внедрения стандарта SFS 6000 по электромонтажу низкого напряжения в 2002 году строительство распределительных сетей выполнялось в соответствии с «Правилами по технике безопасности электрических работ А1-1993» и защита от напряжения прикосновения осуществлялась в соответствии с условиями зануления следующим образом:

В системах напряжением до 1000 В в качестве защиты от напряжения прикосновения использовалось зануление, поэтому и сеть воздушных линий электропередачи должна была соответствовать условиям зануления

Ст. 5 «Правил по технике безопасности электрических работ»: «При применении зануления в зануленных элементах не должно возникать опасного напряжения прикосновения.»

#### Ст. 9, 5.А. «Правил по технике безопасности электрических работ» ПЕРВОЕ УСЛОВИЕ ЗАНУЛЕНИЯ

«В случае короткого замыкания между фазным проводом и проводом PEN или защитным проводом, т.е. однофазного короткого замыкания, в любой гальванически цельной системе максимальная токовая защита или другое защитное устройство должно быстро отключить короткое замыкание, или же напряжение провода PEN или защитного провода по отношению к земле не должно во время короткого замыкания ни в одной из частей системы превышать 75 В. В случае однофазного короткого замыкания за главным плавким предохранителем подключения максимальная токовая защита или иное защитное устройство должно в любом случае быстро отключить короткое замыкание.

Указанные выше требования могут быть выполнены, например, следующим образом:

Расчет максимальной токовой защиты, расположенной в различных частях системы, производится так, чтобы однофазное короткое замыкание вызывало быстрое срабатывание этой защиты. Считается, что максимальная токовая защита распределительной сети предприятия электроснабжения, срок срабатывания которой зависит от тока, реагирует быстро, если значение минимального однофазного тока короткого замыкания в части защищаемой ею системы не меньше указанного в таблице 9.5-1 (таблица 11 этого учебника) значения. Питающая линия, см. ст. 32, 2. Время срабатывания в электрической сети подключения не должно превышать 5 сек.; при использовании плавких предохранителей время срабатывания выбирается в соответствии с верхним предельным значением графика.

Считается, что максимальная токовая защита, срок срабатывания которой не в значительной мере зависит от тока, реагирует быстро, если она имеет короткое время выдержки, и минимальное однофазное значение тока короткого замыкания в части защищаемой ею системы равно не менее 1,25- кратному значению установочного тока защиты.»

#### Ст. 9, 5.В. «Правил по технике безопасности электрических работ» ВТОРОЕ УСЛОВИЕ ЗАНУЛЕНИЯ

«Распределительная сеть предприятия электроснабжения

Заземление провода PEN должно находиться на расстоянии не более 200 м от точки питания сети (желательно до ближайшего подключения) и в конце каждой линии, протяженностью более 200 м, или в конце ответвления от электрической сети или на расстоянии не более 200 м от конца линии. Провод PEN сети наружного освещения, приравниваемой к распределительной сети, должен иметь заземление также в конце линии. Полное сопротивление заземления этих электродов должно быть при наличии соответствующих условий заземления меньше 100 Ω.

Провод PEN желательно дополнительно заземлить также в других местах, где вблизи линии или подключенного к ней оборудования имеется подходящий фактический электрод заземления или металлический элемент, установленный в хорошо проводящий грунт, например, электрод заземления защиты от перенапряжения линии или металлический трубопровод.

Если заземление провода PEN сооружения соответствует требованиям, установленным к заземлению на конце ответвления от электрической сети, или если на всех подключениях низкого напряжения ответвления расположен электрод заземления, соответствующий требованиям ст. 11, 5, установки другого электрода заземления на конце ответвления от электросети не требуется.

При применении зануления механическая прочность провода PEN воздушной линии электропередачи не должна уступать прочности фазного провода.

Одновременно провод PEN следует размещать и фиксировать так, чтобы он не обрывался или не выскальзывал из зажима под действием направленных на линию механических или иных нагрузок на участке, расположенном до фазного провода (Ст. 24, 5.А «Правил по технике безопасности электрических работ»).

Основной целью второго условия зануления является снижение напряжения прикосновения, возникающего в зануленных элементах в случае обрыва провода PEN, которое наряду с дефектом изоляции может быть вызвано также несимметричной нагрузкой на участке сети, следующего за местом обрыва. Целью установленного к проводу PEN требования прочности является также снижение риска обрыва.

#### 4.1.7. Качество напряжения

##### 4.1.7.1. Общая информация о качестве напряжения

##### Потеря напряжения

Потеря напряжения в линии возникает под действием тока нагрузки. При увеличении тока нагрузки растет и потеря напряжения. Потеря напряжения повышается также при увеличении угла сдвига фазы.

##### Снижение напряжения

Потеря напряжения приводит к снижению напряжения между началом и концом линии.

(Снижение напряжения, возникающее в линии переменного тока, равно примерно арифметической сумме резистивной потери напряжения, вызываемой эффективным значением тока, и индуктивной потери напряжения, вызываемой реактивной составляющей тока).

В действительности вместо потери напряжения линии обычно рассматривается снижение напряжения линии.

Номинальное напряжение сети низкого напряжения  $U_n$  находится между фазой 230 В и нулевым рабочим проводником.

В соответствии со стандартом SFS-EN 50160 «Свойства напряжения у потребителя общей распределительной сети», год издания 2000, колебание напряжения у потребителя в точке подключения сетей, указанных в договоре между клиентом и оператором распределительной сети, должно быть не более 230 В  $\pm$  10 % и в целом – не более 230 В +10% – 230 В -15%. В таком случае максимальный диапазон колебаний составляет 196 – 253 В.

Оператор сети обычно заключает с клиентом договор об оказании сетевой услуги, в котором, исходя из условий сетевых услуг, согласуются поставка и качество электроэнергии. В отношении новых подключений вначале всегда составляется отдельный договор о подключении к электрической сети. Согласно Закону о рынке электроэнергии поставка электроэнергии должна соответствовать, по крайней мере, минимальным требованиям международных стандартов качества, в т.ч. и требованиям стандарта SFS-EN 50160. Если поставка электроэнергии будет признана некачественной, клиент вправе потребовать предусмотренную законом компенсацию.

В 2001 году электроэнергетической ассоциацией «Seneg ru» были изданы руководства и рекомендации в области поставки электроэнергии, согласно которым качество напряжения у потребителя можно разделить на три уровня, которыми при необходимости можно воспользоваться в договоре об оказании сетевой услуги.

Категории качества характеризуются следующим образом:

- Высокое качество: средние показатели эффективных значений 10 минут устанавливается в диапазоне 220...240 В и среднее значение 10 минут составляет 225...235.
- Обычное качество: средние показатели эффективных значений 10 минут устанавливаются в диапазоне 207...244 В.
- Стандартное качество: 95% эффективных значений из числа средних показателей 10 минут устанавливаются в диапазоне 207...253 В и 100% эффективных значений из числа средних показателей устанавливаются в диапазоне 196...253 В.

#### 4.1.7.2. Изменение напряжения в распределительной сети

Снижение напряжения должно всегда рассматриваться в комплексе. В случае превышения заданного значения в какой-либо из частей сети контроль совокупного снижения осуществляется от электрической станции до потребителя.

Обычное качество напряжения у потребителя предусматривает, что напряжение в точке подключения клиента в любой момент составляет не менее 207 В.

Согласно следующей таблице (SA 2:08, таблица 13) снижение напряжения в условиях стандартного качества не должно превышать 15 %. В силу чего уровень напряжения сети среднего напряжения должен обычно настраиваться на максимальное значение. В данном случае нужно проверить потребность регулировки в условиях нагрузки.

#### Расчет снижения напряжения

На линии низкого напряжения процент снижения напряжения можно рассчитать с помощью представленной ниже таблицы, если известны: тип провода, его длина, величина нагрузки и коэффициент его мощности.

Например:

Тип провода            АМКА 3x35+50  
 Длина                    650 м  
 Нагрузка                20 кВА  
 Коэффициент мощности  $\cos \phi$  0,8

Процент снижения напряжения:  
 $0,65 \times 20 \times 0,48 = 6,2 \%$

Таблица 14. Рекомендательные диапазоны напряжений и снижение напряжения (SA 2:08, таблица 13).

Тип сети	Диапазон колебания напряжений		Снижение напряжения		
	Минимальный	Максимальный	Высокое качество	Обычное качество	Стандартное качество
Сеть среднего напряжения	19 кВ	22 кВ	$\pm 4 \%$	$\pm 10 \%$	$95\% \pm 10 \%$
Распределение низкого напряжения Трансформаторная подстанция <sup>1)</sup> Магистральная сеть низкого напряжения Питающая линия <sup>2)</sup>	196 В	253 В	$\pm 4 \%$	$\pm 10 \%$	+10 – 15%
	220 В	253 В		1-2 %	2-4 %
	210 В	253 В		3-5 %	3-7 %
	207 В	253 В		1-3 %	1-5 %
Внутренняя электросеть	198 В	253 В			1-4 %

Таблица 15. Коэффициенты снижения напряжения (%/ кВА, км) (часть SA 2:08, приложение 4)

Провод	Коэффициент напряжения $\cos \square$					
	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Воздушные линии электропередачи с неизолированными проводами						
4x21/4 Al/Fe	0,86	0,88	0,83	0,77	0,70	0,63
4x34/6 Al/Fe	0,53	0,58	0,56	0,54	0,50	0,46
4x54/9 Al/Fe	0,34	0,40	0,40	0,39	0,37	0,35
4x85/14 Al/Fe	0,21	0,28	0,29	0,29	0,29	0,28
АМКА 3x16 +25	1,20	1,11	1,00	0,89	0,78	0,66
АМКА 3x25 +35	0,76	0,71	0,65	0,58	0,51	0,44
АМКА 3x35 +50	0,55	0,52	0,48	0,43	0,38	0,33
АМКА 3x50 +70	0,40	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26
АМКА 3x70 +95	0,28	0,28	0,26	0,24	0,22	0,19
АМКА 3x120+95	0,16	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
АХМК 4 x16 S	1,20	1,11	1,00	0,88	0,77	0,65
АХМК 4 x25 S	0,76	0,70	0,64	0,57	0,50	0,43

#### 4.1.8. Защита от перенапряжения

Возникающие в сети 0,4 кВ перенапряжения обычно являются результатом ударов молнии. Связанному с ударом молнии перенапряжению подвержены особенно неподвижные участки с длинными линиями подключения к распределительной сети. Такие перенапряжения можно разрядить устройствами защиты от перенапряжения (см. рисунок 40).

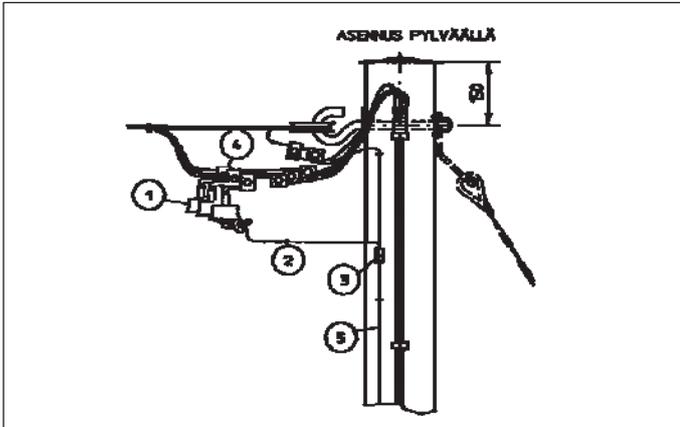


Рисунок 49. Устройства защиты от перенапряжения на концевой опоре провода АМКА.

Причиной перенапряжения в сети 0,4 кВ может быть, например, обрыв провода PEN, когда в результате смещения нейтральной точки между фазовым проводом и нулевым проводом (PEN) возникает высокое напряжение. Против таких перенапряжений существует защита, и в случае надлежащего заземления системы риск обычно незначительный.

При установке одной воздушной линии электропередачи рядом с другой должны соблюдаться инструкции стандартов для электросетей SFS-EN 50423 и SFS 6003.

### 4.2. Сеть воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ

#### 4.2.1. Общая информация

Расчет линии осуществляется, исходя из объема передаваемой электрической мощности и допустимого падения напряжения в линии. В расчетах должны учитываться также продолжительность короткого замыкания линии, величина тока короткого замыкания и экономические показатели, т.е. значение потерь. Величина тока замыкания на землю, возникающего в воздушной линии электропередачи, и его продолжительность определены в стандарте SFS 6000 «Электромонтажные работы в области высокого напряжения».

В соответствии с «Рекомендациями для электросети SA 5:94» при расчете линии среднего напряжения должны учитываться:

- снижение напряжения,
- длительно допустимый ток,
- эксплуатационная надежность,
- продолжительность короткого замыкания,
- правила по технике безопасности электрических работ,
- экономическая эффективность.

#### 4.2.2. Снижение напряжения

Стандарт SFS-EN 50160 устанавливает следующее требование к качеству колебания уровня напряжения в сети среднего напряжения: напряжение должно составлять 95%  $U_n \pm 10\%$ . Измерения производятся 10-минутными сериями в течение одной недели.

Вместо процента потери напряжения сегодня, как правило, пользуются выражением «процент снижения напряжения».

Потеря напряжения в линии высокого напряжения возникает так же, как и в линии низкого напряжения под воздействием тока нагрузки.

Ниже рассмотрим пример расчета потери напряжения в одинарной линии с одной нагрузкой.

Потерю напряжения можно рассчитать, например, на основании формул приближенных значений следующим образом:

Длина линии с трехфазным неизолированным проводом напряжением 20 кВ/50 Гц составляет 100 км. Используются провода Суур-Саво (алюминиевые провода с усиленным стальным сердечником). Отбираемая на конце линии мощность составляет 450 кВт,  $\cos \phi = 0,8$  ind. Рассчитаем напряжение в начале линии ( $U_A$ ), если на конце линии напряжение ( $U_B$ ) должно составлять 20 кВ

Согласно данным таблиц активное сопротивление линии равно 27,5  $\Omega$  и реактивное сопротивление равно 32,0  $\Omega$ .

Далее рассчитаем ток, расходуемый на нагрузку, и его эффективную и реактивную составляющие.

Рассчитаем потерю напряжения.

Рассчитаем процент потери напряжения (снижение напряжения). Ток, расходуемый на нагрузку

$$I = P / \sqrt{3} \times U \times \cos \phi = 450 \text{ kW} / \sqrt{3} \times 20 \text{ kV} \times 0,8 = 16,3 \text{ A} \quad I_p = I \times \cos \phi$$

$$= 16,3 \times 0,8 = 13,0 \text{ A}$$

$$I_q = I \times \sin \phi = 16,3 \times 0,6 = 9,8 \text{ A}$$

Потеря напряжения/фаза

$$U_{hv} = I \times R_p + I \times X_q$$

$$= 13,0 \times 27,5 \text{ V} + 9,8 \times 32,0 \text{ V}$$

$$= 671,1 \text{ V}$$

$$U_h = \sqrt{3} \times U_{hv} = \sqrt{3} \times 671$$

$$= 1,16 \text{ kV}$$

$$@ 1,2 \text{ kV}$$

Рассчитаем потерю напряжения в процентах на основании нашего примера

$$p = U_h / U \times 100 \% = 1,16 \text{ kV} / 20 \text{ kV} \times 100 \% = 5,8 \%$$

На практике ситуация с нагрузками при расчете потери напряжения значительно сложнее, в связи с нагрузками нужно учитывать также распределение нагрузки по линии.

В приложении 2 к «Рекомендациям для электросети SA 5:94» рассчитаны коэффициенты снижения напряжения для некоторых линий среднего напряжения, с помощью которых значение снижения напряжения можно рассчитать на основании следующей формулы:

$$U_h = K_{uh} \times P \times l$$

Таблица 16. Коэффициенты снижения напряжения в воздушной линии электропередачи 20 кВ. Часть таблицы SA 5:94. Приложение 2.1

Провод	Rv (20°C) Ω/км	Xv Ω/км	Коэффициент %/МВт, км cos φ					
			1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,7
Al 132	0,22	0,34	0,055	0,083	0,096	0,108	0,119	0,142
Sparrow	0,85	0,38	0,212	0,243	0,258	0,271	0,284	0,309
Raven	0,54	0,37	0,134	0,164	0,178	0,191	0,203	0,228
Pigeon	0,34	0,35	0,084	0,113	0,127	0,139	0,151	0,174
PAS 70	0,39	0,30	0,123	0,148	0,160	0,170	0,180	0,200
PAS 120	0,29	0,28	0,072	0,095	0,106	0,116	0,125	0,144
PAS185	0,19	0,27	0,047	0,069	0,080	0,089	0,098	0,116
SAXKA 3x70	0,45	0,14	0,112	0,123	0,128	0,133	0,138	0,147

где:

$K_{uh}$  = коэффициент снижения напряжения линии (%/МВт, км)

$U_h$  = снижение напряжения (%)

$P$  = передаваемая по линии мощность (МВт)

$l$  = длина линии (км)

#### 4.2.3 Ток короткого замыкания

Ток короткого замыкания – это ток, протекающий через поврежденное место при коротком замыкании. Ток короткого замыкания цепи переменного тока практически полностью соответствует чистому индуктивному реактивному току.

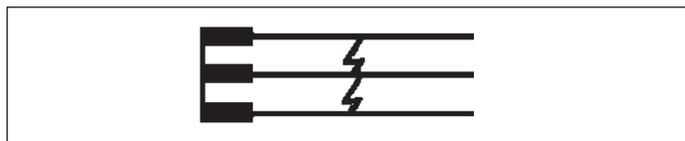


Рисунок 50. 3-фазное короткое замыкание.

При повреждении изоляции электрический ток протекает прямо из одной линии в другую, сопротивление токовой цепи резко снижается, и увеличение тока короткого замыкания может вызывать во всей электрической цепи значительные термические (Терм.) и динамические (Дин.) нагрузки, обусловленные электромагнитными силами.

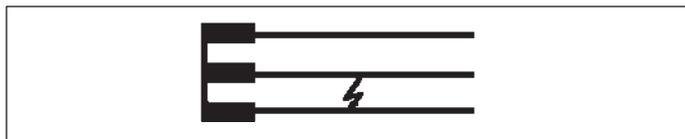


Рисунок 51. 2-фазное короткое замыкание.

На первом этапе короткого замыкания мгновенное значение тока короткого замыкания, т.н. ожидаемый пик тока, вблизи источника тока может равняться 12...14-кратному значению номинального тока, вызывая подобную удару мощную динамическую нагрузку, электромагнитное действие на оборудование.

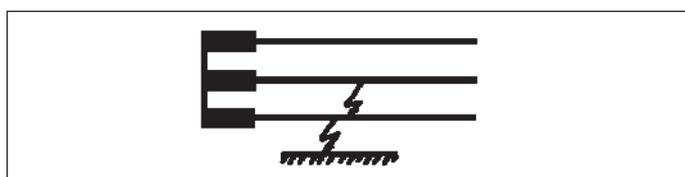


Рисунок 52. 2-фазное короткое замыкание на землю.

Снижение ожидаемого пика тока короткого замыкания происходит вначале очень быстро, потом медленно до значения т.н. установившегося тока короткого замыкания. Обычно ток короткого замыкания значительно больше тока на землю незаземленной системы (или заземленной через относительно большое полное сопротивление).

Обычные значения тока короткого замыкания сети напряжением 20 кВ при трехфазном коротком замыкании:

В сельской сети 2,5 – 5 кА  
 В городской сети 5 – 25 кА  
 В промышленной сети 10 – 50 кА

Представленные выше значения тока короткого замыкания – это значения в начале линии, в точке питания. На их основании определяются сечения выходящих из точки питания проводов.

При увеличении длины линии, отходящей от точки питания, возрастает полное сопротивление цепи тока короткого замыкания, а значение тока короткого замыкания уменьшается.

Ток короткого замыкания воздействует на расчеты линии следующим образом: начало линии должно выдерживать ток короткого замыкания у точки питания, и возникающий на конце линии небольшой ток короткого замыкания должен вводить в действие устройство защиты линии от короткого замыкания.

#### 4.2.4. Ток замыкания на землю

Ток замыкания на землю – это случайное соединение рабочего проводника с не изолированными от земли конструктивными частями вследствие дефекта изоляции

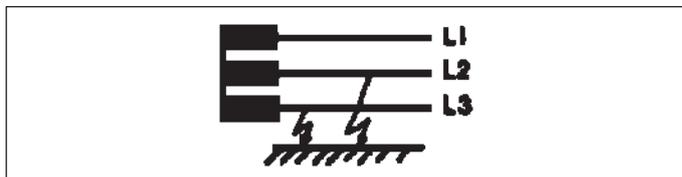


Рисунок 53. Ток замыкания на землю.

Ток замыкания на землю может быть одно- или двухфазным в зависимости от того, в скольких рабочих проводниках системы такое повреждение изоляции одновременно встречается.

Ток замыкания на землю – это ток, протекающий через поврежденное место в землю, или в случае повреждения системы замыкания на землю ток, протекающий в заземляющий или защитный провод. В сети переменного тока замыкание на землю носит емкостный характер.

Значение замыкания на землю зависит от системы 3-фазной сети:

- является ли система полностью изолированной от земли или соединенной с землей через высокое полное сопротивление
- соединена ли система с землей через дугогасящую катушку.

Установка дугогасящей катушки в сетях напряжением 20 кВ приобретает общераспространенный характер.

Сети напряжением до 110 кВ (а также небольшие сети напряжением 110 кВ) обычно изолированы от земли. 1 кВ сеть АМКА также изолирована от земли.

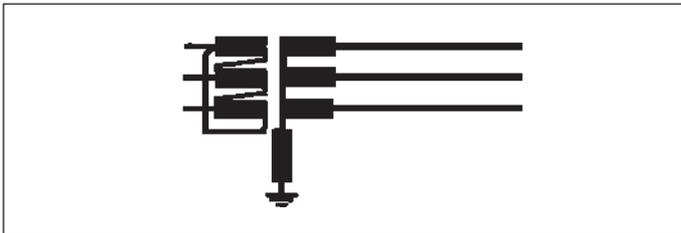


Рисунок 54. Принципиальная схема изолированной системы.

В изолированной системе или в случае заземления через относительно высокое полное сопротивление двухфазный ток замыкания на землю равен двухфазному короткому замыканию через землю, но однофазный ток замыкания на землю не проявляется как короткое замыкание. Однофазный ток замыкания на землю меньше тока короткого замыкания, и его влияние тоже меньше. В случае возникновения в месте тока замыкания на землю световой дуги может образовываться короткое замыкание.

В изолированной системе цепь тока замыкания на землю замыкается через электрическую емкость между сетью и землей. Значение этой т.н. электрической емкости грунта определяется в основном совокупной длиной линий, которая воздействует на значение тока замыкания на землю.

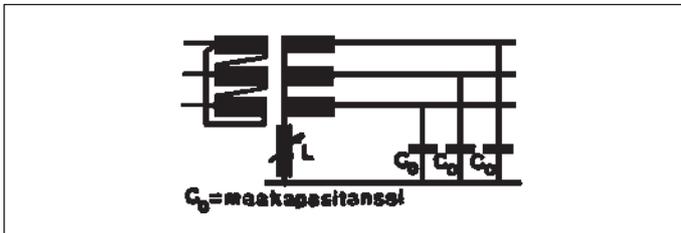


Рисунок 55. Принципиальная схема возникновения тока замыкания на землю.

Ток замыкания на землю сети можно рассчитать на основании следующих формул с приближенными значениями:

$$\text{Неизолированные или защищенные изоляцией провода } I_e = \frac{U/kV \times l/km}{300} \text{ A}$$

$$\text{Подземные кабели } I_e = \frac{U/kV \times l/km}{12} \text{ A}$$

Представленные формулы являются т.н. абсолютными формулами, в которые вводятся

U = номинальное напряжение (кВ)

l = общая длина сетевых проводов (км), позволяющая рассчитать полный ток замыкания на землю в амперах (А).

Сеть с неизолированными или защищенными изоляцией проводами, напряжением 20 кВ/50 Гц длиной 150 км. Какова сила тока замыкания на землю в случае полного замыкания (т.е. 100-процентное: напряжение фазного проводника, находящегося в контакте с землей, равно нулю)?

$$I_e = \frac{20 \times 150}{300} \text{ A} = 10 \text{ A}$$

Емкостный ток замыкания на землю можно уравновесить по большей части подходящей по величине индуктивностью (дугогасящая катушка), через которую во время замыкания на землю протекает индуктивный ток. Эти встречные виды тока уравновешивают влияние друг друга, в результате чего значение действительного тока замыкания на землю понижается настолько, что электрическая дуга самопроизвольно гаснет и замыкание на землю исчезает.

Такая сеть, в которой ток замыкания на землю понижается с помощью дугогасящей катушки, называется электрической сетью с дугогасящей катушкой.

Типичное замыкание на землю возникает при соприкосновении ветки или дерева с одним из проводов. Причиной замыкания на землю могут быть также животные. В изолированной системе эта электрическая дуга погашается за счет быстродействующего выключателя или АПВ с выдержкой времени. В системе с дугогасящей катушкой такое замыкание на землю гаснет обычно автоматически и повторных включений не происходит.

Ток замыкания на землю воздействует на защиту линии, и чем меньше линия, тем больше ток замыкания на землю. Значения тока замыкания на землю настолько малы, что они не являются помехой для защиты от короткого замыкания (5...50 А). В приложении «У» к стандарту SFS 6001 «Электромонтажные работы в области высокого напряжения» представлены инструкции по величинам допускаемого тока замыкания на землю и его продолжительности.

С защитой от замыкания на землю связано активное сопротивление электрода заземления, место расположения электрода и автоматическое отключение тока замыкания на землю. Обычно ток замыкания на землю отключается автоматически при возникновении повреждения, в результате чего в оборудовании, имеющем защитное заземление, не возникает опасного напряжения прикосновения.

# 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

## 5.1. Основы проектирования электрических сетей

### 5.1.1. Перспективный план развития электрической сети

Целью планирования электрической сети является создание надежной в эксплуатации, соответствующей электротехническим требованиям и экономичной электросети.

С помощью планирования разрабатываются характеристики электрической сети, соответствующие указанным выше требованиям. При разработке новых характеристик электрической сети должно учитываться следующее:

- исходным основанием является состояние сети на данный момент;
- цели, устанавливаемые к распределению электроэнергии в будущем;
- факторы развития: прогнозы нагрузок, строительство электростанций, резервные подключения, дистанционное управление сетью и пр.;
- возможности финансирования.

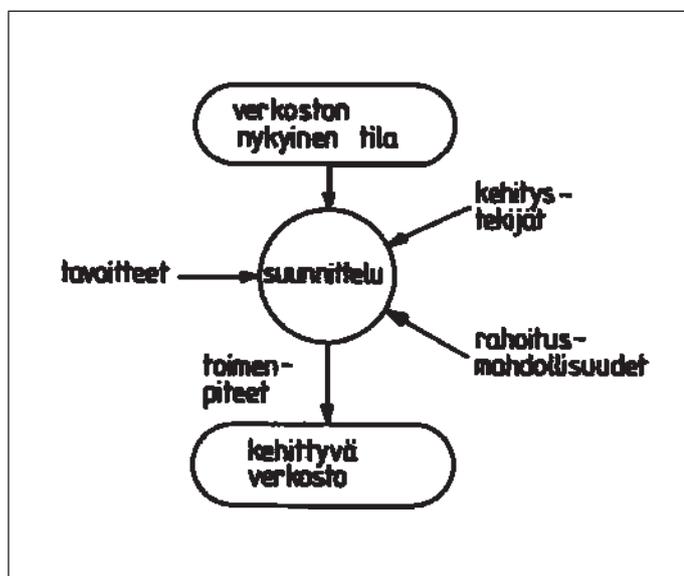


Рисунок 56. Принципиальная схема плана электросети (Эрки Лагерви: Планирование электрических сетей электростанций, страница 11).

### 5.1.2. Виды ответственности за энергосистему при планировании электросети

Основанием для планирования электросети на уровне предприятия распределительных сетей является Закон об энергетическом рынке (386/1995); Общие обязанности в области сетевой деятельности и принципы ценообразования (ст.9 – ст.15).

Глава 3  
«Ст.9

Обязанность по развитию и подключению (1172/2004)

Сетевой оператор обязан обслуживать, эксплуатировать и развивать принадлежащую ему сеть и подключения к другим сетям в соответствии с разумными потребностями клиентов и обеспечивать получение клиентами достаточного количества качественной электроэнергии (обязанность по развитию электросети).

Сетевой оператор должен на территории своей деятельности по запросу и за умеренную плату подключать к принадлежащей ему сети соответствующие техническим требованиям места потребления электроэнергии и производителей электроэнергии (обязанность по подключению).

Условия подключения и технические требования должны быть для всех равными, исключая дискриминацию, и учитывать требования, устанавливаемые эксплуатационной надежностью и эффективностью. Системный оператор сети издает технические требования подключения. Системный оператор должен по запросу потребителя представить исчерпывающую и достаточно детальную калькуляцию расходов по подключению.

Оператор распределительной сети должен иметь публичные общие условия договора (условия подключения) для клиентов, подключающихся к линии номинальным напряжением до 20 киловольт, не являющихся производственными предприятиями (466/1999).

Ст. 10

Обязанность по передаче (1172/2004)

Системный оператор должен за умеренную плату продавать услуги по передаче электроэнергии нуждающимся в них лицам в пределах пропускной способности своей электросети (обязанность по передаче).

Системный оператор должен надлежащим образом организовать измерение поставленной электроэнергии так, как это указано в постановлении государственного совета. Клиент должен оплатить системному оператору обусловленные им умеренные расходы за измерение (444/2003).»

Положения, обязывающие предприятие базовой сети линии электропередачи, описаны в главе «Ответственность за энергосистему» (ст. 16) Закона об энергетическом рынке

«Глава 4 (332/1998)

Обязанность в области энергосистемы и информация о торговле электроэнергией (1172/2004)

Ст. 16 (332/1998)

Виды ответственности за энергосистему (1172/2004)

Координирующий орган рынка электроэнергии утверждает в лицензии на распределение электроэнергии одного оператора трансмиссионной сети в качестве лица, ответственного за работоспособность и эксплуатационную надежность энергосистемы страны. Оператор отвечает также за выполнение задач общегосударственной балансовой ответственности объективным и беспристрастным с точки зрения сторон энергетического рынка образом, не допускающим дискриминации (системная ответственность). Ответственный за энергосистему оператор трансмиссионной сети обязан поддерживать и развивать свою деятельность и услуги, составляющие сферу его ответственности, а также поддерживать и развивать находящуюся в его распоряжении электросеть и иное необходимое для выполнения ответственности оборудование и подключения к другим сетям образом, обеспечивающим предпосылки для деятельности энергетического рынка (444/2003).

Ответственный за энергосистему оператор трансмиссионной сети может устанавливать необходимые для выполнения своей ответственности условия в отношении использования подключенных к сети электростанций и других сетей...»

Строительство распределительной сети определено в пункте закона «Строительство электрической сети» (ст. 17 – ст. 20).

Оператор распределительной сети имеет единоличное право на строительство распределительной сети на территории своей ответственности. Строительство распределительной сети на территории ответственности системного оператора другими лицами допускается, если:

- 1) дело обстоит с питающей линией, с помощью которой место потребления электроэнергии подключается к электросети территории ответственности системного оператора;
- 2) дело обстоит с питающей линией, с помощью которой энергетическое предприятие подключается к электросети территории ответственности системного оператора или электросети другого оператора;
- 3) дело обстоит с местной сетью, расположенной на недвижимости или соответствующей ей группе недвижимости; или
- 4) системный оператор дает согласие на строительство сети (1172/2004).

Подключение указанных в пункте 2 сетей, отвечающих установленным системным оператором разумным конструктивным требованиям, осуществляется к сети системного оператора в соответствии с приемлемыми условиями подключения. Системный оператор вправе требовать умеренную компенсацию для покрытия расходов на подключение к сети и ее использование.»

На строительство электрических линий напряжением 110 кВ и выше требуется разрешение координирующего органа рынка электроэнергии. На строительство линий напряжением 110 кВ, пересекающих государственную границу, необходимо иметь разрешение министерства. На строительство расположенной на недвижимости внутренней линии разрешения не требуется.

В заявке на получение разрешения указывается установленная постановлением информация и представляется оценка воздействия электрической сети на окружающую среду.

В случае строительства такой сети в непредусмотренном планом застройки месте для прокладки трасы линии требуется согласие местного органа самоуправления. В таком согласии не может быть отказано без уважительной причины. В отношении строительства запрещено устанавливать условия, создающие чрезмерные препятствия в обеспечении передачи электроэнергии и неудобства для заявителя.

### 5.1.3. Осуществление планирования электрической сети

Исходя из представленных выше принципов, предприятия составляют планы электрических сетей.

Основу характеристик электрической сети предприятия составляют линии напряжением 110 кВ и электрические подстанции, планирование которых осуществляется в перспективе на 3-5 лет.

Развитие основной сети распределения осуществляется с учетом результатов мониторинга состояния сети на данный момент:

- новые подключения
- ток короткого замыкания
- потери, экономичность
- проекты в области технического обслуживания
- эксплуатационная надежность

На основании результатов мониторинга выполняется контроль линий, определяется их соответствие перспективному плану заданной сети. Другими словами, проверяется, расположены ли линии в предусмотренном месте.

План сети отдельного участка плана застройки является наименьшей, но исключительно важной частью планирования электросети.

При планировании нового жилого района в плане застройки предусматривается также необходимое для электросети пространство.

Планирование электрической сети – это процесс широкомасштабного рассмотрения электрической сети, который осуществляется каждый раз при проектировании и расширении электросети, а также удалении ее частей.

Определяющими факторами планирования являются:

- требования, устанавливаемые планом застройки, расположение на местности
- частота расположения трансформаторных подстанций (мощность)
- нагрузка
- места расположения трансформаторных подстанций (предварительные)
- форма сети
- контроль электротехнических предельных условий сети

Планирование выполняется в сотрудничестве с

- экспертом по планированию
- транспортным агентством (шоссеиные дороги, железные дороги), в населенных пунктах со строителем дорог
- транспортной службой (напр., в Хельсинки питание трамвайных линий и железнодорожные вокзалы)
- с владельцами телекоммуникационных сетей

## 5.2. Планирование линии

### 5.2.1. Основы планирования линии

Основой планирования линии являются планы электрических сетей: предварительные наброски на карте и технические данные. На основании информации плана сети выполняется размещение линии на местности с обеспечением ее наименьшей длины и наилучших с экономической точки зрения конструктивных решений. Целью планирования является минимизация ущербов, наносимых конструкциями линий и строительными работами, а также надлежащее размещение линий на местности.

### 5.2.2. Схема плана электрической сети

Схема плана электрической сети территории с рассредоточенным населением составляется на топографической карте масштабом 1:4000 или 1:10000 и в населенных пунктах 1:2000.

В плане электрической сети используются условные обозначения, уточненные отдельно по каждому предприятию, с помощью которых выделяют строящиеся линии высокого и низкого напряжения, сохраняющиеся старые линии и демонтируемые линии.

Можно составлять разные версии схем планов электрической сети: схемы, на которые нанесены старая сеть и новая сеть. С помощью этой схемы могут определяться необходимые объемы работ по демонтажу старых линий и повторно используемые материалы линий.

Упрощенная схема плана электрической сети отражает сеть линий после выполнения определенных работ по внесению изменений. На этой схеме указана, в частности, форма сети низкого напряжения новых преобразуемых сетей: длина линий, сечения и ток короткого замыкания.



Для прокладки линий желательно пользоваться обочинами дорог и линиями границ, если это возможно согласно плану.

Выбор приемлемого для установки линий места является также исключительно важным вопросом. Линии не должны превращаться в доминирующий объект на местности, не имеющей других технических построек, например, прибрежный ландшафт.

Для размещения трансформаторных подстанций следует выбирать места, к которым обеспечен подъезд на транспорте. Расположенная под линией трансформаторная подстанция устанавливается на прямом участке линии. Больших углов транспозиционных опор следует избегать.

Как выше было сказано, перенос линий из леса на обочины дорог повышает их эксплуатационную надежность и удобство обслуживания. Расположенные вдоль дорог линии можно выполнить с учетом ландшафтных особенностей, воспользовавшись новыми узкими конструкциями – линиями с проводами PAS.

Удовлетворительный с точки зрения сохранения ландшафта результат достигается при размещении линий по краям лесов или склонам холмов, в силу чего профиль линии скрадывается расположенным на его фоне лесом или кустарниками.



Рисунок 59. Линия с проводами PAS на обочине дороги.

При пересечении транспортных магистралей следует по возможности избегать создания коридора линии, заметного с транспортной магистрали. Для решения этой проблемы по обеим сторонам дороги можно сделать небольшой угол.

Старые линии обычно хорошо заметны на местности, составляя часть местного ландшафта. Поэтому новые линии следует стараться прокладывать в старые коридоры.

Прокладку линий в благоустроенных парках, ценных с точки зрения пейзажа лесах, исторически ценных местах, в зоне популярных смотровых платформ, на природоохранных участках, в популярных туристических местах и на территории достопримечательностей следует избегать.

Расположение линии на вершине холма или сопки приводит к образованию коридора линии, бросающегося в глаза на фоне неба.

Основной принцип при выборе трассы линии с учетом сохранения ландшафта заключается в том, чтобы при наличии возможности линия полностью сливалась с ландшафтом и не доминировала на фоне местности, нарушая ее вид.

Установка линий высокого и низкого напряжений, а также линии связи на одни и те же общие опоры позволяет сократить число опор на местности.

Установка линий на местности расширила обязанности сетевых компаний по охране природы. Так, например, с целью сокращения ущерба, наносимого линиями перелетным птицам, воздушные линии электропередачи стали маркировать цветными шарами. Такой маркировкой стараются предотвратить столкновение птиц, в основном лебедей, пересекающих водоемы, с проводами.



Рисунок 60. На воздушную линию электропередачи, пересекающую водоем, устанавливаются шары для предотвращения столкновения птиц с проводами, работа выполняется под напряжением.

### 5.2.5. Планирование новой воздушной линии электропередачи

Потребность планирования новой воздушной линии электропередачи возникает в силу различных нужд распределительной сети. Толчком может послужить, например:

1. Потребность в улучшении эксплуатационной надежности
2. Общее планирование распределительной сети
3. Требования технического обслуживания сети
4. Строительство нового подключения
5. Строительство коммунальной техники

Исходя из возникшей потребности, проектировщик составляет новый электротехнический план воздушной линии электросети. При создании плана предполагаемое новое место строительства наносится на топографическую карту информационной системы электрической сети. Объекту задаются электротехнические значения, например, заданный ток короткого замыкания. Прикладная программа для расчета электрической сети системы создает на основании топографической карты электротехнический проект нового объекта. На основании этого проекта электрической сети проектировщик наносит новый объект на местность.

# 6. ДОГОВОРЫ О ТРАССАХ ПРОКЛАДКИ ЛИНИЙ

## 6.1 Общие основания

Для прокладки линии на частном земельном участке нужно, как правило, заключить письменный договор. Условия подключения к электрической сети обязывают потребителя электроэнергии передать часть своего земельного участка под электрические линии. Представитель сетевой компании старается в процессе переговоров всегда прийти к добровольному заключению договора о трассе прокладки линий. С целью получения земли под трассы линий можно пользоваться следующими основаниями:

### 6.1.1 Условия подключения к электрической сети

Решение министерства торговли и промышленности об условиях подключения к электрической сети накладывает на подключающееся к распределительной сети лицо следующие обязанности:

«18. Передача площадей

Подключающееся к распределительной сети лицо передает в распоряжение сетевого оператора необходимые помещения постройки, принадлежащей ему на правах собственности или владения, которой подключение касается, а также необходимые площади земельного и водного участка, принадлежащего ему на правах собственности или владения, с целью размещения, контроля и обслуживания устанавливаемой для подключающегося лица питающей линии и связанных с ней установок и оборудования.

Линии, оборудование и установки следует располагать так, чтобы они не причиняли непомерного ущерба или неудобства.

Право пользования не подлежит компенсации, если сторонами не согласовано иное.

19. Обязанность владельца недвижимости и системного оператора по предоставлению разрешения на размещение на его участке питающей линии для подключения линий электропередачи, обслуживающих другие недвижимости или общество, установлено ст. 133 (изменена 26.06.1981/499) Закона о строительстве (370/58).»

### 6.1.2 Рекомендательный договор о телекоммуникационных и электрических линиях

«Центральный союз производителей сельского и лесного хозяйства, Svenska Lantbruksproducenternas centralförbund r.f., Ассоциация энергетической промышленности, концерн «Финнет» и «Teliasopera Finland Oyj» (в дальнейшем стороны договора) подписали сегодня следующий рекомендательный договор о строительстве и текущем ремонте телекоммуникационных кабелей и оборудования, электролиний, трансформаторных и распределительных подстанций, а также об использовании необходимых для них земельных участков. Договор касается телекоммуникационной сети (в дальнейшем сеть), за исключением узлов связи, передаточной и распределительной сетей электроэнергии (в дальнейшем сеть), за исключением сетей напряжением 110 кВ и больше. Договор используется при установке права на строительство сети в договоре, заключенном между оператором телекоммуникационной компании или распределительной сети (в дальнейшем оператор линии) и владельцем земельного участка, являющимся членом Центрального союза производителей сельского и лесного хозяйства или Svenska Lantbruksproducenternas centralförbund r.f.

А. Исходя из данного договора, стороны стремятся содействовать, с одной стороны, минимизации расходов, обуславливаемых строительством и обслуживанием сети собственнику линии, и, с другой стороны, сокращению ущербов и помех, причиняемых этими действиями сельскому и лесному хозяйству.

Последняя версия рекомендательного договора составлена 25.01.2008. Соответствующий договору способ поведения описан детальнее ниже.

### 6.1.3 Закон о добрососедских отношениях

В законе о добрососедских отношениях передача трассы прокладки кабеля определяется следующим образом:

«Собственник или лицо, управляющее земельным участком на основании права пользования, обязано предоставить соседу или иному проживающему по соседству лицу разрешение на прокладку телефонной линии, необходимой для внутреннего пользования, или электрической линии, предусмотренной для передачи тока освещения или электроэнергии, через свой земельный участок, за исключением территории двора, сада или парка. Оно также обязано предоставить разрешение на установку необходимых для линий опор, если это не причиняет ему существенных неудобств и если прокладку линии невозможно осуществить иным образом или прокладка линии иным образом возможна только за счет непомерных затрат. Ущерб и помехи подлежат компенсации.»

Рассмотрение разногласий и получение разрешения может потребовать много времени. Заявителем выступает лицо, нуждающееся в электроэнергии. Разрешение выдает местный суд.

### 6.1.4 Закон о землепользовании и строительстве

Закон о землепользовании и строительстве также содержит положения о приобретении трасс для прокладки линий. Если с землевладельцем не удастся согласовать вопрос о размещении линии, то разрешение на размещение линии может быть выдано комиссией по вопросам строительства.

В отношении распределительных сетей процедура выкупа используется редко, тогда как, например, в отношении линий напряжением 110 кВ – это распространенный способ поведения, в процессе которого стороны стараются определить размер справедливого возмещения или установить обременение на земельный участок с внесением данных о трассах прокладки линий в земельный реестр.

### 6.1.5 Сотрудничество при разработке плана застройки

На территориях населенных пунктов земельные участки для прокладки электрических линий стараются выделить уже на этапе составления плана застройки. Данная деятельность требует наличия сотрудничества между предприятиями электросети и составителем плана.

Владелец территории населенного пункта (коммуна, город) выдает разрешения на размещение линий (также на подземное размещение линий) на своей территории. В некоторых случаях владелец территории населенного пункта может взимать платы за право землепользования.

## 6.2 Рекомендательный договор о телекоммуникационных и электрических линиях

### 6.2.1 Общая информация

Концерн «Финнет» и Ассоциация энергетической промышленности рекомендуют своим членам-владельцам линий придерживаться следующих принципов, основанных на рекомендательном договоре. Владельцы линий:

- исходя из указанного выше в пункте «А» общего принципа, прилагают все усилия для сохранения и защиты сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, располагая линии вдоль дорог и канав с учетом пожеланий землевладельцев и возможностей совместного использования сетей,
- заблаговременно до начала строительных работ и в достаточном объеме информируют землевладельцев о целях и проектировочных работах строящейся сети, о расположении и конструкциях линий и опор, о трассе прокладки линии и устанавливаемом ею ограничении права пользования, а также

показывают запланированное место расположения сети на местности,

3. до начала непосредственных строительных работ заключают с землевладельцами необходимые договоры, и по собственной инициативе компенсируют землевладельцам ущерб, неудобства и расходы, связанные с проектированием и исследованиями местности, строительными и ремонтными работами, а также компенсируют постоянное ограничение права пользования или утрату иных прибылей в соответствии с представленными в приложениях к настоящему договору рекомендациями,

4. до прокладки на пахотной земле подземного кабеля принимают во внимание план прокладки дренажей, представленный землевладельцем в виде чертежа, и укладывают кабель на глубину и в месте, не усложняющим осуществление плана.

Центральный союз производителей сельского и лесного хозяйства и Svenska Lantbruksproducenternas centralförbund r.f. разработали следующие рекомендации для землевладельцев. Землевладельцы:

1. содействуют владельцам линий в строительстве и обслуживании принадлежащих им сетей целесообразным с точки зрения целостности образом так, как указано в пункте «А»,
2. предоставляют владельцам линий разрешение на планирование сети и производство исследования местности, а также на удаление с данной целью кустов, веток и деревьев на любых участках (за исключением двора), если с точки зрения исследований это является неизбежным,
3. заключают указанный выше договор на основании представленных в приложении к настоящему договору рекомендаций,
4. представляют необходимые для расчета компенсаций данные о налоговой классификации своего земельного участка и возможном плане разработки растущего на участке леса, а также стараются учитывать при выполнении работ по уходу за лесом и лесосечных работ в непосредственной близости от сети рекомендации по уходу за лесом Лесного центра «Тапио» с целью предотвращения ущербов, наносимых ветром,
5. представляют владельцу линий возможный чертеж плана дренажа до укладки подземного кабеля на обрабатываемой земле,
6. связываются с владельцем сетей до начала выполнения опасных для сети работ.

С целью реализации указанных выше принципов стороны договора составляют совместные инструкции и рекомендации по информированию, расположению необходимых для сети конструкций на участках сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, разработке графиков строительных и ремонтных работ, защите сети и пр.

## **6.2.2 Основания для оплаты компенсаций**

Определяемые на основании договоров компенсации рассчитываются для сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, садовых и дворовых участков, расположенных за пределами плана застройки и проектов детальной планировки, в виде ущербов и помех, ноносимых строительством сети. В сумму компенсации включены все поддающиеся расчету существенные ущерб и помехи.

Ущерб и помехи, обусловленные проектировочными работами, работами по исследованию местности и уходу за ней, рассчитываются и компенсируются отдельно. К таким ущербам относятся, например, ущерб, нанесенные урожаю и лесным ресурсам, а также ущерб, связанные с производством работ по уходу за пределами трасс линий.

По запросу землевладельца представитель владельца линии предоставляет бесплатную помощь по валке деревьев при расчистке от деревьев участка, расположенного в непосредственной близости от сети. Под помощью по валке деревьев подразумеваются действия, с помощью которых предотвращается падение дерева на линию. Под помощью по валке деревьев не подразумеваются непосредственные лесоповалочные работы. Землевладелец должен уведомить владельца сети о необходимости получения помощи при валке деревьев не позднее, чем за три рабочих дня до начала работ. Своевременно представленное уведомление освобождает землевладельца от экономической ответственности за возможный ущерб, нанесенный линии, за исключением преднамеренно или по грубой неосторожности нанесенного ущерба.

Владелец линии вправе удалить тонкие деревья с небольшими вершинами или прочие отдельные деревья, находящиеся непосредственно за трассой прокладки линии, которые могут нанести ущерб линии, например, в случае сильного ветра или под воздействием тяжелой снежной нагрузки. Для этого владелец линии должен заблаговременно в письменной форме уведомить землевладельца о работах по расчистке и попросить землевладельца связаться с ним, если землевладелец хочет предварительно согласовать связанные с расчисткой детали.

## **6.2.3 Компенсации за лесохозяйственные угодья**

### **6.2.3.1 Ущерб лесному хозяйству**

По желанию землевладельца срубленные на принадлежащем ему лесном участке деревья остаются в его распоряжении. В противном случае деревья переходят в распоряжение владельца линии, который компенсирует землевладельцу их рыночную стоимость. Наряду с этим разовой компенсации подлежит возможная ожидаемая добавленная стоимость древостоя или стоимость утраченного молодняка. Ожидаемая добавленная стоимость и компенсация за утраченный молодняк определяются в соответствии с приложением 4 к рекомендательному договору (см. таблица 17 учебника).

Владелец линии отвечает за связанные со строительными работами вскрытие и ремонт дренажей, а также за ремонт кульвертов и дорог. Компенсации подлежат также прочие ущерб, нанесенные лесному хозяйству в связи со строительством сети.

### **6.2.3.2 Помехи лесному хозяйству**

Компенсация за помехи, связанные с эксплуатационными ограничениями, устанавливаемыми наличием изолированных проводов, определяются в соответствии со стоимостью земли лесохозяйственного участка, представленной в приложении 4 к рекомендательному договору (см. таблицу 17 учебника).

При расчете компенсации в качестве показателя площади используется ширина трассы. Владелец линии вправе в ходе последующей эксплуатации линии удалить древостой по всей трассе прокладки линии, а также все деревья, кусты и ветви на ширину трассы.

Таблица 17. Рекомендации по компенсации за лес 01.01.2008 – 31.12.2009, приложение 4 А к рекомендательному договору.

Участок	Тип леса				
	ОМТ смешанный бор	МТ обыкновенный влажный бор	VT неплодородный бор	СТ сухой бор	пустошь
I	440	320	230	170	70
II	350	220	160	120	30
III	220	170	100	100	20

Часть 2. Компенсация за ожидаемую добавленную стоимость древостоя, евро/га

Участки I и II	Возраст древостоя, лет	Сосна	Ель	Береза
		30	2540	3440
	40	1920	2920	940
	50	1260	1760	-
	60	-	980	-
Участок III	30	1760	-	1720
	40	1710	2150	1320
	50	1450	2080	-
	60	1060	1750	-
	70	480	1310	-
	80	-	720	-
	90	-	290	-

Часть 3. Компенсация за утрату молодняка, евро/га

Участки I и II		Длина, м						
		0,5	1	2	3	4	5	6
Участки I и II	Сосна	1040	1110	1390	1590	1730	1880	2150
	Ель	1160	1280	1760	1950	2230	2780	3030
	Береза	1270	1320	1610	1800	1905	2010	2440
Участок III	Сосна	730	760	960	1100	1190	1540	1750
	Ель	830	890	1120	1300	1580	1830	1950
	Береза	960	1000	1240	1330	1390	1460	1950

Используемое в таблице деление на участки с точностью до территорий коммун, представлено в приложении 2 к рекомендательному договору. Деление на участки I – III рассчитано приблизительно в направлении с юга на север.

Расположенный на лесохозяйственной территории подвесной воздушный кабель электропередачи обычно не нуждается в просеке линии, поэтому за него компенсаций не выплачивается. Компенсации за помехи, связанные с ограничением пользования, в зоне прокладки подземных кабелей не выплачиваются.

Другие возможные помехи в лесохозяйственной деятельности, связанные со строительством сети, подлежат компенсации.

За помехи, связанные с ограничением использования земли, причиненные неизолированными или защищенными изоляцией проводами, обычно выплачивается однократная компенсация. При расчете компенсации за землю в качестве площади принимается ширина просеки, выделенная энергетической компанией под линию, напр., для неизолированного или защищенного изоляцией провода 20 кВ она составляет 7,5 м.

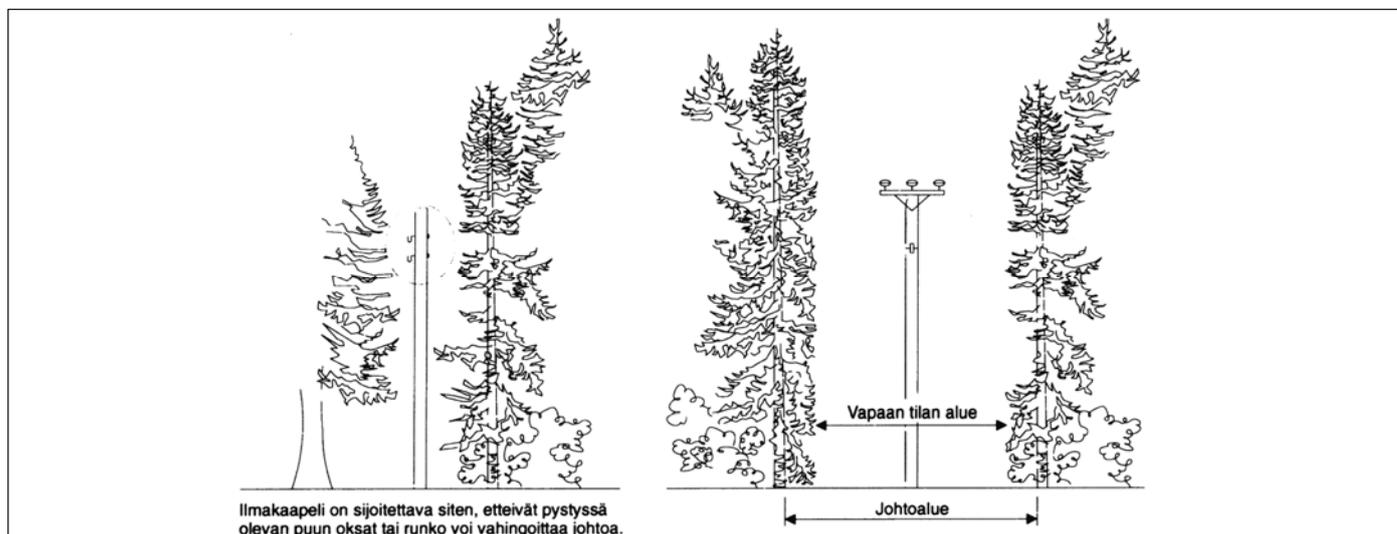


Рисунок 61. Изображение трассы прокладки и ширина просеки линии в рекомендательном договоре.

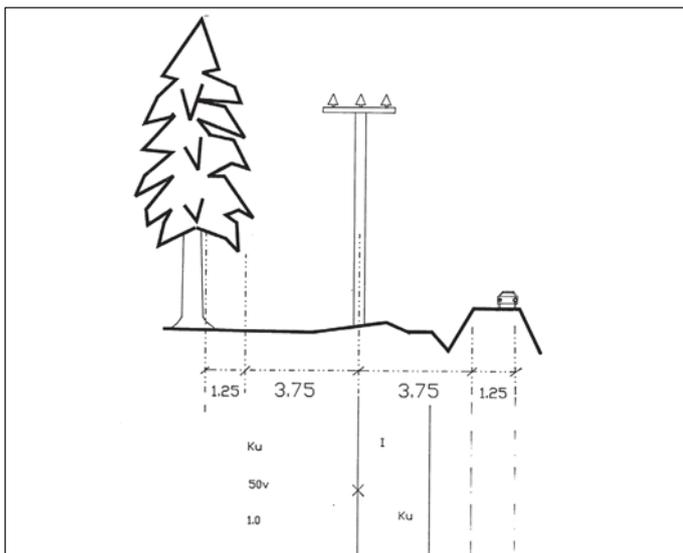


Рисунок 62. Расчет трассы прокладки линии для неизолированного или защищенного изоляцией провода напряжением 20 кВ.

## 6.2.4 Компенсации за посевные площади

### 6.2.4.1 Ущерб сельскому хозяйству

Компенсации за утрату урожая определяются на основании таблиц, представленных в издании № 93 Национального управления по геодезии «Рекомендации по компенсации ущерба, связанных с недвижимостью». Владелец линии несет ответственность за вскрытие и исправление дренажей, связанное со строительными работами, а также за работы по выравниванию пахотных земель. Прочие ущербы, нанесенные сельскохозяйственной деятельностью в результате строительства сети, подлежат также компенсации.

### 6.2.4.2 Помехи сельскому хозяйству

Компенсации за помехи, причиненные сельскохозяйственной деятельностью опорами линий электропередачи, определяются на основании результатов исследования Исследовательского центра сельского хозяйства и пищевой промышленности «Стоимость помех, причиненных препятствиями в сфере полеводства», изданных в 2002 году, а также издания № 93 Национального управления по геодезии «Рекомендации по компенсации ущерба, связанных с недвижимостью». См. таблицу 18 учебника «Рекомендации по компенсации ущерба, причиненных расположенными на пахотных земельных участках опорами с 01.01.2008 по 31.12.2009» (ПРИЛОЖЕНИЕ 4 В).

Возможные другие помехи, причиненные сельскому хозяйству строительством сети, подлежат также компенсации.

К ущербам, нанесенным расположенными на обрабатываемых участках опорами, относятся также ущербы от оттяжек и пикетажной разметки подземного кабеля.

Таблица 18. Рекомендации по компенсации ущерба, причиненных расположенными на пахотных земельных участках опорами с 01.01.2008 по 31.12.2009 2.2009, приложение «В» к рекомендациям. Часть 1. Компенсации за ущербы, причиненные расположенными на пахотных земельных участках опорами.

Компенсации за ущербы, причиненные расположенными на пахотных земельных участках опорами, евро/опора			
Участок			
I	II	III	IV
134	121	106	92

Данная таблица применяется также к пикетажным разметкам и оттяжкам. Компенсации выплачиваются за каждую расположенную на земле отдельную оттяжку или за конструкцию, воздействующую аналогичным оттяжкам образом, а также прочие опоры.

Часть 2. Компенсации за ущербы, причиненные расположенными по краям дренажей опорами, евро/опора.

Компенсации за ущербы, причиненные расположенными по краям дренажей опорами, евро/опора			
Участок			
I	II	III	IV
74	65	59	50

Под расположенными по краям дренажей опорами понимаются опоры, которые находятся

- на пахотной земле с открытым дренажом в дренажной борозде или на поле с открытым и скрытым дренажом на расстоянии 0 – 1 м от края дренажа или края поля
- на пахотной земле по краям участков без открытого дренажа на расстоянии 0 – 1 м от края дороги.

Используемое в таблице деление на участки с точностью до территорий коммун, представлено в приложении 3 к рекомендательному договору. Деление на участки I – IV рассчитано приблизительно в направлении с юга на север.

## 6.2.5 Компенсации в особых случаях

Если сеть приходится устанавливать на особо ценном для землевладельца участке или если общие принципы компенсации по какой-либо иной причине оказываются несправедливыми, компенсация рассчитывается отдельно, не зависимо от общих рекомендаций по компенсации.

При компенсации садового участка и территории двора используются аналогичные принципы, как и при компенсации пахотных земель. Компенсация выплачивается также за многолетние садовые растения и за утрату декоративных растений, а также за частичный ущерб, нанесенный молодняку.

Данные компенсации могут рассчитываться на основании таблиц, представленных в издании (№ 78) Национального управления по геодезии «Рекомендации по компенсации ущерба, связанных с недвижимостью».

Если сеть электропередачи вызывает значительное увеличение затрат на лесозаготовку, между землевладельцем и владельцем линий согласуются отдельные методы, направленные на сокращение затрат на лесозаготовку, и выплата компенсаций.

Компенсации, предусмотренные на основании настоящей рекомендации, не выплачиваются за сети, возводимые вдоль дорог общего пользования в случае, если дорожно-эксплуатационной службой уже были выплачены компенсации за этот участок.

Потребителю компенсация не выплачивается, если возведенные на его участке конструкции нужны исключительно для его собственного подключения.

## 6.2.6 Процедура взаимозачета

Если в силу реорганизации сети владелец линии демонтирует сооруженную им ранее на поле линию и отказывается от прав пользования на эту линию, он получает в соответствии с условиями действительной ситуации в распоряжение аналогичное количество мест для опор или пикетов. Процедура взаимозачета не должна причинять землевладельцу помех, объем которых превышает существовавшую ранее ситуацию. В случае применения процедуры взаимозачета владелец линии обязан привести место удаляемой опоры и пикета в пригодное для посева состояние.



## JOHTOALUEEN KAYTTOOIKEUSSOPIMUS

Maa-%a ( .-2.a\*\*/-./.\*.a%a\$) K -&/-\$\$.\* MTK ,.1:),  
 S0 )-&a 'a).b./&-+,\*d/c ). ,)a- c ).,a!3,b/)d SLC ,!:) ,  
 E) ,"\$a. \*\*\$-// - ,1:),  
 F\$)) .-\$\$.\* ,1:) %a  
 T '\$a-\*) ,a F\$)a) d O1%.)  
 S/\*-\$/-+\*+\$( /- . ' - %a -2#&3%#d\*\$-\$-a (/&a\$) ) -\*+\$( /- '\* (a& .

## JOHDONOMISTAJA

N\$(\$	
O-*\$.	
L\$)%a*-a	
Ka,..a' #.\$	T13 );,*

## MAANOMISTAJA

N\$(\$	
O-*\$.	
Ma&-/*-*\$.	
T\$a) )\$(\$%a , &\$- .,\$)/< ,*	
K/) .a	K1'2

## VUOKRAMIES

N\$(\$	
O-*\$.	
Ma&-/*-*\$.	

Y"2 (a\$)\$../ %\*#d\*)\*(\$-a%a%a (aa)\*(\$-a%a \*0a.. #) .& -& )22) - /,aa0a) -\*+\$( /&- ) (aa)\*(\$-a%a)  
 1"2 (a\$)\$../) .a\$a) &\*#d\$-./0a-.a +1-102-.2 &21..3\*\$& /d ) -/+-\$-a(\$- -.a %a -\$\$2 (a&- ..a0a-.a &\*,0a/&- -.a  
 0 ,&\*) ,a& ) .a(\$-a%a +\$.2(\$-2 0a, .).

## 1 §

J\*#d\*)\*(\$-a%a" a \*) \*\$& /- \*.a ) &/\$. )&\$) (a#d\*\*\$-//&- \$ ) (/&aa) #/\*(\$\*\*) (aa)\*(\$-a%a) .\*\$0\*( /&- . %a  
 14.12.2000 -\*\*(\$/). ' - %a -2#&3%#\*-\*+\$( /&- ) A-&#\*a

- a) ,a& ).aa%a +\$.22 d "2 (a\$)\$../"a .a'a" a # \$- --a &\*,0a/-'a-& '(a--a%a \$\$ . &a, a'a -\$ . 1. %\*#d\*.,  
 (//).\*-%a &1.&\$)a- (a., (jollei karttaliitetta ole, sanat "ja liitekartalla" yliviivataan), +1'022., )\$\$#) &\$\$)\$. -  
 .1. 'a\$. . , a0\*%#d\* .%a \$(a&aa+ '\$. - &2 (aa&aa+ '\$. ( ,&&\$+aa/\$) ) %a '\$-2&-\$ \*(a" a + ,/-a" a \*' -  
 0a. %a&a(\*. (tarpeeton yliviivataan)
- b) . #d2 d "2 (a\$)\$../) ) %\*#\*% ) ,a- (\$ ) %a ,a& ). \$d ) -//))\$. ' /\$#) +a\$&&\*\$#) )2#d ) +\$ )\$2  
 .a,&\$-./-(.a/- . ) (a#d\*\*\$- -\$ 0aa,\$(a (//.\*&- \$a
- c) \$\$\$&/a .a" a" a" #\*% ) ,a- (\$ ) %a ,a& ). \$d ) ( ,&\$- (\$-2, ,a& ) .a(\$-a, &/))\*-aa+\$ . \*a %a &21..3.\*-\$  
 ( )+\$ . \$2 -/\*, \$ .a --aa)
- d) +\*\$-aa 0 ,&\*) ,a& ) .a(\$- ) 1#. 1d --2 ,a& ))/-13) d "1..2(2'2 a' / ' a &a\$&&\$ +//., + )-aa.%a  
 \* &-a.. P\$#a+\$\$,\$\$)-./ . ./%a +/\$.a .a\$ + )-a.\$ a \*) (a#d\*\*\$-//&- \$ ) (/&aa) -/\*% 'a0a

e) )" ,00 #!(, (a%-ee, #(!, (#e' \$0/, ,1.a\* &--de' #a +0!\$1, -\*.a%%" +--+&00\*0/+, e' / ,e%e.e\*\$ ( ' \*a\$e''e&00\*0- /+, e' ede%%/ , ,0&0%00 , a.a%#a .a)aa'a )-"+, a, )e'+a"+, a #a (\$+"+, a .a)aa' , %a' a%-ee%#a +e\$0 +-( \*", aa %e'- .00 (\$+"e' \$a\*+" , aa "%&a\$aa)e%"e", %0 #a &e\*\$")aa-%'"#a%#a

f) )("+, aa #(!, (a%-ee' -%\$( )-(%e% , a +e%#a"+ "a )"e"%a , .a"+ "\$+" #a \*"- \$- &a"+ "\$+" \$e!", , /'e", 0 , a" &- , a /\$+" , ,0"+ "0 )- , a, #(\$, a+aa, , a.a, e+"&e\*\$"\$+" . ("&a\$aa%#a , --%e%#a , a" \*a+\$aa' %- &"\$- (\*&a' - (\$+" a!"e-, aa .a!"- \$(a #(!d(%%e. T0&0' ede%%/ , /\$+e'0 ( ' , e, 0 #(!d('(&"+, a#a, "ed(, , aa &aa' (&"+, a#a%#e !/."++0 a#(" e, -- \$0, ee' \$""#a%#"+e+, " e& . )-"de' )("+, a&"+e+, a#a )//, 00 &aa' (&"+, a#aa (, , a&aa' /!, e/, , 0, &"\$0% &aa' - (&"+, a#a !a%-aa e, - \$0, ee' +())"a )-"de' )("+, a&"+ee' %", , /."+, 0 /\$+" /" +\$(!d"+, a. T0+, 0 &aa' (&"+, a#a%#e a!"e-, -.a+, a .a!" (+, a ( ' +(. , , a.a e\*\$"+ee' \$(!da' 4 0 &- \$aa'.

J(!, (a%-ee' #a .a)aa' , %a' %e.e/+ ( ' &00\*\* , e% , / , 0&0' +())&- \$+e' %", , ee'0 (%e.a+ta \$(\*.a+ta+\$e%&a+ta. %&a\$aa)e%#(!, ( e' .aad" '( \*&aa%"+, #(!, (a%-e, , a, #(%%" "+" , 0 e' &a\$+e, a \$( \* .a+ , a.

2 §

Ka"\$") --, , (\$+, #a )e'+aa, , #(\$, a #(!, (a%-ee%a )("+, e, aa' , #0.0. , &aa' (&"+, a#a' / #(!d(' (&"+, a#a' (&a'+--- de\$+" #a &aa' (&"+, a#a' / #(!d(' (&"+, a#a' )a"\$%a ) (+, e, , a.a\$+. (tarpeeton yliviivataan)

3 §

Ra\$e"-+, ("&" , aa +e\$0 a. (a\*+ , (#e' #a %a" , , e"de' ) , 0&"+, 0 #(!d(' %0!e" +//de++0 \*a#(" , , a.a, &aa' \$0/, , 1- #a \*a\$e"-+ %a" +00"1\$+e, #a +0!\$1, -\*.a%%" +--+&00\*0/\$+e. Ta\*\$e&)"a (!#e, a &e'e, , e%#/, 0 e& .a)a-\$+ +ta a' , a.a, . \*a' (&a"+e, #a #(!d(' (&"+, a#a.

J(!, (.e\*\$ ( ' \*a\$e', e"de' +-(#e%e&" +e\$+" &aa' (&"+, a#a' !a% , " #a ""&(" , , aa #(!d(' (&"+, a#a%#e !/."++0 a#(" +e%#a"+ +, a &e, +0!a\$-- , \*0#0/ , /+-, (#" , +- #a &-"+, a """"!"" .e\*\*a, , a. "+, a !0'e' , ("&e+, aa' +-( \* "e, , a. "+, a , 1"+, 0, #("+, a #(!, -e' .e\*\$\$( +aa, aa (%%a .aa\*+ta .a!" ( " , -a. J(!d(' (&"+, a#a ( ' .e% . (%%e' &aa' (&"+, a#a' !-!a% , " #a' )//1"+, 0 \$( \* .a-\$+e, , a '0/ , , 0&00' &aa\$aa)e%"" , a\*\$a" +"#a"""" &aa+, (+ta +e\$0 a' , a&aa' .e\*\$ ( ' +-(#e%e&" +, a \$(+\$e.a, (!#e, . M"\$0' .e\*\$ ( ' +-(#aa&"+, ("&e' ) , ee, ( .a, .0!0"+e, , #(!d(' (&"+, a#a +-( " , , aa /1' \$-+ , a"- \$- +e%#aa'.

S-( " , , ae+taaa' .e\*\$ ( ' \*a\$e', e"de' %0!e" +//de++0 ede%#0 &a"" , , -#a , 1", 0 ( ' &aa' (&"+, a#a' &e'e, e%0.0 +, e' , e, e" .e\*\$ ( ' \*a\$e', e%#e a!"e-d- .a!"\$ (a. J(!d(' (&"+, a#a a' , aa , a\* . " , , ae+ta \$(\*.a-\$+e, , a \$aa, (a)-a. Kaa, (a)- e" , a\*\$ (" , a " , +e \$aa, (/1.0. Maa' (&"+, a#a' ( ' %&(" , e, , a.a . ""&e'+, 00' \$(%&e a\*\$")0".00 e\*\*e' \$aa, (/1"de' a%(" , , a&"+, a \$aa, (a.-' , a\*)ee+, a #(!d(' (&"+, a#a%#e.

4 §

J(!d(' (&"+, a#a +-( \* " , , aa &aa' (&"+, a#a%#e , e%e- #a +0!\$1 #(!, (+())&- \$+e' +-( +, -+ , e' &- \$aa' %a+\$e-, , 0&0' +())&- \$+e' %" , , ee'0 (%e.a+ta \$(\*.a+ta+\$e%&a+ta , a\*\$e&&" e" , e%#/, \$(\*.a-\$+e, , K(\*.a-\$+e, &a\$+e, aa' \$e\* , a+-( \* " , - \$+e'a, #(%%e) &- , a +(. " , a:

- A. Kertakorvaukset metsätalousmaalla
  - 1. K(\*.a+ ) / +.0+, 0 \$0/, , 1 (" \$e-de' +-) "+, a&"+e+, a (&aa) (!#a+, a) \_\_\_\_\_ e-\*(a)
  - 2. K(\*.a+ , a"&"\$ ( ' &e'e, /\$+e+, 0) \_\_\_\_\_ e-\*(a)
  - 3. K(\*.a+ ) --+, ( ' d( , -+a\* . (%"+0+, 0) \_\_\_\_\_ e-\*(a)
  - 4. K(\*.a+ /1' /! , e/de++0 \$aade, -+ , a ) --+, ( +, a) \_\_\_\_\_ e-\*(a)

B. Kertakorvaukset peltoalueilla  
K(\*.a+ ) / % .0+ ) a"\$ ("+, a#a &e\*\$")aa%"+, a #(!, - .a+, a ) / +.0+, 0 \$0/, , 1 (" \$e-de' +-) "+, a&"+e+, a \_\_\_\_\_ e-\*(a)

C. Kertakorvaukset erityistapauksista  
\_\_\_\_\_ e-\*(a)  
\_\_\_\_\_ e-\*(a)  
\_\_\_\_\_ e-\*(a)

Kertakorvauksena kohdista A, B ja C yhteensä \_\_\_\_\_ euroa

K(!, "e' A, 8#a C &- \$a"+e, \$( \* .a-\$+e, &a\$+e, aa' /!de' (1) \$-- \$a-de' \$-e+ta \*a\$e"-+ , 1"de' a%(" , , a&"+e+, a.

Рисунок 65. Договор о праве пользования трассой прокладки линии, страница 2 (Энергетическая промышленность).

D. Korvaus puustosta

Mik+i \$((&# 2 -:" \$e%(&ee a j++ jhd#""#!i&aja e, k#%)a'aa" &e k+\*)+" hi""a" !(kaa". P((&#k#%)a(& !ak&e'aa" \*hde" (1) k((ka(de" k( (e&&a &i+ , k(" \$(('a)a%a #" !i'a"ai)&&a.

E. Tilap isluonteiset vahingot

Rake""(&aika"a &ek+ k("""#&&a\$#- ja k+\*", "#i!e"\$i'eide" \*h'e\*de&&+ aihe('()ie" )ahi"k#je" k#%)aa!i&e&a &#)'aa" jhd#""#!i&aja" ja !aa""#!i&aja" ke&ke" k(&&aki" 'a\$a(k&e&&a e%ik&ee". Vahi"g#"k#%)a(& !ak&e'aa" \*hde" (1) k((ka(de" k( (e&&a k#%)a(k&e" &#i!i&e&a.

F. Menettely erityistapauksissa

Mik+i 'e e- ja &+hk,j#h"#&#i!(k&e" !(kai&e' &(#&i'(k&e' k#%)a(&'e" \*k&ikk,hi""#i&a !(('()a' &#i!(k&- ja !ak&(he'ke" )+i +, !(('e'aa" k#%)a(& !ak&(he'ke" &(#&i'(k&e" !(kai&ek&i.

Mik+i k#%)a(&'a ei &(#i'e'a !+++&aja&&a, !ak&aa jhd#""#!i&aja \* i!e"e)+ '+ aja 'a k#%k# ai" !(kai&e" )ii)+&\*k#%#".

5 !

Maa""#!i&aja )#i #!a a k(&'a""(k&e aa" &ii%%"++ jhd#""/ake""ee' jhd#""#!i&aja" h\*)+k&\*!++" (('ee" \$aikkaa". Si%%" &(#i"aa jhd#""#!i&aja.

6 !

L(#)'(ae&&aa" #!i&(&- 'ai "a('i"aa#ike('e'&a ede ee" &i#'( ('aa""#!i&aja i #!i"aa" ((de e #!i&aja e 'ai "a('i"aa#ike(de" ha 'ija e '+h+" &#i!(k&ee" \$e%(')a' jhd#""#!i&aja" #ike(de" &ek+ !e%ki""+!++" "e (#)'(&ki%jaa" 'ai)(#k%a&#i!(k&ee".

T+!+ &#i!(k& ja !ak&e'(' k#%)a(k&e' &i#)a' kii""ei&', " !\*,he!\$++ #!i&ajaa 'ai ha 'ijaa.

7 !

Jhd#""#!i&aja a #" #ike(& (#)'aa '#i&e e jhd#""#!i&aja e \$\* )+ide" k+\*", #ike(&. L(#)'(k&e&a ei &(#%i'e'a e%ik&ee" k#%)a(&'a !aa""#!i&aja e. Maa""#!i&aja e '( ee !ahd# i&((k&ie" !(kaa" i #!i"aa k+\*", #ike(de" ha 'ija" "i!i ja &#i'e &ek+ k+\*", #ike(de" )#i!a&&a# #aika. T+ ,i" k+\*", #ike(de" &aa"ee a jhd#""#!i&aja a #" #ike(& iikk(a !aa""#!i&aja" !aa a %ake""(&- ja k("""#&&a\$#', i+ &(#i"ae&&aa".

8 !

T+!+ &#i!(k& '( ee )#i!aa" he'i, k(" &e #" a eki%#i'e" ( ja &e #" )#i!a&&a &iihe" &aakka, k("e& )e%k#" %ake"ee' \$#i'e'aa".

K(" )e%k#" %ake""ee' #" \$#i&e" (, jhd#""#!i&aja &aa"aa jhd#( ee" e""i&ee" k+\*", 'a\$aa" &#)e '( )aa" k("##". ! #!i'(& jhd#"" \$#i&a!i&e&a' #i!i'e'aa" !aa""#!i&aja e ja )(#k%a!iehe e.

9 !

T+!+ &#i!(k& %a(keaa, e ei %ake""(&', i+ # e a #i'e" ('ai k#%)a(&'a !ak&e" (\*hde" (1) )(#de" k( (e&&a &i+ , k(" &#i!(k& #" & # !i"(. Mik+i %ake""(&', ide" a #i"ai"i"e" )ii)+&\*#&'aki" e%!\*i&e&+, jhd#""#!i&aja&a %ii\$\$(!a""#!a&a &\*&'+, )#i jhd#""#!i&aja \$ide""+ &#i!(k&e" )#i!a&&a# #aikka e""i""++" \*hde + (1) )(#de a i #!i"aa" a '+&+ h\*)i&&+ aj#i" !aa""#!i&aja e.

10 !

S#i!(k&'a #" 'eh"\* kak&i &a!a"&a'ai&a ka\$Sa e"e", \*k&i k(!!a eki" #&a\$(# e e.

Рисунок 66. Договор о праве пользования трассой прокладки линии, страница 3 (Энергетическая промышленность).

Edell olevan sopimuksen ja laskelman hyväksymme:

\_\_\_\_\_ päivänä \_\_\_\_\_kuuta 20

MAANOMISTAJA

JOHDONOMISTAJA

VUOKRAMIES

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Todistavat:

\_\_\_\_\_

Liitteena: Korvauslaskelma  
Karttaliite  
Maatalousmaan ojitussuunnitelma  
Tilakohtainen metsäsuunnitelma  
Muu  
(tarpeeton yliviivataan)



**JOHTOALUESOPIMUKSEN KORVAUSLASKELMA**

MAANOMISTAJAN / KIINTEISTÖN NIMI \_\_\_\_\_

**A. METSÄMAAKORVAUS**

Johtoalueen leveys rungosta runkoon 10 m Korvausalue  I  II  III

**1. KORVAUS METSÄTALOUSHAITASTA**

Kuvion nro	Kuvion pituus m	Johtoalueen leveys m	Pinta-ala ha	Metsä tyyppi	Korvaus	
					€/ha	Yhteensä €
		10				
		10				
		10				
		10				
					Yhteensä	0,00 €

**2. TAIMIKON MENETYSKORVAUS**

Kuvion nro	Kuvion pituus m	Johtoalueen leveys m	Pinta-ala ha	Valta-pituus m	Puulaji	Korvaus	
						€/ha	Yhteensä €
		10					
		10					
		10					
		10					
					Yhteensä	0,00 €	

**3. PUUSTON ODOTUSARVOKORVAUS**

Kuvion nro	Kuvion pituus m	Johtoalueen leveys m	Pinta-ala ha	Ikä v	Puulaji	Korvaus	
						€/ha	Yhteensä €
		10					
		10					
		10					
		10					
					Yhteensä	0,00 €	

**B1. PELTOPYLVÄSKORVAUS**

Pystytetään uusia pylväitä kpl		Poistetaan vanhoja pylväitä kpl		Kuitataan kpl	Korvattavat pylväät ja harukset kpl	Korvaus	
haruksia kpl	haruksia kpl	haruksia kpl	haruksia kpl			€/kpl	Yhteensä €
					0		0,00

**B2. OJANVARSIPYLVÄSKORVAUS**

Pystytetään uusia pylväitä kpl		Poistetaan vanhoja pylväitä kpl		Kuitataan kpl	Korvattavat pylväät ja harukset kpl	Korvaus	
haruksia kpl	haruksia kpl	haruksia kpl	haruksia kpl			€/kpl	Yhteensä €
					0		0,00

**C. TONTTI- JA PUISTOALUEKORVAUS**

Kuvion nro	Pituus m	Vapaa tila m	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Korvaus	
				€/m <sup>2</sup>	Yhteensä €
				Yhteensä	0,00 €

Joutomaalle pystytetään uusia pylväitä  kpl ei korvausta  
 Joutomaalle pystytetään uusia haruksia  kpl ei korvausta

**KORVAUKSET ERITYISTAPAUKSISSA**

_____	
_____	
_____	
	Yhteensä €
<b>KAIKKI YHTEENSÄ</b>	<b>0,00 €</b>

Рисунок 68. Пример электронной формы расчета компенсации за землепользование (энергетическое предприятие «Kymenlaakson Sähkö»).

**6.4. Компенсация ущербов, возникающих в процессе производства работ**

Возникающие в процессе производства работ ущербы должны быть незамедлительно оценены строителем после завершения работ и компенсированы.

В связи со строительством электрической сети иногда могут наноситься ущербы окружающей среде и оборудованию. Примером такого ущерба является ущерб, нанесенный ограждению, деревьям и кустам. Рабочие машины могут повредить дороги и мосты, ущерб может быть нанесен также пахотным землям.

На профилактику возникающих в процессе производства работ ущербов необходимо обращать особое внимание, что способствует сокращению числа ущербов и положительному отношению землепользователей к работам. Предварительное выяснение путей проезда и прохода снижает вероятность возникновения ущербов.

При компенсации ущербов обычно внедряется следующий порядок действий:

1. Установленные вместе с владельцем ущерба устраняются. Это возможно, по крайней мере, в части ограждений, мостов и дорог. С целью обеспечения надлежащего уровня работ ремонтные работы следует выполнять в сотрудничестве с землевладельцем.

2. Производится денежная компенсация нанесенного ущерба. Компенсация выплачивается за древесиной, зерновые и пр., поля, сады и дворовые участки. Оценка ущерба может быть выполнена внешним специалистом, можно воспользоваться также преискурантом, представленным в таблицах «Рекомендаций по компенсации ущербов, связанных с недвижимостью» (№ 78).

# 7. РАБОТЫ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛИНИИ НА МЕСТНОСТИ

## 7.1. Общая информация

После составления условного плана с помощью системы электротехнического проектирования или выбора трассы сети на основании карт производится надлежащие исследования, измерения и разметка трассы.

Проектирование трассы линии на местности делится на следующие этапы:

- приобретение разрешения на проведение исследований или строительства;
- согласование возможных путей перемещения и мест складирования;
- трассировка и измерение зоны прокладки линии;
- составление карт трассы прокладки линии;
- вертикальная съемка, расчет продольного профиля;
- нанесение мест расположения опор и оттяжек.

В зависимости от строительной организации энергетического предприятия указанные выше этапы работ по проектированию линии на местности выполняются в совокупности или какой-либо из этапов опускается вовсе.

Для низковольтных линий, как правило, достаточно ограниченного объема проектирования на местности, включающего разрешения, разметку линии, измерения, расчет углов, нанесение мест расположения оттяжек и опор.

Для высоковольтных линий напряжением выше 20 кВ используется более полный объем проектирования на местности.

Сегодня в результате проектирования на местности составляются, как правило, рабочая карта и перечни материалов для строительства или сетевых подрядных работ. Проектировщик обычно заключает все договоры о землепользовании и рассчитывает возможные компенсации за землепользование, которые были рассмотрены выше в пункте 6 «Договор о землепользовании в зоне трассы линии электропередачи».

## 7.2. Трассировка линии

### Разрешение на исследование

Для выполнения трассировки линии необходимо получить разрешение от всех землевладельцев, на территории которых предусматривается производство работ. Это т.н. разрешение на исследования получают обычно прямо от землевладельцев, оно составляется в письменной форме на готовом письменном бланке или приобретается в устной форме в присутствии двух свидетелей. Разрешение на исследование можно получить также от губернского управления, при этом землевладельцу доставляется надлежащее извещение. Ко второму способу получения разрешения следует прибегать лишь в том случае, если трасса линии проходит по земельным участкам многих владельцев, и в получении устного или письменного разрешения нет полной уверенности.

На этапе получения разрешений землевладельцам необходимо представить надлежащую информацию о строящейся линии, компенсациях и пр. в достаточном объеме, т.к. в случае недостаточной информированности у землевладельцев может складываться отрицательное отношение к исследованиям. Лицо, проектирующее линию на местности, должно обладать хорошими коммуникационными способностями и уметь поддерживать положительные отношения с землевладельцами.

После надлежащего информирования землевладельцев о разметочных работах можно приступать к определению трассы линии с целью производства дальнейших измерений и составления карт.

Для разметки воздушных линий электропередачи на участках шоссежных дорог, железных дорог или других специфических участках нужно иметь специальные разрешения.

При разметке линий следует избегать возможных ущербов в виде т.н. холостых линий и ненужной обработки леса.

Для разметки линий обычно используются специальные металлические вешки высотой прим. 1,5...2 м.



Рисунок 69. Металлическая вешка для разметки линий.

На холмах, углах и пр. местах локализации при необходимости используются длинные шесты. К вершине разметочного шеста можно привязать кусок картона или бумаги, что делает его хорошо заметным.

Если местность сложная, и карта не дает ясного представления о ней, то до начала непосредственных разметочных работ соответствующие участки запланированной трассы линии следует измерить с помощью буссоли. Такие измерения позволяют убедиться в том, что линию и в самом деле можно проложить по данной трассе. В случае разметки линии без предварительного осмотра трассы может случиться, что запланированный маршрут по какой-либо причине окажется непригодным, и в силу работ по расчистке местности землевладельцам может быть нанесен неоправданный ущерб.

По спиленным деревьям, поврежденным ограждениям и пр. ущербам составляется детальный перечень, на основании которого позже выплачиваются компенсации. После съемки местности можно приступать к непосредственным разметочным работам. С помощью карты и компаса из начальной или конечной точки трассы линии задается направление разметки.

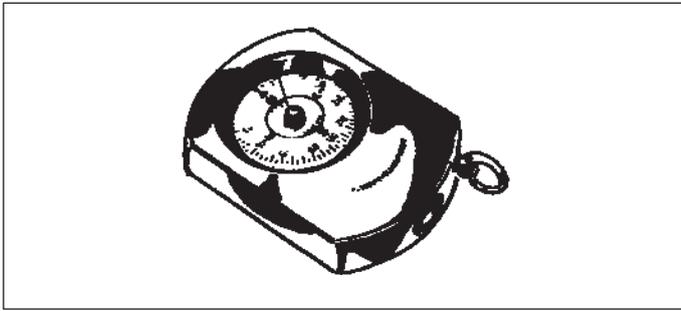


Рисунок 70. Ручной компас-пеленгатор, т.е. bussоль, с помощью которого определяется начало направления линии.

Направление нужно определить как можно точно, поскольку, чем длиннее размечаемый участок линии, тем больше отклонение в конце участка линии. Известно, что неточность размером  $1^\circ$  в начальной точке линии приводит к отклонению размером в 17,5 м на расстоянии одного километра от начальной точки.

Данная особенность должна учитываться при определении направления на местности с большим магнитным склонением.

Магнитное склонение, т.е. деklinация, приводит в Финляндии к положительной ошибке в показателях компаса. В западных регионах страны деklinация увеличивается прим. на  $7'$  в год, сохраняясь в восточных регионах практически неизменной. Размер деklinации конкретного региона указан на его основной карте. Направление по карте = направление по компасу + деklinация.

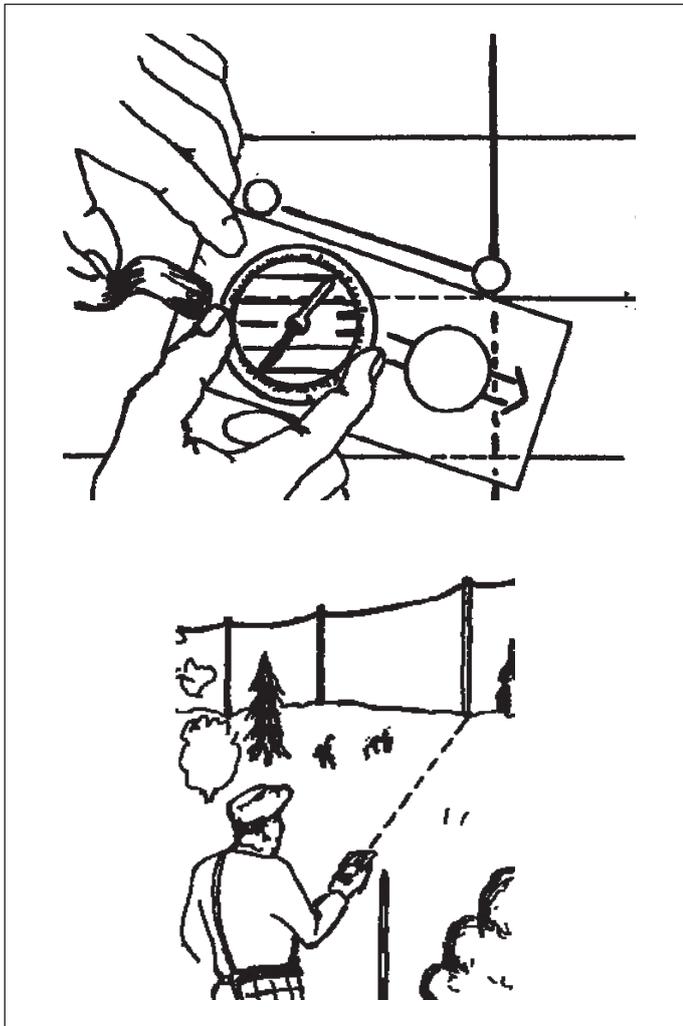


Рисунок 71. На рисунках показан выбор направления по карте.

Вначале направление задается с помощью трех или четырех вешек, устанавливаемых на расстоянии прим. 30...50 м друг от друга. Первая вешка является основной, а другие с целью обеспечения заданного направления перемещаются в соответствии с потребностью. В процессе производства работ направление проверяется по карте и на местности с помощью реперов. В случае обнаружения ошибки, влияющей на дальнейшую разметку линии, коррекция выполняется от второй вешки или ошибка устраняется за счет создания небольшого угла. Второй вариант используется только в особых случаях.

С целью обеспечения качественной разметки необходимо учитывать условия освещения. Трасса имеет предрасположенность склоняться в направлении света. Это связано с тем, что падающий с боку солнечный свет освещает только одну сторону вешки, тогда как другая остается в тени, в силу чего она плохо просматривается. В результате этого локализация осуществляется на основании видимой стороны вешки, и визирная линия склоняется в направлении света, образуя изогнутую линию разметки. С помощью повторного контроля и повторных корректировок не всегда удается устранить ошибку, которая на расстоянии прямой видимости настолько мала, что с трудом поддается обнаружению. Ошибка проявляется только при контроле готовой линии опор, визирное расстояние которых значительно меньше расстояния разметочных вешек.

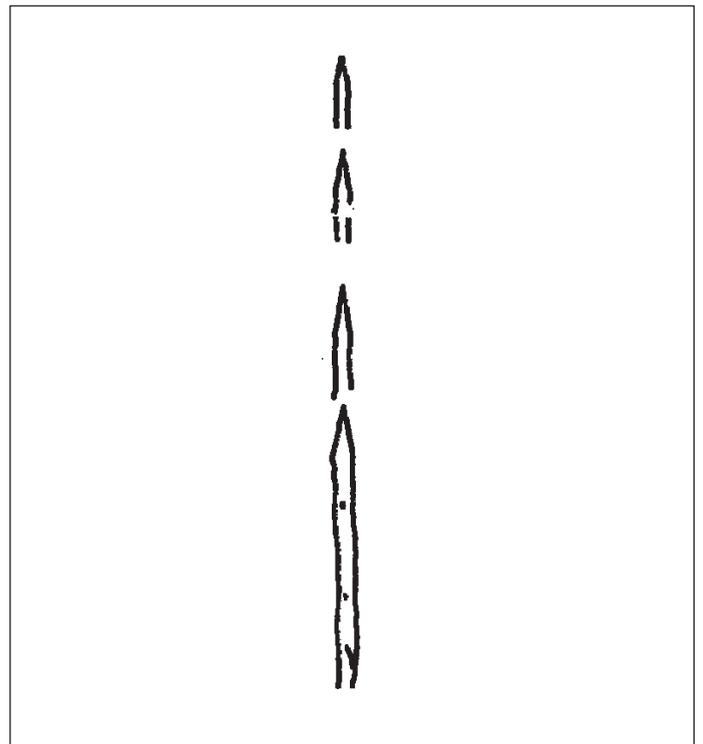


Рисунок 72. Основная вешка и другие разметочные вешки.

Ошибки могут возникать также из-за смещения вешек под воздействием ветра или иного фактора. Поэтому вешки нужно прочно устанавливать в грунт. В оснащение разметочной бригады входит легкий лом, позволяющий производить надежную установку вешек. На скалистом участке вешки следует подпереть либо вспомогательными вешками, либо камнями. Разметчик, производивший съемку местности, обычно имеет хорошее представление о трассе. Уже при разметке линии иногда можно предварительно намечать места расположения опор, хотя окончательные места расположения опор определяются, как правило, только на основании продольного профиля, полученного при вертикальной съемке

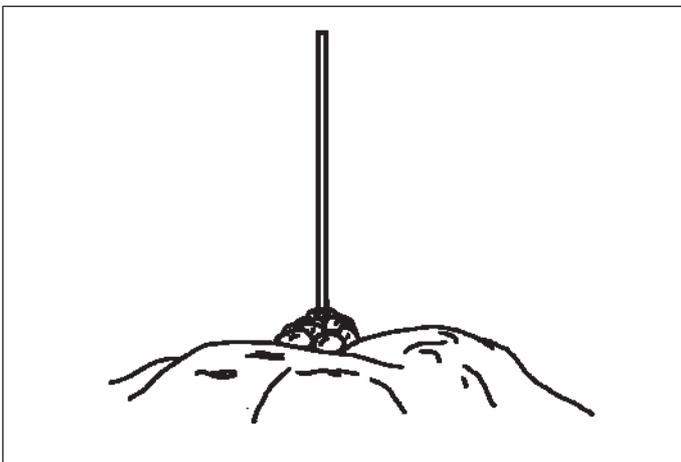


Рисунок 73. Разметочная вешка на скалистом основании.

Первая разметка линии является обычно окончательной. Поэтому работа должна с самого начала выполняться умело и тщательно. Только опытный разметчик в состоянии обеспечить безупречность прямых и длинных участков линии. В случае принятия решения о прокладке линии по размеченной трассе, при необходимости перед началом строительных работ осуществляется корректировка разметки на тех участках, где это нужно. Для этого можно выполнить поправочные углы или наоборот объединить расположенные рядом углы с целью сокращения числа угловых опор. Если по какой-либо причине линия не прокладывается по размеченной трассе, причиненные землевладельцам ущербы подлежат незамедлительной компенсации.

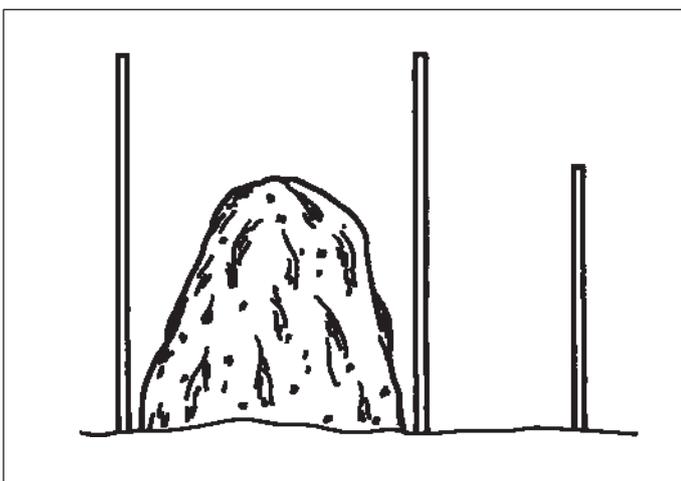


Рисунок 74. Преодоление препятствия в зоне зрения.

Идеальным инструментом для разметочных работ является бинокль, значительно сокращающий визирное расстояние.

При переносе трассы через расположенное в зоне зрения препятствие следует пользоваться большим числом вспомогательных вешек, и трассировку линии выполнять исключительно точно, поскольку именно в этих местах часто допускаются ошибки, трудно поддающиеся исправлению. Установленные рядом разметки вспомогательной линии являются также хорошим подспорьем для преодоления расположенного в поле зрения препятствия.

Границы зоны прокладки линии маркируются в процессе трассирования хорошо заметными цветными лентами. Данные обозначения облегчают работу составителей карт при определении условий землевладения в зоне прокладки линии. В качестве маркировочных лент следует пользоваться лентами из разлагающегося в природе материала.



Фотография 75. Обозначение границы на участке прокладки линии.

### 7.3. Измерение длины

Измерения производятся мерной рулеткой, измерительным тросом или устройством GPS. Точность измерения должна быть равна 1 м.

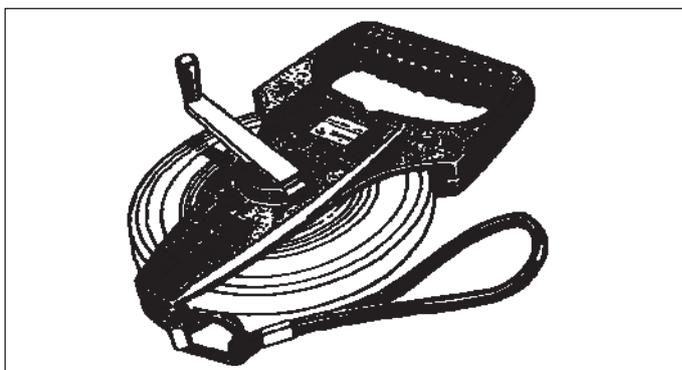


Рисунок 76. Пластмассовая мерная рулетка с сантиметровым делением.

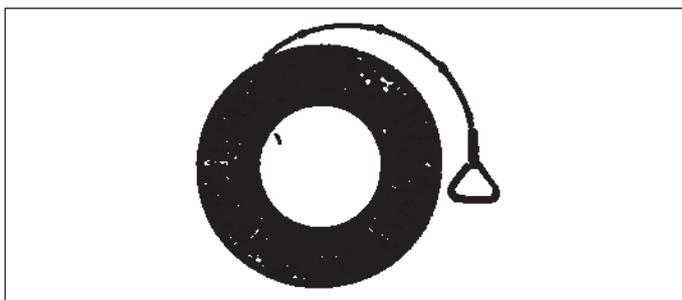


Рисунок 77. Измерительный трос, первый метр которого разделен на дециметры и конечная часть – на полуметры и полные метры.

На пути измеряемой линии могут быть мешающие измерению крупные камни, реки, топкие болота или пр. С целью сохранения направления линии и измерения расстояния можно поступить следующим образом.

Произвести наметку линии из какой-либо высокой точки линии, позволяющей обозреть местность, расположенную за препятствием. Затем измерить длину однонаправленно с препятствием в соответствии с рисунком 78.

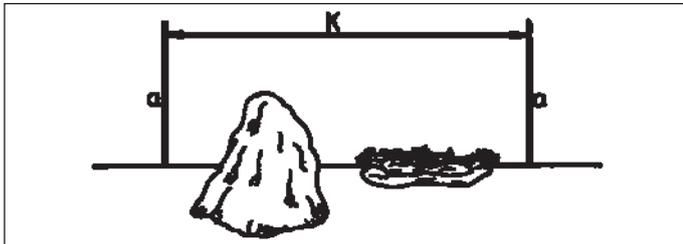


Рисунок 78. Измерение длины через препятствие.

Определить направление пересекаемой водоем линии несложно, тогда как измерить длину пересечения значительно сложнее. Длину можно измерить, например, представленным на рисунке 79 образом. Измерьте расстояния «а» и «b», расположенные перпендикулярно к трассе линии, также измерьте однонаправленное с линией расстояние «с». Перпендикулярное к трассе линии направление задается с помощью призмы.

Длина «х» рассчитывается на основании уравнения:

$$x = \frac{a \cdot c}{b}$$

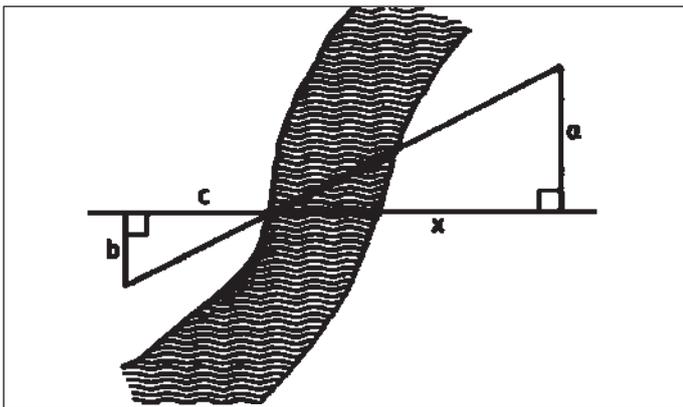


Рисунок 79. Измерение длины через водоем.

Измерение длины может быть выполнено также с помощью нивелира. Почти все современные нивелиры оснащены удобными

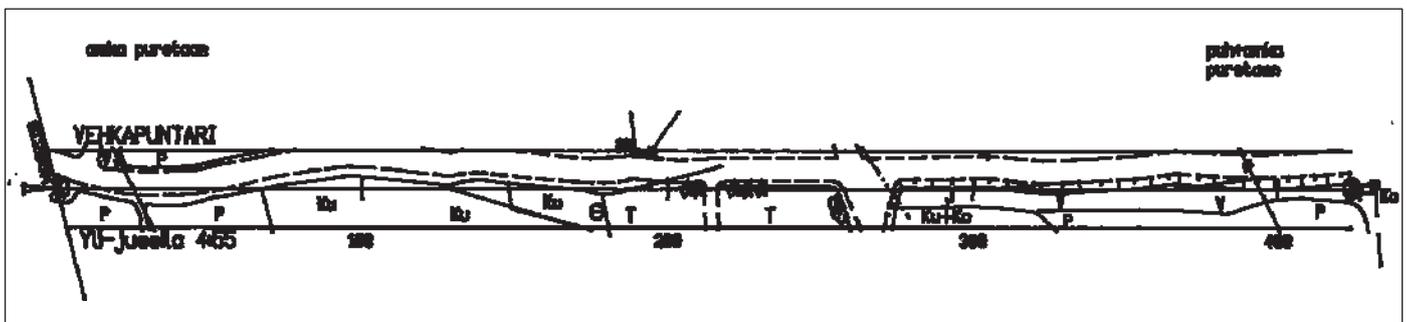


Рисунок 80. Карта трассы прокладки линии.

штриховыми кодами для измерения расстояний. 1 см шкалы рейки нивелира обычно соответствует расстоянию в 1 м между нивелиром и рейкой, т.е. расстояние нивелира до рейки в метрах равно расположенному между штрихами участку рейки в сантиметрах. Данный метод измерения позволяет обеспечить точность до 0,5...1 м прим. на 400 м длины. В случае применения малой призмы максимальное измеряемое с помощью электронного тахеометра расстояние может достигать почти двух километров. Удобным современным устройством измерения расстояний является GPS.

#### 7.4. Составление карты трассы прокладки линии

Карта трассы прокладки линии, как правило, составляется для высоких напряжений, но иногда и для линий напряжением 20 кВ. В случае использования длинных пролетов необходимо знать все препятствия в зоне прокладки линии, с учетом которых после нивелирования определяется точная длина опор.

Карты обычно составляются после полной разметки трассы линии. Даже в случае наличия готового комплекта основных карт нужны детальные карты трассы прокладки линии. На карту трассы прокладки линии на участке шириной прим. 10 м по обеим сторонам от центральной оси наносится вся необходимая для строительства информация, например, здания, канавы, водоемы, хорошо заметные на местности объекты (напр., камни и впадины), перекрещивающиеся линии, дороги, тропы, границы земельных участков, поля, леса, болота и пр.

На карте указываются также все факторы, способствующие проектированию конструкций, организации перевозок и строительства. При составлении карт оцениваются возраст и плотность леса, а также классификация грунта с целью заключения договоров о землепользовании в зоне трассы линии электропередачи. Такие исследования можно заказать, например, в местном лесоводческом объединении. На карте трассы прокладки линии может предусматриваться место и для такой информации. На карту наносятся имя, фамилия землевладельца, название земельного участка и его номер по реестру. Карта трассы прокладки линии составляется, как правило, в масштабе 1:2000 или 1:1000.

Сегодня карты составляются в электронной форме с применением данных измерения (нивелирования) трассы прокладки линии и составленного при сборе информации эскиза карты.

Для составления карты трассы прокладки линии может использоваться также устройство GPS. С его помощью и посредством спутниковой связи на карту наносятся точные пункты и определяются разницы высот. Собранные устройством данные сохраняются в формате, позволяющем передавать их прямо в программу по проектированию линии.



Фотография 81. Устройство GPS, пригодное для работ по проектированию на местности.

### 7.5. Измерение углов

С целью проектирования конструкций необходимо измерить размер углов окончательной трассы линии. Измерение производится с помощью относительно простых средств, поскольку к результатам измерения не устанавливается жестких требований точности. Измерение угла с точностью до  $2...3^\circ$  обычно является достаточным. Измерение углов выполняется в процессе картографирования.

Ручной компас-пеленгатор, т.е. буссоль (рисунок 82) оказался по многим показателям практичным средством для измерения углов, используемым при разных электромонтажных работах. Он оснащен магнитной стрелкой из легкого металла, закрепленной к круговой шкале. Корпус компаса заполнен жидкостью, тормозящей колебания стрелки. По краю корпуса расположена лупа для чтения значений круговой шкалы. Просматриваемая в поле зрения лупы черточка является как визиром, так и показателем индекса.

Компас-пеленгатор используется, в частности, для измерения углов между различными точками. В процессе измерения диоптр направляют поочередно к каждой точке, не зависимо от движения магнитной стрелки. Соответствующий показатель считывается с круговой шкалы, разница полученных показателей равна углу между точками.

При использовании компаса нужно помнить, что металл мешает его функционированию.



Рисунок 82. Расположение компаса-пеленгатора при визировании.

Принцип функционирования пеленгатора:

Открыв оба глаза, настройте компас таким образом, чтобы, когда Вы смотрите сквозь лупу, волосяная линия была направлена прямо на объект.

Шкала под лупой показывает число градусов до целевого объекта. Для считывания показателей можно пользоваться правым или левым глазом, как Вам будет удобнее.

Возникающее при обоих открытых глазах оптическое явление преломляет волосяную линию в направлении объекта над корпусом компаса.

С целью предотвращения погрешностей в показаниях пеленгатора угловые замеры следует производить с обоих концов участка линии. Измеренные направления указываются в верхнем углу карты трассы прокладки линии, что позволяет легко определить маршрут линии даже в случае исчезновения разметочных вешек при задержке строительных работ.



Рисунок 83. Визирование с помощью компаса-пеленгатора.

Поскольку компас-пеленгатор применяется для удобства картографирования трассы прокладки линии, величина углов может быть рассчитана в виде разницы направлений между углами.

Определение углов с помощью тахеометра

Если бригада разметчиков линии имеет в своем распоряжении тахеометр, то измерение углов осуществляется с помощью горизонтальной рамы измерительного устройства, на которую нанесены показатели градусов.

Визирование направления разметки линии производится тахеометром, и размер угла рассчитывается на основании разницы показаний.

Определение углов с помощью измерения длины

Углы можно рассчитать также с помощью измерения длины. Данный метод представлен на рисунке. Он дает довольно точные показатели для практического применения, но является по сравнению с описанным выше методом значительно более трудоемким.

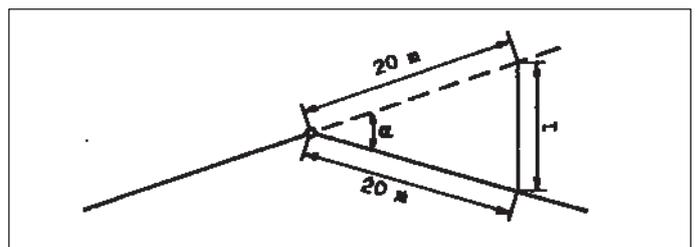


Рисунок 84. Принципиальная схема расчета угла с помощью измерения длины.

Таблица 19. По таблице можно определить размер угла, при условии, что стороны треугольника равны 20 м и «е» - это основание треугольника.

e/m	$\alpha / ^\circ$	e/m	$\alpha / ^\circ$	e/m	$\alpha / ^\circ$
0,35	1	5,57	16	10,69	31
0,70	2	5,92	17	11,03	32
1,05	3	6,26	18	11,36	33
1,40	4	6,60	19	11,70	34
1,75	5	6,95	20	12,03	35
2,09	6	7,29	21	12,36	36
2,44	7	7,63	22	12,69	37
2,79	8	7,98	23	13,02	38
3,14	9	8,32	24	13,35	39
3,45	10	8,66	25	13,68	40
3,83	11	9,00	26	14,01	41
4,18	12	9,34	27	14,34	42
4,53	13	9,68	28	14,66	43
4,88	14	10,02	29	14,98	44
5,22	15	10,35	30	15,31	45

Размер и направление угла наносятся на пикет угловой опоры и карту трассы прокладки линии. На карте отражаются, как правило, прямые линии, а углы наносятся в виде условных обозначений. Например,  $\nabla 20^\circ$  означает поворот направления линии влево на  $20^\circ$ .

#### 7.6. Вертикальная съемка продольного профиля

Следующей за картографированием трассы линии задачей является вертикальная съемка с целью составления продольного профиля линии. По сравнению с визуальной оценкой вертикальная

съемка дает определенные преимущества, поскольку на основании продольного профиля и кривой стрелы провеса провода можно довольно точно определить места расположения и длину опор, а также избежать ошибок в расчете конструкций и выборе мест расположения опор.

Следует отметить, что чем длиннее с точки зрения провода и конструкции пролет, и чем заметнее линия на местности, тем значительнее роль вертикальной съемки. За счет вертикальной съемки можно рассчитать силы, нагружающие каждую конструкцию опоры и предотвратить «подпрыгивание» траверс на неровной местности.

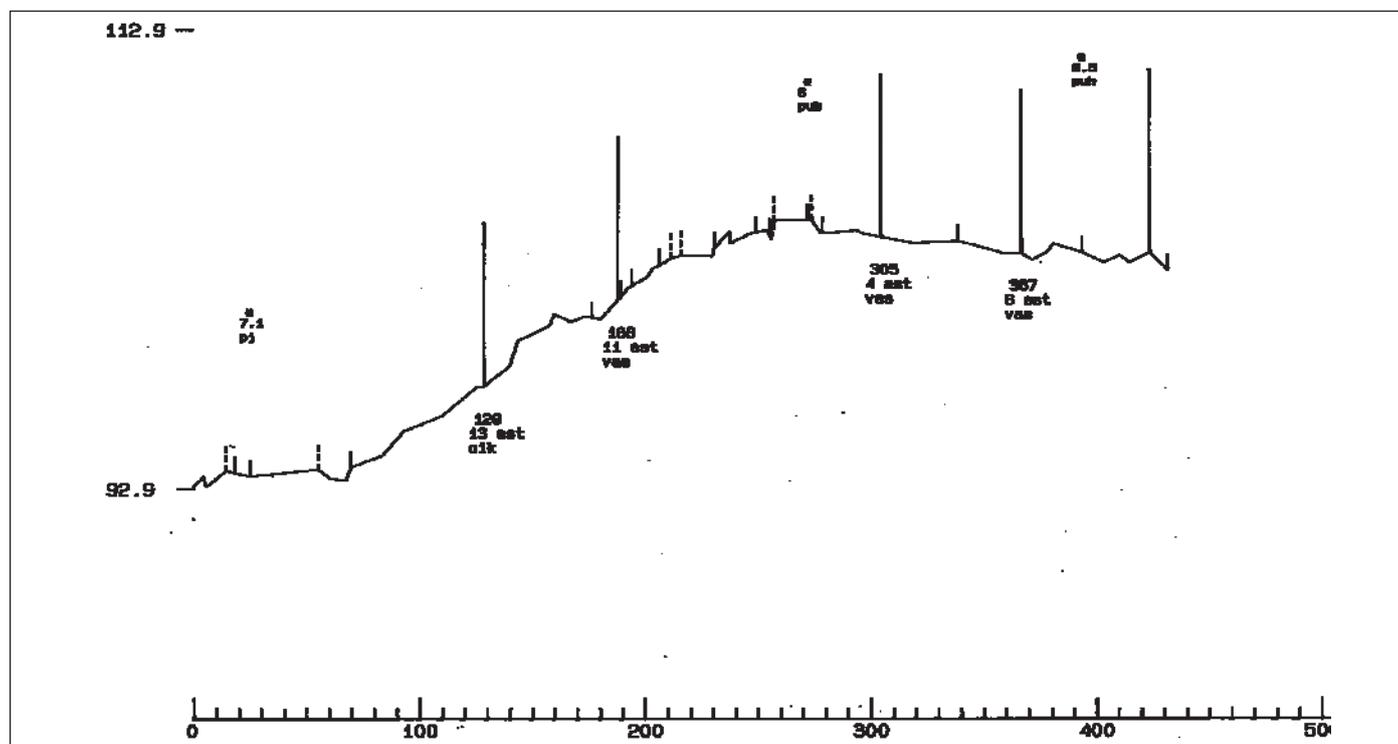


Рисунок 85. Продольный профиль трассы прокладки линии.



$$\text{Высота (h)} = \frac{\text{склонение \%} \cdot s}{100}$$

$$\text{Склонение (\%)} = \frac{h \cdot 100}{s}$$

$$\text{Расстояние (s)} = \frac{h \cdot 100}{\text{склонение \%}}$$

1 % склонение = разница по высоте 1 м на сто метров.

В ходе полевых измерений в предусмотренном для деклинатора протоколе указываются расстояние между нивелируемой точкой и точкой наблюдения, а также соответствующее ему склонение. Точность результатов таких измерений уступает точности, обеспечиваемой нивелиром и тахеометром.

В процессе наблюдений следует учитывать следующие моменты:

Самым важным является обеспечение одинакового расстояния от поверхности земли до точки наблюдения и целевой точки. Поэтому в обеих точках должны быть рейки одинаковой длины. Во время определения цели в пункте наблюдения и целевом пункте используется рейка с закрепленным к вершине цветным лоскутом, способствующим удобству определения цели.

Высота реек должна быть такой, что, будучи установленными в грунт, они находились на уровне глаз лица, производящего измерения.

Второй важный момент заключается в том, что расстояние между пунктом наблюдения и целевым пунктом измеряется по горизонтали. В случае отклонения от горизонтали измерения, как расстояние, так и высота получаются ошибочными.

Третий момент, требующий внимания, заключается в том, что лицо, производящее измерения, должно находиться сзади с точки зрения направления движения, а его помощник – впереди. Такой способ действий обеспечивает верность внесенного в протокол исходного пункта измерения наклона.

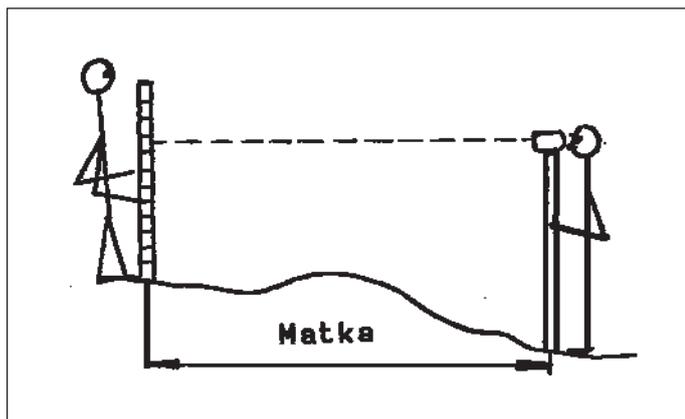


Рисунок 89. Нивелирование с помощью деклинатора.

Из пункта наблюдения можно произвести неограниченное число измерений. При этом перемещается только помощник.

Деклинатором измеряются также расстояния провода от земли, высота деревьев, например, с целью выяснения возможности рубки и пр. высоты.

Для измерения готовых линий и проводов, а посредством этого и высоты опор применяются также ультразвуковые измерительные приборы.

### 7.7. Разметка мест расположения опор и оттяжек

Места расположения опор и оттяжек низковольтных линий и линий напряжением 20 кВ наносятся на местность в процессе трассирования и измерений.

Если места расположения опор и оттяжек определяются посредством полевых измерений, их разметка на местности осуществляется в рамках отдельной подготовительной работы.

Разметка места расположения опоры:

Место опоры определяется, исходя из конструкции линии. В случае наличия карты линии, измерение места расположения опоры производится с помощью знаков, имеющихся на местности (канавы, границы, межевые знаки, дороги, перекрещивающиеся линии, границы поля и леса), с использованием пикетажа, установленного при измерениях. В случае отсутствия карты линии определение мест расположения опор следует начать с угловых и других точно заданных опор, распределяя оставшуюся часть линии на пролеты, предусмотренные конструкцией линии.

Свая пикета угловой опоры устанавливается точно в вершину угла, и опоры прямого участка – посередине линии.

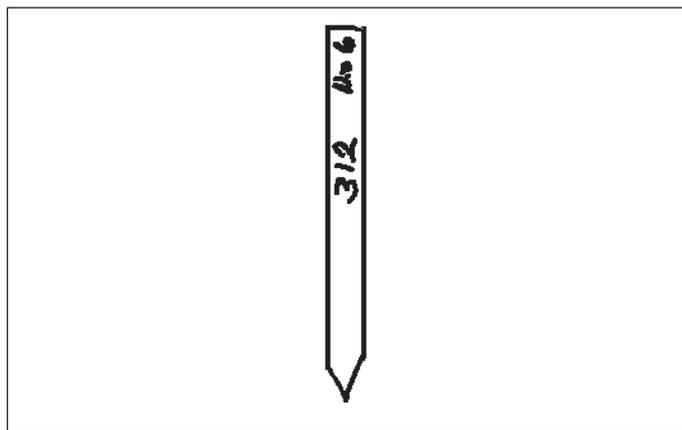


Рисунок 90. Свая для опоры и оттяжки.

В качестве сваи для определения места опоры может служить, например, заостренная с одного конца деревянная рейка высотой прим. 1 м, прочно устанавливаемая в грунт.

На опору наносятся следующие обозначения: номер опоры, длина и класс опоры, на угловую опору – размер угла.

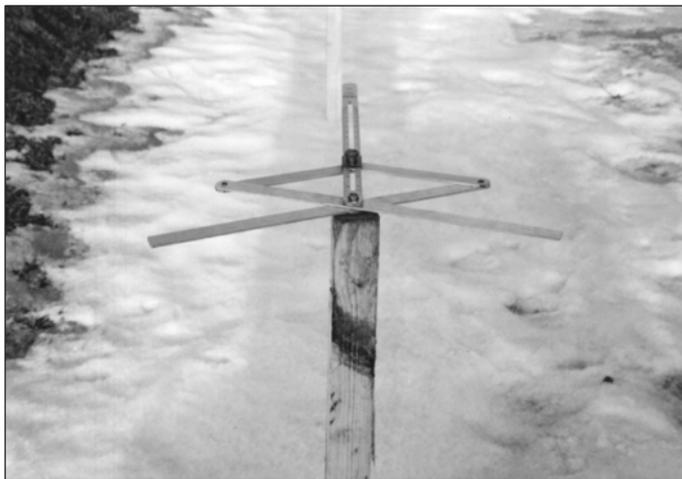
Разметка места расположения оттяжек:

Для угловых и ответвительных опор необходимо определить место расположения анкера оттяжки. В исключительных случаях место расположения анкера оттяжки определяется по карте линии или рабочей схеме. Общее правило гласит, что оттяжка ответвительной опоры устанавливается перпендикулярно ответвлению от электрической сети и угловой опоры – в биссектрису угла.

Расстояние анкера оттяжки до опоры определяется на основании размера угла, массы провода и пространства, используемого под систему оттяжек. В данной связи нужно проверить верность направления оттяжки. Расстояние анкера оттяжки до опоры обычно указывается на рабочей схеме.

Направление оттяжки угловой опоры всегда определяется на основании измерений. С помощью рулетки можно произвести измерения для разделения угла на равные части следующим образом:

1. Измерить расстояние «а» от угловой опоры в обоих направлениях линии и отметить его пикетным колышком.
2. Измерить расстояние между пикетными колышками со стороны внутреннего угла, результат разделить на два и в полученную центральную точку установить вешку разметки линии.
3. На линию со стороны наружного угла установить вешку разметки линии и угловую сваю. Анкер ответвления устанавливается на полученной прямой.



Фотография 92. Устройство определения направления оттяжки.

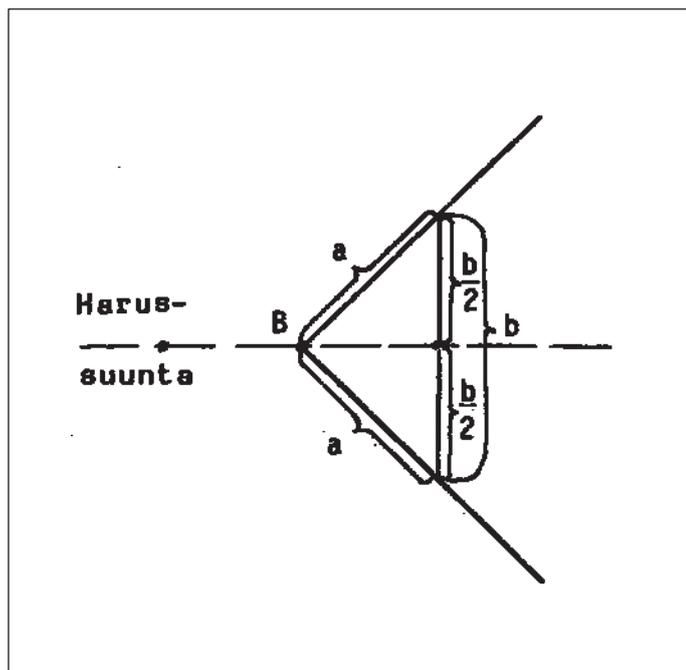


Рисунок 91. Принцип расчета направления оттяжки.

Описанное выше измерение можно легко осуществить с помощью устройства определения углов оттяжек, представленного на рисунке. Устройство крепится к установленной в месте угловой опоры рейке и с помощью регулировки целиков настраивается на направления линии, посредством чего задается направление оттяжки.

Место анкера оттяжки обозначается деревянной рейкой, на которую наносятся, по крайней мере, следующие данные: оттяжка и использованный анкер.

Направление оттяжки не может определяться по принципу «мне так кажется». Например, конструкции 20 кВ воздушной линии электропередачи сегодня настолько тяжелые, что даже самая небольшая погрешность в направлении оттяжки приводит к наклону опоры и ее конструкции. В худшем случае это может привести к искривлению траверсы и появлению дефектов, угрожающих сбоями в эксплуатации.

# 8. ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

## 8.1. Общая информация

В данной главе рассматривается производство работ по строительству отдельной воздушной линии электропередачи от рабочей карты, составленной на основании результатов полевого проектирования, до перечня конструкций и материалов для отдельных рабочих точек и рабочих единиц, указанных в заказе на производство работ.

Здесь представлен один из примеров способа действий, которые могут значительно различаться по энергетическим предприятиям. Многие предприятия широко используют компьютерные программы для составления перечней материалов. При необходимости такие перечни могут быть составлены вручную.

## 8.2. Рабочая карта

Рабочая карта составляется в процессе полевого проектирования линии. Опоры, оттяжки, распределительные шкафы, трансформаторные подстанции и аналогичные объекты указываются в виде номеров будущих рабочих точек, нанесенных на рабочую карту рядом с условными обозначениями.

При составлении рабочей карты применяются общие условные обозначения, которые были рассмотрены выше в главе 2 «Рабочие карты – рабочие чертежи».

Рабочие карты составляются, например, с помощью системы «X-power».

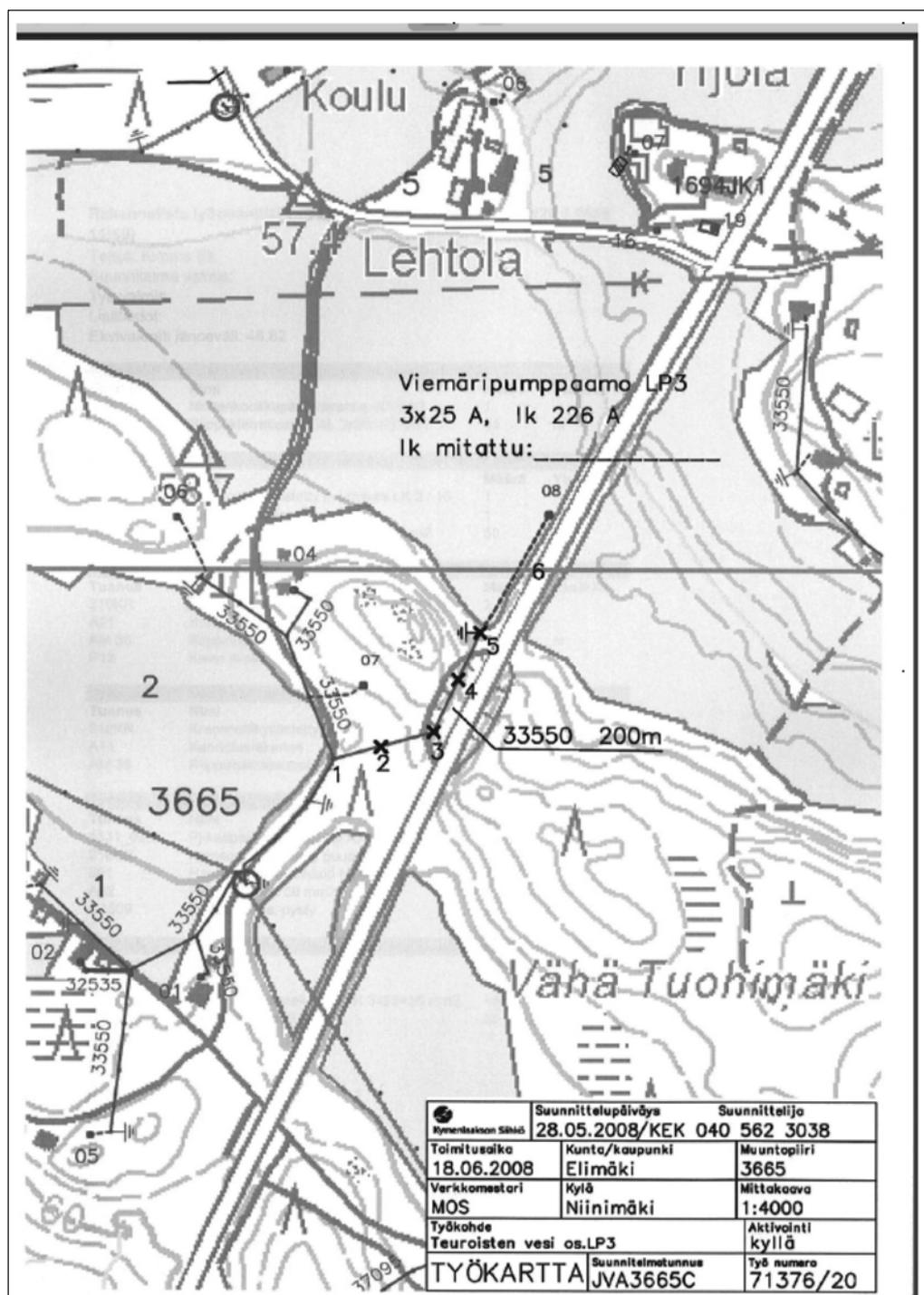


Рисунок 93. Рабочая карта изложенного здесь примера (компания «Kymenlaakson Sähkö»).

На рабочую карту должны быть нанесены следующие обозначения:

- новые подключения
- новые опоры
- заменяемые опоры
- оттяжки
- тип линии
- распределительные шкафы, трансформаторные подстанции и пр. отдельные объекты
- заземления
- демонтируемые линии и опоры и пр. конструкции
- обозначения, предупреждающие о наличии на трассе линии особых объектов: пограничных столбов, больших канав, линий водоснабжения, природных объектов и пр.
- согласованные для передвижения на местности маршруты
- места складирования и разгрузки материалов

Дополнительно к этому составляется перечень пролетов и углов новой линии.

### 8.3. Перечень конструкций

В строительстве распределительной сети широко используются стандартные конструкции «HeadPower». Перечень конструкций для каждой отдельной рабочей точки составляется посредством выбора подходящей для нее конструкции и ввода кода конструкции в информационную систему стандартных конструкций.

Перечень конструкций нашего примера:

Перечень конструкций по рабочим точкам «NN»  
Составитель «NN»  
Проект готов  
Работа готова  
Дополнительные сведения  
Эквивалентный пролет 48,82

Рабочая точка 1 (Угол/Конструкция – пролет до следующей точки: 44,00)

Код	Наименование	Количество	Единица
A42	Концевая конструкция с гайкой и крюком 50 мм2	1	
AM 35	Подвесной винтовой кабель AL 3x35+50мм2	45	м

Рабочая точка 2 (Угол/Конструкция – пролет до следующей точки: 49,00)

Код	Наименование	Количество	Единица
210KR	Пропитанная креозотом деревянная опора LK 2/10	1	
A11	Несущая конструкция	1	
AM 35	Подвесной винтовой кабель AL 3x35+50мм2	50	м

Рабочая точка 3 (Угол/Конструкция – пролет до следующей точки: 53,00)

Код	Наименование	Количество	Единица
210KR	Пропитанная креозотом деревянная опора LK 2/10	2	
A21	Угловая конструкция	1	
AM 35	Подвесной винтовой кабель AL 3x35+50мм2	55	м
P12	Легкая А-образная опора	1	

Рабочая точка 4 (Угол/Конструкция – пролет до следующей точки: 48,00)

Код	Наименование	Количество	Единица
210KR	Пропитанная креозотом деревянная опора LK 2/10	1	
A11	Несущая конструкция	1	
AM 35	Подвесной винтовой кабель AL 3x35+50мм2	50	м

Рабочая точка 5 (Угол/Конструкция – пролет до следующей точки: -)

Код	Наименование	Количество	Единица
1531_025	Концевая опора линии низкого напряжения AX 4x25	1	
210KR	Пропитанная креозотом деревянная опора LK 2/10	1	
661	Анкер оттяжки HL43	1	
A32	Концевая конструкция 50 мм2	1	
C1509	Заземление низкого напряжения, вертикальное	1	

Рабочая точка (Угол/Конструкция – пролет до следующей точки: -)

Код	Наименование	Количество	Единица
AMC 25	Кабель ответвления низкого напряжения АМСМК 3x25+16мм2	130	м
CU25	Медный провод заземления Cu-25	25	м

#### 8.4. Перечень материалов

Перечень материалов для склада, подрядчика или бригады составляется на основании той же системы, что и предыдущий перечень конструкций для рабочей точки.

Используемые серии материалов выбираются по поставщикам. В данном примере это SLO.

Перечень материалов примера:

Перечень материалов «NN»  
Серия материалов «SLO»  
Составитель «NN»  
Проект готов  
Работа готова  
Дополнительные сведения  
Эквивалентный пролет 48,82

Артикул	Наименование	Количество	Единица
0655513	АМКА 3х35+50мм2 1кV	210	м
1343420	Стержень с резьбой М20	2,3	м
1344020	Гайка с шестигранной головкой М20	8	шт.
1344107	Квадратная прокладка М20 KS,60х60х7мм	8	шт.
1373147	Стяжка для пучков ВТ4LН-TLO 7,0х378	4	шт.
5021027	Анкерная плита SFS2648 HL 43	1	шт.
5021066	LS20 петля для плиты KS (SH81)	1	шт.
5021456	Ушко для 15 мм троса	2	шт.
5022081	Наголовник опоры ЕРН 19, пластик	5	шт.
5025002	Подвесной крюк RKKP KS	2	шт.
5025011	Подвесной крюк RKKK240 SOT90.2	2	шт.
5025045	Гаечный крюк PD 2.2 М20	1	шт.
5025096	Крепление ЕКК6	10	шт.
5025108	Подвесной кронштейн SO 214	3	шт.
5025162	SDE5115005R О-провод 50 мм2	2	шт.
5049210	Деревянная опора, LK 2 Опора 210	5	шт.
5055926	Пластина для обвязки древесины 2-сторон. Galv.130х130мм	4	шт.
5232012	Защитный щиток для ответвления 4х4-50мм2 1 кВ	1	шт.
5260011	KASU-35, 35х2300, KS	1	шт.
AMC25	Питающий кабель низк.напр. АМСМК3х25+16мм	130	м
C1509	Заземление низк.напр., вертикальное	1	шт.
CU25	Медный провод заземления Cu-25	25	м

#### 8.4. Перечень объемов работ

Т.к. большинство работ по строительству электрических сетей сегодня производится специализированными подрядными организациями, то выполняемые работы разделены на рабочие единицы с отдельной калькуляцией. Перечень объемов работ составляется, как правило, в электронной форме. В нашем примере использована программа по управлению материалами «Liipoks».

Пример перечня объема работ:

Поз.	Материал	Количество
1	Работы нулевого цикла 02100 Общие	1,00 ШТ.
2	Монтаж несущей конструкции АМКА 11011 Воздушные линии электропередачи низкого напряжения	2,00 ШТ.
3	Монтаж угловой конструкции АМКА 11021 Pj-ilmajohdot	1,00 ШТ.
4	Монтаж концевой конструкции 11031 АМКА Воздушные линии электропередачи низкого напряжения	2,00 ШТ.
5	Прокладка АМКА 3x35+50-АМКА 3x50+70 11112 Воздушные линии электропередачи низкого напряжения	200,00 м
6	Укладка кабеля низкого напряжения А25 в дренаж 130,00 м 15111 Подземные кабели низкого напряжения	
7	Монтаж концевых муфт подземного кабеля низкого напряжения на опоры 4x16 15310 Подземные кабели низкого напряжения	1,00 ШТ.
8	Класс опор 2 9-10 м, установка 61210 Деревянные опоры	5,00 ШТ.
9	Строительство А-образной опоры или легкой А-образной опоры 62010 Деревянные опоры	1,00 ШТ.
10	Монтаж оттяжки 1x25, анкерной плиты HL43 и анкерного стержня 65110 Оттяжки	1,00 ШТ.
11	Строительство заземления провода PEN 85110 Заземление	1,00 ШТ.

# 9. ЗАКАЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ

## 9.1. Общая информация

Оператор распределительной сети обычно заказывает работы на строительство сетей у специализированных подрядных организаций. Для составления заказа и выполнения работ нужен достаточный объем документов, на основании которых работы могут быть заказаны, оценены и выполнены. В «Рекомендациях для электросети» Ассоциации энергетической промышленности определены основные правила производства подрядных работ.

В образцах документов в отношении подрядчика, выполняющего работы по строительству сети, используется название «подрядчик» и в отношении заказчика строительства – «заказчик». В соответствии с общими техническими условиями проектные документы содержат, в частности, чертежи рабочего объекта, перечни объемов работ, описание работ отдельно по видам работ и пр. необходимую для выполнения работ документацию.

## 9.2. Составление заказа

### 9.2.1. Содержание запроса на предложение

Заказчик составляет письмо с запросом на предложение, пользуясь типовой формой, в которой он просит представить предложение для строительства объекта, например, в виде совокупного подряда на основании единичных цен. К письму прилагаются связанные с запросом документы и форма для составления предложения.

Документы по запросу на предложение:

- письмо с запросом на предложение
- программа выполнения подрядных работ и единый справочный документ по безопасности
- инструкция заказчика «эксплуатационные меры»
- описание работ
- чертежи в соответствии с перечнем чертежей
- перечень объемов работ и прейскурант единичных цен
- общее описание работ, «Рекомендации для электросети RU В3:08»

### 9.2.2. Описание работ отдельно по видам работ

Инструкция по описанию работ отдельно по видам работ содержится в «Рекомендациях для электросети RU В1:01». Это описание рассматривает только связанные с конкретной работой действия. Оно используется в качестве дополнения и уточнения общего описания работ.

В данном описании указывается, например, выполняются ли работы по специальному проекту, имя и фамилия составителя проекта, а также его контактные данные.

Описание работ по монтажу воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ содержит, например, следующую информацию:

- монтаж воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ осуществляется по чертежам с учетом замены старого троса «Sragrow» на новый трос «Pigeon» на участке Ниemi – Лахти;
- места расположения опор нанесены на местность;
- после вырубki просеки линии на участке Куяла заказчик проверяет высоту линии и длину опор пересечения. О завершении работ по вырубке необходимо сообщить проектировщику, выполняющему полевое проектирование. Сообщение должно быть представлено за два дня до завершения работ;
- старые опоры демонтируются полностью в т.ч. и на лесных участках. Место складирования старых опор - ул. Мякитие 1;
- прочий демонтируемый материал сети доставляется в рассортированном виде на склад заказчика по адресу ул. Мякитие 4.

Описание работ по монтажу воздушной линии напряжением 0,4 кВ содержит, например, следующую информацию:

- при выполнении работ соблюдаются проектные чертежи;
- заказчиком нанесены на местность места расположения опор;
- сооружаемые заземления указаны в проектных чертежах;
- старые опоры демонтируются полностью в т.ч. и на лесных участках. Место складирования старых опор - ул. Мякитие 1;
- прочий демонтируемый материал сети доставляется в рассортированном виде на склад заказчика по адресу ул. Мякитие 4.

### 9.2.3. Перечень объемов работ

Перечень объемов работ – это документ подряда на строительство электрической сети, который заказчик составляет в процессе проектирования параллельно с описанием работ. Перечень объемов работ включает перечень материалов и рабочих операций, например, указание длины прокладки траншей для кабелей, данные по расчистке просеки линии и пр.

Перечень объемов работ, прилагаемый к запросу на предложение, носит обязывающий характер.

При составлении перечня объемов работ соблюдаются следующие принципы (сокращенно «Рекомендации для электросети RU А6а:01»):

- Стандартные конструкции сети указываются отдельно по рабочим точкам, под рабочей точкой подразумеваются опора, трансформаторная подстанция, подключение или иная точка, указываемая цифровым кодом.
- По стандартным конструкциям в информационной сети составляется обзор (перечень объемов работ), отражающий общее количество каждой стандартной конструкции. Перечень объемов работ, составленный по отдельному виду работ, нужен для доставки материалов в каждую рабочую точку.
- Длина кабелей и проводов, длина траншей для прокладки кабелей и прочие материалы или операции, не включенные в комплект стандартных конструкций, указываются в перечне объемов работ.
- Длина кабелей и проводов указывается в виде длины по горизонтали. Подрядчик прибавляет к длине участка опор, дополнительный запас длины, связанный с провесом и неровностью грунта, запас длины, необходимый для соединений с трансформаторными подстанциями, а также дополнительный запас длины, обусловленный монтажными методами воздушных линий электропередачи.
- Длина и ширина вырубаемого и/или расчищаемого участка линии, а также количество удаляемых деревьев.

### 9.2.4. Поставка оборудования

Заказчик выбирает поставщика оборудования, информация о котором указывается в перечне объемов работ. Согласно общим принципам «Рекомендаций для электросети» необходимое для подрядных работ оборудование поставляет подрядчик.

Оборудование может поставляться также заказчиком:

- Заказчик может поставить основные компоненты, например, трансформаторную подстанцию и трансформатор, а также устройства с продолжительным сроком поставки.
- Заказчик может поставить все оборудование.

Отсутствующие в перечне объемов работ мелкие комплектующие должны быть детально определены, например, следует указать, что в перечень не включены зажимы воздушных линий электропередачи, детали для крепления кабелей, а также все шурупы для древесины и стяжки для проводов.

### 9.2.5. Одобрение предложения

Сравнение предложений осуществляется на основании представленного заказчиком перечня объемов работ и представленных подрядчиком в предложении единичных цен.

Выбор осуществляется либо на основании общих экономических показателей, либо на основании самой низкой цены.

Подрядный договор считается заключенным после подписания заказчиком и подрядчиком документа подрядного договора.

## 9.3. Реализация

### 9.3.1. Общая информация

При выполнении подряда на строительство электросети соблюдаются общие условия договора YSE 1998 (RT 16-10660). Подрядчик обязан выполнять требования представленных заказчиком проектных документов и других инструкций.

Заказчик передает подрядчику две серии проектных документов для выполнения работ и одну серию контрольных чертежей.

Подрядчик должен соблюдать требования Закона по технике безопасности электрических работ 410/1996 и Постановления по технике безопасности электрических работ 498/1996, изданных на их основании Министерством торговли и промышленности правовых актов, а также программы по охране окружающей среды, представленной заказчиком в описании работ.

Подрядчик должен выполнять требования следующих стандартов:

- SFS 6000 электромонтажные работы, низкое напряжение
- SFS 6001 электромонтажные работы, высокое напряжение
- SFS 6002 техника безопасности электрических работ
- SFS 6003 воздушные линии электропередачи низкого напряжения
- SFS-EN 50341-1 линии переменного тока напряжением выше 45 кВ
- SFS-EN 50423-1 линии переменного тока напряжением выше 1 кВ и до 45 кВ
- SFS-EN 50341-3-7 воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением выше 45 кВ, национальный стандарт

При выполнении требований стандартов следует учитывать переходные периоды, в течение которых допускается пользоваться всеми действующими правовыми актами и стандартами.

Управление технологической безопасности утверждает в издаваемом им руководстве «TUKES S 10» действующие в данный момент стандарты и издания, касающиеся безопасности электрического оборудования и техники безопасности электрических работ.

Подрядчик должен также соблюдать:

- «Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока А4-93», изданные Электротехнической инспекцией
- «Рекомендации для электросети», изданные Ассоциацией энергетической промышленности
- Другие стандарты и руководства, представленные заказчиком
- Инструкции изготовителей оборудования

Для выполнения работ подрядчик использует профессиональный персонал.

Подряд должен быть выполнен безупречно в соответствии с подрядными и проектными документами с соблюдением доброспорядочного обычая монтажа даже в случае отсутствия какого-либо требования в проектных документах.

### 9.3.2. Меры по эксплуатации распределительной сети в процессе подрядных работ

Составленный заказчиком на основании «Рекомендаций для электросети RU В1, эксплуатация:01» документ «Меры по эксплуатации», касающийся мер по эксплуатации электрической сети во время строительного подряда, прилагается к документам каждого подряда по строительству электросети.

Эксплуатационная деятельность должна в любом случае осуществляться безопасным и надежным образом, так, чтобы количество перебоев в снабжении потребителей необходимой электроэнергией и их продолжительность были минимальными.

В исключительных ситуациях эксплуатации и при сбоях деятельность по обеспечению эксплуатации сети может приобретать приоритетное значение по сравнению с другими выполняемыми в рамках подряда рабочими операциями. Вопрос о возможных помехах и расходах, причиняемых подряду эксплуатационной деятельностью, согласуется отдельно.

Сетевой оператор сообщает подрядчику имя, фамилию и контактные данные лица, являющегося на строительной площадке контактным лицом руководителя по эксплуатационной части.

Необходимые в ходе выполнения подряда сетевые соединения планирует заказчик в сотрудничестве с подрядчиком. По соединениям высокого напряжения составляется письменный план подключений, подписываемый руководителем эксплуатационной части и руководителем электротехнических работ подрядчика или их представителями.

Соединения выполняются следующим образом:

- Соединения сети высокого напряжения осуществляет руководитель по эксплуатационной части сетевого оператора или указанное им лицо.
- Соединения сети низкого напряжения выполняет подрядчик, согласовав соединения с руководителем по эксплуатационной части до их осуществления.
- Выполняемые на подрядном участке соединения, не связанные с распределением электроэнергии, осуществляются подрядчиком. Информация о данных соединениях передается также руководству по эксплуатационной части с целью предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций в эксплуатации.
- Руководство по эксплуатационной части информирует подрядчика об изменении или намерении изменения соединения на рабочем участке.

Подряд должен осуществляться с обеспечением минимизации отключений электропитания в системе распределения электроэнергии. Подрядчик должен согласовать все нужные отключения электропитания с руководителем по эксплуатационной части заказчика. Необходимые отключения электропитания должны быть согласованы уже на этапе ведения переговоров по заключению подрядного договора. Для заказа отключений электропитания нужно запланировать достаточное время, в особенности, при оповещении клиентов.

В данной связи следует напомнить, что соединения, выполняемые под напряжением, значительно уменьшают потребность отключений электропитания в процессе подрядных работ.

При выполнении подрядных работ по строительству электросети нужно помнить, что потребитель электроэнергии не знает, кто и что делает на местности с линией электропередачи. Любой человек, работающий на линии электропередачи, является, по мнению потребителей, представителем энергетического предприятия, поэтому:

- Sähkötoimitukseen ja -käyttöön liittyvissä asioissa annetaan riittävästi tietoa ja kerrotaan paikasta, josta lisää tietoa on saatavissa. Все работники подрядчика и заказчика должны иметь личное рабочее удостоверение с информацией о работодателе. При необходимости работник должен предъявить удостоверение, особенно в случае перемещения по земельным участкам или в зданиях, находящихся в собственности других лиц. Название предприятия, нанесенное на рабочую форму работника, способствует его идентификации.
- Каждый представитель подрядчика или заказчика должен незамедлительно представиться при входе в здания или на их территорию, а также объяснить цель своего пребывания.
- Он должен надлежащим образом обращаться с потребителями электроэнергии и другими встречающимися ему в процессе выполнения работ лицами и обслуживать их.
- Он должен предоставлять достаточную информацию о поставке и эксплуатации электроэнергии, а также информировать о местах получения дополнительной информации.

### 9.3.3. Подготовка к строительству распределительной сети

Сооружаемая электросеть представлена в проектных документах, составленных в соответствии с требованиями «Рекомендаций для электросети» Ассоциации энергетической промышленности и указаниями заказчика. В подрядной проектной документации, например, в описаниях работ, чертежах и ведомостях объемов работ представлена необходимая для подряда информация.

До составления предложения подрядчик должен собрать достаточную информацию по строительному объекту и его условиям.

В подрядных документах указываются нанесенные на местность обозначения, например, места расположения опор и оттяжек.

При выполнении земляных работ особое внимание обратить на межевые столбы. В случае их смещения, наклона или исчезновения в результате работ подрядчик несет ответственность за устранение повреждений и связанные с ним расходы.

Карты линий подрядного участка и разрешения.

Заказчик представляет подрядчику, в частности:

- Информацию о расположении подземных линий и оборудования, собранную на рабочем участке в процессе проектирования.
- По запросу соответствующую настоящему моменту карту расположения линий, которыми он оперирует.

Подрядчик также:

- Приобретает от землевладельцев связанные с выполнением работ разрешения на проезд и складирование.
- Приобретает разрешения на производство работ, которые требует муниципалитет или другой владелец дорог.
- Составляет необходимые сообщения о перекрытии транспортных магистралей и ограничении движения.

### 9.3.4. Строительство распределительной сети

Подрядчик производит валку растущих на участке трассы линии деревьев, вырубку просеки и вывоз отходов на указанное заказчиком место. Специальные условия, касающиеся обработки деревьев и вырубкой просеки, указаны в описании работ. Объем работ по вырубке представлен в ведомости объемов работ.

Необходимый для строительства материал доставляется согласно договору либо подрядчиком, либо заказчиком. Разъяснения по повторному использованию демонтированного материала представлены в проектных документах.

Сортировка и вывоз с рабочего участка упаковок оборудования и прочих возникающих в процессе работы отходов осуществляется в соответствии с общими муниципальными инструкциями.

Монтаж воздушных линий электропередачи низкого напряжения

Опоры:

- Соблюдаются положения стандарта SFS 2662.
- Согласно стандарту требование класса опоры должно выполняться на основании диаметра, измеренного на высоте 1,50 м от основания опоры.
- Описание опоры представлено в проектной документации.
- Демонтируемые опоры полностью удаляются с земельных участков и участков улиц.
- Относительно демонтируемых на лесных участках опор соблюдаются требования, указанные в описании работ.

Оттяжки

- Используются оттяжки и оборудование, соответствующее положениям стандарта SFS.
- Места установки и направления оттяжек указаны в чертежах, а их количества – в ведомости объема работ.
- Монтаж оттяжек осуществляется согласно положениям «Рекомендаций для электросети».
- При соединении оттяжки с тросом АМКА соблюдаются положения «Рекомендаций для электросети» RJ 31 и рабочие инструкции заказчика.
- Демонтируемые оттяжки полностью удаляются с полей, участков дорог и улиц.
- На лесных участках анкерные стержни полностью загибаются в грунт таким образом, чтобы они не являлись источником возможного ущерба.

Воздушные линии электропередачи

- Используются провода АМКА, соответствующие стандарту SFS 2200.
- Используются кронштейны, зажимы и крепежи, соответствующие стандартам SFS.
- Места и конструкции заземляющих электродов сети низкого напряжения указаны в проектной документации.

Монтаж воздушных линий электропередачи среднего напряжения 20 кВ

В конструкциях линий соблюдаются положения стандартов SFS, например, SFS 4380 опорные траверсы, SFS 2993 угловые траверсы и т.п.

К выполнению работ под напряжением следует подготовиться следующим образом:

- Конструкции ответственной опоры выбираются с учетом возможности соединения ответвления под напряжением.
- Конструкция концевой опоры подземного кабеля выбирается с учетом возможности соединения кабеля под напряжением.

Заземление разъединителей опор выполняется следующим образом:

- Заземление создается в соответствии с «Рекомендациями для электросети» RJ 19:06.

Опоры:

- Соблюдаются положения стандарта SFS 2662.
- Согласно стандарту требование класса опоры должно выполняться на основании диаметра, измеренного на высоте 1,50 м от основания опоры.

- Опоры определены в проектных документах.
- Демонтируемые опоры полностью удаляются с полей, участков дорог и улиц.
- В части демонтируемых на лесных участках опор соблюдаются требования, указанные в описании работ.

#### Оттяжки

- Используются оттяжки и оборудование, соответствующее положениям стандарта SFS.
- Места и направления установки оттяжек указаны в чертежах, а их количества – в ведомости объема работ.
- Демонтируемые оттяжки полностью удаляются с полей, участков дорог и улиц.
- На лесных участках анкерные стержни полностью загибаются в грунт таким образом, чтобы они не являлись источником возможного ущерба.

#### 9.3.5. Ввод в эксплуатацию готовой распределительной сети

Подрядчик извещает заказчика о готовности новой линии к вводу в эксплуатацию. Подрядчик и заказчик согласуют между собой порядок действий по вводу линии в эксплуатацию.

Подрядчик выполняет измерения активного сопротивления заземления согласно положениям стандартов SFS 6000 и SFS 6001 и передает протоколы по результатам измерений заказчику.

Перед монтажом линий среднего напряжения всегда осуществляется контроль порядка следования фаз, повторная проверка которого, например, с применением вольтметра, выполняется до подключения новой линии к системе.

В местах подключения и щитах низкого напряжения, а также трехфазных розетках порядок следования фаз/ направление вращения проверяется до ввода установки в эксплуатацию.

Подрядчик производит пусконаладочный контроль каждого внедряемого в эксплуатацию подряда или его части в соответствии с постановлением Министерства торговли и экономики № 517/96. Протоколы с результатами контроля передаются заказчику до приема подряда или по мере продвижения подряда.

# 10. ПОДГОТОВКА К СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

## 10.1. Средства индивидуальной защиты при ведении строительных работ

Строительство сети воздушной линии электропередачи приравнивается к работе на строительной площадке, поэтому на него распространяются те же инструкции и правила по технике безопасности.

Постановление Государственного совета № 205/2009 и его пункт 71 «Средства индивидуальной защиты при ведении строительных работ» предусматривает, что на строительной площадке должна использоваться светоотражающая предупредительная одежда, позволяющая легко заметить работника.

В этом же пункте сказано, что применение защитной каски на строительной площадке является обязательным. При необходимости под каску надевается матерчатая шапочка.

Указанные выше средства индивидуальной защиты относятся к основным средствам защиты при строительстве воздушной линии электропередачи. В зависимости от вида работ могут использоваться также другие средства индивидуальной защиты.



Фотография 94. Хорошо заметная рабочая форма и защитная каска (Empower).

## 10.2. Расчет трассы линии

В данном пункте рассматривается расчет пространства, необходимого для прокладки линии в лесу. Другие расчеты линии описаны в главе, рассматривающей монтаж линии.

### Линия электропередачи с проводами АМКА

Прокладка линии электропередачи с проводами АМКА в лесу требует наличия четкой просеки, на которой под линией не должно быть деревьев. Для передвижения используемых при

строительстве машин в просеке, как правило, прокладывается колея. Просека линии, проложенная в лесопарке, может быть сравнительно небольшой. В «Нормативных требованиях к воздушной линии электропередачи сильного тока» (ВИМ) относительно расстояний сказано, что расположение линии электропередачи с проводами АМКА должно быть выбрано так, чтобы ветви или ствол растущего дерева не повредили линию.

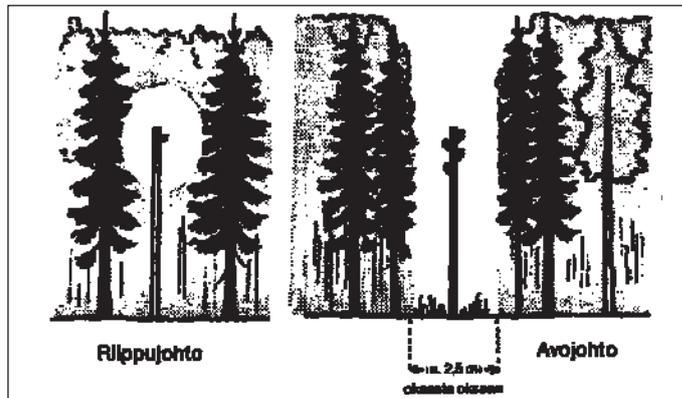


Рисунок 95. Просека линии низкого напряжения в лесу.

С целью обеспечения выполнения установленных требований ветки желательно удалить на расстоянии прим. 0,5 – 1,5 м от линии, а стволы - на расстоянии прим. 0,3 – 1,0 м от линии. Удаление веток, а при необходимости и отдельных деревьев на окружающем линию участке производится таким образом, чтобы ветки и стволы деревьев не повреждали линию.

В случае удаления веток только на уровне установки линии подъем проводов на опоры будет усложнен.

### Неизолированные или защищенные изоляцией провода 20 кВ

Свободное от веток деревьев пространство трассы линии с неизолированными или защищенными изоляцией проводами, должно составлять, как правило, 7,5 м. В данном случае ширина трассы, измеренная от ствола до ствола, составляет 10 м. В такой зоне трассы можно разместить линию напряжением 20 кВ с изолирующими опорами, расстояние по горизонтали между крайними, наиболее удаленными проводами фаз которой (ширина траверсы) составляет не более 2,2 м (горизонтальная траверса) и пролет – не более 80 м. Если расстояние по горизонтали между крайними проводами фаз составляет не более 1,2 м (обычная треугольная траверса), то максимальный пролет может быть 100 м.

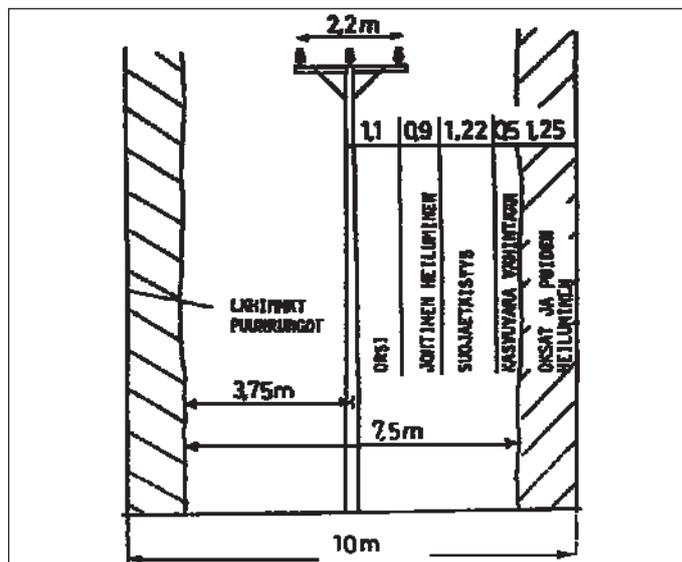


Рисунок 96. Определение трассы линии 7,5/10 м в лесу.

Оттяжки могут выходить также за зону трассы линии. Данный вопрос следует согласовать с землевладельцами до начала строительных работ, т.к. он не входит в сферу регулирования договора о трассе прокладки линии.

### 10.3. Разработка трассы линии

#### Разработка новой трассы линии

Разработка трассы линии производится, как правило, до начала строительных работ, и обычно эту работу выполняют землевладельцы, т.к. согласно договору о трассе прокладки линии они являются собственниками удаляемого с трассы древостоя. На трассе линии производится валка крупных деревьев, при необходимости удаляются также небольшие деревья и кусты. Иногда обрезаются сучья деревьев.

При разработке нужно помнить, что, например, валка можжевельника запрещена, т.к. можжевельник находится под охраной природы, и можжевельник препятствует росту других деревьев.

Просеки для линий электропередачи высокого напряжения 45 кВ и 110 кВ прокладываются с обеспечением полной защиты линий от падения деревьев. Поэтому на ближайшей к трассе прокладки линии территории в процессе вырубki удаляются деревья, которые в случае падения могли бы повредить линию.

В силу высоких расходов такие просеки не создаются для обычных распределительных линий, но при прокладке новой просеки линии было бы хорошо вместе с землевладельцем отметить подлежащие удалению тонкоствольные деревья и деревья со слабой корневой системой, растущие по краям просеки, которые при различных погодных условиях могут вызывать помехи, соприкасаясь с проводами. В последнее время по согласованию с землевладельцем стали удаляться также деревья, растущие по краям просеки линии электропередачи напряжением 20 кВ, наклоненные в ее направлении. Разработаны инструкции по уходу за лесом, растущим вдоль линии, с целью минимизации помех от древостоя.

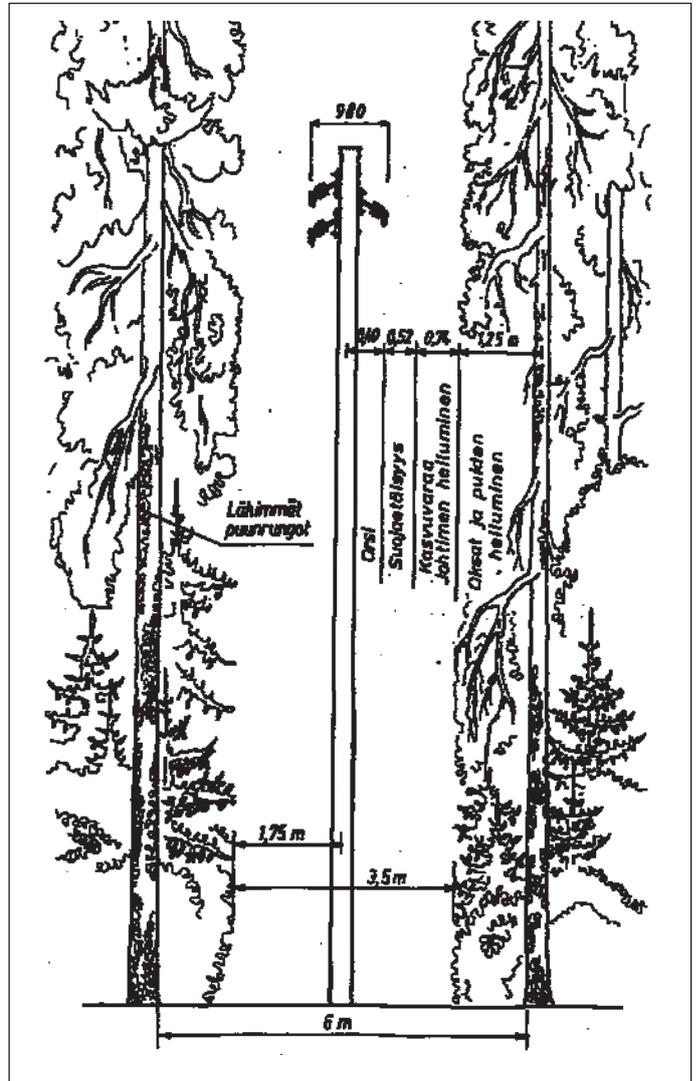


Рисунок 98. Просека линии электропередачи с проводами PAS.

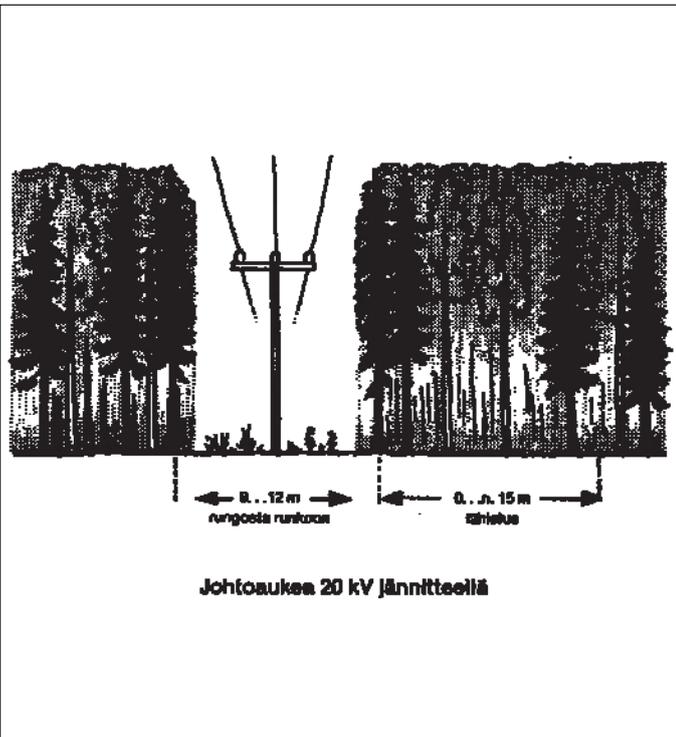


Рисунок 97. Просека линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными или защищенными изоляцией проводами и близлежащая территория.

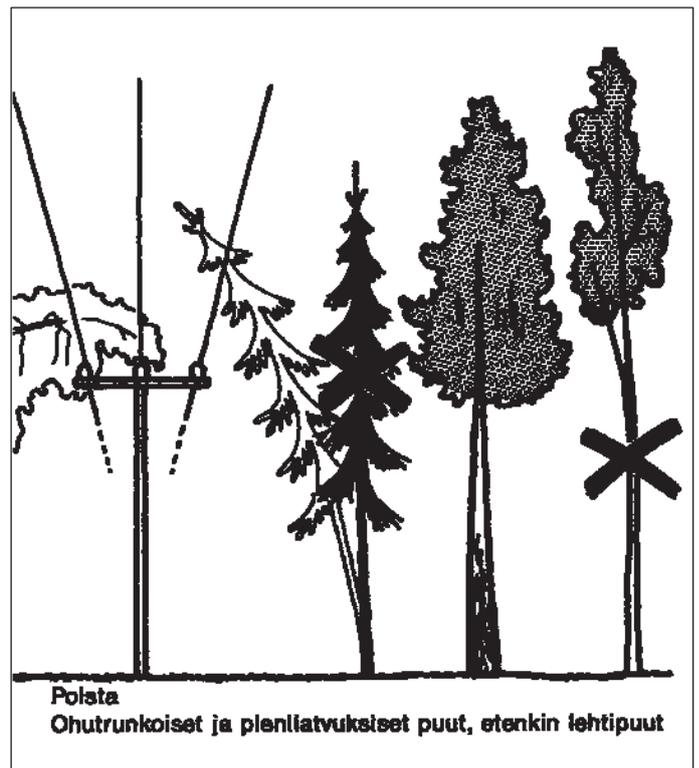


Рисунок 99. Удаление деревьев, растущих вблизи линии электропередачи.

При разработке трассы прокладки линии должны учитываться объекты, вырубка которых ограничена, например, древесиной на участке двора, парка и защитных объектов. Их вырубка допускается только с разрешения руководства работ. В процессе ведения работ по строительству линии электропередачи нужно постоянно помнить, что работы выполняются на чужом земельном участке.

При валке деревьев должны соблюдаться правила по технике безопасности труда при лесозаготовительных работах, а также учитываться ограничения на валочные работы, устанавливаемые расположенными рядом линиями.

При вырубке трассы линии производится также обрезка сучьев деревьев. Для обрезки используются сучкорезы с надставной рукояткой и пилы для обрезания сучьев. С помощью этих устройств обрезание сучьев осуществляется с земли, что позволяет избежать ушибов, связанных с подъемом на растущие деревья - повреждением деревьев и применения опасных методов работ. Рукоятки устройств для обрезания сучьев изготовлены обычно из изоляционного материала, обеспечивающего безопасность работ вблизи линий под напряжением.



Фотография 100. Сучкорез с пилой.

#### Расчистка трассы линии

Вопрос расчистки трассы линии детально рассмотрен в учебнике 4 «Профессиональная подготовка монтажников для предприятий электроснабжения», Работы по эксплуатации сети. Метод и средства работ одни и те же, но особенности электросети устанавливают специфические требования к работам по расчистке трассы линии.

### 10.4. Машины и механизмы для лесосечных работ

#### 10.4.1. Общая информация

Работы по строительству линий электропередачи механизированы. Тяжелые физические операции вместо человека теперь выполняют машины. К таким трудоемким работам относится, например, механизированная установка опор, при которой выемка грунта и подъемные работы производятся экскаватором. При установке анкерных оттяжек в скалу используются буровые машины и при протяжке проводов - тягачи с приводом от двигателя. При вырубке лесной просеки для линии электропередачи используются бензопилы и кусторезы.

Рабочее оборудование с приводом от двигателя устанавливается перед операторами требования по его надлежащей и безопасной эксплуатации. Оборудованием с приводом от двигателя, например, бензопилами и кусторезами вправе пользоваться только лица, получившие надлежащую подготовку и инструктаж. Прохождение обучения и инструктажа регистрируется на предприятии надлежащим образом. Согласно общему требованию перед вводом в эксплуатацию нового оборудования работники должны в обязательном порядке ознакомиться с инструкцией по эксплуатации этого оборудования.

#### 10.4.2. Бензопила

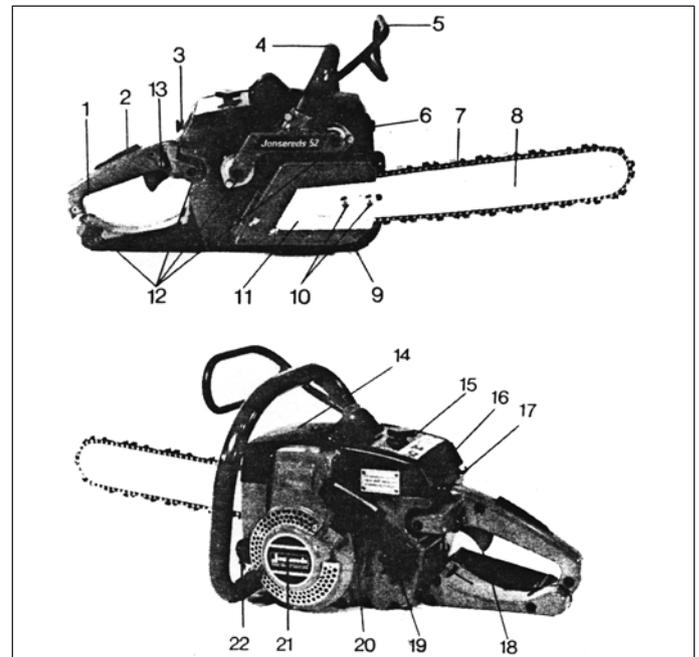


Рисунок 101. Бензопила.

Компоненты бензопилы:

1. Задняя рукоятка
2. Блокировка регулятора газа (блокировка регулятора газа осуществляется нажатием рукоятки рукой)
3. Ручка дроссельной заслонки (подсос)
4. Передняя рукоятка
5. Щиток защиты от обратного удара (щиток защиты от обратного удара останавливает цепь)
6. Шумоглушитель
7. Цепь
8. Цепное полотно

#### Топливная смесь

В бензопилах используется смесь бензина и масла, состоящая из неэтилированного бензина и масла для двухтактных двигателей.

Сегодня в продаже имеется экологически чистый бензин для малогабаритных машин, которые могут оснащаться также катализаторными устройствами.

В зависимости от устройства в качестве топливной смеси используется 2,5...5 % двухтактная смесь.

Перед заполнением топливного бака бензин и масло тщательно перемешиваются. Смесь заливается в бак через воронку с фильтром. Для хранения и смешивания бензина и масла используются предусмотренные для этой цели чистые канистры. Сегодня широко используются готовые топливные смеси.

## Цепное масло

Цепное масло – это специальный сорт вязкого масла, предусмотренного для смазки цепей.

Смазка цепи осуществляется автоматически в процессе валки посредством масляного насоса.

В процессе заполнения топливного бака особое внимание нужно обратить на предотвращение попадания загрязнений в бак. Загрязнения вызывают засорение масляного фильтра или повреждение масляного насоса. Перед удалением пробки топливного бака нужно тщательно очистить поверхность вокруг заливочного отверстия.

## Запуск бензопилы

Топливный бак заполняется с соблюдением указанных выше инструкций по топливной смеси и чистоте.

Заполните масляный бак цепи (при заполнении соблюдайте требования чистоты). Внимательно ознакомьтесь с положениями инструкции по эксплуатации пилы в части ее запуска.

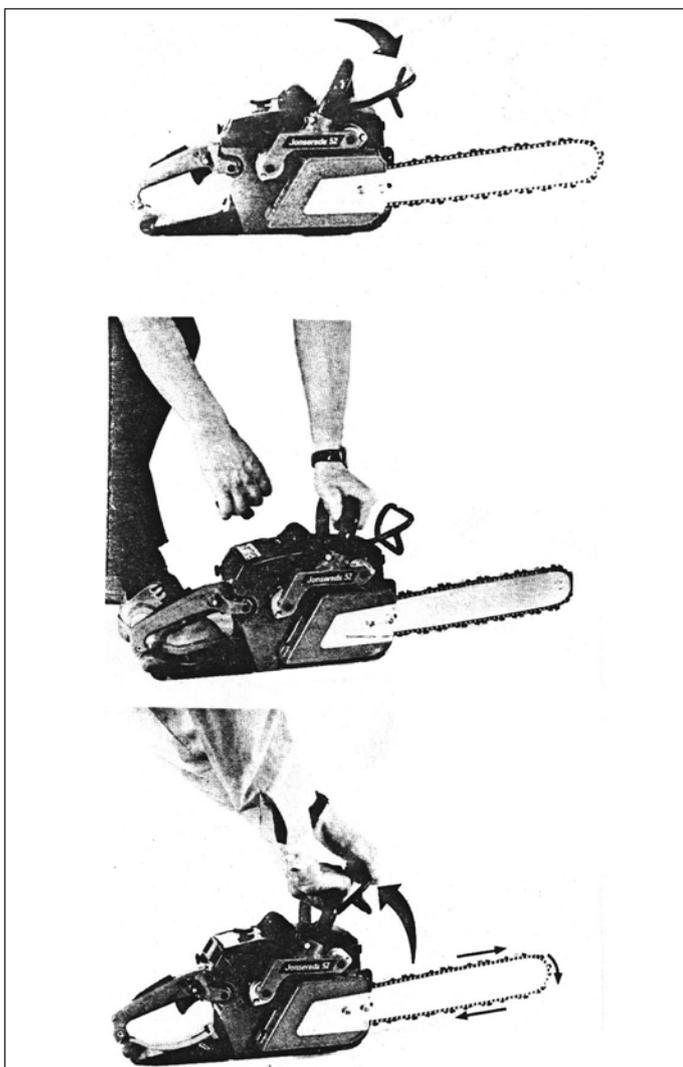


Рисунок 102. Серия рисунков, демонстрирующих запуск бензопилы.

Поставьте пилу на землю и вставьте правую стопу внутрь задней рукоятки. С целью блокировки цепи нажмите на щиток защиты от обратного удара. Проверьте, чтобы на пути цепи не было камней, хвороста и прочего мусора.

Настройте карбюратор согласно инструкции. Запустите пилу. После запуска двигателя нажмите на регулятор газа.

Перед началом работы поднимите щиток защиты от обратного удара вверх, что приводит цепь в действие. Не пользуйтесь высокими оборотами двигателя при опущенном щитке.

## 10.4.3. Работа с бензопилой

Перед началом работы с бензопилой тщательно ознакомьтесь с требованиями по эксплуатации и обслуживания бензопилы, а также с методами работы и защитными средствами.

### Средства индивидуальной защиты

При работе с пилой нужно пользоваться защитной каской, защищающей голову работника от травм, связанных с толчками, ударами, падающими предметами или прочими аналогичными рисками.

В силу высокого шума пилы, достигающего 100 – 105 дБ, при работе с пилой нужно всегда пользоваться противозумными наушниками. Самыми удобными являются закрепленные к защитной каске наушники, которые всегда следуют вместе с каской и надежно защищают уши.

При лесорубочных работах нужно всегда пользоваться лицевым щитком, защищающим лицо и глаза от разлетающихся щепок. Щитки производятся из металлической или нейлоновой сетки. Откидной щиток крепится петлями к защитной каске.



Фотография 103. Средства индивидуальной защиты для работы с бензопилой.

Указанные выше средства индивидуальной защиты являются обязательными при работе с бензопилой. Дополнительно желательно пользоваться также:

- защитными перчатками
- защитной обувью
- защитой от порезов.

### Обратный удар

Самым опасным фактором, возникающим при работе с бензопилой, является обратный удар, чреватый несчастным случаем. Обратный удар может явиться причиной серьезных травм и даже смерти.

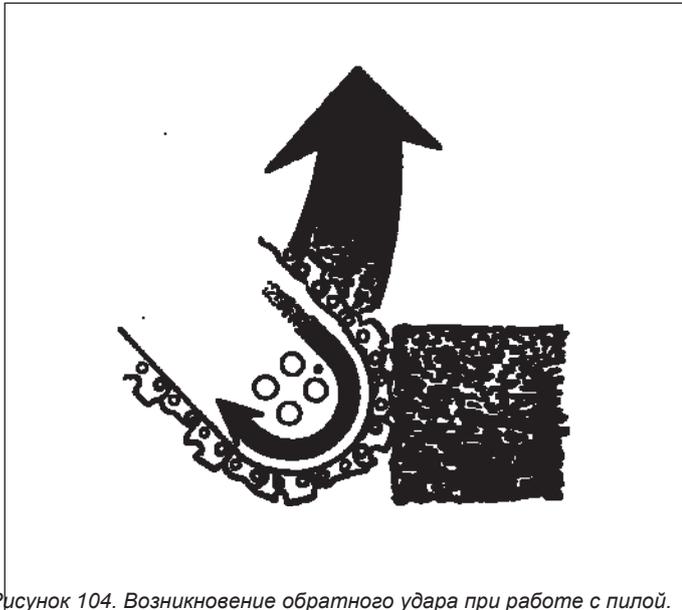


Рисунок 104. Возникновение обратного удара при работе с пилой.

Обратный удар возникает обычно на уровне верхнего угла конца пильного полотна при столкновении конца пильной шины с обрабатываемой поверхностью или внешним препятствием при низких оборотах цепи. Вследствие столкновения прочность щепы повышается настолько, что пильная шина не в состоянии ее разрезать, и кинетическая энергия цепи отбрасывает полотно пилы вверх и назад. Обратный удар может возникнуть за 1/10 долю секунды. В силу низкой скорости реакции человека он не может предотвратить обратный удар.

Современные бензопилы оснащены защитным щитком от обратного удара, останавливающим цепь до возникновения возможной травмы. Цепь и ее исправность играют существенную роль в возникновении обратного удара. Безопасные приемы работы также снижают вероятность возникновения обратного удара и появления травм.

Безопасный способ работы с бензопилой:

1. Не работайте верхней частью конца пильной шины. Такой способ работы может приводить к возникновению обратного удара и нагружает пильное полотно.
2. Не пилите «врезанием» - высокая вероятность обратного удара. Например, при распиливании ствола поваленного дерева снизу приходится пользоваться техникой «врезания», при которой сложно управлять пилой. На рисунке 105 представлена верная техника «врезания» при распиливании дерева. Врез делается тянущей цепью снизу под наклоном, и в процессе пиления пила поднимается до нужного положения.

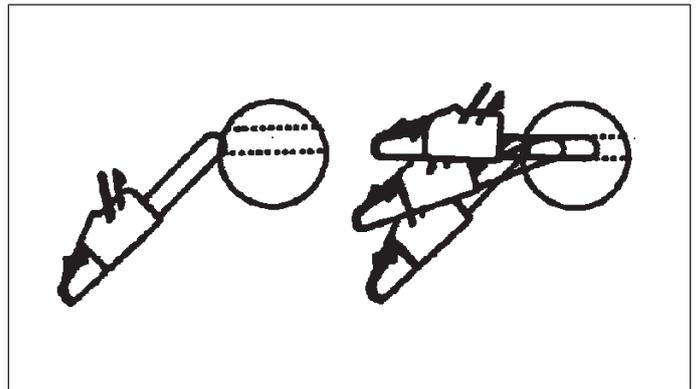


Рисунок 105. Правильная техника «врезания» нижней частью кончика.

3. Правильный способ удержания пилы. Пилу удерживают обеими руками, удерживаемыми вблизи корпуса тела (см. рисунок 106).

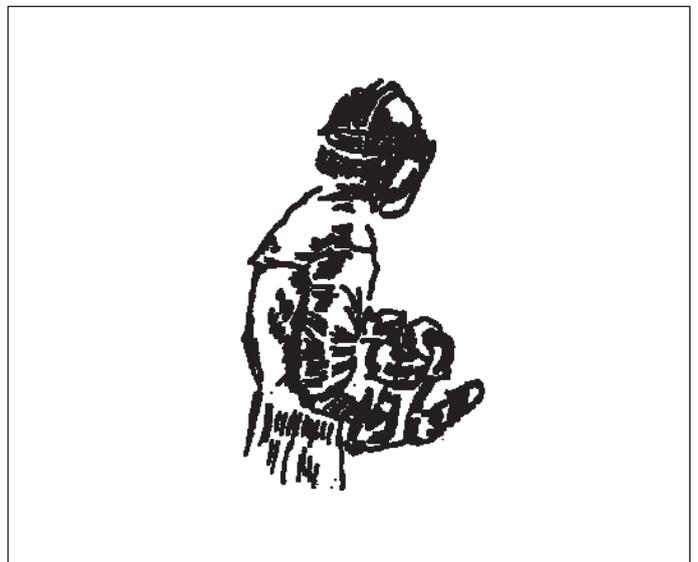


Рисунок 106. Правильный способ удержания пилы.

4. Если часть ствола дерева не видна, то обрезка сучьев производится короткими движениями.

### Валка дерева

Нужно выбрать верное направление валки дерева. В процессе строительства линий электропередачи направление валки задается с учетом существующих проводов, а в лесу, где нет проводов – рельефа и других деревьев. Перед валкой составляется план валочных работ. В процессе составления плана определяются направления валки, и проверяется, чтобы растущие рядом с просекой деревья не падали на линию. С целью обеспечения максимальной безопасности трос вертикальной лебедки можно прикрепить к вершине дерева, переместить лебедку в подходящее крепёжное место и натянуть трос так, чтобы дерево не падало на линию. Вместо лебедки можно воспользоваться тросом, валочной лопатой или специальным валочным домкратом. При валке дерева нужно всегда учитывать погодные условия: ветер, снежная нагрузка и пр.

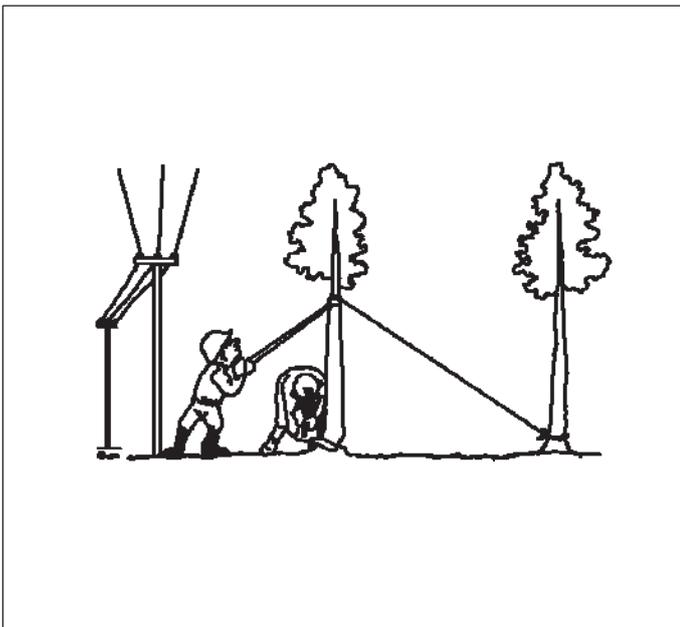


Рисунок 107. Обеспечение направления валки дерева.

**Порядок производства валочных работ**

**Расчистка комля**

Удалите с комля дерева мешающий валке хворост и поросль. Также удалите нижние сучья.

При расчистке комля нужно помнить, что полотно бензопилы запрещено поднимать выше уровня плечевого пояса,

в противном случае у вас не будет сил выдержать даже самый незначительный обратный удар, и полотно может ударить по лбу или ключице.

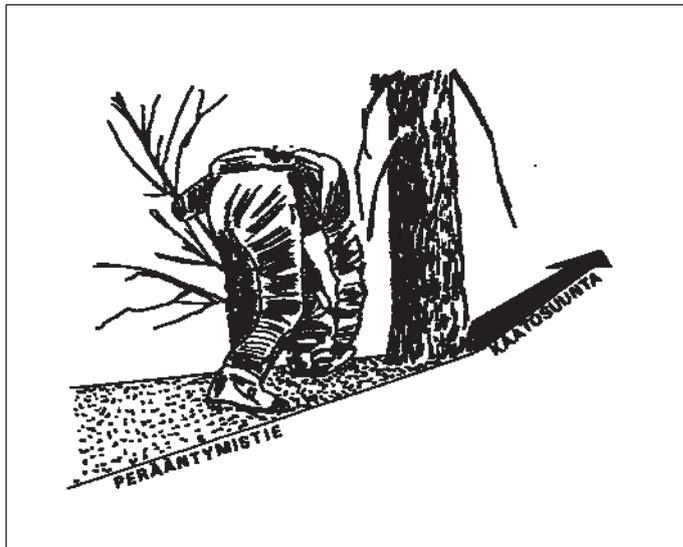


Рисунок 108. Расчистка пути отступления.

При расчистке комля нужно обеспечить путь отступления в направлении назад наискось от направления падения дерева, что позволит избежать комлевого толчка при падении дерева.

**Подпил и недопил**

При валке дерева с целью обеспечения заданного направления падения необходимо сделать на стволе дерева подпил, оставив достаточный участок недопила. В случае пропила дерево может упасть в неверном направлении (на линию).

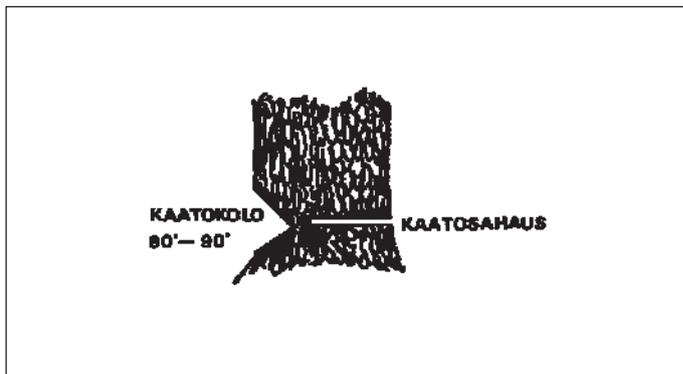


Рисунок 109. Подпил и запил для валки.

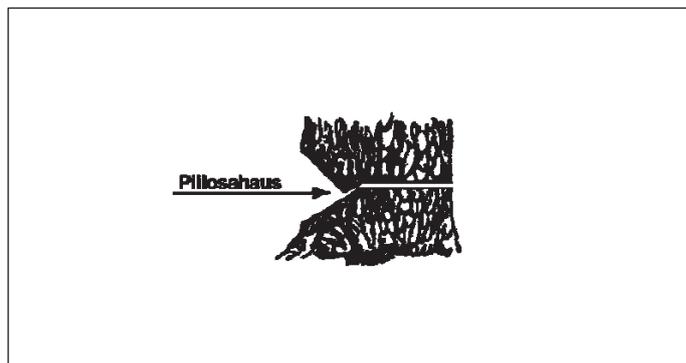


Рисунок 110. Образование скрытого запила.

Глубина подпила должна составлять прим. 1/5 от диаметра ствола. Угол направляющего пропила должен быть 60° – 90°.

Вначале делается наклонный верхний рез направляющего пропила, предотвращающий появление скрытого запила, который опасен серьезными последствиями на конечном этапе валки. Нижний рез направляющего пропила должен быть также наклонным. Оба реза направляющего пропила соединяются на дне пропила. Запил для валки должен находиться либо на уровне дна валочного подпила, либо немного выше него. Между запилом для валки и направляющим подпилком должен сохраняться достаточный участок недопила, определяющий падение дерева в заданном направлении.

На конечном этапе валки для обеспечения нужного направления падения дерева можно воспользоваться различными валочными рычагами, клиньями или подушками.

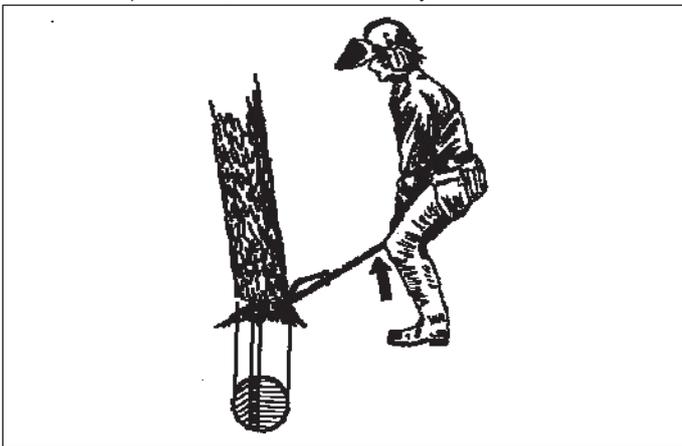


Рисунок 111. Применение валочной лопаты для обеспечения падения дерева.

#### Удаление сучьев

Сегодня удаление сучьев производится с помощью бензопилы. При спиливании сучьев после валки ствол дерева должен находиться примерно на высоте колена, что является оптимальной высотой для данного вида работы.

#### Инструкция по удалению сучьев

Держите пилу прислоненной к стволу, не старайтесь удерживать ее силой рук.

Придерживайте пилу как можно ближе к туловищу. Передвигайтесь вперед только тогда, когда пила находится на противоположной стороне ствола.

При обрезании сучьев с противоположной стороны ствола не наклоняйтесь слишком глубоко вперед.

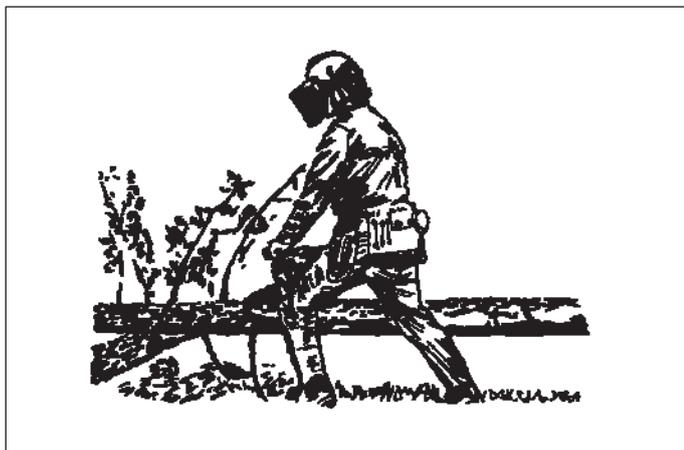


Рисунок 112. Рабочее положение при обрезании сучьев.

#### 10.4.4. Техническое обслуживание бензопилы

Инструкции по техническому обслуживанию пилы поставляются вместе с пилой. Каждый оператор должен уметь выполнять, по крайней мере, ежедневное обслуживание пилы.

#### Техническое обслуживание при заправке

Техническое обслуживание при заправке пилы выполняется перед началом пиления и каждый раз при заливке топлива.

Выполняемое при заправке техническое обслуживание включает следующие операции:

- добавление топлива
- добавление цепного масла
- смазка звёздочки пильного полотна
- контроль натяжения цепи
- заточка цепи напильником (при необходимости)
- общая чистка.



Рисунок 113. Затяжка цепи.

#### 10.4.5. Кусторез

Для расчистки зоны трассы линии электропередачи от поросли и мелких деревьев используется кусторез.

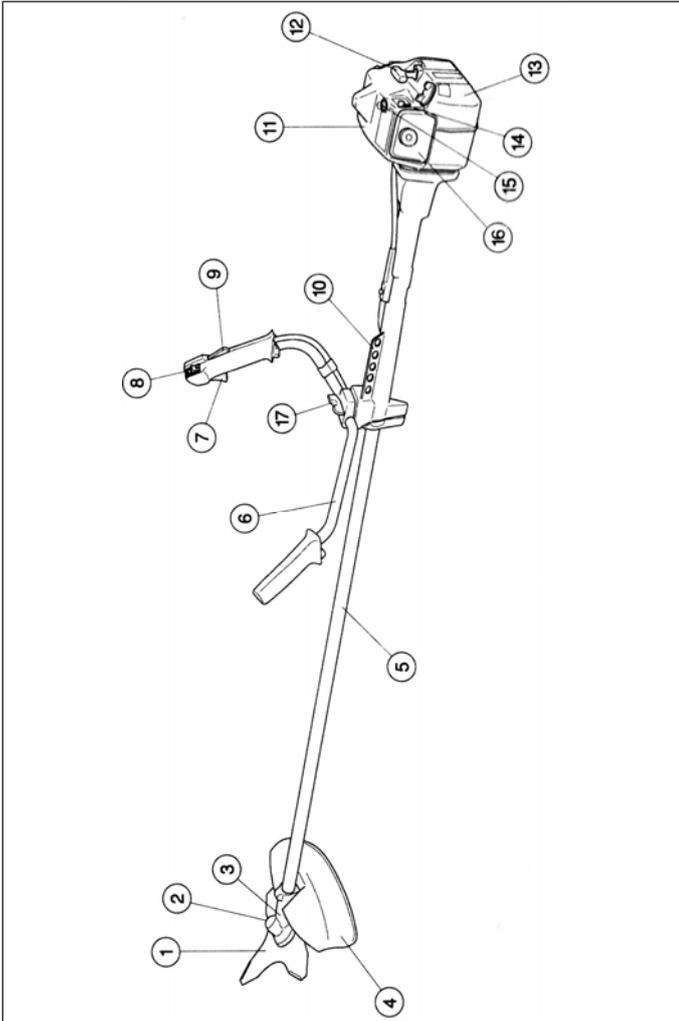


Рисунок 114. Кусторез

Кусторез состоит из следующих компонентов (рисунок 114):

1. Нож
2. Загрузочное отверстие для смазки
3. Угловая передача
4. Защитный щиток для ножа
5. Штанга
6. Регулировочная рукоятка
7. Рычаг газа
8. Останов
9. Предохранитель рычага газа
10. Крепление для ремней
11. Кожух цилиндра
12. Рукоятка стартера
13. Топливный бак
14. Экономайзер (подсос)
15. Топливный насос
16. Кожух воздушного фильтра
17. Регулировка рукоятки

С устройствами управления кустореза и требованиями по технике безопасности необходимо ознакомиться в процессе инструктажа, проводимого до начала работ на основании инструкции по эксплуатации.

Кусторез оснащен наплечными ремнями, к которым кусторез крепится во время работы. Наплечные ремни необходимо отрегулировать и настроить согласно оператору. Набедренный ремень нужно затянуть так, чтобы вес распределялся равномерно на плечевом поясе. Подвесной крюк, к которому кусторез подвешивается, должен при расчистке леса находиться примерно на 10 см ниже бедра.

#### Топливо

Кусторез оборудован двухтактным двигателем, который потребляет смесь бензина и двухтактного масла. Обычно используется готовая топливная смесь. Заполнение топливного бака производится при отключенном двигателе.

#### Запуск

Запуск производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Перед запуском необходимо убедиться в безопасности данной операции.

#### 10.4.6. Применение кустореза для расчистки

Перед началом работы двигатель необходимо разогреть. Надеть ремни на плечи и прикрепить кусторез к ремням.

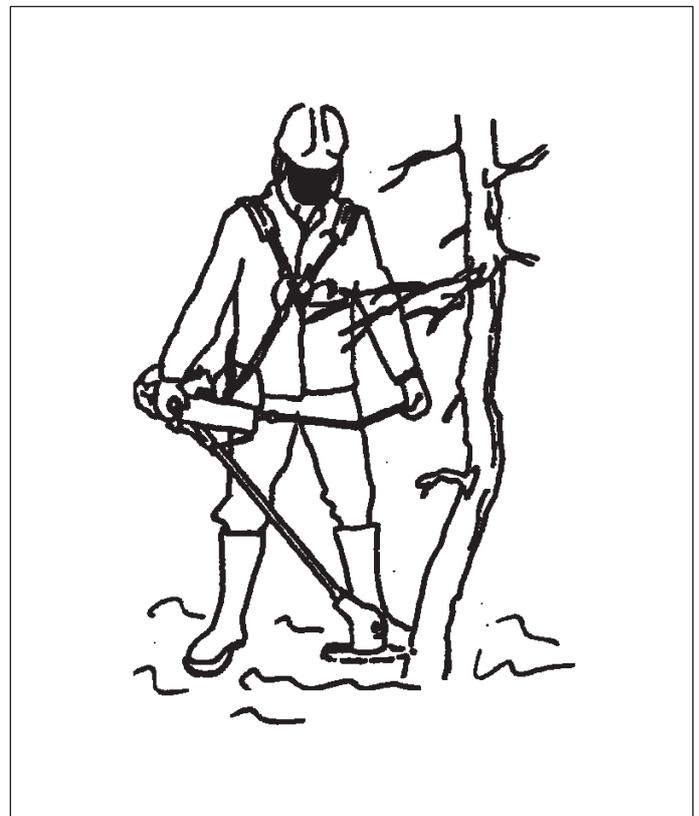


Рисунок 115. Положение при работе с кусторезом.

Нож кустореза вращается против часовой стрелки, что определяет направление работы – справа налево. В ходе работы должна поддерживаться высокая частота оборотов двигателя и пыльного полотна. При эксплуатации кустореза должны учитываться конкретные условия рабочего участка. Если целью работы является удаление небольших деревьев диаметром не более 3 см, то она выполняется медленными движениями. Если целью работы является удаление более крупных деревьев, то она выполняется мощными движениями и деревья удаляются по одному. Избегайте при работе расположения ножа в диапазоне 12 – 3 часов.



Рисунок 116. Использование защитного щитка ножа в процессе работы.

В процессе выполнения работы нужно пользоваться защитным щитком ножа, предотвращающим боковые удары и защищающим древостой от повреждений.

Инструкции по технике безопасности труда:

1. Оператор кустореза должен обеспечить, чтобы во время работы на расстоянии не менее 5 м от кустореза не было посторонних лиц. С кусторезом в руках при работающем двигателе запрещено поворачиваться, если вблизи находятся люди. При срезании деревьев запрещено пользоваться помощью других лиц, например, для опрокидывания дерева.
2. При работе должны применяться индивидуальные средства защиты: защитная каска, защитные очки, средства защиты слуха и рабочие перчатки.
3. Перед началом работы проверить правильность выбора ножа и его надежное крепление.
4. Запуск кустореза в месте заполнения топливного бака запрещен в силу пожарной опасности.
5. При транспортировке или хранении кустореза нож нужно удалить или установить защитный щиток.

Ежедневное обслуживание :

1. Очистить кусторез от наружных загрязнений
2. Проверить исправность наплечных ремней
3. Проверить эксплуатационную надежность деталей рычага газа
4. Проверить исправность и надежность крепления регулировочной рукоятки
5. Проверить функционирование останова
6. Убедиться в том, что нож не вращается при холостом ходе кустореза
7. Очистить воздушный фильтр, при необходимости заменить фильтр
8. Проверить наличие возможных утечек топлива и смазки
9. Проверить исправность защитных устройств ножа
10. Проверить центровку и остроту ножа, а также отсутствие в нем трещин.

# 11. ТРАНСПОРТИРОВКА И ПОДЪЕМНЫЕ РАБОТЫ

## 11.1. Транспортировка

### 11.1.1. Требования к водительскому удостоверению

#### 11.1.1.1. Общая информация

При строительстве электросети применяются различные автотранспортные средства, подсоединяемые к ним прицепы и несамоходные устройства, как, например, подъемники для людей, тяговые приспособления для кабелей и пр. Водитель должен знать, какое водительское удостоверение ему нужно для управления каким-либо из транспортных средств или автопоездом. Водитель лично отвечает за наличие у него водительского удостоверения, дающего право на управление данным автотранспортным средством. Масса транспортного средства, на управление которым водительское удостоверение дает право, указана в пункте «F» технического паспорта. Тяговые приспособления, например, кабельная тележка, запасные двигатели и пр. не имеют технического паспорта, поэтому их вес определяется расчетами или измерениями.

#### 11.1.1.2. Примеры требований к водительскому удостоверению

Водительское удостоверение категории «B»:

- Легковые автомобили или автомобильные фургоны, разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг.
- Транспортным средством допускается буксировать прицеп, максимальная масса которого не превышает 750 кг, и максимальная масса сцепленного состава не превышает  $3500 + 750 = 4250$  кг.
- Транспортным средством допускается буксировать прицеп, масса которого превышает 750 кг, в случае соблюдения следующих ограничений: максимальная масса сцепленного состава не превышает 3500 кг, и общая максимальная масса прицепа не превышает собственной массы тягача.

Водительское удостоверение категории «C»:

- Грузовые автомобили и прочие транспортные средства, разрешенная максимальная масса которых не превышает 3500 кг, и число сидячих мест которых, помимо сиденья водителя, не превышает восьми.
- Составы транспортных средств с тягачом, относящихся к данной категории, общая масса буксируемого транспортного средства которого не превышает 750 кг.

Следует заметить, что водительское удостоверение категории «C» не дает права на буксировку грузовым автомобилем, например, кабельной тележки, собственная масса которого превышает 750 кг. Для этого должно быть водительское удостоверение категории BС1Е.

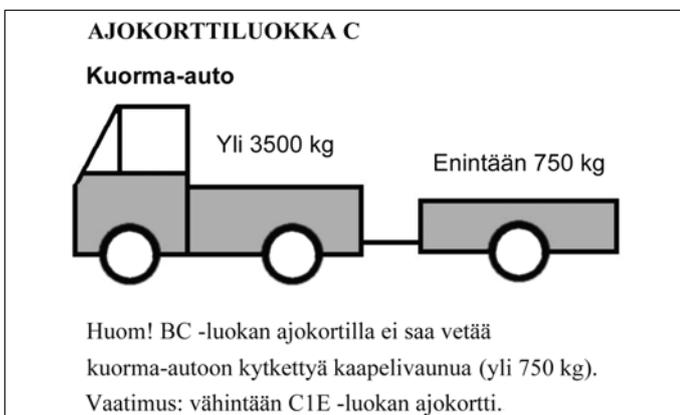


Рисунок 117. Пример автопоезда, которым имеет право управлять водитель, имеющий водительское удостоверение категории «C» (HeadPower, Инструкция Т8-50-1).

Водительское удостоверение категории «С1Е»:

- Максимальная собственная масса грузового автомобиля не превышает 7500 кг.
- Составы транспортных средств, максимальная общая масса которых не превышает 12000 кг. Совокупная масса прицепа не должна превышать собственную массу тягача

Водительское удостоверение категории «СЕ»:

- Грузовой автомобиль, собственная масса которого превышает 3500 кг
- Прицеп, собственная масса которого превышает 750 кг.

#### 11.1.2. Пассажирские перевозки

В пассажирских перевозках используются обычно автомобили, предусмотренные для транспортировки бригад, отправляющихся утром с предусмотренной для работников остановки и возвращающихся вечером обратно на эту же остановку. Автомобиль может быть оснащен дополнительным оборудованием для обеденного перерыва или такие места питания могут быть предусмотрены в соответствии с договором вблизи мест выполнения работ. Иногда используются также портативные помещения для отдыха, в которых можно организовать питание или сушку намокнушей рабочей одежды.

#### 11.1.3. Транспортировка материалов

##### 11.1.3.1. Общая информация

При любых перевозках материалов особое внимание нужно обращать на надежную фиксацию груза во время транспортировки. Тяжелые барабаны с проводами и рабочие машины, отдельно установленные на грузовую платформу или удерживаемые весом стрелы грузоподъемного крана, представляют собой опасность в случае резкого торможения транспортного средства в силу возникновения препятствия на пути передвижения. Надежное крепление оборудования и товаров всегда обеспечивается за счет прочной стяжки. Для крепления груза применяются прочные стяжные грузовые ремни и надежные крепежные фитинги.

В качестве опознавательных знаков крупногабаритного груза в светлое время суток применяются флажки и в темное время суток – лампочки, устанавливаемые, как в передней, так и задней частях груза. Водитель всегда отвечает за перевозимый им груз.

##### 11.1.3.2. Перевозка опор на транспортных средствах, предусмотренных для транспортировки рабочих бригад

Небольшие количества опор и инструменты допускается перевозить вместе с бригадой на транспортных средствах, предусмотренных для транспортировки бригад. Но обычно для данной цели применяются различные грузовые автомобили, а также другие составы транспортных средств, предусмотренных, например, для легковых автомобилей и фургонов. Предусмотренные для перевозки опор грузовые автомобили оснащены транспортными стойками и балками. Переднюю стойку образует передняя решетка или специальная расположенная в передней части платформы стойка. Задняя стойка расположена на уровне заднего борта.

К балкам устанавливаются следующие требования:

- ограничители скольжения, предотвращающие столкновение опор торцами,
- бортовой ограничитель, предотвращающий вращение опор,
- крюки или петли для привязки груза.

В случае отсутствия подъемного крана погрузка опор производится силой, по крайней мере, двух работников, т.к. опора в зависимости от размера может весить сотни килограммов.



Рисунок 118. Грузовой автомобиль, оснащенный транспортными стойками для перевозки опор (Empower).

Транспортировка в общедопустимых на дорогах пределах

Длина опоры может при транспортировке превышать длину автомобиля в передней части на 1 м и в задней части на 2 м. Максимальная длина перевозимой опоры составляет 12 м. Участок груза, выступающий за внешний край автомобиля или превышающий на один метр задний габарит автомобиля, должен быть четко обозначен. Для этого применяются красные или красно-желтые опознавательные таблички размером не менее 300 мм x 300 мм. В темное время суток и в условиях недостаточной видимости выступающая часть груза должна быть обозначена спереди фонарем или светоотражателем белого цвета и сзади - фонарем или светоотражателем красного цвета. За опознавательные знаки крупногабаритного груза отвечает водитель. Данные опознавательные требования указаны в постановлении «О применении транспортного средства на дороге» (1257/1992).

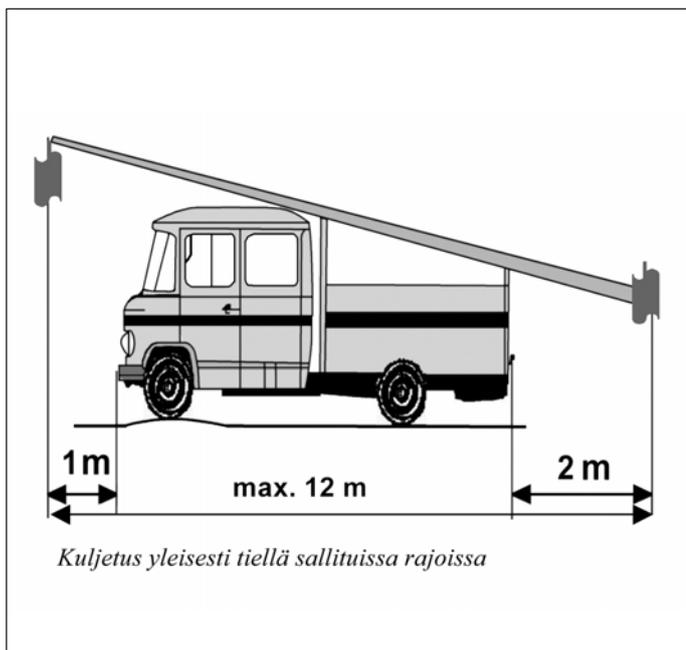


Рисунок 119. Перевозка опоры в общедопустимых на дорогах пределах (HeadPower, Инструкция Т8-20-1).

Специальная перевозка в свободных пределах

В соответствии с постановлением министерства транспорта «О специальных перевозках и транспортных средствах для специальных перевозок» (1715/1992) опора может выступать за внешний край автомобиля спереди на 2 м и сзади на 3 м, однако максимальная длина груза не должна превышать 12 м.

В данном случае для обозначения груза необходимо пользоваться специальными фонарями. Фонари устанавливаются на расстоянии не более 1 метра от наружного края груза.

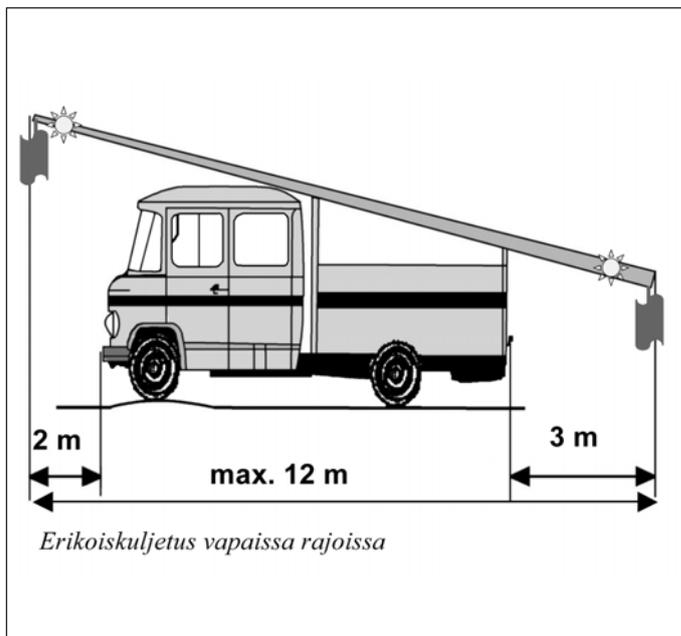


Рисунок 120. Специальная перевозка опоры в свободных пределах (HeadPower, Инструкция Т8-20-1).

Перевозимое число опор

Опоры допускается устанавливать только в один слой. В таком случае число перевозимых опор в зависимости от типа автомобиля и размера опор составляет 2 – 6 шт. При формировании груза нужно учитывать грузоподъемность и массу моста автомобиля.

Обвязка груза

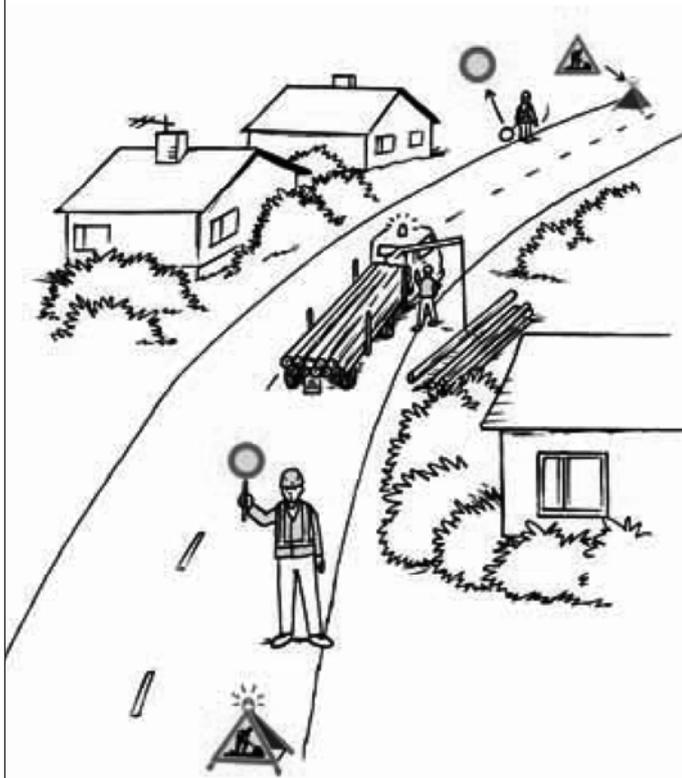
Строповка (обвязка) и затяжка опор осуществляется за специальные петли в передней и задней частях грузовой платформы. Для строповки применяются стяжные грузовые ремни. За обвязку груза отвечает водитель, который должен обеспечить фиксацию груза до отправления, а в случае необходимости и во время транспортировки.

### 11.1.3.3. Перевозка опор специальным транспортом

Транспортировка большого количества опор осуществляется специальным транспортом транспортных предприятий до согласованного места, расположенного рядом с автодорогой, откуда начинается проложенная по пересеченной местности транспортная колея. Если линия прокладывается рядом с шоссе/дорогой, опоры можно разгружать вблизи мест их установки. В таком случае опоры должны быть уложены на транспорт в определенном порядке.

При выполнении разгрузочно-погрузочных работ на обочине дороги должны соблюдаться правила дорожного движения. В случае ограниченной видимости нужно предупредить других участников транспортного движения о погрузочно-разгрузочном месте, установив дорожные знаки или выставив охрану по обеим сторонам рабочей площадки. В темное время суток в качестве предупредительных знаков используются разрешенные к применению светоотражающие треугольники или светосигнальные приборы.

## KUORMAUS TAI PURKAMINEN PAIKASSA, JOSSA PYSÄYTTÄMINEN ON NÄKEMÄESTEEN VUOKSI KIELLETTY



### Huomautuksia:

- Jos tiellä on samaan suuntaan useampia ajokaistoja tai liikenne on vilkasta, käytetään lisäksi tielle asetettavia varoituslaitteita.
- Liikenteen käsiohjaus tekstin kohdan 4.4 mukaisesti.

Рисунок 121. Разгрузка или погрузка груза с опорами на обочине дороги (Организация транспортного движения при строительстве электрической сети, рисунок А9).

Опоры ни в коем случае не допускается устанавливать рядом с проезжей частью опасным для движения образом.

Опоры разгружаются на площадке промежуточного склада, откуда они перевозятся на место монтажа. Для организации промежуточного склада нужно получить разрешение землевладельца. Разрешение запрашивается на этапе проектирования.

#### 11.1.3.4. Перевозка опор на место монтажа.

Перевозка опор на место монтажа производится с помощью тракторов, автомобилей высокой проходимости, бульдозеров и вездеходов, пригодных для перемещения по пересеченной местности. Опоры крепятся цепями к трелевочным балкам, трактором может перевозиться 2 - 5 опор, гусеничным вездеходом или автомобилем высокой проходимости – 1 - 3 опоры за один раз.

При наличии снега опоры могут перевозиться на место монтажа также крупногабаритными мотосанями или квадроциклами. В сложных условиях применяется трелевка – опоры, прикрепленные к трактору или машине с помощью лебедки, перевозятся волоком. В случае протяженного трелевочного расстояния с опор перед монтажом удаляются истертые участки.

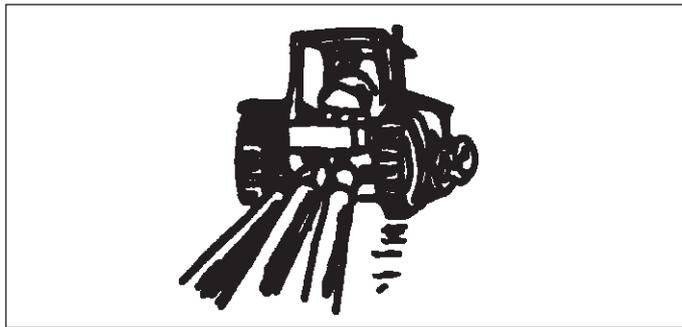


Рисунок 122. Перевозка опор на место монтажа.

Разгрузка опор на месте монтажа производится так, чтобы в ходе монтажа не возникало потребности для их дополнительного перемещения или поворота. Нужно также проследить за тем, чтобы опора не препятствовала выемке котлована.

При разгрузке опор, устанавливаемых на сваи с применением механических подъемных средств, нужно определить направление подъема опор, поскольку их поворот перед подъемом замедляет продвижение работ.

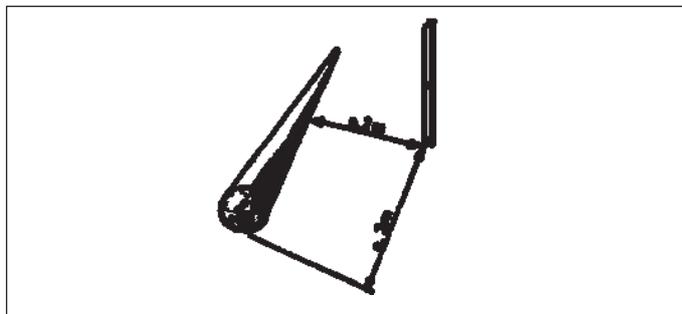


Рисунок 123. Установка опоры на сваю в процессе механического подъема.

При механическом подъеме опоры на сваю пята опоры должна устанавливаться на расстоянии прим. 3 м от сваи и быть однонаправлена с движением подъемника. Расстояние центральной точки опоры от сваи должно составлять прим. 2 м.

#### 11.1.3.5. Перевозка проводов

При перевозке проводов должен учитываться запланированный способ их раскатки. Разгрузка барабанов с проводами возле автомагистрали производится с обеспечением минимального расстояния катушек до расположенных на местности мест монтажа.

Барабаны с проводами запрещено сбрасывать с грузовой платформы, они должны подниматься осторожно с помощью крана. Деревянную обшивку или защитный картон запрещено удалять до начала раскатки.

Перевозка барабанов с проводами на место монтажа осуществляется, например, на прицепе трактора, автомобиле высокой проходимости, присоединяемом к трактору транспортном основании или зимой на крупногабаритном снегоходе и гусеничном вездеходе.

#### 11.1.3.6. Перевозка прочего материала

Любой материал, необходимый для одного этапа строительных работ, доставляется на строительную площадку до начала работ. Однако в случае наличия опасности его порчи или пропажи, например, погребения под снег в зимний период, его не следует доставлять слишком рано.

Уже на этапе полевого проектирования линии выбираются подходящие для разгрузки и складирования материалов места. Материалы доставляются крупными партиями и развозятся по местам монтажа опор транспортными средствами, предусмотренными для передвижения по пересеченной местности. При присвоении материалам надлежащей нумерации, исходя из принадлежности к конкретным опорам, и расположении на складе в заданном порядке даже не посвященный в дело водитель сможет доставить материалы в нужное место. Материалы нужно располагать на рабочих местах в надлежащем порядке, чтобы они не затерялись и не мешали продвижению работ.

Некоторые оптовые магазины поставляют сетевые материалы, упакованные в контейнеры или клетки, прямо на место выполнения работ.



Рисунок 124. Контейнер с материалами оптового магазина в качестве склада на рабочем участке.

При выполнении небольших работ материалы доставляются на рабочий участок вместе с бригадой. В силу повышения эффективности перевозок рабочих бригад необходимые для небольшого объема работ, например, для участка линии с 1 - 4 опорами, материалы и принадлежности могут доставляться прямо на рабочий участок вместе с бригадой в одном автомобиле. Конструкции грузовых платформ машин для перевозки бригад усовершенствованы настолько, что рабочие и защитные средства бригады всегда перемещаются вместе с ней в ящиках платформы.

## 11.2. Подъемы

### 11.2.1. Общая информация

Сегодня многие грузовые автомобили для бригад сетевых электромонтажников оснащены грузоподъемниками. Подъемники используются для погрузки в машину строительных материалов, например, барабанов с проводами, клеток с материалами и опор, а также для разгрузки груза. Грузоподъемники используются также для подъема конструкций и людей на опоры с целью выполнения монтажных работ на высоте.

Грузоподъемниками могут пользоваться только специально для этого обученные лица. Неверное или неосторожное применение грузоподъемника опасно для оператора и находящихся на рабочем участке других лиц. Дополнительно к этому к операторам, работающим по подъему людей, а также лицам, работающим в корзине подъемника, устанавливаются особые требования.

При выполнении любых подъемных работ следует всегда пользоваться защитной каской.

### 11.2.2. Применение грузоподъемника в сетевых работах

При выполнении сетевых работ, сопряженных с подъемами, необходимо учитывать следующее:

- подъемные работы планируются предварительно, предварительно проверяется также безопасность пути подъема,
- выясняется вес поднимаемого предмета, его характеристики, центр тяжести, защитные конструкции и возможные точки подъема, а также другие возможности крепления,
- выясняется как близко к месту подъема можно подать машину, и на основании полученной информации проверяется, что подъемник сможет поднять предусмотренный груз,
- машина устанавливается таким образом, что она не препятствовала движению, и на крыше включаются желтые сигнальные огни,
- при выполнении подъемных работ машина должна непременно опираться на опорные лапы, в обязательном порядке проверяется прочность и ровность поверхности грунта под опорными лапами. При необходимости под опорные лапы подкладываются дополнительные плиты,
- в процессе выполнения подъемных работ оператор обеспечивает беспрепятственную видимость стрелы подъемного устройства и перемещения груза или же указаний сигнальщика, контролирующего эти движения,
- до выполнения подъемных работ проверяется, что применяемые подъемные устройства прошли контроль и получили разрешение на выполнение данной работы,
- при работе вблизи электролиний соблюдаются предельная осторожность и безопасные расстояния.
- каждый работник, участвующий в подъемных работах, должен непременно пользоваться защитной каской.

После каждого ежегодного технического осмотра на вспомогательное подъемное оборудование наносится цветное обозначение, на основании которого можно легко убедиться в безопасности подъемного устройства:

Таблица 20. Рекомендации по цветовой маркировке вспомогательных подъемных устройств.

Год	Контрольный цвет
2010	Желтый
2011	Белый
2012	Зеленый
2013	Оранжевый
2014	Синий

Начиная с 2015 года, контрольные цвета повторяются в той же последовательности. Контрольный цвет 2015 года – желтый и т.д. Такие же контрольные расцветки используются при калибровке измерительных приборов.



Рисунок 125. Грузоподъемник в режиме подъема (Empower).

### 11.2.3. Подъем людей грузоподъемником

При подъеме людей должны соблюдаться инструкции и требования постановления государственного совета № 793/1999.

Подъем людей грузоподъемником допускается в случае соблюдения следующих требований:

- контролирующее подъем лицо имеет достаточные для выполнения данной работы технические знания, а также навыки по подъему людей на грузоподъемнике. Обычно контролирующим подъемные работы лицом является прораб, несущий ответственность за данную работу
- опыт работы оператора на данном подъемном устройстве составляет не менее 12 месяцев, и он прошел инструктаж по подъему людей
- в клетку подъемника допускается поднимать только лиц в возрасте не менее 18 лет, не страдающих заболеваниями или физическими недостатками, угрожающими безопасности работ
- в отношении обучения по эксплуатации грузового подъемника и инструктажа персонала ведется регистр курсов обучения
- клетку, предусмотренную для подъема людей, и подъемное устройство прошли контроль перед применением. Контроль перед применением проводит авторизованное предприятие по техническому обслуживанию, по результатам контроля составляется протокол
- перед началом подъемных работ контролирующее подъем лицо должно убедиться в том, что контроль перед применением выполнен, и подъемное устройство согласно визуальному осмотру находится в исправности
- перед началом подъемных работ оператор подъемного устройства должен произвести ежедневный контроль, в ходе которого осуществляется визуальный осмотр технического состояния подъемника и опорных систем клетки, а также испытывается функционирование подъемника и защитных устройств



Рисунок 126. Клетка для подъема людей, применяемая в сетевых работах (Empower).

Подъем людей выполняется с соблюдением следующих принципов:

1. Подъем людей разрешен только при хорошей видимости в случае, если в результате применения данного подъемного устройства в силу погодных условий, например, ветра, не возникает угрозы безопасности.
2. Оператор подъемника и работающее в клетке лицо должны в любой ситуации постоянно поддерживать надлежащую связь. В случае отсутствия визуального контакта связь должна поддерживаться с помощью радиотелефона или аналогичного устройства.
3. Клетку для подъема людей запрещено использовать для подъема товаров, во время подъема людей подъемник запрещено использовать для подъема других грузов. Однако в клетку допускается перевозить необходимые для работы материалы и инструменты в случае не превышения максимальной допустимой нагрузки клетки и не ухудшения ее стабильности. Необходимо проследить за тем, чтобы инструменты и предметы не выступали за края клетки и не создавали опасных ситуаций.
4. Следует избегать перемещения клетки над головами работников, находящийся под клеткой участок следует надежно оградить от окружающей территории в силу опасности падения предметов из клетки.
5. Оператор подъемника должен постоянно следить за движениями клетки, во время подъема людей он должен находиться в непосредственной близости от устройств управления подъемником.
6. Работающее в клетке лицо должно непременно пользоваться предохранительным поясом, предохранительный строп которого закреплен к расположенной в клетке точке крепления.
7. Клетка должна быть оснащена аварийным остановом. Необходимо предусмотреть способ спуска из клетки в аварийной ситуации, например, канат для спуска.
8. При необходимости контролирующее подъемные работы лицо должно присутствовать при подъеме людей.

#### 11.2.4. Подъем людей при выполнении сетевых работ с помощью подъемника для людей

При выполнении сетевых работ, как правило, применяются прицепные подъемные краны с телескопической стрелой. Подъемные краны являются электроприводными и/или имеют привод от двигателя внутреннего сгорания. Подъемом можно управлять из клетки, и в таком случае нет необходимости в отдельном операторе подъемного устройства.

Оператор подъемника для людей должен иметь достаточные навыки по эксплуатации данного подъемника, информация о пройденной подготовке по эксплуатации подъемника вносится в регистр курсов обучения. Оператор должен иметь письменное разрешение работодателя на применение подъемника для людей.

В отношении подъема людей с применением подъемника действуют указанные выше требования по технике безопасности труда. Применение устройства, предохраняющего от падения с высоты, является обязательным. В аварийных случаях клетку нужно опустить вниз.



Рисунок 127. Предохранительные устройства в клетке для подъема людей (Etrower).

# 12. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ

## 12.1 Общая информация

По инициативе рабочей комиссии по вопросам электротехнологии Центра безопасности труда было издано руководство «Организация транспортного движения при выполнении работ в электросети», в котором представлены детальные инструкции по воздушным линиям электропередачи, на основании которых составлена следующая часть учебника.

Работы, выполняемые на участке дороги, улицы или на другом транспортном участке или вблизи него, должны выполняться с обеспечением безопасности работников и транспортного движения. Выполняемые на дороге работы не должны создавать ненужных помех в движении. Выполняемые на транспортном участке работы согласно законодательству о технике безопасности труда относятся к опасным работам, организация которых должна быть предварительно тщательно спланирована.

Согласно ст.2 Закона о дорожном движении (267/1981) (TLL) слово «дорога» используется в качестве общего определения автомобильной дороги общего пользования, частной дороги, улицы, дороги на плане застройки, площади, а также других территорий, предназначенных или используемых для общего движения транспортных средств.

Далее в тексте под термином «дорога» или «улица» понимаются конкретные транспортные магистрали и территории.

Закон о шоссейных дорогах 503/2005 (MaantL)

Шоссейная дорога – это автомобильная дорога, предназначенная для общего пользования, за содержание которой отвечает государство. С точки зрения транспортного назначения шоссейные дороги классифицируются на дороги общегосударственного значения, дороги областного значения, дороги регионального значения или соединительные дороги.

Шоссейная дорога состоит из:

- 1) проезжей части с обочинами и другими предусмотренными для транспортных средств территориями, такими как тротуар и велосипедная дорожка, дорога для специальных перевозок, парковочные места или площадки, участки, обслуживающие общественный транспорт, площадки для отдыха, складирования или погрузочно-разгрузочные площадки;
- 2) конструкций, строений и устройств, непосредственно связанных с указанными в пункте 1 территориями, необходимых для их поддержания и применения;
- 3) устройств управления движением и прочих конструкций, сооружений и установок, необходимых для инструктирования пользователей дорог; а также
- 4) прочих участков, конструкций, сооружений и устройств, необходимых для поддержания дорог или транспортного движения или предотвращения помех, например, акустический экран и ограда для защиты от лесных животных.

К шоссейной дороге относится соединенная с дорогой запасная посадочная площадка и территория, необходимая для выполнения действий, связанных с пересечением государственной границы по шоссейной дороге.

Указанная выше в пунктах 1 и 2 территория образует зону шоссейной дороги. Ширина полосы отвода, границы которой не указаны в актах устройства недвижимости, составляет два метра от наружного края кювета, или в местах без кювета – от откоса дорожного полотна или наружного края профиля.

На рисунке 128 указаны различные части шоссейной дороги.

КУВА 1

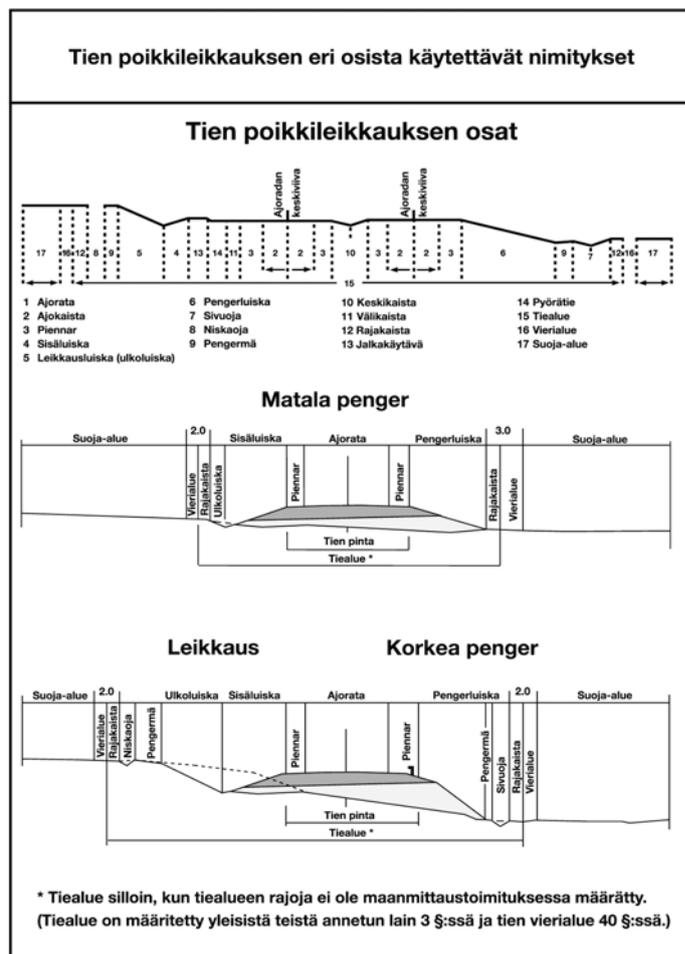


Рисунок 128. Названия различных частей шоссейной дороги.

## 12.2. Работы, связанные с полосой отвода, а также расположение сооружений и устройств на полосе отвода (ст. 43 Закона о шоссейных дорогах)

Выполнение работ, расположение сооружений, линий электропередачи и других устройств на полосе отвода предусматривает наличие разрешения дорожно-эксплуатационной службы. Разрешение выдается в том случае, если указанное действие не создаёт опасности или помех ведению дорожно-эксплуатационной деятельности. Получающее разрешение лицо обязано возводить сооружения или установки и обслуживать их в соответствии с инструкциями дорожно-эксплуатационной службы. Если эксплуатация сооружения или установки создает опасность в движении или мешает ведению дорожного хозяйства, получатель разрешения обязан за свой счет внести требуемые дорожно-эксплуатационной службой изменения, перенести или удалить сооружение или установку.

Если согласно положениям иного закона разрешения не требуется, то информация о планируемых действиях должна быть заблаговременно представлена надлежащему органу дорожно-эксплуатационной службы.

### 12.3. Ответственность дорожно-эксплуатационной службы

Дорожно-эксплуатационная служба отвечает за содержание дороги в удовлетворительном с точки зрения движения состоянии, в сфере дорог общего пользования такая ответственность принадлежит Администрации дорог. Роль дорожно-эксплуатационной службы в других местах выполняют либо муниципалитеты, частные дорожные товарищества, либо собственники дорог. Дорожно-эксплуатационная служба вправе устанавливать дорожные знаки (ст. 51 Закона о дорожном движении и ст. 49 Постановления о дорожном движении), она несет ответственность за оповещение участников дорожного движения, и при необходимости частично или полностью закрывает дороги на время производства работ (ст. 50 Постановления о дорожном движении).

Полиция (ст. 54 Закона о дорожном движении и ст. 51 Постановления о дорожном движении) также вправе временно перекрыть дорогу на время соревнований или иных событий, а также в чрезвычайных ситуациях.

### 12.4. Необходимые разрешения

#### Разрешение на производство работ

Любые работы, касающиеся дорожных или уличных территорий, или выполняемые для заказчиков на дорогах или улицах, требуют наличия разрешения в соответствии с Законом о шоссейных дорогах или строительного устава муниципалитета. Заявка составляется в письменной форме и подается заблаговременно на рассмотрение органов, выдающих разрешения.

Если дело обстоит с устанавливаемым на участке дороги или улицы устройством или сооружением, как, например, подземный кабель или воздушная линия электропередачи, разрешение на производство работ обычно включено в договор, заключаемый между дорожно-эксплуатационной службой и владельцем установки. Стороны договора детально согласуют обязанности по монтажным работам и дальнейшему обслуживанию. Договор содержит также требования по организации транспортного движения во время проведения работ.

В заявке на оформление разрешения представляется детальная информация о работе и методе работы, времени и месте выполнения работ, а также контактные данные. В части дорог общего пользования заявка составляется на бланке Администрации дорог.

В разрешении указываются условия осуществления работ, например:

- работы допускается начинать только после подтверждения представителем дорожно-эксплуатационной службы схемы организации дорожного движения; при выполнении работ по выемке грунта, связанной с дорожной конструкцией, перед началом работ проводится начальный контроль, и по завершению работ – завершающий контроль
- в отношении других работ информация о начале и завершении работ должна быть представлена представителю дорожно-эксплуатационной службы или диспетчерскому транспортному центру по тел. 0200-2100
- если работа требует управления движением с применением знака «стоп», необходимо проверить компетентность дорожных регулировщиков, сообщить их имена дорожно-эксплуатационной службе и получить ее подтверждение (2 ст. 3 Постановления о дорожном движении)
- в случае несоблюдения получателем разрешения требований по организации дорожного движения или иных требований по обеспечению безопасности общественного движения дорожно-эксплуатационная служба вправе устранить недостатки за счет получателя разрешения, если эти недостатки не устранены им к указанному дорожно-эксплуатационной службой сроку

- при возникновении опасных ситуаций, угрожающих безопасности дорожного движения, представитель дорожно-эксплуатационной службы вправе остановить выполнение работ до устранения недостатков в организации дорожного движения.

В договоре может быть оговорено, например, внедрение определенных мер, включенных в схему организации движения, связанных с последующим контролем и обслуживанием сети. Разрешение, необходимое для прокладки в уличной сети траншей для различных линий, называется разрешением на земляные работы.

#### Разрешение на организацию движения во время производства работ

Организация движения во время производства работ – это одно из условий для получения разрешения на производство работ от Администрации дорог. Отдельного разрешения на организацию движения не требуется. Практика в области разрешений и органов, выдающих разрешения, в разных муниципалитетах может быть разной. Полиция или муниципальный орган может принимать решения о временных схемах организации дорожного движения. Положения по данному вопросу могут быть включены в строительный устав муниципалитета. Вопрос об организации движения на частных дорогах согласуется с дорожным товариществом, управляющим или собственником дороги.

#### Решение об ограничении скорости движения

При производстве работ на дорогах общего пользования обычно устанавливаются ограничения скорости. В согласованной для производства работ схеме управления дорожным движением указаны нужные ограничения скорости на участке производства работ. В соответствии с требованиями защиты прав третьей стороны производитель работ составляет документы по ограничению скорости движения с указанием мест ограничения скорости. Ограничения были доказуемы задним числом после завершения работ. Условия фиксируются в разрешении на производство работ.

### 12.5. Мероприятия по обеспечению безопасного труда

#### Требования законодательства по технике безопасности труда

Постановление Государственного совета «Безопасность труда в строительстве» (VNр 205/2009) применяется также к работам по строительству и обслуживанию электросети. Каждая сторона строительного подряда обязана обеспечить безопасность работающих на объекте по строительству электросети лиц, а также находящихся в зоне влияния строительного объекта лиц.

При выполнении сетевых работ необходимо учесть, с одной стороны, опасность, угрожающую работникам транспорта, и, с другой стороны, опасность, угрожающую работникам электросети транспортным движением.

#### Застройщик

Застройщик или иное лицо, выполняющее надзор за проектированием и реализацией проекта, должно обеспечить внедрение связанных с проектом действий безопасным образом, не причиняющим вреда работникам или участникам транспортного движения. К запросу на предложение прилагается отдельное разъяснение по вопросам безопасности, т.е. единый справочный документ по безопасности. Каждый застройщик должен назначить в рамках строительного подряда координатора по вопросам безопасности рабочего объекта. Координатор по вопросам безопасности – это лицо, назначенное застройщиком, задачей которого является надзор за выполнением возложенных на застройщика обязанностей.

Генеральный исполнитель

Под генеральным исполнителем (ст. 2 Постановления государственного совета о безопасности труда в строительстве 629/94) понимается генеральный подрядчик или в случае его отсутствия заказчик или иное лицо, осуществляющее руководство и надзор, например, за сетевыми работами. Генеральный исполнитель должен назначить для проекта компетентное ответственное лицо. Генеральный исполнитель составляет программу мер по обеспечению безопасности работ.

Подрядчик

Все работающие на рабочем объекте подрядчики подчиняются генеральному исполнителю. Подрядчик назначает ответственное за подряд компетентное лицо. Подрядчик в качестве работодателя составляет предварительно для всех выполняемых на дороге работ программу мер по обеспечению безопасности, основанную на оценке рисков этих работ. Исходя из оценки рисков, подрядчик выбирает предохранительные меры и необходимые для конкретной работы индивидуальные средства защиты.

Задачи, связанные с безопасностью дорожного движения

За надлежащую организацию дорожного движения, связанную с производимыми на участке дороги или вблизи нее работами, отвечает подрядчик. На каждом рабочем объекте назначается лицо, ответственное за пригодность организации дорожного движения, дорожные знаки и другие меры обеспечения безопасности. Контроль организации дорожного движения является частью еженедельного контроля безопасности.

Независимо от объема или продолжительности работ подрядчик обязан соблюдать в процессе производства работ, в частности, требования, предъявляемые к плану организации транспортного движения и дорожному оборудованию. Целью данных мер является предотвращение опасных ситуаций, управление безопасностью и обеспечение нормального движения транспорта.

В срочных чрезвычайных и аварийных ситуациях нужно немедленно связаться с полицией с целью получения безотлагательной помощи по организации движения транспорта, исходя из сложившейся ситуации (ст. 54 Закона о дорожном движении). В этом случае необходимо связаться также с органами, выдающими разрешения, и по вопросам, касающимся дороги общего пользования, - с центром дорожного движения Администрации дорог (тел. 0200 2100).

При осуществлении специальных перевозок по дорогам общего пользования должны соблюдаться требования постановления Министерства транспорта «О специальных перевозках и специальных транспортных средствах» (1715/92, поправки 958/98).

Квалификационные требования, предъявляемые к лицам, работающим на дороге

К операторам машин и лицам, работающим на дороге общего пользования, устанавливаются квалификационные требования, соответствующие программе обучения «Безопасность на дорогах» (Tieturva) по технике безопасности труда и организации движения транспорта, разработанной Администрацией дорог. Для этого необходимо сдать на положительную оценку экзамен на квалификацию «Tieturva 1» (Безопасность на дорогах 1) или аналогичного курса обучения по технике безопасности труда. Руководство работ подрядчика или иное ответственное за работу лицо должно иметь квалификацию «Tieturva 2» (Безопасность на дорогах 2).

Предупредительная одежда

При выполнении работ на дороге должна использоваться соответствующая стандарту SFS - EN 471 хорошо заметная предупредительная рабочая одежда.

В случае отсутствия в условиях договора или разрешения иных положений при работе на дорогах общего пользования соблюдаются требования анализа рисков, составленного Администрацией дорог, согласно которому предупредительная одежда дорожных рабочих должна соответствовать 2-му и регулировщика движения – 3-му классу защиты.

## 12.6. Внедрение мер по организации движения транспорта

Общие принципы

Согласно ст. 50 «Постановления о дорожном движении»: «При производстве работ, сопряженных с опасностью для движения транспорта, дорога или участок дороги, на котором работы производятся, должен быть обозначен надлежащими дорожными знаками. Если условия того требуют, то такая дорога или участок дороги должен быть полностью или частично закрыт производителем работ с применением соответствующих правил и постановлениям устройств предотвращения проезда и сигнальных фонарей.»

Меры по организации движения транспорта должны быть тщательно спланированы и внедрены. Регулировка движения транспорта должна быть эффективной, четкой и логичной. Изменения в организацию движения транспорта должны внедряться гибко по мере продвижения работ таким образом, чтобы организация всегда соответствовала существующей на объекте ситуации. Работы должны быть организованы так, чтобы наносимый ими ущерб движению транспорта был минимальным.

Наряду с транспортом при организации движения необходимо учитывать пешеходное и велосипедное движение, а также движение лиц с ограниченными возможностями передвижения. При производстве работ на пешеходных и велосипедных трассах должны использоваться предупредительные обозначения.

Дорожные знаки

Для регулировки движения применяются дорожные знаки, отвечающие требованиям 3-ей главы «Постановления о дорожном движении».

Качество дорожного знака должен соответствовать требованиям качества, предусмотренным для дорожных знаков.

Устанавливаемый на время работ предупредительный знак с опорой допускается располагать на бровке дороги. Минимальное расстояние установленного на бровке дороги знака до края проезжей части составляет 0,5 м. Знак не должен мешать пешеходному или велосипедному движению, а также выполнению работ по уходу за дорогой. Расположение дорожных знаков на разных объектах описано ниже в примерах.

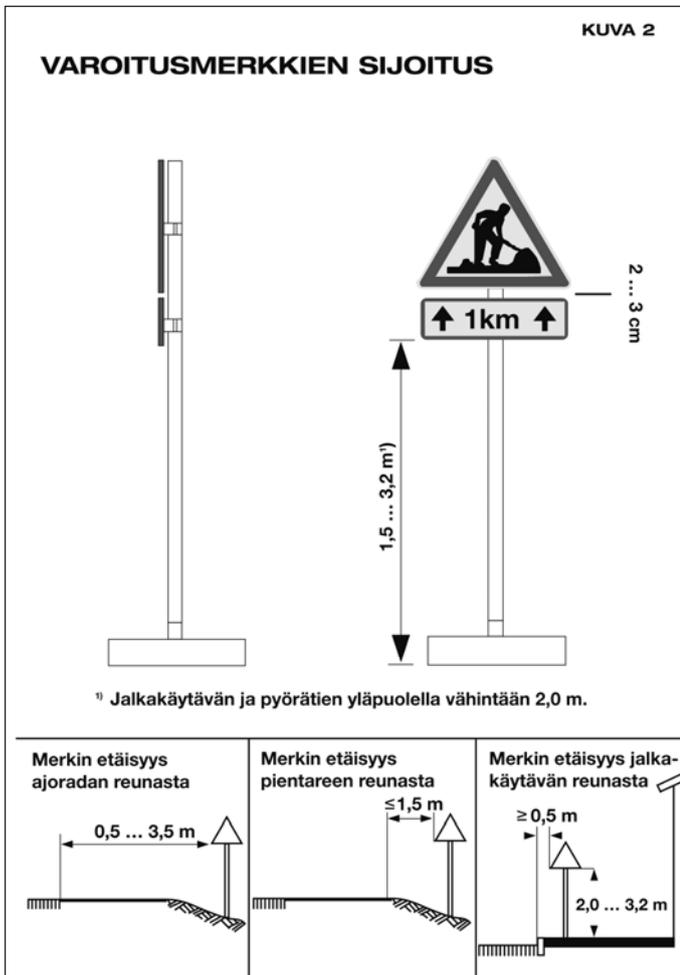


Рисунок 129. Расположение дорожного знака. (Организация движения транспорта при сетевых работах, рисунок 2)

Ненужные знаки должны быть незамедлительно удалены. В случае приостановки работ по вечерам и на выходные дни знаки необходимо временно прикрыть или удалить.

Предупреждающие устройства и устройства перекрытия движения, а также их применение

Для маркировки и отделения участка, являющегося объектом сетевых работ, от территории, предусмотренной для общего движения, применяются представленные на рисунке 130 дорожные ограждения, шлагбаумы, дорожные тумбы или защитные конусы. Устройства перекрытия движения имеют желто-красную окраску, желтые полосы чередуются с красными. Полосы выполнены из светоотражающего материала или оснащены красными и желтыми светоотражателями.

Устройства перекрытия движения должны быть выполнены так, чтобы к ним можно было закрепить необходимые предупредительные фонари и дорожные знаки.

Деятельность регулировщика движения

Регулировщиком движения (ст. 49 Закона о дорожном движении, 2 ст. 3 Постановления о дорожном движении) может быть лицо, которому исполнилось 18 лет, имеющее водительское удостоверение или соответствующие знания в области дорожного движения. Перед началом работ регулировщик должен ознакомиться с рабочими заданиями, например, на основании составленного для данной цели учебного материала (напр., приложение «А» к руководству «Организация дорожного движения при сетевых работах», презентация в формате «PowerPoint» и диафильм, составленные Администрацией дорог).

При выполнении работы регулировщик дорожного движения должен носить предупредительную одежду 3-го защитного класса.

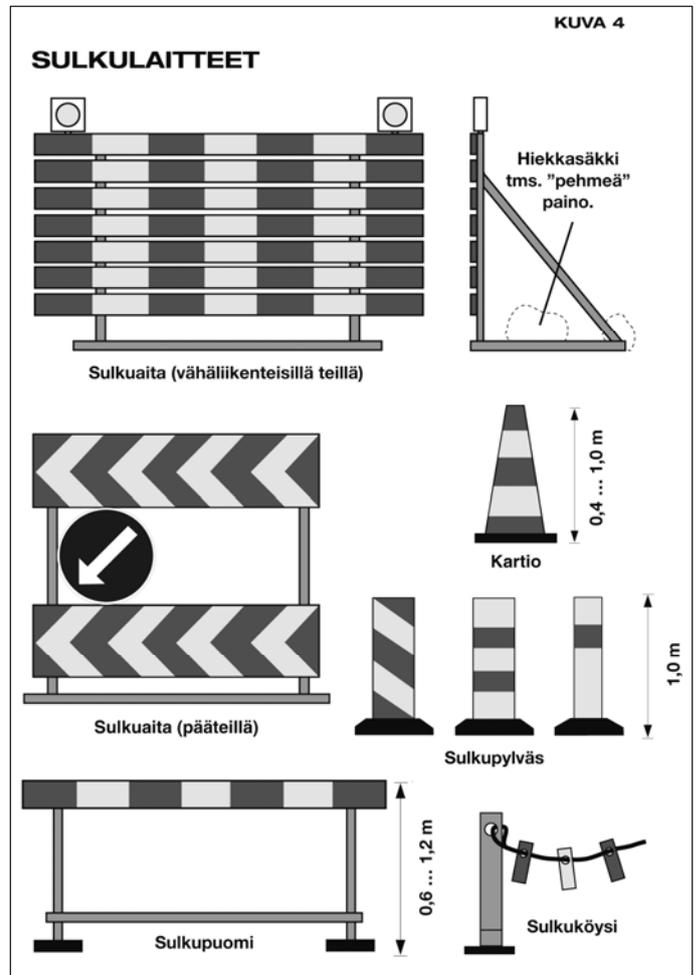


Рисунок 130. Устройства перекрытия движения. (Организация дорожного движения при сетевых работах, рисунок 4)

Информация о регулировщиках движения передается дорожно-эксплуатационной службе для согласования.

Краткосрочные работы

Под краткосрочной работой обычно понимается работа, продолжительностью не более полудня (4 часа). Для предупреждения движения о производстве таких работ можно воспользоваться устанавливаемыми на дорогу или прицепными портативными предупреждающими установками с сигнальными мигающими фонарями. Устанавливаемым на дороге предупредительным устройством желательно пользоваться и в том случае, когда предупредительная информация об объекте работ передается только с помощью сигнальных мигающих фонарей, расположенных на транспортном средстве или рабочем объекте. Предупреждающее устройство может быть размещено с правой края проезжей части или с той стороны односторонней полосы, где находится рабочий объект.



Рисунок 131. Устанавливаемый на дороге предупредительный знак. (Организация дорожного движения при сетевых работах, рисунок 5.2)

При прокладке воздушной линии электропередачи рядом с дорогой или при производстве иных краткосрочных работ транспортное движение останавливается в обоих направлениях. Регулировка движения и места парковки должны быть организованы так, чтобы регулировщик движения был хорошо заметен с обеих сторон. Извещение о перекрытии дороги предъявляется Центру дорожного движения (тел. 0200 2100).

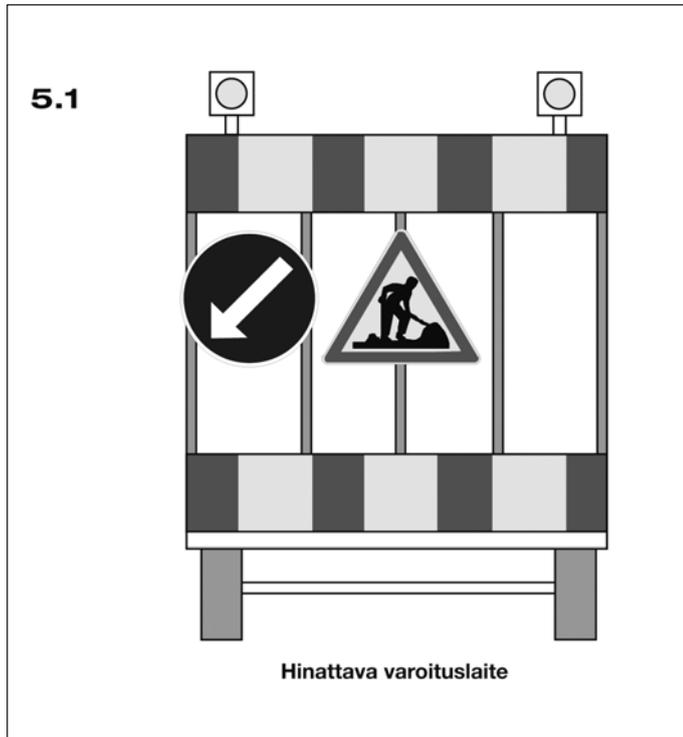


Рисунок 132. Портативное предупреждающее устройство. (Организация дорожного движения при сетевых работах, рисунок 5.1)

#### Движение на рабочем объекте

Ответственное за рабочий объект лицо должно контролировать движение работающих на рабочем объекте транспортных средств с целью предотвращения опасных ситуаций и помех в движении остального транспорта. На рабочих объектах и в исключительных ситуациях согласно Закону о дорожном движении на транспортных средствах и рабочих машинах должны всегда применяться предупредительные огни.

#### Сооружения и препятствия, защищающие рабочий объект

Для защиты рабочего объекта в продольном направлении можно пользоваться ограждающими и бетонными перегораживающими конструкциями. Опасная траншея, пролегающая поперек проезжей части, должна быть защищена как перегораживающим путь устройством, так и зоной безопасности, расположенной перед траншеей, и отбойным сооружением (груда песка, сооружение из автопокрышек). Перед участками передвижных или краткосрочных работ, выполняемых на транспортных средствах или рабочих машинах на отрезке дороги с оживленным движением, желательно устанавливать предупреждающие транспортные средства.

#### 12.7. Примеры организации движения

В издании Центра безопасности труда «Организация дорожного движения при производстве сетевых работ» представлены примеры по организации дорожного движения на различных рабочих объектах. Ниже приведены некоторые примеры по организации движения при строительстве воздушных линий электросети.

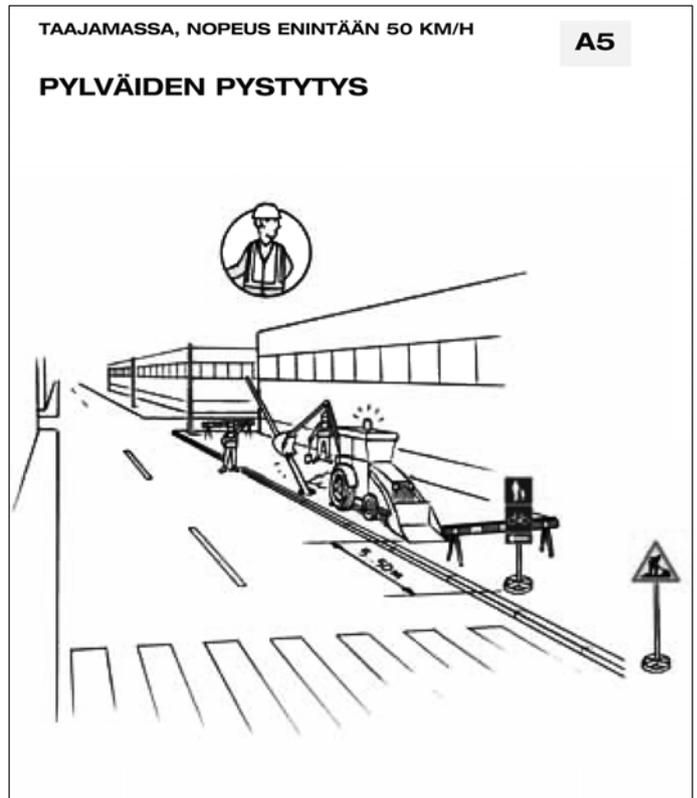


Рисунок 133. Монтаж опор в населенном пункте, максимальная скорость движения 50 км/час. (Организация дорожного движения при производстве сетевых работ, пример А5)

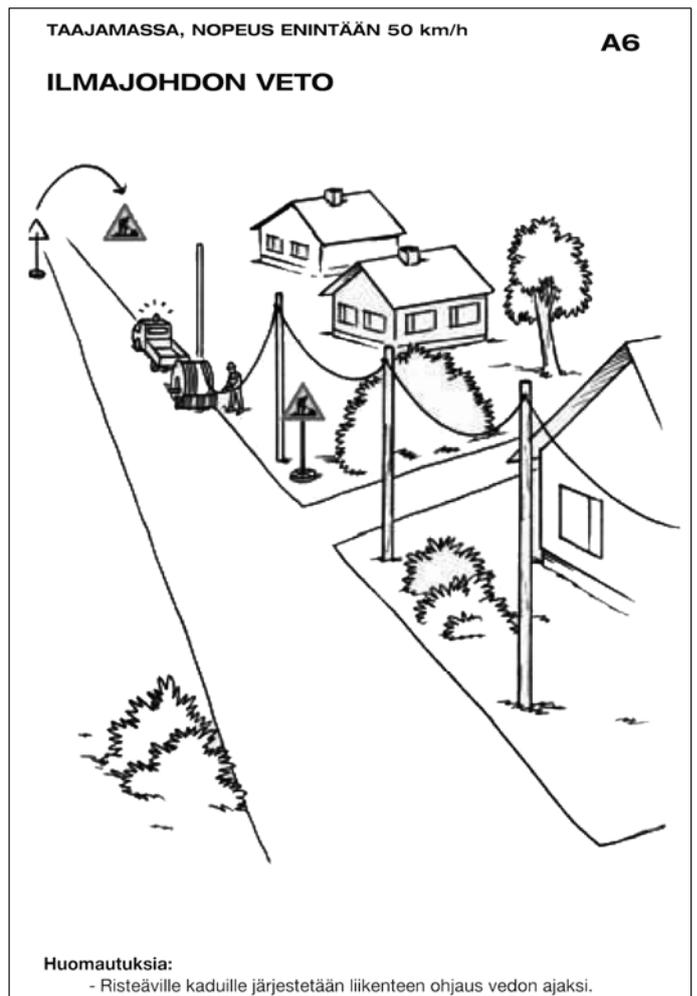


Рисунок 134. Проводка воздушной линии электропередачи в населенном пункте, максимальная скорость движения 50 км/час. (Организация дорожного движения при производстве сетевых работ, пример А6)

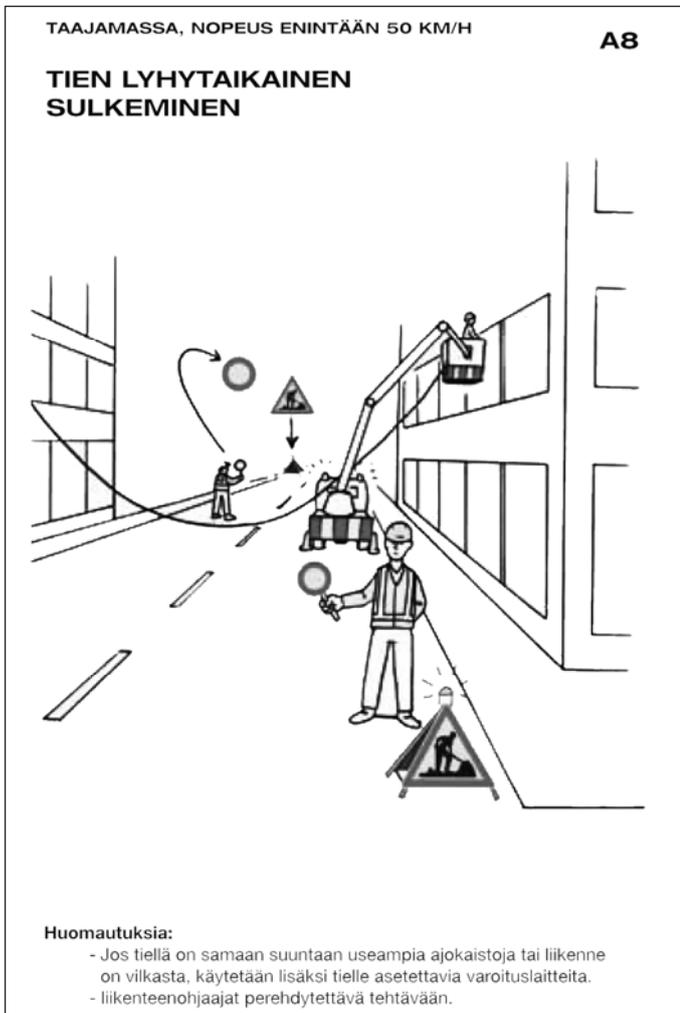


Рисунок 135. Краткосрочное перекрытие дороги в населенном пункте. Максимальная скорость движения 50 км/час. (Организация дорожного движения при производстве сетевых работ, пример А8)



Рисунок 136. Работы и рабочее транспортное средство за пределами проезжей части. (Организация дорожного движения при производстве сетевых работ, пример В1)



Рисунок 137. Краткосрочное перекрытие дороги за пределами населенного пункта. (Организация дорожного движения при производстве сетевых работ, пример В7)

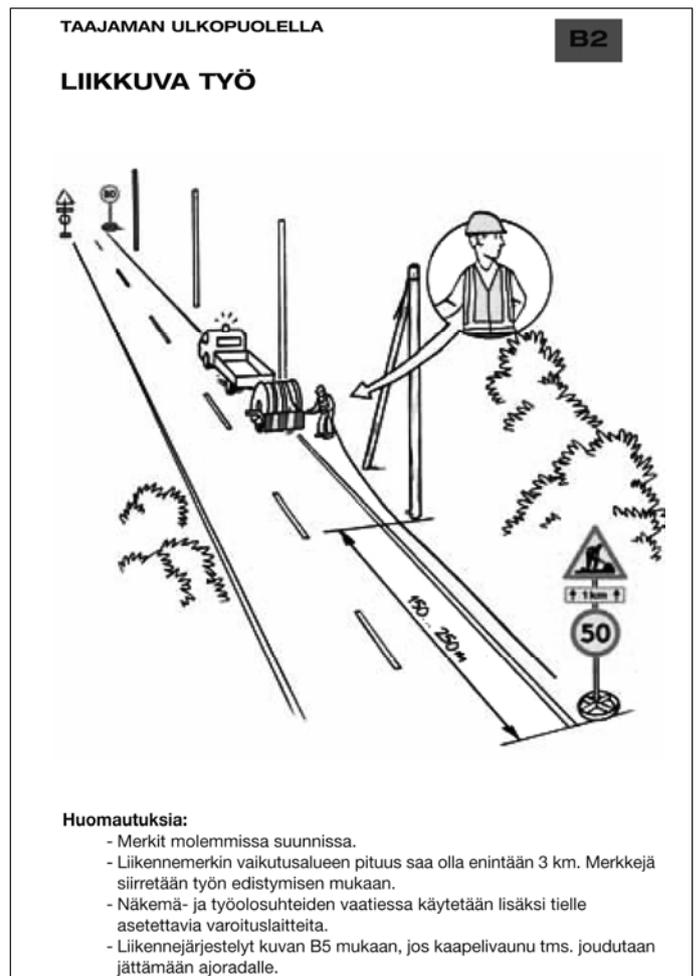


Рисунок 138. Работы по строительству воздушной линии электропередачи за пределами населенного пункта, перемещающиеся работы. (Организация дорожного движения при производстве сетевых работ, пример В2)

# 13. СЕТЬ СВЯЗИ

## 13.1. Общая информация

Сегодня для поддержания связи при строительстве и обслуживании электросети используется широкая сеть мобильной связи.

У каждого прораба и монтажника есть телефон, по которому с ним можно связаться в любой момент.

Несмотря на общегосударственное распространение сети мобильной связи, энерготехнические предприятия имеют также свои сети связи, обеспечивающие поддержание связи в любых регионах их деятельности.

## 13.2. Радиотелефонная сеть

Радиотелефонная сеть энерготехнического предприятия обычно соответствует его территориальной организации.

На рабочем участке расположена опорная станция, зона слышимости которой распространяется на данный участок и опорные станции некоторых соседних участков. Здесь же находятся оснащенные телефонами механические транспортные средства, рабочие машины и пр. Бригады оснащены портативными радиотелефонами.

Сегодня на многих энерготехнических предприятиях с помощью приемников направленного действия создаются сети радиосвязи, охватывающие всю зону его деятельности. Наряду с ними сообщения передаются также с помощью общих устройств сети связи, например, телефонов GSM.

### 13.2.1. Передача сообщений по радиотелефону

Общераспространенной формой передачи сообщений является сеть «Simplex», по которой сообщения передаются поочередно только в одном направлении с применением, например, ручной кнопки переключения.

С целью обеспечения беспрепятственной связи и исключения замедляющих передачу сообщений факторов должны соблюдаться требования по эксплуатации сети, общих инструкций, условий, указанных в разрешении на эксплуатацию радиосети, и общих положений правовых актов, регулирующих передачу сообщений.

Надзор за устройствами и коммуникацией осуществляет Центр Национальной Администрации по телекоммуникациям.

Разрешение на право использования радиосети должно храниться в месте использования радиотелефонов.

Пользователь радиотелефона передает сообщение кратко и четко.

#### Обязанность соблюдения режима секретности

Пользователь радиоустановки обязан соблюдать режим секретности: лицо, принимающее не предусмотренное для него радиосообщение, не подлежащее общему разглашению, не вправе записывать, разглашать или использовать его содержание или информацию о его наличии в собственных интересах.

#### Надзор

Для владения и использования радиопередатчика нужно получить разрешение. Разрешение выдает Центр Национальной Администрации по телекоммуникациям.

Уполномоченные Центром Национальной Администрации по телекоммуникациям инспекторы осуществляют надзор за соблюдением требований постановлений, касающихся радиоустановок и их применения, а также рассматривают проблемы, связанные с радиопомехами.

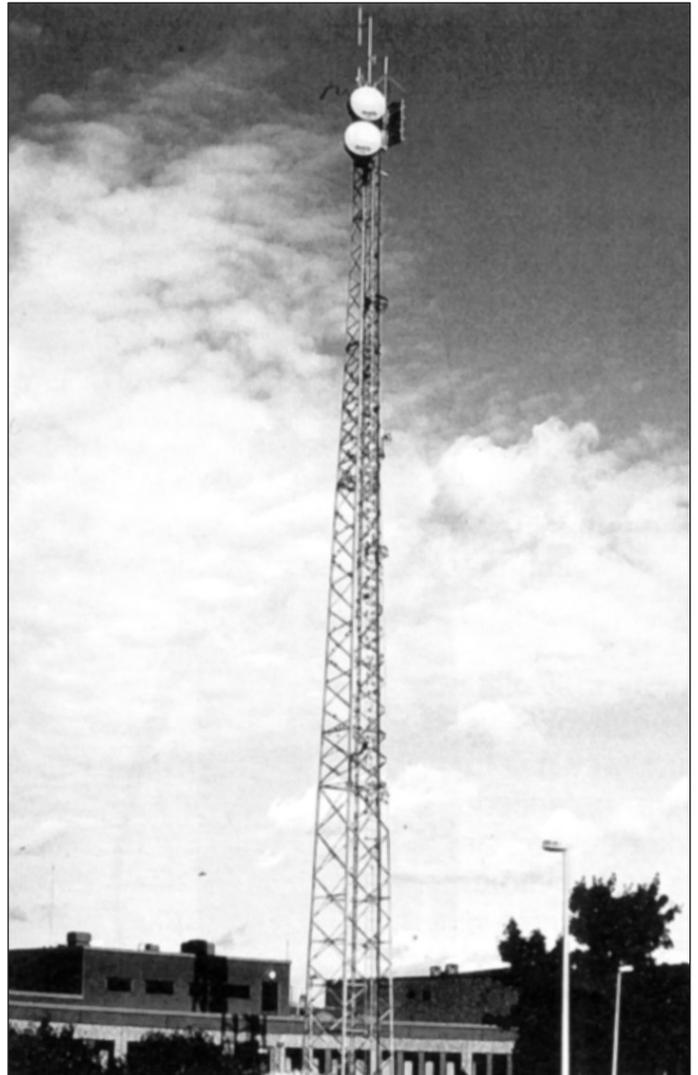


Рисунок 139. Радиотелефонная вышка электрической станции – самая высокая часть сети связи.

Инспектор имеет выданное Центром Национальной Администрации по телекоммуникациям удостоверение с фотографией.

#### Код станции

Применение верного кода станции гарантирует оперативную передачу сообщения и является обязательным согласно регламенту радиосети.

Кодом станции может быть один из следующих:

- название станции
- название места расположения станции
- название/ имя пользователя станции
- официальный регистрационный признак станции
- какой-либо иной легко идентифицируемый, характерный для данной станции признак.

Т.к. передатчик радиотелефона набирает полную мощность через некоторое время после нажатия кнопки отправки сообщения, то вначале следует выждать несколько секунд и начать сеанс связи словом «в н и м а н и е».

Пример вызова

ВНИМАНИЕ, КАУКО КЕТТУНЕН, ВНИМАНИЕ, КАУКО КЕТТУНЕН, ОТСО РАУХАНЕН ВЫЗЫВАЕТ ПО КАНАЛУ ДВА, СЛУШАЮ.

Пример ответа

ВНИМАНИЕ ОТСО КАРХУНЕН, КАУКО КЕТТУНЕН СЛУШАЕТ, СЛУШАЮ.

Следует заметить, что одновременно по этому же каналу могут поступать и другие сообщения, которых отправитель сообщения не слышит, но получатель слышит. В таком случае через устройство получателя доносятся одновременно сообщения двух станций, которые невозможно четко расслышать. Поэтому позывные следует терпеливо повторить через некоторое время.

В конце сеанса связи следует четко сообщить о завершении сеанса и высвобождении канала, например, воспользовавшись выражением "конец связи".

### 13.2.2. Эксплуатация и обслуживание радиотелефона

Общая информация

Устройства управления современным радиотелефонным оборудованием являются простыми. Портативные радиотелефоны имеют небольшие размеры и помещаются в карман. Настройки, требующие знания в области радиотехнологии, осуществляются посредством автоматики. Пользователь должен включить и выключить телефон, выбрать нужный канал и настроить громкость голоса и шумогаситель.

Пользователь должен уметь пользоваться также микрофоном, антенной и менять источник питания.



Рисунок 140. Портативный радиотелефон.

### 13.3. Передача сообщений по мобильному телефону

Передача сообщений при строительстве и эксплуатации электросети осуществляется в основном по мобильному телефону. Телефонная связь устанавливается между двумя телефонами, и она не нарушается другими сообщениями, как это бывает при использовании радиотелефона.

Позвонив в коммутационный центр, по согласованному телефону можно подключиться к телефонной линии коммутационного центра и прослушать все сообщения.

Главной задачей пользователя мобильного телефона является обеспечение достаточной зарядки аккумулятора мобильного телефона при отправлении на работу. При необходимости с собой следует взять заряженный запасной аккумулятор.

# 14. ОСНАЩЕНИЕ ОПОР

## 14.1. Этап оснащения опоры

На опоры с целью подвеса проводов и кабелей устанавливаются траверсы, поддерживающие крюки и пр. арматура. Оснащение опор, как правило, целесообразно производить до их установки, тогда вместе с опорами вверх одновременно поднимается также монтажная арматура. На объектах, где, например, старая сеть препятствует монтажу оснащенной опоры, оснащение производится на установленной опоре.

## 14.2. Общие принципы оснащения опор

Оснащение опоры осуществляется с учетом ее возможной изогнутости. На прямом участке линии опора устанавливается так, чтобы наибольшая изогнутость была однонаправлена с линией. Угловые и концевые опоры должны устанавливаться так, чтобы создаваемое проводами тяжение было направлено на выпрямление изгиба опоры.

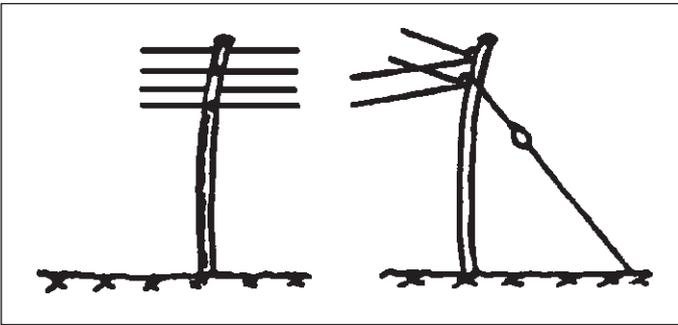


Рисунок 141. Расположение изгиба опоры.

## 14.3. Оснащение опоры до установки

С целью оснащения вершины опоры ее необходимо немного приподнять, воспользовавшись, например, легкой монтажной подставкой или бугром на местности, камнем, деревом или аналогичным предметом.

Далее нужно проверить изгиб приподнятой опоры, осмотрев ствол от вершины до пяты, и выбрать направление установки опоры. При необходимости опору можно повернуть с помощью специального воротка или топора, воткнув его в торец опоры и повернув за рукоятку.

После этого производится высверливание отверстий для поддерживающих крюков и пр. арматуры в соответствии с чертежами опор. Последовательность сверления определяется арматурой опоры. Вначале высверливаются отверстия и устанавливаются крюки по одну сторону опоры. Затем опору поворачивают с целью обеспечения удобства сверления отверстий и установки крюков по другую сторону опоры.

При сверлении отверстий под арматуру необходимо тщательно проследить за тем, чтобы размещаемая с одной стороны опоры арматура располагалась на одной прямой и перпендикулярно по отношению к направлению линии электропередачи.

От корректности монтажа арматуры зависит также корректность внешнего вида линии электропередачи.

В опоре нужно высверлить сквозные отверстия для крепления траверсы. В зависимости от конструкции траверсы расположенную под траверсой поверхность опоры иногда приходится подравнивать топором.

Затяжка крепежных болтов производится предусмотренными для данной цели ключами. В процессе затяжки нужно проследить за корректностью установки прокладок.

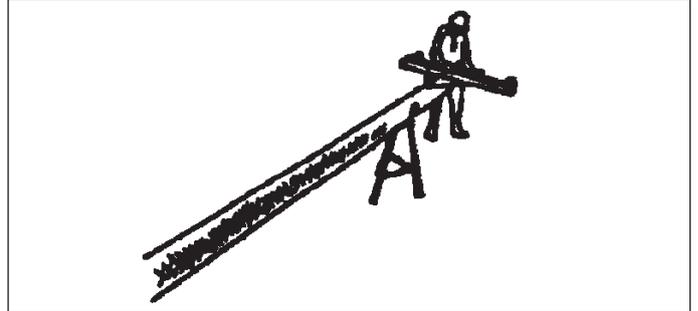


Рисунок 142. Оснащение опоры на земле.

Последним на вершину опоры устанавливается защитный наголовник.

В процессе оснащения опор может возникнуть потребность для их подъема или перемещения без применения механического оборудования, что требует владения правильными приемами подъема. Неверно произведенный подъем может повредить спину.

Верное положение при подъеме опоры: удерживая опору как можно ближе к туловищу, выпрямить спину и произвести подъем за счет сильных мышц ног. При осуществлении подъема нужно напрячь мышцы живота и задержать дыхание, что снимает лишнюю нагрузку на позвоночник.

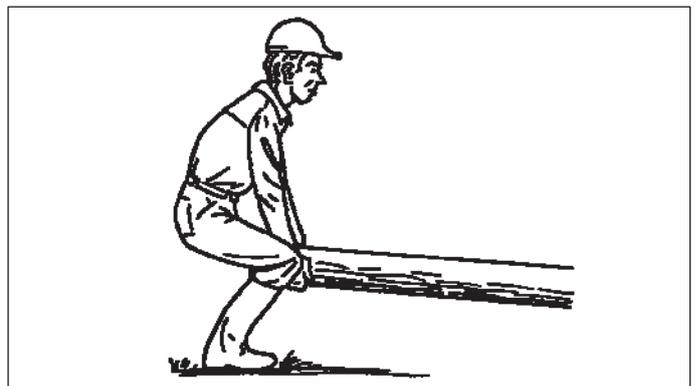


Рисунок 143. Верное положение туловища при подъеме опоры.

При выполнении подъема необходимо обратить внимание на следующее:

- обувь должна предотвращать поскользывание
- правильное положение туловища при подъеме
- подъем должен в максимальном объеме производиться за счет широких мышц
- поворот должен выполняться ногами, а не спиной
- подъем запрещено осуществлять толчком или без подготовки.

Для подъема и переноса опоры можно воспользоваться, напр., клещевым захватом для бревен.

#### 14.4. Оснащение опоры после установки

Оснащение опоры после установки выполняется обычно при обновлении опор, переоснащении или изменении старых линий.

Монтажник сам поднимает необходимые инструменты и арматуру на опору. Для инструментов и арматуры желательно иметь отдельный поясной карман или сумку. На объектах с большим количеством арматуры комплект арматуры можно оставить на земле и после завершения сверления поднять его на опору за веревку.



Рисунок 144. Оснащение на опоре.

Для сверления опор используются качественные исправные сверла.

В сложных случаях монтажа работа выполняется двумя монтажниками, из которых один, например, удерживает в процессе монтажа траверсу на месте. Для удобства монтажа можно воспользоваться крепящимся к вершине опоры складным блоком, позволяющим с помощью каната или лебедки поднимать с земли или опускать на землю траверсы или другую арматуру. Сегодня все чаще пользуются также подъемные устройства.

#### 14.5. Инструменты для оснащения

Сверла по дереву нужны для высверливания отверстий описанным выше образом. При хранении сверл необходимо проследить, чтобы они не затуплялись в результате истирания о другие инструменты.

Используемый для оснастки опор комплект сверл монтажника может состоять, например, из следующих размеров: 13, 16, 19, 22, (26 и 30) мм.

Для высверливания отверстий в опорах используются сверла с приводом от двигателя внутреннего сгорания или аккумулятора.

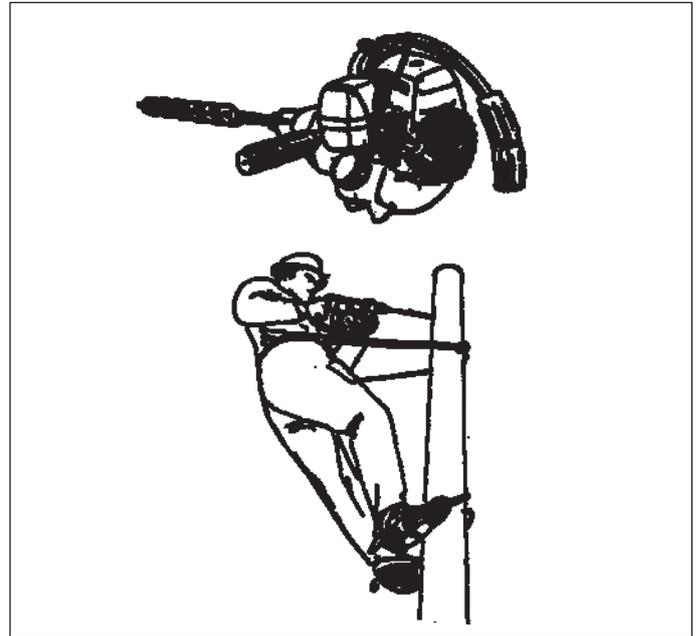


Рисунок 145. Сверлильная машина с двигателем внутреннего сгорания и высверливание отверстий в опоре.

#### 14.6 Подъем на опору и выполнение работы на опоре

Большинство монтажных работ в сети воздушных линий электропередачи производится на опорах. Часть работ выполняется вручную из подъемных клетей, а часть – непосредственно на опорах.

Основой безопасного выполнения труда являются исправные монтерские когти и предохранительный пояс, за исправность которых монтажник отвечает лично.

Подъем на опору



Рисунок 146. Исправность монтерских когтей и предохранительного пояса проверяется ежедневно.



Рисунок 147. Монтерские когти надежно крепятся к прочной обуви. Предохранительный пояс крепится к поясу монтажника. При необходимости используются поддерживающие пояс наплечные лямки или жилет.



Рисунок 149. После выполнения пары шагов проверить прочность крепления пояса, для чего нужно резко опереться на пояс.

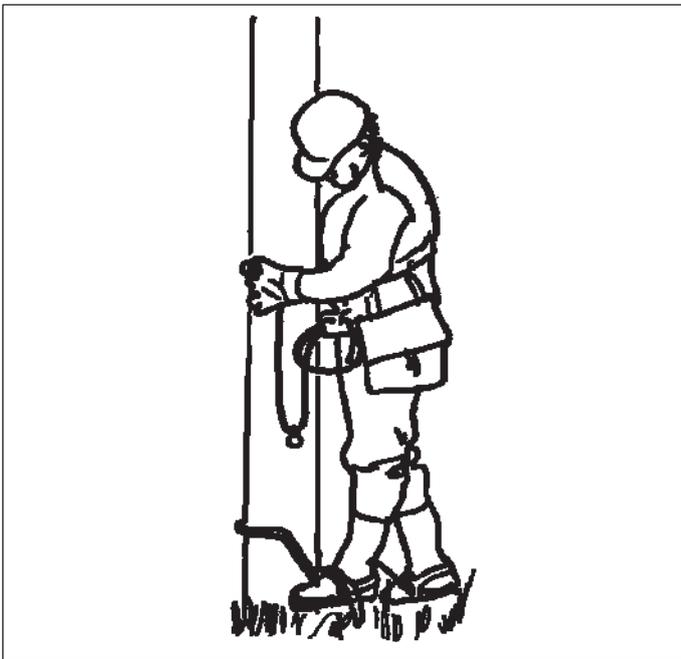


Рисунок 148. Перед подъемом опору необходимо обхватить стропом предохранительного пояса и зафиксировать строп. Сегодня при выполнении работ на опорах рекомендуется пользоваться двумя стропами.



Рисунок 150. Подъем продолжать короткими шагами с выпрямленной спиной, удерживая колени максимально близко к опоре.



Рисунок 151. Во время подъема одной рукой следует придерживать за строп предохранительного пояса.

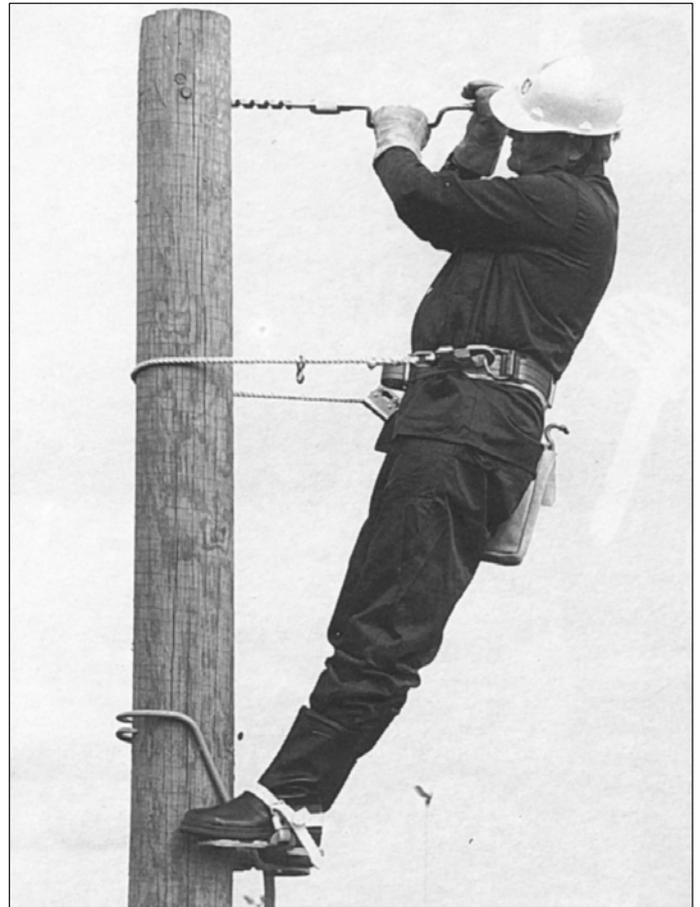


Рисунок 153. Положение монтажника на опоре должно быть таким, чтобы обе руки были свободными для выполнения рабочих операций. Строп нужно уже на земле отрегулировать с учетом выполняемых на опоре рабочих операций.



Рисунок 152. Если во время подъема строп приходится переносить через препятствие, то вначале через препятствие переносится один строп и крепится к предохранительному поясу, и только после этого отсоединяется второй строп в нижней части препятствия. Во время переноса стропов монтажник должен прочно опираться на монтажные когти.



Рисунок 154. Спуск с опоры осуществляется также короткими шагами.



*Рисунок 155. Строп отсоединяется только на земле.*



*Рисунок 156. При переходе на следующую опору монтажные когти снимаются с обуви, поскольку перемещение на монтажных когтях является опасным, и вызывает растягивание ремней монтажных когтей.*

# 15. УСТАНОВКА ОПОР

## 15.1. Механическая установка опор

### 15.1.1. Величина заглубления опоры

Достаточная величина заглубления опоры при механической установке должна немного превышать величину заглубления при установке опоры вручную.

Чтобы не измерять глубину каждого монтажного котлована, можно воспользоваться стандартными размерами глубины с заданными размерными пределами:

Таблица 21. Общие рекомендации для механической выемки грунта (RJ 18:94).

Грунт	Максимальная высота опоры	Глубина выемки
Твердый грунт	15 м	2 м
Грунт средней твердости	12 м	2 м
Грунт средней твердости	15 м	2,5 м
Мягкий грунт	14 м	2,5 м

- Глубина котлована должна быть уточнена отдельно, если
- длина опоры превышает указанные выше размеры
  - указанные выше размеры невозможно обеспечить из-за скалистого грунта
  - опора является толстомерной (класс опоры 4 или двойная опора).

### 15.1.2. Ригели опоры

Установленные без фундамента опоры, как правило, оседают с течением времени глубже в землю. С целью предотвращения оседания под опоры устанавливаются специальные конструкции - ригели, распределяющие нагрузку на более широкую площадь грунта. В зависимости от характера грунта такие фундаментные ригели особенно важны для угловых и концевых опор.

Конструкции ригелей

Используются следующие конструктивные решения ригелей:

1. Анкерная плита HL 43 (SFS 2648) устанавливается на дно монтажного котлована опоры ровной поверхностью вверх. Площадь плиты прим. 0,15 м<sup>2</sup>.

Таблица 22. Выбор ригеля (RJ 18:94).

Оттяжки		Тип ригеля и длина боковой стороны деревянной ригеля (B) мм			
В целом мм <sup>2</sup>	25 мм <sup>2</sup> Fe шт.	Твердый грунт	Грунт средней твердости	Мягкий грунт	Очень мягкий грунт
		Промежуточная опора	0	без ригеля	без ригеля
25	1	"	"	HL 43	600
50	2	"	"	600	1000
75	3	"	HL 43	800	1300
100	4	HL 43	HL 43	800	1300
125	5	HL 43	HL 43	1000	1600
150	6	HL 43	HL 43	1000	1600

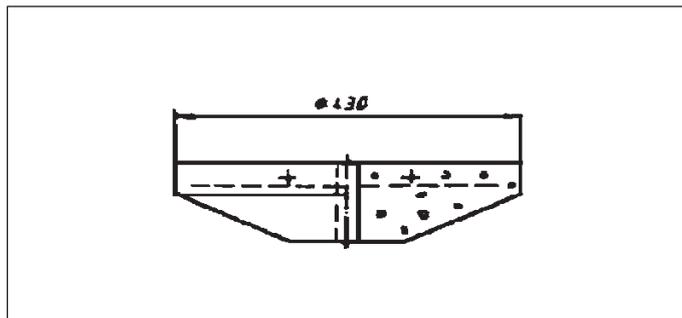


Рисунок 157. Анкерная плита HL 43.

2. Анкерная плита HL 60 или бетонная плита 700x700 мм.

3. Деревянный ригель, выполненный из обрезков опоры. Размер «B» (600...1600 мм). Для удобства монтажа опор на низкой местности крепление ригеля к пята опоры производится до ее установки.

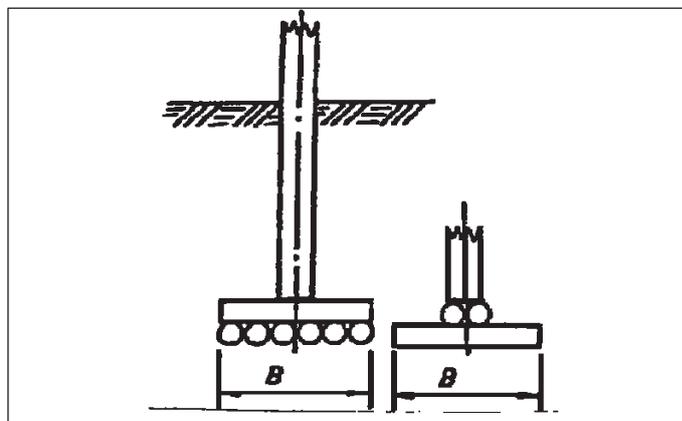


Рисунок 158. Деревянный ригель, выполненный из обрезков опоры.

Применение ригелей

Размер ригеля выбирается, исходя из характера грунта и вертикального усилия, направленного на опору. Пригодный для вертикального усилия размер равен сумме сечений тросов оттяжек опоры (или 25 мм<sup>2</sup> на количество тросов оттяжек из Fe).

Выбор ригеля производится на основании следующей таблицы:



Рисунок 159. Экскаватор для установки опор.

Замечания:

- При установке промежуточных опор в мягкий грунт ригели используются лишь в том случае, если оседание опоры приводит к появлению существенных помех (напр., вершина одной опоры оказывается значительно выше вершин соседних опор, в результате чего существенно увеличивается провес).
- В показателях сечения и числа оттяжек не учтены оттяжки с незначительной нагрузкой.
- При очень мягком характере грунта наряду с ригелем или вместо него обычно используются другие конструкции, например, болотные опоры.

### 15.1.3. Установка опор с помощью экскаватора

Бригада экскаваторщиков может состоять из двух человек, из которых один является водителем, а второй – оснастчиком опор. Если оснастка опор выполняется до их установки, работа может производиться одним работником.

Для данной работы применяются колесные или гусеничные экскаваторы. Ковш экскаватора оснащен грейфером для захвата опоры при подъемных работах. В некоторых экскаваторах используется дополнительный манипулятор, удерживающий опору в вертикальном положении при засыпке монтажного котлована.

В процессе установки опор экскаватор передвигается в направлении линии. Подъезжая к свае, указывающей место установки опоры, экскаватор устанавливается так, чтобы выемка котлована и монтаж опоры можно было осуществить без дополнительного перемещения экскаватора. Центральная ось экскаватора должна находиться в центре оси линии электропередачи. Данный способ работы предполагает, что опоры были доставлены и складированы в четко заданном месте.

Выемка котлована для установки опоры начинается с перемещения столба опоры на расстояние прим. 1 м от центральной оси в направлении от экскаватора.

Вынутый грунт размещается как можно ближе к котловану на противоположной стороне от опоры. Вынутые из грунта камни размещаются отдельно от рыхлого грунта. В случае наличия снежного покрова вначале нужно ковшом расчистить участок для котлована и вынимаемого грунта. Выемка грунта производится с обеспечением минимального поперечного сечения котлована.

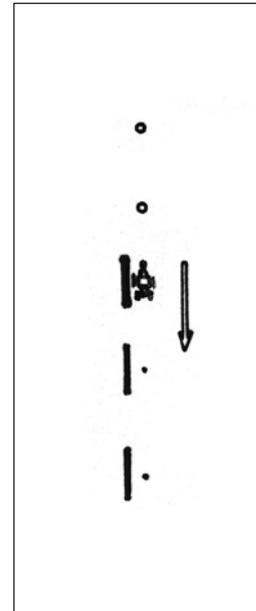


Рисунок 160. Направление движения экскаватора по линии.

Глубина котлована должна соответствовать указанным выше в таблице значениям.

С целью измерения глубины котлована стрелу экскаватора желательно оснастить измерительной шкалой. В местах с очень твердым грунтом глубина котлована может быть на 10 % меньше, а в местах с мягким грунтом котлован должен быть на 10 % глубже. Более значительные отклонения с точки зрения проекторочных значений опор не допускаются.



Рисунок 161. Контроль глубины котлована при установке опоры.



*Рисунок 162.  
Экскаватор захватывает опору грейфером и поднимает ее.*

Оснащение устанавливаемой опоры производится либо во время выемки, либо до выемки грунта на земле, и оснащенная арматурой опора устанавливается в котлован.

Производится контроль глубины котлована и подготовка к установке опоры. Экскаватор захватывает опору грейфером и поднимает ее в котлован.

После надлежащей установки опоры в котлован начинается засыпка котлована. Экскаватор поддерживает опору вспомогательным захватом, в силу чего засыпка котлована может осуществляться механически.

Вспомогательный захват отсоединяется от опоры после ее надежной установки и проверки того, что опора не нуждается в поддержке.

После предварительного заполнения котлована необходимо проверить, расположена ли арматура в нужном направлении и нужно ли повернуть опору с помощью воротка. Заполнение и уплотнение котлована производится ковшом экскаватора трамбованием.



*Рисунок 163. Удержание опоры во время заполнения котлована.*



*Рисунок 164. Весь вынутый грунт засыпается в котлован и уплотняется.*

Экскаватор сгребает боковой поверхностью ковша грунт в котлован и при необходимости перемещает его ковшом также на другую сторону котлована.

С целью повышения плотности грунта, края котлована можно разрушить ковшом экскаватора и затем плотно утрамбовать ковшом более обширный участок.

Проверить вертикальность положения опоры. Закрепить и установить необходимые оттяжки.

Рабочий участок очистить, образовавшиеся в процессе оснащения опор бумажные отходы рассортировать и утилизировать.

Весь металлолом вывезти с монтажного участка. Засыпанный землей металлолом может в процессе последующих работ подняться на поверхность.

Пластиковые отходы запрещено оставлять на местности.



*Рисунок 165. Обработка грунта вокруг опоры.*

Установка опор вручную описана в главе 28 «ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ НА СТАРОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ».

# 16. МОНТАЖ ОТТЯЖЕК

## 16.1. Основы монтажа оттяжек для опор

### 16.1.1. Определение направления оттяжки

Наклоняющие опоры усилия, обусловленные закрепленными на них проводами, уравниваются оттяжками. Наклоняющее опору усилие преобразуется в растягивающее оттяжки и сжимающее опору усилие. Оттяжки ответвительной и концевой опор направлены против линии. Оттяжка анкерной опоры направлена против линии с повышенным весом.

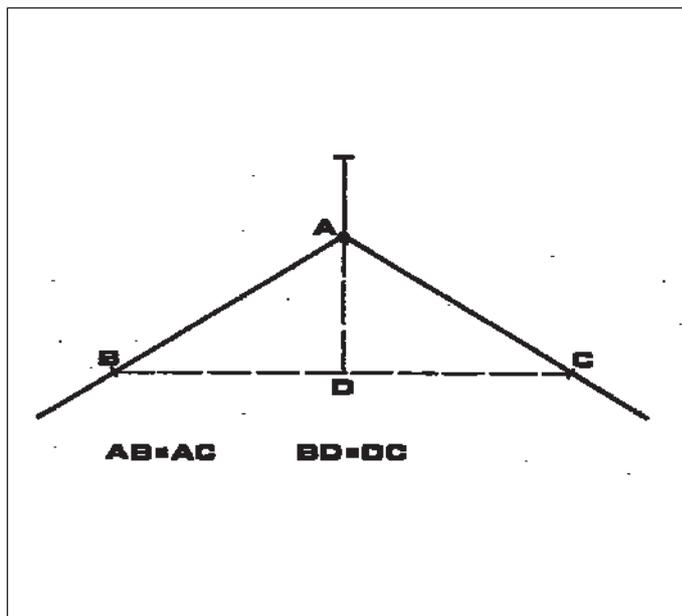


Рисунок 167. Расположение оттяжки на угловой опоре, когда сечение провода неизменно.

Для определения направления угловой оттяжки нужно из угла отмерить одинаковые отрезки в направлении обеих линий  $AB = AC$ . Затем разделить отрезок «BC» на два, получаем точку «D». Прямая «DA» показывает направление оттяжки.

В случае изменения сечения проводов в качестве длины отрезков «AB» и «AC» угловой опоры используются размеры, соответствующие гололедной нагрузке, соотнесенной к тяжению троса. На линиях АМКА в качестве размеров ориентировочного метода можно воспользоваться также соотношением сечений несущего троса.

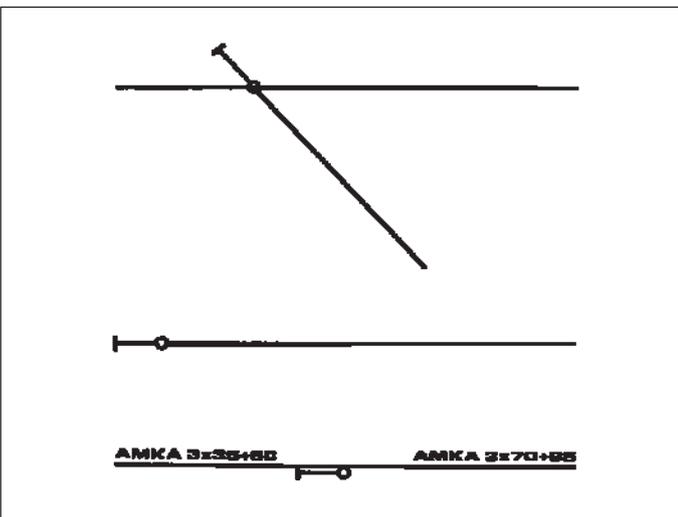


Рисунок 166. Расположение оттяжек на ответвительной, концевой или анкерной опорах.

На угловой опоре направление оттяжки можно определить измерениями.

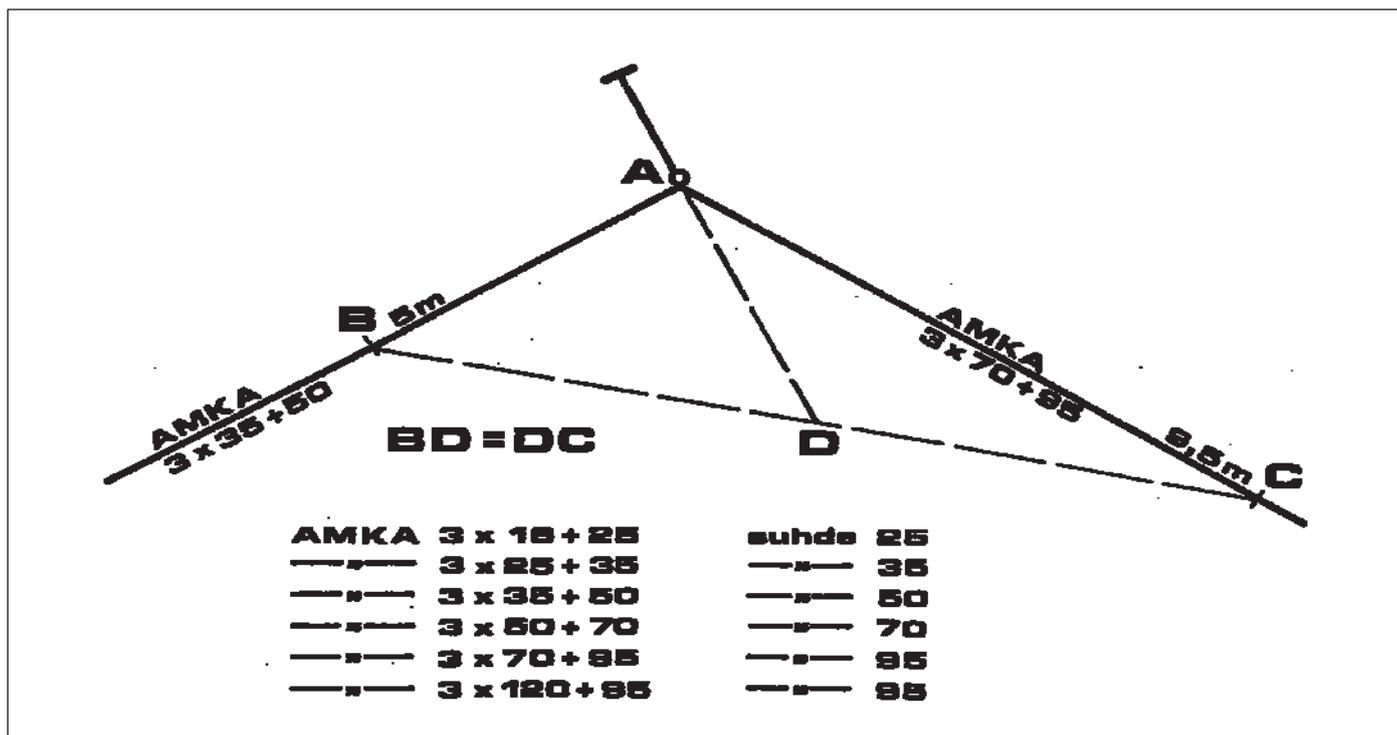


Рисунок 168. Определение направления оттяжки угловой опоры линии АМКА при изменении сечения провода.

В случае крепления нескольких проводов на одну опору и одну высоту направление оттяжки определяется, исходя из направления проводов и тяжения троса, покрытого гололедом.

Определение направления оттяжки усложняется разностью направлений суммы векторов между тяжением монтажных тросов и тяжением тросов, покрытых гололедом. Это проявляется в ответвительных и угловых опорах при изменении сечений проводов. Особенно четко различия заметны в линиях с проводами АМКА, и в небольшой степени – в линиях с неизолированными или защищенными изоляцией проводами.

Например, направление оттяжки представленной на рисунке ответвительной опоры, рассчитанное на основании гололедных нагрузок, составляет  $133^\circ$ , тогда как, будучи рассчитанным на основании монтажных нагрузок результат равен  $154^\circ$ . Разность направления оттяжки размером прим. в  $20^\circ$  приводит к наклону опоры и неравномерному распределению нагрузок линий, либо при монтаже, либо при гололеде, в зависимости от того, на основании каких условий определялось направление оттяжки. Наклон опоры можно предотвратить, установив две оттяжки, но это обычно связано с проблемами, как ограниченности отведенного под линию пространства, так и внешнего вида опор.

Чтобы определить направление оттяжки на основании чертежа, необходимо рассчитать направление линии по показаниям компаса или размер угла в градусах. Направление линии можно определить с помощью ручной буссоли, нивелира или редукторного тахеометра.

В полевых условиях размер угла можно рассчитать с помощью метода, основанного на измерении длины, представленного при рассмотрении темы проектирования на местности.

Угловая нагрузка и тяжение ответвительной линии угловой ответвительной опоры линии высокого напряжения (конструкция с оттяжками) уравниваются отдельными оттяжками в силу разности высот мест крепежа. Угол и ответвление линии низкого напряжения также уравниваются разными оттяжками.

### 16.1.2. Наклон оттяжки и угол развертывания

Влияние наклона оттяжки

Увеличение резкости наклона оттяжки повышает направленную на оттяжку и опору нагрузку. Рекомендуемый наклон оттяжки обычно составляет 1:1, при котором величина наклоняющего усилия и сжимающего опору усилия одинакова. Воздействующее на оттяжку усилие при наклоне 1:1 составляет прим. 1,4 x наклоняющее усилие.

Наклон оттяжки  $K = a/b$

$K = \frac{\text{Высота установки оттяжки на опору}}{\text{Расстояние анкера оттяжки до опоры}}$

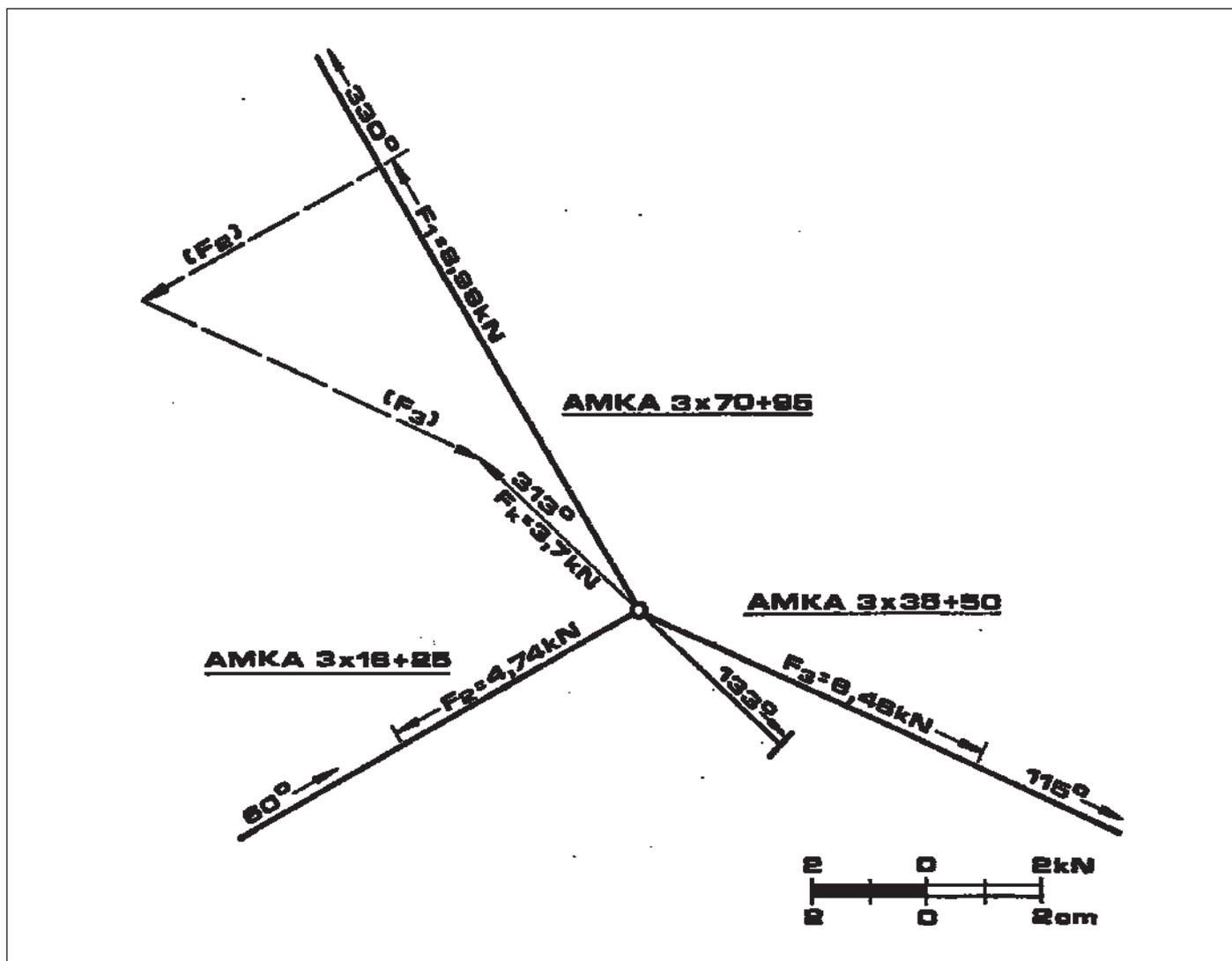


Рисунок 169. Определение нагрузки наклона и направления оттяжки для угловой ответвительной опоры.

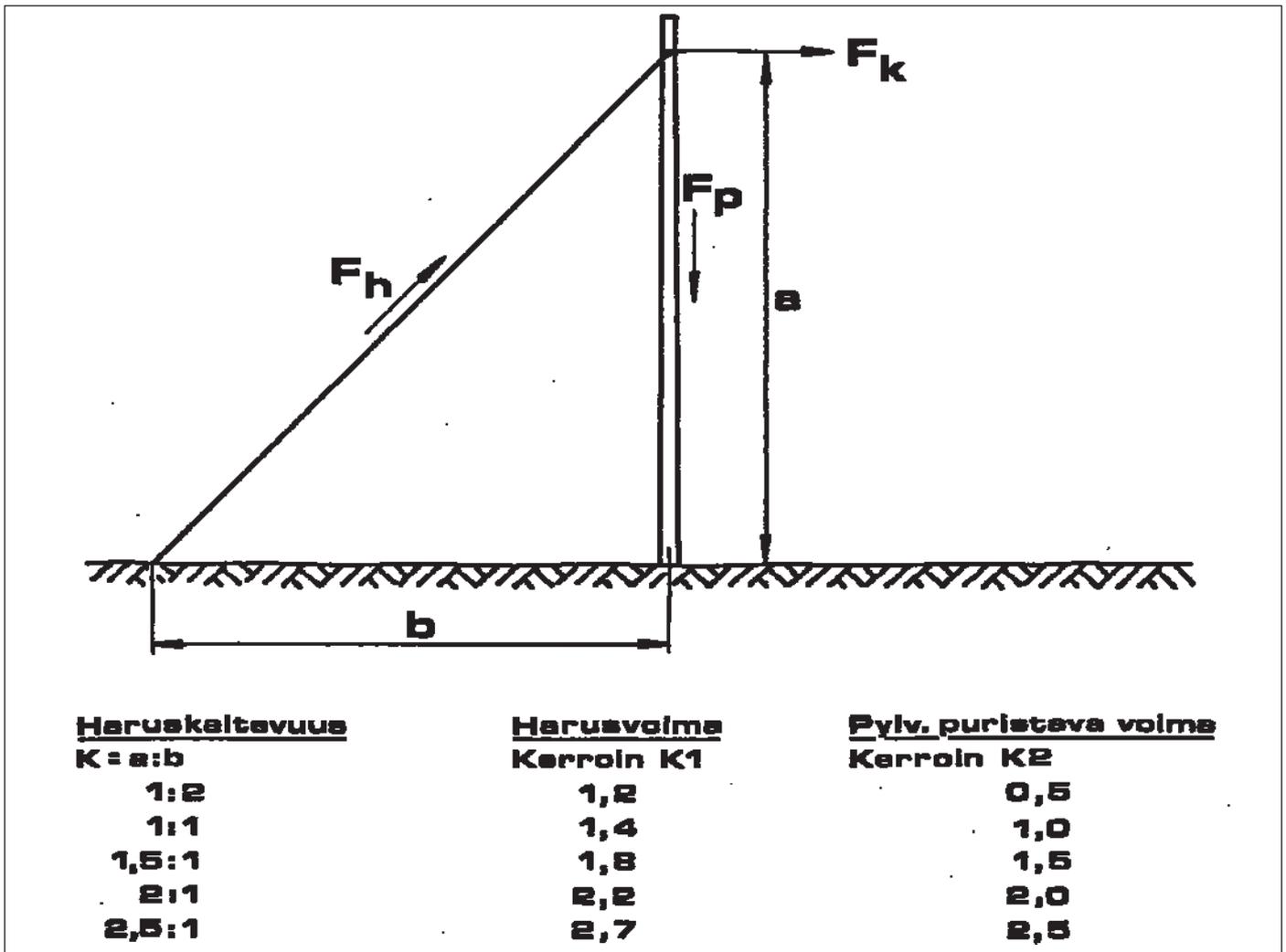


Рисунок 170. Влияние наклона оттяжки на тяжение оттяжки и сжимающее опору усилие.

#### Параллельные анкера оттяжек

В зависимости от величины тяжения оттяжки зачастую приходится устанавливать оттяжки с двумя или несколькими анкерами. Номинальное расстояние между анкерами составляет 3/4 длины заглубления.

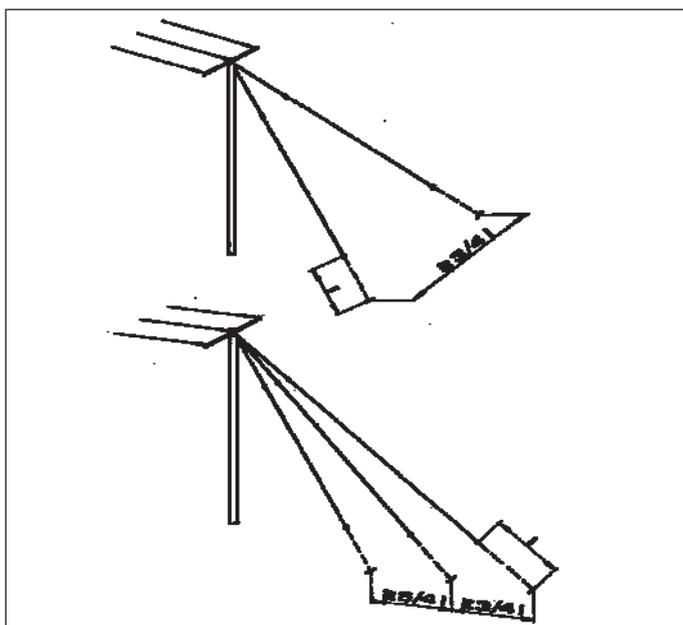


Рисунок 171. Расположение параллельных анкеров оттяжек.

#### 16.1.3. Обозначение места расположения анкера оттяжки

Место наносится так, чтобы расстояние отметки анкера оттяжки до опоры равнялось расстоянию «b», которое задается выбранным наклоном оттяжки. Анкер оттяжки укладывается в землю за нанесенной отметкой таким образом, чтобы петля плиточного болта устанавливалась на уровне отметки оттяжки.

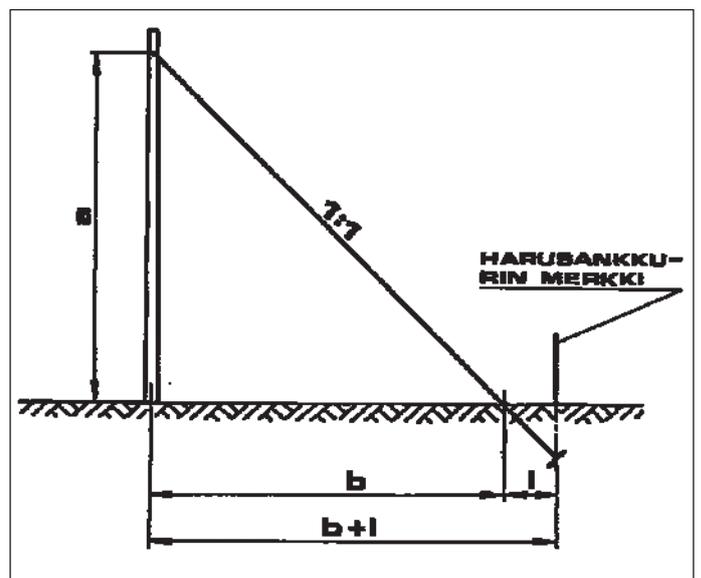


Рисунок 172. Обозначение места расположения анкера оттяжки.

#### 16.1.4. Трос оттяжки

В качестве троса оттяжки используется стальной трос с горячеоцинкованным покрытием, материал троса - Fe 130. Сечение общераспространенных тросов оттяжки составляет 25 мм<sup>2</sup>, но может быть и больше. Допустимая нагрузка троса 25 мм<sup>2</sup> составляет 17,5 кН.

#### 16.1.5. Свойства грунта

Стойкость анкерной оттяжки

При рассмотрении стойкости подземной части оттяжки нужно различать два момента:

- механическая прочность анкерной плиты и плиточного болта с кольцом, конструкция которых соответствует требованиям стандарта и допускает нагрузку 35 кН
- нагрузка, допускаемая грунтом, окружающим конструкцию анкерной плиты, которая в дальнейшем называется допустимым для анкерной плиты оттяжки тяговым усилием.

При определении допустимого для анкерной плиты тягового усилия грунт подразделяется на две основные группы: связный грунт (глинистый грунт) и несвязный грунт (песчаный грунт).

Связный грунт ведет себя как тесто, и на анкерной плите не создается достаточной нагрузки.

Поэтому в связном грунте сложно обеспечить усилие 35 кН, тогда как в несвязном грунте (HL 43) это возможно за счет заполнения из морены и карьерного камня.

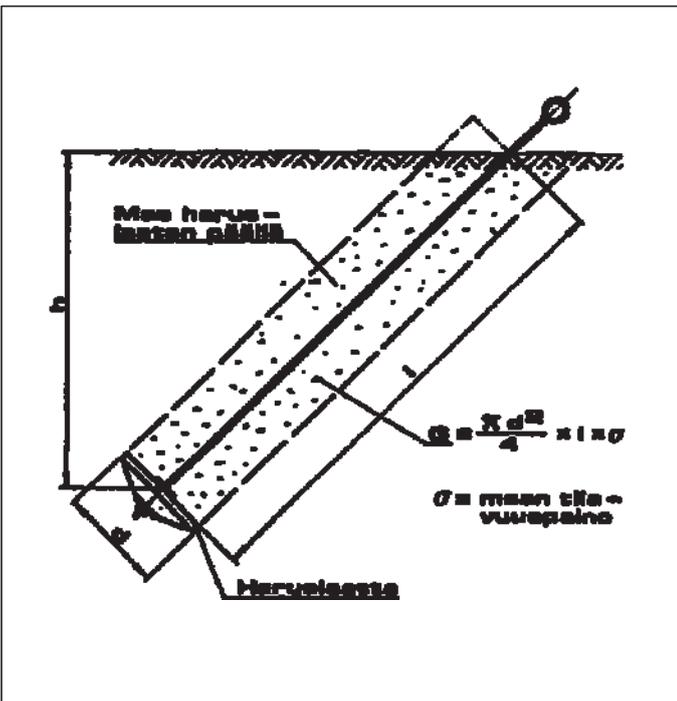


Рисунок 173. Вес грунта, расположенного на анкерной плите.

Анкер в виде ствола опоры

В мягком грунте, а также в других случаях допускается применять нестандартизированные анкеры в виде стволов опоры. На некоторых энергетических предприятиях в качестве допустимого тяжения оттяжки используется 35 кН. Это позволяет при определенных условиях достигать трехкратной стойкости в сравнении с анкером HL 43.

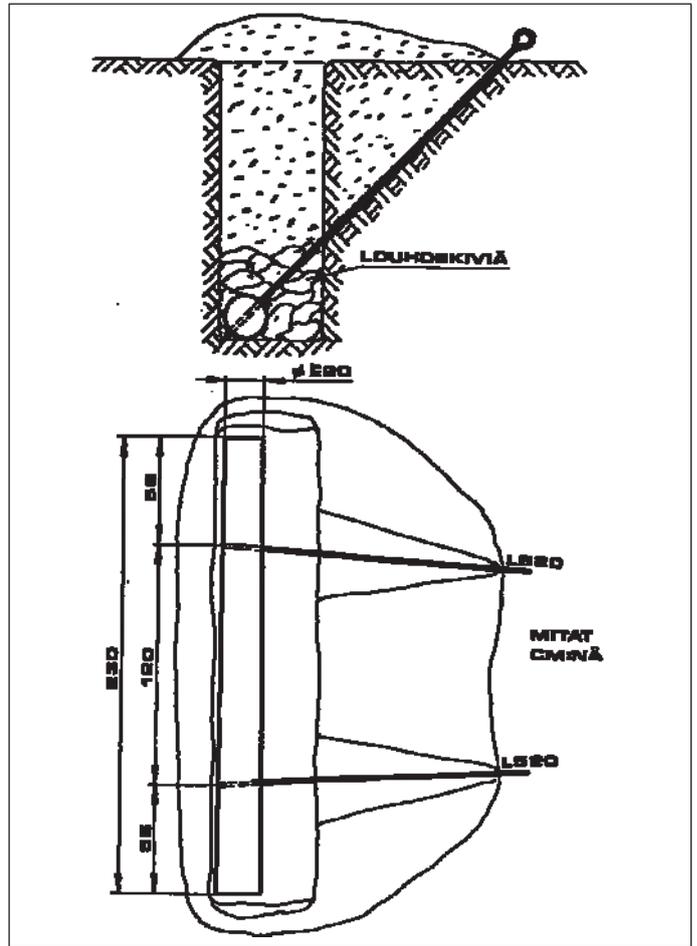


Рисунок 174. Анкер в виде ствола опоры

#### 16.2. Реализация на практике

##### 16.2.1. Устанавливаемый в грунт анкер оттяжки

Предпосылками создания прочного анкера оттяжки являются знание свойств грунта, обеспечение надлежащего размера котлована, а также тщательное уплотнение грунта и камней при засыпке котлована. Выемка грунта котлована производится с сохранением максимальной целостности стенки со стороны опоры и выполнения лишь небольшого углубления с целью обеспечения однонаправленной с оттяжкой установки плиточного болта.

В случае заполнения котлована землей достаточной шириной котлована является ширина, необходимая для размещения анкерной плиты. Анкерная плита устанавливается вблизи от края котлована со стороны опоры, и при заполнении котлована грунт тщательно уплотняется трамбованием.

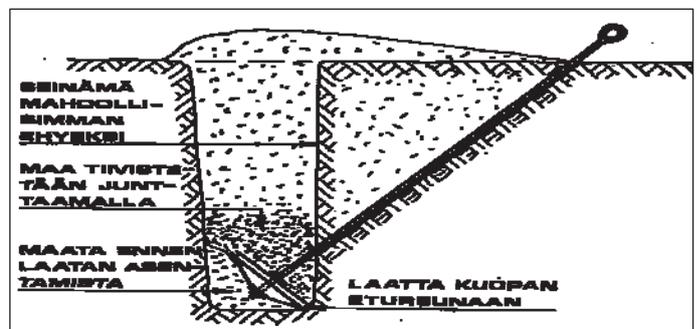


Рисунок 175. Уложенный анкер оттяжки, засыпка котлована землей.

В случае недостижения достаточной стойкости анкерной плиты за счет засыпки котлована землей, стойкость можно повысить засыпкой из карьерного камня; слишком маленькие по размеру круглые камни не значительно повышают стойкость анкерной плиты. В случае применения засыпки из камней размер котлована для установки анкера оттяжки должен быть достаточно большим, чтобы необходимое количество камней уместилось между анкерной плитой и расположенной со стороны опоры стенкой котлована. Анкерная плита устанавливается к заднему краю котлована в соответствии с рисунком 175, и на плиту насыпается слой грунта толщиной 5 см, на который плотно укладываются камни.

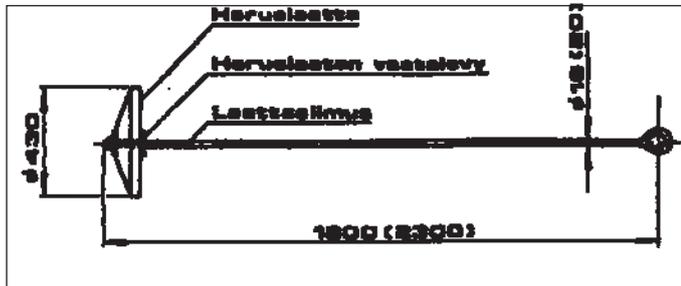


Рисунок 176. Стандартная арматура для укладки анкера оттяжки в землю. Соответствующие стандарту конструкция и размеры анкера.

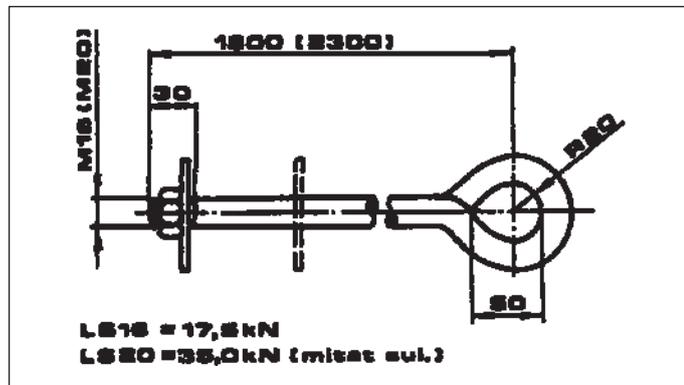


Рисунок 177. Плиточный болт с кольцом LS 16(20) (SFS 2656)

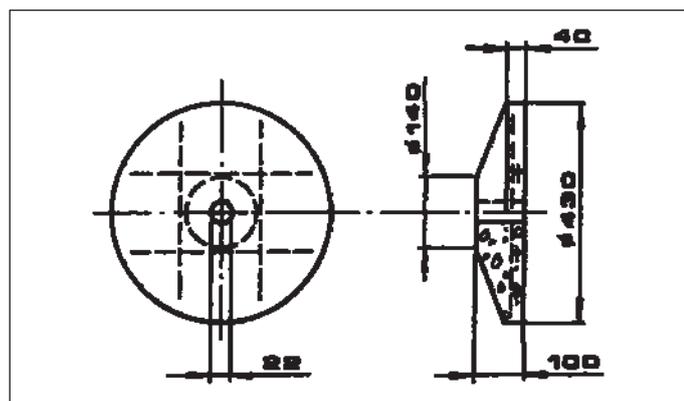


Рисунок 178. Анкерная плита HL 43 (SFS 2648)

Установка анкера оттяжки в мягкий грунт

Обеспечение необходимой стойкости стандартных анкеров в мягком грунте связано с серьезными трудностями. В таком случае в качестве анкера можно воспользоваться уложенным в грунт стволом опоры.

Выемка котлована производится с сохранением максимальной целостности стороны тяжения. На ствол опоры укладывается карьерный камень и засыпается вынутый из котлована грунт (см. рисунок 174).

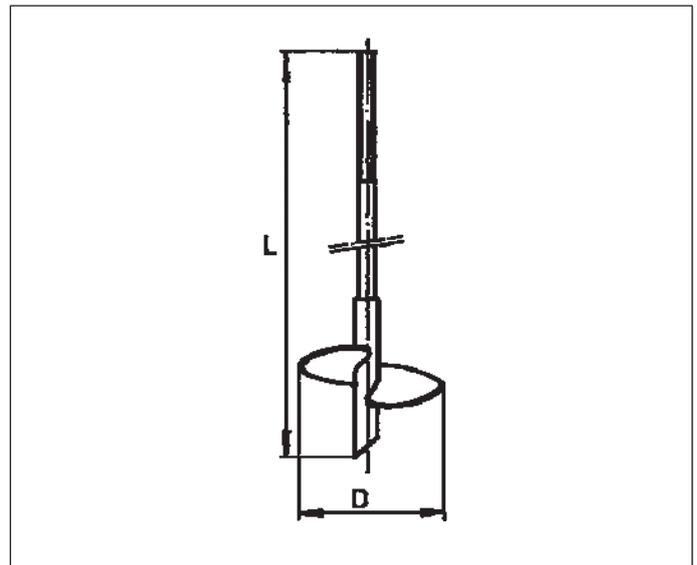


Рисунок 179. Винчиваемый анкер оттяжки.

Ввинчиваемый анкер оттяжки подходит для установки без засыпки из камней.

### 16.2.2. Скальный болт с кольцом

При анкерке оттяжки в скалу или камень используется скальный болт с кольцом. Болт крепится клиньюми в высверленное в скале отверстие, диаметр которого на 2 мм больше диаметра болта и глубина на 10 - 20 мм больше длины стержня болта. В случае недостаточной длины отверстия болт изогнется, в случае же избыточной длины отверстия клин не сможет достаточно расправить головку болта, и он не удержится в грунте. Направление отверстия должно быть выбрано так, чтобы болт устанавливался в нем под углом 15 - 45 градусов по отношению к оттяжке.

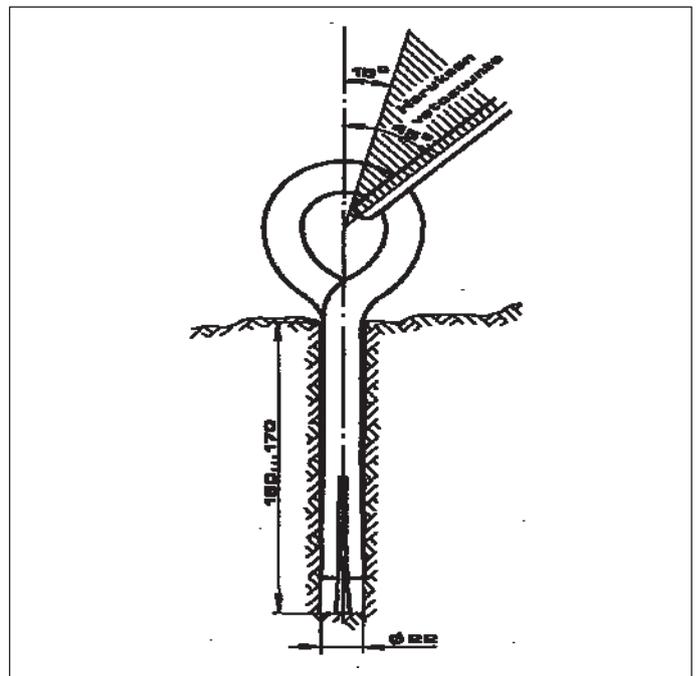


Рисунок 180. Крепление скального болта с кольцом в скалу.

Максимальная допустимая нагрузка скального болта с кольцом KS 20 составляет 17,5 кН, в случае повышенного тяжения оттяжки используются параллельные болты. Минимальное расстояние между параллельными болтами должно быть не менее 500 мм.

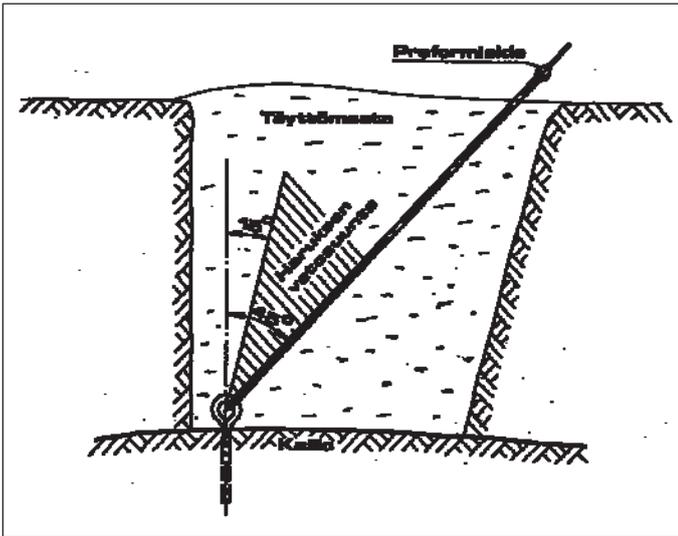


Рисунок 181. Монтаж соединительного стержня или скального болта и удлинительной штанги.

В случае установки скального болта в расположенную под землей скалу необходимо обеспечить соединение троса оттяжки на поверхности земли. Для этого можно воспользоваться удлинительной штангой необходимой длины.

Стандартная арматура скального анкера:

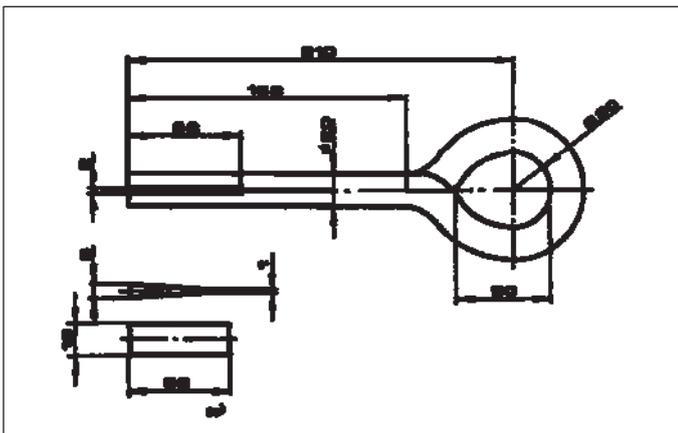


Рисунок 182. Скальный болт с кольцом KS 20 (SFS 2654).

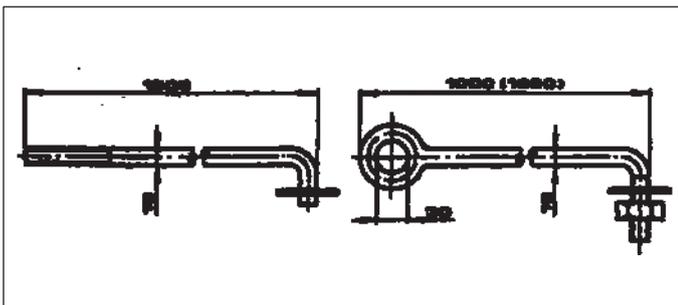


Рисунок 183. Соединительный стержень KJS 16 (SFS 2655).

### 16.2.3. Изолятор оттяжки и крепление троса оттяжки к изолятору

С оттяжками используются изоляторы 20 кВ Н 24. Прочность изолятора Н 24 составляет 35 кН, поэтому к нему можно подсоединить два 25 мм<sup>2</sup> троса оттяжки.

Один трос крепится к изолятору с помощью предварительно напряженной концевой вязки или клиновидного анкерного зажима с гибкой крепежной скобой.

Крепление изолятора оттяжки выполняется таким образом, что концевые вязки или аналогичные крепежные устройства продеваются сквозь изолятор в положении «накрест», что препятствует разрыву оттяжки в случае возможного повреждения изолятора (см. рисунок 186).

При использовании предварительно напряженной концевой вязки обвязка начинается с участка, указанного на вязке цветными точками; при маленьком изоляторе - с ближней точки, и при Н 24 - с дальней точки.

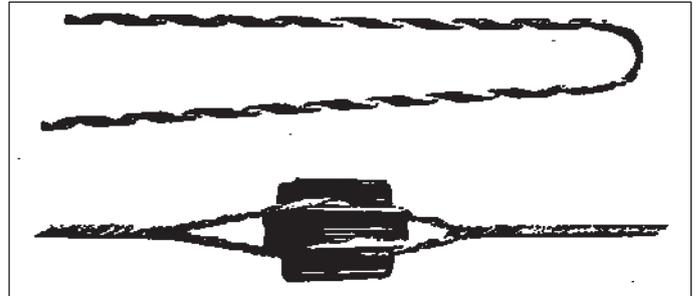


Рисунок 184. Предварительно напряженная концевая вязка и закрепленный вязкой изолятор оттяжки.

В случае применения клиновидного анкерного зажима и гибкой крепежной скобы прямо обрезанный трос оттяжки продевается сквозь клиновое гнездо анкерного зажима, гибкая крепежная скоба продевается сквозь отверстие изолятора и устанавливается на соединительное кольцо.

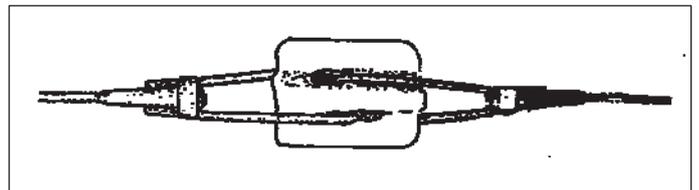


Рисунок 185. Изолятор оттяжки, закрепленный с помощью клиновидного анкерного зажима.

При закреплении двойного троса к изолятору трос проталкивается сквозь отверстия изолятора, верхние концы троса крепятся к опоре и нижние – к анкеру.

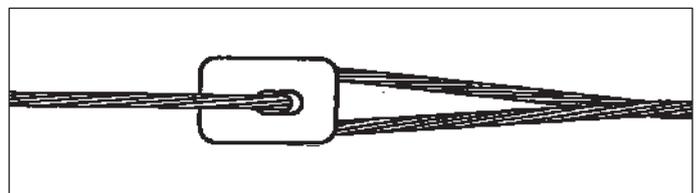


Рисунок 186. Изолятор оттяжки, закрепленный к двойному тросу оттяжки.

Крепление изолятора оттяжки к тросу производится таким образом, чтобы на линии высокого напряжения его расстояние до места крепления оттяжки к опоре составляло 3 м. Варианты размещения изолятора детально описаны ниже в примерах монтажа. Два параллельно используемых троса оттяжек следует свить вместе, чтобы при ветре не происходило их столкновения.

#### 16.2.4. Крепление верхнего конца оттяжки к опоре

Место крепления оттяжки к опоре должно быть выбрано с учетом минимизации изгибающего опорного момента. В точке крепления трос оттяжки два раза обвивается вокруг опоры и фиксируется с помощью замка крепления оттяжки.

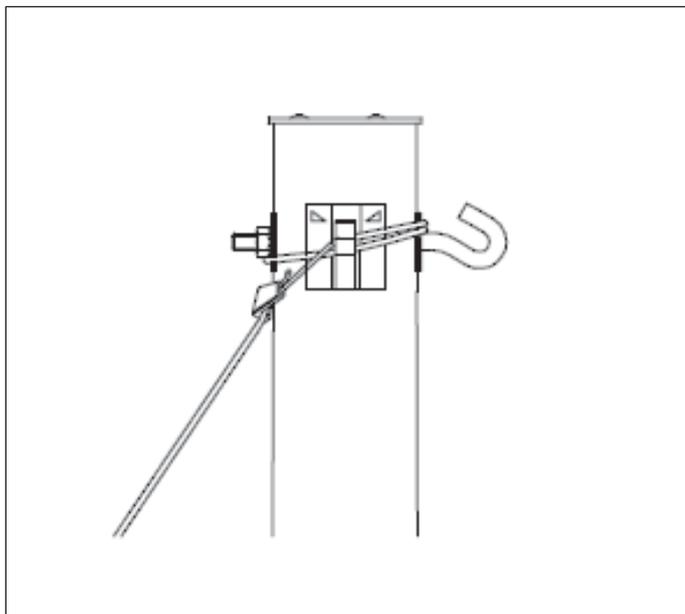


Рисунок 187. Фиксация оттяжки к опоре с помощью замка крепления оттяжки. (Onninen).

С целью предотвращения врезания троса оттяжки в ствол опоры, трос два раза обвивают вокруг вершины опоры и фиксируют металлическими скобами для верхней части оттяжки. В зависимости от ситуации используется 1-3 скобы.

Верхний конец оттяжки можно закрепить к опоре с помощью фиксирующей плиты и спирали со скобой. В данном случае необходимо проверить, чтобы проходящий сквозь опору болт достаточно прочными.

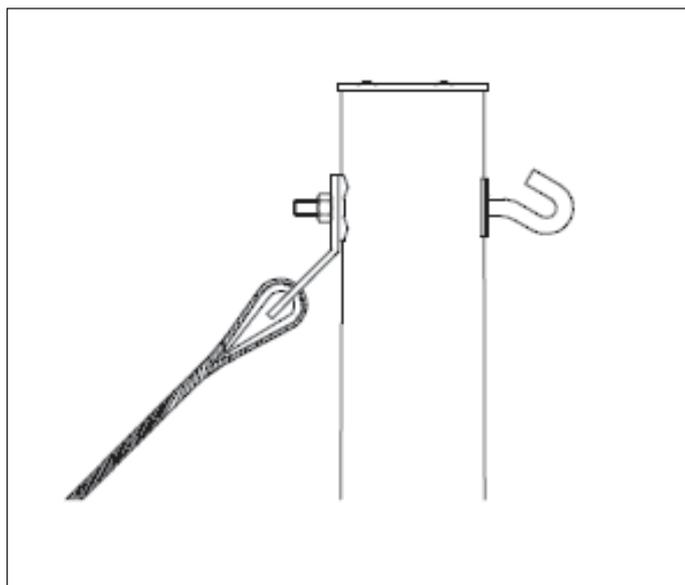


Рисунок 188. Крепление верхней части оттяжки с помощью фиксирующей плиты (Onninen).

#### 16.2.5. Крепление троса оттяжки к анкеру

Последним рабочим этапом установки оттяжек является крепление троса оттяжки к анкеру и его затяжка. Затяжка производится с обеспечением небольшого наклона опоры по направлению к оттяжке. Наклон опоры после затяжки провода не должен быть заметным, т.к. это ухудшает внешний вид опоры. Приемлемое отклонение от вертикали на относительно больших углах должно соответствовать толщине вершины опоры.

Крепление троса оттяжки к анкеру можно осуществить с помощью:

- натяжного устройства оттяжки
- предварительно напряженного концевой зажима
- клинового концевой зажима



Рисунок 189. Монтаж клинового концевой зажима на трос оттяжки.

#### 16.2.6 Ток оттяжки

В прибрежных зонах, грунт которых хорошо проводит ток, и других местах выполняется изоляция натяжного устройства оттяжки от анкерной плиты с целью предотвращения коррозии, возникающей между электродами заземления и анкерными стержнями в силу воздействия тока оттяжки.

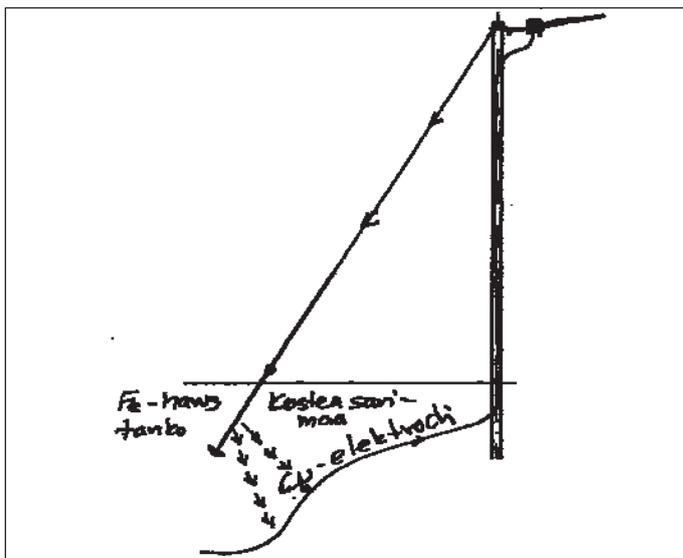


Рисунок 190. Контур электрической цепи оттяжки.

Анкерный стержень, расположенный рядом с ним медный электрод заземления и влажный грунт, выступающий в качестве электролита, образуют в силу разницы напряжения между железом и медью электрическую пару. Анкерный стержень выделяет железо, проникающее на поверхность медного провода заземления. Выделяющий металл анкерный стержень может с течением времени разрушиться в результате коррозии.

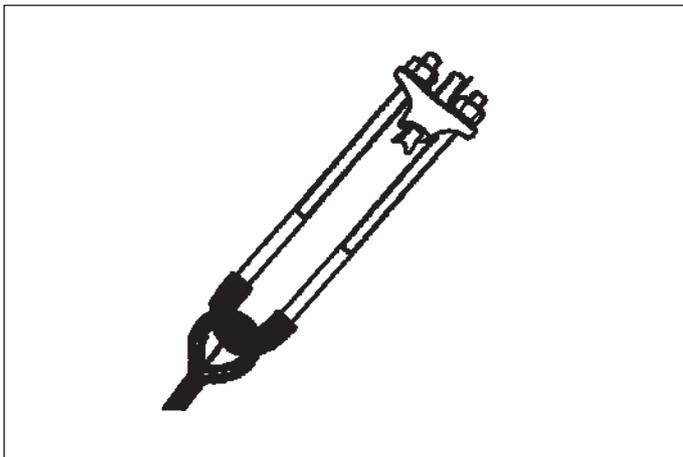


Рисунок 191. Отделение тока оттяжки с помощью изолированного ушка скобы зажима.

### 16.2.7. Маркировка оттяжки

С целью удобства идентификации оттяжки на ее нижний конец устанавливается обозначение оттяжки.

Стандарт SFS 2653 рекомендует использовать для обозначения оттяжки желто-черную атмосферостойкую пластмассовую трубку, которая состоит из поочередно установленных желтых, черных или только желтых элементов длиной 300-500 мм. На трос оттяжки наносится маркировка длиной не менее 2,5 м и высотой не менее 2 м от земли.

В случае применения покрытого черно-желтой пластиковой оболочкой троса оттяжки отдельной маркировки не требуется.

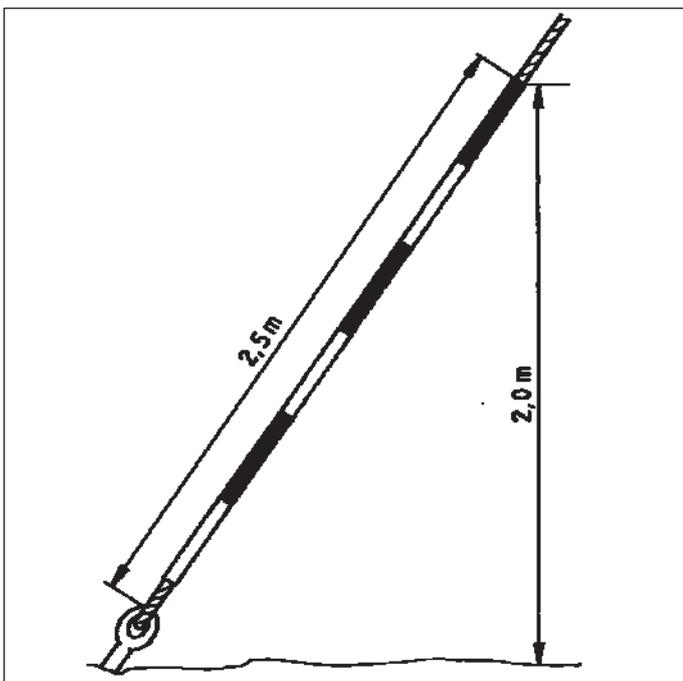


Рисунок 192. Маркировка оттяжки.

### 16.2.8. Примеры расположения изоляторов оттяжек

«VIM» определяет места расположения изоляторов оттяжек для разных опор. Основной принцип заключается в том, что расположенный вблизи высокого напряжения верхний конец оттяжки должен быть изолирован от соединенного с грунтом нижнего конца, и получающий в случае возможной неисправности напряжение верхний конец должен находиться на достаточном расстоянии до земли даже в случае возможного отсоединения нижнего конца оттяжки.

Установка оттяжек на угловую опору 20 кВ с поддерживающими траверсами

Оттяжка оснащается изолятором Н 24, который устанавливается обычно на оттяжку на расстоянии 3,0 м (монтажный размер) от ее верхнего конца.

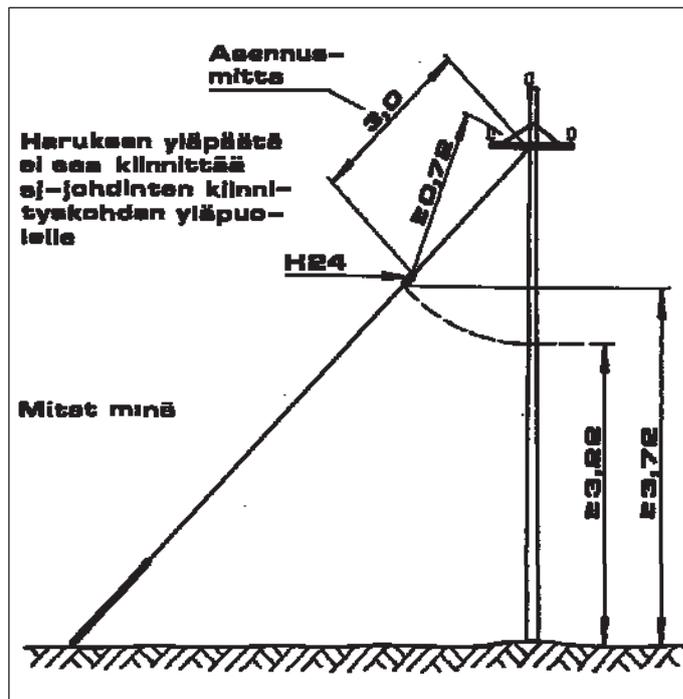


Рисунок 193. Расположение оттяжек на угловой опоре 20 кВ при поддерживающей траверсе.

С помощью такой установки обеспечивается следующее:

- изолятор расположен обычно на достаточном расстоянии от провода высокого напряжения (требуемый размер см. рисунок 193)
- изолятор не устанавливается обычно вблизи поверхности грунта (требуемый размер см. рисунок 193)
- если на опору позже крепится провод АМКА, нет необходимости менять расположения изоляторов.

С целью предотвращения установки изолятора вблизи грунта на низких опорах (длина над землей менее 8 м) монтажный размер 3,0 м должен быть уменьшен.

Установка оттяжек на общую опору 20 кВ с поддерживающими траверсами

Под общей опорой понимается опора, на которой наряду с неизолированным проводом напряжением 20 кВ установлен провод АМКА, провод низкого напряжения или оба провода. Оттяжка оснащается изолятором Н 24, который устанавливается, как правило, на высоту 3,0 м (монтажный размер) от верхнего конца оттяжки. Место установки следует уточнить, чтобы в случае отсоединения нижнего конца оттяжки изолятор оставался под проводом АМКА и проводом низкого напряжения.

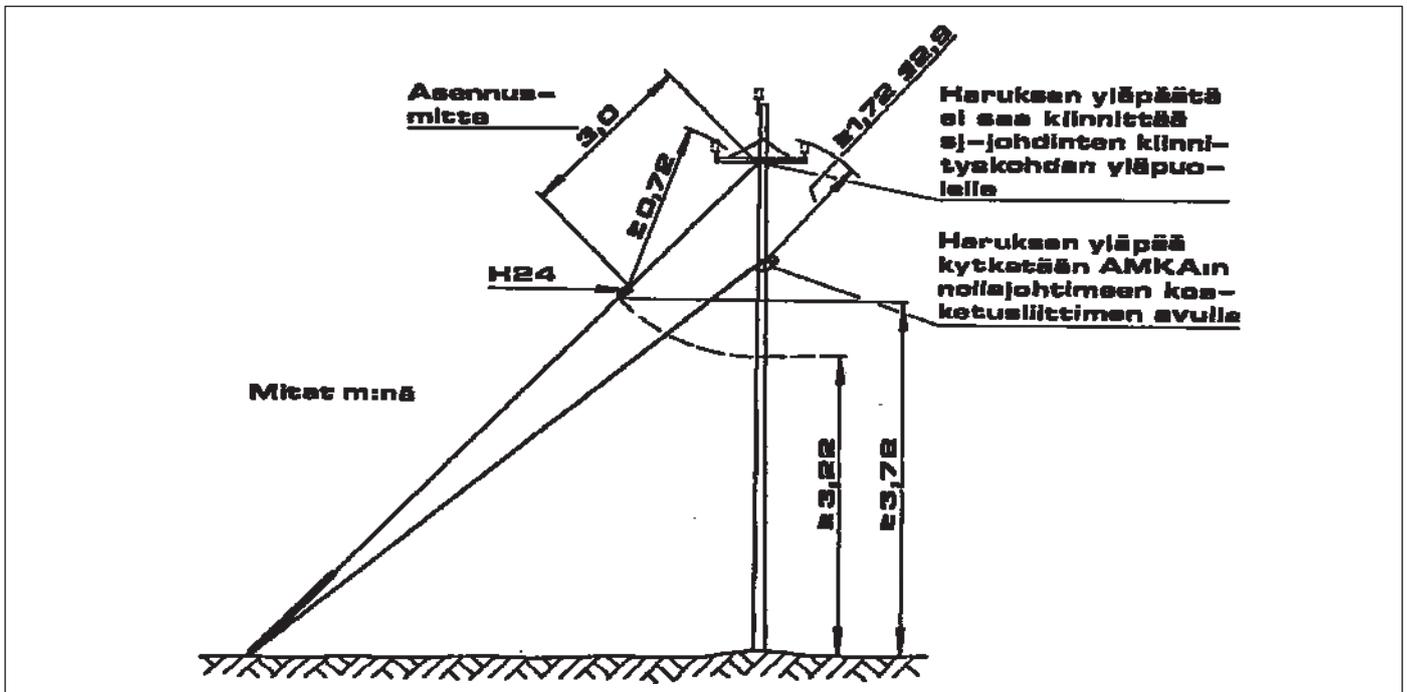


Рисунок 194. Расположение оттяжек на общей опоре 20 кВ при поддерживающей траверсе.

С помощью такой установки обеспечивается следующее:

- изолятор расположен достаточно далеко от проводов высокого напряжения (требуемый размер см. рисунок 194)
- изолятор не устанавливается обычно вблизи поверхности грунта (требуемый размер см. рисунок 194).

С целью предотвращения установки изолятора вблизи грунта на низких опорах (длина над землей менее 8 м) монтажный размер 3,0 м должен быть уменьшен.

В пункте 7.7.6 «Детальная информация о расчете размеров оттяжек» стандарта воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-3-7 сказано следующее:

#### «Fl.1 Заземление оттяжек

---

Изоляторы оттяжек должны устанавливаться так, чтобы в случае ослабления или отсоединения конца оттяжки со стороны анкера (обычно нижней части) расстояние до элемента под напряжением было не менее  $0,5 \text{ м} + D_{el}$ .

Расстояния изоляторов оттяжек до поверхности земли в нормальной ситуации должно быть не менее  $3,5 \text{ м} + D_{el}$ . Даже в случае ослабления или отсоединения оттяжки от ее нижнего конца расстояние нижней части изолятора до поверхности земли должно составлять не менее  $3,0 \text{ м} + D_{el}$ .»

### 16.3. Рабочие машины, применяемые для установки оттяжек

#### 16.3.1. Буровая машина для прочных пород

Для крепления конструкций линии к скале или камню применяются буровые машины, оснащенные двигателем внутреннего сгорания.

В процессе работы буровая машина врезается в грунт, прокручивает бур и продвигает буровое отверстие.

Топливом буровых машин служит бензино-масляная смесь, соотношение компонентов которой для каждой машины определяется отдельно. Перед применением смесь тщательно взбалтывается, т.к. несмешанное масло может закупорить каналы и привести к заклиниванию двигателя.

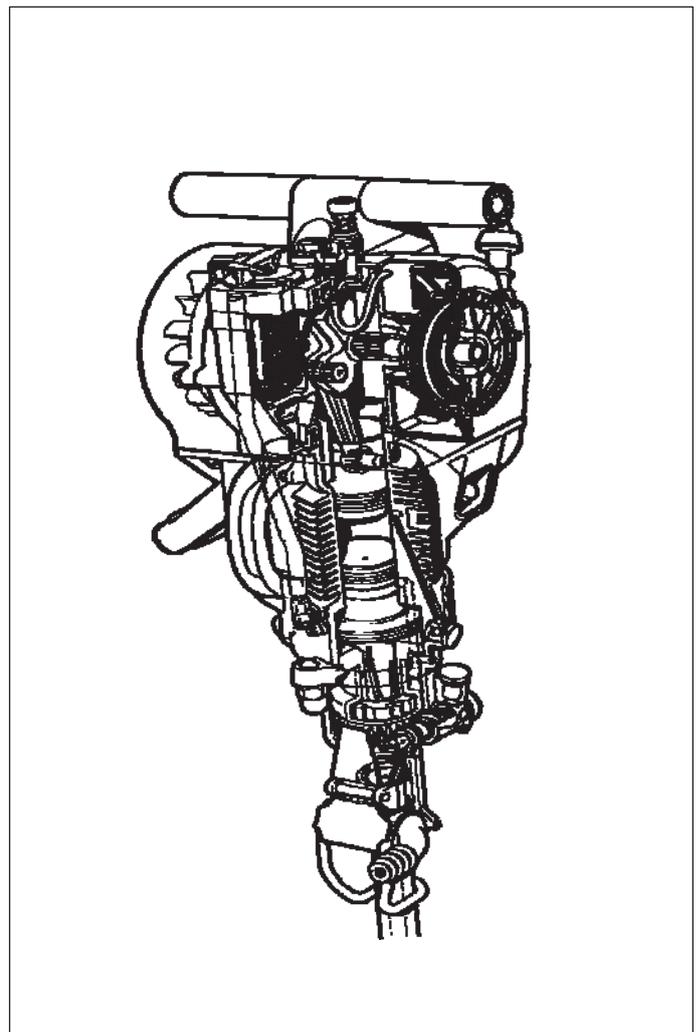


Рисунок 195. Разрез буровой машины.



Рисунок 196. Машина запускается без бура.

Запуск буровой машины осуществляется обычно без бура. В буровой машине используются буры, оснащённые твердосплавной пластинкой с продувным отверстием посередине.



Рисунок 197. Установка бура в машину.

**Бурение**  
Вначале машине дают вращаться на нормальных оборотах. Затем бур следует подпереть ногой и направить в нужную точку. В ходе первого бурения производится настройка подачи топлива.

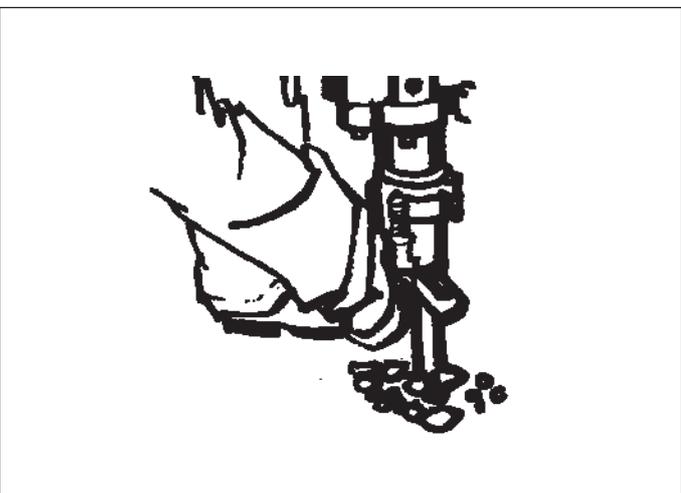


Рисунок 198. Поддержание бура ногой в начале процесса бурения.

Отверстия, производимые в процессе строительства линий электропередачи, должны быть заданной глубины, так, например, скальный болт не будет удерживаться в скале в случае превышения глубины предусмотренного для него отверстия, и крепежный клин не сможет в достаточном объеме расширить штырь болта. Поэтому на бур машины желательно нанести краской отметки глубины, способствующие производству отверстий нужной глубины.

Если, например, при строительстве фундамента глубина отверстий должна быть больше, то в машину устанавливается более длинный бур. Всегда желательно начинать бурение более коротким буром, заменяя его в процессе углубления отверстия на более длинный.

#### Другие возможности применения

Наряду с бурением буровая машина может использоваться для других целей:

- с помощью асфальтовых буров производятся отверстия в асфальтовом покрытии улицы
- с помощью специальных грунтовых клиньев производится долбление промерзшего или жесткого грунта
- буровая машина нужна также для установки вертикального заземления.

Ежедневное обслуживание буровых машин производится в соответствии с инструкцией по обслуживанию, и включает, в частности, следующие операции: очистку воздушного фильтра, очистку газового канала и клапана.

#### Техника безопасности труда

В силу сильного шума, издаваемого двигателем и буром буровой машины, в процессе производства работ нужно пользоваться защитными наушниками. При выполнении строительных работ по прокладке линии нужно всегда пользоваться защитной каской, и соединенные с каской защитные наушники являются в данном случае превосходным решением. В защите нуждаются также глаза.

Проблемой бурильной машины являются выхлопные газы при производстве работ в котловане или траншее. Для отвода выхлопных газов используется удлинительный шланг.

Выхлопные газы являются крайне опасными, поэтому работа в траншеях и котлованах должна выполняться короткими сериями.

# 17. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОПОРЫ

## 17.1. А-образная опора

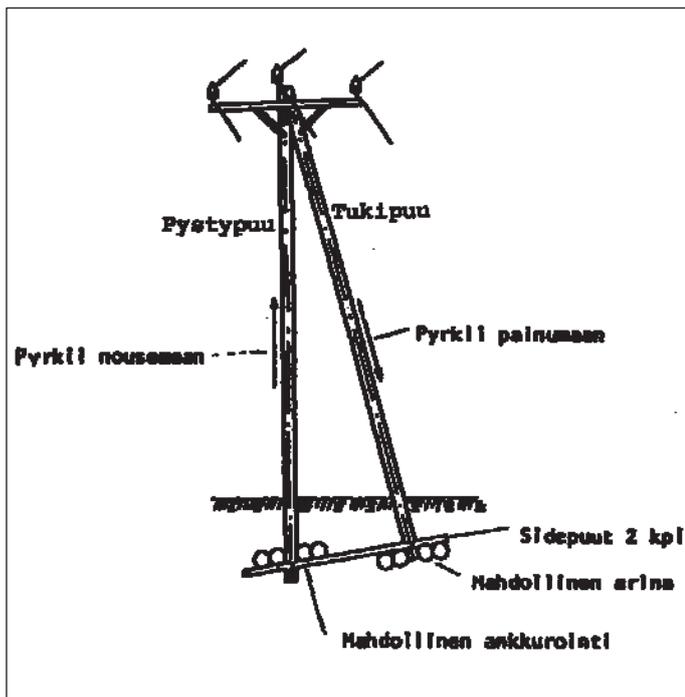


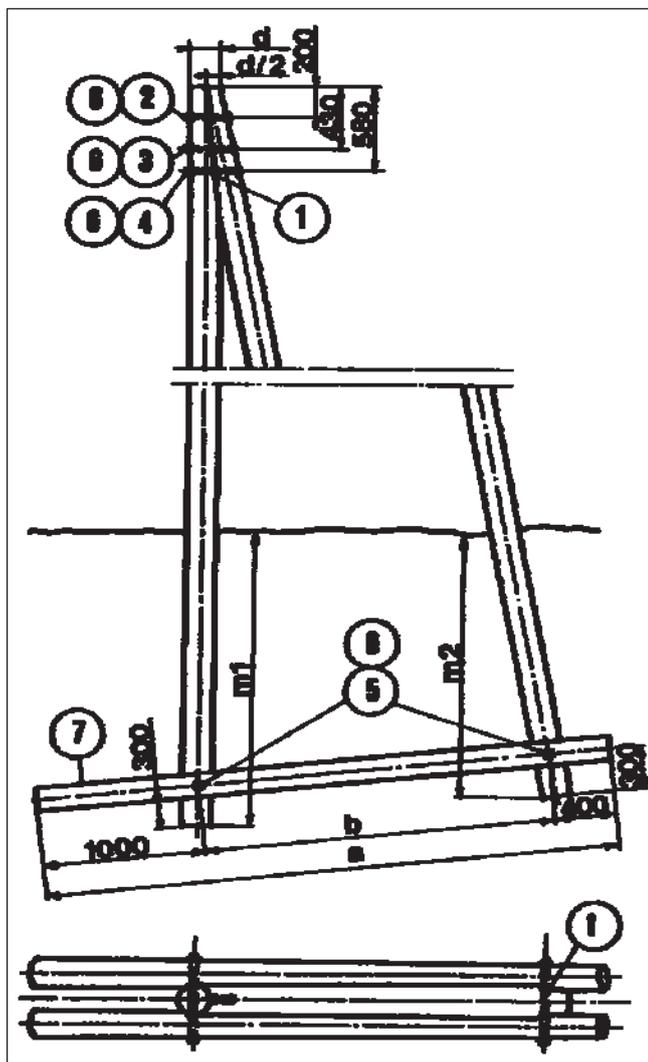
Рисунок 199. Принципиальная схема А-образной опоры.

А-образные опоры используют в качестве угловых опор на объектах, не имеющих места для установки оттяжек, напр., на внутренних поворотах расположенной вдоль дороги линии, а также в других случаях, когда по какой-либо причине не хотят устанавливать оттяжки.

При создании фундамента А-образной опоры нужно помнить, что натяжение провода работает на вдавливание подпорки в грунт и выдергивание стойки из грунта. При расчете размеров фундамента А-образной опоры определяется длина поперечных связей и потребность в ригелях.

Объяснение размерных характеристик А-образной опоры:

- $d$  = диаметр вершины опоры форматного размера.
- Длина затесанной части соединения вершины 3-го класса опоры составляет 830...910 мм.
- Отверстия для соединений вершины и у основания производятся 26 мм буром.
- Тонкий конец поперечной связи крепится к подпорке.
- На стойке в месте соединения поперечной связи выполняется паз.
- Величина заглубления подпорки  $m_2$  прим. на 0,3 м меньше величины заглубления стойки  $m_1$ .



- $d$  = ohjän pylvään latvan halkaisija
- Latvaliitoksen veistoksen pituus pylvälukassa 4 on 700...980 mm.
- Latva- ja tyviliitoksia varten tehdään reiät  $\phi$  26 mm potalla.
- Välipuiden ohuempi pää kiinnitetään vinoon runkopuun.
- Runkopuu lovetaan välipuun liitoksissa.
- Vиноn pylvään upotussyvyys  $m_2$  on n. 0,3 m pienempi kuin pystyssä olevan pylvään upotussyvyys  $m_1$ .
- А-пыlvään tyvileveys  $b$  ja välipuun pituus  $a$  saadaan ohuesta taulukoista, А-пыlvään pituuden ja kaltevuuden  $k$  perusteella, jotka ilmoitetaan johtokartassa.

Pylv./m	m/m	k=5,00		k=4,25		k=3,50	
		a/m	b/m	a/m	b/m	a/m	b/m
10	2,00	3,40	2,00	3,80	2,40	4,30	2,90
11	2,00	3,60	2,20	4,00	2,60	4,50	3,10
12	2,00	3,80	2,40	4,20	2,80	4,80	3,40
13	2,00	4,00	2,60	4,50	3,10	5,10	3,70
14	2,00	4,20	2,80	4,70	3,30	5,40	4,00
15	2,25	4,40	3,00	4,90	3,50	5,70	4,30
16	2,30	4,60	3,20	5,20	3,80	6,00	4,60
17	2,45	4,80	3,40	5,40	4,00	6,30	4,90
18	2,60	5,00	3,60	5,60	4,20	6,50	5,10

№	osa	mitto	LAITTEEN	№	osa	mitto	LAITTEEN
7	Välipuu	käyt. pylv. puu		2	kpl		
6	Aluslaatta	M24 BV 158		10	kpl	50510314	
5	Kuusioruuvi	M24 x 800 z		2	kpl	50059239	
4	Kuusioruuvi + mutteri	M24 x 450 z		1	kpl	50059255	
3	Kuusioruuvi + mutteri	M24 x 380 z		1	kpl	50033788	
2	Kuusioruuvi + mutteri	M24 x 340 z		1	kpl	50033762	
1	Sitojalevy	127 x 127 mm		7	kpl	11300464	

Рисунок 200. Размерные характеристики А-образной опоры.

### 17.2. Опора с шарнирным подкосом

Наклоняющее угловую опору усилие можно уравновесить за счет подкоса. Подкос А-образной опоры устанавливается с внутренней стороны угла. Для крепления подкоса к стойке разработаны металлические шарниры.

При небольших углах стойка опоры устанавливается традиционным способом. На внутренней стороне угла по его биссектрисе вырывается котлован для подкоса. Шарнир подкоса крепится к вершине подпорки. Подпорка устанавливается в котлован, и рассчитывается место крепления шарнира к стойке. В месте крепления высверливается отверстие для крепежного болта, и шарнир крепится к стойке.

Особое внимание следует обратить на то, что подкос оказывает на стойку приподнимающее усилие таким же образом, как и на А-образных опорах. Допустимый угол линии на подкосе должен быть настолько мал, чтобы не возникало приподнимающего стойку усилия или же появление данного усилия нужно предотвратить за счет поперечной связи, соединяющей подпорку и стойку (как и в А-образной опоре). На небольших углах может использоваться только отрезок бревна, устанавливаемый к стойке.

### 17.3. Скальная опора

Установка опоры на скалы

Скальная опора с распорками

Опора крепится на скале с применением соответствующих стандарту SFS 2658 распорок скальной опоры KVT 1 или KVT 2. Распорки KVT 1 используются с опорами высотой не более 11 м, и распорки KVT 2 – с опорами высотой не более 18 м.

Опора оснащается 3 распорками, расположенными шагом 120°. Распорка крепится к скальному основанию скальными болтами KR 20 ((SFS 2659), бурение производится буром 22 мм (глубина отверстия 150...170 мм)), и к опоре двумя болтами 12x100 (SFS 2248).

С распорками используются две стойки TT 20 (SFS 2660). Стойки крепятся к основанию опоры тремя такими же болтами, как и распорки. Перед установкой опоры стойки крепятся к скальному основанию с помощью клина.

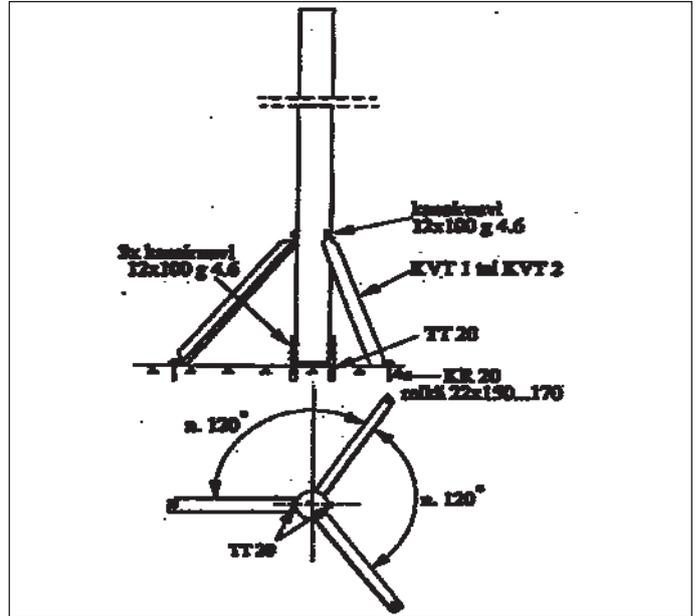
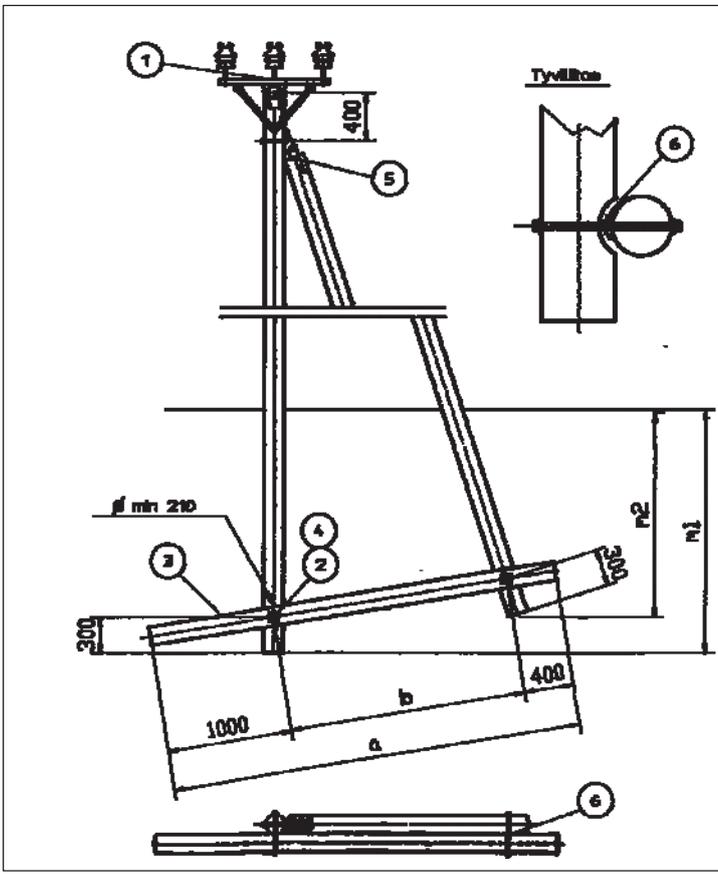


Рисунок 202. Конструкция основания скальной опоры с распорками (RJ 3:95, A12.).



- Laiva- ja tyvillikoko varten leikkien reitit 26 mm poralla.
- Väljään ohueksi pää leikkien väliin runkoosauhan.
- Runkoosu löydetään tyvillikokoon.
- Tyvillisyys b ja väljään pituus a saadaan ohueksi laiturikoko pytväpituuserustalla.

PVLVLK	m/m	k= 350	
		a/m	b/m
210	20	43	29
211	20	46	32
212	20	49	35
213	20	51	37

6	Sikojävy	130 x 130 mm	2 kpl	TG300464
5	Tukipyövelin riveli	SH 16730	1 kpl	12259429
4	Aluslaatta M242	80 x 80 E	4 kpl	50510314
3	Väljään	Käyttyväkappuu	1 kpl	
2	Kuusaruuti + mutteri	M24 x550/200	2 kpl	50052544
1	Laivavaruus + mutteri		1 kpl	
08A	ESM MDT5	LAURINK	MÄÄR	MATJUNNE

Рисунок 201. Опора с шарнирным подкосом, выполненная в виде А-образной опоры.

#### Скальная опора с оттяжками

Вместо распорок для крепления опоры к скале можно использовать также оттяжки. В таком случае используются три оттяжки, устанавливаемые шагом 120°. Оттяжки опор прямого участка линии крепятся к опоре обычно на расстоянии 3 м от нижних металлических деталей крепления проводов линии, при этом даже оттяжки опоры линии электропередачи высокого напряжения с неизолированными проводами не нуждаются в изоляторах. Подходящий наклон оттяжки составляет 1:2,5.

Нижние концы оттяжек крепятся к проушине скального болта.

Одна из оттяжек угловой опоры устанавливается в биссектрису внутреннего угла и две другие – в наружный угол на расстоянии 45°...60° от биссектрисы угла.

Одна оттяжка угловой опоры устанавливается под линию и две – под углом 45°...60° в расчете от места подсоединения линии.

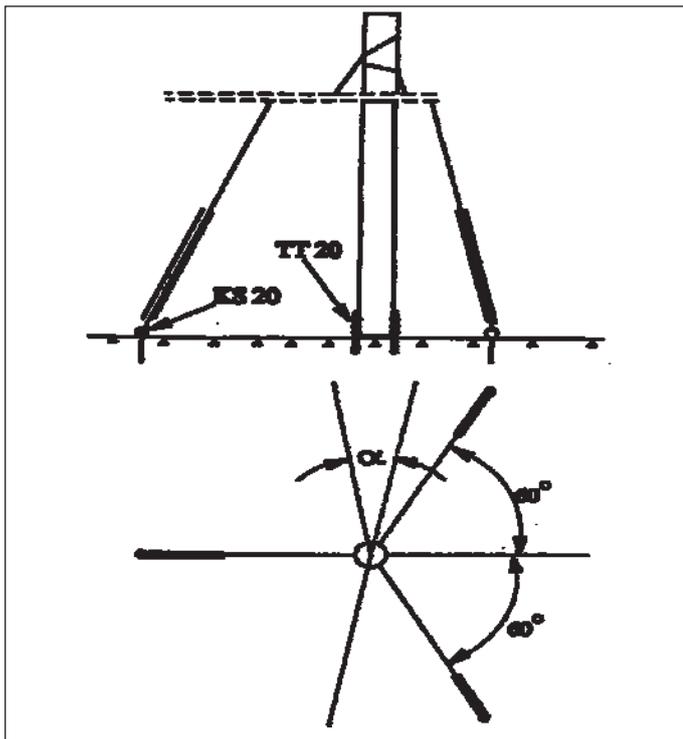


Рисунок 203. Конструкция основания скальной опоры с оттяжками (RJ 3:95, А13).

#### Установка опоры на скалу, покрытую землей.

Если скала покрыта толстым слоем земли, то вначале следует попытаться установить опору в обычный котлован. Если скала препятствует достижению достаточного заглубления, поступают следующим образом.

Что делать, если при выемке котлована Вы натолкнулись на скалу?

Ниже вкратце представлены возможности заглубления монтажного котлована опоры в случае столкновения со скальным основанием:

1,4 м + L/20	грунтовая опора, не требует специальных мер
1,3 м + L/20	тщательная засыпка или укладка камнями
1,1 м + L/20	тщательная засыпка и укладка камнями
0,9 м + L/20	стойка
0,7 м + L/20	стойка и укладка камнями
0,7 м + L/20	скальная опора

Глубина котлована должна в мягком грунте быть на 0,4 м больше, и в твердом грунте - на 0,2 м меньше.

#### 17.4. Болотная опора

В зависимости от состояния грунта используются различные дополнительные устройства для обеспечения устойчивости опоры. Установки высоких и тяжелых опор на мягком грунте следует избегать. Болотные опоры устанавливаются только на прямом участке линии.

##### Создание основания болотной опоры

Раньше основание болотной опоры оснащалось ригелем из круглых бревен, на который опора опиралась. Ригель крепился к стволу опоры и дополнительно подпирался четырьмя прикрепленными к торцам ригеля оттяжками.

Сегодня для создания основания болотной опоры используются стальные подпорки. Подпорки основания состоят из подошвы размером 1,5 или 2.0 м и распорки, соединяющей подошву с опорой.

Подошвы выполнены из стальных желобов полукруглой формы, которые устанавливаются выпуклой поверхностью вверх.

Стальные основания болотных опор прошли испытания и получили разрешение к применению в Швеции, они внесены также в стандарт «ЕВР» (Электротехническое строительное обоснование).

Подпорки основания длиной 1,5 м используются для монтажа болотных опор высотой до 13 м и длиной 2.0 м - для монтажа опор высотой до 16 м. Монтаж подпорок основания выполняется в соответствии со специальной инструкцией.

Принцип монтажа представлен на рисунке 204. Стрелки «С – С» рисунка указывают на направление провода при монтаже.

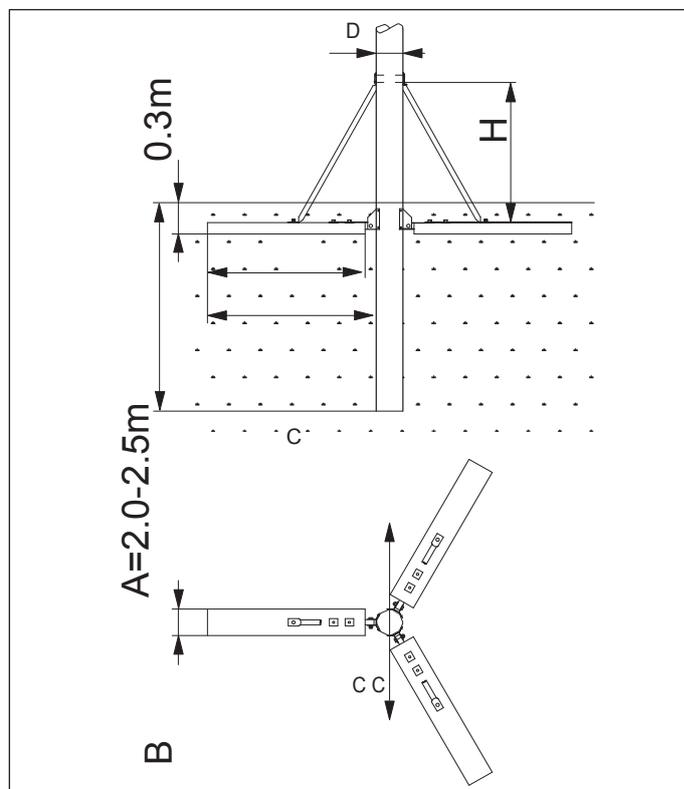


Рисунок 204. Конструкция болотной опоры, и ее расположение относительно направления линии (Ensto).

# 18. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДА АМКА, И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

## 18.1. Характеристики провода

**Конструкция**  
Требования к подвесному проводу пучковой скрутки АМКА представлены в стандарте SFS 2200 и имеют следующее содержание:

Номинальное напряжение провода АМКА  $U_0/U = 0,6/1$  кВ.  
 $U_m = 1,2$  кВ

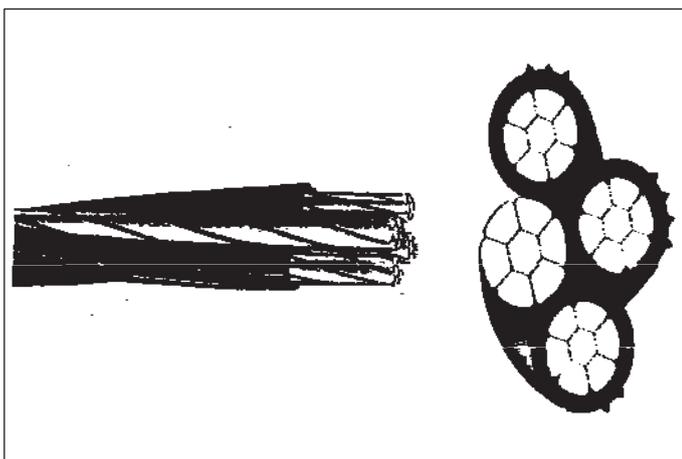


Рисунок 205. Конструкция провода АМКА.

**Проводники**  
16 мм<sup>2</sup> однопроволочная алюминиевая жила круглого сечения  
25...120 мм<sup>2</sup> уплотненная многопроволочная алюминиевая жила круглого сечения

**Изоляция**  
Сшитый полиэтилен низкой плотности черного цвета, погодоустойчивый

**Несущий трос**  
Уплотненная жила круглого сечения из алюминиевого сплава, которая в системе АМКА является также проводом PEN.

**Конструкция провода**  
Изолированные фазные проводники скручены вокруг несущего троса таким образом, что в установленном проводе механическая нагрузка действует только на несущий трос. *vain* Провод может быть оснащен еще одной дополнительной изолированной жилой, например, для управления уличным освещением.

**Определение фазы**  
На поверхности изоляции фазного проводника находятся 2, 3 или 4 выступающие продольные риски. На дополнительном проводнике риск нет.

**Монтажная температура**  
Рекомендуемая минимальная температура при монтаже -20 °С.

Таблица 23. Технические данные проводов АМКА

Количество и сечение проводников	Фазные проводники	Несущий трос, провод PEN		Весь провод АМКА				Стандартная поставка		
	Макс. диаметр голого проводника	Макс. диаметр	Мин. разрушающая нагрузка	Диаметр при ветре	Вес Al	Совокупный вес	Мин. радиус изгиба при раскатке	Поставочная длина	Тип барабана	Вес кабель+ барабан
мм <sup>2</sup>	мм	мм	кН	мм	кг/км	кг/км	м	м		кг
1 x 16+25	4,4	5,8	7,4	11	100	135	0,28	2000	K11	325
3 x 16+25	4,4	5,8	7,4	20	185	270	0,42	1000	13G	375
4 x 16+25	4,4	5,8	7,4	22	225	330	0,42	1000	13G	435
3 x 25+35	5,8	6,8	10,3	23	285	390	0,50	1000	13G	495
3 x 35+50	6,8	8,0	14,2	27	390	530	0,58	1000	15G	680
3 x 35+70	6,8	9,6	20,6	31	445	670	0,62	1000	K18	900
3 x 50+70	8,0	9,6	20,6	31	540	700	0,66	1000	K18	930
3 x 70+95	9,6	11,3	27,9	36	775	1000	0,78	500	15G	615
3x120+95	12,7	11,3	27,9	42	1185	1500	0,92	500	K18	980

## 18.2. Объекты применения

Провода АМКА широко применяются при строительстве сетей низкого напряжения в регионах с рассредоточенным населением, как на селе, так и в городах:

- В лесах и парках с помощью проводов АМКА создаются конструкции воздушных линий электропередачи с нанесением минимального ущерба природе.



Рисунок 206. Линия с проводами АМКА в лесу.

- При совместном монтаже с неизолированными или защищенными изоляцией проводами 20 кВ достигается значительная экономия в количестве опор. В случае применения общих опор неизолированные или защищенные изоляцией провода 20 кВ должны быть усилены (ВИМ-93).



Рисунок 207. Провод АМКА на опоре с защищенными изоляцией проводом 20 кВ.

- В качестве провода для дорожного и уличного освещения, как правило, с установкой на общие опоры с линиями телекоммуникационной сети, а также с проводами освещения оздоровительных и лыжных трас.



Рисунок 208. Провод АМКА для дорожного и уличного освещения на общей опоре с телекоммуникационным проводом.

## 18.3. Расстояния от провода АМКА до окружающих объектов

Стандарт SFS 6003 определяет следующие монтажные расстояния от провода АМКА до окружающих объектов:

1. Расстояние до поверхности земли или воды при любых погодных условиях должно быть не менее 4 м. Расстояние заканчивающегося на стене провода до земли на территории земельного участка может составлять 3,5 м, если под проводами нет дороги для движения транспорта (см. рисунок 209). На сельскохозяйственных участках с движением крупногабаритных рабочих машин (комбайны и пр.) минимальное расстояние до поверхности земли должно составлять 5,5 м.

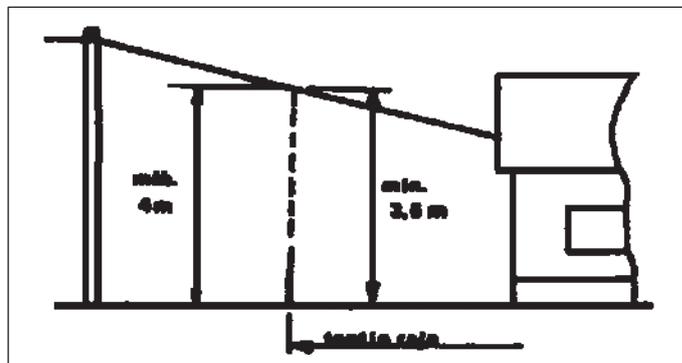


Рисунок 209. Расстояние заканчивающегося на стене провода АМКА до поверхности земли.

Кабель низкого напряжения, провод заземления или грозозащитный трос должны размещаться так, чтобы ветви или стволы растущих деревьев не повредили линию. Стационарное крепление кабеля к растущим деревьям запрещено (см. пункт 5.4.4).

2. Если расстояние кабеля низкого напряжения, провода заземления или грозозащитного троса по горизонтали до какой-либо части здания или открытого склада меньше 0,5 м, то его расстояние по высоте от этой части должна быть не менее 2,5 м (см. рисунок 210). Расстояние кабеля низкого напряжения, расположенного на боковой поверхности здания, по горизонтали до балкона или окна должно быть не менее 1,25 м (см. пункт 5.4.5.2).

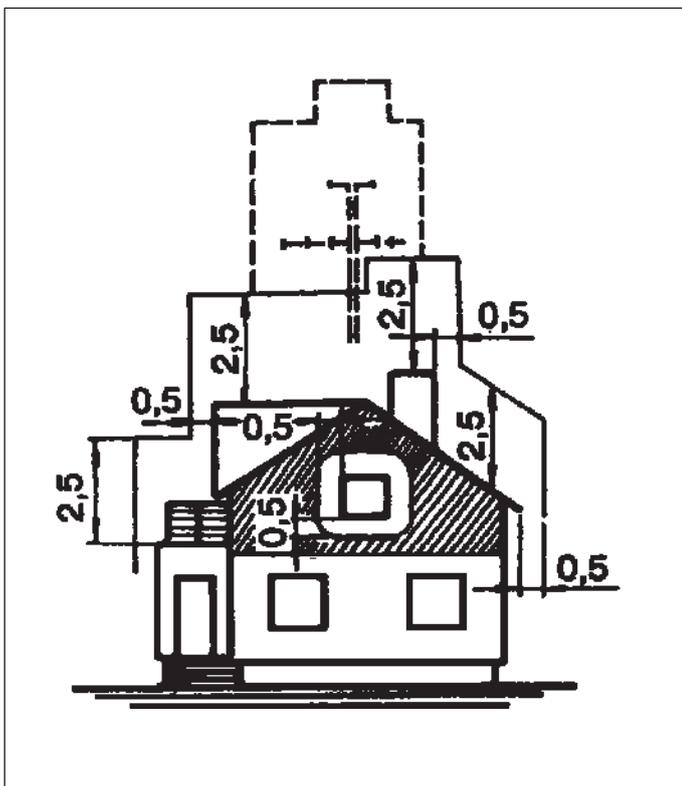


Рисунок 210. Расстояние от провода АМКА до здания, и участок стены, на котором допускается завершать провод.

3. Крепление воздушной линии электропередачи к стене допускается только на трансформаторных подстанциях и зданиях, питание электроэнергией которых невозможно выполнить с помощью подземных кабелей, например, в силу скалистого грунта, см. SFS 6000-8-801. В случае крепления линии к стене здания, расстояние от кабеля или провода до края окна и пр. проема, расположенной на стене лестницы или карниза крыши должно в точке крепления линии составлять не менее 0,5 м.

Крепление воздушной линии электропередачи должно быть расположено так, чтобы падающий с крыши снег или лед не попадал на него (см. пункт 5.4.5.2).

4. Расстояние от провода АМКА до поверхности земли в зоне частной дороги, расположенной на земельном участке дороги, предусмотренной для движения транспорта, или соединенного с дорогой общего пользования тротуара или иной трассы для велосипедистов и пешеходов должно быть не менее 5,5 м.

Минимальное расстояние от провода АМКА до поверхности дороги общего пользования должно быть не менее 7,0 м. Высота от дороги общегосударственного, областного или регионального значения должна быть не менее 7,8 м.

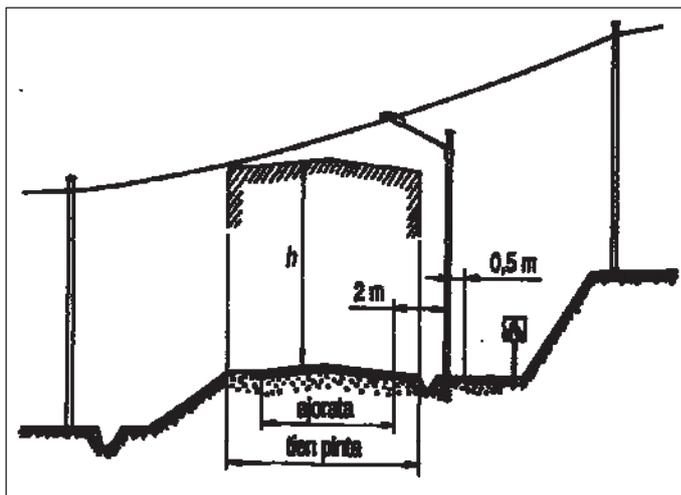


Рисунок 211. Расстояние от провода АМКА до поверхности дороги.

Опоры вместе с оттяжками нужно располагать на расстоянии не менее 2 м от края проезжей части. Минимальное расстояние до велосипедной трассы должно составлять 0,5 м (см. рисунок 211).

5. Расстояние от провода АМКА до рельсов электрифицированной железной дороги должно быть не менее 11,5 м и расстояние до любых компонентов железнодорожной линии – не менее 2 м. Расстояние до рельсов неэлектрифицированной железной дороги должно составлять не менее 7 м (см. пункт 5.4.5.3).

Следует заметить, что Финская железнодорожная администрация не дает в своих инструкциях разрешения на пересечение линией АМКА электрифицированной железной дороги.

#### 18.4. Расстояния от провода АМКА до других проводов

##### 18.4.1. Расстояние до других проводов согласно «VIM A4-93»

В таблице 3.1-1 «VIM A4-93» определен «Необходимый свободный воздушный промежуток для неизолированного провода», который называется также прибавкой по напряжению «а».

Таблица 24. Часть таблицы 3.1-1 «VIM». Свободный воздушный промежуток для неизолированных или защищенных изоляцией проводов, т.е. прибавка по напряжению, для различных напряжений.

1	2	3
Система		Свободный воздушный промежуток м
Максимальное допустимое эксплуатационное напряжение кВ	Номинальное напряжение кВ	
≤ 1,1	≤ 1	0,06
>1,1...12	>1...10	0,12
24	20	0,22
36	30	0,32
52	45	0,48
123	110	0,90

#### 18.4.1. Расстояние до других проводов согласно SFS 6003

##### Пункт 5.4.5.4

«Расстояние от кабеля низкого напряжения, провода заземления или грозозащитного троса до неизолированного или защищенного изоляцией провода перекрестной линии должно составлять не менее  $1, m + D_{el}$ , где  $D_{el}$  определяется на основании провода с более высоким напряжением.

Внимание! Применяемые в Финляндии значения размера  $D_{el}$  представлены в таблице 5.4/FI.1 стандарта SFS-EN 50341-3-7. При номинальном напряжении 1...10 кВ размер равен 0,12 м и при номинальном напряжении 20 кВ - 0,22 м.

Расстояние от кабеля низкого напряжения до содержащего металл телекоммуникационного кабеля, провода заземления или грозозащитного троса должно составлять 0,3 м даже в случае гололедной нагрузки верхнего провода.----»

Согласно таблице 5.4/FI.1 «Основные значения расстояний  $D_{el}$  и  $D_{pp}$ » стандарта воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-3-7,  $D_{el}$  - это минимальное воздушное расстояние, предотвращающее опасный пробой между фазным проводником и объектами под потенциалом земли при резких или плавных восстанавливающихся перенапряжениях.  $D_{el}$  соответствует свободному воздушному промежутку «VIM» и прибавке по напряжению «а».

Таблица 25. Часть таблицы 5.4/FI.1 стандарта SFS-EN 50341-3-7.

Номинальное напряжение (кВ)	Максимальное эксплуатационное напряжение (кВ)	$D_{el}$ (м)
1 - 10	1,1 - 12	0,12
20	24	0,22
30	36	0,32
45	52	0,48
110	123	0,9

Далее представлены рисунки из «VIM» с изображением расстояний проводов и указанием +а = прибавки по напряжению. Если размеры  $D_{el}$  равны указанной в «VIM» прибавке по напряжению «а», можно расстояниями «VIM» пользоваться в последующем в качестве примеров по изоляции воздушных линий электропередачи.

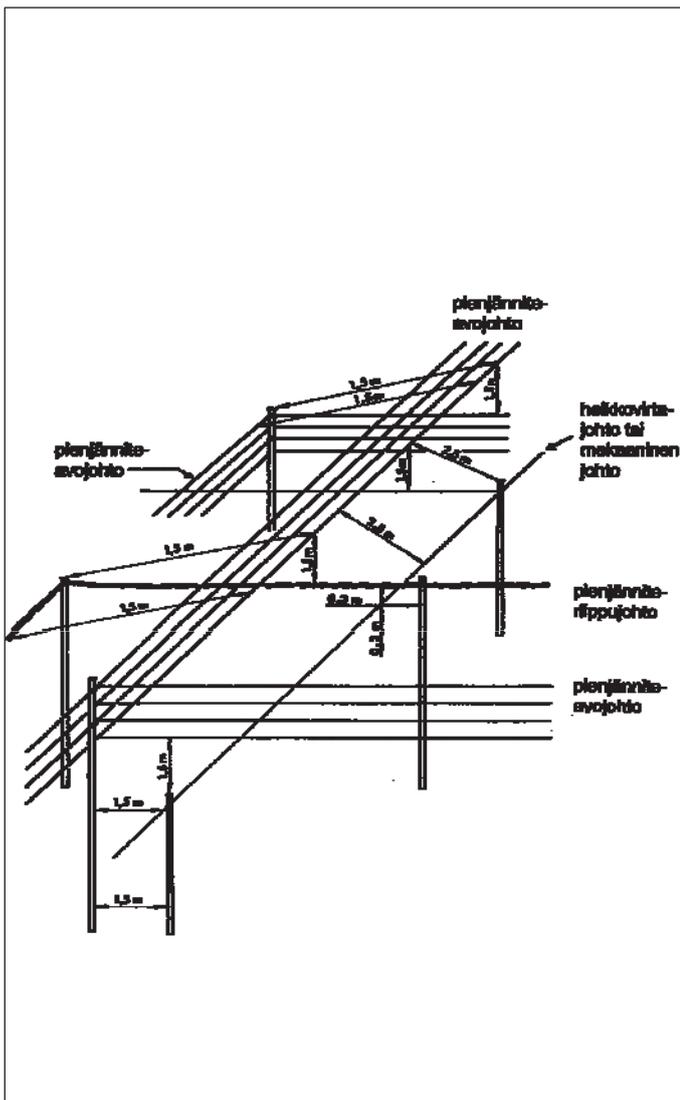


Рисунок 212. Минимальное расстояние от провода АМКА (линия низкого напряжения) до других проводов низкого напряжения, телекоммуникационных или механических проводов, расположенных на различных опорах («VIM», рисунок 4.3-3.).

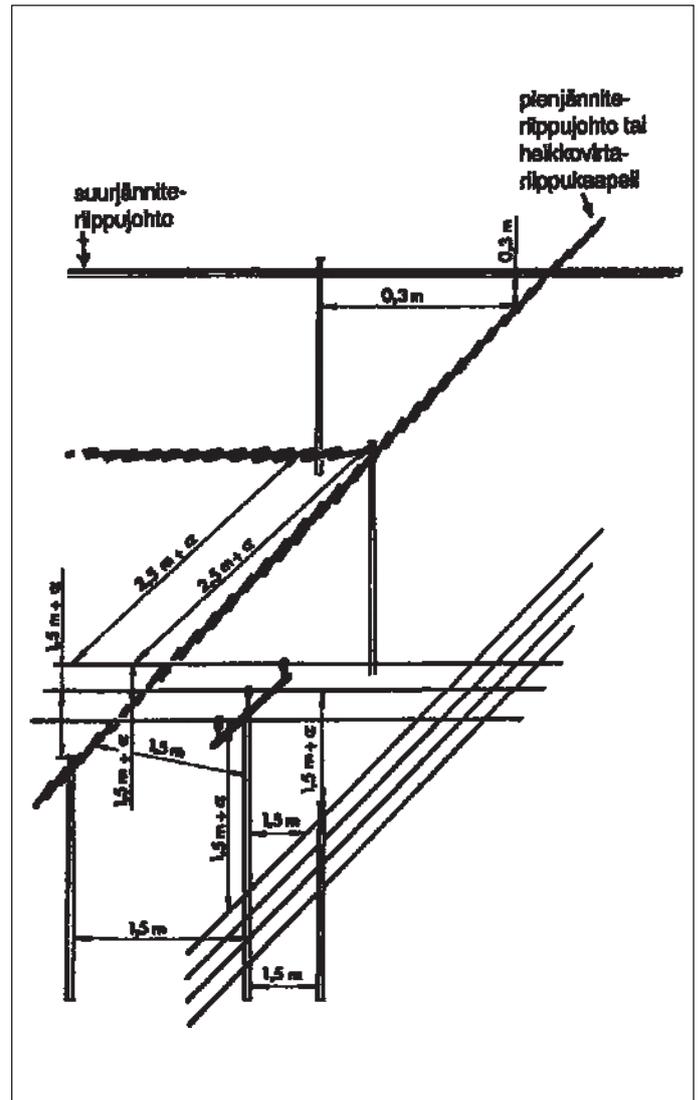


Рисунок 213. Минимальные расстояния между проводом АМКА и проводами высокого напряжения, установленными на разные опоры, а = прибавка по напряжению (часть рисунка 4.3-2 «VIM»).

# 19. МОНТАЖ ПРОВОДА АМКА

## 19.1. Общая информация

### Неизолированный монтаж

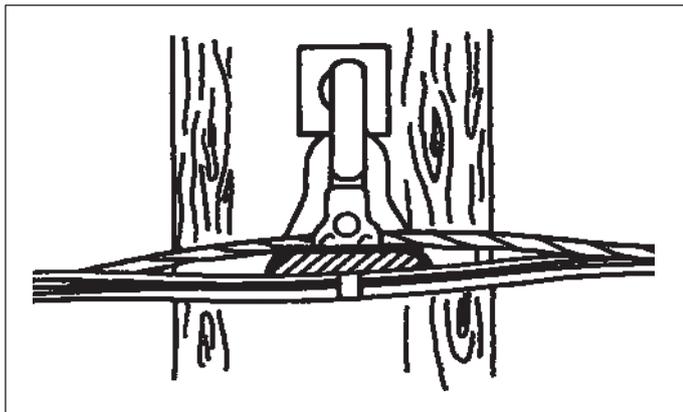


Рисунок 214. Неизолированный монтаж провода АМКА.

При сооружении линий с проводами АМКА обычно используется неизолированный монтаж. Провод подвешивается за несущий трос на поддерживающие крюки с помощью изображенных на рисунке 230 подвесок из сплава алюминия. Несущий трос провода АМКА является одновременно проводом PEN, поэтому на его монтаж следует обратить особое внимание, не забывая о свойствах алюминия, даже несмотря на то, что этот трос прочнее обычных алюминиевых проводов.

### Изолированный монтаж

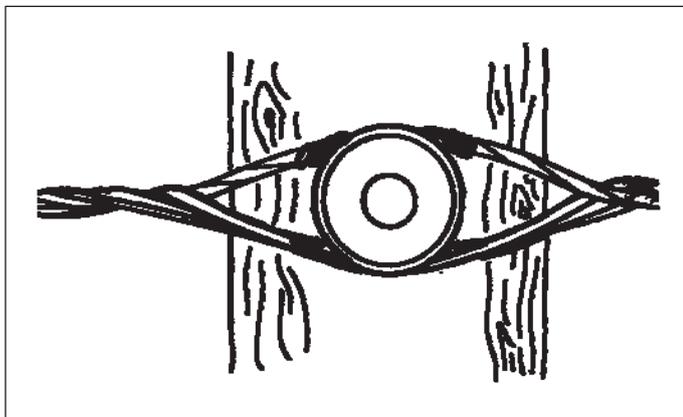


Рисунок 215. Изолированный монтаж провода АМКА.

При изолированном монтаже несущий трос провода АМКА привязывается к изоляторам таким же образом, как и неизолированный провод. В качестве изоляторов применяются роликовые изоляторы.

Изолированный монтаж используется в специальных случаях, например, при установке заземляющего провода и провода АМКА на общую опору, а также при т.н. смешанном монтаже, к которому раньше прибегали в случае замены провода низкого напряжения на провод АМКА. На прямых участках линии использовались изоляторы, а на углах производился неизолированный монтаж. Смешанный монтаж применялся в силу монтажных и технических причин. Более точная информация о нем представлена в разделе 28 «Выполнение работ на старой линии электропередачи».

В данной книге при рассмотрении провода АМКА всегда подразумевается неизолированный монтаж, и об этом отдельно не упоминается.

При монтаже необходимо обратить внимание на следующее

Несущий трос провода АМКА напряжением 0,4 кВ является одновременно проводом PEN. Обрыв провода PEN приводит к нарушению зануления контура электрической цепи, при котором между нулем и фазными проводами может возникнуть опасный скачок напряжения, повреждающий электрическое оборудование. При подсоединении провода АМКА к питающему кабелю и ответвлениям монтаж должен производиться с обеспечением целостности соединения провода PEN даже в случае отсоединения несущего троса от концевого зажима.

В проводе АМКА напряжением 1 кВ несущий трос не является проводом PEN, т.к. система не соединена с землей. Несущий трос провода АМКА напряжением 1 кВ заземлен в общую сеть заземления.

При монтаже провода АМКА особое внимание следует обратить на внешний вид работ. Нужно избегать появления мешков из фазных проводов. На оконцовках линий фазные провода должны быть аккуратно оформлены.

## 19.2. Примеры монтажа

### 19.2.1 Промежуточная опора на прямом участке линии

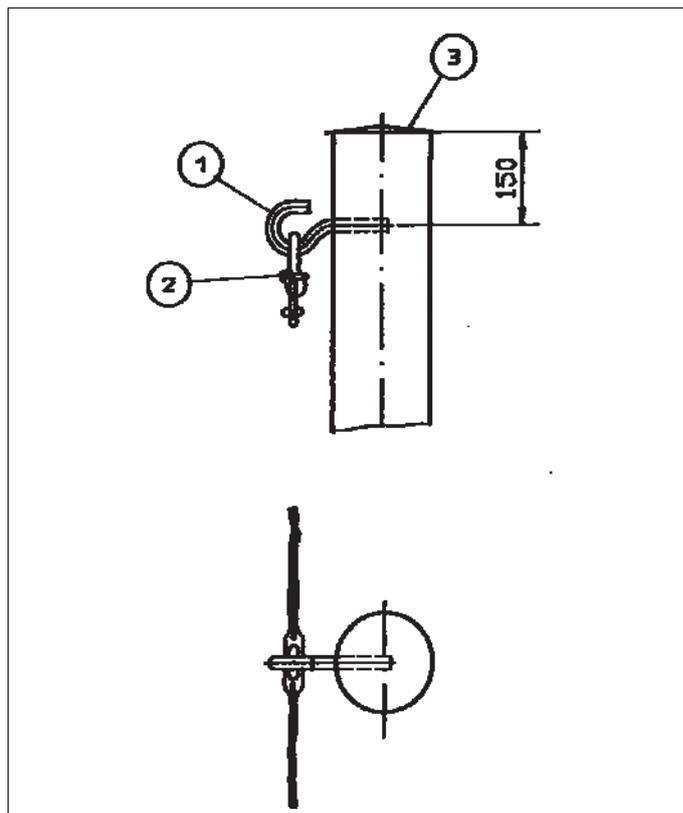


Рисунок 216. Промежуточная опора на прямом участке линии.

Детали на рисунке:

1. Поддерживающий крюк RKKP 1 шт.
2. Подвесной зажим RKR 1 шт.
3. Защитный наголовник 1 шт.

Инструкция по монтажу:

На расстоянии 150 мм от вершины высверлить отверстие для поддерживающего крюка  $\varnothing 19$  мм буром глубиной прим. 100 мм.

1. Отверстие высверлить под прямым углом относительно направления линии.
2. Ввернуть крюк в опору на глубину всей винтовой нарезки.
3. Расстояние расположенных друг над другом проводов АМКА должно быть 300 мм.

### 19.2.2. Угловая опора на внутренней стороне угла

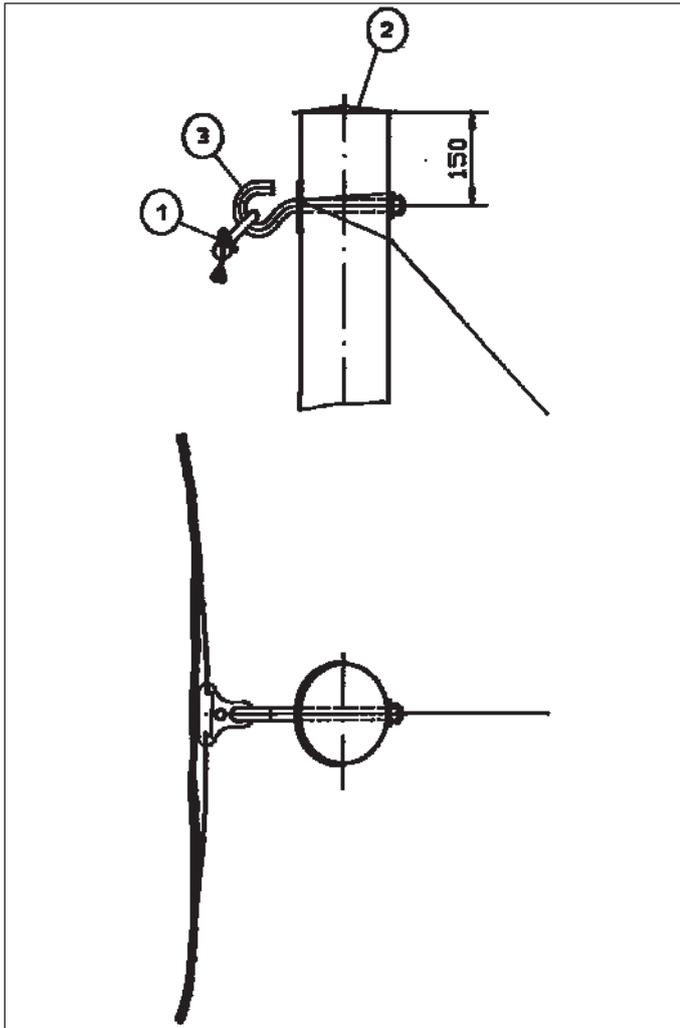


Рисунок 217. Угловая опора на стороне внутреннего угла.

Детали на рисунке:

- Поддерживающий крюк RKKС с контрпластиной 1 шт.
- Подвесной зажим RKR 1 шт.
- Защитный наголовник 1 шт.

Инструкция по монтажу:

1. Высверлить отверстие для поддерживающего крюка  $\varnothing 22$  мм буром.
2. До затяжки установить подвесной зажим на поддерживающий крюк.
3. Расстояние расположенных друг над другом проводов АМКА должно быть 300 мм.

### 19.2.3. Угловая опора на внешней стороне угла

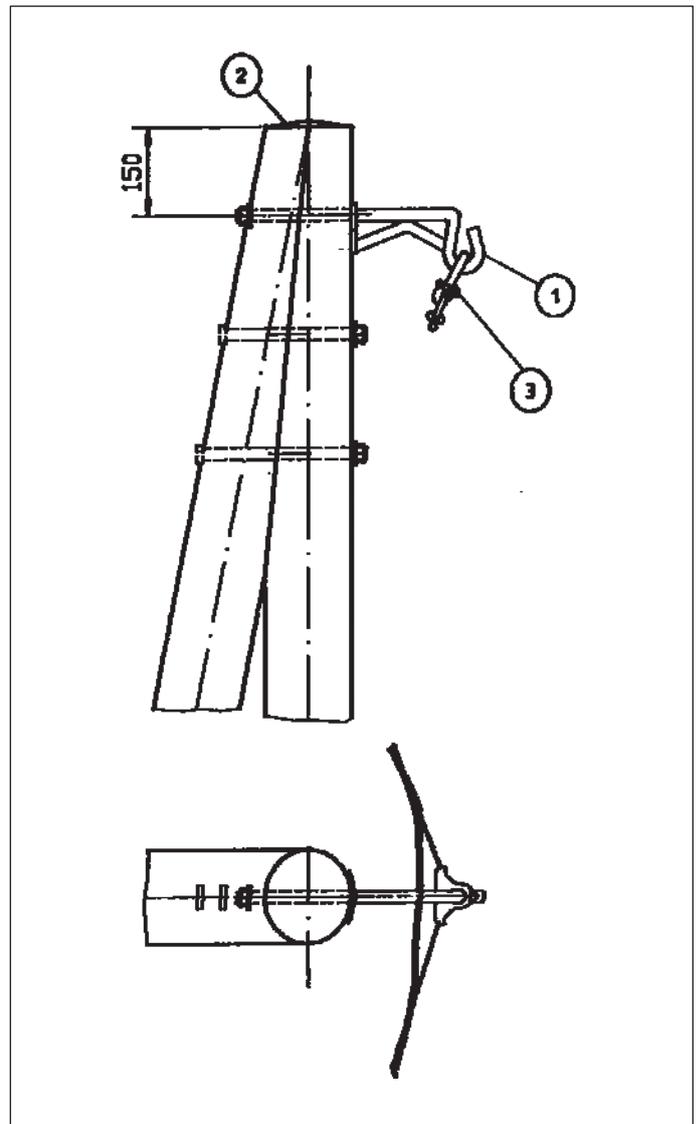


Рисунок 218. Угловая опора на внешней стороне угла.

Детали на рисунке:

1. Поддерживающий крюк RKKU 1 шт.
2. Защитный наголовник 1 шт.
3. Поддерживающий зажим RKR 1 шт.

Инструкция по монтажу:

1. Высверлить отверстие для поддерживающего крюка  $\varnothing 22$  мм буром.
2. Поддерживающий крюк расположить на внешней стороне угла.

#### 19.2.4. Концевая опора, опора с оттяжками

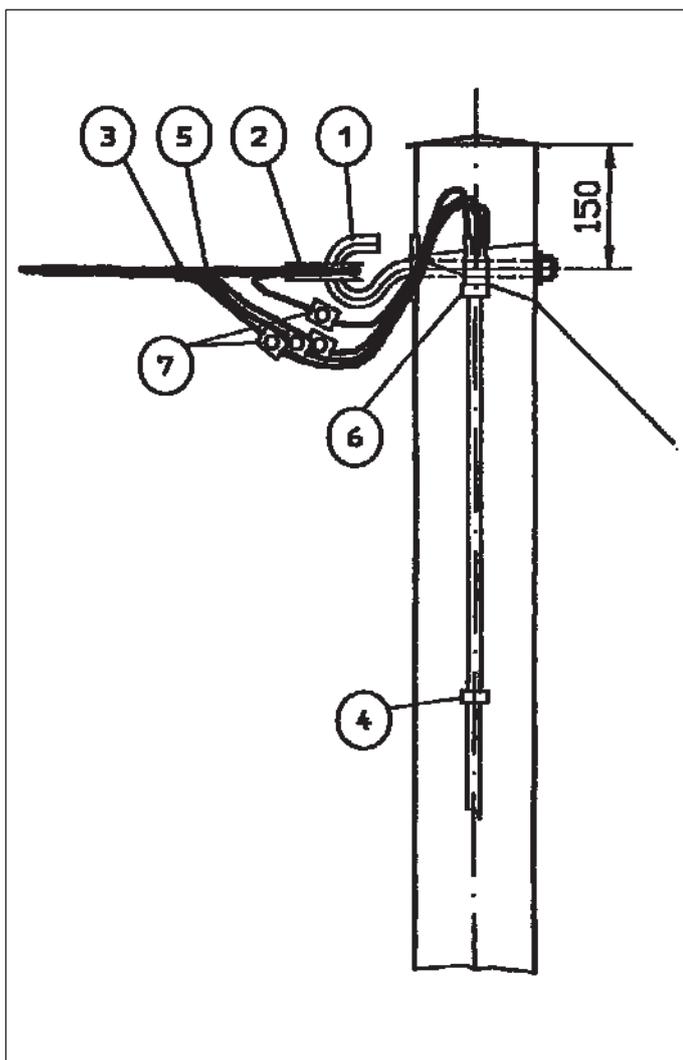


Рисунок 219. Концевая опора, опора с оттяжками.

Детали на рисунке:

- |  |       |
|--|-------|
| 1. Поддерживающий крюк RKKS  | 1 шт. |
| 2. Ушко троса  | 1 шт. |
| 3. Стяжка для проводов   | 1 шт. |
| 4. Защитный наголовник   | 1 шт. |
| 5. Концевая вязка (концевой зажим)   | 1 шт. |
| 6. Кабельная концевая муфта, которая выбирается в зависимости от типа кабеля |       |
| 7. Болтовые зажимы, которые выбираются в зависимости от провода и кабеля     |       |
| 8. Фиксатор  |       |

Инструкция по монтажу:

1. Высверлить отверстие для поддерживающего крюка  $\varnothing 22$  мм буром.
2. Вместо концевой вязки можно воспользоваться также концевым зажимом.
3. После затяжки закрутить раскрывшиеся участки фазных проводов вокруг несущего троса и перевязать стяжкой.

#### 19.2.5. Крепление провода к стене здания с помощью крюка.

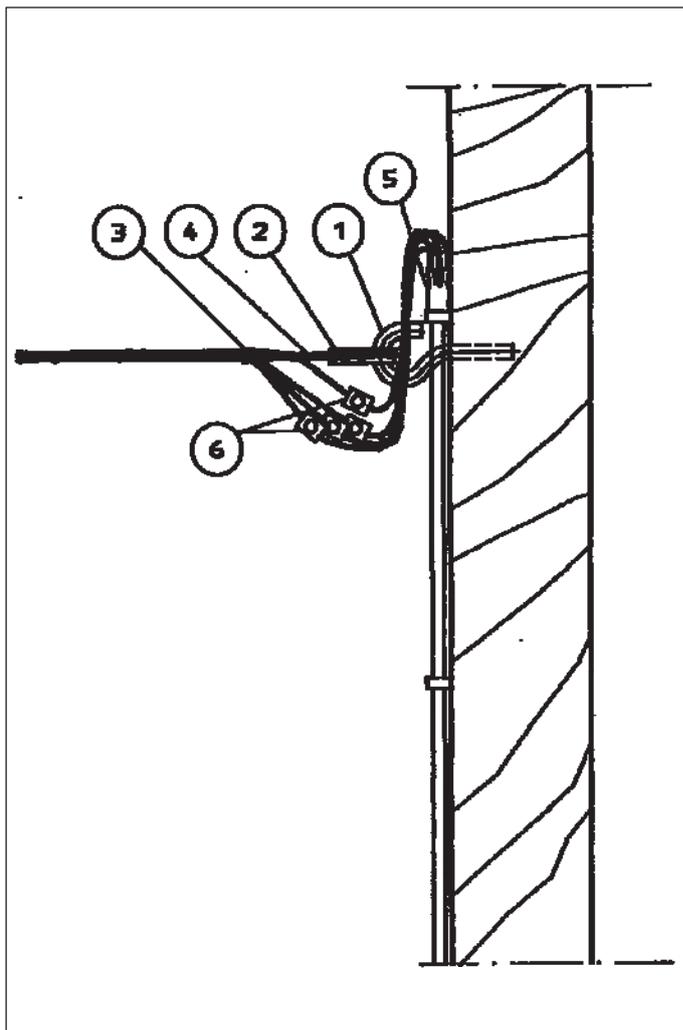


Рисунок 220. Крепление провода к стене здания с помощью крюка.

Детали на рисунке:

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Поддерживающий крюк RKKP   | 1 шт. |
| 2. Ушко троса   | 1 шт. |
| 3. Стяжка для проводов  | 1 шт. |
| 4. Концевая вязка (концевой зажим)  | 1 шт. |
| 5. Кабельная концевая муфта, которая выбирается в зависимости от типа кабеля. |       |
| 6. Болтовые зажимы, которые выбираются в зависимости от провода и кабеля.     |       |

Инструкция по монтажу:

1. Крепление провода к стене здания в соответствии со стандартом SFS 6000-8-801 допускается только в исключительных случаях. Размеры места крепления должны соответствовать также требованиям стандарта SFS 6003.
2. Высверлить отверстие для поддерживающего крюка  $\varnothing 19$  мм буром глубиной прим. 100 мм (отверстие производится в конструкции каркаса).
3. В пролете между анкерной опорой и стеной здания выполнить облегченную натяжку провода.
4. Размер пролета между анкерной опорой и стеной здания должен быть ограничен: АМКА 3x25+35 - 30 м, АМКА 3x35+70 - 15 м.

### 19.2.6. Ответвительная опора, два ответвления линии

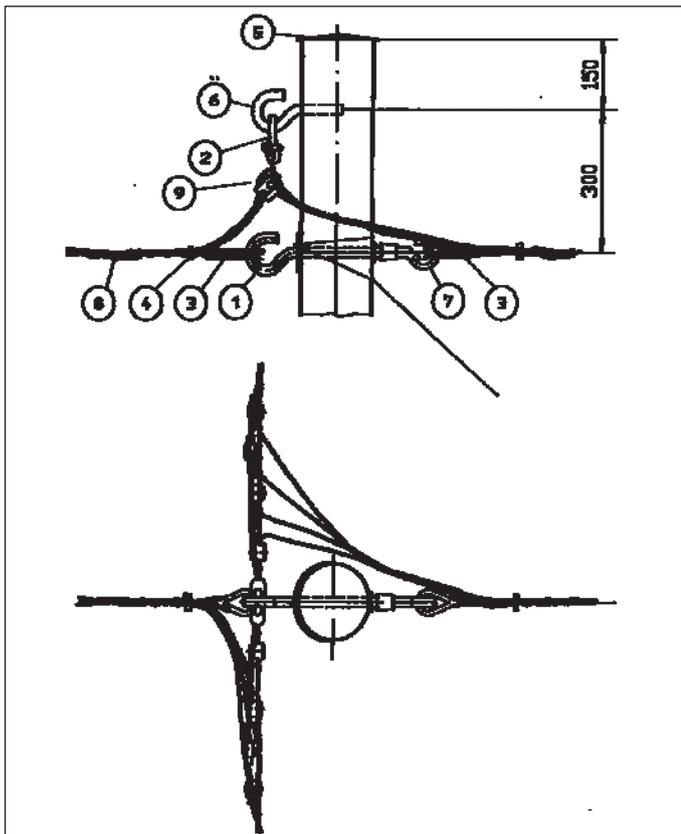


Рисунок 221. Ответвительная опора, два ответвления линии.

Детали на рисунке:

- |                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 1. Поддерживающий крюк RKKS        | 1 шт. |
| 2. Подвесной зажим RKR             | 1 шт. |
| 3. Ушко троса                      | 2 шт. |
| 4. Стяжка для проводов             | 2 шт. |
| 5. Защитный наголовник             | 1 шт. |
| 6. Поддерживающий крюк RKKP        | 1 шт. |
| 7. Крюк с гайкой M20               | 1 шт. |
| 8. Концевая вязка (концевой зажим) | 2 шт. |
| 8. Ответвительный зажим            | 4 шт. |

Инструкция по монтажу:

1. Высверлить отверстие для поддерживающего крюка RKKP  $\varnothing$  19 мм буром глубиной прим. 100 мм.
2. Высверлить отверстие для поддерживающего крюка RKKS  $\varnothing$  22 мм буром. Обратите внимание на определение размеров.
3. На основании сечения провода выбрать ответвительный зажим.

### 19.3. Место крепления оттяжки на проводе АМКА



Рисунок 222. Установка оттяжки за поддерживающий крюк.

Оттяжка опоры, предусмотренная только для провода АМКА, устанавливается, как правило, так, чтобы она касалась верхней части поддерживающего крюка АМКА.

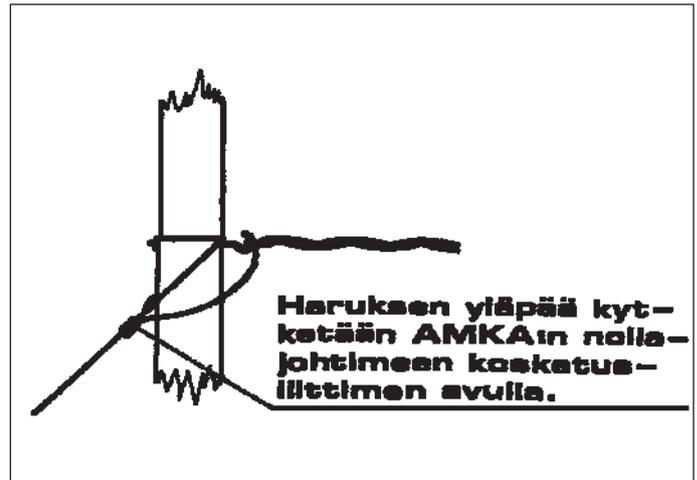


Рисунок 223. Заземление оттяжки.

Если при наличии двух или более проводов АМКА оттяжки устанавливаются на расстоянии менее 0,1 м от ближайшего крепежного крюка АМКА, но не касаются его, то оттяжки заземляются с помощью контактного зажима на провод PEN провода АМКА (рисунок 223).

На некоторых предприятиях установилась практика, согласно которой каждая оттяжка соединяется с проводом PEN провода АМКА. Это позволяет за счет небольших расходов значительно улучшить условия заземления сети и снизить, в первую очередь, риск от атмосферных перенапряжений.

Оттяжки провода АМКА на общих опорах линий высокого и низкого напряжения заземляются с помощью контактных зажимов на провод PEN провода АМКА (см. рисунок 223).

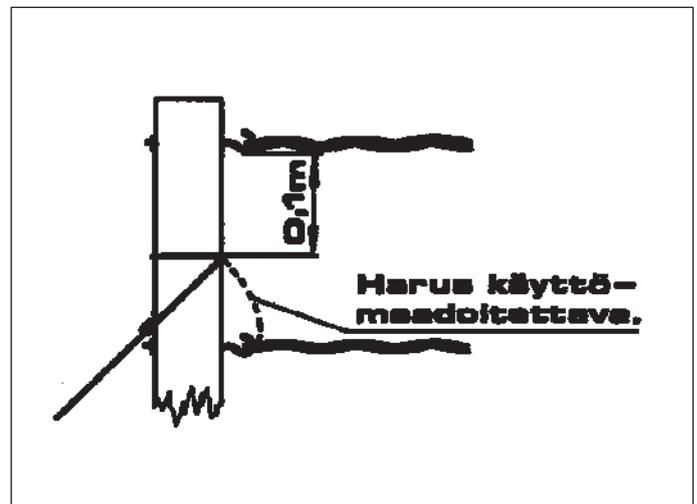


Рисунок 224. Монтаж оттяжки без соединения с проводом PEN.

Иногда оттяжка должна находиться в отрыве от провода PEN. Данное требование может быть связано, например, с током оттяжки, возникающим между медными электродами заземления и стальными анкерами. В случае установки оттяжки на расстоянии 0,1 м от крюка АМКА необходимость в других способах пресечения тока оттяжки отсутствует (см. рисунок 224). Информация о токе оттяжки представлена выше в пункте 16.2.6.

19.4. Монтажная арматура ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ КРЮКИ

Поддерживающий крюк RKKP

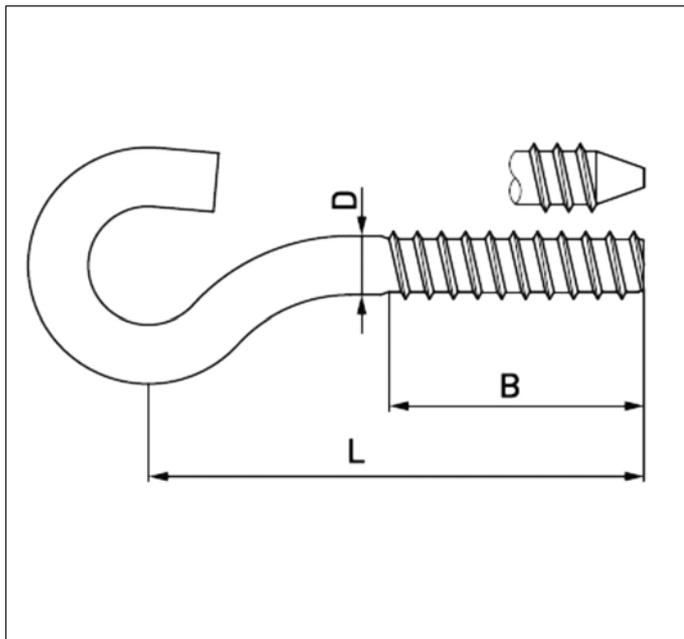


Рисунок 225. Поддерживающий крюк RKKP.

Применение:

Для крепления провода АМКА на прямом участке линии или небольших внутренних углах поворотом менее 10° и в случае оконцовки провода на торцевой поверхности стены небольшого размера.

Поддерживающий крюк RKKS

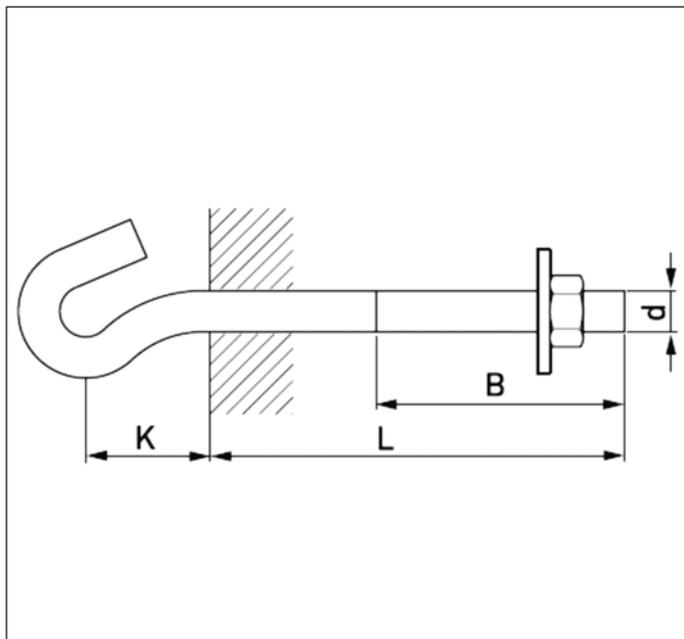


Рисунок 226. Поддерживающий крюк RKKS

Применение:

Для крепления провода АМКА на внутренних углах линии и для оконцовки провода.

Поддерживающий крюк RKKU

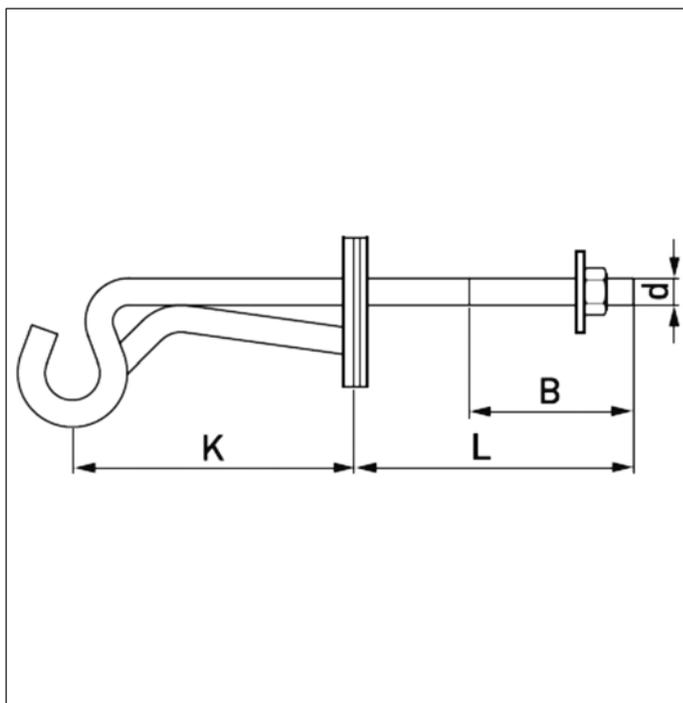


Рисунок 227. Поддерживающий крюк RKKU

Применение:

Для крепления провода АМКА на наружных углах линии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Скоба с гайкой М 20

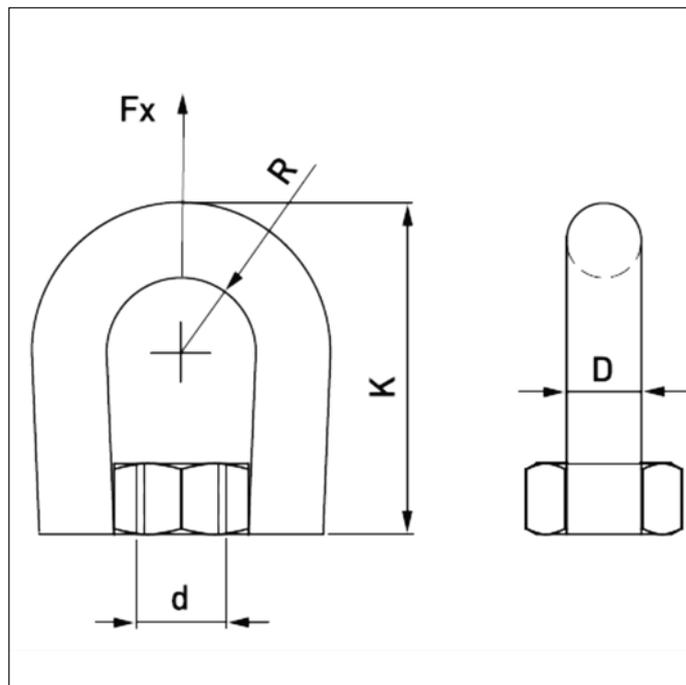


Рисунок 228. Скоба с гайкой М 20

Применение:

Для закрепления крюка RKKS или болта с шестигранной головкой.

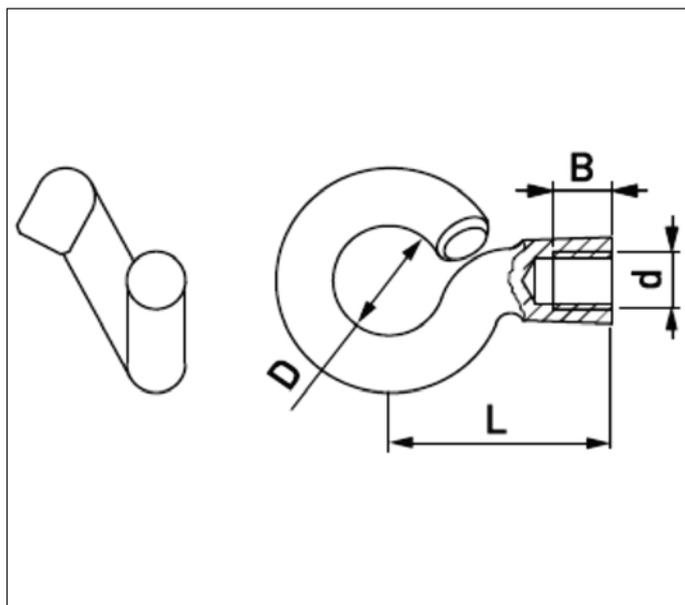


Рисунок 229. Крюк с гайкой М 20

Применение:  
Для закрепления крюка RKKС или болта с шестигранной головкой

#### ПОДВЕСКИ

Подвесной зажим RKR



Рисунок 230. Подвесной зажим RKR (Ensto).

Конструкция:  
- Корпус из алюминиевого сплава.  
- Прижимная плашка из алюминиевого сплава.  
- Зажимной винт М10, горячее цинкование.

Применение:  
- Для крепления провода АМКА на прямом участке линии и на углах не более 130°.

#### КОНЦЕВЫЕ ЗАЖИМЫ

Концевой зажим со скобой



Рисунок 231. Концевой зажим со скобой (Ensto).

Конструкция:  
- Корпус втулки из алюминиевого сплава.  
- Скоба из стали горячей оцинковки  
- Зажимной винт из алюминия.

Применение:  
- Оконцовка провода АМКА.  
- Для каждого сечения имеется свой зажим.

Спиральная вязка с ушком

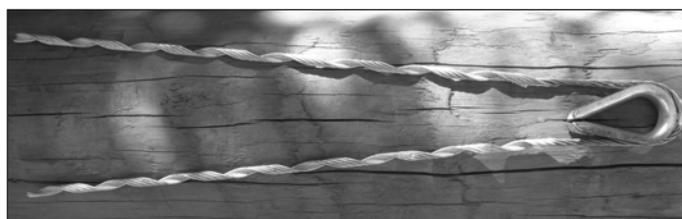


Рисунок 232. Спиральная вязка с ушком

Конструкция:  
- Предварительно напряженная спираль из стального провода, на внутренние поверхности которой прикреплены кристаллы металла.  
- Стальное ушко под спираль.

Применение:  
- Оконцовка провода АМКА.  
- Для каждого сечения имеется своя спираль.

#### Клиновой концевой зажим



Рисунок 233. Клиновой концевой зажим (Ensto).

#### Конструкция:

- Корпус из алюминиевого сплава.
- Внутри корпуса клинья из алюминиевого сплава, сжимающиеся вокруг провода.
- Крепежная скоба из нержавеющей стали.

#### Применение:

- Оконцовка провода АМКА.
- Для каждого сечения имеется свой зажим.

#### Универсальный концевой зажим



Рисунок 234. Универсальный концевой зажим 16 – 95 мм<sup>2</sup> (Ensto).

#### Конструкция:

- Корпус из алюминиевого сплава, стальная скоба, с помощью которой зажим крепится к крюку
- Провод можно установить в зажим, не обрезая.

#### Применение:

- Оконцовка провода АМКА для любых сечений.

#### Фиксатор для провода АМКА



Рисунок 235. Фиксатор для провода АМКА (Ensto).

#### Конструкция:

- Корпус из полиуретанового пластика.
- Гвоздь из горячеоцинкованной стали.
- Покрытая пластиком алюминиевая дужка.
- Имеются также гвозди с металлопластиковым покрытием.

#### Применение:

- Для фиксации провода АМКА на стены или опоры при коротких расстояниях.
- Фиксатор для провода АМКА используется также для крепежа кабелей при монтаже на опоры.

#### 19.5. Раскатка провода ручным методом

Раскатка провода ручным методом применяется только при монтаже коротких участков линии.

#### Подготовка к раскатке провода

##### Монтажные ролики

Монтажные ролики – это устройство с легко вращающимся нейлоновым или алюминиевым колесиком, опирающимся на установленные в корпус подшипники, оснащенное крепежным крюком или цепью, обеспечивающее удобство раскатки провода.

Монтажные ролики устанавливаются на опоры до раскатки провода. На прямых участках линии ролики подвешиваются обычно на поддерживающие крюки. На углах применяются сдвоенные угловые монтажные ролики с цепным креплением.

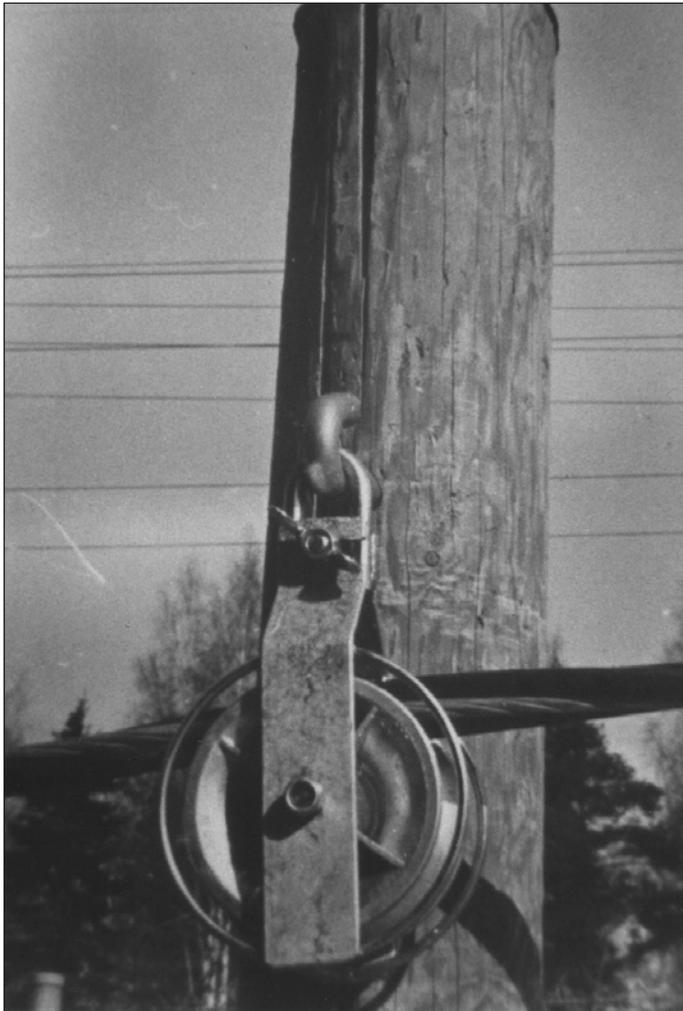


Рисунок 236. Монтажный ролик для прямого участка линии.

#### Контроль

Перед началом раскатки провода производится контроль четкости определения трассы нового провода по отношению к другим проводам, деревьям и пр. препятствиям.

В случае раскатки провода по краям транспортных магистралей или с пересечением транспортной магистрали перед началом раскатки нужно подготовиться к предупреждению движения и его регулированию.

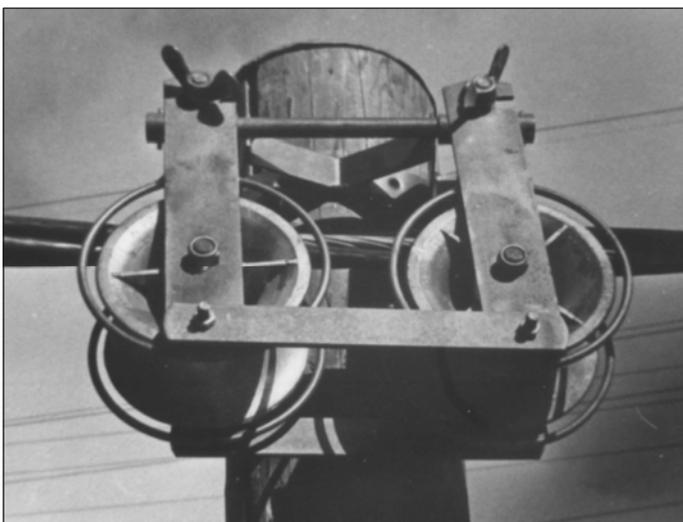


Рисунок 237. Монтажный ролик для больших сечений и больших углов.

## Этапы раскатки провода

### Подготовка барабана к раскатке провода

Барабан устанавливается на раскаточное устройство так, чтобы он вращался свободно и чтобы провод легко сходил с барабана. Края барабана проверяются на наличие гвоздей и пр. предметов, которые могут повредить изоляцию провода в процессе раскатки.

На боковой поверхности барабана стрелкой указано направление его вращения. Размотка барабана осуществляется против направления стрелки.

Если размотка провода АМКА с барабана производится каким-либо иным способом, а не посредством вращения барабана, то провод расплетается, и фазные проводники ослабляются. Устранение возникших повреждений является крайне сложным, и такие провода портят внешний вид линии.

В процессе обработки провода нужно проследить, чтобы не происходило повреждения изоляции фазного проводника или провода PEN об острые предметы. Барабан запрещено поднимать и раскручивать в процессе лебедочного подъема, когда он находится в горизонтальном положении. При подъеме и размотке барабана используется устройство, поддерживающее барабан в вертикальном положении.

### Раскатка провода

Состав бригады, осуществляющей раскатку провода АМКА, определяется, исходя из сечения провода и длины раскатки.

Раскатка провода осуществляется с барабана, расположенного на подставке с тормозным устройством. В случае отсутствия тормозного устройства рядом с барабаном должен дежурить монтажник, регулирующий скорость раскрутки провода с барабана.

В ходе раскатки конец провода устанавливается в расположенные на опорах монтажные ролики. При раскатке необходимо предупредить истирание провода о забор из колючей проволоки, камни и пр. препятствия.

## 19.6. Механическая раскатка провода

Механическая раскатка провода требует более основательной подготовки, чем раскатка вручную.

К раскатке необходимо подготовиться, защитить скрещивающиеся провода или опустить их вниз, доставить и обработать материалы. В подготовительные работы входит также предварительное оповещение потребителей о сбоях в электроснабжении или организация запасного электроснабжения.

Провода АМКА менее 70 мм<sup>2</sup> поставляются обычно длиной 1000 м и более 70 мм<sup>2</sup> - длиной 500 м. При раскатке проводов АМКА применяются такие же механизированные рабочие методы, как и при раскатке неизолированных проводов. Основными рабочими единицами данного метода являются раскаточный механизм с приводом от двигателя, тяговый канат и устанавливаемые на опоры монтажные ролики.

Раскаточный механизм устанавливается в конце участка раскатки, а барабан – в начале участка. В случае соединения проводов раскатку следует производить всегда в одном направлении, причем соединение фазных проводников с одинаковой маркировкой выполняется без скрещивания. Намотка провода АМКА в процессе производства осуществляется таким образом, чтобы начало провода одного барабана соединялось с концом провода предыдущего барабана.

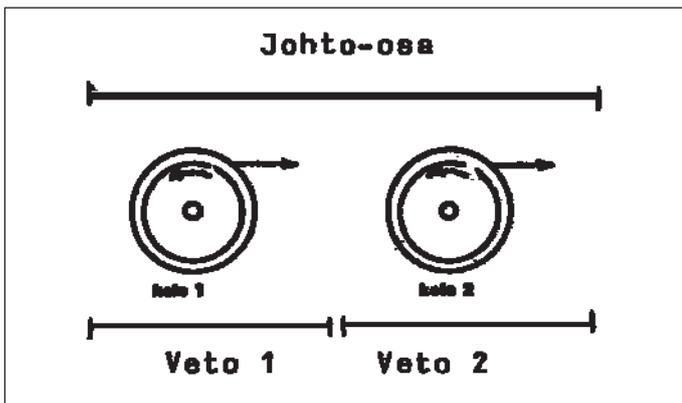


Рисунок 238. При раскатке проводов с нескольких барабанов размотка барабанов производится последовательно.

На прямом участке линии монтажные ролики устанавливаются на поддерживающие крюки, расположенные на опорах, на углах используются специальные угловые монтажные ролики. Для закрепления провода к монтажным роликам с раскаточного механизма вытягивается тяговый канат, который устанавливается в монтажные ролики. Тяговый канат соединяется с концом раскатываемого кабеля при помощи монтажного чулка. На конце провода фазные проводники обрезаются ступенчато, что способствует гибкому креплению монтажного чулка и предотвращает его зацепление за монтажные ролики. В результате протягивания тягового каната раскаточным механизмом на барабан провод АМКА поднимается прямо на монтажный ролик.

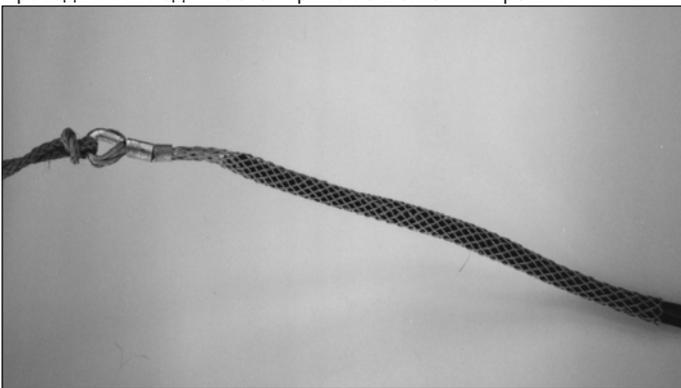


Рисунок 239. Крепление монтажного чулка на провод АМКА с целью раскатки.

В ходе раскатки между работниками, работающими на раскаточном механизме, барабане и инспектором труда поддерживается связь по радиотелефону.

Соединенный с защитными наушниками динамик радиотелефона улучшает слышимость.

Обращение с проводом во время раскатки

Для раскатки провода АМКА должны всегда применяться монтажные ролики. На острых углах существует опасность ненадлежащего изгиба провода. Для предотвращения данной проблемы используются специальные сдвоенные угловые монтажные ролики. Ни при каких условиях даже краткосрочно провод АМКА не допускается протягивать по поддерживающим крюкам, т.к. даже незначительные порезы изоляции провода приводят к повреждениям, трудно поддающимся локализации.

Провода АМКА, также как и другие алюминиевые проводники, запрещено раскатывать по сельскохозяйственным участкам, на которые были только что нанесены минеральные удобрения. Соприкосновение провода с землей следует избегать в любых случаях.

В ходе раскатки особое внимание нужно обращать на целостность провода, отсутствие распускания провода, провисания фазных проводников, петель в проводе PEN, поскольку такие повреждения трудно поддаются устранению и значительно ухудшают внешний вид линии.

## 19.7. Натяжение провода

Перед началом натяжения нужно обеспечить, чтобы опора, на которой натяжение производится, сохраняла заданное положение и во время натяжения. Для этого можно установить временные оттяжки. Размеры временных оттяжек должны выдерживать механические нагрузки от провода.

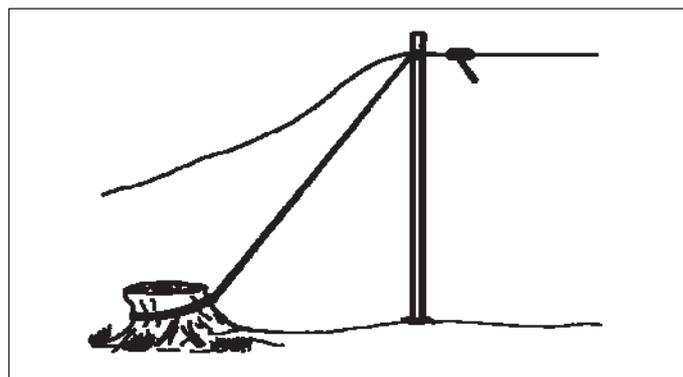


Рисунок 240. Временная оттяжка при натяжении провода.

Натяжение провода АМКА производится отдельно по анкерным пролетам. Иногда натяжение на больших углах участка производится отдельно по угловым пролетам. Начальное натяжение легких проводов осуществляется вручную, а тяжелых проводов – с применением тали или лебедки.

После начального натяжения несущий трос провода крепится к лебедке посредством лапок для натягивания проводов, устанавливаемых на несущий трос провода АМКА.

Установка лапок должна производиться без повреждения несущего троса или фазных проводников. При монтаже лапок для натягивания провода и обеспечении необходимого для них пространства можно воспользоваться монтажным клином.

Затем производится натяжение провода с учетом атмосферных условий таким образом, что вначале провод натягивается с превышением значения натяжения, а затем ослабляется до нужного значения.

В ходе натяжения осуществляется постоянный контроль провода, в особенности, на углах. Эффективность контроля повышает наличие радиотелефонной связи между работником, производящим натяжение, и проверяющими линию лицами. Используемый для измерения натяжения динамометр крепится с помощью складного блока между талью и проводом.

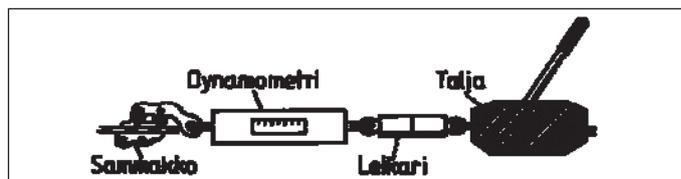


Рисунок 241. Измерение нагрузки монтажного провода с помощью динамометра.

Натяжение тяжелых проводов АМКА осуществляется обычно с помощью лебедки.

Соответствующие атмосферным условиям стрелы провеса можно проверить по таблице тяжения троса и стрел провеса, составленной изготовителем или имеющейся в «Рекомендациях для электросети».

Таблица 26. Пример таблиц тяжения троса и стрел провеса АМКА 3x70+95. Напряжение при нулевой температуре 45,0 Н/мм<sup>2</sup> (RJ 8:94).

Монтажные тяжения тросов в килоньютонах.

ПРОЛЕТ М	ТЕМПЕРАТУРА °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
40,0	7,95	7,01	6,13	5,31	4,59	3,98	3,48
50,0	7,41	6,57	5,80	5,12	4,53	4,04	3,64
60,0	6,87	6,15	5,51	4,95	4,48	4,09	3,75
70,0	6,37	5,78	5,26	4,82	4,44	4,12	3,85
80,0	5,95	5,48	5,07	4,72	4,41	4,15	3,92
90,0	5,62	5,25	4,92	4,64	4,39	4,17	3,97
100,0	5,36	5,07	4,81	4,58	4,38	4,19	4,02
110,0	5,17	4,93	4,72	4,53	4,36	4,20	4,06

Монтажные стрелы провеса в метрах

ПРОЛЕТ М	ТЕМПЕРАТУРА °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
40,0	0,24	0,28	0,32	0,37	0,42	0,49	0,56
50,0	0,41	0,46	0,52	0,67	0,75	0,84	0,92
60,0	0,64	0,71	0,79	0,88	0,98	1,07	1,17
70,0	0,94	1,03	1,13	1,24	1,34	1,45	1,55
80,0	1,31	1,42	1,54	1,65	1,77	1,88	2,00
90,0	1,76	1,88	2,01	2,13	2,26	2,37	2,49
100,0	2,27	2,41	2,54	2,67	2,80	2,92	3,05
110,0	2,86	3,00	3,14	3,27	3,40	3,53	3,66

Для монтажных работ составлена карта карманного размера с монтажными значениями проводов, в которой показатели тяжения тросов преобразованы в килограммы, соответствующие значениям килограммовой шкалы динамометра. В качестве приближенного значения можно воспользоваться следующим соотношением: 1 кН соответствует 100 кг, т.е., если в таблице указано монтажное тяжение троса равно 3,82 кН, то на шкале динамометра она соответствует значению 382 кг.

## Инструменты натяжения

Натяжной зажим

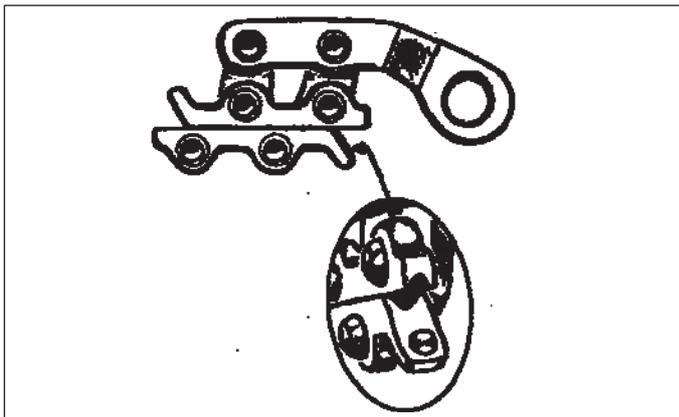


Рисунок 242. Натяжной зажим

При натяжении провода АМКА натяжной зажим крепится к несущему тросу. Размер зажима должен соответствовать сечению монтируемого провода. Применение зажимов с возвратной пружиной повышает удобство отсоединения зажима после натяжения.

Динамометр

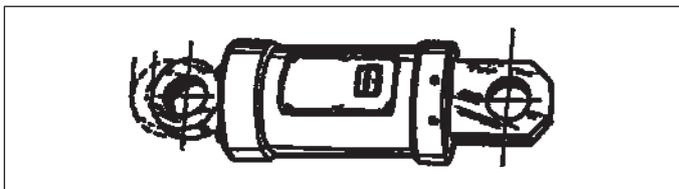


Рисунок 243. Динамометр.

Монтажное тяжение троса можно измерить с помощью динамометра.

Для закрепления динамометра между натяжным зажимом и талью применяются анкерные замки.

Стальная канатная таль, т.е. рычажная таль

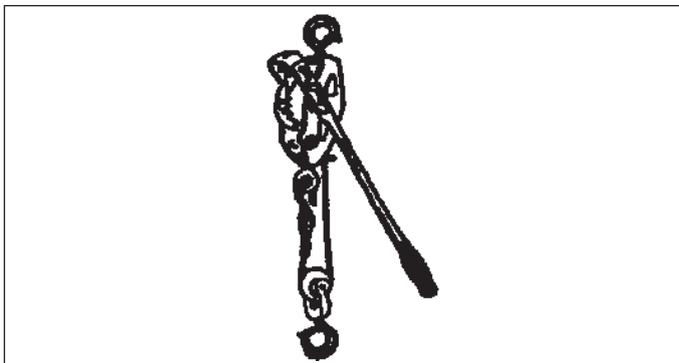


Рисунок 244. Стальная канатная таль, т.е. рычажная таль.

Намотка стального троса на барабан тали производится с помощью плеча рычага и храпового механизма.

Плечо рычага рассчитано таким образом, что в случае опасной перегрузки тали оно изгибается. Перед началом работ по натяжению необходимо ознакомиться с эксплуатацией конкретной тали, поупражнявшись в ее натягивании, а особенно в расслаблении.

Максимальные усилия эксплуатационного диапазона рычажных тали составляют прим. 4,5...30 кН.

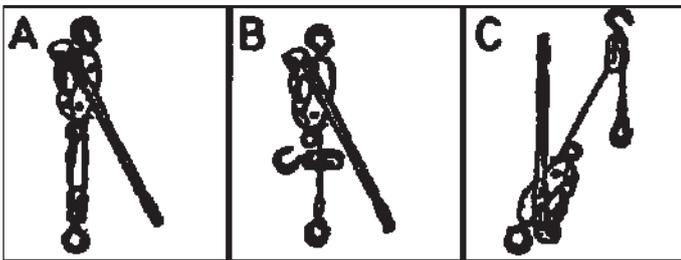


Рисунок 245. Натяжение с помощью рычажной тали.

Лебедка

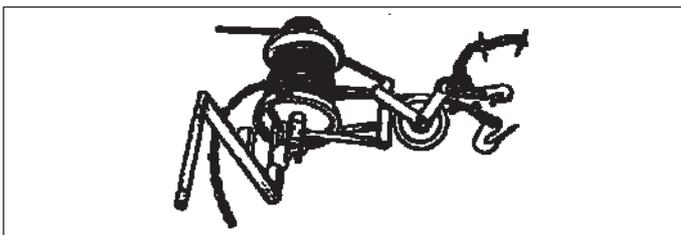


Рисунок 246. Лебедка.

Намотка стального троса лебедки на барабан производится с помощью рукоятки с храповым механизмом. На конце троса находятся крюк и складной блок с дополнительным крюком. Перед применением натяжной лебедки необходимо ознакомиться с ее эксплуатацией, проверив направления натяжения и ослабления. Эксплуатационный диапазон лебедок составляет прим. 5 - 12 кН.

Натяжная лебедка должна быть оснащена предохранительным рычагом, предотвращающим удары рычага по руке, например, в случае ослабления провода.

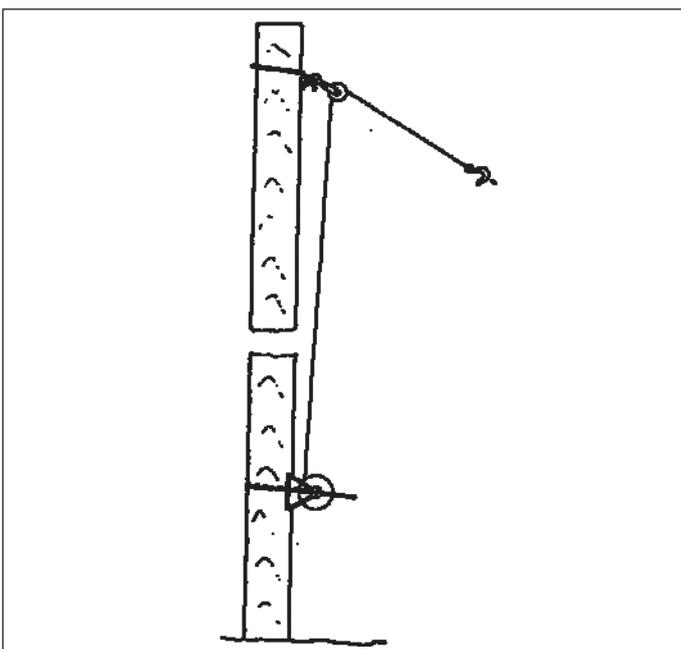


Рисунок 247. Раскатка или натяжение с помощью лебедки.

Монтажные клинья

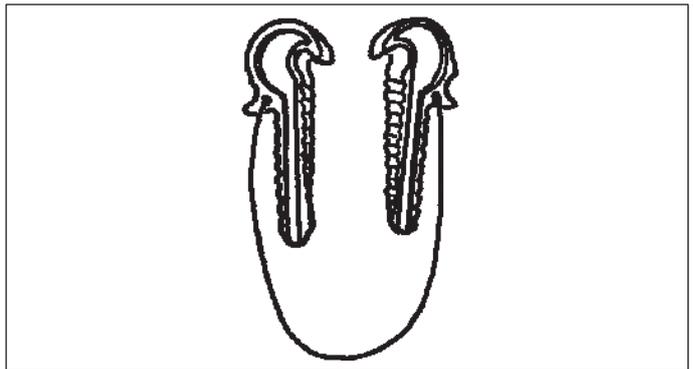


Рисунок 248. Монтажные клинья (одна из моделей).

Монтажные клинья используются:

- При выполнении натяжения с целью отделения несущего троса от фазных проводников на этапе закрепления лапки для натягивания проводов.
- При креплении и ответвлении провода с целью отделения несущего троса от натянутого провода на этапе закрепления провода на подвеску или изолятор.

Вместо монтажных клиньев запрещено пользоваться другими рабочими инструментами (отверткой, линейными плоскогубцами, разводным ключом) для отделения провода, т.к. они повреждают изоляцию фазного проводника.

#### 19.8. Оконцовка провода

Несущий трос крепится к опоре с помощью крюка RKKS или крюкообразной гайки и к стене - с помощью крюка RKKP.

Привязка несущего троса к крюку осуществляется с применением спиральной вязки с ушком, защищающим спиральную вязку при соприкосновении с крюком, или с применением подходящего концевого зажима.

Оконцовка провода АМКА с помощью спиральной вязки.



Рисунок 249. Оконцовка провода на опоре с помощью спиральной вязки.

Провод натягивается с помощью тали или лебедки до заданного значения с учетом того, что после монтажа натяжение провода немного ослабляется. Ушко устанавливается на крюк, и концевая вязка - в его паз. Одна ветвь концевой вязки наматывается вокруг несущего троса, начиная от указанной отметки. Затем наматывается вторая ветвь с обеспечением совпадения отметок скрещивания. Наматывание выполняется вручную. На конец закрепленной вязки накладывается защитная клейкая лента, натяжение тали ослабляется и производится контроль натяжения. Ослабленные после закрепления фазные проводники наматываются вокруг несущего троса с целью уплотнения провода с такой силой, чтобы не происходило искривления фазных проводников на несущем тросе. Фазные проводники стягиваются стяжкой в обозначенных точках скрещивания.



Рисунок 250. Оконцовка провода на стене с помощью спиральной вязки.

Оконцовка провода АМКА с помощью анкерного концевого зажима

Подвесная скоба анкерного зажима устанавливается на поддерживающий крюк. Натяжение провода производится выше описанным образом.

Конец несущего троса проталкивается сквозь конусообразную втулку зажима и натягивается. Конусообразная втулка затягивается окончательно с помощью затяжной гайки, после этого можно отсоединить таль и оформить конец провода.

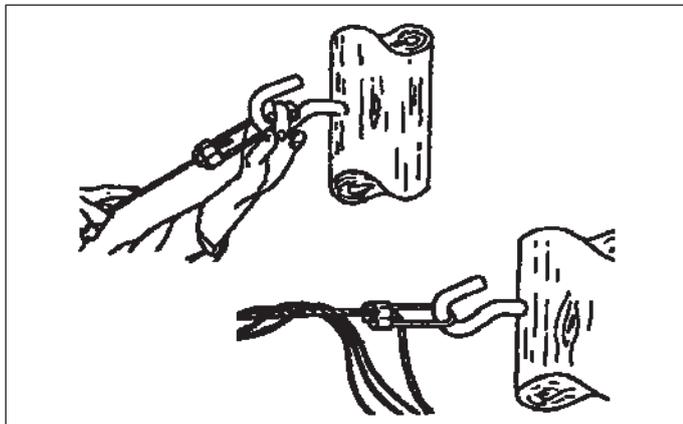


Рисунок 251. Оконцовка провода с помощью конусообразного концевого зажима.

## 19.9. Крепление провода

Крепление провода АМКА к опорам

Крепление несущего троса провода АМКА к опорам или другим стойкам осуществляется таким образом, чтобы не происходило его повреждения в момент закрепления или позже, например, от движения под воздействием ветра. Используются только сертифицированные крепежные устройства.

При монтаже на прямом участке линии в качестве кронштейнов используются крюки РККР с прикрепленными к ним подвесками RKR, соответствующими сечению провода. Несущий трос устанавливается в подвеску с помощью монтажных клиньев.

При монтаже на внутренних углах в качестве кронштейнов используются крюки РККС. На внешних углах применяются крюки РККУ. Обычно монтаж следует стараться выполнять на внутренних углах, что устраняет опасность истирания и повышает удобство монтажа кронштейнов.

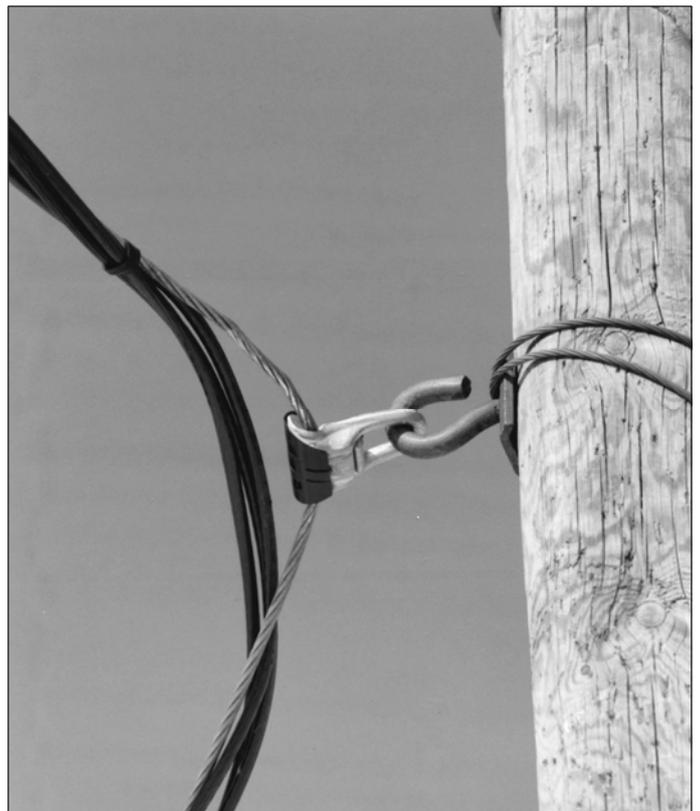


Рисунок 252. Крепление на угловой опоре.

При выполнении монтажа подвески на внутреннем углу приходится пользоваться лебедкой с целью ослабления натяжения провода АМКА в точке подвески. По обеим сторонам угловых опор на провод АМКА с помощью монтажных клиньев устанавливаются натяжные зажимы. Трос лебедки проводится за опору. Лебедка натягивается настолько, чтобы можно было удалить монтажный ролик и установить несущий трос в подвеску.

При ослаблении натяжения провода АМКА на угловой опоре с применением лебедки монтажник должен находиться на стороне внешнего угла за опорой. Это позволяет избежать опасности, что в случае возможного отсоединения провода в процессе работы провод потянет за собой монтажника.

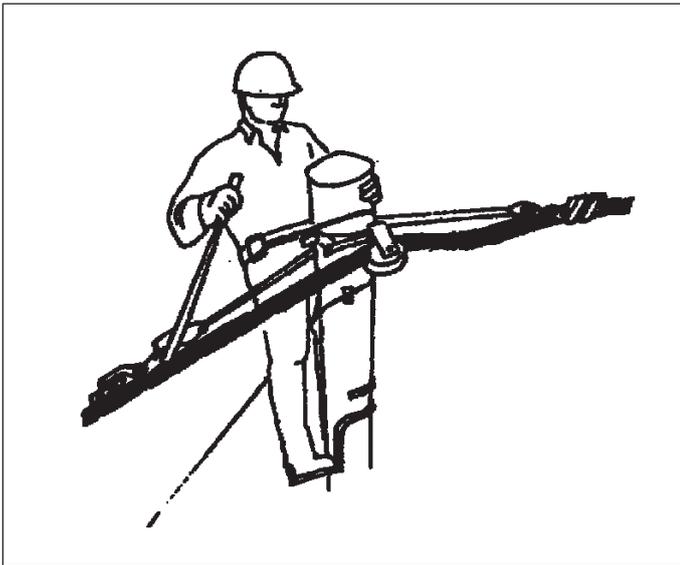


Рисунок 253. Ослабление натяжения провода с целью установки подвески.

### 19.10. Соединение провода АМКА

#### Соединение провода

Соединительные зажимы делятся на две группы:

1. Соединительные зажимы, стойкие к тяжению (напр., прессуемые и клиновые зажимы).
2. Прессуемые изолированные контактные зажимы.

Соединение провода АМКА состоит из двух этапов:

1. Соединение неизолированного несущего троса (провод PEN) производится стойким к тяжению соединительным зажимом.
2. Соединение изолированных фазных проводников производится изолированными контактными зажимами.

Прессуемые соединительные зажимы применяются для соединения несущего троса обычно в том случае, если и фазные проводники соединяются прессуемыми контактными соединительными зажимами. В данном случае для всех прессуемых зажимов подходит обычно один и тот же рабочий инструмент. Прессуемая соединительная гильза, как правило, содержит смазочное масло. После проталкивания провода в гильзу его необходимо немного повернуть, чтобы смазка равномерно распределилась по соединению.

Перед соединением концы провода нужно очистить от загрязнений, образовавшихся во время складирования и раскатывания провода, а также обработать стальной щеткой с целью удаления оксидного слоя с участка соединения.

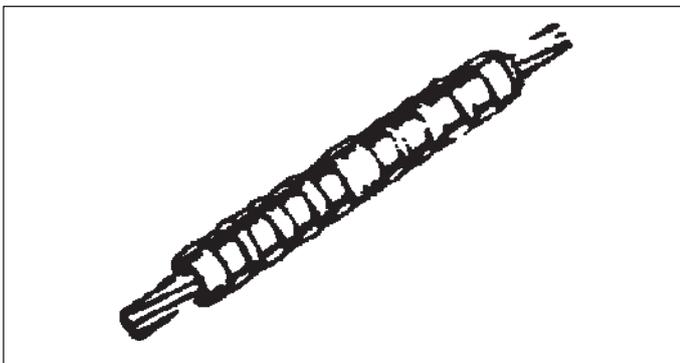


Рисунок 254. Прессуемый соединительный зажим.

Смазка для соединения содержит вещества, проникающие в поверхность алюминия и образующие оксидный слой. На гильзы производителем нанесены места прессования и указан используемый инструмент. С целью обеспечения надежного соединения необходимо корректно соблюдать инструкции производителя. При производстве первого прессования следует проследить, чтобы провод не выскальзывал из гильзы. Для предотвращения выскальзывания первое прессование обоих концов провода можно произвести во второй опрессовочной точке, рассчитанной от центра гильзы. Затем прессование продолжить в направлении от центра к краям гильзы. С целью предотвращения изгиба соединительного зажима прессование производится поочередно с разных сторон гильзы. Образовавшиеся в процессе опрессовки соединительной гильзы острые заусенцы удаляются ножом или напильником. При необходимости на концы соединительной гильзы наносится защитная клейкая лента.

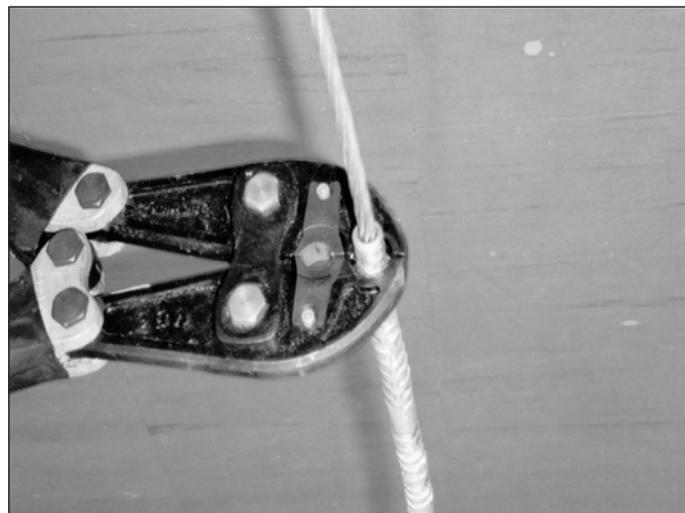


Рисунок 255. Производство прессуемого соединения.

Клиновое соединение производится в соответствии с инструкциями производителя с соблюдением представленных выше указаний по обрезанию и очистке.

#### Установка несущего троса в клиновой зажим

Подготовленный конец троса, на котором клейкой лентой обозначена длина входа, проталкивается сквозь направляющую воронку соединительной втулки одним толчком. В результате чего металлический направляющий лоток схватывает конец троса и направляет трос сквозь клинья к перегородке, устанавливая его вплотную к перегородке. Маркировочная клейкая лента должна устанавливаться на уровне головы соединительной втулки.

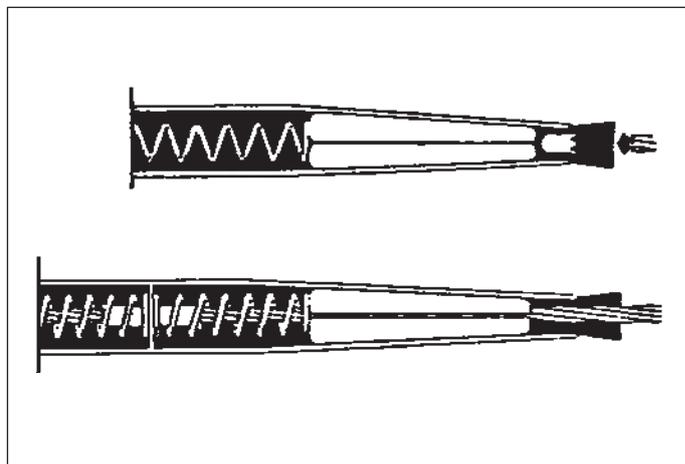


Рисунок 256. Конструктивная схема клинового зажима.

После установки обоих соединяемых тросов в соединительную втулку выполняется предварительное натяжение, являющееся завершающим этапом производства соединения.

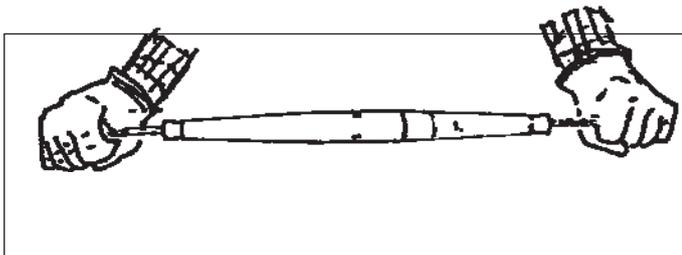


Рисунок 257. Предварительное натяжение клинового зажима.

#### Соединение фазного проводника

Для соединения фазного проводника провода АМКА применяются:

- прессуемые изолированные контактные зажимы
- изолированные контактные зажимы (зажимы для работ под напряжением)

После соединения несущего троса производится обрезание фазных проводников с целью их соединения. Места соединений проводников накладываются уступами на соединение несущего троса. При обрезании следует учесть, что фазные проводники устанавливаются в точке соединения довольно свободно, поэтому на фазном проводнике не должно быть тяжения. В качестве основного правила можно воспользоваться следующим принципом: при измерении места среза между проводниками одной фазы должна уместиться ладонь. В месте соединения запрещено создавать какие-либо петли.

Обрезание проводников осуществляется кусачками, сохраняющими при обрезании форму проводника.

Перед обрезанием проводника по отметкам рисок проверить верность последовательности фаз. В соединении направление кручения проводника должно быть тем же, что и у провода. Скрещивание проводника в соединении может стать причиной расхождения соединения.



Рисунок 258. Удаление изоляции с фазного проводника.

Длина удаления изоляции проводника указана на боковой поверхности зажима. Изоляция удаляется окорочным устройством или ножом. До установки в зажим с поверхности проводника удаляется оксидный слой.

Выбирается предусмотренный для сечения зажим. Применение слишком большого зажима приводит к появлению неисправностей в точке соединения. С конца проводника необходимо удалить образовавшиеся при обрезании заусенцы, например, с помощью ножа, что способствует удобству установки проводника в зажим. Проводник запрещено обрабатывать, поворачивая, например, плоскогубцами, т.к. вследствие расплющивания проводника могут возникнуть проблемы с установкой в зажим. При вталкивании проводника в зажим часть изоляции должна также войти в зажим, что позволяет обеспечить защиту от прикосновения.

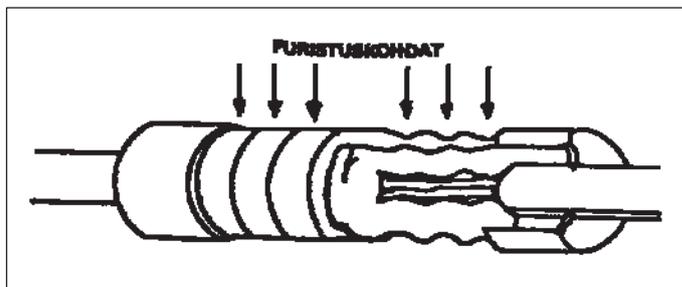


Рисунок 259. Конструкция изолированного контактного зажима и места опрессовки

Опрессовка зажима производится с применением подходящих обжимных клещей и наконечников, указанных в упаковке зажимов. Достаточность силы прессования клещей проверяется перед опрессовкой по маркировке, нанесенной на клещи.



Рисунок 260. Регулировка силы прессования обжимных клещей (MD6).

Опрессовка зажима производится в указанных на зажиме местах, начиная от центральной точки с обеих сторон проводника. После чего выполняется опрессовка других точек по направлению от центра к концам.

Следует избегать обвязывания места соединения клейкой лентой, т.к. слои клейкой ленты препятствуют естественному натяжению проводника до нужного значения и выравниванию стыка. Надставка дополнительного соединительного звена над соединительными втулками делает соединение броским и некрасивым. Дополнительное соединение усложняет замену проводника, проходящего по монтажным роликам.

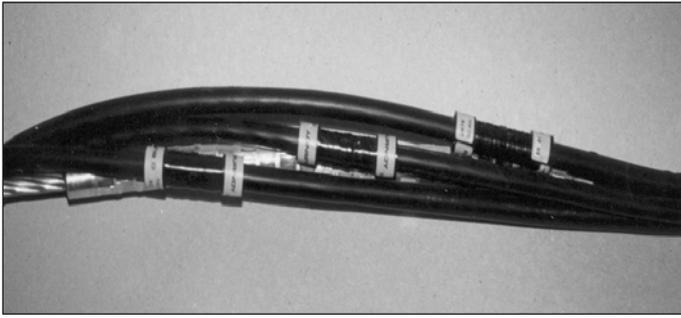


Рисунок 261. Готовое соединение провода АМКА

## 19.11. Подсоединение и разветвление провода АМКА

### 19.11.1. Общая информация

Несущим тросом провода АМКА является проводник PEN сети АМКА. Разрыв провода PEN нарушает зануление электрической цепи, в результате чего напряжение между фазами и нулем возрастает до опасных значений.

Когда дерево падает на провод АМКА, несущий трос, как правило, обрывается у основания концевого зажима. До тех пор, пока провод PEN питающего кабеля соединен с расположенным после концевого зажима «хвостом» несущего троса, соединение провода PEN прервано.

Если провод PEN питающего кабеля соединен с несущим тросом провода АМКА перед концевым зажимом, и провод PEN питающего кабеля длиннее фазных проводников, то провод PEN имеет больше возможностей остаться целым даже в случае обрыва несущего троса в концевом зажиме.

При ответвлении проводов АМКА подключение соединяемого с магистралью провода PEN осуществляется за счет специального питающего проводника, подсоединяемого с помощью зажима к передней части концевого крепежа ответвительной линии. И оттуда посредством питающего провода, длина которого больше фазных проводников, к несущему тросу магистральной линии с помощью зажима, расположенного возле поддерживающего крепежа.



Рисунок 262. Образец соединения провода PEN с питающим кабелем.



Рисунок 263. Образец соединения провода PEN при ответвлении проводов АМКА.

### 19.11.2. Технология соединения

Надежность ответвления провода АМКА зависит от надежности установки зажимов.

При монтаже зажимов провода АМКА особое внимание следует обратить на свойства алюминия. Алюминий является хорошим проводником, но появляющаяся на его поверхности под воздействием кислорода окись алюминия образует стойкую изоляцию, которая всегда должна удаляться до выполнения соединения. К негативным факторам относятся также хладотекучесть и сильное тепловое расширение алюминия. Эти проблемы учтены уже на этапе проектирования зажимов.

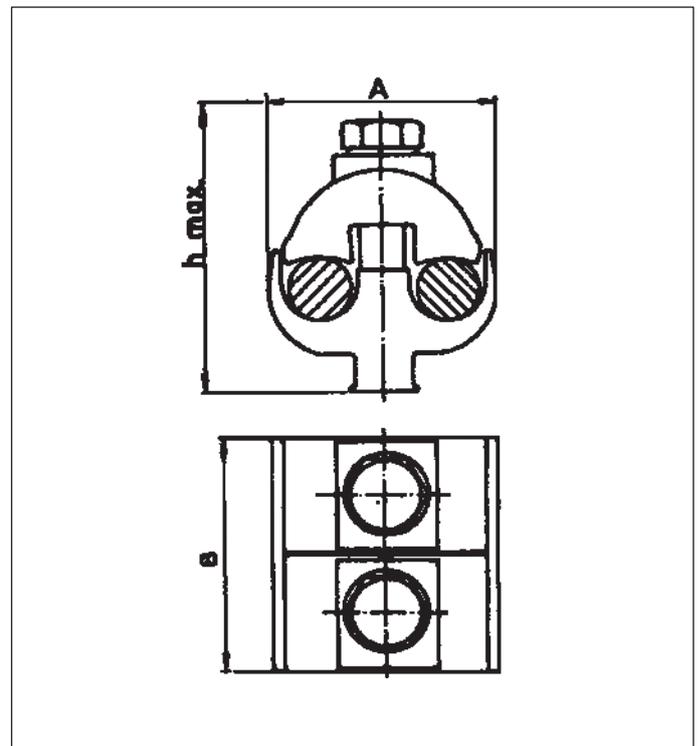


Рисунок 264. Конструкция контактного зажима: корпус из алюминиевого сплава и болты из защищенной стали.

Ответвительные и переходные соединения являются электрическими, поэтому на них не должно оказываться нагрузок от течения.

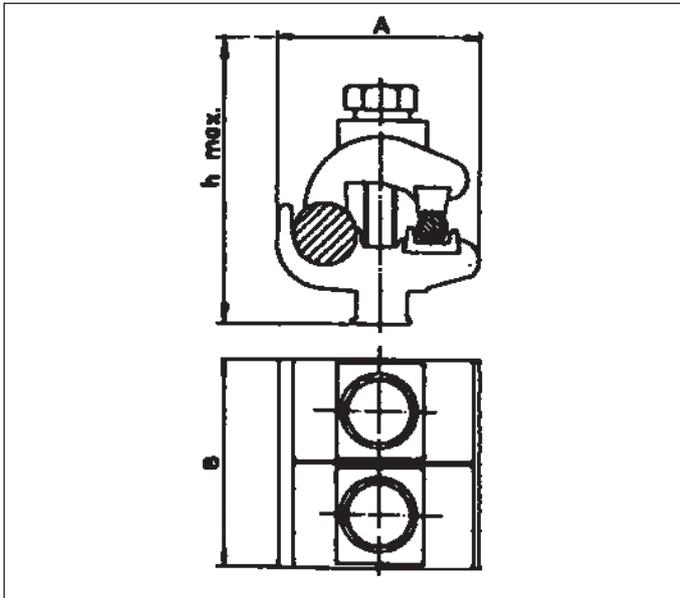


Рисунок 265. Конструкция переходного зажима: корпус из алюминиевого сплава и болты из защищенной стали, контактные поверхности из Al и Cu защищены эпоксидной краской.

Соединение и ответвление фазных проводников производится с применением контактных зажимов, соединяющих провода, выполненные из одного материала.

Применяемые с проводами АМКА контактные зажимы подразделяются на следующие группы:

- прессуемые изолированные контактные зажимы,
- болтовые зажимы,
- изоляцию прокалывающие болтовые зажимы,
- изоляцию прокалывающие контактные и переходные зажимы со встроенной изоляцией.

В зажимах первой группы в качестве защиты от прикосновения на металлическую гильзу установлена изоляция, и прессование происходит через поверхность изоляции. Контактные зажимы и зажимы, прокалывающие изоляцию, нуждаются в специальной защите от прикосновения, для этой цели используется защитный кожух. С помощью прокалывающего изоляцию болтового зажима соединение можно производить без снятия изоляции с конца магистрального провода, в других моделях также не требуется удаления изоляции с конца ответвительных проводов. Эти зажимы подходят для выполнения работ под напряжением на проводе АМКА.



Рисунок 266. Защитный кожух из полиэтилена, черный (Ensto).

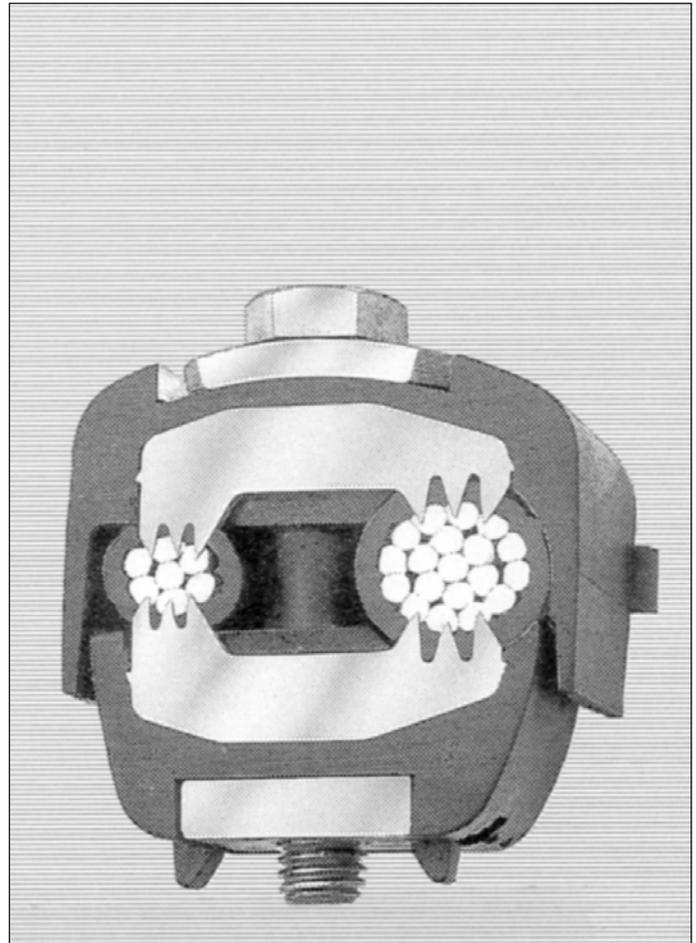


Рисунок 267. Изоляцию прокалывающий изолированный контактный зажим: контактные шипы в пластиковом корпусе. В корпусе расположены изолированные отверстия для зажимных болтов.

Переходные зажимы используются для соединения двух проводов из разных металлов. Они применяются, например, при соединении провода АМКА с неизолированным медным проводом или медным проводом заземления, подземным кабелем или проводом в пластмассовой оболочке. В качестве переходных зажимов используются в основном прессуемые изолированные переходные зажимы и болтовые зажимы.

При переходе с алюминиевого провода к медному проводу зажим должен быть расположен таким образом, чтобы в точке соединения алюминиевый провод находился над медным проводом. Это способствует уменьшению коррозии алюминия под воздействием меди.

Прессуемое соединение выполняется таким же образом, как было описано выше при соединении проводов АМКА.

В случае применения болтового зажима необходимо убедиться в том, что зажим подходит для заданных сечений провода. Если проводной паз зажима не защищен смазкой, то зажим следует вначале открыть и пазы прочистить щеткой с целью удаления окиси алюминия.

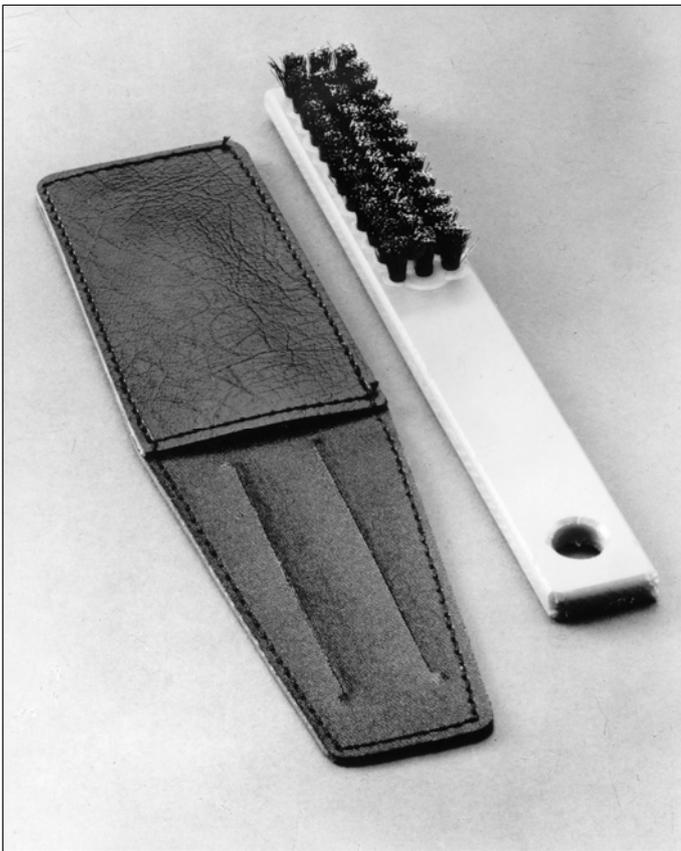


Рисунок 268. Предусмотренная для удаления окиси алюминия металлическая щетка.

Перед выполнением соединения с провода удаляется изоляция. С фазных проводников удаляется изоляция, с поверхности проводника удаляется оксидный слой предусмотренной для данной цели щеткой. Для удаления изоляции используется нож или специальный инструмент. Очистке подлежит также поверхность провода PEN. Сразу после обработки щеткой соединительные поверхности проводов смазываются защитной смазкой с целью предотвращения окисления. Смазка не нужна, если конец провода сразу вставляется в зажим с защитной смазкой.

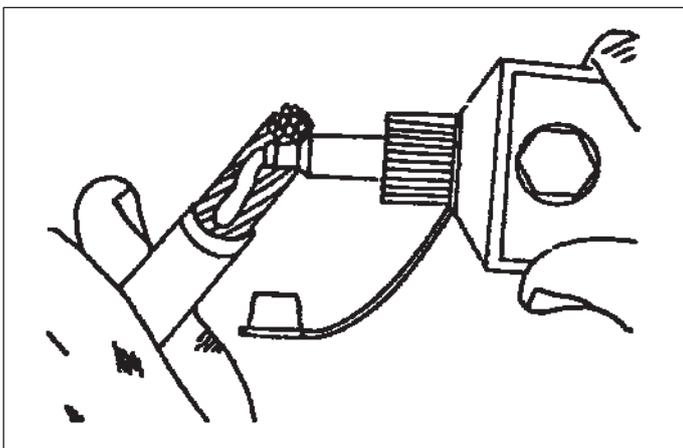


Рисунок 269. В алюминиевых зажимах применяется защитная смазка.

После выполнения указанных выше действий провод вставляется в паз или разъем, и производится затяжка зажима. На упаковке каждого зажима должен быть указан момент затяжки. Только при соблюдении указанного значения можно быть уверенным в том, что соединение будет надежным и по истечению многих лет.

Затяжка болтового зажима до заданного момента выполняется гаечным ключом с ограничением по крутящему моменту. В практике работа все-таки выполняется в основном простым гаечным ключом с односторонней головкой или аналогичным инструментом, и тогда надо научиться чувствовать момент руками.

Для приобретения сноровки следует иногда тренироваться с помощью гаечного ключа с ограничением по крутящему моменту. Гаечным ключом следует протестировать каждый новый тип зажима для разных сечений.

Сегодня нужный момент затяжки обеспечивается моментными винтами, головка которых срывается при достижении нужного момента затяжки соединения.

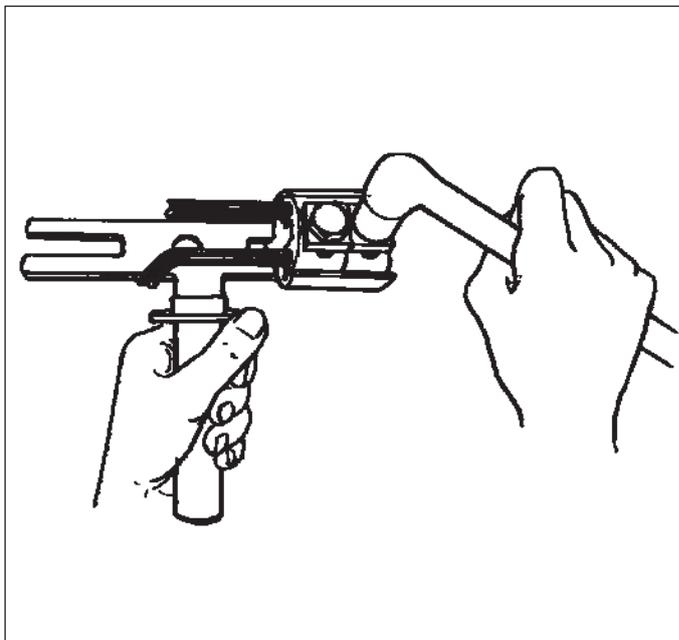


Рисунок 270. Затяжка болтового соединения.

При выполнении обжимного соединения нужно непременно убедиться в том, что зажим предусмотрен именно для данного сечения. Зажимы, предусмотренные для разных сечений, имеют разную цветовую маркировку.

В случае возникновения сомнений вопрос необходимо уточнить, т.к. соединение, выполненное с применением слишком большой втулки, обычно чревато повреждениями и сбоями в эксплуатации.

### 19.11.3. Примеры соединений

Соединение провода АМКА с медным питающим кабелем:

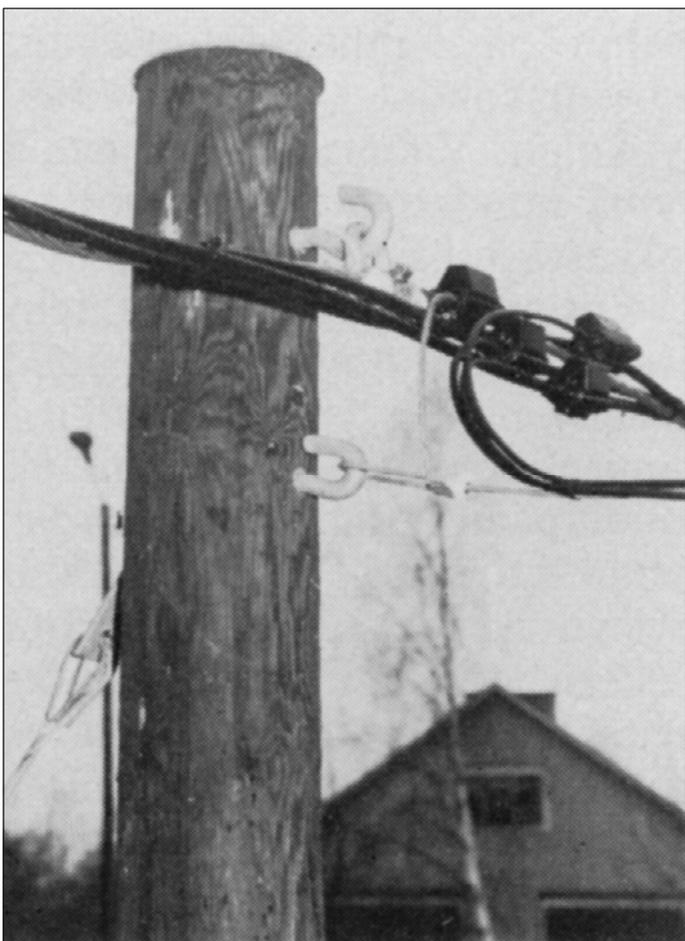
В качестве зажимов применяются прокалывающие изоляцию изолированные зажимы с болтовой затяжкой. Изоляцию соединяемых проводов запрещено удалять. Питающий кабель провода PEN должен быть значительно длиннее фазных проводников, его соединение выполняется перед концевым зажимом с помощью переходного зажима. С целью предотвращения изоляционных повреждений фазных проводников на переходный зажим устанавливается пластиковый защитный кожух. Зажимы фазных проводников устанавливаются последовательно таким образом, чтобы алюминий во всех точках соединения находился над медью. Кожухи зажимов готовых соединений не связываются в пучки, между ними оставляется воздушный зазор. Воздушный зазор предотвращает появление короткого замыкания между фазами в случае возможного нарушения изоляции зажимов.



*Рисунок 271. Соединение провода АМКА с питающим кабелем с помощью болтовых зажимов.*

В точке соединения провода не должны быть слишком длинными, оформление проводов выполняется аккуратно, что улучшает внешний вид соединения.

Соединение ответственного провода АМКА с магистральным проводом АМКА.

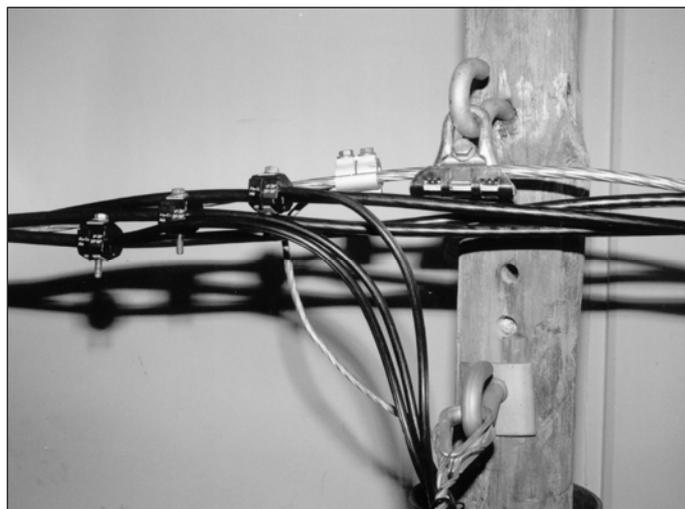


*Рисунок 272. Соединение ответственного провода АМКА с магистральным проводом АМКА.*

Удобству производства ответвления способствуют монтажные клинья, используемые для отделения фазных проводников друг от друга. Проводники ответственного провода не должны нагружать соединение тяжением. С целью обеспечения аккуратного внешнего вида они не должны также провисать.

Провод PEN ответственной линии соединяется с проводом PEN магистральной линии за счет специального соединительного провода. Соединительный провод подключается перед концевым зажимом ответственной линии с помощью болтового зажима, и на зажим устанавливается пластиковый защитный кожух, предотвращающий изоляционные повреждения фазных проводников. Другой конец соединительного провода соединяется с несущим тросом магистральной линии за счет болтового зажима вблизи поддерживающего зажима таким образом, чтобы проходящий сквозь зажим свободный конец провода находился на стороне поддерживающего крюка. В таком случае длинный конец провода PEN не будет истирать изоляцию фазных проводников. Провод PEN всегда соединяется с помощью алюминиевого контактного зажима.

В случае применения для соединения фазных проводников ответвления изоляцию прокалывающих изолированных контактных зажимов со сквозными затяжными болтами, положение зажимов в ответвлении должно быть таким, чтобы не происходило повреждения изоляции фазных проводников болтами. Зажимы устанавливаются последовательно на более отдаленном друг от друга расстоянии, нежели раньше, с учетом фазных проводников магистральной линии.



*Рисунок 273. Расположение изоляцию прокалывающих изолированных контактных зажимов при ответвлении.*

При производстве ответвления нужно тщательно следить за сохранением надлежащей последовательности фаз сети проводов АМКА. Правильная последовательность фаз обеспечивается за счет соединения друг с другом проводов с одинаковой маркировкой. При соединении алюминиевых проводов используется защитная смазка. Защитная смазка превосходно проводит электричество. В процессе создания ответвления необходимо проследить, чтобы защитная смазка не выходила за пределы соединения и не вызывала в последующем короткого замыкания между проводами.

Работы по ответвлению всегда производятся высоко на опоре, поэтому до подъема на опору они должны быть тщательно спланированы с целью обеспечения наличия всех нужных зажимов и инструментов.

## 19.12. Маркировка провода АМКА

### 19.12.1. Общая информация

В Финляндии в сети с проводами АМКА используется 1 кВ ступень напряжения. Поэтому нужно уметь различать друг от друга одинаковые на вид, но имеющие разное напряжение провода АМКА.

### 19.12.2. Маркировка провода АМКА 1 кВ

В непосредственной близости от каждой опоры 1 кВ на провод АМКА 1 кВ устанавливается желтая треугольная табличка в соответствии с рисунком 274, на которую черной краской нанесено обозначение 1 кВ. Высота текста опознавательной маркировки должна быть не менее 40 мм. И даже если текст на табличке не всегда удается различить, то ее треугольная форма позволяет идентифицировать объект. Размеры предупредительного треугольника: основание 210 мм и бока 150 мм.

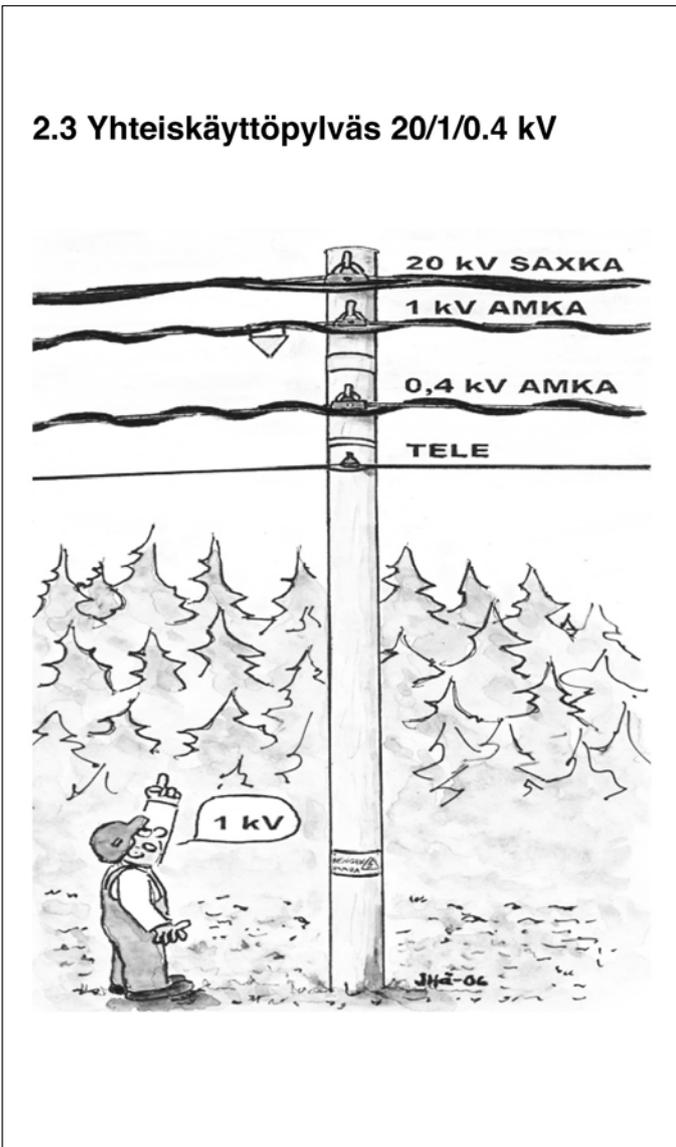


Рисунок 274. Предупредительная табличка провода АМКА 1 кВ (YJ:06, рисунок 2.).

На общих опорах между проводами АМКА напряжением 1 кВ и 0,4 кВ устанавливается предупредительная лента шириной 100 мм.



Рисунок 275. Предупредительная лента на опоре провода АМКА 1 кВ (YJ7:06, рисунок 1).

Дополнительная информация о маркировке общих опор представлена в главе 26 «Конструкции общих опор».

### 19.12.3. Маркировка провода АМКА 0,4 кВ

Ответвления провода АМКА и границы распределения

При разветвлении магистральной линии с проводами АМКА на две или несколько магистральных линий, защищенных промежуточными плавкими вставками, на отходящие от предохранителей опор провода распределительной сети желательно наносить маркировку. Например, если поступающий с трансформаторной подстанции выход 2 (200 А) делится на провода распределительной сети 2.1 (160 А) и 2.2 (125 А):

- на основании предохранителя опоры наносится номер выхода и размер плавкой вставки;
- отходящий от предохранителя опоры провод распределительной сети желательно маркировать обозначением распределительной сети;
- если выключатель-предохранитель опоры служит распределителем границ, на него можно установить табличку «Границы распределения».

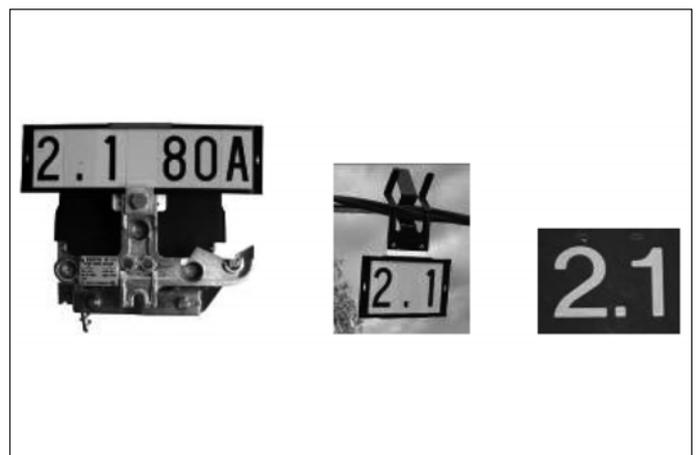


Рисунок 276. Маркировка провода распределительной сети, отходящего от магистрального провода, защищенного плавкой вставкой (YJ 8:09, рисунок 6.).

Если отдельный питающий провод защищен плавкой вставкой, маркировка провода распределительной сети не используется. На основании предохранителя опоры устанавливается табличка с указанием мощности плавкой вставки.

Маркировка общих опор рассматривается в главе 26 «Конструкции общих опор».

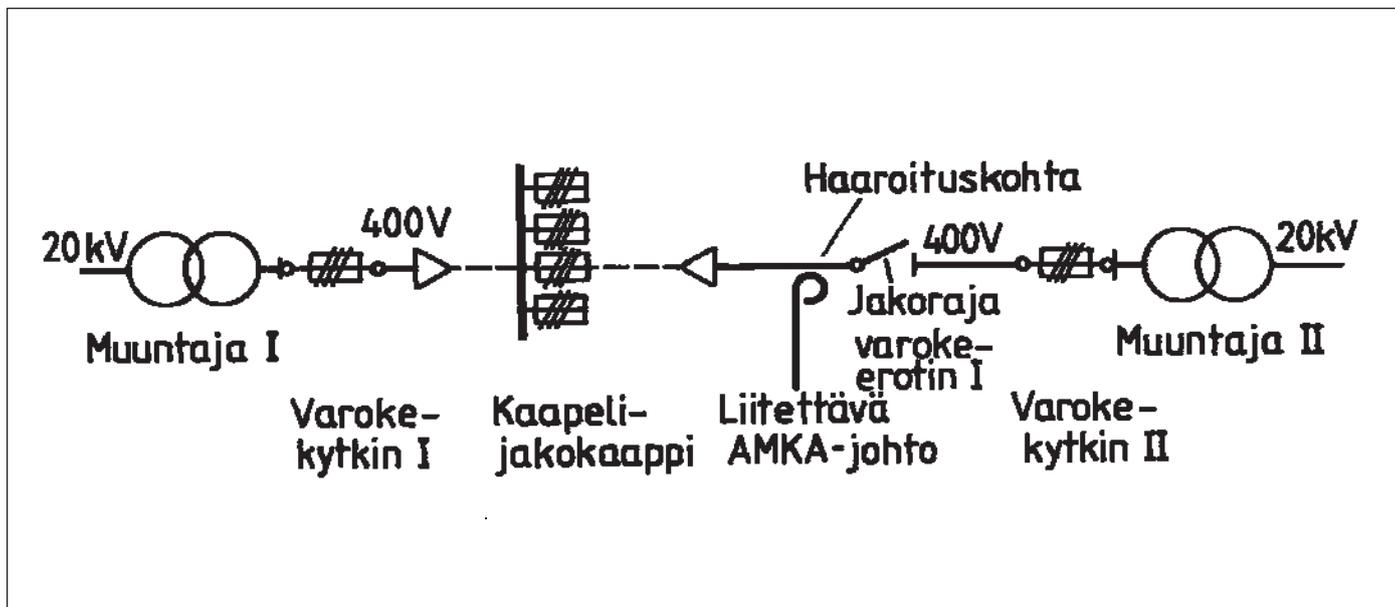


Рисунок 277. Схема сети для подключения ответвительного провода к магистральному проводу.

### 19.13. Подключение провода АМКА в действующую сеть

#### 19.13.1. Соединение нового ответвительного провода АМКА с магистральным проводом АМКА в кольцевой сети.

Соединение ответвительного провода АМКА с магистральным проводом АМКА производится обычно с отключением напряжения. В представленном ниже примере рассмотрены операции, предшествующие соединительным работам.

Задачей является соединение ответвительного провода с проводом АМКА, имеющего двустороннее питание (возможность кольцевого питания). Трансформатор I подает напряжение в точку отщвления через кабельный распределительный шкаф. Граница распределения преобразуемых сетей проходит на уровне предохранителя-разъединителя I.

Работа начинается с составления плана работ, который включает составление (при необходимости в письменной форме) программы производства работ и определение метода работы. Руководство работ в сотрудничестве с руководством по эксплуатации согласует вопрос отключения напряжения на рабочем объекте и необходимые меры безопасности, а также порядок их выполнения.

Если руководитель работ сам непосредственно не руководит работами на объекте, он должен назначить инспектора по технике безопасности электрических работ рабочего объекта, имеющего профессиональную подготовку в области электричества, и предоставить ему необходимые инструкции и инструктаж. Обычно таким лицом является прораб, начальник бригады или монтажник предприятия электроснабжения.

Перед началом работы нужно заготовить достаточное количество предусмотренных для данной работы сертифицированных рабочих средств и средств обеспечения безопасности, к которым относятся:

- предупредительные плакаты (запрещающие, предупреждающие и инструктирующие плакаты),
- средства индивидуальной защиты,
- устройство измерения направления вращения,
- приборы для измерения напряжения,
- средства рабочего заземления.



Рисунок 278. Прибор фазировки для 0,4 кВ, т.е измеритель направления вращения.

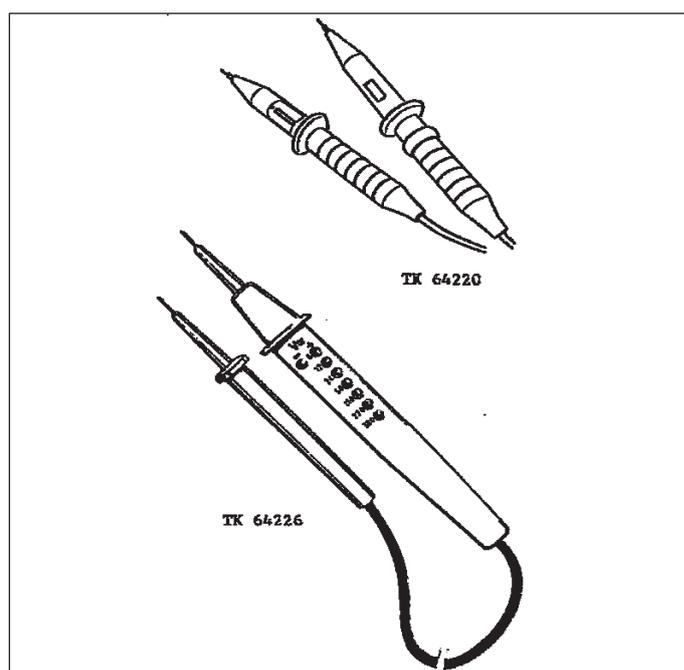


Рисунок 279. Двухполюсный индикатор напряжения для 0,4 кВ.

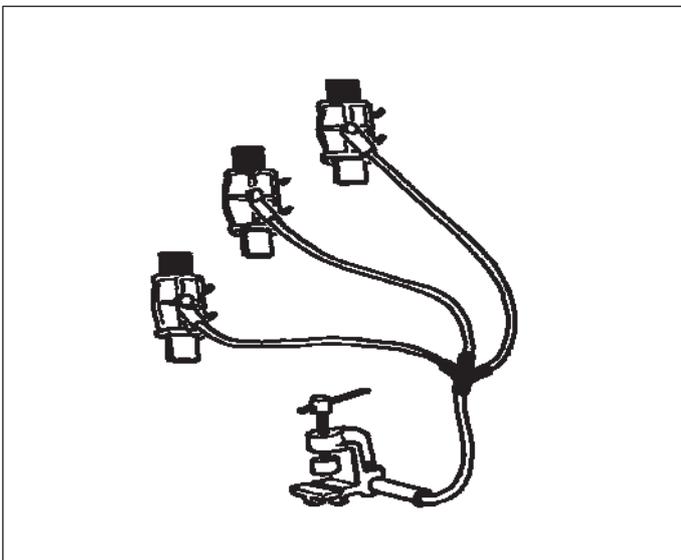


Рисунок 280. Полупредохранитель, устройство рабочего заземления для кабельного распределительного шкафа.



Рисунок 282. Отключение рабочего напряжения в кабельном распределительном шкафу осуществляется посредством удаления плавких вставок заданного направления линии.

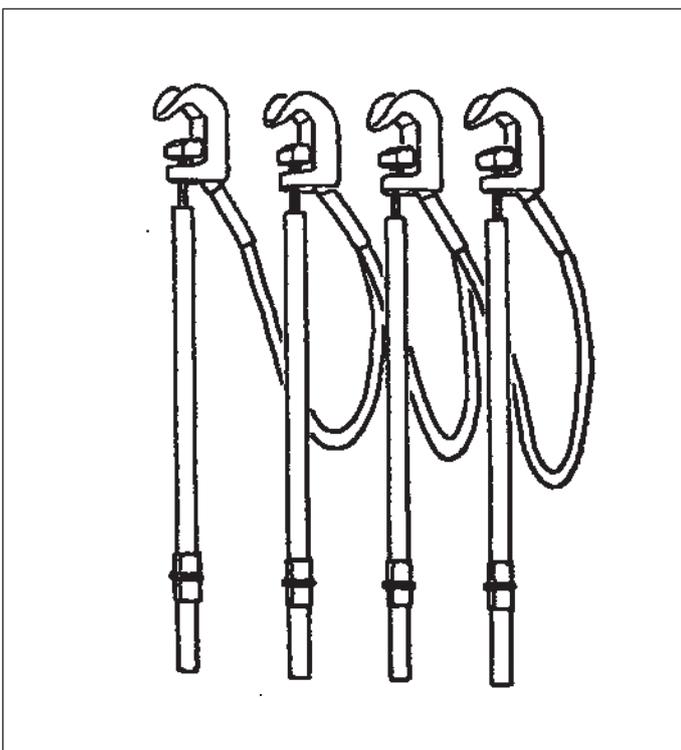


Рисунок 281. Устройство рабочего заземления провода АМКА.

В точке соединения с поверхности изолированных фазных проводников с помощью изолированного устройства измерения направления вращения проверяется последовательность фаз магистрального провода АМКА (направление вращения). Эта операция выполняется всегда при отсоединении или присоединении провода распределительной сети.

Түбкөндө Рабочий объект необходимо отключить от рабочего напряжения со всех сторон по всем полюсам. Контроль видимых изоляционных промежутков между разомкнутыми контактами является исключительно важным, т.к. в некоторых устройствах переключения было замечено ошибочное срабатывание. Например, в разъединителях высокого напряжения, оснащенных разъединяющим контактом, наблюдалось заедание контакта одной из фаз.

Если нет возможности для контроля видимых изоляционных промежутков между разомкнутыми контактами, устройство разъединения должно быть оснащено надежным датчиком положения, механически соединенным с контактом устройства переключения.

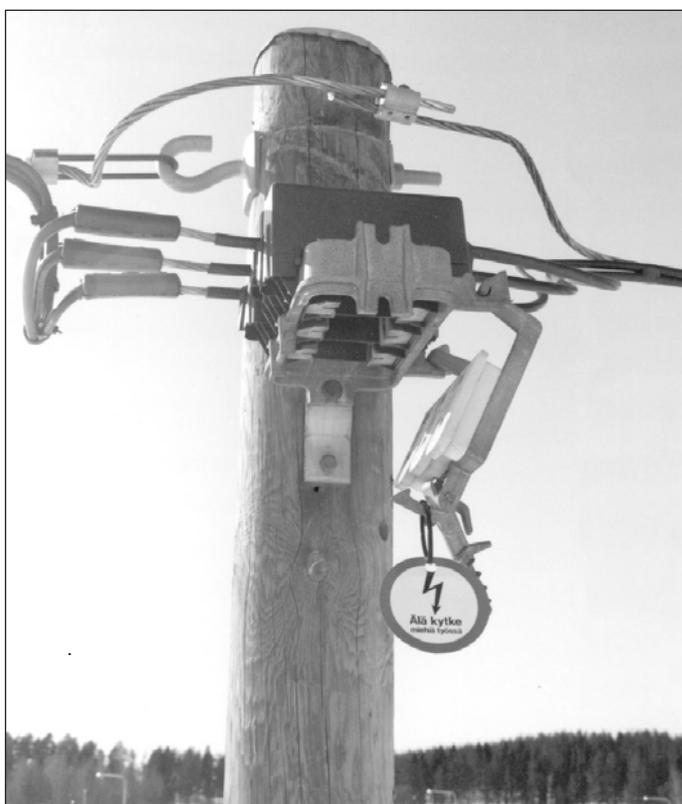


Рисунок 283. Отключение на границе распределения в данном случае осуществляется посредством отключения предохранителя-разъединителя (если разъединитель обычно отключён, проверить ситуацию на месте).



Рисунок 284. Вместо удаленных рычажных предохранителей устанавливаются т.н. полупредохранители, заземляющие провода выхода на время работы.

Необходимо предотвратить ошибочное подключение напряжения к рабочему объекту. Предотвращение выполняется механическим замыканием точки разъединения, это может быть, например, ручной регулятор разъединителя или дверь трансформаторной подстанции. При низком напряжении разъединение обычно обеспечивается за счет удаления плавких вставок, которые устанавливаются в подходящее место, например, в автомобиль или закрытое на замок помещение. Недостаточно высвободить плавкие вставки или открыть выключатель с плавким предохранителем. Места разъединения оснащаются надежно закрепляемыми предупредительными плакатами. Установщик плаката указывает свое имя и фамилию, а также дату установки в предусмотренной для этого графе плаката.

Контроль различных факторов опасности является также важной мерой обеспечения безопасности, и он не может быть заменен на проверку отсутствия напряжения. В данной связи необходимо проверить все факторы опасности и убедиться в том, что обесточен именно тот объект, на котором планируется выполнение работ.

К возможным факторам опасности относятся:

- обратное питание,
- повреждение изоляции,
- ошибочные подключения,

- цепи управления, измерения и вспомогательные цепи,
- атмосферные условия,
- заряженные кабели и конденсаторы,
- соседние провода,
- запасные генераторы.

Обычно на одном объекте не бывает всех перечисленных выше факторов опасности, но опасность, как правило, возникает неожиданно. Посредством контроля всех возможных факторов опасности можно значительно повысить безопасность.



Рисунок 285. Кабельный щит и рабочее заземление, установленное в кабельный распределительный шкаф.



Рисунок 286. Запрещающий плакат, установленный на выключатель с плавким предохранителем.

Обесточенность рабочего объекта проверяется с помощью индикатора напряжения, предусмотренного именно для данного напряжения и конструкции, в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Некоторые индикаторы реагируют на наведенное напряжение, вызванное и накопленное другими линиями. Причина реагирования должна быть выявлена, чтобы убедиться в том, что это не рабочее напряжение.

Аккумулированное напряжение разряжается прикосновением заземленного инструмента рабочего заземления, и наведенное напряжение устраняется посредством рабочего заземления. Некоторые индикаторы напряжения реагируют только на рабочее напряжение, и в линии, которая была признана обесточенной, может до рабочего заземления оказаться опасное напряжение.

Чувствительность индикатора напряжения, основанного на силе электрического поля, может снизиться под воздействием водяной пленки, образовавшейся на поверхности индикатора при дожде. Необходимо тщательно ознакомиться с инструкцией по эксплуатации и соблюдать ее требования.

Перед выполнением рабочего заземления проверяется обесточенность провода на оголенных участках. Самым надежным для этой цели является 2-полюсный индикатор напряжения, с помощью которого проверяется обесточенность каждого провода по отношению к проводу PEN. Исправность индикатора должна быть проверена перед его применением. Это можно сделать, например, в находящихся под напряжением местах соединения выключателя с плавкой вставкой со стороны трансформатора.



Рисунок 287. Обесточенность проверяется с помощью 2-полюсного индикатора напряжения.

Рабочее заземление выполняется в заданной последовательности посредством изолирующей штанги или вспомогательного устройства. Вначале обычно вручную крепится заземляющий зажим, а затем поэтапно - фазные зажимы посредством изолирующей штанги. В случае выполнения рабочего заземления в неверной последовательности, лицо, выполняющее рабочее заземление, может стать частью электрической цепи.

Рабочее заземление выполняется между рабочим объектом и каждым участком разъединения.

Провод АМКА, имеющий возможность кольцевого питания, должен быть заземлен на время работ (см. SFS 6002, 6.2.4.2., который рекомендует в данном случае выполнить рабочее заземление). После контроля отсутствия напряжения заземляющий зажим устройства рабочего заземления провода АМКА соединяется с проводом PEN. Затем производится установка фазных зажимов в точки заземления фазы.

Если провод АМКА имеет возможность кольцевого питания, изоляция в месте рабочего заземления удаляется уже в ходе прокладки провода или монтажа предохранителя-разъединителя. Голый участок должен быть защищен с применением изоляционного средства.

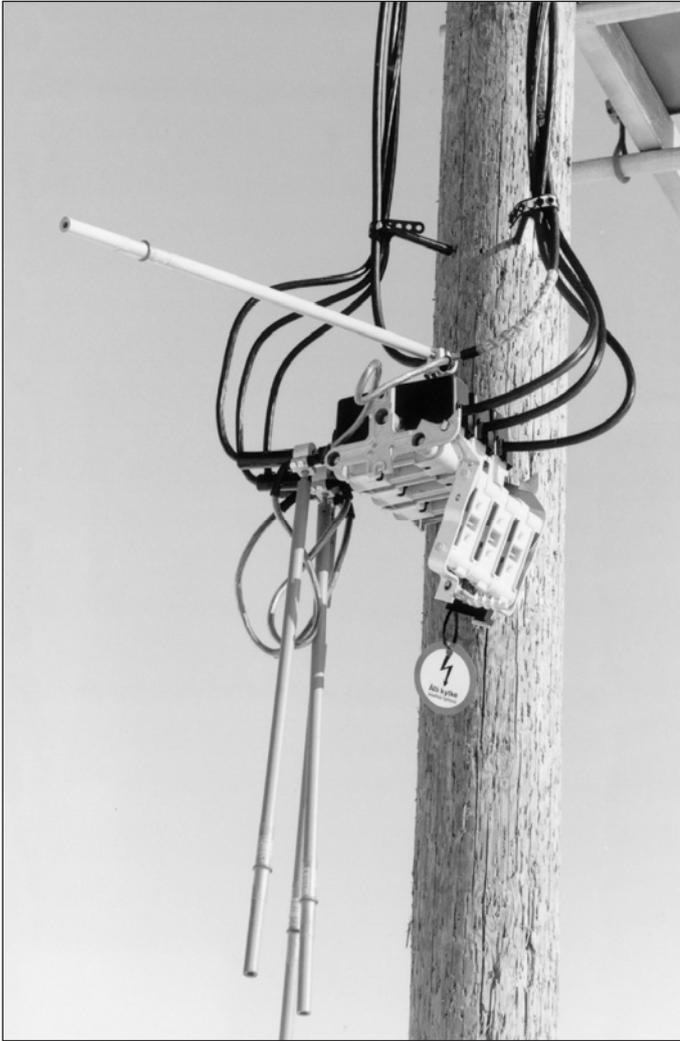


Рисунок 288. Рабочее заземление провода АМКА на трансформаторной подстанции.



Рисунок 289. Рабочее заземление в кабельном распределительном шкафу.

В распределительном кабельном шкафу рабочее заземление выполняется посредством замены рычажных предохранителей на т.н. полупредохранители, обесточенная сторона провода которых соединяется с заземляющим зажимом кабельного распределительного шкафа.

При установке полупредохранителей нужно быть предельно аккуратным, т.к. их неверная установка вызывает короткое замыкание. Поэтому до установки полупредохранителей нужно с помощью индикатора напряжения проверить, чтобы на стороне рабочего заземления основания предохранителя не было напряжения.

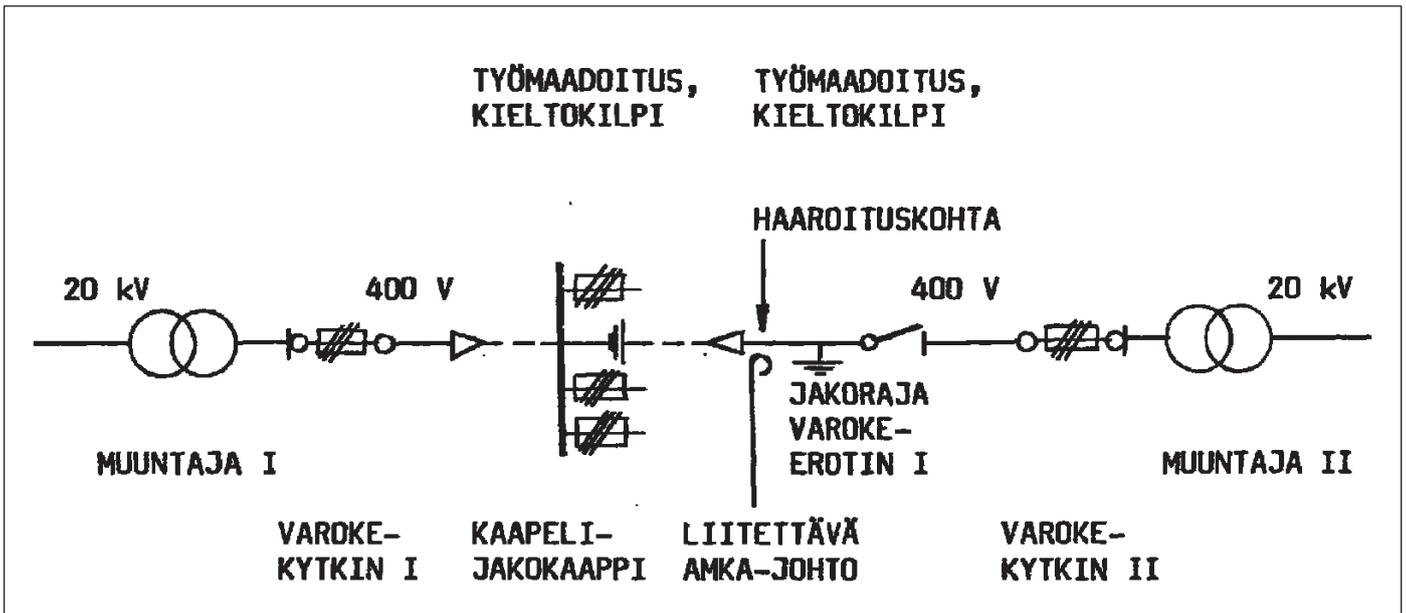


Рисунок 290. Рабочие заземления и обозначения провода АМКА в кольцевой сети.

## SÄTEETTÄINEN VERKKO

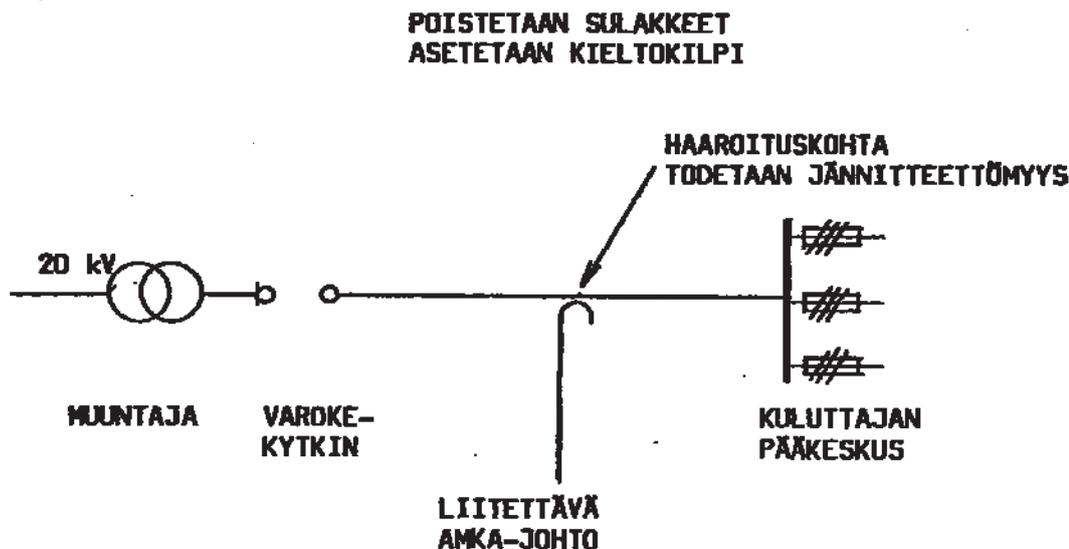


Рисунок 291. Схема блокировок, предшествующих работе в радиальной сети АМКА.

Теперь магистральный провод АМКА обесточен и заземлен на обоих участках, с которых может быть выполнено подключение напряжения рабочего объекта.

Перед началом работ следует еще раз проверить безопасность рабочего участка, и убедиться в то, что рабочий участок не расположен в непосредственной близости от находящихся под напряжением токоведущих частей. С целью повышения безопасности и предупреждения ошибок рабочий участок нужно оградить подходящими для данной цели оградительными устройствами и обеспечить предупредительными плакатами, а также надлежащим образом обозначить находящиеся под напряжением объекты. После реализации подготовительных мер безопасности можно приступать к выполнению непосредственной работы в соответствии с представленными руководителем работ инструкциями.

### 19.13.2. Соединение ответственного провода АМКА с магистральным проводом АМКА радиальной сети.

В радиальной сети АМКА рабочего заземления не требуется. Другие предшествующие выполнению работ блокировки должны быть выполнены в соответствии с представленным выше примером кольцевой сети (см. рисунок 290).

### 19.13.3. Соединение нового ответственного провода АМКА с неизолированным проводом низкого напряжения.

На рабочем объекте обесточенный провод АМКА расположен на общей опоре с проводом 20 кВ. Если провод 20 кВ находится под напряжением, то обесточенность провода АМКА невозможно надежно определить с помощью какого бы то ни было индикатора напряжения до удаления изоляции провода.

## UUDEN AMKA-HAARAJOHDON LIITTÄMINEN PIENJÄNNITEAVOJOHTOON

### UUDEN AMKA-HAARAJOHDON LIITTÄMINEN 0,4 kV AVOJOHTOON

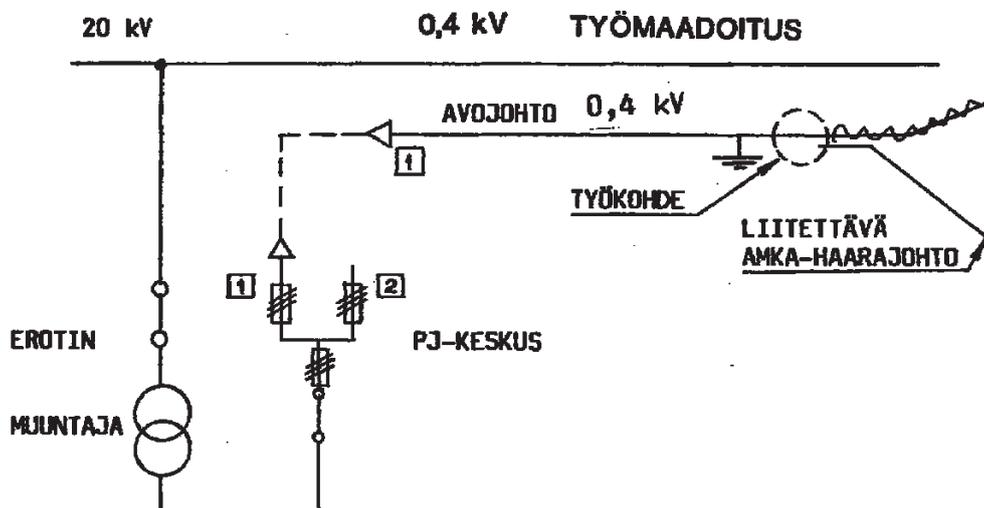


Рисунок 292. Соединение нового ответственного провода АМКА с неизолированным проводом низкого напряжения.

Перед началом работ по соединению ответвительного провода нужно также проверить, например, посредством мониторинга провода, что именно данный провод, являющийся объектом работ, обесточен и заземлен на время работ.

При производстве работ монтажник должен находиться на достаточном расстоянии от расположенного сверху провода 20 кВ и не допускать излишнего подъема ответвлений соединяемого провода АМКА вверх. Наиболее распространенными факторами опасности в представленном примере являются:

- возможность кольцевого питания,
- обесточивание неверного провода,
- работа на общей опоре,
- применение запасного генератора,
- атмосферные факторы.

После завершения работ необходимо надежным образом убедиться в том, что все работники закончили работу и покинули рабочее место, а также что они знают о подключении напряжения. Кроме того, нужно проверить, что с рабочего места были удалены все рабочие инструменты и арматура, которые могут вызывать опасность или помехи при подключении напряжения. Затем нужно удалить рабочее заземление в заданной последовательности, начиная с фазных зажимов и заканчивая зажимом заземления.

В конце устраняются все предупредительные плакаты, установленные на время производства работ.

Перед подключением напряжения необходимо проверить, что в результате подачи напряжения на рабочий объект или запуска двигателей не возникает опасности, например, для других работников или «специалистов», работающих на незавершенном участке. Затем нужно зафиксировать устройства переключения в рабочее положение и удалить установленные на время работы плакаты, запрещающие подключение, что является показателем завершения работ.

По завершению работ очистить, проверить, обслужить и убрать на хранение как средства по обеспечению безопасности труда, так и другие рабочие инструменты. В случае обнаружения в средствах безопасности труда каких-либо неисправностей они должны быть направлены в ремонт или при необходимости заменены на исправные средства. Целью данной меры является обеспечение исправных средств безопасности труда на следующий раз.

#### **19.14. Выполнение работ на находящемся в эксплуатации проводе.**

Т.к. провод АМКА защищен от прикосновения, то на опорах для проводов АМКА допускается производить монтажные работы, не требующие удаления изоляции находящегося в эксплуатации провода АМКА, например, добавлять провода, устанавливая светильники, кабели и пр. при проводе под напряжением. В процессе выполнения работы нужно постоянно помнить о близости провода под напряжением.

Любые работы по соединению должны выполняться только после разъединения напряжения или с применением допущенных методов работы под напряжением. Обработка провода АМКА под напряжением, например, при переносе линии должна производиться с применением допущенных методов работы под напряжением.

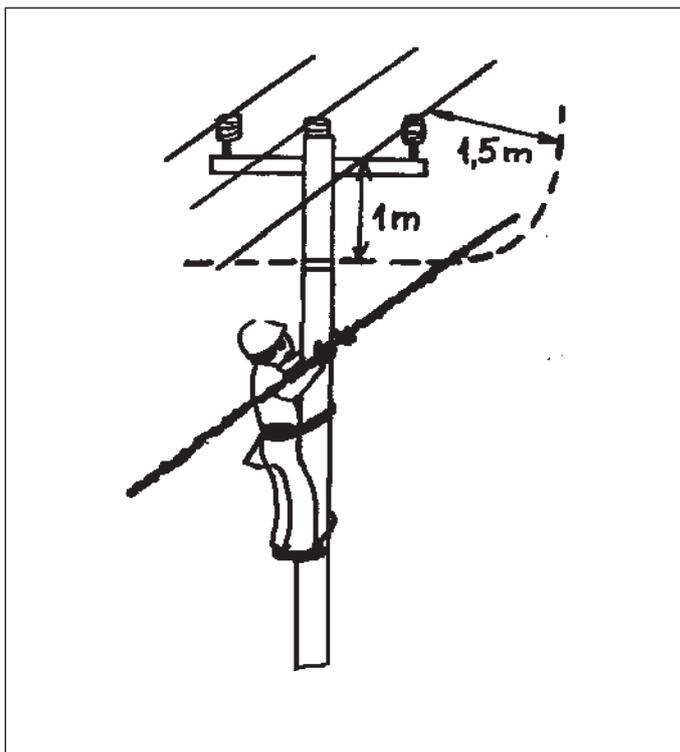


Рисунок 293. Нужно всегда учитывать близость провода под напряжением

### **19.15. Работы под напряжением на проводах АМКА**

#### **19.15.1. Общая информация**

Определение работы под напряжением представлено в пункте 6.3 Стандарта по технике безопасности электрических работ SFS 6002.

Качеству электроэнергии сегодня уделяется все больше внимания, и все больше усилий направляется на минимизацию количества перебоев в электропитании. При выполнении части работ по подключению без снятия напряжения можно сократить число перебоев в электропитании.

Под работой под напряжением (JT) в пункте 6.3 стандарта SFS 6002 понимается электротехническая работа на силовых установках или оборудовании, связанная с неизолированной токоведущей частью, или при выполнении которой работник сам или посредством применяемых в работе токоведущих материалов или средств может соприкоснуться с участком работ под напряжением такой части.

#### **19.15.2. Предпосылки работы под напряжением**

Одним из основных правил электротехнической работы заключается в том, что неизолированные токоведущие части, являющиеся объектом работ или расположенные в непосредственной близости от него, должны быть, как правило, обесточены на время производства работ.

Таким образом, рабочий объект должен быть обесточен и за исключением некоторых случаев также заземлен на время производства работ в соответствии с пунктом 6.2.4 стандарта SFS 6002. Если с отключением напряжения на предприятии связаны серьезные помехи, определенные работы допускается производить без отключения напряжения в случае обеспечения следующих условий:

Выполняющий работу работник должен иметь надлежащую квалификацию в сфере электротехнических работ, и дополнительно пройти специальную подготовку по этим работам под напряжением.

При выполнении работ соблюдается представленная в письменной инструкции методология работ. Инструкция должна быть одобрена руководителем электротехнических работ.

Должны внедряться предусмотренные методологией работ меры безопасности и применяться соответствующие ей рабочие инструменты.

### 19.15.3. Серьезные неудобства

В основном вопрос заключается в неудобствах, вызываемых отключением электроэнергии, например, для частных и промышленных потребителей, но за неудобства может приниматься также необходимость монтажного и эксплуатационного персонала работать в государственные праздники или сверхурочно.

Решение о том, следует ли электротехническую работу выполнять в виде работы под напряжением, принимается в каждом случае отдельно. Принятие решения о производстве работы под напряжением является задачей ответственного за работу лица, руководителя работ по электротехнической части.

### 19.15.4. Квалификация и обучение

Бригада, производящая работы под напряжением, за некоторыми исключениями, должна состоять не менее чем из двух человек, из которых, по крайней мере, один работник должен иметь необходимую для самостоятельной работы квалификацию и практический опыт выполняемой работы.

Срок обучения, включающий как теоретическую, так и практическую части, зависит от выполняемой работы. Для работ под напряжением в сети АМКА «Рекомендации для электросети» ТЈ 2:95 определяют минимальный срок обучения вместе с практическими упражнениями продолжительностью 6 часов. Преподавателем должно быть, как правило, лицо, имеющее, по крайней мере, диплом электротехника или соответствующими знаниями обладающее лицо, закончившее курс обучения, предусмотренный для преподавателей работ под напряжением на линии с проводами АМКА.

### 19.15.5. Письменная рабочая инструкция

По всем работам под напряжением, как правило, составляется письменная инструкция, на основании которой проходит обучение. Рабочая инструкция должна содержать информацию, необходимую для безопасного выполнения работ, сведения о рабочем объекте, рабочих методах, рабочих инструментах и инвентаре, о мерах безопасности труда и об объеме обучения.

Детальные рабочие инструкции по работам под напряжением в сети АМКА представлены в «Рекомендациях для электросети» ТЈ2:03.

### 19.15.6. Меры предосторожности и рабочие инструменты

Целью мер предосторожности является защита работника от воздействия прямого электрического удара, короткого замыкания и замыкания на землю. Для обеспечения указанной цели необходимо пользоваться предусмотренными рабочими инструкциями защитными устройствами и средствами, как, например, временной надежно крепящейся изолирующей защитой, устанавливаемой перед ближайшей находящейся под напряжением или заземленной частью или вокруг нее, а также специальными рабочими инструментами и средствами индивидуальной защиты.

В качестве дополнительных средств при работах под напряжением на проводах АМКА используются предусмотренные для данной цели защитные перчатки. Защитными перчатками запрещено касаться частей под напряжением.



Рисунок 294. Рабочие инструменты для работы под напряжением на проводах АМКА (JT-MILLENNIUM).



Рисунок 295. Защитные перчатки для выполнения работы под напряжением. Обращаю внимание, что кожаные перчатки надеты поверх перчаток для работы под напряжением (JT-MILLENNIUM).

### 19.15.7. Надзор за безопасностью

Бригада состоит обычно из двух электромонтажников, из которых один является монтажником, производящим работы под напряжением, и второй - помогающим монтажником.

Помогающий монтажник назначается в качестве лица, осуществляющего надзор за электротехнической безопасностью в соответствии с постановлением № 516/1996 Министерства торговли и промышленности. В сферу его ответственности входит надзор за выполнением рабочих инструкций, а также других связанных с работой постановлений и инструкций по технике безопасности труда. Помогающий монтажник должен точно следить за продвижением работ, он не имеет права даже на короткое время покидать рабочее место во время производства работ под напряжением. Он помогает производящему работы монтажнику только в объеме своей компетенции.

#### **19.16. Документирование и контроль перед применением**

##### **19.16.1. Документирование**

После завершения строительных работ составляются документы об изменениях, внесенных в распределительную сеть, либо посредством возвращения заказчику рабочей схемы, на которой указана новая линия, либо внедрения новой построенной линии прямо в информационную систему заказчика.

##### **19.16.2. Контроль перед применением**

Контроль перед применением выполняется предусмотренным в постановлении № 517/1996 Министерства торговли и промышленности образом:

«Контроль перед применением  
Ст. 3

Перед внедрением в эксплуатацию электрического оборудования производится контроль, в ходе которого в достаточном объеме проверяется отсутствие связанных с оборудованием опасностей или помех, указанных в ст. 5 Закона по технике безопасности электрических работ (410/96).

Ст. 4

По результатам контроля для оператора электрооборудования составляется протокол за некоторыми исключениями.

В протоколе по результатам контрольных работ указываются идентификационные данные объекта, представляются разъяснения соответствия электрического оборудования требованиям правил и постановлений, общее описание использованных методов контроля, результаты контроля и тестирования, а также проставляется подпись лица, осуществившего контроль .....»

В пункте 801.61 стандарта SFS 6000 «Электромонтажные работы по низкому напряжению» контроль перед применением определен следующим образом:

«Контроль распределительных сетей и их расширений осуществляется до ввода в эксплуатацию. Контроль включает визуальный осмотр и необходимые тестирования.

В процессе визуального осмотра наряду с указанными в главе 611 объектами проверяются механические конструкции воздушных линий электропередачи, такие как монтажная высота проводов, механическое состояние проводов, состояние и глубина установки опор, а также состояние и маркировка оттяжек, состояние, защита и зажимы отдельно стоящих защитных проводов. Объектом контроля является также проверка соответствия трассы. Проверяются глубина установки и механическая защита подземных и подводных кабелей.

В случае применения подземных кабелей без металлической оболочки всегда проверяется активное сопротивление изоляции. Рекомендуется проверять также активное сопротивление изоляции сетей других конструкций.

Вместо измерения непрерывности защитного провода или провода PEN можно измерить сопротивление контура или ток короткого замыкания. Можно проверить также достаточность тока короткого замыкания для обеспечения защиты, и сравнить измеренные значения с проектировочными значениями.

Измеряется полное сопротивление заземления трансформаторных контуров, значение полного сопротивления заземления должно соответствовать требованиям стандартов в области установок высокого напряжения. В случае строительства трансформаторного контура в зимний период измерение полного сопротивления заземления можно выполнить после таяния грунта.

По результатам контроля составляется протокол в соответствии с главой 6 и постановлением Министерства торговли и промышленности (517/1996).»

**SAHKONJAKELUVERKON KAYTTOONOTTOTARKASTUSPOYTAKIRJA TP01**

URAKOITSIJA OY

Tarkastuskohde

Jännite:

IkV

Myön nimi:		Tilaaajan viite	
Muuntopiirin nimi / n:o		Erotilaseman nimi / n:o	
Jakokaapin osoite / n:o		Urhdon n:o / osoite	
Laitetiedot Valm. / Tyyppi		Tarkastuskohteen työlaji	

Käyttöönottotarkastus toteutetaan KTM:n päätöksen 517/1996 edellyttämällä tavalla

Rakentamisessa ja tarkastuksessa on käytetty seuraavia standardeja:

SFS 6000  SFS 6001  SFS 6002  SFS 6003  SFS-EN 50423 / 50341  Muut \_\_\_\_\_

Turvallisuustasot saavutettu

**E3**

Turvallisuustasoja ei saavutettu

Tarkastuksen suorittaja

Nimikirjoitus		Pvm.	
Selvennys			

Alia mainittujen kohteiden lisäksitulee tehdä myös yllämainittujen standardien vaatimat mittaukset ja ta:kastul<set

Tarkastukset Merkinat: X Kunnossa - Ei ole kunnossa 0 Ei<uulu akenteeseen

Tarkastus- kohde	Mittaukset ja testaukset				
1	Mittauspöytäkirja				
2	Jännitteet IV	L1-L2	L1-L3	3	
3	Eristysresistanssi MO	L1-PEN	L3-PEII	4.	
4	Ik-virta / A / kohde	1.			
5	Maad. mitt./ PEN IS II;	PEN			
6	Pot.ohjausrenkaan eheys				
7	M.:a<.i.;ituksen jatkuvuus				
8	Kiertosuur.ta ja vaiheistus				
9	Muut tostausk<t				
	>ilmiPiia. tarkal tkset	Viar. tai puutte*m kuvaus	Korj. pvm.	Nimi	
10	Jo toalu.1				
11	Ilma_johdOI asennll_kset				
12	Kaaplin as.nnuokset				
13	Jako- /:":./kaapin asennus				
14	Varokeykikimet				
15	Liittimet ja liitokset				
16	Mekaaniset suojaukset				
17	Kosketussuojaus				
18	Maadoitusrakenteet				
19	Varoitussuohat ja kilvet				
20	Merkinat ja tunnukset				
21	Pylvaat, tuki- ja harusrak.				
22	Etaisyysvaatimukset				
23	Lukitukset, ovet ja kannet				
24	Kaaviot, muutosten dokum.				
25	Muutosten dokumentointi				
26	Kaivujaljet				
27	Muut tarkastukset				

Mittalaitteen tyyppi Mittalaitteen numero

Huomautukset, lisiiselvitykset, poikkeamat suunnitelmista yms.

Рисунок 296. Протокол контроля распределительной сети электроэнергии перед вводом в эксплуатацию TP01(HeadPower).

При контроле составляется протокол по результатам контроля сети распределения электроэнергии, в котором работник представляет информацию об уровне безопасности готового рабочего объекта и подтверждает ее.

## **20. Эксплуатация и характеристики линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными и защищенными изоляцией проводами**



Рисунок 297. Линия электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами на местности.

### 20.1. Объекты применения

Линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными и защищенными изоляцией проводами используются в качестве распределительных линий, объединяющих электрические станции с трансформаторными подстанциями. Конструкции линий электропередачи с неизолированными и защищенными изоляцией проводами используются широко в сельской местности и городах, где есть место для установки линий или планировка и сооружение коммунальной техники которых не завершены. Доля линий напряжением 20 кВ в общей протяженности распределительных линий в силу увеличения числа трансформаторных подстанций постоянно растет, поэтому повышается значение конструкций и строительных методов этих линий.

Применение траверсных конструкций и сооружение линий с усиленными проводами расширило использование неизолированных проводов в совместной эксплуатации электросистем и позволило прокладывать линии в готовые коридоры, например, по краям дорог. Проблемы неизолированной линии на участках лесных массивов связаны с повреждениями, вызываемыми деревьями. В процессе модернизации линий электропередачи неизолированные линии переносятся из лесов на края дорог или на иные защищенные от деревьев участки.



Рисунок 298. Линия электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами на общей опоре.

### 20.2. Провода

Ниже представлены общераспространенные провода линии напряжением 20 кВ:

Усиленные сталью алюминиевые провода



Рисунок 299. Конструкция сталеалюминиевого провода.

Таблица 27. Технические характеристики сталеалюминиевых проводов.

Конструкция: Провод имеет стальной сердечник, вокруг которого обвиты алюминиевые проволоки.

Название провода	Сечение мм <sup>2</sup>			Алюминиевые проволоки	
	Алюминий	Сталь	Весь провод	Количество	Диаметр, мм
ACSR 34/6 Sparrow	33,8	5,64	39,5	6	2,68
ACSR 54/9 Raven	53,5	8,92	62,4	6	3,37
ACSR 85/14 Pigeon	85,1	14,2	99,3	6	4,25

Область применения

Предельные пролеты		
Провод	Обычный провод	Усиленный провод
ACSR 34/6 Sparrow	113 м	81 м
ACSR 54/9 Raven	142 м	105 м
ACSR 84/14 Pigeon	196 м	147 м

Усиленные стальной проволокой из алюминиевого сплава

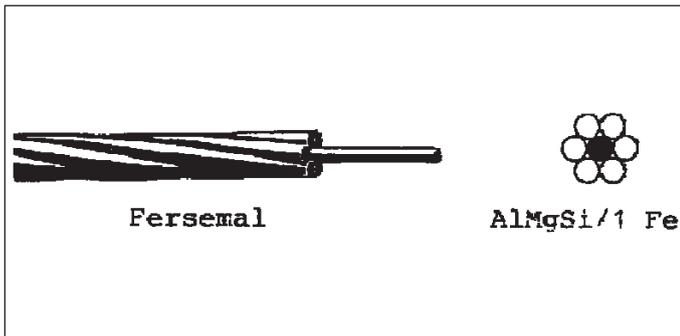


Рисунок 300. Конструкция усиленного провода из алюминиевого сплава.

Конструкция: Провод имеет стальной сердечник, вокруг которого обвиты проволоки из алюминиевого сплава.

Таблица 28. Технические характеристики усиленного провода из алюминиевого сплава.

Название провода	Сечение мм <sup>2</sup>			Проволоки из алюминиевого сплава		Стальные проволоки	
	Алюминиевый сплав	Сталь	Весь провод	Количество	Диаметр	Количество	Диаметр
AACSR 21/4 AlMgSi/Fe	21,2	3,53	24,7	6	2,12	1	2,12

	Номинальные значения всего провода				Стандартная поставка		
	Диаметр мм	Разрушающая нагрузка кН	Активное сопротивление постоянному току Ω/км	Масса кг/км	Номинальная длина м	Барабан	Группа
ACSR 21/4 AlMgSi/Fe Fersemal	6,36	10,9	1,56	85,6	2500 5000	К Т	А С

Область применения

Предельный пролет  
AACSR 21/4 AlMgSi/Fe Fersemal

обычный провод  
145 м

усиленный провод  
102 м

## Алюминиевые провода

Таблица 29. Технические характеристики алюминиевого провода.

	Сечение	Проволоки		Номинальные показатели всего провода				Стандартная поставка		
		Количество	Диаметр	Диаметр	Разрушающая нагрузка	Активное сопротивление постоянному току	Масса	Номинальная длина	Барабан	Группа
	мм <sup>2</sup>	шт.	мм	мм	кН	Ω/км	кг/км	м		
AAC 132 A1	132	19	2,97	14,9	23,0	0,219	362	2100	E	A

Конструкция: Провод скручен из алюминиевой проволоки.

Область применения

Предельный пролет      обычный провод    усиленный провод

AAC 132 Al                      193 м                      145 м

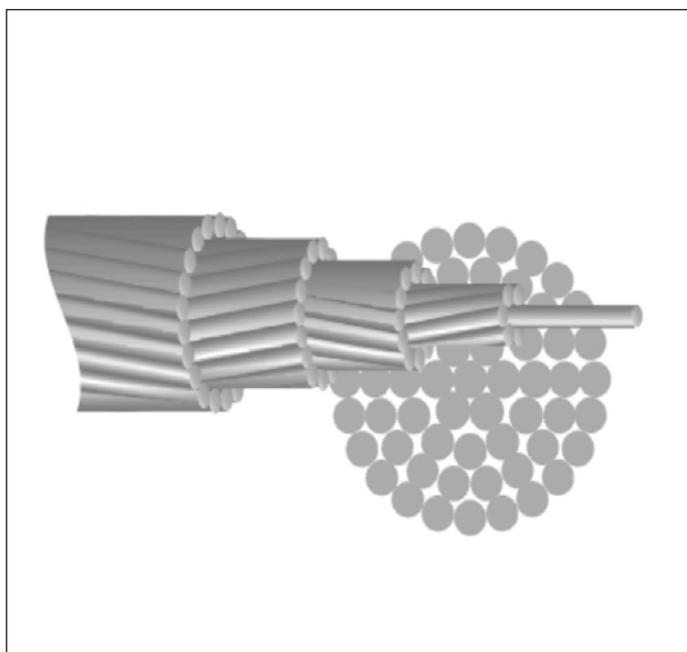


Рисунок 301. Конструкция алюминиевого провода (Prysmian).

### 20.3. Конструкции опор и арматура

#### 20.3.1. Общая информация

На линиях электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными и защищенными изоляцией проводами применяются деревянные опоры. Стальные опоры применяются только в особых случаях, например, при пересечении водоемов.

Все новые и обновляемые линии оснащаются траверсами. Траверсные конструкции позволяют снизить высоту опоры, ускорить монтажные работы и удлинить пролеты.

Старые конструкции оснащены множеством различных крюков, которые будут представлены ниже в главе 28 «Выполнение работ на старой линии электропередачи».

#### 20.3.2. Конструкции траверс промежуточных опор

Траверсы производятся из стали промышленным образом. Стальные траверсы применяются, как правило, на линиях электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными и защищенными изоляцией проводами. В старых конструкциях линий есть еще небольшое количество алюминиевых траверс. В силу небольшой массы алюминиевые траверсы хорошо подходили для объектов, на которых они поднимались и устанавливались на опоры монтажниками. Алюминиевые траверсы уже не производятся по причине дороговизны сырья.

Эксплуатационные допуски траверсы

Изготовители рассчитывают и сообщают эксплуатационные допуски для каждого типа траверсы. В рамках эксплуатационных допусков в виде рисунка указываются допустимые для применяемого провода эквивалентные пролеты для определенных углов линий. Эквивалентный пролет – это пролет, рассчитанный на основании пролетов анкерowanego участка, применяемый для расчета тяжения тросов в случае, если на анкерowanym участке более одного пролета.

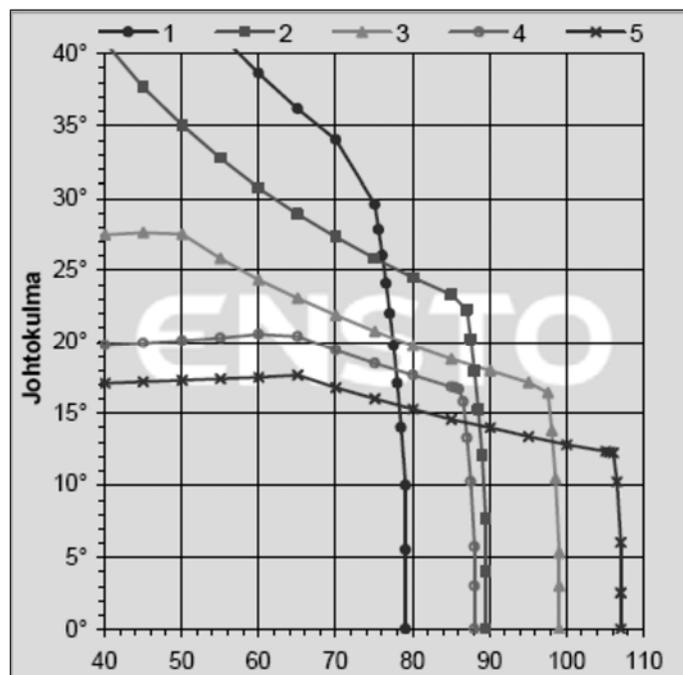


Рисунок 302. Эксплуатационные пределы линейной траверсы SH 66 (Ensto).

На рисунке с эксплуатационными пределами представлены следующие провода воздушной линии электропередачи:  
1 = Swan, 2= Sparrow, 3 = Raven, 4= Al 132 и 5 = Pigeon.

Конструкция горизонтальной траверсы - стальная траверса TАСO-110 (SFS 4380).

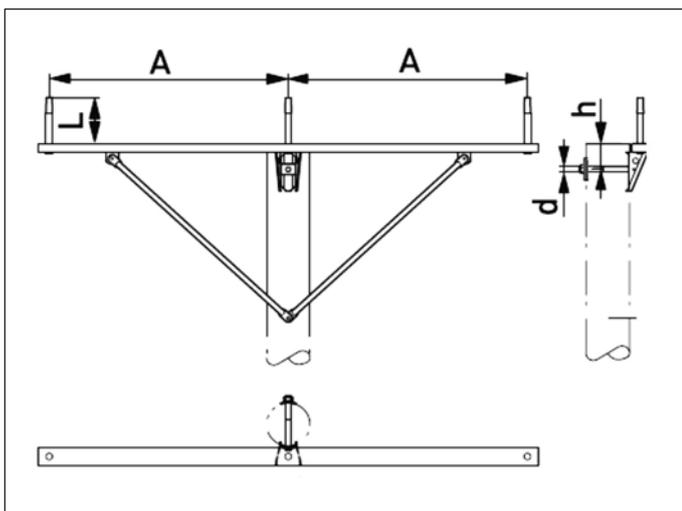


Рисунок 303. Стальная траверса SH66 (Taso110) (Ensto).

Траверса подходит для опорного изолятора SH 24.

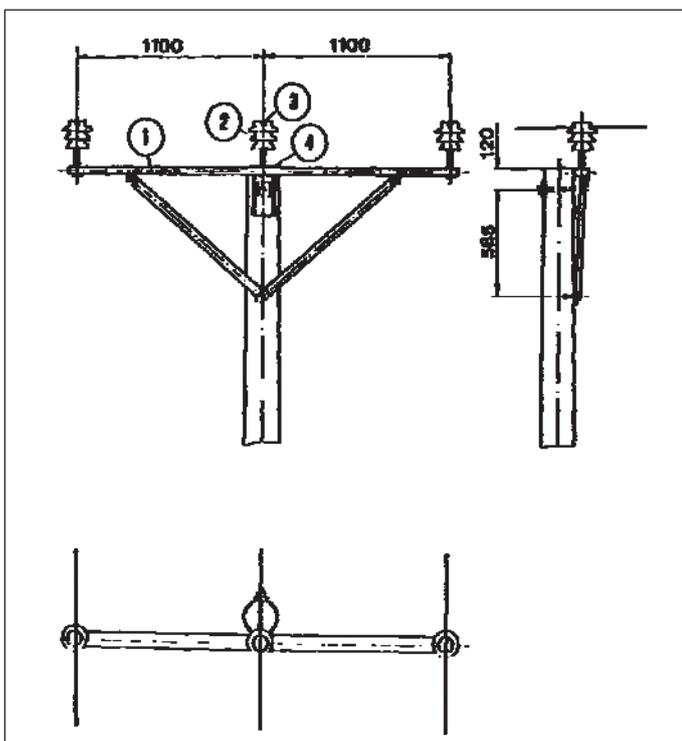


Рисунок 304. Пример монтажа стальной траверсы TАСO-110.

Детали:

1. Траверса TАСO-110	1 шт.
2. Защитный наголовник опоры	1 "
3. Опорный изолятор SH 24	3 "
4. Проволочная вязка Al 16	3 "

Инструкция по монтажу:

- Для крепления траверсы высверлить отверстие буром  $\varnothing 18$  мм на расстоянии 50 мм от вершины.
- Для крепления косых креплений траверс высверлить отверстия  $\varnothing 13$  мм глубиной прим. 50 мм, и вернуть в них шурупы 16 мм.
- Привязать провод к верхнему пазу.

- В случае применения опорных изоляторов без верхнего паза центральный провод (за исключением угловых опор) привязать поочередно по разным сторонам изолятора. Крайние провода на прямом участке привязываются на опорный изолятор со стороны опоры и на углах – со стороны наружного угла.

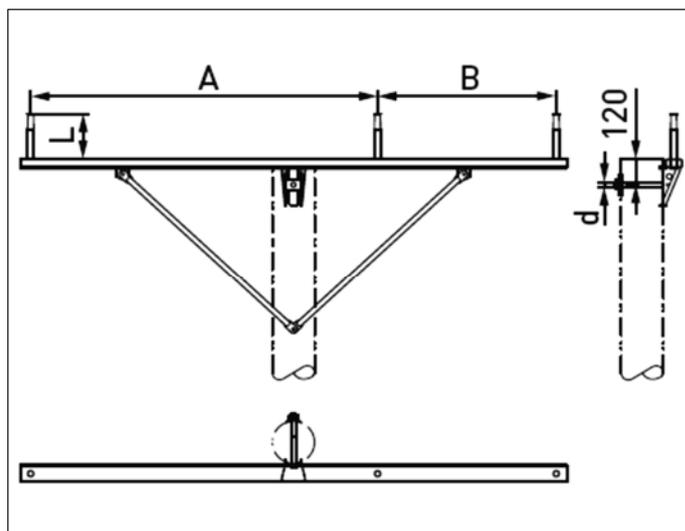


Рисунок 305. Несимметричная горизонтальная траверса SH68 (Ensto).

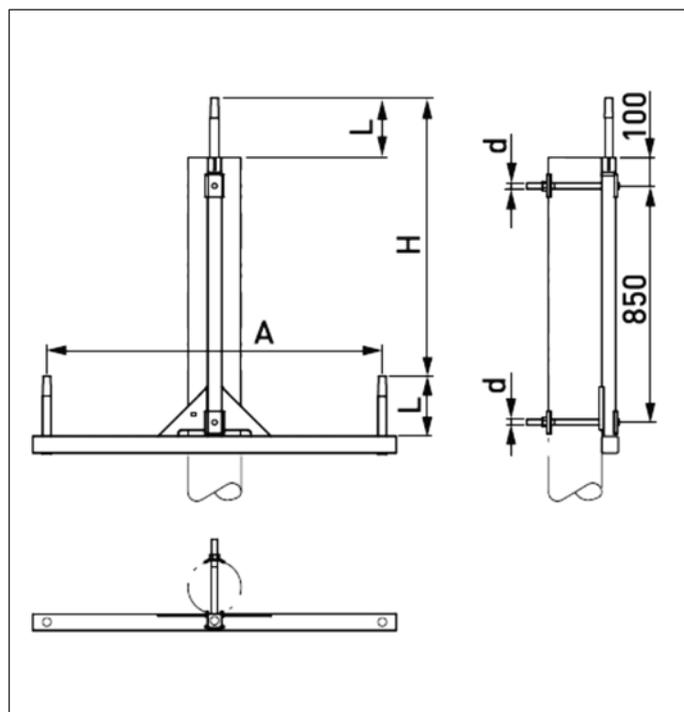


Рисунок 306. Треугольная траверса SH60 (Ensto).

### 20.3.3. Установка оттяжек на опору с поддерживающей траверсой

Поддерживающие траверсы применяются в основном на прямом участке линии, но могут применяться также на угловых опорах прим. 15...30°. При установке оттяжек верхнюю часть траверсы нужно максимально приблизить к обусловленному проводами изгибающему усилию с целью предотвращения изгиба вершины опоры под воздействием этого усилия.

На оттяжки устанавливаются изоляторы описанным выше образом.

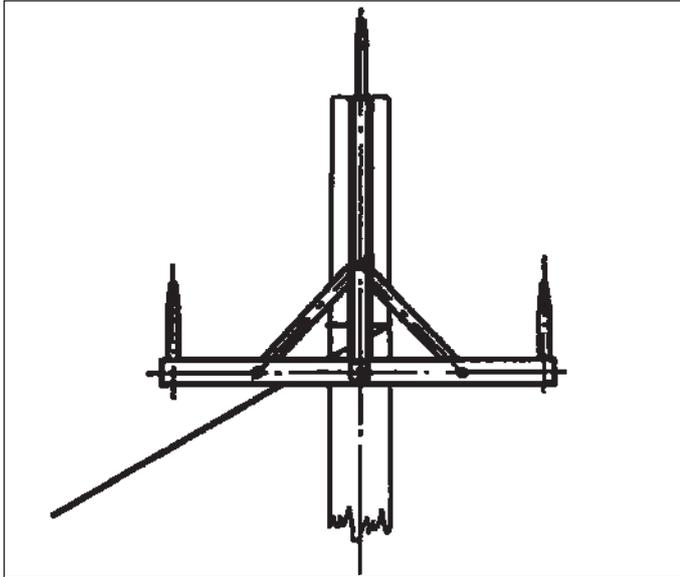


Рисунок 307. Крепление оттяжек на треугольную траверсу.

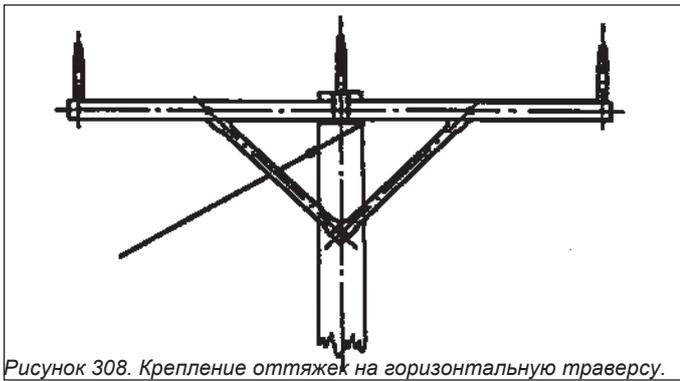


Рисунок 308. Крепление оттяжек на горизонтальную траверсу.

### 20.3.4. Конструкции угловых траверс

Конструкция горизонтальной траверсы VKOT,  
горизонтальная угловая траверса SH 63

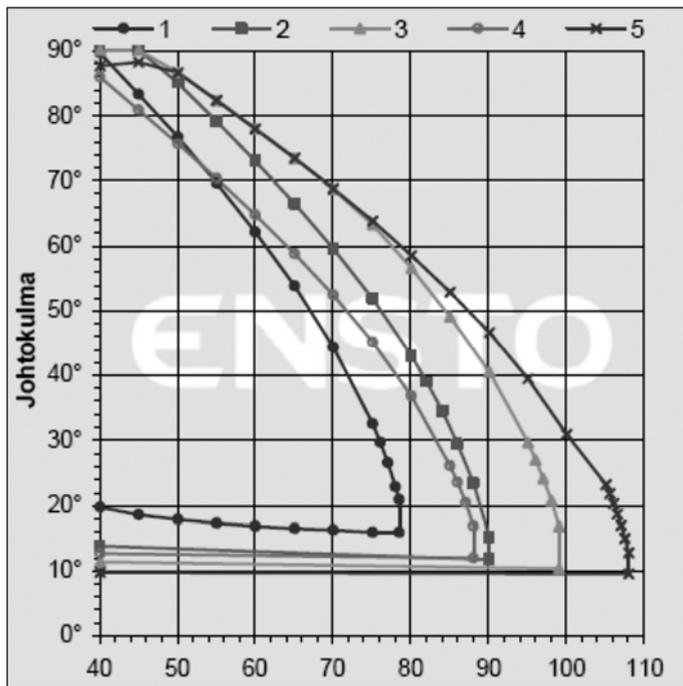


Рисунок 309. Эксплуатационные пределы горизонтальной угловой траверсы SH 63 (Ensto).

На рисунке с эксплуатационными пределами представлены следующие провода воздушной линии электропередачи:

1 = Swan, 2= Sparrow, 3 = Raven, 4= Al 132 и 5 = Pigeon.

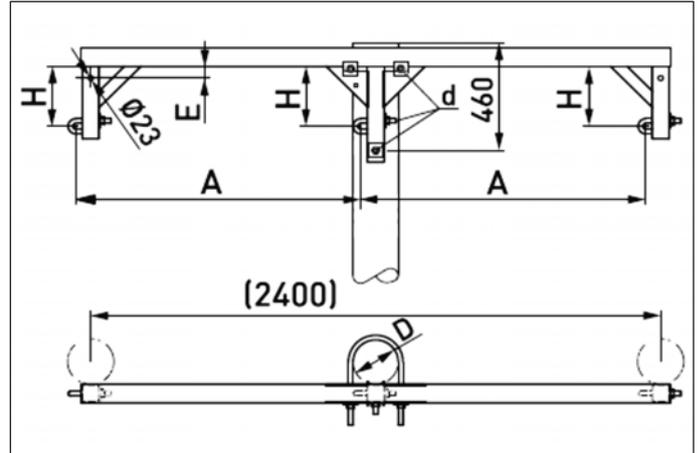


Рисунок 310. Горизонтальная угловая траверса SH 63(Ensto).

Эксплуатационные пределы указаны на представленных рядом графиках:

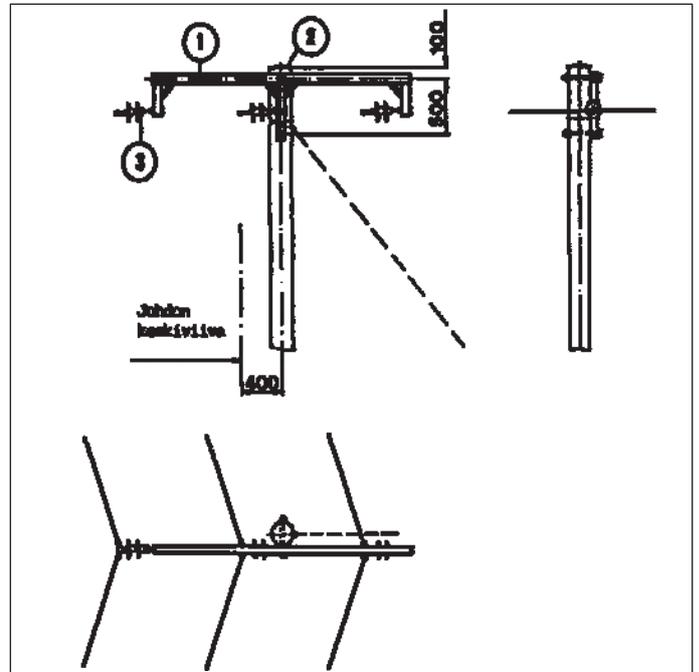


Рисунок 311. Пример монтажа горизонтальной угловой траверсы..

Детали:

- |                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 1. Горизонтальная угловая траверса    | 1 шт. |
| 2. Защитный наголовник опоры + гвозди | 1 шт. |
| 3. Поддерживающая гирлянда            | 3 шт. |

Инструкция по монтажу:

- Поддерживающая гирлянда состоит из натяжного изолятора и углового поддерживающего зажима или кронштейна для раскаточного ролика.
- Для крепления траверсы высверлить отверстия буром  $\varnothing 22$  мм, верхнее отверстие на расстоянии 100 мм и нижнее - 600 мм от вершины.
- Перед установкой траверсы выполнить крепление верхних концов необходимых оттяжек, расположенных между траверсой и опорой.
- Под крепежные болты между траверсой и опорой установить прокладки, создающие пространство для оттяжки.

- Траверса устанавливается точно по направлению биссектрисы.
- Опора устанавливается на расстоянии 0,4 м от оси линии в направлении наружного угла.
- Расстояние оттяжек от проводов должно составлять не менее 220 мм.

Прочие угловые траверсы

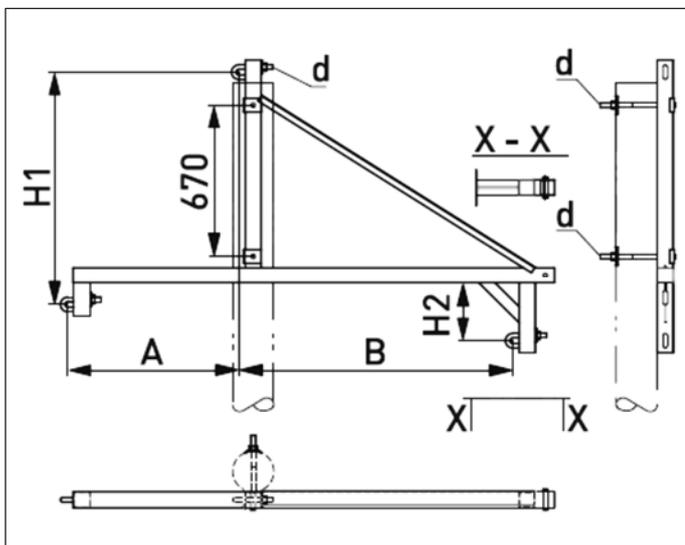


Рисунок 312. Треугольная траверса SH65 (Ensto).

### 20.3.5. Установка оттяжек на треугольные траверсы.

Установка оттяжек на опору с горизонтальной угловой траверсой на напряжение 20 кВ

Если оттяжка провода высокого напряжения расположена полностью под проводом высокого напряжения и место крепления на опоре находится на уровне нижнего провода высокого напряжения или немного ниже него, то и на общих опорах оттяжка оснащается только одним изолятором Н 24. Изолятор устанавливается на траверсу, как правило, на расстоянии 3,0 м (монтажный размер) от ее верхнего конца. См. рисунок 313.

Если опора слишком короткая, и ее надземная высота составляет менее 8 м, то изолятор может устанавливаться слишком близко от поверхности земли, что требует уточнения расчетов.

Установка оттяжек на опору с угловой треугольной траверсой на напряжение 20 кВ

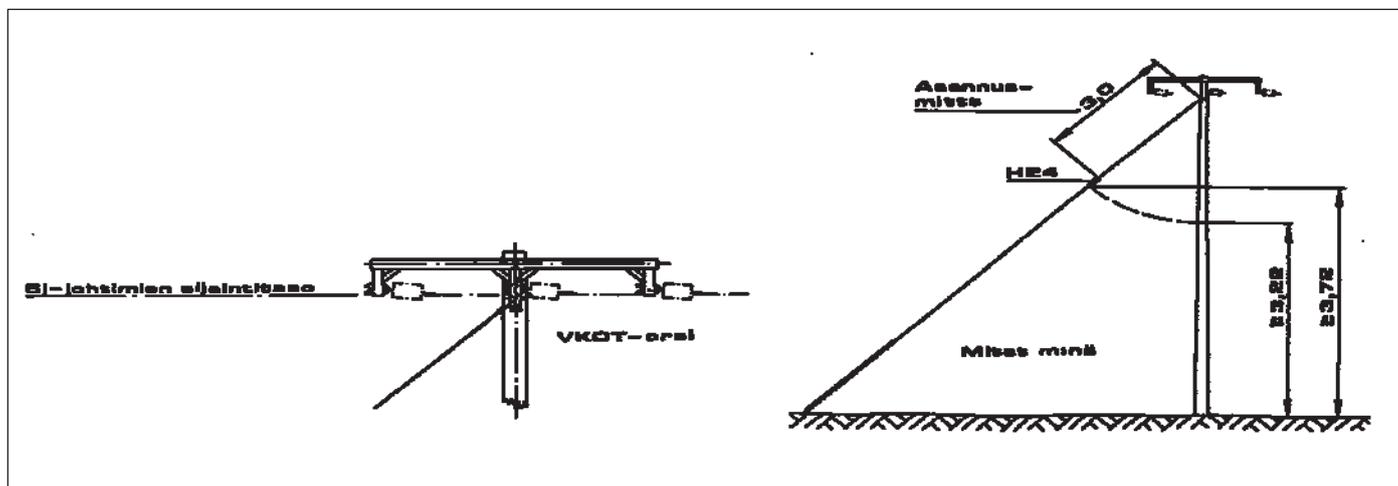


Рисунок 313. Установка оттяжек на горизонтальную угловую траверсу.

### Оттяжка 1

Если оттяжка провода высокого напряжения находится полностью под проводом высокого напряжения (место крепления на опоре расположено на уровне нижнего провода высокого напряжения или немного ниже него), то и на общих опорах оттяжка оснащается только одним изолятором Н 24.

Изолятор устанавливается на траверсу, как правило, на расстоянии 3,0 м (монтажный размер) от ее верхнего конца.

### Оттяжка 2

Место крепления оттяжки расположено над проводом высокого напряжения. Такая оттяжка обычно оснащается только одним изолятором Н 24 и устанавливается, как правило, на расстоянии 5,0 м (монтажный размер) от его верхнего конца. В случае наличия необходимости для готовности к совместной эксплуатации траверсы, оттяжка оснащается двумя изоляторами в соответствии с монтажными размерами, указанными на рисунке 314.

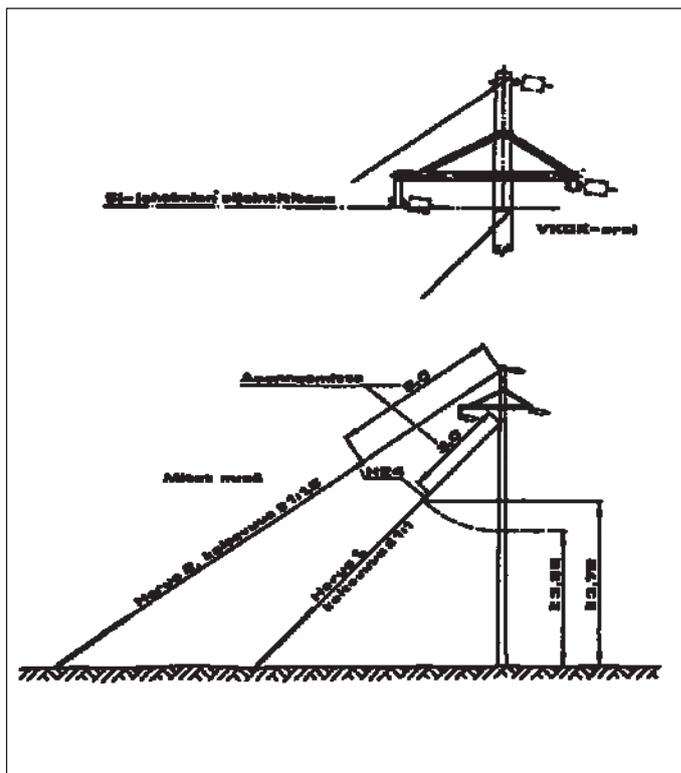


Рисунок 314. Установка оттяжек на угловую треугольную траверсу.

### 20.3.6. Концевые траверсы:

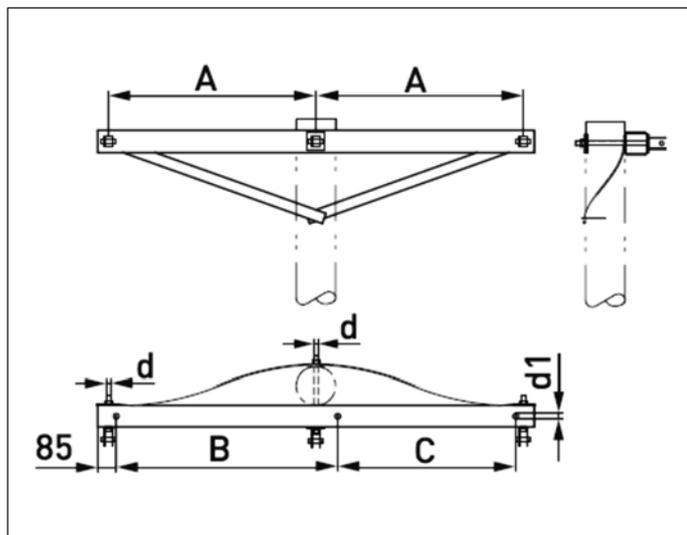


Рисунок 315. Концевая траверса SH70+SH71, установка на одну опору (Ensto).

Концевая траверса комплектуется из траверсного фланца SH70 и комплектующих деталей SH71.

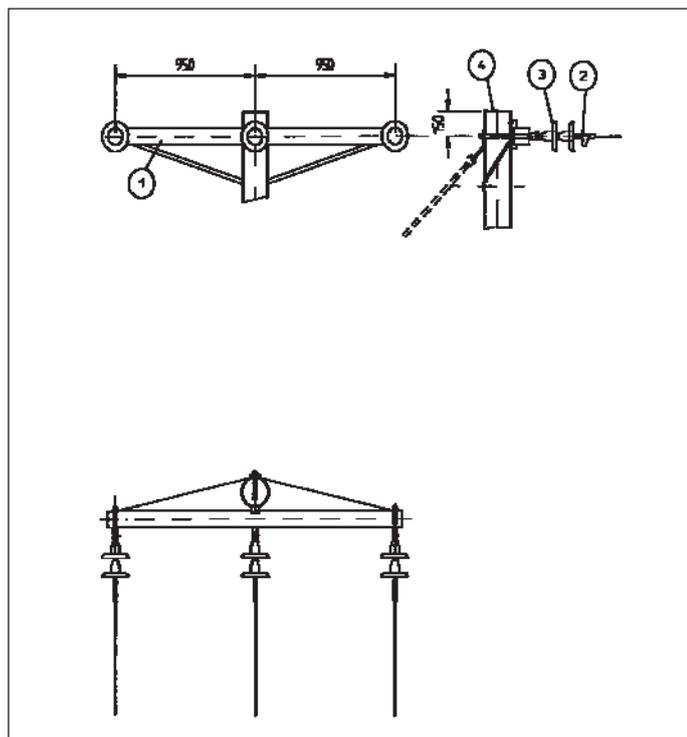


Рисунок 316. Монтаж концевой траверсы, предусмотренной для одной опоры.

Детали:

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Концевая траверса + комплектующие детали | 1 шт. |
| 2. Натяжной зажим                           | 3 шт. |
| 3. Натяжной изолятор                        | 3 шт. |
| 4. Защитный наголовник для опоры            | 1 шт. |

Инструкция по монтажу:

- Натяжная гирлянда состоит из натяжного изолятора и натяжного зажима.
- Для крепления траверсы высверлить отверстие буром  $\varnothing 22$  мм на расстоянии 200 мм от вершины.

- Для установки косою крепления траверсы высверлить отверстие буром  $\varnothing 13$  мм глубиной прим. 50 мм на расстоянии 500 мм от вершины.
- Перед закреплением косою креплений необходимо проверить горизонтальный уровень траверсы. Косою крепления крепятся за опорой.
- Произвести одновременную затяжку крайних проводов на траверсе.
- Крепление верхнего конца оттяжки показано на рисунке прерывистой линией. Монтаж изолятора оттяжки производится выше описанным образом.

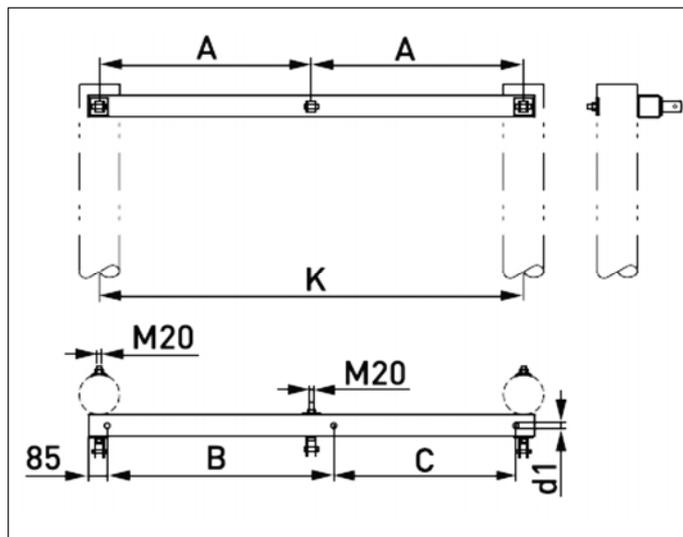


Рисунок 317. Концевая траверса SH70+SH72, монтаж на две опоры (Ensto).

Концевая траверса комплектуется из траверсного фланца SH70 и комплектующих деталей SH71.

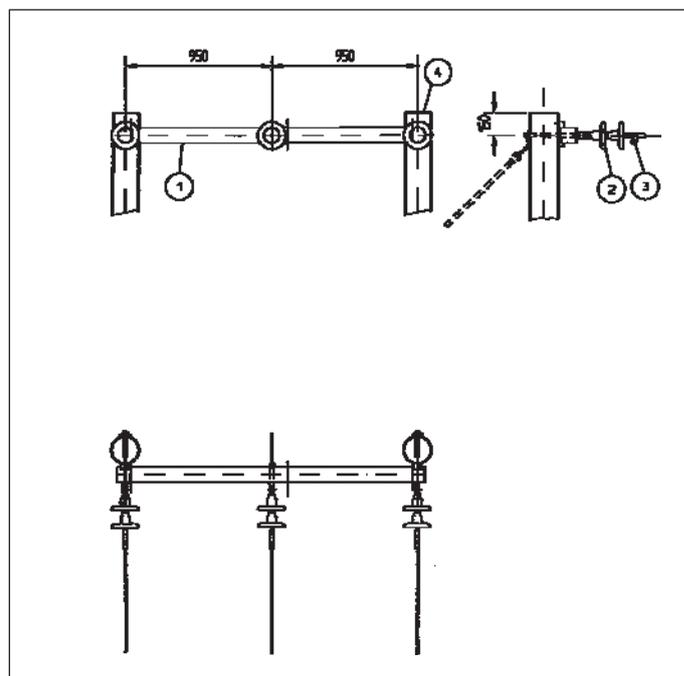


Рисунок 318. Монтаж концевой траверсы, предусмотренной для двух опор.

Детали:

- |                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 1. Концевая траверса SH70+SH72   | 1 шт. |
| 2. Натяжной зажим                | 3 шт. |
| 3. Натяжной изолятор             | 3 шт. |
| 4. Защитный наголовник для опоры | 2 шт. |

Инструкция по монтажу:

- Для крепления траверсы вначале в одной опоре высверлить отверстие буром  $\varnothing 22$  мм на расстоянии 200 мм от вершины.
- Траверсу закрепить временно одним крепежным болтом, с помощью траверсы и горизонтального уровня нанести место крепежного отверстия. В отмеченной точке высверлить крепежное отверстие так, как описано выше.
- При необходимости подрезать вершину второй опоры в размер с вершиной первой опоры и установить защитные наголовники.
- Крепление верхнего конца оттяжки показано на рисунке прерывистой линией. Монтаж изолятора оттяжки производится выше описанным образом.

### 20.3.7. Монтажная арматура

Опорный изолятор SH-24

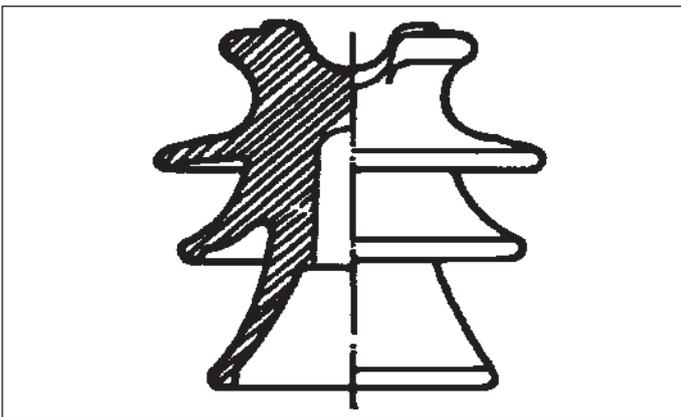


Рисунок 319. Опорный изолятор SH-24

Изолятор изготовлен из электротехнического фарфора и покрыт глазурью за исключением штыревого отверстия. Штыревое отверстие оснащено винтовой нарезкой, и изолятор можно прямо ввернуть в штыри траверсы. Крепление провода можно осуществить вязкой в верхний желоб или к шейке изолятора.



Рисунок 320. Штыревой изолятор SDI 37.

Штыревой изолятор SDI 37

В данном изоляторе в желоб для укладки провода установлена натяжная втулка, с помощью которой производится натяжка провода. При натяжке провода монтажные ролики для раскатки провода не нужны. Штыревое отверстие оснащено винтовой нарезкой, и изолятор можно прямо ввернуть в штыри траверсы. На прямых участках линии провод крепится в верхний желоб вязкой и на углах - к шейке изолятора.

Подвесные изоляторы (Натяжные изоляторы)

Изолятор тарельчатый для высокого напряжения

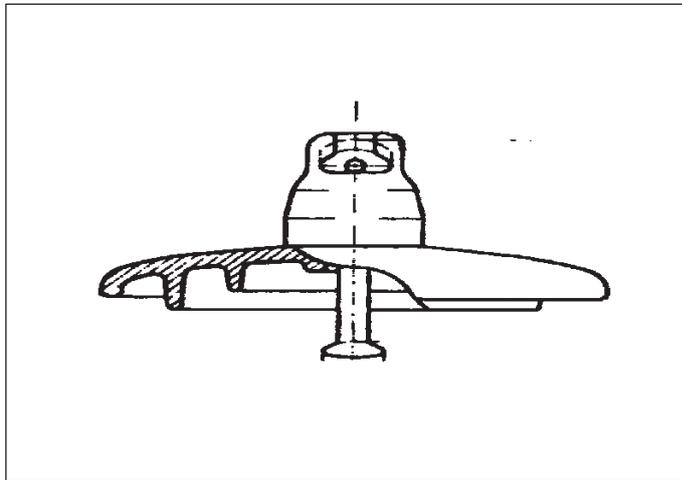


Рисунок 321. Изолятор тарельчатый для высокого напряжения Sediver 1508B.

Конструкция:

Стеклянная тарелка изолятора, соединенная с деталями из сплава легированной стали. Верхнюю часть образует чашеобразный корпус, в средней части находится тарелка изолятора, а в нижней - штырь. Промежуточные крепления заделаны специальным герметиком.

На проводах напряжением 20 кВ два изолятора устанавливаются в цепь.

Изоляторы соединяются друг с другом с помощью чашечно-штыревого соединения с блокировкой чеки.

Для крепления стеклянного изолятора дополнительно требуются петля для головки на конце со стороны опоры и петля для чашки на конце со стороны провода

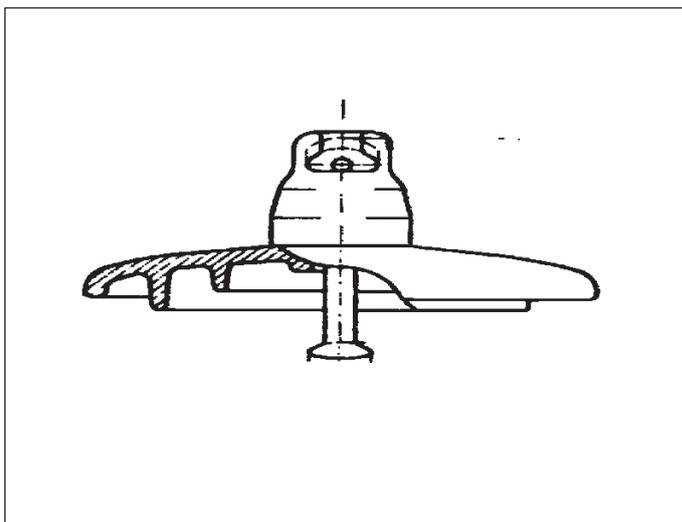


Рисунок 322. Петли для головки и чашки.

Натяжной изолятор V-24



Рисунок 323. Натяжной изолятор V-24.

Конструкция:

Специальный фарфоровый изолятор с фланцем, только серо-синего цвета. Металлические части - отливка из ковкого чугуна, горячеоцинкованные. Крепление за металлические части на любые конструкции опор.

Натяжной полимерный изолятор

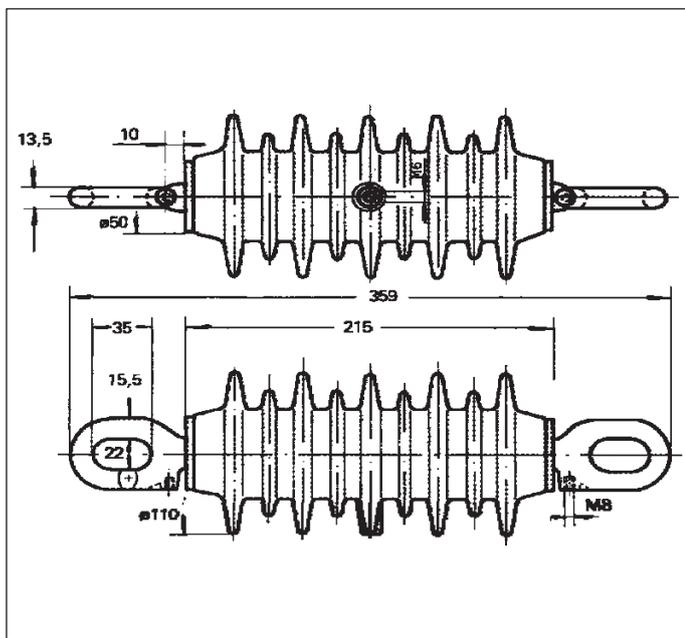


Рисунок 324. Натяжной полимерный изолятор

Конструкция: Полимерный изолятор с фланцем, «мягкий» и ударопрочный. Крепление за металлические части на любые конструкции опор.

Применение натяжного изолятора: Угловые, концевые и натяжные опоры.

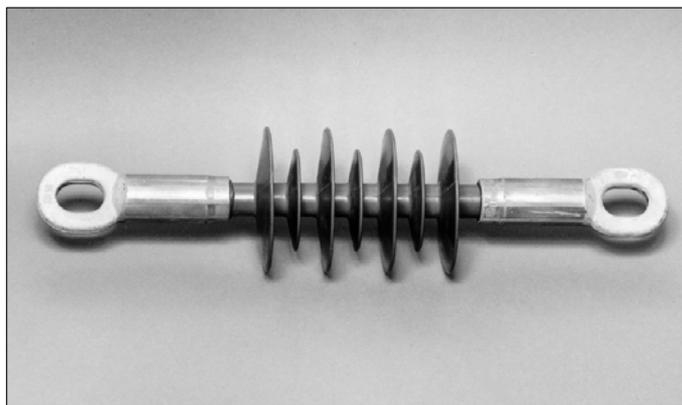


Рисунок 325. Натяжной композитный изолятор (Ensto).

Натяжной композитный изолятор

Конструкция: Изолятор с фланцем. Крепление за металлические части на любые конструкции опор.

Применение натяжного изолятора: Угловые, концевые и натяжные опоры.

Угловые и концевые зажимы

Угловые поддерживающие зажимы



Рисунок 326. Поддерживающий зажим (Ensto).

Конструкция: Корпус изготовлен из сплава из легкого металла, оснащен отверстием для крепежного штыря.

В желобе для провода расположен натяжной элемент, который удаляется из желоба на время монтажа. В ходе монтажа натяжной элемент затягивается с помощью винта на провод.

Крепление производится к петле изолятора или за счет крепежного штыря петли для чаши, оснащенной стопором чеки. На выбор углового поддерживающего зажима влияют размер угла и площадь сечения провода.

В поддерживающем зажиме нет деталей, отсоединяемых в процессе монтажа.

Кронштейн для монтажных роликов



Рисунок 327. Кронштейн для монтажных роликов (Ensto).

Кронштейн для монтажных роликов – это угловой кронштейн, оснащенный монтажным роликом или роликами. В процессе раскатки проводов на углу кронштейн для монтажных роликов выполняет функцию монтажного ролика. После натяжки проводов кронштейн запирается на провод.

Концевые натяжные зажимы



Рисунок 328. Концевой натяжной зажим (Ensto).

#### Конструкция:

Корпус из сплава из легкого металла, оснащен отверстием для крепежного штыря и отверстием для крюка тали, предусмотренной для натяжения провода. В желобе для провода расположен затягиваемый винтом натяжной клин, за счет которого провод можно зафиксировать неподвижно. Затяжной клин на время монтажа провода отводится из желоба в сторону.

Поддерживающие зажимы не имеют деталей, отсоединяемых в процессе монтажа.

#### Зажимы

Для неизолированных линий напряжением 20 кВ подходят того же типа контактные зажимы, как и для проводов напряжением 0,4 кВ, которые представлены выше. Для больших площадей сечения проводов требуются зажимы больших размеров.

### 20.4. Расстояние от неизолированного провода напряжением 20 кВ до окружающих объектов и других проводов.

#### 20.4.1. Расстояния в соответствии с «ВИМ А4-93»

Требования по расстояниям и расположению неизолированного провода напряжением 20 кВ

Расстояние до поверхности грунта или воды:

- по погодным условиям 5,22 м
- в состоянии нагрузки 4,22 м

Расстояние до растущих деревьев:

- до фруктовых деревьев 4,22 м
- до других деревьев 1,22 м

Расстояние до зданий:

- расстояние по горизонтали 3,22 м
- расстояние по вертикали 4,22 м
- расстояние до окна и пр. 5,22 м

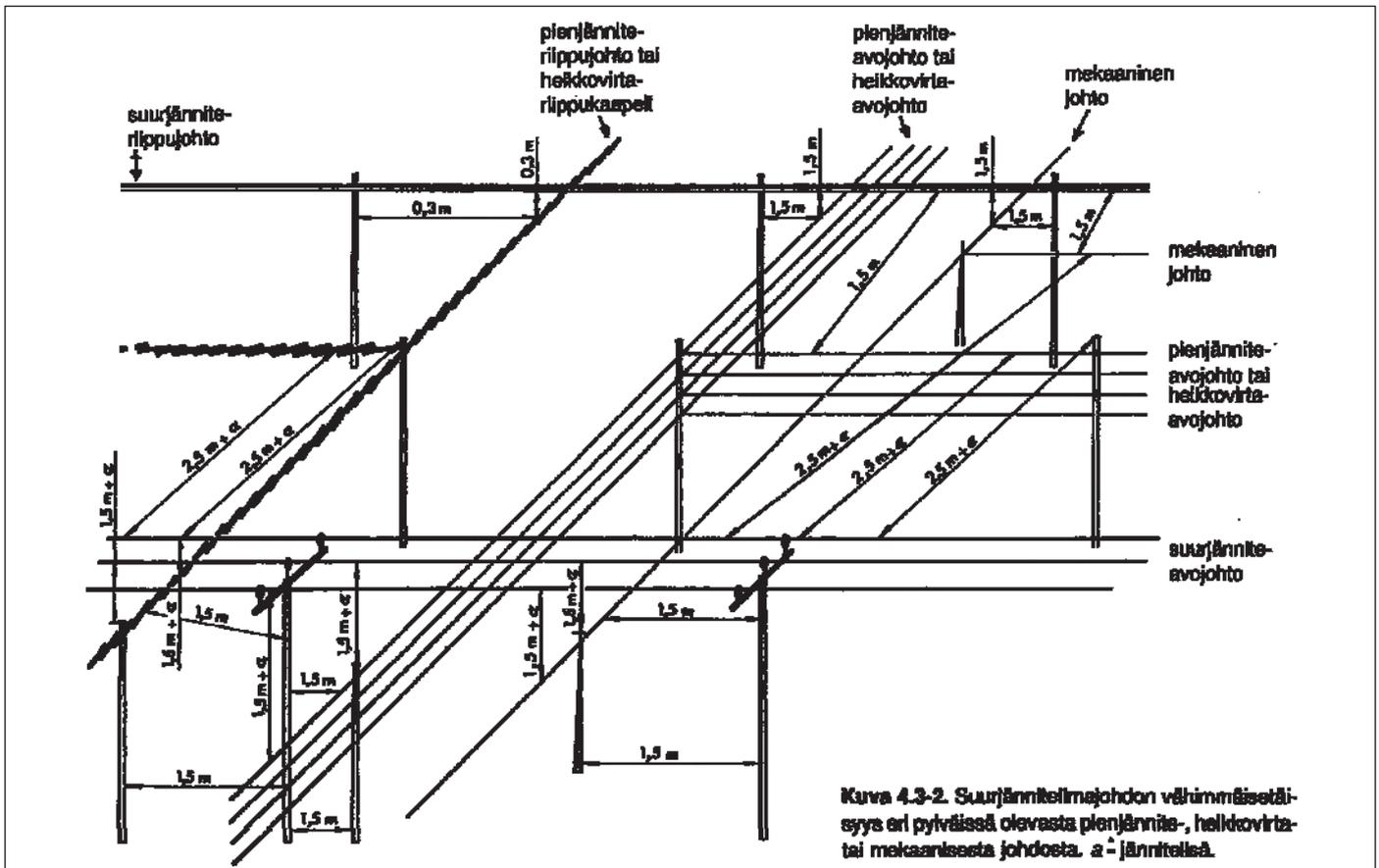
Расстояние до рельсов железной дороги:

- на электрифицированной железной дороге 11,72 м
- на других железных дорогах 7,22 м

Расстояние до поверхности дороги или аналогичной транспортной магистрали:

- по погодным условиям 6,22 м
- в состоянии нагрузки 5,22 м
- расстояние в фарватере до мачты судна 1,72 м
- дороги для высоких грузов 7,0 - 8,0 м

Провод напряжением 20 кВ должен быть усилен на отрезках, на которых его расстояние по вертикали от рельсов железной дороги, конструкции линии электропередачи электрифицированной железной дорогой или края поверхности транспортной магистрали общего назначения составляет менее 5,22 м.



Kuva 4.3-2. Suurjännitelinjajohdon vähimmäisetäisyys eri pylväissä olevasta pienjännite-, heikkovirta- tai mekaanisesta johdosta.  $a$  - jännitelä.

Рисунок 329. Минимальное расстояние воздушной линии электропередачи высокого напряжения до линий низкого напряжения, слабого тока или механических линий на разных опорах (ВИМ 4.3-2.).

#### 20.4.2. Расстояния в соответствии с требованиями стандартов для воздушных линий электропередачи

Значения минимальных воздушных расстояний при разных пролетах  $D_{el}$  указаны выше в таблице 25 данной книги.  $D_{el}$  соответствует свободному воздушному промежутку правил «ВИМ», прибавка на напряжение и значения расстояний те же. См. SFS-EN 50341-3-7, таблица 5.4/FI.1.

Расстояние до поверхности земли на участках, отдаленных от зданий, дорог, железной дороги и водоемов, пригодных для водных прогулок.

Согласно таблице 5.4.4 стандарта 1 – 45 кВ SFS-EN 50423-1: Расстояние до земли при любых нагрузках – максимальной температуре провода, гололедной нагрузке или ветровом давлении должно быть 5,6 м. Основное требование заключается в том, что транспортное средство, человек и пр. могли бы проехать/пройти под проводом безопасным образом.

**FI.2 Расстояние до деревьев**  
Расстояние до обычных деревьев должно быть не менее  $1 \text{ м} + D_{el}$  и до фруктовых деревьев -  $4 \text{ м} + D_{el}$ .

#### 5.4.5.2 Жилые и прочие здания

**FI.1 Линия электропередачи вблизи отапливаемых зданий и открытых складов**

Расстояние воздушной линии электропередачи по горизонтали до отапливаемого здания должно составлять не менее  $3 \text{ м} + D_{el}$ . Если данное требование невозможно выполнить, то расстояние по вертикали до здания должно быть не менее  $4 \text{ м} + D_{el}$ . Воздушная линия электропередачи ни в коем случае не должна находиться над какой-либо частью здания.

Расстояние воздушной линии электропередачи по горизонтали до окон и балконов должно быть не менее  $5 \text{ м} + D_{el}$ .

Расстояние воздушной линии электропередачи по горизонтали до открытого склада, в котором хранятся длинные легко перемещаемые товары, должно быть не менее  $3 \text{ м} + D_{el}$ .

**FI.2 Линия, завершающаяся на здании**  
Неизолированные линии запрещено завершать на зданиях за исключением зданий коммутационных установок.

**FI.3 Линия вблизи других зданий, складов и пр.**  
Минимальное расстояние, указанное в пункте FI.1, должно соблюдаться также и по отношению ко всем другим частям здания...

**FI.4 Линия вблизи станции распределения топлива**  
Расстояние от опоры воздушной линии электропередачи до распределительной станции топлива должно составлять не менее половины высоты опоры.

**FI.5 Линия вблизи антенн, наружных светильников и пр.**  
Расстояние до антенн, грозозащитных тросов, наружных светильников, флажтоков, рекламных щитов и аналогичных сооружений должно быть  $2 \text{ м} D_{el}$ , но не менее 3 м.

Измерения расстояний вблизи транспортных магистралей будут рассмотрены ниже в главе 25 «Сооружение воздушных линий электропередачи вблизи транспортных магистралей».

# 21. МОНТАЖ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 20 кВ С НЕИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ

## 21.1. Раскатка проводов вручную

Монтажные ролики для раскатки проводов

Независимо от способа раскатки провода при производстве работ должны применяться монтажные ролики в случае, если траверсы не оснащены опорными изоляторами с натяжными желобами или кронштейнами для монтажных роликов.

Конструкция монтажных роликов должна прочно удерживать раскатываемый провод в желобе ролика. Крепежный механизм ролика должен в ходе раскатки провода надежно удерживать ролик в положении, не позволяющем проводу цепляться за ролик и получать в результате этого повреждения.

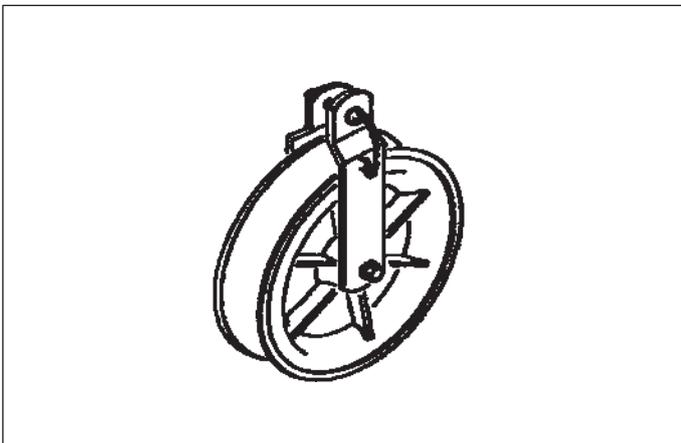


Рисунок 330. Монтажный ролик с креплением к подвесному изолятору.

На основании способа крепления монтажные ролики можно разделить на следующие группы:

С креплением к подвесному изолятору – монтажный ролик крепится к петле подвесного изолятора за счет штыря чеки;

С креплением на опорный изолятор – монтажный ролик крепится к верхушке опорного изолятора с помощью крепежных вилок;

С креплением на траверсу – монтажный ролик крепится за счет крепежного механизма к траверсе.

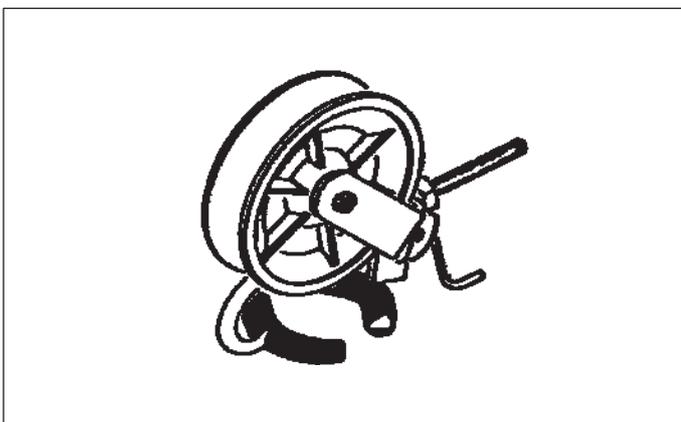


Рисунок 331. Монтажный ролик с креплением на опорный изолятор.

При механической раскатке проводов монтажные ролики устанавливаются, как правило, на каждую опору. Распределение роликов по раскаточному участку осуществляется переносом роликов пешком, перевозкой на тракторе или иным аналогичным способом.

Монтажные ролики могут устанавливаться на опору предварительно, при этом к ним крепятся идущие вниз тяговые веревки, с помощью которых провода поднимаются на опору. В случае поднятия проводов по одному монтажный ролик поднимают вверх одновременно с тросом тягового приспособления.

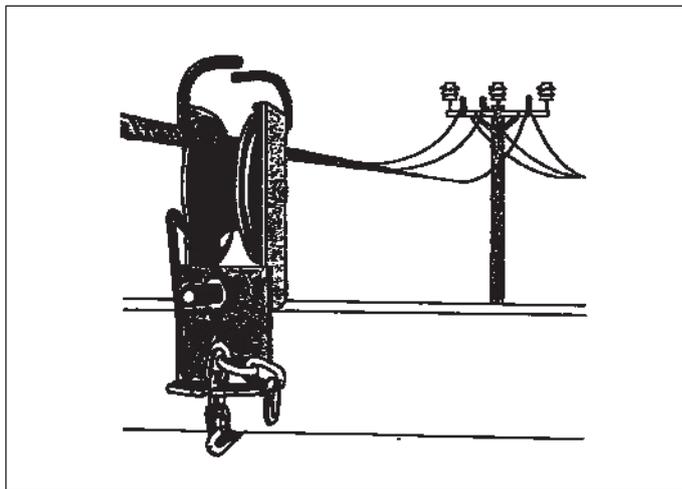


Рисунок 332. Монтажный ролик с креплением на траверсу.

Монтажные ролики крепятся прочно в предусмотренные места. Они не должны поворачиваться в ходе раскатки. Устанавливаемые в провес монтажные ролики не должны в процессе раскатки истирать изоляторную арматуру или опоры.

На функционирование монтажных роликов в значительной мере воздействует способ обращения с ними. Монтажные ролики следует всегда опускать с опоры с помощью вспомогательной веревки. Сбрасывание роликов с опор приводит к повреждению их деталей и искривлению валиков. Неисправные монтажные ролики усложняют раскатку провода и повреждают устанавливаемые провода.



Рисунок 333. Тяговые веревки, установленные на монтажные ролики.

### Раскатка вручную

На очень коротких участках протяженностью прим. 300 м раскатку провода можно произвести вручную без применения механизмов. Размер бригады определяется в зависимости от того, где раскатка производится. Например, при пересечении дороги число членов бригады должно быть больше.

#### Этапы работы:

##### 1. Установка барабана на подставку.

Монтажные работы должны производиться с исключительной тщательностью. Положение подставки для барабана должно быть прочным, барабан должен легко вращаться на оси, не задевая каких-либо поверхностей. Край барабана необходимо проверить на наличие возможных гвоздей и прочих выступов, которые могут при раскатке повредить провод.



Рисунок 334. Барабан с проводом, установленный на подставку с тормозом.

При применении подставки с тормозом отсутствует необходимость для организации дежурства рядом с подставкой.

##### 2. Подготовка к работе по раскатке провода

При раскатке провода на длинные расстояния барабаны целесообразно устанавливать так, чтобы два барабана находились в начальной точке раскатки и один барабан – в конечной точке, что помогает избежать лишних действий. Если работа выполняется тремя работниками «А», «В» и «С», то трудовые задания распределяются между ними следующим образом:

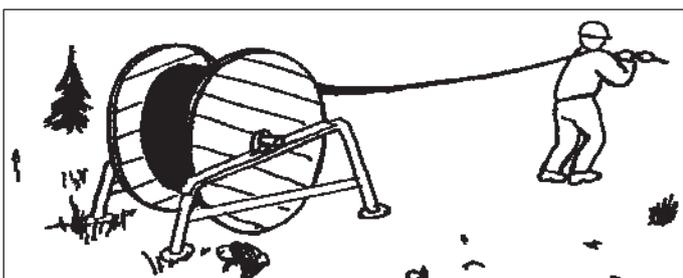


Рисунок 335. Позиция при ручной раскатке провода.

На участке раскатки необходимые монтажные ролики распределяются поровну между «А», «В» и «С». «В» и «С» снаряжаются предохранительными ремнями и когтями.

##### 3. Работа по раскатке

«А» начинает раскатку провода и оставляет у основания каждой опоры монтажный ролик. «В» и «С» следуют на расстоянии одной или двух опор сзади, они поднимают провода на опоры и закрепляют монтажные ролики. «В» и «С» помогают «А» в раскатке провода, поскольку на конечном этапе раскатки вес провода увеличивается. Раскатку производить удобнее, когда раскатчики находятся на расстоянии двух опор друг от друга, а не все вместе тянут за конец провода. Если в конце участка раскатки находятся два барабана с проводами, то их раскатка выполняется описанным выше методом. «А», «В» и «С» иногда должны меняться между собой рабочими заданиями.

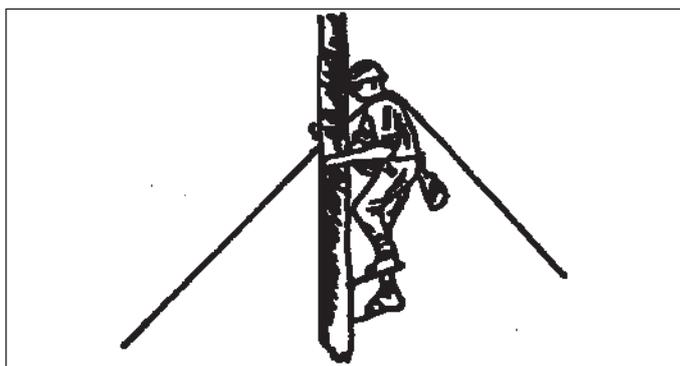


Рисунок 336. Поднятие провода и монтажного ролика на опору.

## 21.2. Механическая раскатка проводов

### 21.2.1. Тягачи

Для мотки проводов применяются разные модели машин, которые мы не можем в данной связи рассмотреть детально.

Применяемые для мотки проводов тягачи можно на основании источника силы разделить на следующие группы:

- машины, оснащенные самостоятельным источником силы,
- машины, подключаемые к отбору мощности вездехода или трактора,
- машины с гидравлическим двигателем.

Машины, оснащенные самостоятельным источником силы

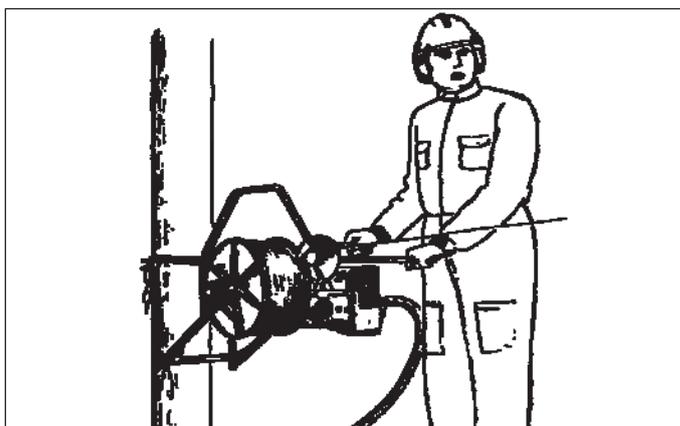


Рисунок 337. Машина для мотки проводов, крепящаяся к опоре.

Самым легким решением машины для мотки проводов является машина с отсоединяемым от конструкции мотального устройства приводным двигателем, которую можно оснастить приспособлением для переноса на спине. Двигатель с помощью угловой передачи вращает устанавливаемые на корпус монтажные ролики или мотальную раму.

Корпус устройства крепится к опоре на удобной рабочей высоте. Устройство подходит для легких по массе моток и используется для мотки одного провода. Максимальное тяговое усилие - 7,5 кН.

Мощность машины для мотки проводов, установленной на трубчатую раму, больше мощности описанной выше машины. Она отвечает устанавливаемым мотальным установкам требованиям в том плане, что позволяет одновременно производить мотку трех проводов.

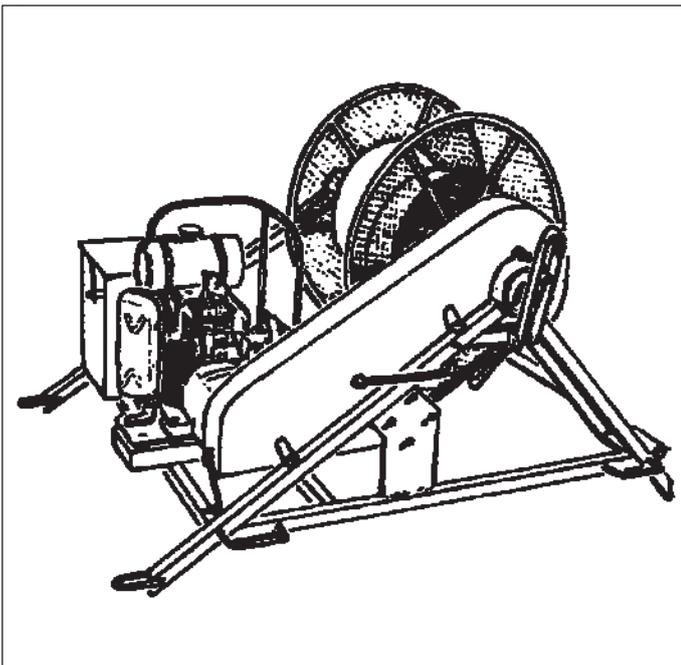


Рисунок 338. Машина для мотки проводов с трубчатой рамой.

Сила тяги двигателя передается на барабан через центробежную муфту, понижающую передачу, и трансмиссионную цепь. Корпус оснащен анкерочными колесами, обеспечивающими стабильность устройства в процессе мотки. Устройство оснащено тормозами.

В мотальное устройство можно в зависимости от эксплуатационной потребности устанавливать следующие варианты барабанов:

- разрезаемый барабан (для намотки демонтируемого провода),
- барабан для одновременной раскатки трех тяговых тросов или для одновременной намотки трех проводов,
- стальной барабан, вмещающий 1000 м тягового троса,
- серия барабанов для 4х1000 м тяговых тросов,
- деревянный барабан  $\varnothing$  1000х760 мм для намотки демонтируемого провода.

Сила тяги мотального устройства в зависимости от двигателя составляет 7,7 - 16,7 кН.

Машины, подключаемые к вездеходу или трактору

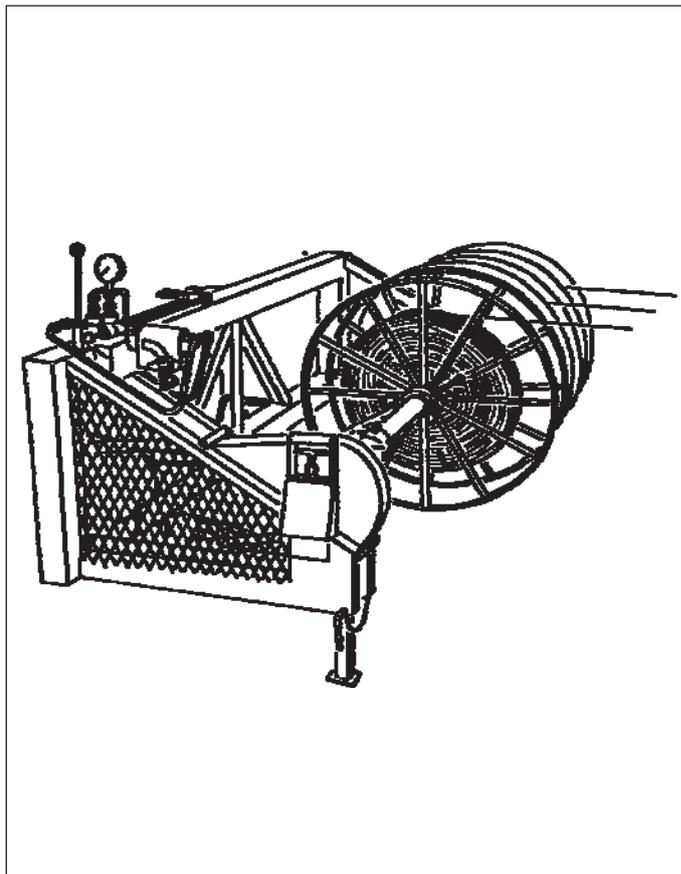


Рисунок 339. Машина для мотки провода, подключаемая к трактору.

Конструктивное решение машины зависит от места расположения отбора мощности вездехода или трактора. Отбор мощности трактора обычно находится сзади, и сооружаемое устройство можно удобно установить с подвеской на три точки, в результате чего оно легко перемещается вместе с трактором.

Мотальное устройство, изображенное на рисунке 339, позволяет одновременно наматывать на барабаны четыре провода.

В вездеходах мотальное устройство располагается спереди или сзади в зависимости от конструкции автомобиля. К мотальному устройству можно подсоединить тросовый барабан для раскатки проводов, барабан для намотки проводов или намотки прямо на деревянный барабан для проводов.

#### Машины с приводом от гидравлического двигателя

Мотальная машина с приводом от гидравлического двигателя оснащена собственным гидравлическим двигателем, подключаемым к гидравлической системе трактора или вездехода.

Конструкция ее корпуса такая же, как и у описанных выше мотальных устройств, в силу оснащенности гидравлическим двигателем она имеет следующие преимущества:

- бесступенчатая регулировка скорости вращения и силы тяги,
- отсутствие необходимости в коробке передач и переключателе,
- удобное изменение направления вращения,
- отсутствие опасности перегрузки двигателя,
- удобство применения машины,
- возможность использования для натяжения провода.



Vaivaton kelan nosto hydrauliiikan avulla.  
(Hydraulinen kelan nosto soveltuu myös JOKO 1100/1800  
kaapelivaunuihin)



- HP 8 kelanpyörityslaite
- Kauko-ohjain 3.25 m



- Jarruttava kela-akseli



- Kauko-ohjain 3.25 m



- Köysikelat
- Köydenohjain (3 ohjainrullaa)

Рисунок 340. В качестве дополнительного устройства тележки для барабана – мотальная установка с приводом от гидравлического двигателя.

#### Инструктаж

Имеется много различных типов намоточных машин, поэтому инструктаж по эксплуатации проводится отдельно для каждого типа машины.

#### 21.2.2. Раскатка провода с помощью мотальной машины

В зависимости от ситуации производится одновременная раскатка двух или трех проводов.

В случае применения мотальной машины провод протягивается на место с помощью тягового троса, к концу которого он крепится.

#### Рабочие этапы

1. Расположение мотальной машины в конце участка раскатки.

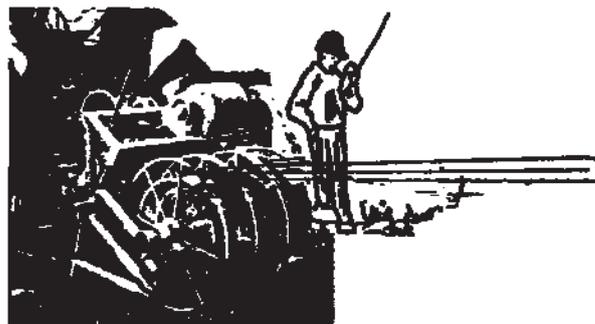


Рисунок 341. Расположение мотальной машины в конце участка раскатки.

2. Протягивание тягового троса на участке раскатки и одновременная установка монтажных роликов.



Рисунок 342. Одновременная установка тягового троса и монтажных роликов.

3. Установка барабана на подставку.

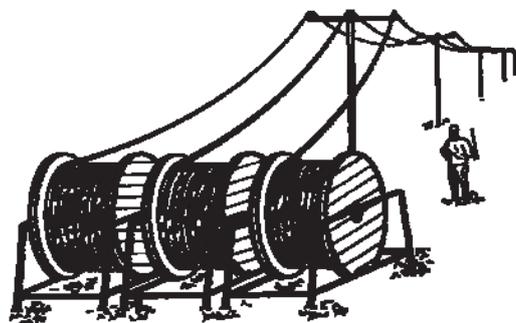
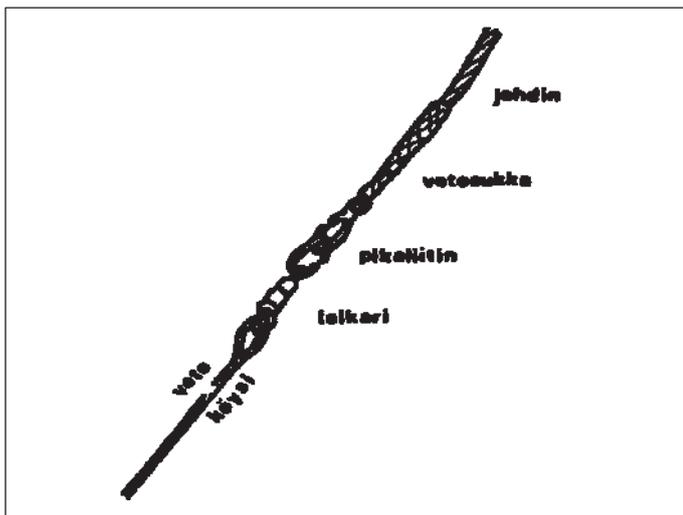


Рисунок 343. Барабаны на подставках с тормозами (принципиальная схема).

Барабан устанавливается на подставку с тормозом, не нуждающейся в постоянном контроле.

#### 4. Крепление провода к тяговому тросу.



- для защиты провода от повреждения на камни устанавливаются деревья или ветки,
- для раскатки проводов используются подходящие монтажные ролики,
- провод запрещено даже в ходе монтажа протягивать поверх изоляторных крюков,
- сила торможения барабана должна быть подходящей,
- провода запрещено раскатывать по полям, на которые недавно было нанесено минеральное удобрение.

Во время раскатки не следует волочить провода по земле. В процессе работы необходимо обеспечить достаточное натяжение проводов, и раскатка должна осуществляться непрерывно.

В процессе раскатки проводов приходится часто пересекать дороги, другие провода и пр. объекты. Такие пересечения должны осуществляться с причинением минимального неудобства окружающим и обеспечением безопасности бригады монтажников.

В отношении выполнения работ вблизи транспортных магистралей существуют отдельные инструкции.

Для пересечения дорог можно пользоваться переходными подставками, которые устанавливаются как можно ближе к краю дороги. Размер подставки рассчитывается таким образом, чтобы в процессе раскатки на участке дороги провода не опускались слишком низко.

Рисунок 344. Крепление провода к тяговому тросу.

Крепление выполняется с помощью складного блока, и провод фиксируется монтажным чулком.

Используется также прямое крепление к тяговому тросу.

#### 5. Этап раскатки

Вначале нужно проверить вращение барабанов. Машинист осуществляет надзор за тяговой машиной. От барабана члены бригады направляются на линию с целью проверки раскатки провода, связь с машинистом поддерживается по радиотелефону. Находящимся возле линии монтажникам запрещено подниматься на опоры, т.к. это опасно для жизни в случае зацепления при раскатке за провода или трос.

После раскатки одного фазного проводника тяговый трос вновь протягивается на участок раскатки проводов, и одновременно меняются места раскаточных колес. При одновременной раскатке трех проводов исчезает потребность в повторном прохождении данного участка.

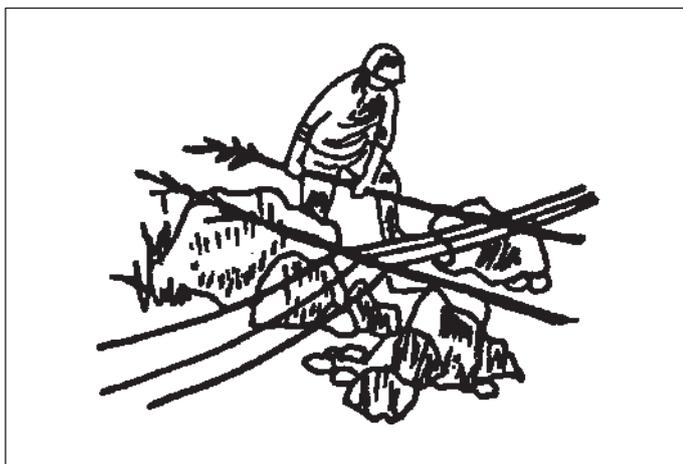


Рисунок 345. Прикрытие предметов, опасных с точки зрения повреждения проводов, расположенных на трассе раскатки проводов.

При раскатке сталеалюминиевых проводов, проводов из алюминиевого сплава и алюминиевых проводов необходимо соблюдать следующие инструкции:

- провода запрещено раскатывать по непокрытой поверхности земли с камнями, через заборы из колючей проволоки или из камней или же по другим местам, повреждающим провода,

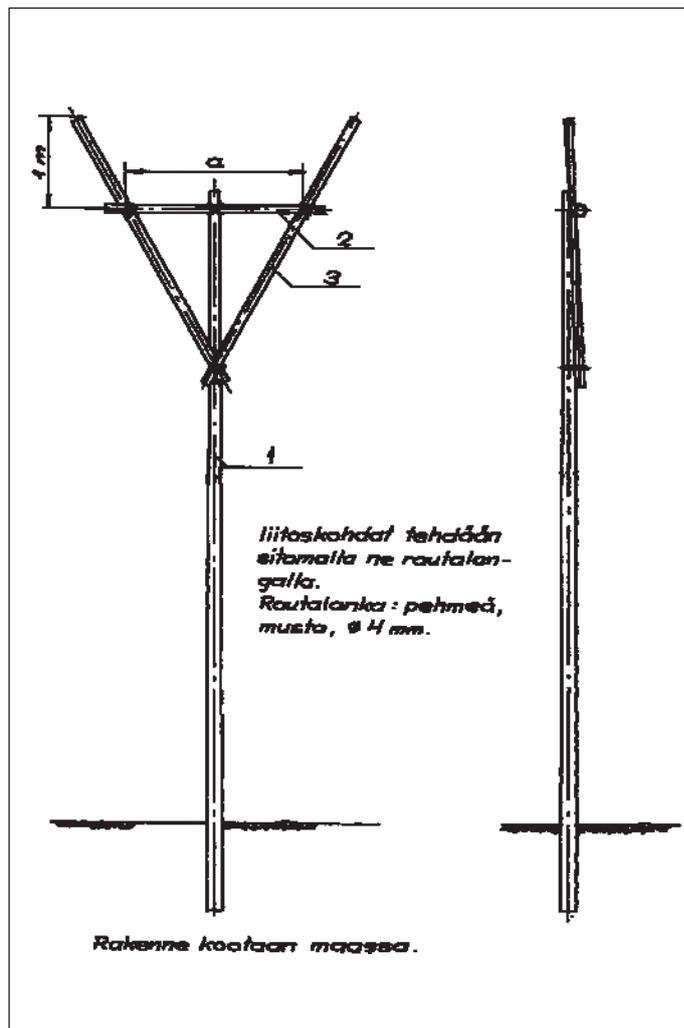


Рисунок 346. Подставка для пересечения дороги.

### 21.2.3. Рабочее заземление строящейся линии

Стандарт по технике безопасности электрических работ SFS 6002, пункт 6.2.4 «Рабочее заземление»

#### 6.2.4.1 Общая информация

Национальная справочная информация

«Рабочее заземление является важной мерой обеспечения безопасности, т.к. несмотря на разъединение на рабочем объекте может возникнуть напряжение в результате ошибки, дефекта изоляции, соприкосновения проводов (например, скрещивание проводов во время раскатки или ремонта) или другой причины. В воздушной линии электропередачи или аппаратной шине в результате индуктирования или инфильтрации из расположенных вблизи проводов (шин) или же погодных явлений может возникать опасное напряжение. К случаям, когда на последующих этапах работ предусматривается выполнение рабочего заземления в разъединенной части незаземленного оборудования, следует относиться так, как будто в них есть напряжение.»

Требование по выполнению рабочего заземления касается в основном работ на участке оборудования, принятого в эксплуатацию. Требования по рабочему заземлению должны соблюдаться также в части оборудования, находящегося в процессе строительства и еще не подключенного к системе, в котором согласно сказанному выше может возникать опасное напряжение.»

На сооружаемой воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами в качестве рабочего заземления используется дополнительное рабочее заземление.

Дополнительное рабочее заземление выполняется после производства основного рабочего заземления. Дополнительное рабочее заземление создается с целью устранения атмосферного перенапряжения и напряжения, возникающего под воздействием расположенных вблизи проводов, в тех случаях, когда непосредственное рабочее заземление удалено от рабочего объекта.

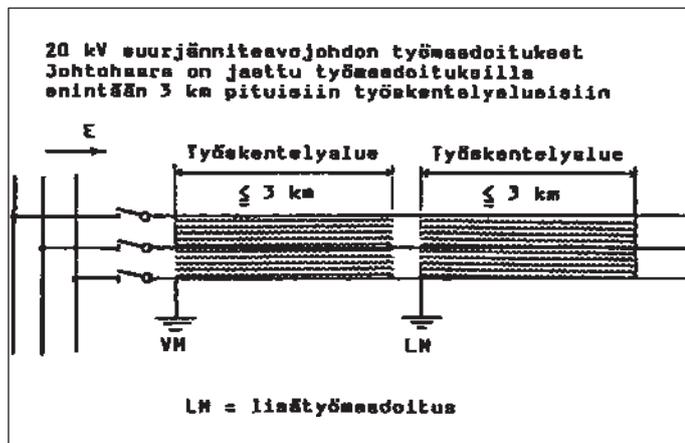


Рисунок 347. Схема рабочего заземления для воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами.

В качестве заземляющего электрода дополнительного рабочего заземления на линии, напряжение которой не превышает 24 кВ, можно использовать, например, забитый в грунт на глубину 0,5 м стержень или стационарный заземляющий электрод.

Дополнительное рабочее заземление рабочего объекта сооружается в соответствии с потребностью. В случае осуществления работ на всей линии заземления создаются через каждые 3 км.

Наряду с этим рабочее заземление на других опорах может быть дополнено посредством натяжения проводов над изоляторами, позволяющими устранить неприятные различия потенциала. Непосредственное и дополнительное рабочие заземления выполняются до натяжения проводов над изоляторами.

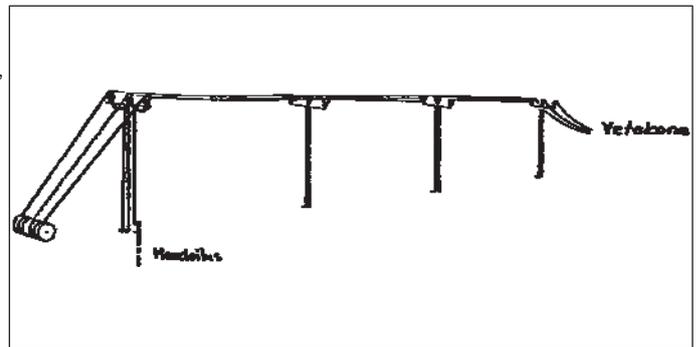


Рисунок 348. Рабочее заземление сооружаемой линии высокого напряжения выполнено посредством монтажных роликов.

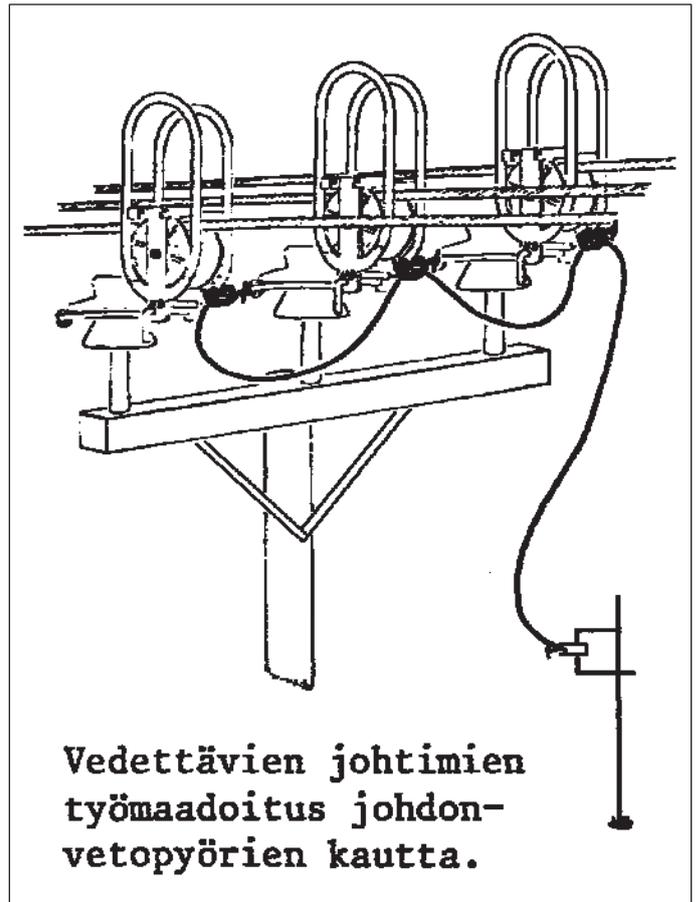


Рисунок 349. Рабочее заземление провода линии высокого напряжения выполнено посредством монтажных роликов, монтажная схема.

Рабочее заземление провода выполняется также в случае натяжения провода на основе опоры с целью подсоединения к сети. На таких объектах рабочее заземление может производиться средствами рабочего заземления воздушной линии электропередачи.

### 21.3. Натяжение проводов

Натяжение проводов выполняется, как правило, отдельно по анкерным участкам. Если на участке натяжения находится несколько углов, то длина натяжения участка должна быть сокращена.

Если работа включает несколько анкерных участков, натяжение производится, как правило, в направлении продвижения работ.

Натяжение проводов производится прямо на монтажных роликах, но если на момент натяжения провода приходится удалять с монтажных роликов, их крепление к опорным изоляторам осуществляется за счет вспомогательных связей.

При выполнении натяжения проводов на углах должны использоваться монтажные ролики. В случае применения на углах кронштейнов монтажных роликов отдельные монтажные ролики не требуются. Вспомогательная связь должна устанавливаться на опорные изоляторы образом, позволяющим производить натяжение проводов и одновременно удерживающим связь в предусмотренном месте на шейке опорного изолятора.

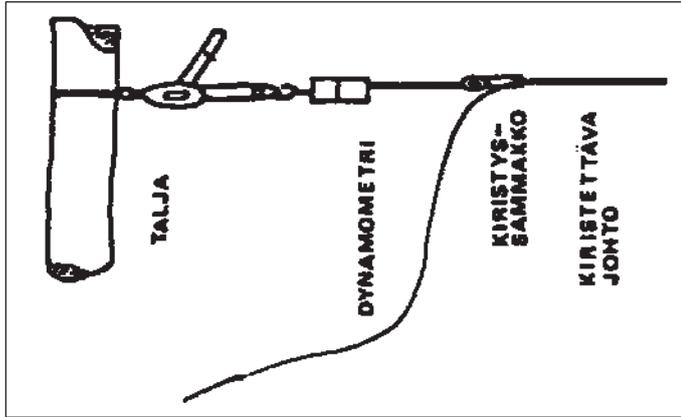


Рисунок 350. Измерение монтажных тяжений троса провода.

С целью определения натяжения используется динамометр или измерение провеса. В качестве натяжного устройства используется лебедка или таль.

При измерении натяжения динамометр устанавливается между натяжным устройством и натяжным зажимом. Преобладающая температура измеряется термометром.

Таблица 30. Часть таблицы со значениями монтажного тяжения троса и монтажного провеса провода «Raven» - ACSR 54/9 Raven. Допустимое напряжение при нулевой температуре - 45.0 Н/мм<sup>2</sup> (RJ 8:94).

Монтажное тяжение тросов в килоньютонах

ПРОЛЕТ М	ТЕМПЕРАТУРА °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
40,0	5,38	4,63	3,89	3,16	2,47	1,85	1,37
50,0	5,32	4,58	3,85	3,14	2,49	1,93	1,49
60,0	5,25	4,52	3,80	3,13	2,51	1,99	1,60
70,0	5,16	4,45	3,75	3,11	2,53	2,06	1,70
80,0	5,07	4,37	3,70	3,09	2,55	2,12	1,79
90,0	4,97	4,29	3,65	3,07	2,57	2,17	1,87
100,0	4,86	4,20	3,59	3,05	2,59	2,22	1,94
110,0	4,74	4,11	3,53	3,03	2,61	2,27	2,00

Монтажные провесы в метрах

ПРОЛЕТ М	ТЕМПЕРАТУРА °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
40,0	0,08	0,09	0,11	0,13	0,23	0,31	0,40
50,0	0,12	0,14	0,17	0,21	0,27	0,34	0,44
60,0	0,18	0,21	0,25	0,31	0,38	0,48	0,60
70,0	0,25	0,29	0,35	0,42	0,51	0,63	0,76
80,0	0,33	0,39	0,46	0,55	0,66	0,80	0,95
90,0	0,43	0,50	0,59	0,70	0,83	0,99	1,15
100,0	0,55	0,63	0,74	0,87	1,02	1,19	1,37
110,0	0,68	0,78	0,91	1,06	1,23	1,41	1,60

Lopullinen kiristys tapahtuu siten, että johdin vedetään ensin 5...15 °С:n asennusolosuhteita alemmaa lämpötilaa vastaavaan kireyteen, jonka jälkeen kiristystä löysätään, kunnes saavutetaan vallitsevaa lämpötilaa vastaava oikea kiristys. Alumiinijohtimien viruminen on otettu huomioon kiristystaulukoita laadittaessa.

Kiristyslaitteena käytetään vajjeritaljaa. Kiristetyt johtimet ankkuroidaan kiristyspylvään tyveen. Usein johtimet kiristetään myös suoran ylös pylväeseen.

Parhaimman ulkonäön kiristykselle saa mittaamalla dynamometrillä ensimmäisen johtimen kiristys oikeaan kireyteen ja tarkistamalla toiset johtimet ensimmäisen johtimen kanssa samanlaiseen riippumaan. Riippuman tarkistuksessa voi käyttää apuna niin sanottua paluuaalto-menettelmää. Ehjällä pylväsvälillä asentaja lyö samanlaisesti kiristettyyn ja kiristettävään johtoon ja puristaa lyönnin jälkeen johdoista käsillään. Lyönnin aiheuttama aalto palaa takaisin lyöntikohtaan. Jos paluuaika on sama kummassakin johdossa on niillä sama kiristys.

Jos kiristettävässä johdossa aalto palaa nopeammin, on se liian tiukalla, jos taas hitaammin, on se löysällä.

Yhden veto-osuuden kiristämisen jälkeen johtimet ankkuroidaan väliaikaisesti joko pylvään tyveen tai maahan tai ylös pylväeseen. Johtimen ankkuroinnissa on

käytettävä sellaista menetelmää, joka ei vahingoita joh-  
timia. Käyttökelpoinen ankkurointiväline on noin 1,5 m:n teräsköydellä  
varustettu kiristyssammakko. Köyden toi-  
sessa päässä on koukku  
köyden kiinnittämiseksi pylvään ympärille.



Рисунок 351. Анкеровка тягового троса к основанию опоры.

#### 21.4. Оконцовка проводов

На концевой опоре провода вначале обычно натягиваются на  
основание опоры и позже поднимаются на предусмотренное место  
концевой опоры. При натяжении нужно проследить, чтобы  
оставался свободный участок проводов, достаточный для  
выполнения нужных соединений.

Оконцевание проводов, как правило, осуществляется на  
концевой траверсе опоры. В таком случае должны быть обеспечены  
достаточные расстояния до частей под напряжением,  
предусмотренные правилами по технике безопасности  
электрических работ.

С целью предотвращения искривления траверсы натяжение  
крайних проводов производится одновременно (см. рисунок 344).

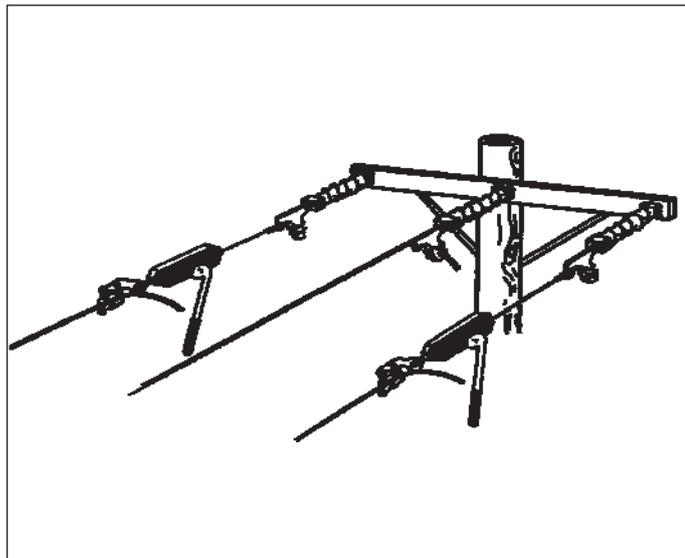


Рисунок 352. Натяжение проводов на концевой траверсе.

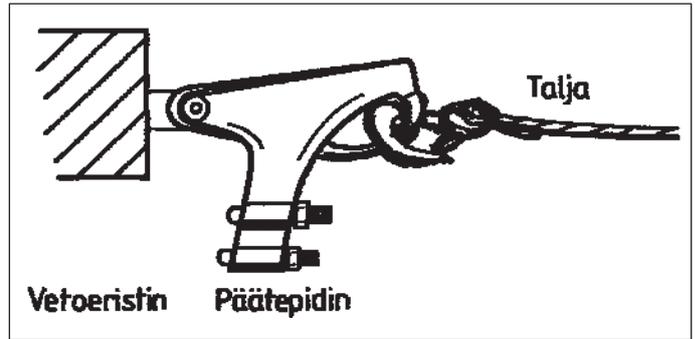


Рисунок 353. Крепление крюка тали к концевому зажиму.

#### 21.5. Вязка проводов

##### 21.5.1. Правила и инструкции

Стандарт SFS-EN 50341-3-7, национальные требования:

«F1.1 Факторы, связанные с эксплуатацией

Крепление провода должно быть таким, чтобы он не  
выскальзывал из крепления в случае обрыва в соседнем пролете.»

В качестве инструкции могут быть использованы требования,  
установленные к вязкам в издании А4-93 «Нормативные  
требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока»  
(ВИМ 3.2.1.4.):

«с. Крепление и подвешивание

Провод и несущий трос должны быть закреплены или  
подвешены так, чтобы в процессе их монтажа или эксплуатации не  
происходило повреждения.

При выполнении крепления провода к опорному изолятору  
посредством пружинной вязки на прямом участке линии вязка  
производится в боковой желоб изолятора со стороны опоры или в  
верхний желоб, а на углу – в боковой желоб изолятора со стороны  
наружного угла.

...

Крепление усиленного провода воздушной линии  
электропередачи должно производиться так, чтобы провод не  
выскальзывал из крепления в случае его обрыва в соседнем  
пролете...»

##### Инструкции по вязке

Не повредите провод!

Крепление провода должно производиться так, чтобы не  
происходило его повреждения в процессе монтажа или  
эксплуатации:

- с целью предотвращения повреждения провода в процессе  
монтажа монтажные работы производятся без применения  
рабочих инструментов или с применением инструментов,  
предусмотренных именно для данного вида работ;
- с целью предотвращения повреждения провода в процессе  
эксплуатации он предохраняется от истирания или зажатия в  
изоляторе или материале, прочность которого выше прочности  
материала провода.

Помните о верном способе крепления!

В случае крепления провода к опорному изолятору при помощи  
проволочной вязки, вязка производится следующим образом:

- на прямом участке линии - в боковой желоб изолятора со  
стороны опоры или в верхний желоб,
- на угловом участке - в боковой желоб изолятора со стороны  
внешнего угла,
- обуславливаемая весом провода нагрузка учитывается при его  
вязке в верхний желоб изолятора, расположенный выше других  
частей.

Нескользкая вязка:

- провод не должен выскальзывать из крепления в случае его обрыва в соседнем пролете, особенно это важно для усиленного провода воздушной линии электропередачи.

Обратите внимание, что в отношении вязки в боковой желоб используется также выражение «провод крепится вязкой на шейку изолятора».

### 21.5.2. Техника безопасности труда

При выполнении работ на параллельных (например, сдвоенных) проводах или в случае наличия напряжения в одном из проводов необходимо предотвратить соприкосновение любой части тела работника, рабочего инструмента или арматуры с рабочим участком, находящимся под напряжением (см. SFS 6002, приложение I). Такое непроизвольное соприкосновение может происходить, например, в случае неаккуратного обращения с вязальной проволокой и ее неверной длины.

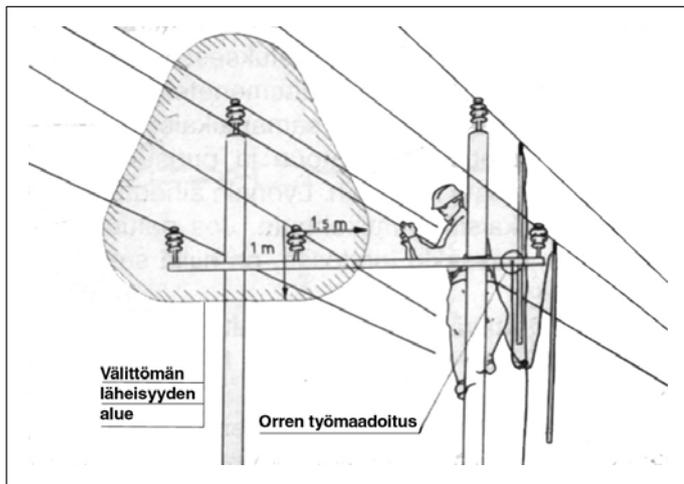


Рисунок 354. Вязка двойной проволокой, см. рабочее заземление траверсы, за счет которой устраняется опасность в случае неисправности изолятора провода под напряжением.

### 21.5.3. Вязальная проволока

В качестве вязальной проволоки используется отожжённая алюминиевая проволока Al 16 и Al 25. В таблице 27 указана длина вязки для широко распространенных проводов.

Таблица 31. Длина вязки для широко распространенных проводов

Провод	Вязальная проволока	Длина вязальной проволоки /м	
		Боковой желоб	Верхний желоб
Swan	Al 16	3,2	3,6
Fersemal 25	Al 16	3,2	3,6
Sparrow	Al 16	3,4	3,9
Raven	Al 16	3,7	4,3
Pigeon	Al 25	4,5	4,8
Al 132	Al 25	4,8	5,2

Как из предыдущей таблицы следует, нужная длина вязальной проволоки такова, что применение прямой вязки является непрактичным, а вблизи элементов под напряжением – опасной для жизни.

Для обеспечения удобства работы вязальная проволока сворачивается в катушку диаметром прим. 100 мм.

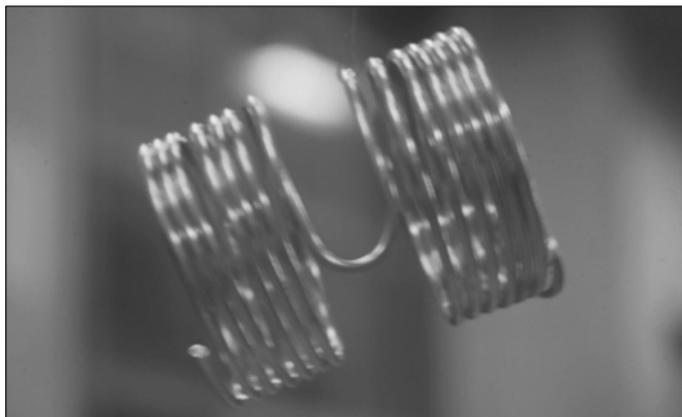


Рисунок 355. Катушка из вязальной проволоки.

Проволоку можно свернуть в катушки, например, на складе или в рабочей мастерской. Для производства катушек могут использоваться простые ручные намоточные устройства. На время работы устройство нужно прочно закрепить, например, к тискам с целью обеспечения достаточного натяжения проволоки вокруг цилиндра. Проволока отгибается в стороны от центрального пальца и наматывается в катушку по его обеим сторонам. После завершения намотки провода центральный палец удаляется, и готовая катушка снимается с цилиндра.

Используются и другие способы намотки.



Рисунок 356. Производство проволочной катушки.

### 21.5.4. Крепление провода в боковой желоб с помощью вязки

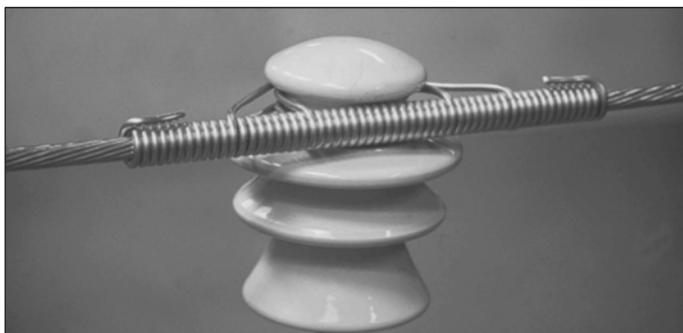


Рисунок 357. Готовое боковое крепление в желобе.

Сегодня вязка провода в боковой желоб используется только на углах.

С целью обеспечения прочной вязки необходимо:

- плотно обмотать проволоку вокруг провода и других витков вязальной проволоки;
- направление обмотки вязальной проволоки должно соответствовать направлению жил провода;
- вязка и демонтаж вязки должны производиться без применения рабочих инструментов. Это важно с точки зрения исключения случайного повреждения проводов рабочими инструментами. В силу отсутствия рабочих инструментов аккуратное завершение вязки может быть усложнено. Для преодоления этой проблемы последний конец проволоки не прижимается плотно к проводу, а концы проволоки пригибаются на вязку или провод в направлении провода. Вертикальное расположение конца вязальной проволоки не допускается, поскольку ток короткого замыкания может сжечь его и повредить провод.

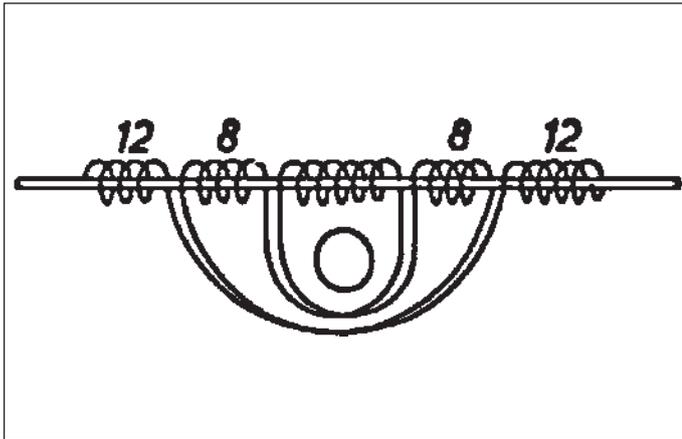


Рисунок 358. Схема бокового крепления провода в желоб с помощью вязки.

Принцип бокового крепления провода в желоб с помощью вязки представлен на схеме выше. Наложение вязальной проволоки начинается из ее центральной точки и производится от центра к концам в одинаковом количестве в обоих направлениях.

Наряду со сказанным выше особое внимание нужно обратить на следующие моменты:

- длина центрального участка, образующего защитную обмотку провода, должна быть такой, чтобы вязальная проволока и провод создавали как можно более точный прямой угол при протяжке вязальной проволоки на шейку изолятора;
- для защитной обмотки на изоляторе SH-24, осуществляемой с помощью проволоки АІ 16, наносится 18 витков, и с помощью проволоки АІ 25 - 15 витков; на изоляторе SDI-37, осуществляемой с помощью проволоки АІ 16 - 22 витка и с помощью проволоки АІ 25 - 17 витков;
- при наложении вязальной проволоки на шейку изолятора провода следует помнить, что вязальная проволока, отходящая с верхней части провода, возвращается в верхнюю часть провода после накручивания вокруг шейки изолятора. И соответственно проволока, отходящая с нижней части, возвращается в нижнюю часть;
- количество витков вязальной проволоки, следующих за защитной обмоткой, равно 8, и количество витков последнего участка - 12.

После установки провода в боковой желоб изолятора начинается производство защитной обмотки (рисунок 359).



Рисунок 359. Производство защитной обмотки.

В практике защитная обмотка выполняется рядом с изолятором. После наложения достаточного количества витков защитной обмотки производится ее небольшое ослабление и перемещение в окончательное место на боковой стороне желоба изолятора.

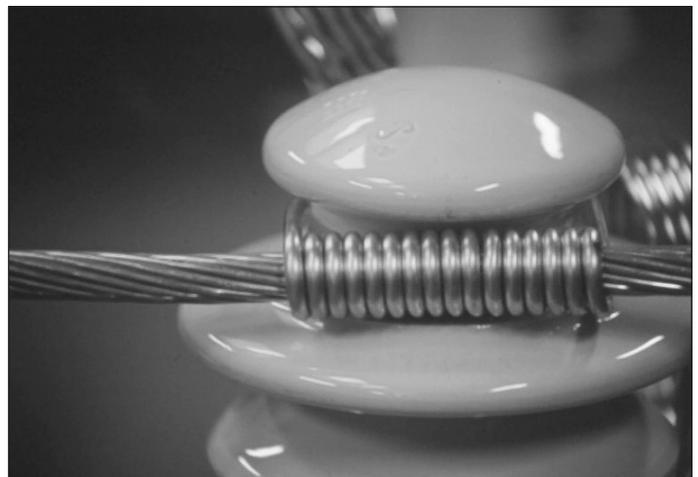


Рисунок 360. Затяжка обмотки.

Выполняется окончательная затяжка обмотки (рисунок 360). Длина окончательно затянутой защитной обмотки должна быть примерно равной диаметру шейки изолятора. Поэтому вязальные проволоки отходят от провода перпендикулярно по отношению к боковой поверхности желоба изолятора.



Рисунок 361. Проволочная обвязка на боковой поверхности желоба изолятора.

После намотки на изолятор вязальная проволока возвращается на другой конец защитной обмотки провода (рисунок 361). Проволока, отходящая с верхней стороны провода, возвращается в ее верхнюю часть, а проволока, отходящая с нижней стороны провода, возвращается в ее нижнюю часть. Проволока направляется в боковой желоб изолятора и затягивается в нем. В данной связи необходимо проследить, чтобы отходящие с обеих сторон защитной обмотки проволоки не перекрещивались, и устанавливались точно параллельно в центр желоба.

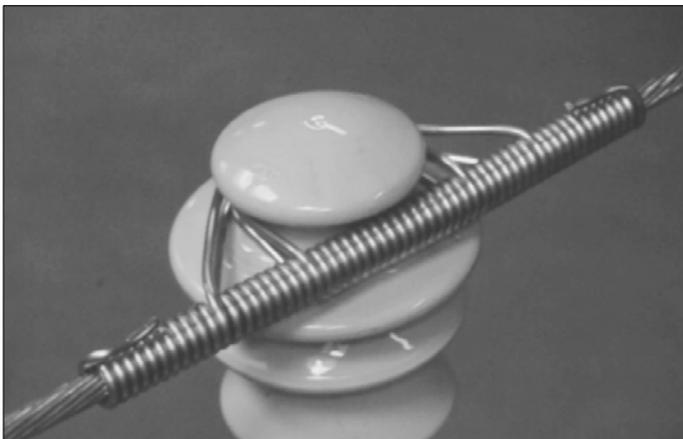


Рисунок 362. Установленная с боковой стороны желоба вязка не должна изгибать провод.

Установленная с боковой стороны желоба вязка может легко изогнуть провод в случае излишней затяжки проволок на шейке изолятора. Это необходимо учесть при выполнении вязки. Обвязка должна быть прочной, но не повреждать и не изгибать провод.

#### 21.5.5. Крепление провода в верхний желоб с помощью вязки



Рисунок 363. Крепление провода в верхний желоб с помощью вязки.

В связи с увеличением сечений проводов растет число креплений проводов в верхний желоб изолятора (рисунок 363), т.к. оно выдерживает повышенную вертикальную нагрузку. Однако следует заметить, что такой вид крепления не пригоден для угловых опор, и применяется только на прямых участках линии, в особенности, в тех случаях, когда в силу неровности местности изоляторы соседних опор устанавливаются на разной высоте.

Крепление провода в верхний желоб изолятора осуществляется таким же образом, как и в боковой желоб изолятора.

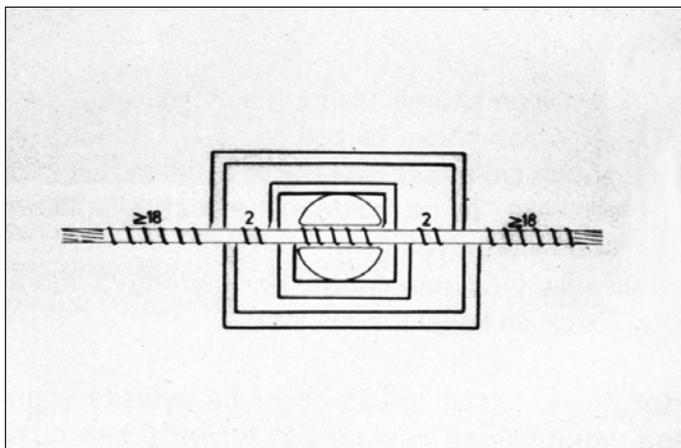


Рисунок 364. Схема крепления провода в верхний желоб изолятора.

#### 21.5.6. Предварительно напряжённая спиральная вязка

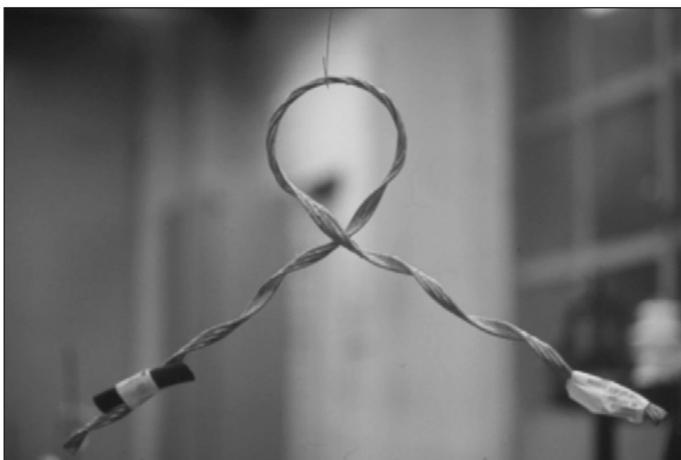


Рисунок 365. Предварительно напряжённая спиральная вязка для крепления провода в желоб с боковой стороны.

Крепление провода в боковой или верхний желоб изолятора может выполняться также с помощью предварительно напряженной спиральной проволоки (рисунок 365). Вместе с проволокой используется предусмотренная для защиты провода резиновая прокладка с прорезом, которая крепится обычно клейкой лентой на один из концов спиральной вязки. На другом конце вязки находится маркировочный ярлык, на котором указано, для какого типа провода вязка предусмотрена.

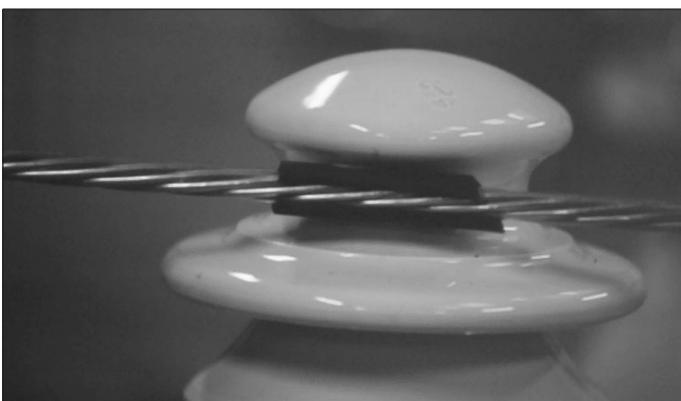


Рисунок 366. Установка мягкой прокладки под провод.

Наложение вязки (рисунок 366) начинается с установки резиновой прокладки между проводом и шейкой изолятора так, чтобы провод был расположен внутри прокладки. Задачей резиновой прокладки является защита провода от истирания об изолятор.



Рисунок 367. Вязка, выполняемая двумя пружинными спиралями.

Крепление провода начинается накручиванием вязки вокруг провода. Благодаря своей форме вязка легко устанавливается в предусмотренное место. При наложении вязки запрещено пользоваться рабочими инструментами, работа выполняется вручную.

#### 21.5.7. Вспомогательные средства для вязки провода

Наложение защитной обмотки на алюминиевый провод угловой опоры является трудоемким процессом. В качестве вспомогательных устройств можно воспользоваться талью, на обоих концах которой находятся натяжные зажимы. С помощью тали провод ослабляется на время производства защитной обмотки.

Этим же методом можно пользоваться также при установке углового поддерживающего зажима на углу натяжного изолятора.

С целью обеспечения безопасности работник при выполнении вязки должен по возможности находиться на стороне наружного угла.

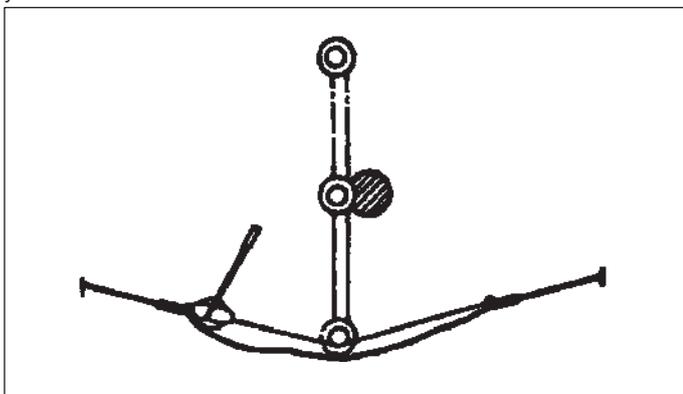


Рисунок 368. Степень ослабления провода на наружном углу при монтаже защитной обмотки.

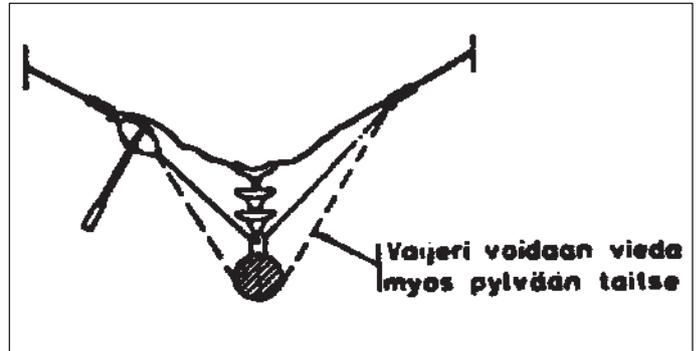


Рисунок 369. Применение тали на углу подвешного изолятора.

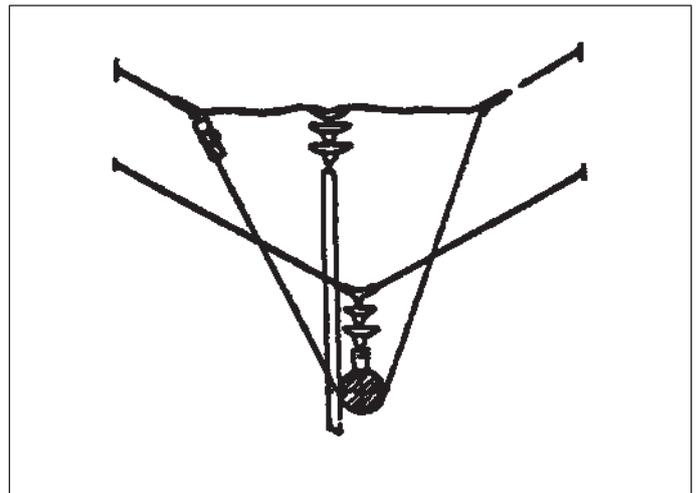


Рисунок 370. Применение тали на углу траверсы.

В местах, где опора находится выше других опор, подъем провода в верхний паз опорного изолятора вручную может оказаться невозможным.

На таких объектах следует пользоваться монтажным роликом с подъемным механизмом провода.

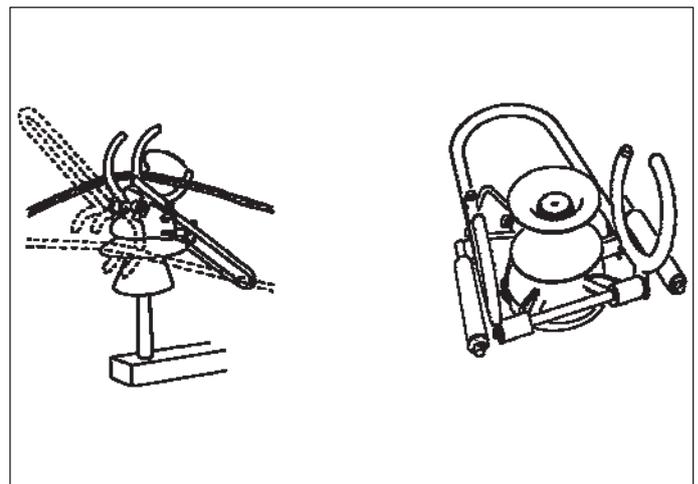


Рисунок 371. Монтажный ролик, оснащенный подъемным механизмом провода.

При выполнении вязки монтажные ролики провода удаляются с опоры. Ролики и другое оборудование запрещено сбрасывать с опоры на землю. Приемлемым решением является использование соединительного каната, с помощью которого материалы можно опустить с опоры или поднять на нее.

## 21.6. Соединение и ответвление провода

### Общая информация

В национальных требованиях стандарта SFS-EN 50341-3-7 сказано следующее:

«F1.1 Факторы, связанные с эксплуатацией

---

«Размещения соединения в центральном пролете пересекающихся пролетов следует избегать.»

Соединение запрещено устанавливать на расстоянии менее 3 м от другого соединения или концевого зажима, т.к. прочность соединения особенно сталеалюминиевых проводов основывается частично на трении между стальным проводом и алюминиевыми жилами.

### Прессуемые соединения

На проводах напряжением 20 кВ, как правило, применяются соединения с одной втулкой. При больших сечениях сталеалюминиевые провода соединяются с помощью зажимов с двумя втулками, при этом соединение многожильного стального троса осуществляется с помощью отдельной втулки, на которую устанавливается алюминиевая втулка.

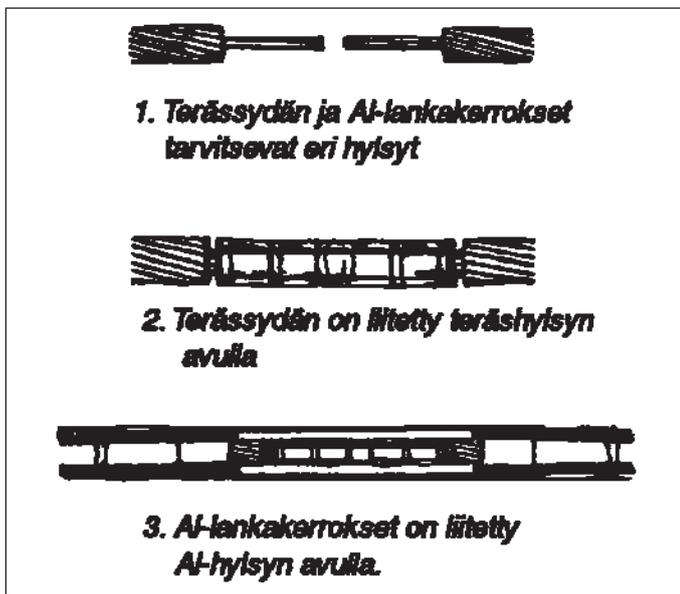


Рисунок 372. Прессуемое соединение с двумя втулками.

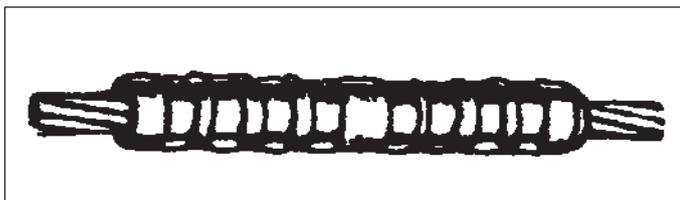


Рисунок 373. Прессуемое соединение с одной втулкой.

### Клиновые соединения

С помощью клиновых соединений неизолированные провода линии электропередачи можно соединять без монтажных инструментов. Внутри установленной в зажим крепежной втулки расположены зубчатые клинья, удерживаемые пружинами. Дополнительно к этому на концах зажимов находятся стальные направляющие лотки и пластиковые направляющие воронки, внутри крепежной втулки – неподвижная перегородка.

Соединение провода с помощью прессуемого зажима с одной втулкой и клинового зажима рассмотрено выше в связи с соединением несущего троса АМКА.

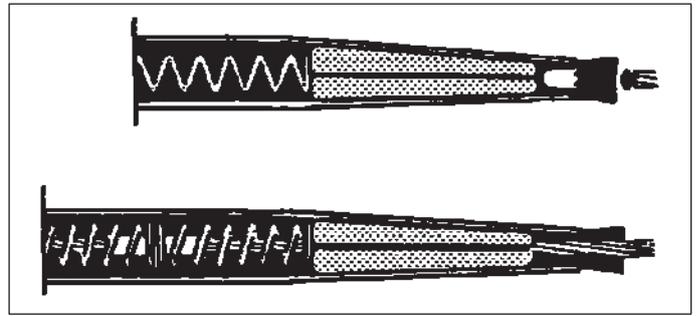


Рисунок 374. Клиновое соединение.

Пример ответвления провода:

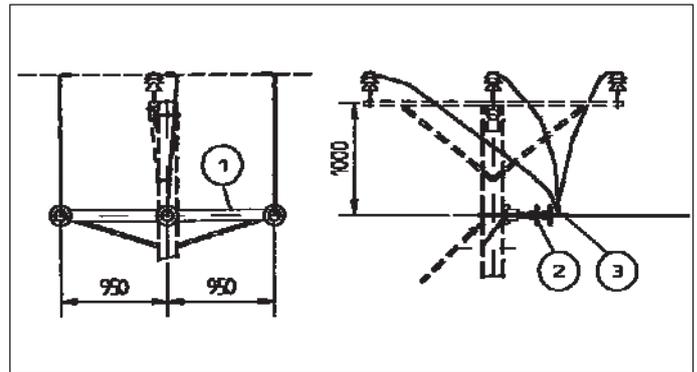


Рисунок 375. Пример ответвления провода.

Детали на рисунке:

1. Торцевая траверса	1 шт.
2. Натяжная гирлянда	3 шт.
3. Контактные соединения	3 шт.

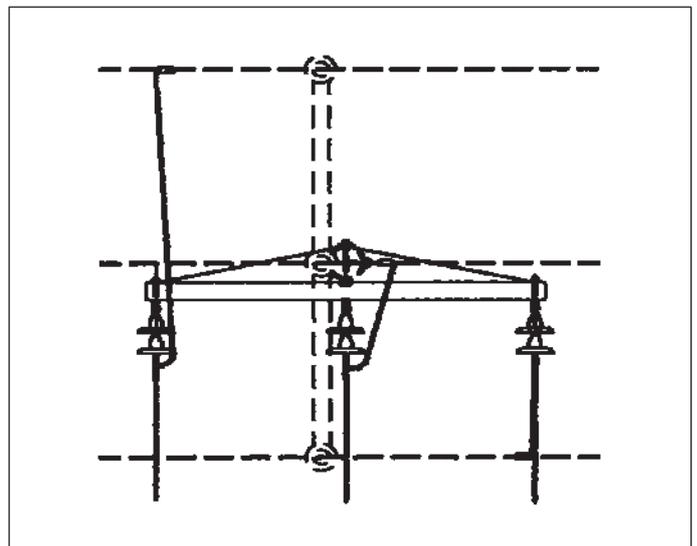


Рисунок 376. Верхняя часть ответвления провода.

Инструкция по монтажу;

- В качестве соединительных проводов применяются провода ответвительной линии, протянутые без разрывов через концевые натяжные зажимы.
- Расстояние от соединительного провода до ненапряженных частей опоры должно составлять не менее 220 мм.
- Расстояние соединительных проводов друг от друга должно быть не менее 220 мм, однако следует пользоваться более длинным расстоянием, например, 350 мм.

- Соединительные провода устанавливаются под тяжением, которое, однако, не должно растягивать соединения с магистральным проводом с силой, изгибающей провод.
- Соединение выполняется так, как это предусмотрено для алюминиевых проводов.
- Перед подключением проверяется последовательность фаз.

### 21.7. Подключение провода к находящейся в эксплуатации сети с отключением напряжения

Ниже на основании примера рассмотрены меры, внедряемые перед началом работ по подключению линии ответвления к действующей магистральной линии.

Провод ответвления был проложен раньше, но не был подключен к магистральной линии. Питание может подаваться в магистральную линию с двух сторон, но линия ответвления не подключена к источнику питания.

Провод ответвления на длинном участке проложен параллельно с проводом напряжением 110 кВ, под ним. Вместе с проводами магистральной линии на этих же опорах расположен провод АМКА низкого напряжения.

Магистральная линия представляет собой кольцевую линию, в которую напряжение может подаваться с двух сторон. Линия ответвления в нашем случае не подключена к источнику питания, поэтому опасность обратного тока отсутствует. В длинной линии опасность, аналогичная обратному току, может быть обусловлена запасным двигателем, заряженными кабелями и конденсаторами, грозой или расположенными вблизи линиями электропередачи, как в настоящем случае.

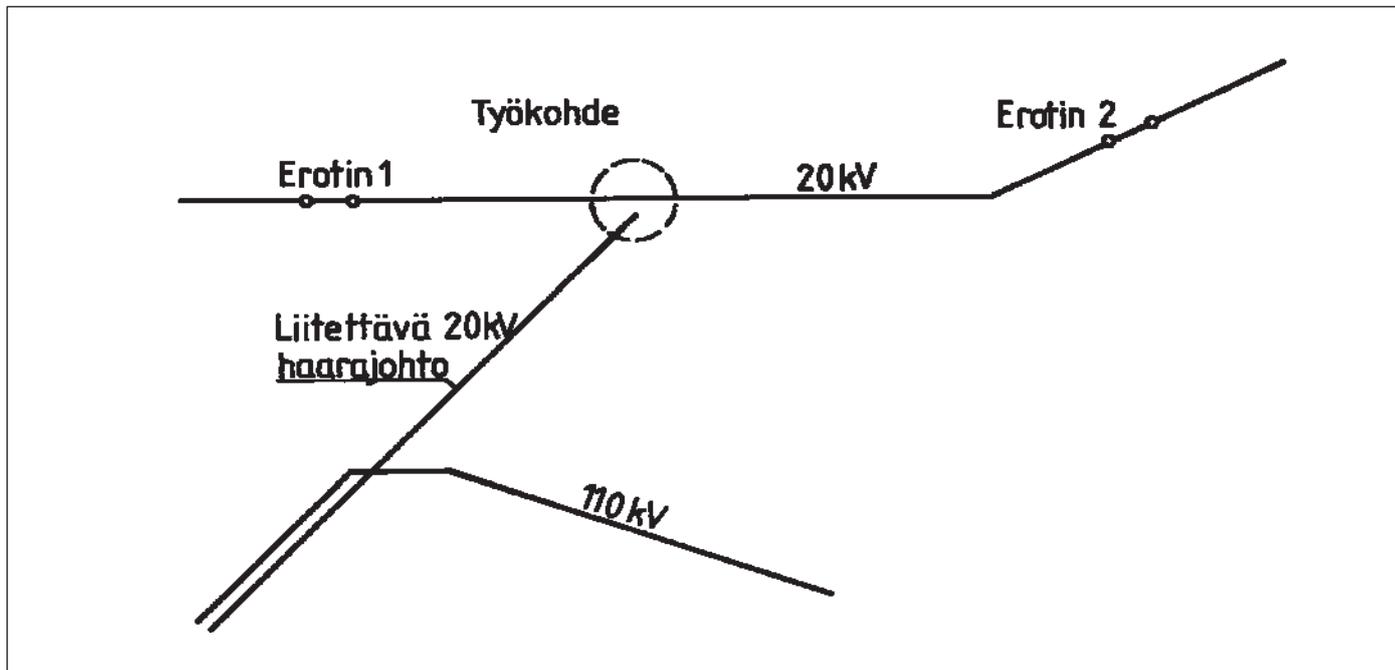


Рисунок 377. Выполнение ответвления от кольцевой линии напряжением 20 кВ. Рядом расположена линия напряжением 110 кВ.

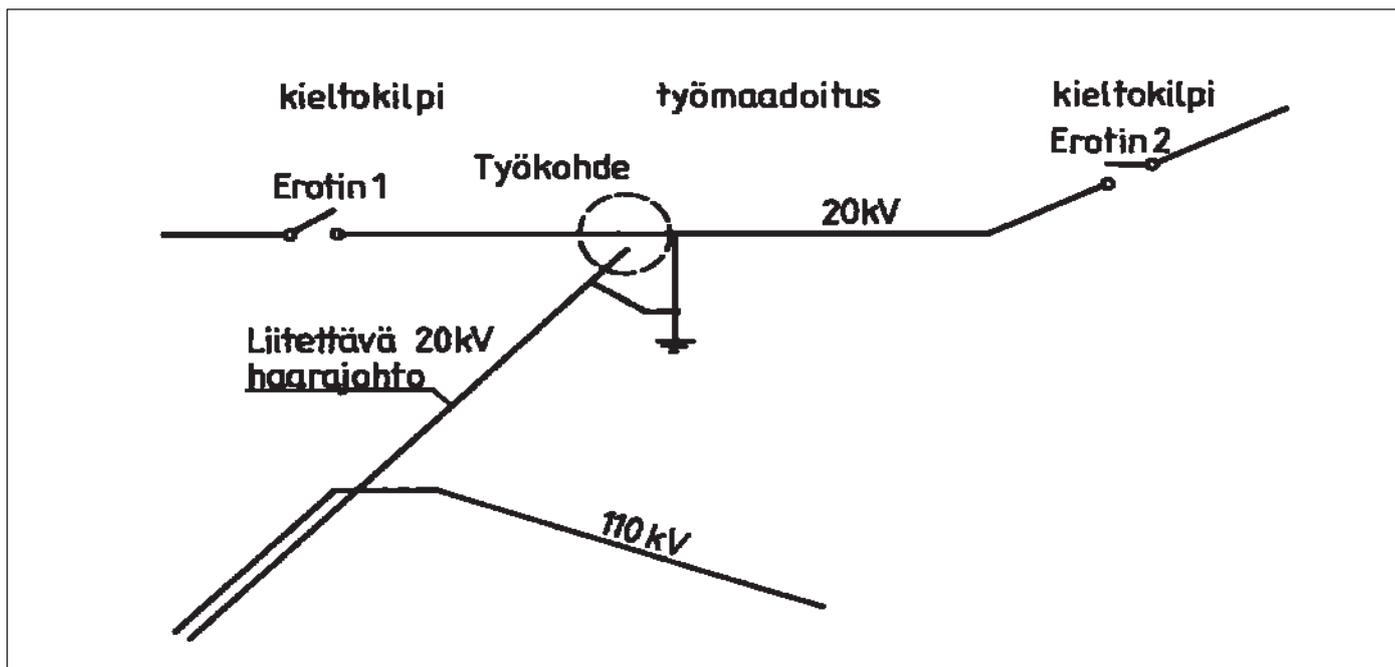


Рисунок 378. Подключение линии ответвления к проводу кольцевой линии напряжением 20 кВ с отключением напряжения. Рядом расположен провод напряжением 110 кВ.

В плане по отключению напряжения указано, что рабочий объект необходимо обесточить посредством отключения разъединителей 20 кВ 1 и 2, которые фиксируются в открытом положении и оснащаются предупреждающим плакатом «Не подключать – идут работы». Выполняется заземление магистральной линии рабочего места. Линия напряжением 110 кВ вызывает в линии ответвления напряжением 20 кВ (обесточенной) опасное наведённое напряжение, поэтому необходимо выполнить также рабочее заземление линии ответвления, несмотря на то, что она еще не подключена к источнику питания. Рабочие заземления необходимо соединить друг с другом, чтобы в процессе работы по подключению рабочий не превращался в часть электрической цепи.



Рисунок 379. Индикатор напряжения для наружного применения.

Необходимо тщательно заземлить магистральную линию на время работ, в силу наведённого напряжения от линии 110 кВ рабочее заземление выполняется также на линии ответвления. Рабочие заземления нужно соединить друг с другом, в результате чего зажимы заземления обоих устройств рабочего заземления соединяются с одним и тем же электродом заземления.

Исправность индикатора напряжения проверяется перед контролем отсутствия напряжения. Контроль напряжения с помощью изображенного на рисунке индикатора напряжения осуществляется за счет встроенного в него тестера. Отсутствие напряжения проверяется в каждом фазном проводнике отдельно. Контактным электродом индикатора напряжения нужно притронуться к измеряемому проводу.

Необходим также контроль отсутствия напряжения в линии ответвления. При выполнении контроля нужно находиться от заземляемых на время работ проводов на безопасном расстоянии, поэтому перед контролем обесточенности линии ответвления проверяется отсутствие напряжения в нижних фазах магистральной линии и выполняется их рабочее заземление.

Выполнение рабочего заземления начинается с расположенных ближе, т.е. нижних проводов. Рабочее заземление средней фазы магистральной линии производится только лишь после рабочего заземления линии ответвления.

В нашем примере для магистральной линии достаточно одного непосредственного (выдерживающее короткое замыкание) рабочего заземления, поскольку работа выполняется на одной опоре, и ни один провод не оборван и не разъединен.

После рабочего заземления нижних фаз магистральной линии проверяется отсутствие напряжения в линии ответвления и выполняется рабочее заземление линии ответвления. Рабочее заземление линии ответвления является в данном случае дополнительным заземлением и предусмотрено для устранения индуцированного напряжения, обусловленного линией 110 кВ.

Работа выполняется на основании представленных инструкций. Перед непосредственным началом работ необходимо проверить безопасность рабочего участка и убедиться в том, что в непосредственной близости от рабочего места нет элементов под напряжением.

После завершения работы с рабочего места нужно удалить рабочие инструменты и материалы, а также убедиться в том, что работы на всех рабочих объектах завершены и работники покинули эти участки. Вначале удаляется рабочее заземление верхней фазы магистральной линии, затем линии ответвления и рабочее заземление, соединяющее провода 20 кВ и АМКА. В конце удаляется рабочее заземление нижних фаз магистральной линии. Дополнительное рабочее заземление устраняется, как правило, до непосредственного рабочего заземления, но в данном случае дополнительное рабочее заземление линии ответвления выдерживает короткое замыкание. В последнюю очередь заземляющие зажимы отсоединяются от заземляющего электрода.

## 21.8. Работы на линии, находящейся в эксплуатации

Работы на воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными или защищенными изоляцией проводами выполняются, как правило, при отключенном напряжении. В данном случае рабочее заземление проводов производится так, как описано выше в пункте 21.7 в соответствии с требованиями пункта 6.2.4 стандарта SFS 6002.

Специалист-электрик вправе производить работы вблизи токоведущих частей под напряжением в случае соблюдения в рабочем месте требований пункта 6.2.5 стандарта SFS 6002 (постановление Министерства торговли и промышленности 516/1996). На линиях допускается выполнять также работы под напряжением в соответствии с пунктом 6.3 стандарта SFS 6002.

## 21.9. Работы под напряжением

### 21.9.1 Общая информация

Начиная с 1996 года, в Финляндии подключения воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ выполняются под напряжением. В качестве рабочего метода используется т.н. метод короткого стержня, при котором монтажник работает за чертой участка под напряжением и касается его только изолированными инструментами, предусмотренными для работы под напряжением.

В стандарте по технике безопасности электрических работ SFS 6002 об общих предпосылках работ под напряжением сказано, что если отключение напряжения объекта связано со значительными помехами, то определенные работы могут производиться под напряжением в случае выполнения следующих предпосылок:

- лицо, производящее работы под напряжением, имеет необходимую квалификацию и специальную подготовку;

- при выполнении работ под напряжением применяются предусмотренные рабочими методами меры по обеспечению безопасности, а также рабочие средства и средства защиты.

РУКОВОДСТВО ПО РАБОТАМ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ «R10-JÄNNITETYÖKIRJA», одобренное Электротехнической инспекцией 22.02.1996, содержит инструкции по выполнению работ под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами. В 2000 году руководство по работам под напряжением было обновлено с учетом изменений стандарта SFS 6002.

### 21.9.2 Классы работ под напряжением

Целью справочной классификации является объяснение принципов группирования работ, составление рекомендаций, планирование и организация обучения.

#### 1-ый класс

Простые работы, при которых не происходит присоединения или отсоединения частей под напряжением. Например, установка шаров для защиты от птиц.

#### 2-ой класс

Работы по подключению, например, подключение линии ответвления, трансформатора или кабеля и аналогичные работы.

#### 3-ий класс

Работы, при которых на рабочий инструмент направлены механические усилия, например, замена траверсы или опоры с помощью специальных методов и аналогичные работы.

### 21.9.3. Безопасность при работах под напряжением

Работы под напряжением являются настолько же безопасными, как и любые другие электротехнические работы, при выполнении которых соблюдаются все необходимые требования. На следующие моменты необходимо обратить особое внимание:

- а) пригодность персонала для выполнения работ под напряжением;
- б) организация по выполнению работ под напряжением на предприятии;
- в) достаточный уровень основной квалификации;
- г) достаточное профессиональное образование в области работ под напряжением;
- д) надлежащие рабочие инструменты;
- е) предварительное планирование работ;
- ж) надлежащее обслуживание рабочих инструментов;
- з) организация, поддерживающая производство работ, и дополнительное обучение.

### 21.9.4 Разрешенные для выполнения работы под напряжением на воздушных линиях электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами

1. Соединение и отключение линии ответвления - может выполняться на объектах, на которых траверса линии ответвления расположена на расстоянии более 1,5 м от траверсы магистральной линии.
2. Разъединение шлейфов подключения и отключения, соединяющих линию ответвления с магистральной линией, на разъединителе линии - допускается производить на объектах, траверса линии ответвления которой расположена на расстоянии более 1,5 м от траверсы магистральной линии.
3. Подключение и отключение неокоренного подземного кабеля - для подключения в конструкции концевой муфты кабеля нужно соорудить точку рабочего заземления, производится на объектах, на которых верхний крепежный винт главной подставки расположен на расстоянии более 1,5 м от траверсы магистральной линии.
4. Отключение линии ответвления в случае подключения ответвления с помощью обычных соединений - допускается производить, если линия ответвления расположена на достаточном расстоянии от магистральной линии.
5. Установка защиты от птиц - является работой 1-го класса.



Рисунок 380. Подключение линии ответвления к магистральной линии напряжением 20 кВ под напряжением.



Рисунок 381. Подключение неокоренного подземного кабеля к магистральной линии 20 кВ под напряжением.

Сегодня производятся также работы 3-го класса. Допускается производство работ по реконструкции опор воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ или реконструкции вершины опоры. Эти работы описаны детально в главе 28 «Выполнение работ на старой линии электропередачи».

Под напряжением на воздушных линиях электропередачи допускается устанавливать также точки отключения и разъединители для производства обслуживания. Данная информация представлена детально в главе 27 «Линейные разъединители и разъединительные пункты».

## 21.10. Маркировка воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами

### 21.10.1. Общая информация

Предупредительные плакаты на электрическом оборудовании нужны для предупреждения об опасностях, угрожающих производителю работ или связанных с эксплуатацией электрического оборудования, а также об опасностях, связанных с конструкцией электрического оборудования. Плакаты, предупреждающие о конструкции электрооборудования, описаны в эксплуатационных стандартах SFS 6000, SFS 6001 и стандарте воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-3-7.

### 21.10.2. Плакат «Опасно для жизни» на опоре воздушной линии электропередачи

Опоры, расположенные вблизи зданий или транспортных коридоров, а также общие для воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ и телекоммуникационного провода опоры необходимо оснастить плакатом «Опасно для жизни», соответствующим требованиям стандарта SFS 6002.

### 21.10.3. Лента на опоре 20 кВ, предупреждающая о совместном использовании опоры

Каждая общая опора, в т.ч. и временная, должна быть оснащена желтым предупредительным кольцом шириной 20 мм, которое крепится к опоре стойкими к коррозии гвоздями.

На воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ предупредительное кольцо крепится под нижней частью, находящейся под напряжением, на расстоянии не менее 1,22 м по вертикали.

### 21.10.4. Маркировка последовательности фаз в сети воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ

Маркировка последовательности фаз обычно необходима в местах с наличием опасности допущения ошибок в последовательности фаз. К таким местам относятся, например, резервные точки питания между сетевыми предприятиями и концевые опоры для кабельных линий распределительных сетей.

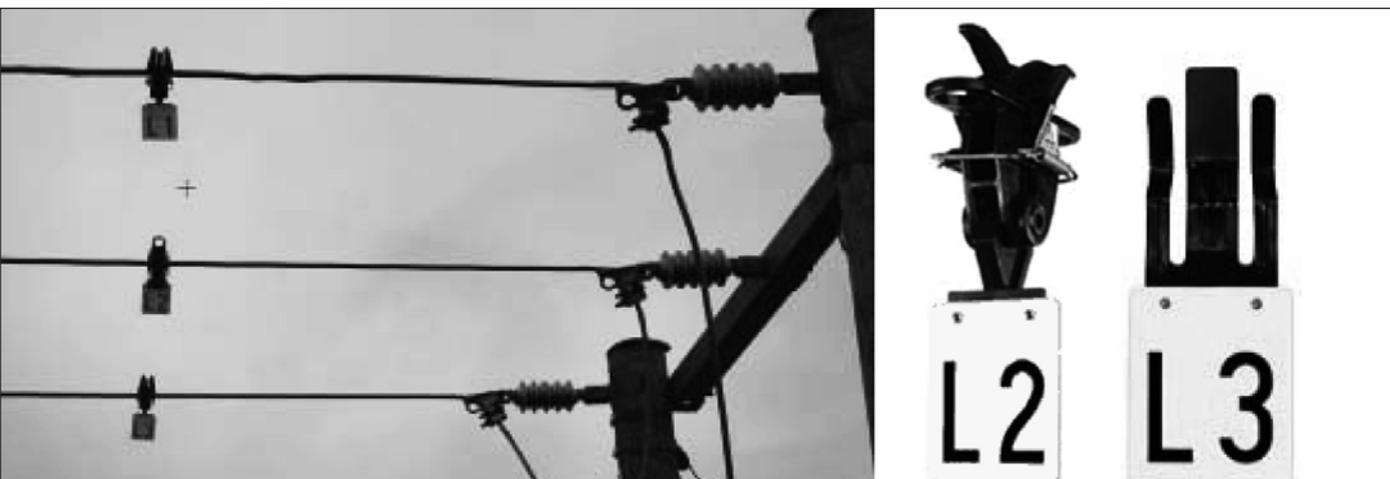


Рисунок 382. Нанесение обозначения последовательности фаз на воздушную линию электропередачи (УЈ 8:09, рисунок 2).

При необходимости маркировка последовательности фаз выполняется с применением, например, обозначений L1, L2, L3, указывающих на последовательность фаз проводов. Обозначения наносятся либо на опору, либо на провода.

### 21.10.5. Предупредительная маркировка для пилотов вертолетов на опорах 20 кВ

Для предупреждения пилота вертолета, выполняющего полетный контроль или расчистку коридора линии, о конструкциях сети линий электропередачи напряжением  $\geq 110$  кВ и оттяжках телекоммуникационных мачт к опорам 20 кВ крепятся предупредительные обозначения.

Предупреждающие пилота вертолета четкие обозначения устанавливаются в нижней части воздушной линии электропередачи следующим образом:

на 3-ю опору до перекрестка - три обозначения/ленты;

на 2-ю опору до перекрестка - два обозначения/ленты;

на 1-ю опору, не менее чем за 100 м до перекрестка - одно обозначение/лента.

Ширина предупредительных лент должна составлять прим. 100 мм, и расстояние между лентами - прим. 200 мм. Обозначения рекомендуется наносить, например, с помощью желтых алюминиевых лент.

Верхнее обозначение устанавливается в нижней части участка под напряжением.



Рисунок 383. Предупредительная маркировка для пилотов вертолетов на опоре воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ (УЈ 8:09, рисунок на странице 6).

### 21.10.6. Маркировка места рабочего заземления

С целью упрощения рабочего заземления на некоторых опорах воздушных линий электропередачи с защищенными проводами при сооружении опор устанавливается заземляющий электрод. Это место заземления маркируется прикрепляемым к опоре обозначением заземления.



Рисунок 384. Обозначение места рабочего заземления (УЈ 8:09, рисунок 3).

### 21.11. Документирование и контроль перед применением

#### 21.11.1. Документирование

После завершения строительных работ составляются документы об изменениях, внесенных в распределительную сеть, либо посредством возвращения заказчику рабочей схемы, на которой указана новая линия, либо внедрения новой построенной линии прямо в информационную систему заказчика.

#### 21.11.2. Контроль перед применением

Контроль перед применением выполняется предусмотренным в постановлении № 517/1996 Министерства торговли и промышленности образом:

«Контроль перед применением

Ст. 3

Перед внедрением в эксплуатацию электрического оборудования производится контроль, в ходе которого в достаточном объеме проверяется отсутствие связанных с оборудованием опасностей или помех, указанных в ст. 5 Закона по технике безопасности электрических работ (410/96).

Ст. 4

По результатам контроля для оператора электрооборудования составляется протокол за некоторыми исключениями.

В протоколе по результатам контрольных работ указываются идентификационные данные объекта, представляются разъяснения соответствия электрического оборудования требованиям правил и постановлений, общее описание использованных методов контроля, результаты контроля и тестирования, а также проставляется подпись лица, осуществившего контроль .....

Стандарт «Электромонтажные работы по высокому напряжению» SFS 6001 дает, в частности, следующие инструкции по контролю оборудования высокого напряжения:

Пункт 10 «Контроль и тестирование на месте эксплуатации, осуществляемые перед вводом в эксплуатацию»

На основании контроля и тестирования проверяется соответствие монтажа и оборудования требованиям.

Контроль может быть выполнен следующим образом:

- визуальный осмотр
- эксплуатационные испытания
- измерения

Контроль и тестирование монтажных деталей может осуществляться после поставки и установки.

Объем контроля зависит от типа и комплектации оборудования.

К типичным видам контроля относятся, например:

- a) контроль удельных характеристик оборудования (включая расчетные значения) с учетом заданных условий эксплуатации;
- b) контроль деталей под напряжением и минимального расстояния от деталей под напряжением до поверхности земли;
- c) испытание кабелей напряжением;
- d) контроль минимальной высоты и защитных расстояний;
- e) визуальный контроль электрооборудования и частей монтажа и/или эксплуатационные испытания;
- f) контроль значений по умолчанию защитных, контрольных, измерительных и управляющих устройств относительно расчетных значений оборудования, а также эксплуатационные испытания и/или измерение оборудования;
- g) контроль маркировки, предупреждающих плакатов и защитных установок;
- h) контроль верности документов, а также необходимых рабочих, защитных и эксплуатационных средств;
- i) контроль инструкций по эксплуатации и обслуживанию. Специальные требования к системам заземления представлены в пунктах 9.6...9.8.

При контроле составляется протокол по результатам контроля сети распределения электроэнергии, в котором работник сообщает и подтверждает уровень безопасности готового рабочего объекта. Образец протокола по результатам контроля представлен выше на рисунке 296.

## **22. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ЗАЩИЩЕННЫМИ ИЗОЛЯЦИЕЙ ПРОВОДАМИ**

### **22.1 Общая информация**

В результате увеличения объема электропотребления и повышения пропускной способности электросети в последние годы значительно возросло количество линий напряжением 20 кВ. Основная доля линий напряжением 20 кВ представлена сегодня воздушными линиями электропередачи с неизолированными проводами. Размер необходимой для прохождения линии лесной просеки и обуславливаемые лесами помехи в эксплуатации линий с неизолированными проводами повысили потребность в сооружении более надежных и экономных в части лесных просек воздушных линий электропередачи с защищенными изоляцией проводами. Для данной цели были разработаны провода для воздушных линий электропередачи с пластиковым покрытием без металлической оболочки напряжением 20 кВ, т.е. провода PAS.

Благодаря проводам PAS сократилось количество перебоев в электроснабжении, вызываемых повреждениями. Пластиковая изоляция PEX провода PAS предотвращает эксплуатационные сбои, связанные с мгновенным прикосновением или воздействием постороннего предмета. Изоляция позволила практически полностью исключить повреждения проводов, вызванные наклоном деревьев под воздействием снежной или гололедной нагрузки.

Размер просеки, необходимый для прокладки линии с защищенными изоляцией проводами, примерно на 40% уже просеки для линии с неизолированными проводами, что позволяет сооружать воздушные линии электропередачи также на застроенных участках. На участках лесных угодий ширина просеки сужена до 4 м в расчете расстояния от одного ствола дерева до другого ствола дерева. Благодаря небольшому размеру просеки провод PAS оттеснил традиционный неизолированный провод, в особенности по краям дорог.

На выходах энергетических предприятий конструкции PAS экономят пространство, являясь также хорошим решением с точки зрения сохранения природного ландшафта. Экономия пространства особенно хорошо заметна в конструкциях с двухцепной линией.

Применяемая при монтаже изолированных проводов PAS арматура (соединения, концевые муфты и кронштейны) должна быть оснащена изоляцией прокалывающими зубьями. Изоляцию прокалывающие зубья повышают удобство монтажа и сокращают риск повреждения жил провода в силу отсутствия необходимости удаления изоляции при соединении проводов. Рекомендуется пользоваться также испытанными на водонепроницаемость материалами, предотвращающими проникновение воды внутрь провода. На голые концы провода устанавливаются пробки.

При монтаже линии PAS используется также разработанный в Швеции защищенный изоляцией провод для высокого напряжения BLL-T. При сооружении линий из проводов BLL-T применяется та же арматура, что и при монтаже финского провода PAS. Используемые с проводами BLL-T соединительные муфты и дугогасящие устройства прошли тестирование. Провод BLL-T тяжелее финского провода PAS, что должно учитываться при проектировании линейных конструкций. Идентификация провода BLL-T на местности осуществляется по зеленому цвету, провод PAS имеет черную окраску.

### **22.2. Провод PAS линии электропередачи**

#### **22.2.1 Общая информация**

Проводами PAS называются защищенные изоляцией провода воздушной линии высокого напряжения. PAS – это аббревиатура от финского «Päällystetty Avojohto Suurjännitteelle».

Провода монтируются на опорные или подвесные изоляторы, установленные на опоры. Это уплотненные провода круглого сечения из алюминиевого сплава, изоляция которых выполнена из полиэтилена PEX черного цвета.

#### **22.2.2. Строение провода**

Старое определение Т 68-91: «Уплотненные провода из алюминиевого сплава с круглым сечением. Изоляция провода выполняется из полиэтилена PEX черного цвета номинальной толщиной не менее 1,6 мм.»

Определение стандарта по воздушным линиям электропередачи 2.1.14.1 (1 - 45 kV SFS-EN 50423)

«Защищенный изоляцией провод - провод с покрытием из изолирующего материала, защищающего от случайного соприкосновения с другими изолированными проводами и заземленными частями. Поскольку провода не имеют электрической защиты, то их изоляция не достаточна для защиты от прикосновения.»

Толщина изоляции провода составляет 2,3 мм (SFS 5791).

Используются следующие размеры проводов PAS: PAS 35, 50, 70, 95, 120 и 150



Рисунок 385. Конструкция провода PAS (Prysmian).

Таблица 32. Характеристики провода PAS (товарный знак Prysmian SAX-W).

Провод	Характеристики провода						Поставочные сведения		
	Диаметр провода, мм	Диаметр изолированного провода, мм	Масса алюминия кг/км	Масса кабеля, кг/км	Мин. предел разрушения провода кН	Мин. радиус изгиба при растяжении, м	Стандартная длина поставки, м	Барабан поставки	Масса барабана+ кабель, кг
SAX-W 50	8,0	12,7	120	200	15,5	0,18	2000	13G	505
SAX-W 70	9,7	14,3	180	270	22,5	0,20	2000	13G	645
SAX-W 95	11,3	16,1	245	350	30,4	0,22	2000	15G	845
SAX-W 120	12,8	17,6	310	425	38,0	0,25	2000	15G	1000
SAX-W 150	14,2	18,9	385	510	47,3	0,27	2000	K16	1215

Таблица 33. Характеристики провода BLL-T

Провод	Характеристики провода						
	Диаметр неизолированного провода, мм	Диаметр изолированного провода мин.-макс., мм	Вес провода, кг/км	Номинальное напряжение, кВ	Мин. предел разрушения провода, кН	Сечение, мм <sup>2</sup>	Число жил Fe+Al/ диаметр, мм
62FeAl	10,1	14,6-16,1	309	24	19	62	(1+6)3,37
99FeAl	12,8	17,3-18,8	449	24	29,8	99	(1+6)4,25
157AlMgSi	16,3	20,8-22,3	575	24	43,7	157	19x3,36AlMgSi

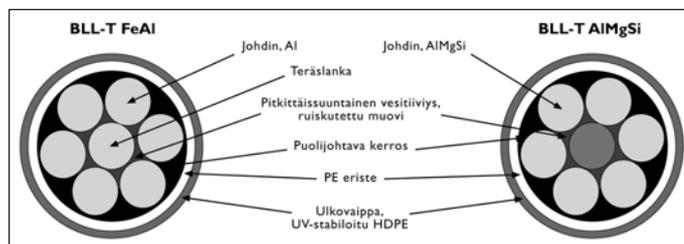


Рисунок 386. Конструкция провода BLL-T (Onninen).

Провод SAX-W напряжением 20 кВ – это защищённый изоляцией в продольном направлении водонепроницаемый провод для воздушных линий электропередачи. Это водонепроницаемый провод круглого сечения из алюминиевого сплава. Покрытие из атмосферостойкого полиэтилена PEX черного цвета.

Провод BLL-T – это защищённый изоляцией высоковольтный провод для воздушных линий электропередачи. В нем используются сталеалюминиевые жилы или жилы из сплава алюминия. Продольная водонепроницаемость обеспечена за счет напыленного внутрь провода пластика. Провод окружен полупроводящим слоем, покрытым двумя изоляционными слоями из пластика.

## 22.3. Требования и рекомендации к монтажу провода PAS

### 22.3.1. Общая информация

При применении провода PAS допускается занимать некоторые устанавливаемые к неизолированным проводам воздушных линий электропередачи требования расстояний. Необходимая для прокладки провода PAS лесная просека уже просеки для неизолированного провода.

Соприкосновение провода PAS с проводом под напряжением не допускается. Непосредственные расстояния для токоведущих частей провода PAS такие же, как и для неизолированных проводов воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ.

При сооружении линий из проводов PAS должны соблюдаться следующие принципы (сокращенно в соответствии с изданием Т 68-91 Электротехнической инспекции).

Наряду с представленными выше требованиями к проводам PAS устанавливаются следующие требования:

- Линии сооружаются с повышенной защитой.
- С проводами нужно обращаться осторожно, не допуская повреждения их изоляции. Волочение проводов запрещено. Удаление изоляции провода производится с предотвращением повреждения провода.
- С проводами используется предусмотренная для них одобренная Электротехнической инспекцией арматура.
- В местах с вероятной возможностью электрического перенапряжения, например, на сельскохозяйственных угодьях, в высоких точках местности и пр., должно использоваться дугозащитное устройство. Защитное устройство устанавливается также в местах пребывания людей (см. ст. 10 п.2 «Правил по технике безопасности электрических работ»).
- Обнаруженные при контроле проводов повреждения изоляции должны быть ликвидированы.
- При прокладке лесной просеки особое внимание необходимо обращать на запас роста деревьев с целью предотвращения повреждений, являющихся результатом истирания и частичной разрядки.
- После бурь линии желательно проверять на предмет возможных упавших на них деревьев.
- При удалении упавших на линию деревьев провод необходимо обесточить.

i. Рабочее заземление провода осуществляется в соответствии с пунктом 6.2.4.3 стандарта SFS 6002 со всех сторон подачи напряжения питания на голых участках точек разъединения или как можно ближе к этим точкам.

j. В части сети, к которой провод относится, должна быть размыкающая защита замыкания на землю и, по крайней мере, срабатывающая на нее сигнализирующая резервная защита.

к. При определенных условиях провода PAS более чувствительны к вибрации, возникающей при равномерном боковом ветре на открытых участках линии, чем неизолированные провода. В таких случаях рекомендуется пользоваться стойкими к вибрации конструкциями, устройствами защиты от вибрации и гасителями вибрации.

### 22.3.2. Расстояния от проводов PAS до окружающих объектов и других проводов

На монтажные требования проводов PAS обычно распространяются те же требования расстояний, как и на аналогичные неизолированные провода напряжением 20 кВ. Однако, в проводах PAS допускаются следующие исключения:

1. Расстояние до других деревьев, кроме фруктовых деревьев, может составлять  $0,3 \text{ м} + 0,22 \text{ м}$  (см. SFS-EN 50423-1 FI.2).

2. Минимальное расстояние мест крепления рабочих проводников провода PAS, а также минимальное расстояние до другого рабочего проводника провода PAS и подвесного провода высокого напряжения на общих опорах составляет треть расстояния, определенного «Нормативными требованиями к воздушным линиям электропередачи сильного тока» для неизолированного провода воздушной линии электропередачи, т.е. 0,58 м, а при отдельных сертифицированных конструкциях – даже меньше.

3. Межфазные расстояния провода PAS определяются в соответствии с отдельно сертифицированными конструкциями.

### 22.3.3. Монтажная арматура провода PAS

В конструкциях проводов PAS применяются предусмотренные для неизолированных проводов типичные решения, опорные изоляторы и прочая арматура.

#### 22.2.5.1. Конструкции, основанные на применении опорных изоляторов неизолированных проводов

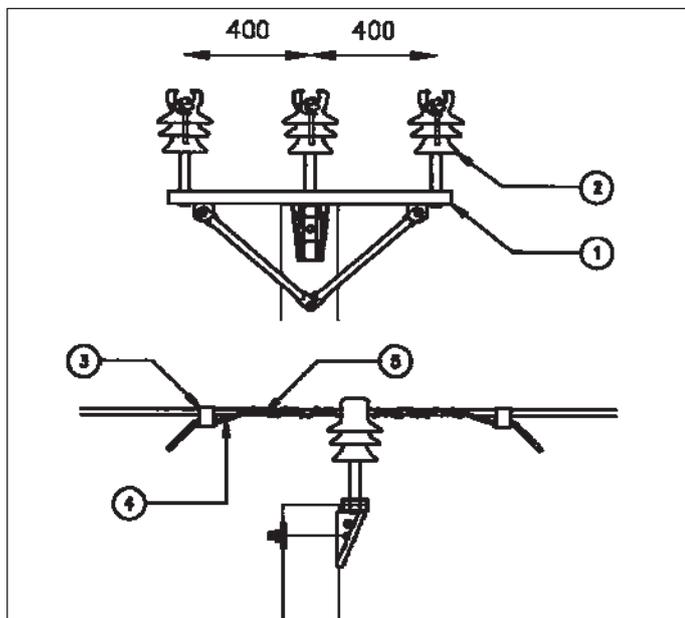


Рисунок 387. Конструкция вершины опоры с горизонтальной траверсой на прямом участке линии.

Арматура на рисунке:

1. Горизонтальная траверса PAS 80 x 40 x 3
2. Штыревой изолятор
3. Соединительная муфта дугозащитного устройства
4. Алюминиевая проволока
5. Предварительно напряженная спиральная вязка.

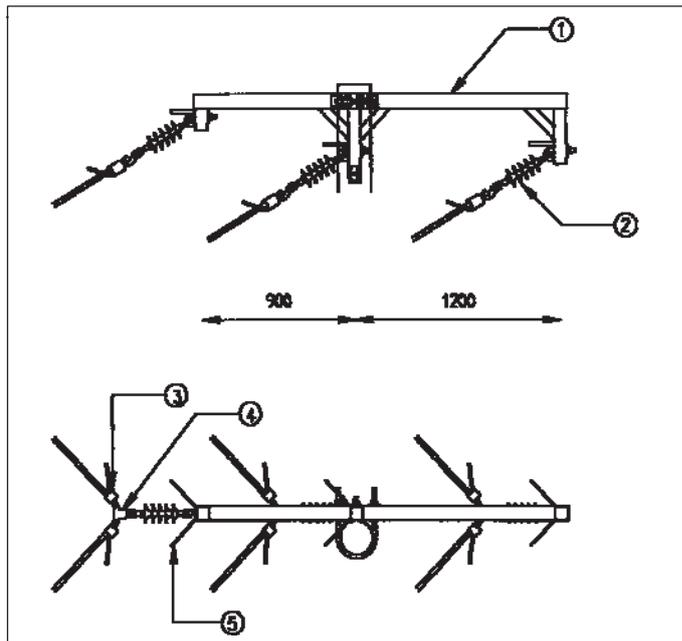


Рисунок 388. Угловая опора, угловая горизонтальная траверса.

Арматура на рисунке:

1. Угловая опора PAS 80 x 80 x 3
2. Натяжной изолятор
3. Соединительная муфта дугозащитного устройства
4. Поддерживающий зажим PAS 35 - 120 мм<sup>2</sup> или зажим монтажного ролика
5. Дугозащитное устройство на траверсу.

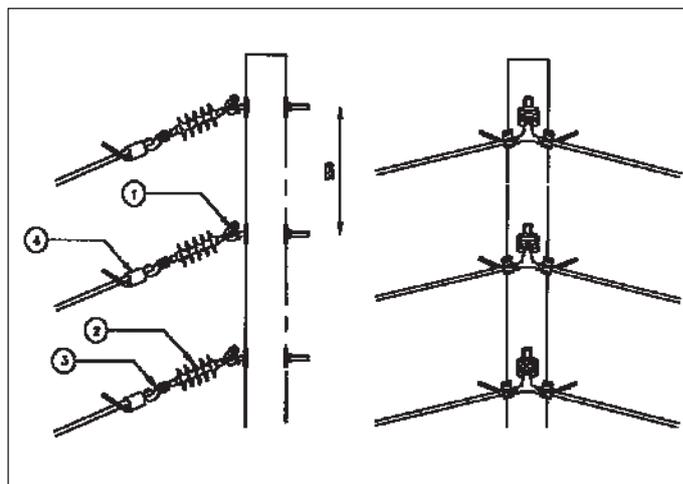


Рисунок 389. Угловая опора, угол натяжного изолятора.

Арматура на рисунке:

1. Поддерживающий крюк
2. Натяжной изолятор
3. Поддерживающий зажим PAS 35 - 120 мм<sup>2</sup> или зажим монтажного ролика
4. Соединительная муфта дугозащитного устройства

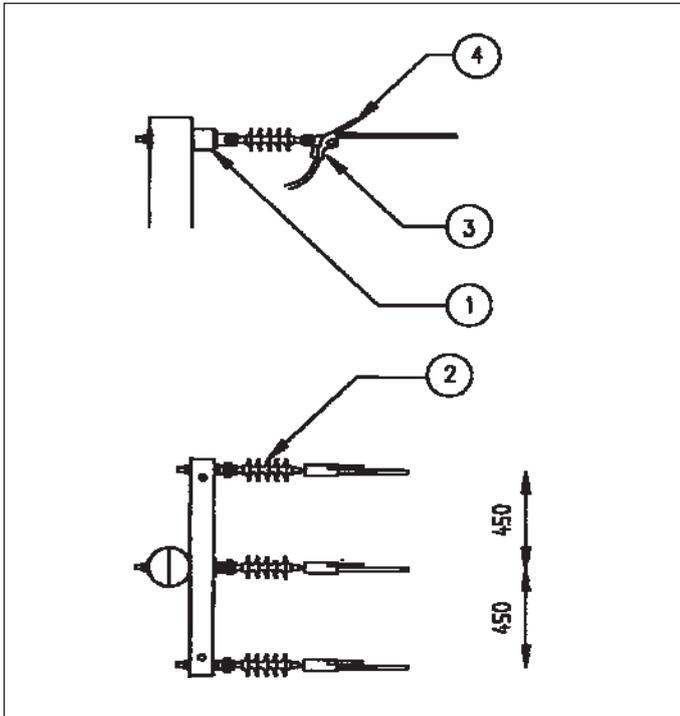


Рисунок 390. Концевая опора.

Арматура на рисунке:

1. Концевая траверса PAS для одностоечной опоры 100 x 100 x 4
2. Натяжной изолятор
3. Концевой зажим PAS 35 - 120 мм<sup>2</sup>
4. Рог для дугозащитного устройства на концевой зажим

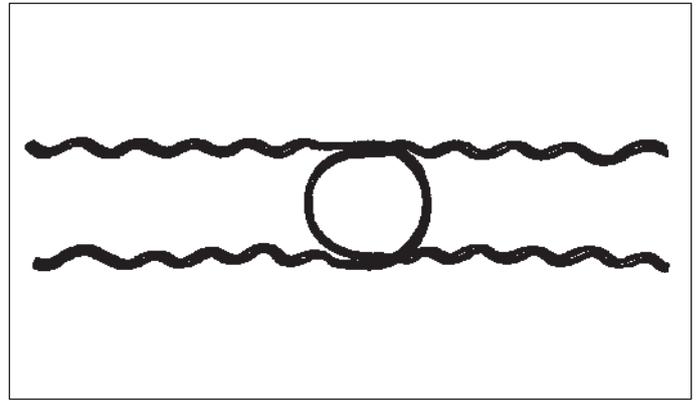


Рисунок 392. Спиральная пружинная вязка провода PAS.

Спиральная пружинная вязка провода PAS подходит для установки в верхний и боковой желоба. Для обвязки одного провода используются две пружинные вязки. Вязка изготовлена из покрытой пластиком стальной проволоки.

Установка оттяжек провода PAS выполняется в соответствии с «Нормативными требованиями к воздушным линиям электропередачи сильного тока требованиями», установленными для неизолированных проводов.

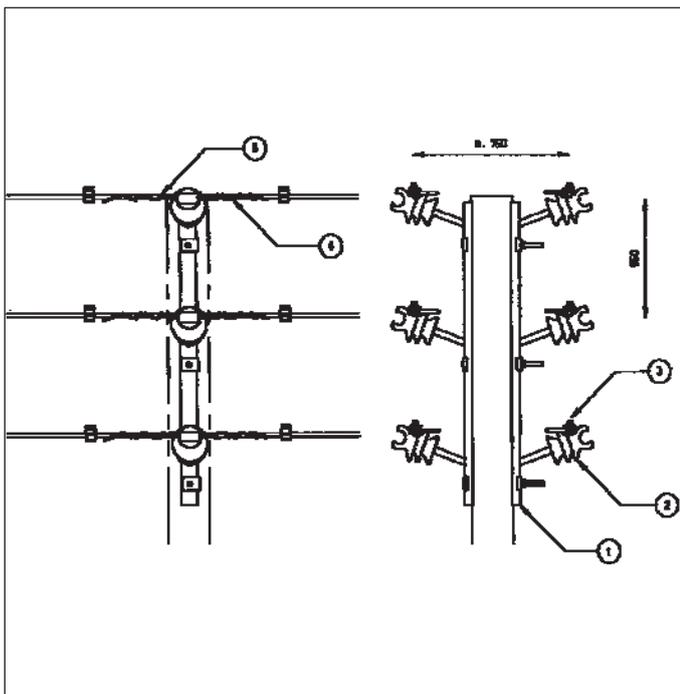


Рисунок 391. Вертикальная траверса прямого II-провода, конструкция вершины.

Арматура на рисунке:

1. Вертикальная траверса провода PAS-II
2. Штыревой изолятор
3. Соединительная муфта дугозащитного устройства
4. Алюминиевая проволока
5. Предварительно напряженная спиральная вязка.

## 23. МОНТАЖ ПРОВОДОВ PAS

### 23.1. Раскатка проводов PAS

При раскатке и монтаже проводов PAS необходимо соблюдать осторожность, избегая повреждения их изоляции.

Провода запрещено волочить, раскатка провода выполняется под тяжением. При раскатке используются подставка для барабана с тормозом, тяговые тросы и тяговая машина, раскатывающая один или несколько проводов одновременно.

При высокой температуре (более 25 °С) изоляция размягчается, поэтому в процессе натяжения провода появляется высокий риск повреждения изоляции. Повреждения изоляции провода возможны также в процессе его раскатки в случае применения неверного рабочего метода.

#### Описание работ

При оснащении опор на опорные изоляторы или монтажные ролики устанавливаются вспомогательные веревки для натяжения тягового троса. Веревка протягивается сквозь отверстие с пластиковой втулкой (изолятор SDI 37). После установки веревки пластиковая втулка поворачивается так, чтобы она закрывала тяговый желоб сверху и предотвращала выпадение веревки или тягового троса из желоба. На угловых тяговых изоляторах вспомогательные веревки устанавливаются на монтажные ролики.

В качестве вспомогательной веревки используется тонкая пластиковая веревка, которую после применения можно легко утилизировать.



Рисунок 393. Тяговые веревки на опорном изоляторе.  
(В примере – опора для неизолированных проводов).

При подготовке к раскатке тяговые тросы протягиваются с тягового устройства на барабаны для проводов. На опорах тяговые тросы с помощью вспомогательной веревки протягиваются за изолятор или монтажные ролики.

Барабаны устанавливаются на подставки, оснащенные тормозами. Тяговые тросы крепятся к проводам PAS с помощью монтажного чулка.

Вначале с помощью тягового устройства производится натяжение тягового троса, и после того, когда провода начнут сходить с барабанов, настраивается сила торможения барабанов в соответствии со скоростью раскатки.



Рисунок 394. Соединение провода PAS с монтажным чулком.

Во время раскатки нужно постоянно следить за проводом, особенно в местах, где может происходить его истирание о здания или другие объекты.

При необходимости раскатку нужно остановить и удалить истирающий провод предмет.

### 23.2. Оконцовка провода PAS

Для оконцовки провода применяются конечные клиновые зажимы, монтаж которых не требует удаления изоляции с конца провода, или концевые натяжные зажимы, установка которых требует удаления изоляции с конца провода.



Рисунок 395. Установка концевого клинового зажима на провод PAS (Ensto).

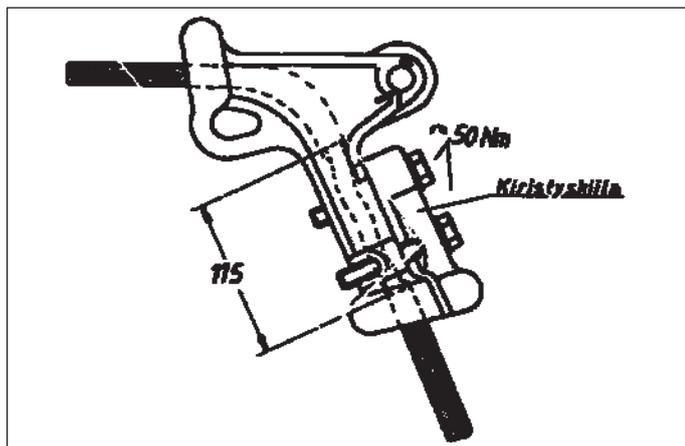


Рисунок 396. Установка концевого натяжного зажима на провод PAS.

Изоляция провода PAS удаляется полностью на всем участке, устанавливаемом в зажим. Непосредственно за незащищенным от дуги зажимом на стороне пролета устанавливается по усмотрению проектировщика отдельное дугозащитное устройство.

Натяжной зажим устанавливается на окоренную часть провода, и винты затягиваются до момента, указанного в инструкции (55 Нм).

### 23.3. Удаление изоляции провода PAS

При удалении изоляции провода нужно избегать поперечных надрезов поверхности провода.

Полиэтиленовый слой PEX провода PAS по сравнению, например, с проводом АМКА намного прочнее. Для безопасного поперечного разрезания изоляции можно воспользоваться веревкой, и продольного – кабельным ножом.

Удаление изоляции провода допускается производить также специальным окорочным инструментом, обрезающим провод.

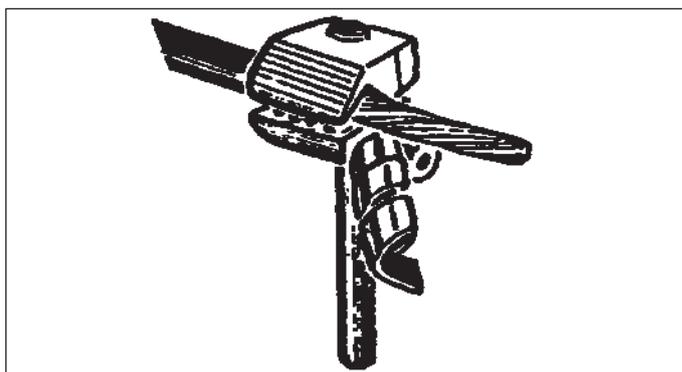


Рисунок 397. Удаление изоляции провода с помощью обрезного устройства.

### 23.4. Натяжение провода PAS

Натяжение провода производится, например, до значений монтажных натяжений, указанных в таблице 34. Значение монтажного натяжения провода измеряется динамометром. Вначале провод натягивается с небольшим превышением значения монтажного натяжения, после чего ослабляется до нужного значения. При натяжении нужно проверять, чтобы провод на участке лесной просеки поднимался с поверхности земли.

Таблица 34. Таблица значений тяжения тросов и провеса провода PAS 150 мм<sup>2</sup> (RJ 8:94)

Монтажное тяжение троса в килоньютонах. Допустимое напряжение при нулевой температуре 30,0 Н/мм<sup>2</sup>

Пролет, м	ТЕМПЕРАТУРА °C						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
30	13.59	11.51	9.43	7.39	5.42	3.66	2.06
40	13.30	11.23	9.19	7.20	5.33	3.77	2.69
50	12.93	10.89	8.88	6.97	5.24	3.87	2.94
60	12.49	10.48	8.53	6.72	5.15	3.95	3.14
70	11.98	10.02	8.15	6.46	5.06	4.03	3.31
80	11.41	9.92	7.75	6.22	4.99	4.09	3.46
90	10.80	8.99	7.36	5.99	4.92	4.14	3.58
100	10.16	8.47	6.99	5.79	4.87	4.19	3.68

### МОНТАЖНЫЙ ПРОВЕС В МЕТРАХ

Пролет, м	ТЕМПЕРАТУРА °C						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
30	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.15	0.23
40	0.08	0.09	0.11	0.14	0.19	0.27	0.37
50	0.12	0.14	0.18	0.22	0.30	0.40	0.53
60	0.18	0.21	0.26	0.34	0.44	0.57	0.72
70	0.26	0.31	0.38	0.47	0.61	0.76	0.93
80	0.35	0.42	0.52	0.64	0.80	0.98	1.16
90	0.47	0.56	0.69	0.85	1.03	1.23	1.42
100	0.62	0.74	0.90	1.08	1.29	1.50	1.70

Натяжные зажимы выбираются так, чтобы не повредить изоляцию провода при натяжении. Традиционные зажимы, как правило, не подходят для проводов PAS. Для них предусмотрены зажимы с гладкими «щеками» и удлиненной частью захвата для проводов. При использовании этих захватов следует предупредить отслоение изоляции, возникающее при высокой температуре окружающего воздуха, и проскальзывание зажима.

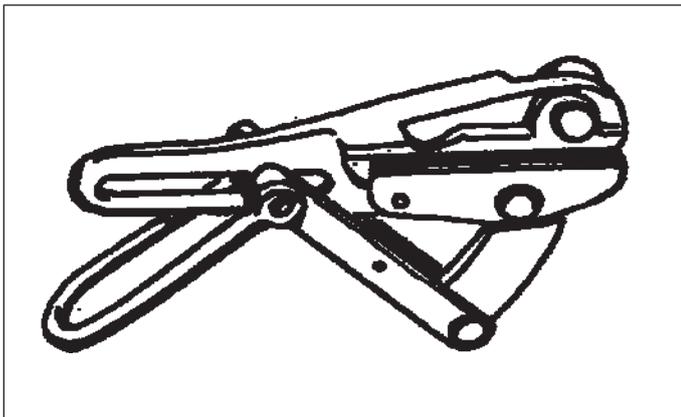


Рисунок 398. Натяжной зажим с гладкими щеками для натяжки проводов PAS.

Анкеровка натянутого провода осуществляется с окоренного конца провода с применением натяжных зажимов, предусмотренных для неизолированных проводов.

### 23.5. Вязка провода PAS

Вязка проводов PAS осуществляется поверх изоляции. Для этого применяется готовая спиральная пружинная вязка, две вязки на один изолятор. В соответствии с инструкцией наложение вязки вокруг провода начинается как можно ближе от шейки изолятора, что обеспечивает прочное удержание вязки на изоляторе при любых эксплуатационных условиях.



Рисунок 399. Обвязка провода PAS с помощью спиральной пружинной вязки.

## 23.6. Отвод дуги и монтаж дугозащитных устройств

### 23.6.1. Отвод дуги

#### 23.6.1.1. Общая информация

Электрическая дуга возникает в случае удара молнии в воздушную линию электропередачи или в ее близи, индуцирующего в проводе перенапряжение. Перенапряжение практически одинаковое во всех фазах провода. Перенапряжение между землей и фазой может возрасти до нескольких сот киловатт. Прямой удар молнии в провод является редким явлением.

Перенапряжение разряжается на ближайшей опоре, создавая электрическую дугу между траверсой и проводом. После разрядки перенапряжения сеть подает в точку короткого замыкания, образовавшуюся в результате дуги, ток короткого замыкания рабочей частоты, обычное значение которого составляет несколько килоампер. Значение зависит от мощности короткого замыкания сети и расстояния до точки питания. Находящийся со стороны провода конец электрической дуги перемещается в направлении подачи электричества.

В обычном неизолированном проводе движение перенапряжения происходит беспрепятственно, тогда как в проводе PAS изоляция предотвращает свободное движение тока. Электрическая дуга прожигает в изоляции небольшое отверстие и создает горение, приводя к повреждению или прогоранию провода. Защитные устройства электрической подстанции в данном случае не срабатывают достаточно быстро и не защищают провод.

С целью предотвращения повреждений провод PAS нужно защитить посредством установки дугозащитных устройств в соответствующие точки провода. Задачей защитных устройств является предложить электрической дуге безопасный путь разрядки без повреждения провода. Дугозащитное устройство защищает провода PAS, одновременно обеспечивая защиту также других компонентов сети. Такая защита гарантирует бесперебойное распределение электроэнергии, что является огромным преимуществом для потребителей.

Дугозащитные устройства устанавливаются в местах, больше всего подверженных перенапряжению, как, например, сельскохозяйственные угодья и возвышенности на местности. Устройства защиты должны устанавливаться также в местах передвижения или пребывания людей. К ним относятся здания, окружающие их участки и территории, транспортные магистрали и спортивные площадки. Места монтажа дугозащитных устройств определяются в процессе проектирования.

#### 23.6.1.2. Способы установки дугозащитного устройства

Дугозащитное устройство можно выполнить следующим образом:

- Дугозащитные рога
- Искровой разрядник
- Защита с ограничением тока
- Предохранитель от перенапряжений

Выбор защитного устройства зависит от значения тока короткого замыкания сети. При выборе защитного устройства необходимо учитывать перебои в подаче электроэнергии, вызываемые защитой, устройства защиты от птиц, повреждения и цену защитных устройств.

#### Дугозащитные рога

Дугозащитные рога предназначены для отведения возникающей электрической дуги от провода и изолятора. Дугозащитные рога рекомендуется использовать для штыревых и опорных изоляторов.

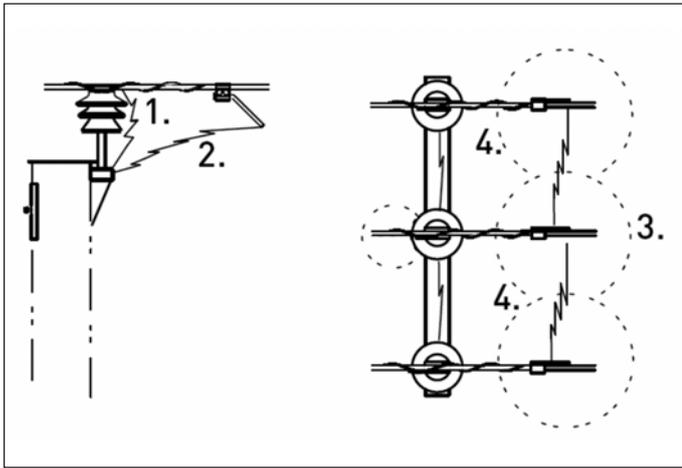


Рисунок 400. Принципиальная схема дугозащитного устройства (Ensto).

В процессе горения электрическая дуга не повреждает самого провода. Электрическая дуга возникает на поверхности изолятора (1.), затем она перемещается через обвитую вокруг шейки изолятора алюминиевую проволоку в защитный рог (2.). В процессе горения на конце защитного рога электрическая дуга ионизирует воздух, делая его проводящим (3.), и вызывает короткое замыкание между фазами (4.), при этом срабатывают защитные устройства подстанции и гасят электрическую дугу.

Расстояние между рогами не должно превышать межфазного расстояния, предусмотренного для проводов PAS.

При небольших значениях тока короткого замыкания напряжением 1,5 – 2,5 кА нужно пользоваться дугозащитными рогами с двойным проводом.

#### Искровой разрядник

При небольших значениях тока короткого замыкания электрическая дуга перемещается медленно и вызывает продолжительные нагрузки на изоляторе. Чтобы электрическая дуга не повреждала изолятор, ее нужно зажечь непосредственно в искровом зазоре (1.), при этом короткое замыкание происходит через траверсу (2.) и вызывает срабатывание защиты от короткого замыкания, гасящей электрическую дугу.

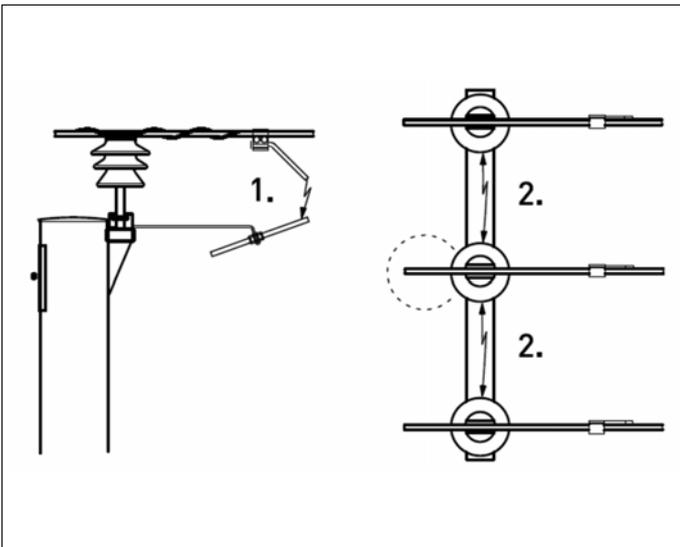


Рисунок 401. Принципиальная схема искрового разрядника (Ensto).

Искровой разрядник выдерживает также высокие нагрузки тока короткого замыкания. Функциональность искровых разрядников не зависит от направления передачи электроэнергии, поэтому они могут устанавливаться с любой стороны изолятора. Искровые разрядники могут устанавливаться также по разным сторонам опоры. Они могут использоваться с опорными, натяжными и подвесными изоляторами.

#### Защита с ограничением тока

Использование защиты с ограничением тока является более выгодным, чем применение только предохранителя от перенапряжений. Преимущество заключается в том, в данном случае можно использовать менее мощный предохранитель от перенапряжения. На эксплуатационное напряжение защита не срабатывает, т.к. один конец устройства расположен в воздухе..

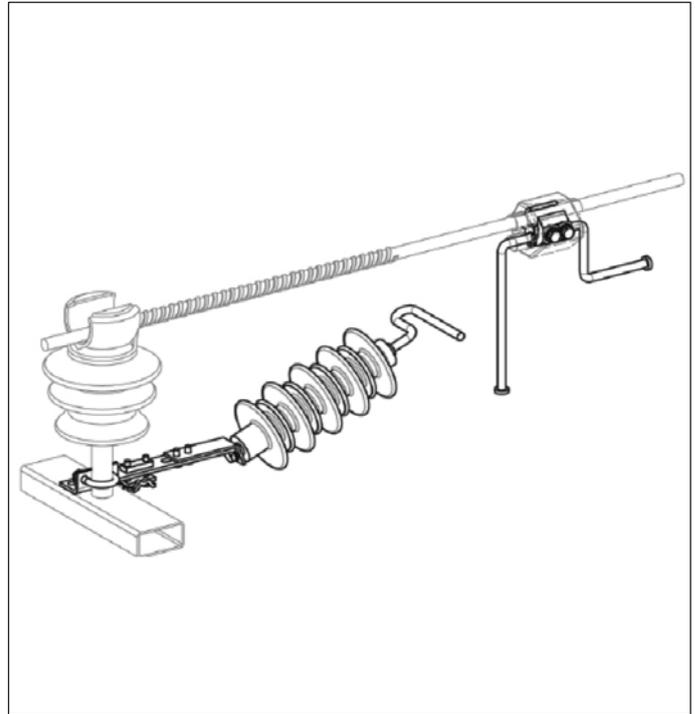


Рисунок 402. Принципиальная схема защиты с ограничением тока (Ensto).

Разряд молнии, попавший в линию с защищенным проводом, направляется мимо изолятора через устройство защиты от оксида металла и искровой зазор, и эксплуатационное напряжение не проходит сквозь защиту. Возгорание дуги происходит при более низком уровне напряжения, чем пробивное напряжение изолятора, и разряда происходит через защитное устройство.

Птицы, звери и ветви, попадающие в зону искрового зазора, не вызывают его срабатывания. Траверса подлежит обязательному заземлению..

Действие этой защиты не вызывает срабатывания релейной защиты на подстанции, что обеспечивает бесперебойную передачу электроэнергии. Направление передачи электроэнергии не действует на функционирование защитного устройства. Установку можно выполнить с любой стороны траверсы.

#### Предохранитель от перенапряжений

Предохранитель от перенапряжений наряду с проводом защищает также другие компоненты сети. Электрическая дуга не возникает, и при срабатывании предохранитель не вызывает заметных сбоев в передаче электроэнергии потребителям. Установка предохранителя от перенапряжений значительно повышает строительные издержки сети, поэтому он, как правило, применяется только на мачтовых трансформаторных подстанциях и на концевых кабельных опорах. В этом случае не требуется других методов защиты линии с защищенными проводами.

### 23.6.2. Монтаж дугозащитных устройств

#### 23.6.2.1. Монтаж дугозащитных рогов

Монтаж всегда осуществляется в соответствии с инструкцией, содержащейся в упаковке материалов.

Пример по монтажу дугозащитного рога на конструкцию с горизонтальной траверсой, I-провод, радиальная сеть:

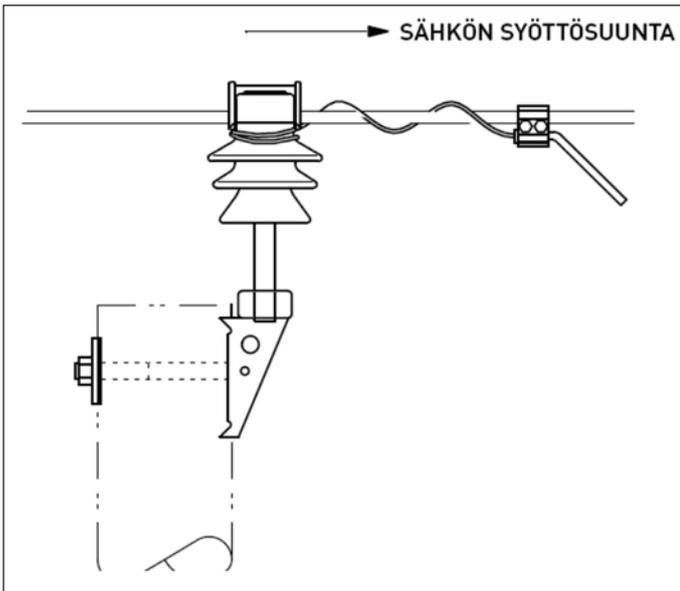


Рисунок 403. Установка дугозащитного рога; горизонтальная траверса, радиальная сеть, I-провод (Ensto).

В радиальной сети дугозащитные устройства устанавливаются на стороне нагрузки защитным рогом вниз. При установке зажима дугозащитного устройства удаления изоляции провода не требуется, т.к. зажим прокалывает изоляцию. В случае применения алюминиевой вязальной проволоки ее сечение должно быть 25 мм<sup>2</sup>, и расположенный на стороне зажима конец вязальной проволоки устанавливается в зажим. В случае применения предварительно напряженной пружинной вязки зажим дугозащитного устройства соединяется с помощью отдельной алюминиевой проволоки 25 мм<sup>2</sup>, которая обвивается вокруг шейки изолятора – вначале проволока обвивается два раза вокруг провода и затем два раза вокруг шейки изолятора.

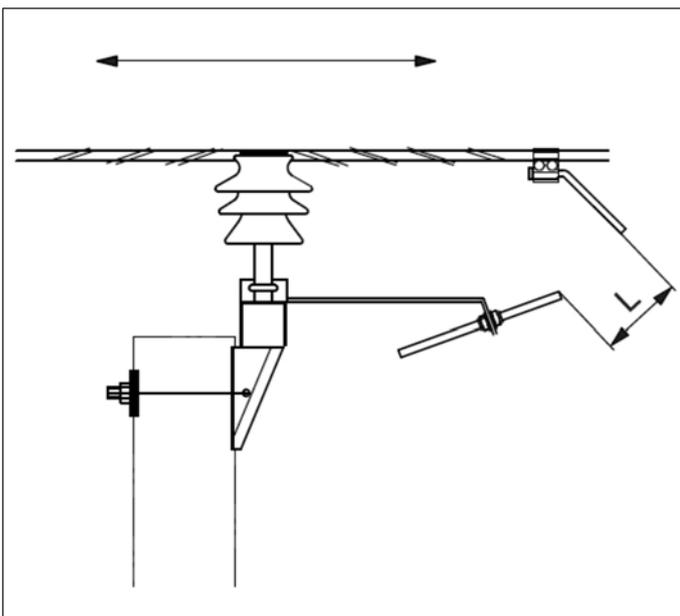


Рисунок 404. Установка дугозащитного устройства: горизонтальная траверса, кольцевая сеть I-провод (Ensto).

В кольцевой сети зажимы дугозащитного устройства устанавливаются по обеим сторонам изолятора защитным рогом вниз.

При использовании алюминиевой вязальной проволоки ее сечение должно быть 25 мм<sup>2</sup>, концы проволоки на стороне зажимов устанавливаются в зажимы. В случае применения предварительно напряженной пружинной вязки зажимы дугозащитного устройства соединяются с помощью отдельной алюминиевой проволоки 25 мм<sup>2</sup>, которая обвивается вокруг шейки изолятора – проволока обвивается два раза вокруг шейки изолятора и не менее двух раз вокруг провода. В завершении концы алюминиевой проволоки устанавливаются в зажимы..

### 23.6.2.2. Монтаж искрового разрядника

Искровой зазор создается с применением монтажного комплекта, содержащего зажим дугозащитного устройства, рога искрового разрядника и арматуру.

Пример монтажа на горизонтальную траверсу.



Рисунок 405. Искровой разрядник, установленный на горизонтальную траверсу (Ensto).

Необходимо иметь три монтажных комплекта на одну траверсу. Зажим дугозащитного устройства устанавливается на провод, а штырь рога дугозащитного разрядника - на траверсу. Искровой зазор составляет 130-150 мм. Искровой зазор можно расположить по любую сторону изолятора, т.к. направление передачи электроэнергии не воздействует на функционирование искрового разрядника.



Рисунок 406. Угловая траверса, искровой разрядник, кронштейн для монтажного ролика провода PAS, искровой зазор на натяжном изоляторе (Ensto).

На угловой траверсе желательно использовать кронштейн для монтажного ролика провода PAS. С помощью комплекта искрового зазора сооружается зазор через натяжной изолятор. При установке провода PAS в кронштейн удаления изоляции провода не требуется, т.к. зажим кронштейна прокалывает изоляцию. Такой монтаж обеспечивает максимальную защиту провода и предупреждает радиопомехи. Искровой зазор должен составлять 130-150 мм.

### 23.6.2.3. Монтаж защитного устройства с ограничением тока

Монтаж выполняется с применением монтажного комплекта, содержащего предохранитель от перенапряжений, крепежное основание, зажим, рог искрового разрядника и кожух, в соответствии с инструкцией. Предохранитель от перенапряжений крепится на регулируемом основании к траверсному штырю. Рог искрового разрядника крепится с помощью прокалывающего изоляцию зажима к проводу.

Искровое расстояние предохранителя от перенапряжений и защитного рога настраивается на  $80 \pm 10$  мм. Заземление траверсы производится в заземляющий зажим, расположенный на крепежном основании. Опора должна быть оснащена заземляющим электродом.

### 23.7. Монтаж контактного зажима

На объектах, на которых начавшееся в контактом зажиме горение электрической дуги может привести к обрыву провода, применяются контактные зажимы, защищенные от электрической дуги, или же зажим защищают посредством дугозащитного устройства.

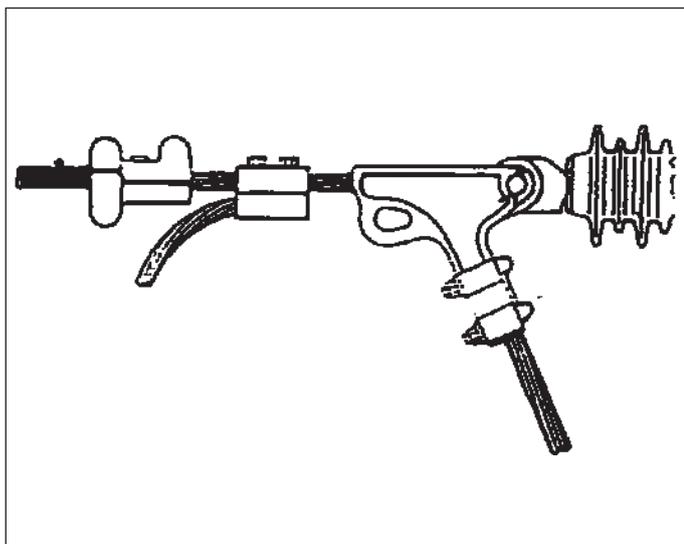


Рисунок 407. Защита контактного зажима с помощью дугозащитного устройства.

### 23.8. Установка точки рабочего заземления на провод PAS

Провод PAS нужно оснастить точками рабочего заземления, расположенными на расстоянии не более 3 км друг от друга. Наряду с этим на концах проводов должна быть возможность для установки рабочего заземления.

Зажимы дугозащитных устройств, как правило, пригодны для рабочего заземления, и с целью обеспечения контакта их затяжка должна быть выполнена до заданного момента.

Современные зажимы рабочего заземления оснащены изоляцией прокалывающим устройством, поэтому удаления изоляции при монтаже не требуется, но требуется тщательное выполнение затяжки.

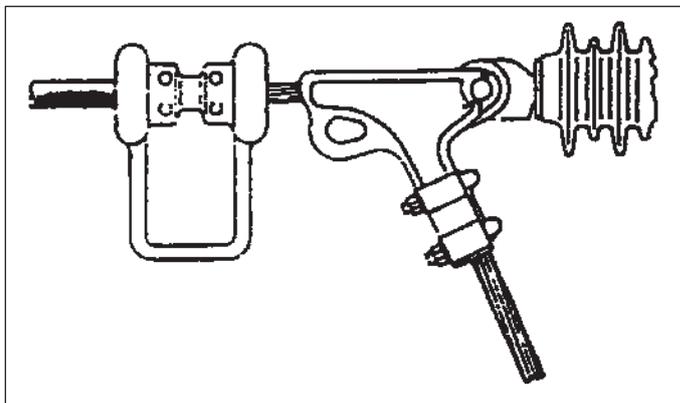


Рисунок 408. Соединение рабочего заземления с проводом (Старая модель рабочего заземления, уже не производится).

### 23.9. Рабочее заземление проводов PAS

По рабочему заземлению провода PAS приравниваются к неизолированным проводам, и на них распространяются те же инструкции по рабочему заземлению, которые были рассмотрены выше в связи с неизолированными проводами.

Специфическая проблема проводов PAS связана с их раскаткой вблизи линии напряжением не менее 110 кВ, индуцирующей в процессе работы в проводах PAS напряжение, удаление которого из изолированных проводов является сложным. В качестве решения этой проблемы можно воспользоваться способом рабочего заземления, разработанным для проводов АМКА, через подставку для барабана. Поступающий с установленного на подставку барабана с тормозом конец провода PAS оголяется и соединяется с валом подставки, вращающимся вместе с барабаном с одной скоростью. Заземление подставки для барабана производится за счет устанавливаемых в грунт штырей, при необходимости провода соединяются с заземляющим электродом.



Рисунок 409. Рабочее заземление провода PAS на барабане во время раскатки.

### 23.10. Соединение проводов PAS

Для соединения проводов PAS используются клиновые или обжимные соединительные зажимы. На соединение устанавливается термоусадочная или разматываемая с рулона защита из изоляционного материала.

Рабочие этапы при установке клинового соединительного зажима

1. Провода выпрямляются, и на них наносится длина соединения (длина термоусадочной трубки).

2. На изоляцию провода наносится половина длины соединительной втулки. С обозначенного участка провода (который устанавливается в зажим) удаляется изоляция без повреждения металла провода. Для удаления изоляции на поперечном сечении используется веревка и продольном сечении – кабельный нож или специальное окорочное устройство.

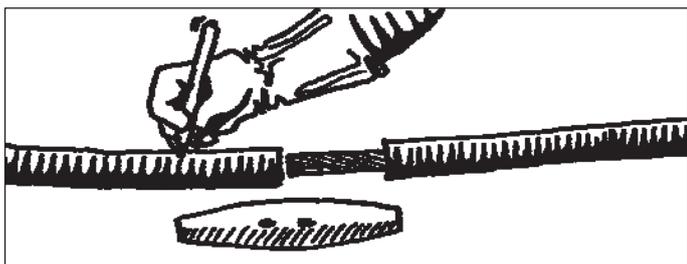


Рисунок 410. Удаление изоляции провода при выполнении соединения.

3. С оголенных проводов щеткой удаляется оксидный слой.  
4. Второй провод вталкивается в соединительную втулку до упора (на всю длину очищенной части) и затем рывком вытягивается в обратную сторону.

5. Усадочная трубка натягивается поверх соединительной втулки на провод, и второй провод вталкивается в соединительную втулку до упора, затем провода рывком вытягиваются в разные стороны.

Этот этап является очень важным, т.к. он обеспечивает достаточное схватывание провода клиньями зажима. Если данный этап будет выполнен неаккуратно, соединение может ослабиться в процессе установки термоусадочной пленки и при остывании соскользнуть.

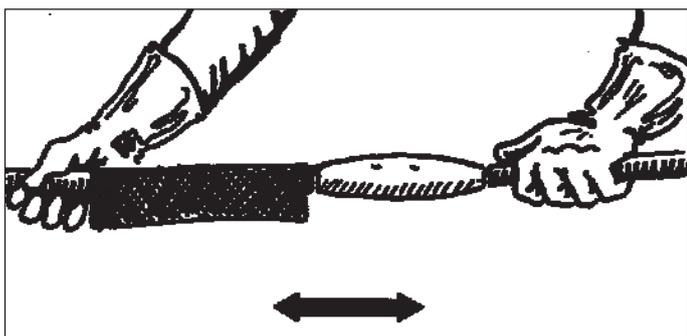


Рисунок 411. Термоусадочная трубка на соединении.

6. Изоляции провода придается шероховатость, вся отмеченная длина термоусадочной трубки обрабатывается шкуркой, провод и соединительная втулка очищаются от загрязнений и жира.

7. Производится осторожное нагревание соединительной втулки и провода.

8. Выполняется центровка термоусадочной трубки относительно места соединения и ее усадка по направлению от центра. Усадка выполняется в обоих направлениях таким образом, чтобы клей равномерно выходил с концов трубки. Разогрев производится мягким желтым пламенем.

9. До продолжения монтажных работ соединение должно полностью остыть.

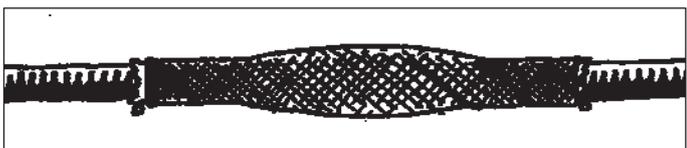


Рисунок 412. Готовое соединение PAS.

## 23.11. Гашение вибрации

При определенных условиях провода PAS больше подвержены вибрации, чем неизолированные провода. Особенно это проявляется при равномерном боковом ветре на открытых участках (поля, болота, озера). В таких местах рекомендуется применять стойкие к вибрации конструкции, устройства защиты от вибрации и гасители вибрации.

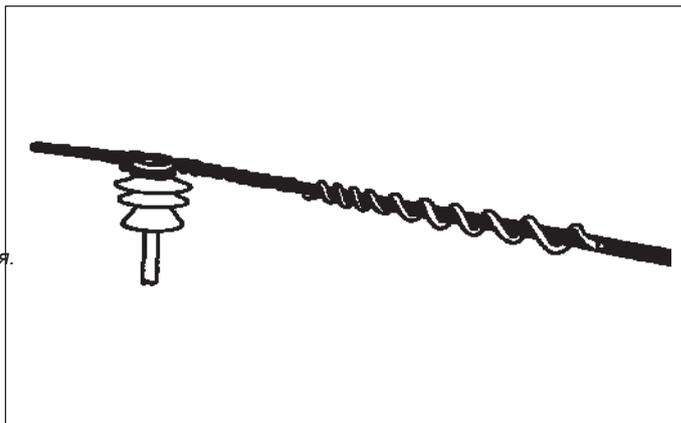


Рисунок 413. Монтаж гасителей вибрации.

## 23.12. Работы под напряжением на проводах PAS

### 23.12.1. Общая информация

На проводах PAS можно выполнять практически все работы под напряжением, рассмотренные выше в связи с подключениями неизолированных проводов напряжением 20 кВ. Работа под напряжением должна всегда выполняться специально обученным персоналом с применением допущенных рабочих методов и конструкций, позволяющих соблюдать требования достаточного расстояния до других элементов под напряжением.

### 23.12.2. Зажим для провода PAS, монтаж под напряжением

При монтаже проводов PAS под напряжением используется прокалывающий изоляцию зажим с установленным в отверстие для провода дуговым фиксатором. К этому дуговому фиксатору с помощью зажима для неизолированных проводов производится непосредственное подключение.



Рисунок 414. Прокалывающий изоляцию провода PAS зажим и дуговой фиксатор.

### 23.12.3. Примеры соединения провода PAS под напряжением



*Рисунок 415. Соединение ответвительного провода PAS с неизолированным проводом, работа под напряжением.*



*Рисунок 416. Соединение неизолированного ответвительного провода с проводом PAS, работа под напряжением.*

### 23.13. Маркировка проводов PAS

На проводах PAS используется маркировка сети среднего напряжения, представленная выше в пункте 21.10 «Маркировка воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами».

### 23.14. Документирование и контроль перед применением

Для проводов PAS составляются документы, и производится эксплуатационный контроль таким же образом, как описано выше при рассмотрении неизолированных проводов напряжением 20 кВ в пункте 21.11 «Документирование и контроль перед применением».

# 24. МОНТАЖ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ 20 кВ

## 24.1. Общая информация

Раньше применялись кабели высокого напряжения типа SAMKA и SAXKA, для которых предусматривалась отдельная подвесная арматура. Кабели SAXKA применялись только для воздушного монтажа. Сегодня кабели SAXKA оттеснены универсальными кабелями высокого напряжения, которые применяются, как для воздушного, так и подземного и подводного монтажа.

## 24.2. Строение универсального кабеля высокого напряжения

### 24.2.1.

**В соответствии с пунктом 2.1.14.2 стандарта для воздушных линий электропередачи (1 - 45 кВ SFS-EN 50423-1)**

«изолированная система воздушного кабеля электропередачи

– это система, в которой каждый провод имеет покрытие из изолирующего материала, обеспечивающее полную защиту от любого тока утечки между фазами или в заземленных частях. В большинстве случаев вокруг каждого фазного провода расположена проводящая защита. Примерами таких изолированных систем воздушных кабелей являются подвесные провода пучковой скрутки (ABC), самонесущий и крепящийся к кронштейну подземный кабель, а также «универсальные» кабельные системы.»

### 24.2.2. Строение кабеля АНХАМК-WM, представленное в примере

Кабель АНХАМК-WM – это универсальный кабель напряжением 12/20 кВ с тремя полностью уплотненными пластиком РЕХ жилами, скрученными вокруг стального несущего троса, изолированными сшитым полиэтиленом, с оболочкой из атмосферостойкого полиэтилена..



Рисунок 417. Универсальный кабель АНХАМК-WM 20 кВ (Prysmian).

## 24.3. Объекты применения

Кабель АНХАМК-WM используется вместо неизолированных проводов напряжением 10 и 20 кВ в качестве воздушного кабеля электропередачи. Идеально подходит, в частности, для следующих объектов:

- объекты с временным питанием, например, распределение электроэнергии на рабочих объектах;
- объекты, в отношении которых существует требование по максимальному сохранению окружающей среды;
- объекты с общими опорами, на которых монтаж осуществляется вместе с проводами низкого напряжения и телекоммуникационными проводами;
- при работах по изменению или дополнению старых сетей;
- в качестве ремонтных кабелей во время сооружения сетей и при эксплуатационных сбоях;
- в качестве кабелей, выходящих с трансформаторных подстанций и распределительных пунктов.

## 24.4. Расстояние до окружающих объектов и других проводов

Минимальное расстояние от универсального кабеля высокого напряжения до земли, зданий, деревьев, транспортных магистралей и пр. такое же, как и у подвесных проводов низкого напряжения. Требования к значениям расстояний представлены в «Нормативных требованиях к воздушным линиям электропередачи сильного тока», а теперь также в стандартах для воздушных линий электропередачи. Кабель не нуждается в просеке, его расстояние до растущих деревьев ограничивается требованием, согласно которому сучья и стволы растущих деревьев не должны его повреждать.

Т.к. кабель АНХАМК-WM – это универсальный кабель высокого напряжения, оснащенный оболочкой с защитным заземлением, его минимальное расстояние до других подвесных проводов на общих опорах может составлять 0,3 м (см. SFS 6003, таблица 1). Кабель АНХАМК-WM крепится на опоре выше подвесного кабеля, его установка производится по другую сторону от остальных подвесных проводов.

С целью идентификации кабеля АНХАМК-WM и выделения его среди других проводов на общих опорах он маркируется специальной табличкой. Табличку можно закрепить также непосредственно под несущим крюком.

## 24.4. Монтажная арматура

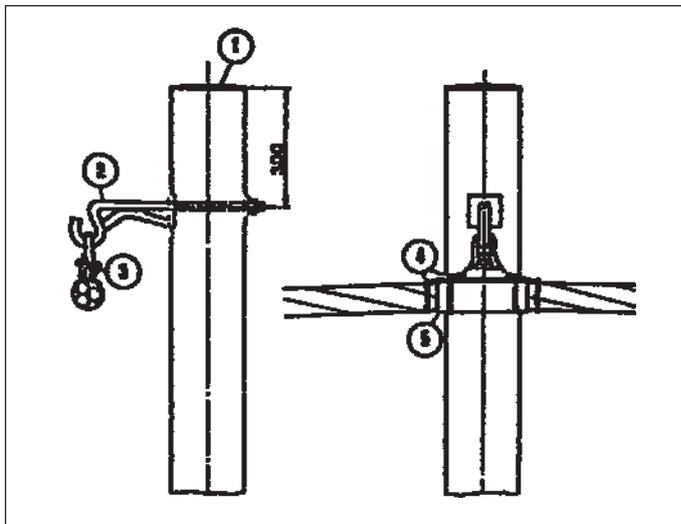


Рисунок 418. Несущая опора.

Несущая опора

Детали на рисунке:

1. Защитный наголовник для опоры 1 шт.
2. Поддерживающий крюк RKKU 1 шт.
3. Подвеска SO86 1 шт.

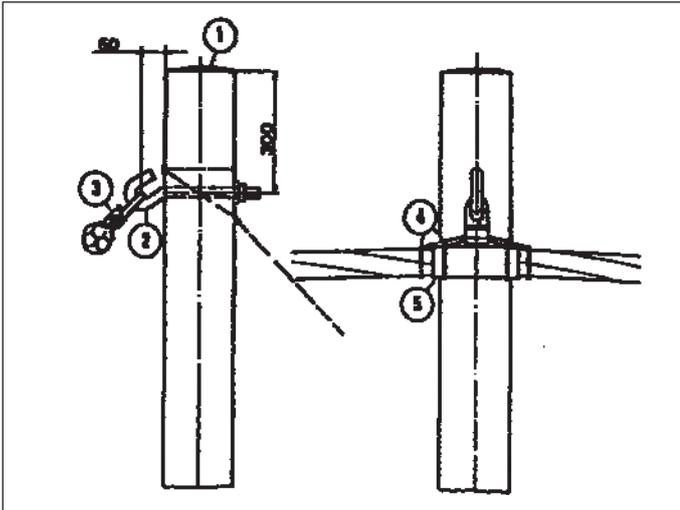


Рисунок 419. Угловая опора.

Угловая опора

Детали на рисунке:

1. Защитный наголовник для опоры 1 шт.
2. Поддерживающий крюк REKS 1 шт.
3. Кронштейн для монтажного ролика SO150 1 шт.

Кронштейны и подвески

На прямом участке линии используются поддерживающие крюки RKKL (SFS 3812) (рисунок). С их помощью кабель устанавливается на надлежащем расстоянии от опоры. Наружных углов следует избегать, устанавливая кабель на внутренние углы с применением крюков REKS (SFS 3813).

Для крепления несущего троса кабеля к крюку используются соответствующие требованиям стандарта SFS 3814 подвески RSR.

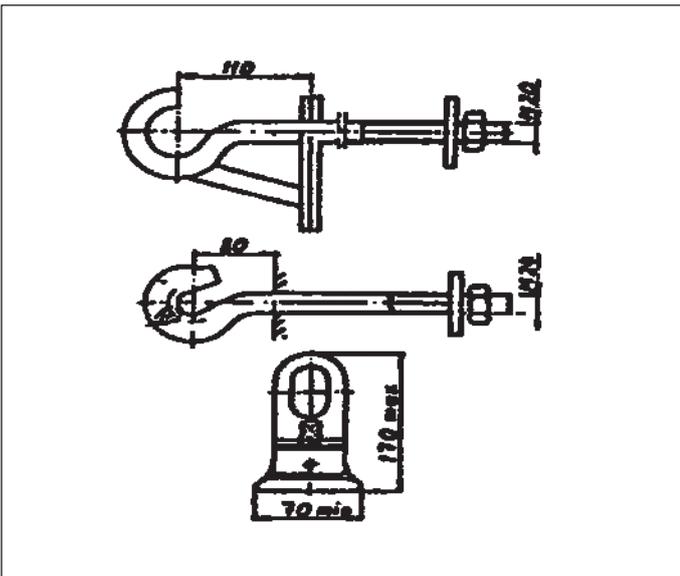


Рисунок 420. Поддерживающие крюки RKKL и REKS.



Kuva 421. Kannatuspidin SO241 (Ensto).

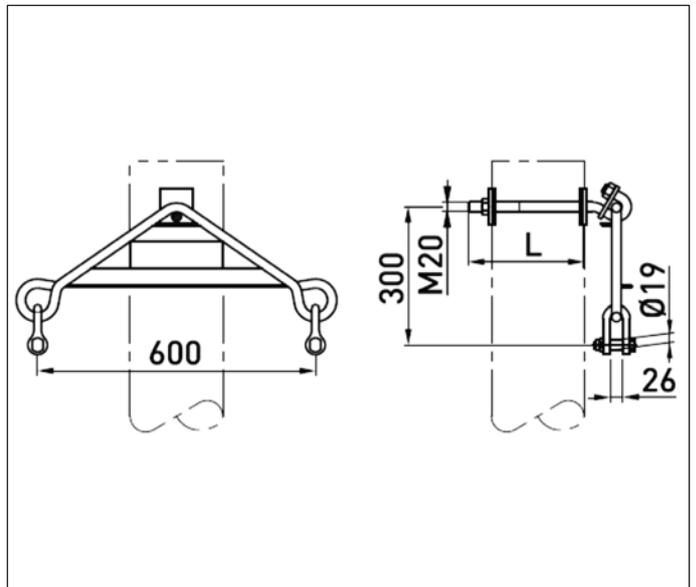


Рисунок 422. Поддерживающая траверса SOT73 для больших углов (Ensto).



Рисунок 423. Пример углового монтажа универсального кабеля (Enpower)..

#### Натяжной зажим

Натяжной зажим используется для установки несущего троса кабеля АНХАМК-WM на поддерживающий крюк или на болт с кольцом. При проталкивании конца троса сквозь втулку в соответствии с монтажной инструкцией срабатывает запорный механизм зажима и прочно схватывает трос.

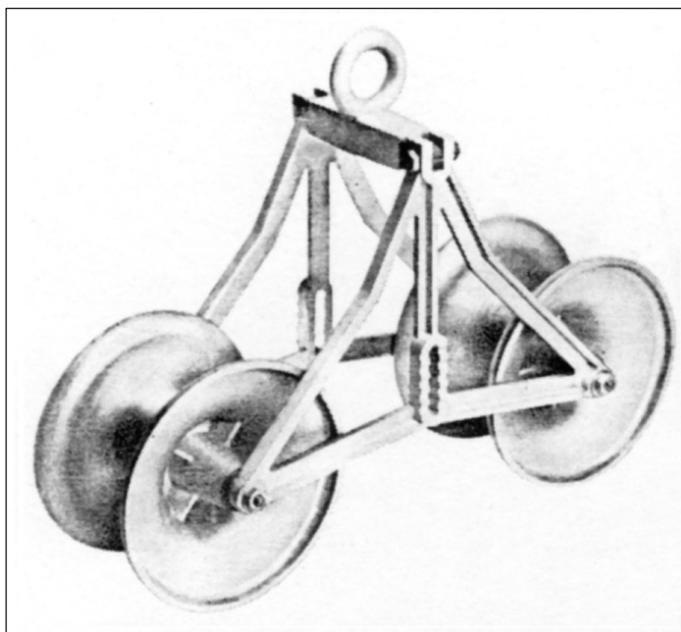


Рисунок 424. Монтажные ролики для кабеля.

#### 24.6. Монтаж, оконцовка и соединение

##### Монтаж

Раскатка кабеля АНХАМК-WM осуществляется таким же образом, как и провода АМКА, но вес и толщина провода устанавливают свои требования к мощности тягача. Резких углов следует избегать или на их участке провод вначале раскатать, например, на два пологих угла.

Опускание кабеля с расположенного на перемещающемся транспортном средстве барабана и последующий подъем на опоры является приемлемым способом монтажа по краям дорог в случае отсутствия перекрестков дорог и линий.

Таблица 35. Пример таблицы монтажных тяжений троса и провесов (часть таблицы RJ 8:94)( SAKKA 3x70. )

Монтажные тяжения троса в килоньютонах

Пролет, м	ТЕМПЕРАТУРА °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
30	14,28	12,96	12,08	11,08	10,17	9,34	8,61
40	13,92	12,96	12,08	11,27	10,53	9,86	9,26
50	13,58	12,80	12,08	11,42	10,82	10,27	9,78
60	13,80	12,66	12,08	11,54	11,05	10,60	10,18
70	13,07	12,55	12,08	11,64	11,23	10,85	10,50
80	12,89	12,47	12,08	11,71	11,37	11,05	10,76
90	12,76	12,40	12,08	11,77	11,48	11,21	10,96
100	12,64	12,35	12,08	11,82	11,57	11,34	11,12

ASENNUSRIIPPUMA METREINÄ

Пролет, м	ТЕМПЕРАТУРА °С						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
30	0,21	0,23	0,25	0,27	0,30	0,33	0,35
40	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,55	0,58
50	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86
60	0,91	0,96	1,01	1,05	1,10	1,15	1,20
70	1,27	1,32	1,37	1,43	1,48	1,53	1,58
80	1,68	1,74	1,80	1,85	1,91	1,96	2,02
90	2,15	2,21	2,28	2,33	2,39	2,45	2,51
100	2,69	2,75	2,81	2,88	2,94	3,00	3,06

#### Оконцовка и соединение

В силу высоковольтной конструкции фазные жилы кабеля АНХАМК-WM всегда нуждаются в надежной концевой муфте. Концевые муфты и соединения устанавливаются в соответствии с инструкцией изготовителя.

Установка концевой муфты и соединения относится к высоковольтным кабельным работам, требующим соответствующей специальной подготовки.



Рисунок 425. Переход неизолированного провода в кабель АНХАМК-WM опорной установки (Etelä-Suomen Energia).



Рисунок 426. Переход кабеля АНХАМК-WM опорной установки в подземный кабель (Etelä-Suomen Energia).

# 25. СТРОИТЕЛЬСТВО ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВБЛИЗИ ТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ И ЗОНЫ ОТДЫХА

## 25.1. Общая информация

До 31.12.2010 г. строительство воздушных линий электропередачи осуществлялось на основании «Нормативных требований к воздушным линиям электропередачи сильного тока» (VIM A4-1993) и после 31.12.2010 г. – на основании новых стандартов для воздушных линий электропередачи.

В части дорог общего пользования при строительстве линий электропередачи учитываются также инструкции Администрации дорог «Линии электропередачи и дороги общего пользования». В части железных дорог требования к строительству воздушных линий электропередачи определены в общей инструкции Железнодорожной администрации «О проводах и кабелях на участке управления Железнодорожной администрации». Требования к строительству воздушных линий электропередачи вблизи водных транспортных путей установлены в инструкции Управления морского судоходства. Пересечение дорог общего пользования, железных дорог и водных транспортных путей требует наличия соответствующего разрешения. В условиях на выдачу разрешений определяется место расположения линии и способ ее строительства. Сегодня эти три учреждения объединены в Транспортное агентство Финляндии.

«Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока» относят зоны отдыха, например, спортивные стадионы со зрительными трибунами, к категории дорог, и на них распространяются те же требования расстояний, что и на дорожных участках. Новый стандарт для воздушных линий электропередачи SFS-EN 50423-1 устанавливает к зонам отдыха специальные требования. См. пункт 25.5.

Свободный воздушный промежуток, минимальный необходимый воздушный промежуток

Минимальный обязательный воздушный промежуток, предотвращающий опасные пробои между фазным проводником и объектами под потенциалом земли при резких или плавных восстанавливающихся перенапряжениях  $D_{ei}$ , может быть либо т.н. внутренним расстоянием, если имеется ввиду расстояние от проводника до конструкции опоры, либо внешним расстоянием, если имеется в виду расстояние от проводника до внешнего препятствия (см. SFS-EN 50341-3-7, таблица 5.4/FI.1).

Обязательный воздушный промежуток для голых проводов указан в таблице VIM 3.1-1 и основные расстояния – в таблице 5.4/FI.1

Таблица 36. Прибавка по напряжению и основные расстояния при различных напряжениях.

Напряжение кВ	Часть таблицы VIM 3.1-1 Прибавка по напряжению м	Часть таблицы 5.4/FI.1 основные расстояния $D_{ei}$ м
1	0,06	-
1...10	0,12	0,12
20	0,22	0,22
30	0,32	0,32
45	0,48	0,48
110	0,90	0,90
220	1,5	1,5
400	2,9	2,9

## 25.2. Воздушная линия электропередачи вблизи дороги и аналогичной ей иной транспортной магистрали

### 25.2.1. Общая информация

Ущерб, наносимые штормами и снежными нагрузками расположенным в лесах воздушным линиям электропередачи напряжением 20 кВ, обусловили потребность для переноса как можно большего числа линий на края дорог. Новые воздушные линии электропередачи напряжением 20 кВ строятся, как правило, по краям дорог.

При расположении электрических линий вблизи дорог общего пользования необходимо позаботиться о том, чтобы помехи, причиненные линиями движению, работам по уходу за дорогами и ландшафту были минимальными. При размещении линий электропередачи соблюдаются инструкции Администрации дорог «Линии электропередачи и дороги общего пользования».

Перед началом работ по сооружению воздушной линии электропередачи в зоне дороги или вблизи нее необходимо получить разрешение Администрации дорог на размещение линии. Процедура ходатайства определена инструкциями Администрации дорог. В разрешении на размещение линии указаны также требования по организации движения во время работ по сооружению воздушной линии электропередачи.

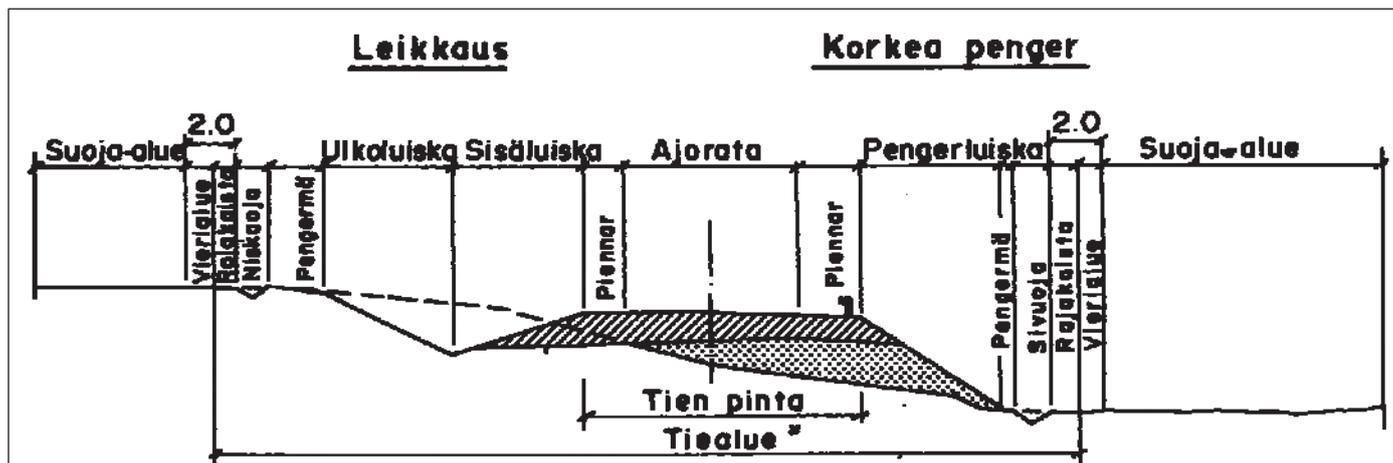


Рисунок 427. Названия частей шоссеной дороги.

На рисунке 427 представлены названия различных частей поперечного профиля дороги:

Разметка зоны прокладки дороги на местности производится в процессе землемерных работ, она может находиться на расстоянии одного метра от края придорожного кювета или в случае его отсутствия – от края откоса дорожного полотна или профиля дороги.

Обочина расположена на расстоянии 2 м от края придорожного кювета или 3 м от края откоса или профиля дороги.

Ширина защитной зоны составляет 20 м от центральной оси проезжей части шоссе и 12 м от центральной оси проезжей части дороги местного значения.

Под зоной видимости понимается участок, который с целью обеспечения безопасности дорожного движения должен быть свободным от препятствий:

- на виражах дороги,
- на перекрестках и развилках,
- в местах одноуровневого пересечения автомобильных и железных дорог.

### 25.2.2. Требования к расстояниям воздушных линий электропередачи, расположенных вблизи дороги, в соответствии с правилами, инструкциями и стандартами

#### 25.2.2.1. Требования к расстояниям в соответствии с «ВИМ А4-93»

В «Нормативных требованиях к воздушным линиям электропередачи сильного тока» дороги с точки зрения предъявляемых к ним требований классифицируются на две группы:

- Дороги, не образующие дорожную сеть, предусмотренную для сверхвысоких специальных перевозок
- Дороги, образующие дорожную сеть, предусмотренную для сверхвысоких специальных перевозок

ВИМ 4.2.1.2.

Дорожная и аналогичная ей иная транспортная магистраль

К аналогичной дороге иной транспортной магистрали относятся, в частности, улица, трасса для снегоходов, созданная в соответствии с Законом о передвижении по пересеченной местности, площадь, спортивный стадион с помещениями для зрителей, а также общественная или частная площадка для погрузки и разгрузки груза и парковочная площадка вместе с ведущими к ней транспортными путями.

а. Дороги, не образующие дорожную сеть, предусмотренную для сверхвысоких специальных перевозок

Расстояние по вертикали от расположенного сверху подвесного провода, заземляющего проводника и грозозащитного троса до поверхности транспортной магистрали при нормальных погодных условиях должно составлять не менее 5,5 м и при нагрузках, а также в случае обрыва заземляющего проводника и грозозащитного троса усиленного провода в соседнем пролете (см. пункт 2.2) – не менее 5 м.

Если подвесной провод расположен над частной дорогой, используемой также для передвижения транспортных средств, или велосипедной дорожкой или тротуаром, относящимся к дороге общего пользования или улице, то его расстояние по вертикали может при нормальных погодных условиях и нагрузке составлять 4 м.

Расстояние по вертикали от расположенного сверху рабочего проводника провода воздушной линии электропередачи до поверхности транспортной магистрали должно быть при нормальных погодных условиях не менее 6 м + прибавка по напряжению и при нагрузке, а также в усиленном проводе воздушной линии электропередачи и при обрыве провода в соседнем пролете (см. пункт 2.2) – не менее 5 м + прибавка по напряжению.

Расстояние от провода воздушной линии электропередачи, расположенного над трассой для снегоходов, созданной в соответствии с Законом о передвижении по пересеченной местности, до поверхности трассы должно при нормальных погодных условиях и нагрузках соответствовать требованиям пункта 4.1.1, при чем для проводов воздушной линии электропередачи в случае обрыва в соседнем пролете (см. пункт 2.2) не устанавливается требований к расстоянию.

Считается, что провод расположен над дорогой, если какая-либо его часть находится над поверхностью дороги. К поверхности дороги наряду с проезжей частью относятся обочины.

Установка опор в зоне прокладки дороги без разрешения управляющего дорогой запрещена (включая оттяжки). Это же касается крепления частей провода к мосту, являющемуся частью дороги общего пользования.

По возможности опоры с оттяжками должны располагаться на расстоянии не менее 2 м от края проезжей части улицы и не менее 0,5 м от края велосипедной дорожки.

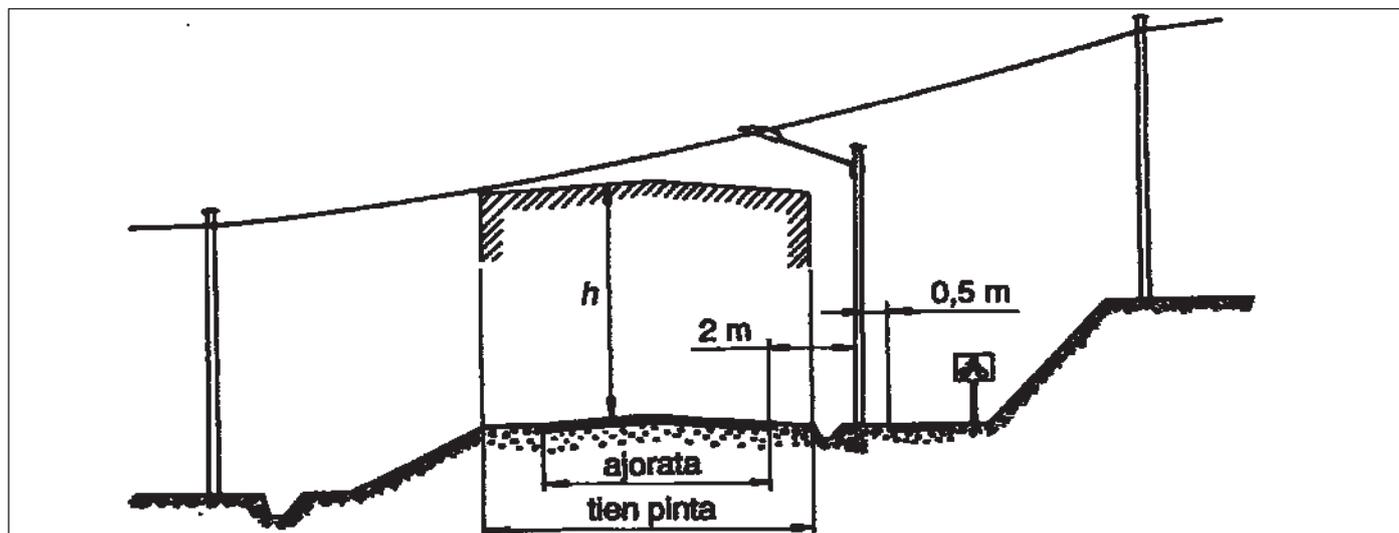


Рисунок 428. «ВИМ», рисунок 4.2-3 - минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до поверхности дороги, а также минимальное расстояние от опоры (рекомендация) до края проезжей части улицы и велосипедной дорожки. Провод не должен находиться на заштрихованном участке. Значения минимального расстояния «h» представлены в таблице 4.2.-2.

Таблица 37. Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до поверхности дороги или аналогичной ей иной транспортной магистрали («ВИМ», таблица 4.2.-2.).

1	2	3	4
Провод	Расстояние		
	м		
	Погодные условия	Условия нагрузки	В случае обрыва проводника
Подвесной провод	5,50 (4,00)	5,00 (4,00)	
Провод заземления и грозозащитный трос	5,50	5,00	5,00
< 1 кВ рабочий проводник провода воздушной линии электропередачи	6,00	5,00	5,00
>1...10 кВ " "	6,12	5,12	5,12
20 кВ " "	6,22	5,22	5,22
30 кВ " "	6,32	5,32	5,32
45 кВ " "	6,48	5,48	5,48
110 кВ " "	6,90	5,90	5,90
220 кВ " "	7,50	6,50	6,50
400 кВ " "	8,90	7,90	7,90

#### ВИМ 4.2.1.2

Пункт в. Дороги, образующие дорожную сеть, предусмотренную для сверхвысоких специальных перевозок

Минимальное вертикальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи, расположенного над дорогами, образующими дорожную сеть, предусмотренную для сверхвысоких специальных перевозок (см. рисунок 4.2-4 и приложение 1),

до поверхности дороги должно при нормальных погодных условиях и нагрузках соответствовать значениям таблицы 4.2-3. В случае обрыва провода воздушной линии электропередачи в соседнем пролете (см. пункт 2.2) должны соблюдаться также требования к расстояниям, указанные в графе 4 таблицы 4.2.-2.

Ilmajohdon porttiharus rinnastetaan etäisyysvaatimuk- sen kannalta riippujohtoon.

Таблица 38. Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до поверхности дороги на дорогах, образующих дорожную сеть, предусмотренную для сверхвысоких специальных перевозок («ВИМ», таблица 4.2.-3.).

1	2	3	4
Провод	Свободная высота проезда		
	6,0 м	6,5 м	7,0 м <sup>1)</sup>
	Расстояние м		
Заземляющий провод и грозозащитный трос	6,2	6,7	7,2
Подвесной провод	6,5	7,0	7,5
< 1 кВ рабочий проводник провода воздушной линии электропередачи	6,5	7,0	7,5
>1...45 кВ " "	7,0	7,5	8,0
110 кВ " "	7,4	7,5	8,4
220 кВ " "	8,0	8,5	9,0
400 кВ " "	9,5	10,0	10,5

## Усиление провода

На участке, на котором расстояние от провода до поверхности края дороги общего пользования или края иной аналогичной такой дороге транспортной магистрали составляет по вертикали менее 5 м + прибавка по напряжению, линия должна быть усилена (на воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ - 5,22 м).

При сооружении линии необходимо обратить внимание на то, чтобы расположенный на внутреннем углу провод воздушной линии электропередачи, достигающий участка транспортной магистрали в случае возможного отсоединения, был закреплен на угловой опоре по принципу усиленного провода. Крепление не должно ограничиваться ввинчиваемыми в древесину винтами.

Опоры линий высокого напряжения, расположенные по краям дорог, должны быть оснащены предупредительными плакатами.



Рисунок 429. Предупредительный плакат.

### 25.2.2.2. Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-1

#### «5.4.5.3 Транспортные магистрали

Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до поверхности дороги при любых условиях, максимальной температуре провода, гололедных нагрузках и давлении ветра должно быть  $6 \text{ м} + D_{\text{el}}$  (см. таблицу 5.4.5.3.1).»

«FI. 1 Линия, расположенная вблизи автомобильной дороги, железной дороги или водного транспортного пути или пересекаемая их линия

К дорогам приравняются следующие участки: улицы, дороги, площади, парковочные площадки, погрузочно-разгрузочные участки.

Минимальное расстояние от опоры воздушной линии электропередачи до края дороги должно составлять 2 м.

При пересечении дороги, образующей дорожную сеть, предусмотренную для высоких специальных перевозок, расстояние должно соответствовать требованиям, установленным дорожными службами.

Уменьшения расстояний на ответвлениях дорог не допускается. Исключение составляют трассы для снегоходов, созданные в соответствии с Законом о передвижении по пересеченной местности, к которым применяются расстояния, касающиеся участков, расположенных вдали от построек.»

### 25.2.2.3. Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи низкого напряжения SFS 6003

«Минимальное расстояние от кабеля воздушной линии электропередачи низкого напряжения, заземляющего провода и грозозащитного троса до поверхности дороги общего назначения должно составлять не менее 7,8 м. Оттяжка, натянутая над дорогой, приравнивается с точки зрения расстояний к кабелю воздушной линии электропередачи низкого напряжения.

Расстояние от кабеля до поверхности земли на участке частной дороги, предусмотренной для передвижения транспорта, тротуара или велосипедной дорожки, расположенными в связи с дорогой общего пользования, должно быть не менее 5,5 м. ---»

### 25.2.2.4. Требования к расстояниям в соответствии с инструкцией «Линии электропередачи и дороги общего пользования»

Инструкция по линиям электропередачи и дорогам общего пользования определяет минимальную высоту проводов воздушных линий электропередачи над дорогами общего пользования, отраженную в таблице 39.

Таблица 39. Минимальная высота проводов воздушных линий электропередачи над дорогами общего пользования (Приложение 4 к «Электрическим проводам и дорогам общего пользования»).

Минимальная высота проводов воздушных линий электропередачи над дорогами общего пользования		
Тип дороги	Дороги общегосударственного, областного и регионального значения, а также трассы для сверхвысоких перевозок	Прочие дороги
Требование к свободной высоте проезда	7,0	6,0
Провод заземления и грозозащитный трос	7,5	6,7
Подвесной провод	7,8	7,0
< 1 кВ	7,8	7,0
1...45 кВ	8,3	7,5
110 кВ	8,7	7,9
220 кВ	9,3	8,5
400 кВ	10,8	10,0

В указанных в таблице требованиях к расстояниям в части дорог общегосударственного, областного и регионального значения, а также трасс для сверхвысоких перевозок учтен припуск на снег 0,1 м, мерзлоту 0,1 м и ремонт дорожной конструкции 0,1 м. В части других дорог учтен припуск на снег 0,2 м, мерзлоту 0,1 м и ремонт дорожных конструкций 0,2 м. Припуск на мерзлоту в северных регионах Финляндии может быть больше.

Информацию о расположении дорог для сверхвысоких специальных перевозок можно получить в Транспортном агентстве.

### 25.3. Воздушная линия электропередачи вблизи железной дороги

#### 25.3.1. Требования к расстояниям в соответствии с «ВИМ А4-93»

Пункт 4.2.1.1 «Нормативных требований к воздушным линиям электропередачи сильного тока»

Если расстояние провода линии электропередачи по вертикали до рельсов или конструкции линии электрифицированной железной дороги составляет менее  $5 \text{ м} + \text{прибавка}$  по напряжению, то расстояние ее проводов по вертикали при нормальных погодных условиях и нагрузке, а также в случае обрыва неизолированного провода в соседнем пролете (см. пункт 2.2) до рельса электрифицированной железной дороги с питанием от воздушной линии электропередачи должно составлять не менее  $11,5 \text{ м} + \text{прибавка}$  по напряжению, и до рельса неэлектрифицированной железной дороги – не менее  $7 \text{ м} + \text{прибавка}$  по напряжению. В особых случаях может возникнуть необходимость для более больших расстояний.

#### Усиление

Усиленная воздушная линия электропередачи сооружается на участках, на которых ее расстояние по горизонтали до рельса железной дороги или конструкции линии электрифицированной железной дороги составляет менее  $5 \text{ м} + \text{прибавка}$  по напряжению.

#### Зона прокладки железной дороги

Зона прокладки железной дороги – это обозначенный участок, расположенный по обеим сторонам железной дороги, предусмотренный для нужд железной дороги.

Установка опор и их оттяжек в зоне прокладки железной дороги без разрешения управляющего железной дорогой запрещена. Для сооружения перекрестного пролета через железную дорогу необходимо также получить разрешение управляющего железной дорогой.

Управляющий железной дорогой общего пользования – это должностной орган железной дороги, к которому относятся Управление железной дорогой и начальник соответствующего участка железной дороги.

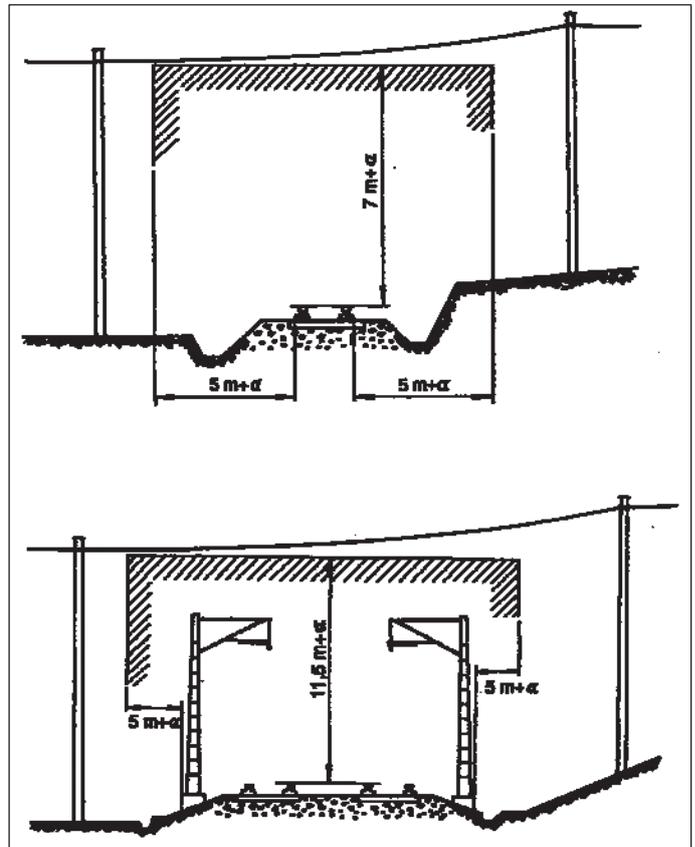


Рисунок 430. Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до рельса железной дороги. Провод не должен находиться на заштрихованном участке. а = прибавка по напряжению.

Таблица 40. Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до рельса железной дороги («ВИМ», таблица 4.2-1.).

1 Провод	2 Расстояние м	
	до рельса электрифицированной железной дороги	до рельса неэлектрифицированной железной дороги
Подвесной провод, заземляющий провод и грозозащитный трос	11,50	7,00
1 кВ рабочий проводник провода воздушной линии электропередачи	11,50	7,00
>1...10 кВ рабочий проводник провода воздушной линии электропередачи	11,62	7,00
20 кВ " "	11,72	7,22
30 кВ " "	11,82	7,32
45 кВ " "	11,98	7,48
110 кВ " "	12,40	7,90
220 кВ " "	13,00	8,50
400 кВ " "	14,40	9,90

В качестве исключения из представленной выше таблицы Железнодорожная администрация не выдает разрешений на пересечение электрифицированной железной дороги воздушной линией электропередачи низкого напряжения.

### 25.3.2. Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-1

#### «5.4.5.3 Транспортные магистрали

Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до гребня рельса железной дороги при любых нагрузках, максимальной температуре провода, гололедной нагрузке и давлении ветра должно составлять  $6 \text{ м} + D_{ei}$ , если дело обстоит с неэлектрифицированной железной дорогой (см. таблицу 5.4.5.3.1).

#### 5.4.5.3 Транспортные магистрали

Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до конструкции электрифицированной железной дороги при любых нагрузках, максимальной температуре провода, гололедной нагрузке и давлении ветра должно составлять  $2 \text{ м} + D_{ei}$  (см. таблицу 5.4.5.3.1).

FI.2 Сближение воздушной линии с железной дорогой или ее пересечение

Если расстояние по горизонтали от рельса или конструкции электрифицированной железной дороги составляет менее  $5 \text{ м} + D_{ei}$ , то расстояние по вертикали между проводом и гребнем рельса должно составлять не менее  $7 \text{ м} + D_{ei}$ . В случае с электрифицированной железной дорогой, контактный провод которой находится в воздухе, минимальное расстояние должно составлять  $11,5 \text{ м} + D_{ei}$ .

### 25.4. Сближение воздушной линии электропередачи с каналом или иным судоходным водным пространством

#### 25.4.1. Требования к расстояниям в соответствии с «VIM A4-93»

Пункт 4.2.1.3 «Нормативных требований к воздушным линиям электропередачи сильного тока»

Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до наивысшей точки судна (мачты) при любых погодных условиях и нагрузках, в усиленной воздушной линии электропередачи также в случае обрыва провода в соседнем пролете (см. пункт 2.2) должно составлять  $1,5 \text{ м} +$  прибавка по напряжению.

Таблица 41. Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до мачты судна (часть таблицы 4.2-3 VIM).

1	2
Провод	Расстояние м
Подвесной провод, заземляющий провод и грозозащитный трос	1,50
< 1 кВ рабочий проводник проводв воздушной линии электропередачи	1,50
>1...10 кВ " "	1,50
20 кВ " "	1,62
30 кВ " "	1,82
45 кВ " "	1,98
110 кВ " "	2,40
220 кВ " "	3,00

Для сооружения воздушной линии электропередачи, пересекающей судоходное водное пространство, необходимо получить разрешение Морской администрации Финляндии, которая устанавливает также требования к максимальной высоте мачт судов, перемещающихся по какому-либо водному пространству.

### 25.4.2. Требования к расстояниям в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-1

#### «5.4.5.3 Транспортные магистрали

Минимальное расстояние от провода воздушной линии электропередачи до габарита судна на официальном пригодном для навигации водном пространстве при любых нагрузках, максимальной температуре провода, гололедной и ветровой нагрузках должно составлять  $2 \text{ м} + D_{ei}$  (см. таблицу 5.4.5.3.1).

#### FI.3 Судоходное водное пространство

Данные о максимальной высоте судовых мачт можно получить в Морской администрации Финляндии.»

### 25.4.3. Инструкция Морской администрации Финляндии 1369/00/2008

Морской администрацией Финляндии были изданы инструкции по монтажу и маркировке воздушных линий электропередачи, кабельных и прочих линий:

#### «1. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

##### 1.1 Общая информация

В соответствии с положениями глав 1 и 2 Закона о воде (264/1961) для строительства воздушных линий электропередачи необходимо получить разрешение Департамента окружающей среды в случае, если линия ограничивает судоходство на водном пространстве. Строитель воздушной линии электропередачи должен уже на раннем этапе проектирования уточнить в Морской администрации Финляндии надлежащую с точки зрения судоходства высоту линии на данном водном участке.

Предполагаемая судоходным движением высота линий представлена в издании Морской администрации Финляндии "Рекомендации по габаритной высоте воздушных линий электропередачи" (издания Морской администрации Финляндии 4/2006). Наряду с рекомендуемой габаритной высотой проезда издание содержит, в частности, инструкции о разметке воздушных линий электропередачи на местности и нанесении их на карты. Рекомендации касаются как судоходных трасс, так и других водных пространств, пригодных для навигации и плавания судов.

В вопросах, связанных с воздушными линиями электропередачи, Морская администрация Финляндии сотрудничает с региональными подразделениями.»

##### 1.2 Обозначения воздушной линии электропередачи

Обозначение воздушных линий электропередачи, пересекающих водоемы и ограничивающих движение водного транспорта, осуществляется на местности с помощью навигационных знаков. Морская администрация выражает свое мнение о необходимости установки обозначений в резолюциях о строительстве и габаритной высоте воздушной линии электропередачи.

Опознавательным знаком воздушной линии электропередачи на местности является изображение молнии. Наряду с ним используется знак «Ограничения высоты проезда», на котором указана допустимая габаритная высота в метрах. На знаке может быть указано также направление его действия.

Знак «Ограничение габаритной высоты проезда» устанавливается над знаком, изображающим воздушную линию электропередачи. Если на участке нет фарватера общего пользования, то знаки допускается устанавливать относительно направления движения либо с правой стороны, либо по обеим сторонам фарватера в точке пересечения линией электропередачи водной магистрали или главного фарватера.

Знак «Ограничение габаритной высоты проезда» может быть установлен прямо на воздушной линии электропередачи. В таком случае знак воздушной линии электропередачи не устанавливается.

Знаки устанавливаются так, чтобы они были хорошо заметны с приближающихся судов, и чтобы судно смогло своевременно развернуться или остановиться.

За издержки по установке и обслуживанию знаков отвечают владелец воздушной линии электропередачи и установщик.»

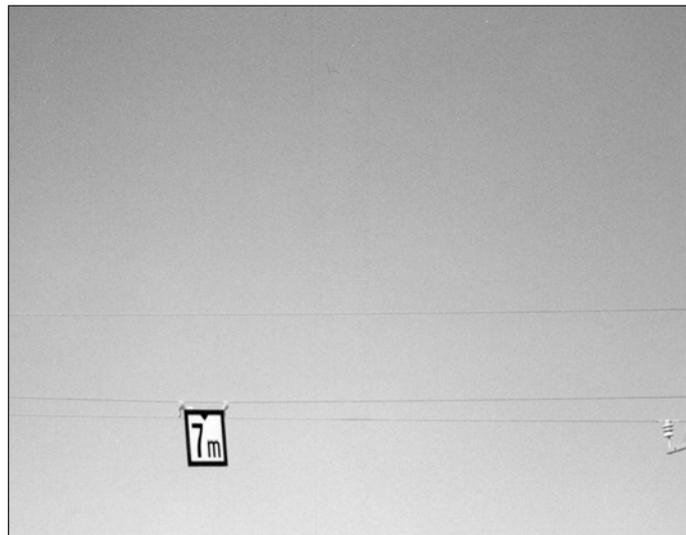


Рисунок 432. Информационный знак может быть установлен прямо на провод, проходящий над водной магистралью.

### 1.3 Извещения

Строитель воздушной линии электропередачи должен представить Морской администрации, в частности, следующие извещения:

- предварительное извещение о начале строительных работ по воздушной линии электропередачи и графике строительства
- извещения в процессе производства строительных работ, например, об ограничениях движения транспорта
- извещение о завершении строительства воздушной линии электропередачи на бланке, представленном в приложении 1 к инструкциям, передаваемом региональному подразделению Морской администрации.»

### 25.5. Воздушная линия электропередачи вблизи зоны отдыха

Для зон отдыха, к которым относятся игровые площадки, спортивные стадионы и пр., существуют отдельные требования к расстояниям воздушных линий электропередачи. Эти требования касаются напряжения 1 – 45 кВ.

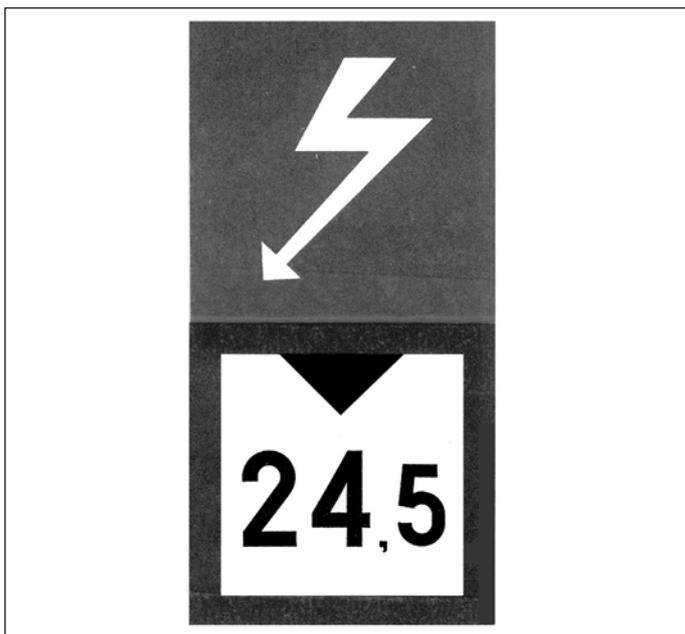


Рисунок 431. Информационный знак, установленный на берегу.

Таблица 42. Минимальные расстояния в зонах отдыха в соответствии с таблицей 5.4.5.5 стандарта SFS-EN 50423-1.

Зона отдыха	Неизолированный провод или PAS	Воздушный кабель
Над спортивной зоной	7,6 m	7,0 m
Над наивысшим уровнем плавательного бассейна	8,6 m	8,0 m
Верхнее расстояние до допускаемого габарита плавсредств	1,6 m	1,0 m
Верхнее расстояние до спортивного и пр. оборудования	3,6 m	3,0 m
Расстояние по горизонтали до всех указанных выше объектов	3,6 m	3,0 m

# 26. КОНСТРУКЦИИ ОБЩИХ ОПОР

## 26.1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Общие опоры широко используются электроэнергетическими и телекоммуникационными предприятиями для сооружения электрических и телекоммуникационных линий на участках недвижимости.

Популярность общих опор значительно возросла после появления возможности для установки проводов высокого напряжения и телекоммуникационных проводов на совместные опоры.

Исчезновение в сельской местности проводных телекоммуникационных сетей сокращает использование общих опор. Основная часть общих опор используется сегодня для прокладки проводов распределительной сети разного напряжения.

Современные конструкции общих опор выполнены в соответствии с «Нормативными требованиями к воздушным линиям электропередачи сильного тока А4-93». Новые стандарты воздушных линий электропередачи вносят незначительные изменения в ранее сложившуюся практику, поскольку в них сказано, что конструкции общих опор определены национальными нормами, которые в основном соответствуют требованиям «ВИМ 4-93». В данном учебнике конструкции общих опор рассмотрены вначале на основании требований «ВИМ 4-93», а затем в отдельном пункте представлены требования стандартов воздушных линий электропередачи.

В тексте данного учебника автор пользуется соответствующим современной практике выражением «телекоммуникационная линия» вместо «линии слабого тока», используемого в «ВИМ».

## 26.2. Конструкции общих опор в соответствии с «ВИМ А4-93»

### 26.2.1. Общая информация

П.4 ст. 43 Правил по технике безопасности электрических работ: «При совместной подвеске проводов разных систем или электрических цепей на общих опорах, необходимо обеспечить исключение опасности, исходящей от этих опор.»

В случае совместной подвески на общие опоры проводов, за обслуживание и техническое состояние которых отвечают разные владельцы, порядок использования общих опор согласуется в письменной форме.

Прибавка по напряжению и обязательный воздушный промежуток для разных напряжений указаны выше в таблице 35 («ВИМ», таблица 3.1-1).

### 26.2.2. Линия электропередачи высокого напряжения/ линия электропередачи высокого напряжения

#### Расположение

Минимальное расстояние от одного неизолированного провода до другого неизолированного провода должно составлять при нормальных погодных условиях и нагрузке не менее 1,5 м + прибавка на напряжение.

В представленной ниже таблице указано минимальное расстояние между неизолированными проводами воздушной линии электропередачи высокого напряжения, а также от неизолированного провода ВЛ высокого напряжения до подвешенного провода ВЛ высокого напряжения на общей опоре:

Таблица 43. («ВИМ», таблица 4.4-1.)

1	2
Линия электропередачи высокого напряжения	Расстояние м
< 1 кВ неизолированный провод	1,50
>1...10 кВ " "	1,62
20 кВ " "	1,72
30 кВ " "	1,82
45 кВ " "	1,98
110 кВ " "	2,40
220 кВ " "	3,00
400 кВ " "	4,40

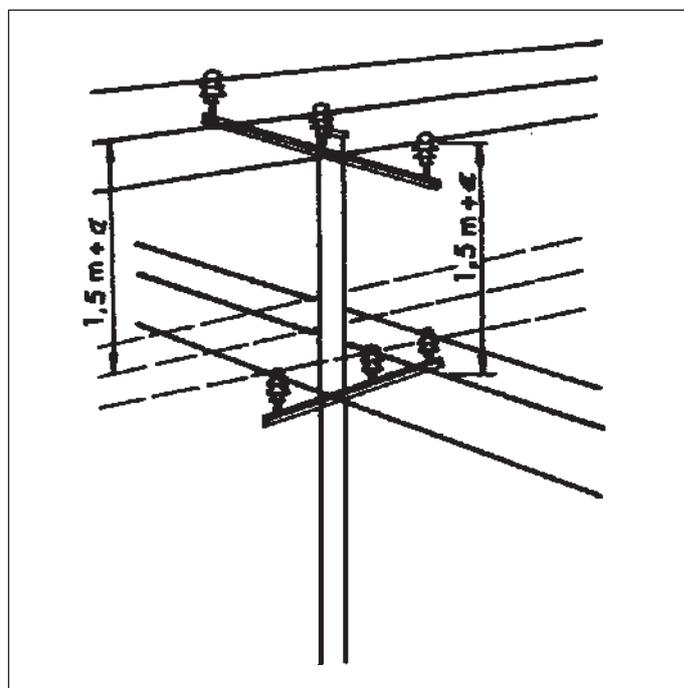


Рисунок 433. Общая опора – неизолированный провод ВЛ высокого напряжения/ неизолированный провод ВЛ высокого напряжения («ВИМ», рисунок 4.4-1 а).

Расстояние между точками подвески однонаправленных проводов с одинаковым напряжением должно равняться 1,15 кратному расчетному расстоянию между фазами, и проводов с разным напряжением - 1,5 кратному расчетному расстоянию между фазами.

Расстояние между подвесными проводами не нормируются, но при необходимости оно должно быть достаточным, чтобы не происходило механического повреждения проводов.

Рекомендуемая (естественная) последовательность проводов при совместной подвеске на общих опорах сверху вниз:

- неизолированный провод ВЛ высокого напряжения
- неизолированный провод ВЛ низкого напряжения
- подвесной провод.

**Конструкция**

В случае размещения на общей опоре неизолированного провода ВЛ напряжением 110 кВ и выше верхний провод должен быть усиленным.

В случае отсутствия на общей опоре неизолированного провода ВЛ напряжением 110 кВ и выше механическая прочность верхнего провода должна быть, по крайней мере, равной механической прочности нижнего провода.

При расчете нагрузки опоры должны учитываться все нагружающие ее провода.

**26.2.3. Линия электропередачи высокого напряжения / линия электропередачи низкого напряжения**

**Расположение**

Неизолированный провод ВЛ высокого напряжения должен располагаться выше неизолированного провода ВЛ низкого напряжения и подвесного провода ВЛ низкого напряжения..

Подвесной провод ВЛ высокого напряжения должен располагаться выше неизолированного провода ВЛ низкого напряжения.

Правильная последовательность монтажа сверху вниз:

- неизолированный провод ВЛ высокого напряжения
- подвесной провод ВЛ высокого напряжения
- неизолированный провод ВЛ низкого напряжения
- подвесной провод ВЛ низкого напряжения.

При совместной однонаправленной подвеске на общих опорах провода ВЛ высокого напряжения и неизолированного провода ВЛ низкого напряжения или же при их установке на общей перекрестной опоре минимальное расстояние между проводами при нормальных погодных условиях и нагрузках должно составлять не менее 1,5 м + прибавка на напряжение. Если гололедная нагрузка действует только на верхний провод, то минимальное расстояние между неизолированным проводом ВЛ напряжением 20 кВ и проводом ВЛ низкого напряжения должно составлять 0,35 м («ВИМ», таблица 4.4-3.).

В представленной ниже таблице указаны минимальные расстояния рабочего проводника ВЛ высокого напряжения и подвесного провода ВЛ высокого напряжения до провода ВЛ низкого напряжения на общих опорах:

Таблица 44 («ВИМ», таблица 4.4-2.).

1	2	3
Провод высокого напряжения	Провод низкого напряжения	Расстояние, м
1 кВ неизолированный провод ВЛ	Неизолированный провод или подвесной провод	1,50
>1...10 кВ неизолированный провод ВЛ	"	1,62
20 кВ " "	"	1,72
30 кВ " "	"	1,82
45 кВ " "	"	1,98
110 кВ " "	"	2,40
220 кВ " "	"	3,00
400 кВ " "	"	4,40
Подвесной провод	Неизолированный провод	1,00
Подвесной провод	Подвесной провод	0,30

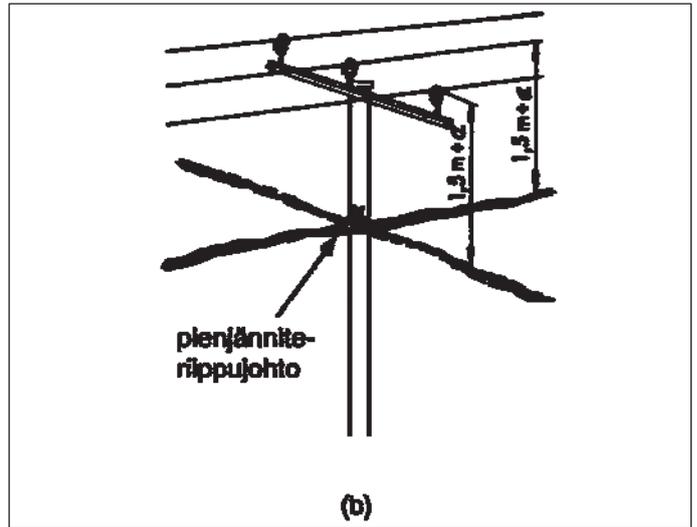


Рисунок 434. Неизолированный провод ВЛ высокого напряжения / провод АМКА («ВИМ», рисунок 4.4-2. b).

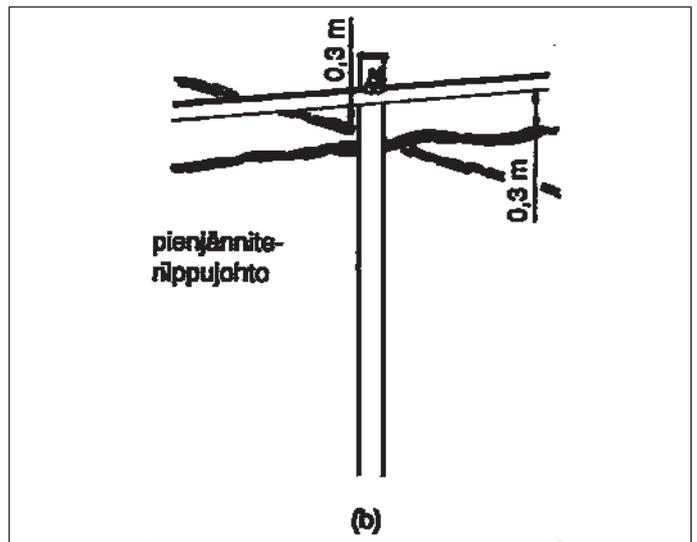


Рисунок 435. Общая опора для подвесного провода ВЛ высокого напряжения и провода АМКА («ВИМ», рисунок 4.4-3. b).

Расстояние от подвесного провода ВЛ высокого напряжения до провода ВЛ низкого напряжения при нормальных погодных условиях и нагрузке должно составлять не менее 1 м и до подвесного провода ВЛ низкого напряжения – не менее 0,3 м.

#### Конструкция

Провод высокого напряжения должен быть усиленным.

При расчете опоры должны быть учтены все нагружающие ее провода.

Защитное заземление токоведущих частей и предотвращение перемещения напряжения по опоре из одной системы в другую устанавливаются к конструкциям особые требования.

Обратите внимание на то, что минимальные размеры – это не монтажные размеры, т.к. в силу различных провесов проводов в пролетах монтажные размеры на опорах должны быть больше минимальных размеров.

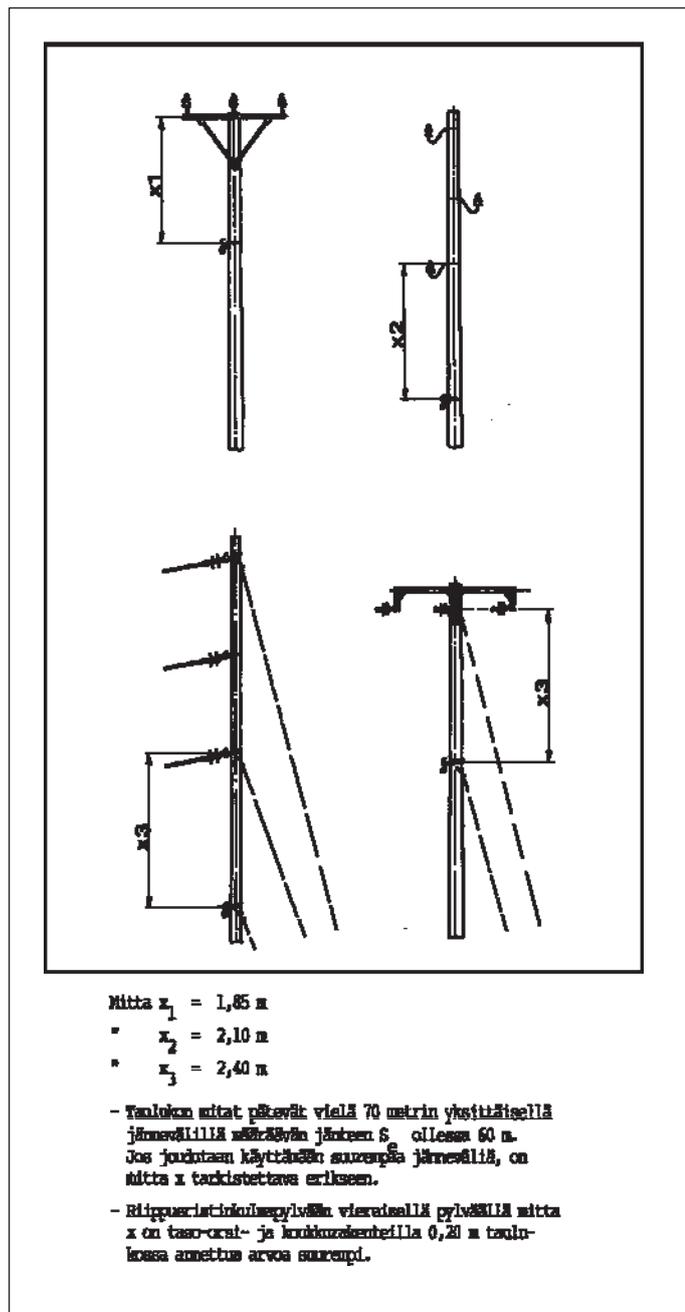


Рисунок 436. Пример монтажных размеров при подвеске изолированного провода ВЛ напряжением 20 кВ и провода АМКА на общую опору.

#### 26.2.4. Линия высокого напряжения / телекоммуникационная линия (подвесной телекоммуникационный кабель)

##### Указания

Указания, касающиеся установки проводов воздушной линии электропередачи высокого напряжения и телекоммуникационного кабеля на общей опоре, представлены в «Рекомендациях для электросети YJ 1:08».

##### Расположение

Провод высокого напряжения должен находиться выше провода слабого тока.

Мачтовая трансформаторная подстанция может использоваться только в качестве конструкции общей опоры для обслуживаемой ее линии слабого тока..

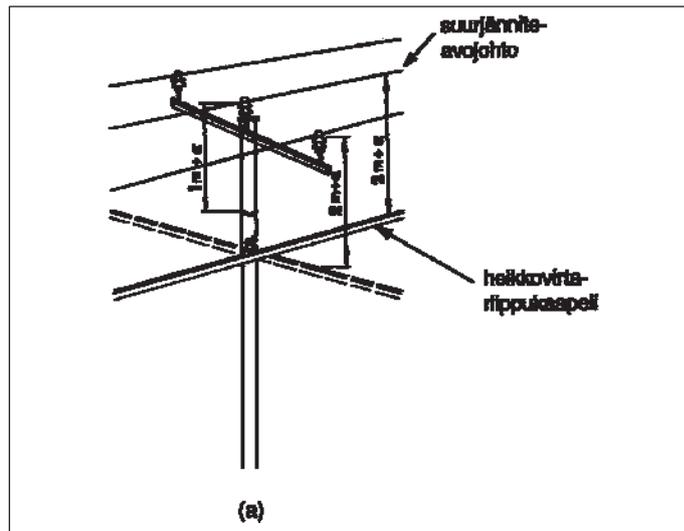


Рисунок 437. Общая опора для совместной подвески изолированного провода ВЛ высокого напряжения и подвесного телекоммуникационного кабеля («VIM», рисунок 4.4-4 а).

При однонаправленной подвеске на общих опорах изолированного провода ВЛ высокого напряжения и подвесного кабеля слабого тока или установке их на общей перекрестной опоре минимальное расстояние между указанными проводами при нормальных погодных условиях и нагрузке должно составлять не менее 2 м + прибавка по напряжению. Минимальное расстояние между точками подвески однонаправленных проводов должно равняться 1,5-кратному расчетному расстоянию между фазами.

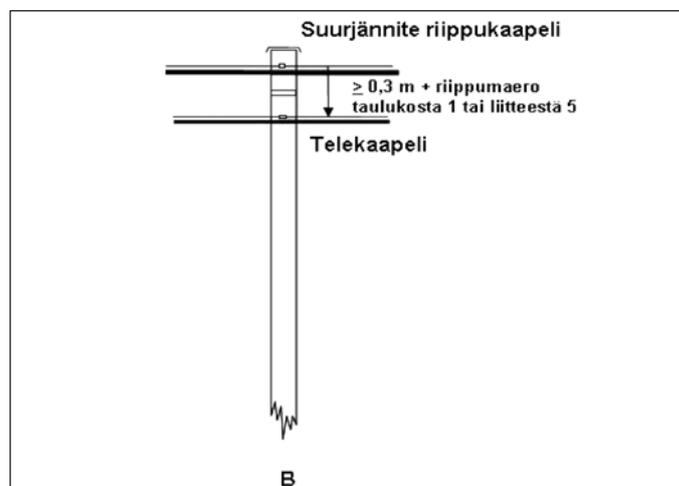


Рисунок 438. Общая опора для подвесного провода высокого напряжения и телекоммуникационного провода (YJ1:08, приложение 7 B).

Расстояние от подвешенного провода высокого напряжения до подвешенного кабеля слабого тока при нормальных погодных условиях и нагрузке должно составлять не менее 0,3 м.

В представленной ниже таблице указано минимальное расстояние от провода высокого напряжения до подвешенного кабеля слабого тока на общей опоре:

Таблица 45 («ВИМ», таблица 4.4-5.).

1	2
Провод высокого напряжения	Расстояние, м
Подвесной провод	0,30
1 кВ неизолированный провод ВЛ	2,00
>1...10 кВ неизолированный провод ВЛ	2,12
20 кВ " "	2,22
30 кВ " "	2,32
45 кВ " "	2,48
110 кВ " "	2,90
220 кВ " "	3,50
400 кВ " "	4,90

#### Предупреждающее кольцо

На общую опору устанавливается охватывающее весь диаметр опоры желтое предупреждающее кольцо шириной не менее 20 мм. Кольцо крепится под нижней токоведущей частью провода высокого напряжения на расстоянии по вертикали не менее 1 м + прибавка по напряжению.

Место расположения предупреждающего кольца на воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ с неизолированными проводами при совместном монтаже с подвесным кабелем слабого тока на общей опоре может быть, например, на расстоянии 2 м ниже токоведущей части. В таком случае предупреждающее кольцо устанавливается над подвесным кабелем слабого тока (2,22 м), оставляя свободное место для провода АМКА, в силу чего исчезает потребность для установки двух предупреждающих колец. Если провод высокого напряжения является подвесным, маркировка наносится непосредственно под ним или на нем. Общие опоры должны быть также оснащены предупредительным плакатом «Опасно для жизни».

В представленной ниже таблице указано минимальное вертикальное расстояние предупреждающего кольца до нижней токоведущей части неизолированного провода высокого напряжения:

Таблица 46 («ВИМ», таблица 4.4-6.).

1	2
Провод высокого напряжения	Расстояние, м
1 кВ неизолированный провод	1,00
>1...10 кВ неизолированный провод ВЛ	1,12
20 кВ " "	1,22
30 кВ " "	1,32
45 кВ " "	1,48
110 кВ " "	1,90
220 кВ " "	2,50
400 кВ " "	3,90

#### Ракенне

Suurjännitejohto on yleensä rakennettava varmen- netuksi johdoksi siitä osalta, jolla yhteispylväsrakennetta käytetään.

Yhteispylväsrakenteen käytöstä on sähköyritysten ja puhelinyritysten tehtävä keskenään kirjallinen sopi- mus, jossa määritellään yritysten välinen työnjako tele- kaapeleita suurjännitepylväisiin kiinnitettäessä ja johtoja huollettaessa.

#### 26.2.5. Pienjännitejohto/pienjännitejohto

##### Sijainti

Avojohtojen johtimien lyhimmän etäisyyden toisen avo- johdon johtimesta ja riippujohtoista on oltava sää- ja kuormatiloissa vähintään 0,4 m.

Tällöin edellytetään lisäksi, että yhdensuuntaisesti kiinnitetyt johdot kuuluvat samaan järjestelmään tai niiden käyttömaadoitetut PEN- johtimet on yhdistetty toisiinsa.

Ellei edellä mainittu ehto ole täytetty, on johtimien etäisyyden oltava 1 m.

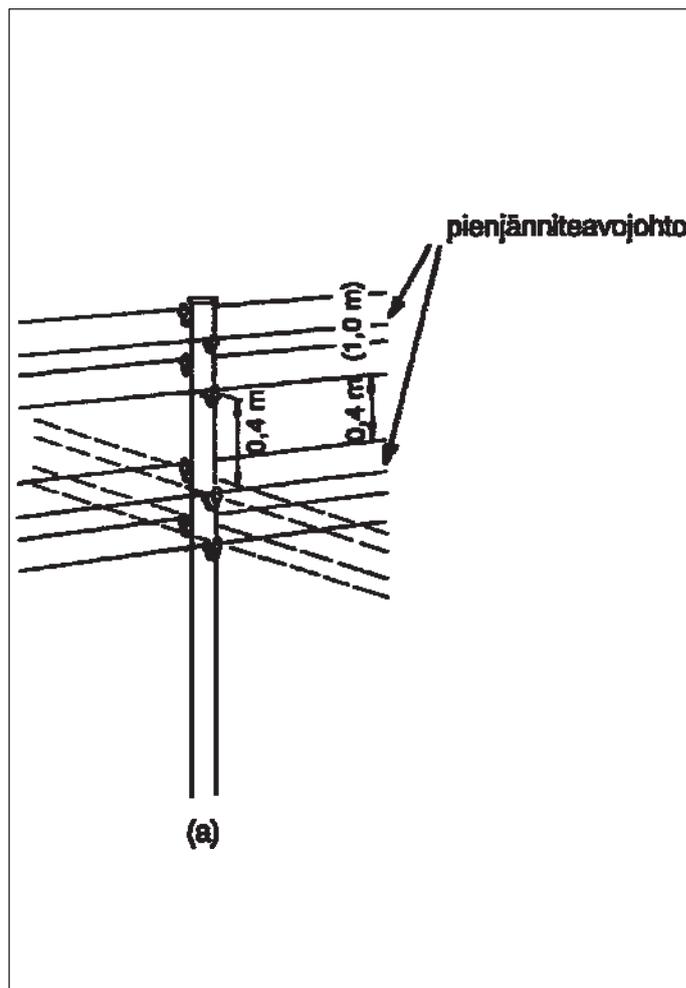


Рисунок 439. Монтаж двух неизолированных проводов ВЛ низкого напряжения на общей опоре (ВИМ 4.4-5. а).

Требования не устанавливают ограничений для расстояния между подвесными проводами, но провода должны находиться на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы не происходило их повреждения. Рекомендуемое расстояние составляет 0,3 м.

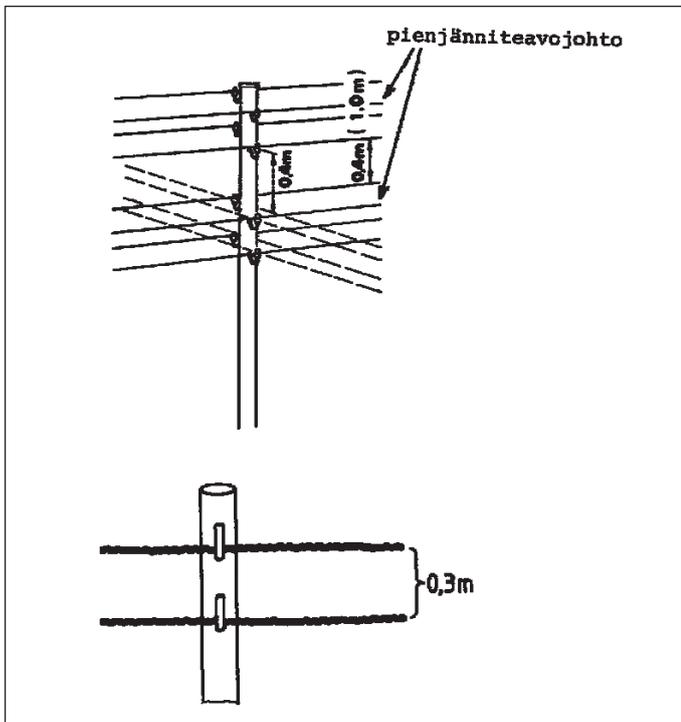


Рисунок 440. Монтаж двух проводов АМКА на общей опоре.

#### Конструкция

Неизолированный провод ВЛ, проходящий над другим проводом или рядом с ним, должен быть усиленным на участке конструкции общей опоры.

Если провода образуют одну систему или их провода PEN соединены друг с другом, усиления не требуется.

#### Конструкция

На участке общей опоры неизолированный провод ВЛ низкого напряжения должен быть усилен.

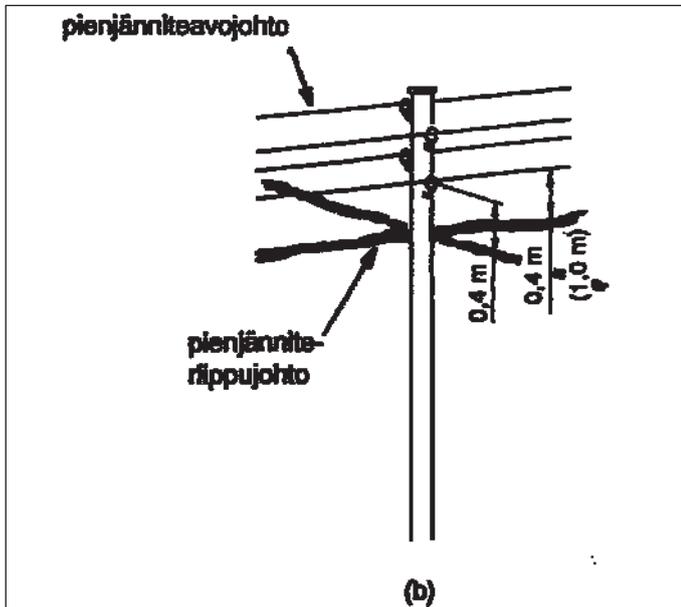


Рисунок 441. Монтаж неизолированного провода ВЛ низкого напряжения и провода АМКА на общей опоре (ВИМ, рисунок 4.4-5 b).

### 26.2.6. Провод ВЛ низкого напряжения / телекоммуникационный провод

#### Расположение и общие требования

Телекоммуникационным воздушным проводом может быть только подвесной телекоммуникационный кабель. Неизолированный провод ВЛ низкого напряжения запрещено устанавливать под проводом слабого тока.

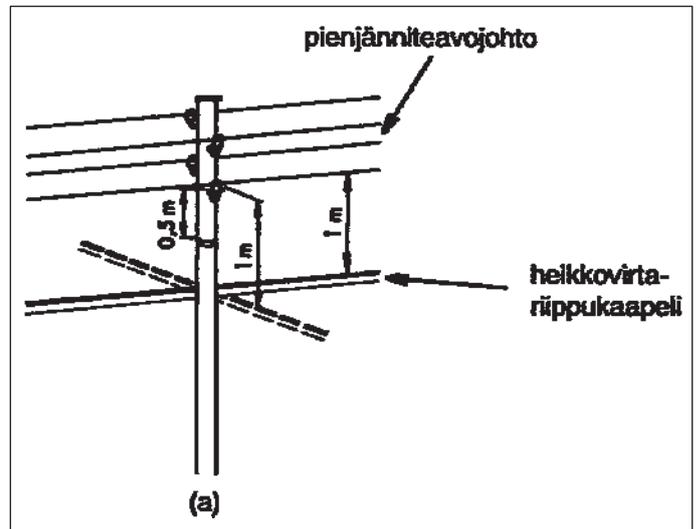


Рисунок 442. Монтаж неизолированного провода ВЛ низкого напряжения и телекоммуникационного провода на общей опоре (ВИМ 4.4-6. а).

Усиления не требуется в случае, если несущий трос телекоммуникационного кабеля или его возможная защитная оболочка имеют защитное заземление (занулены) или кабель покрыт прочным изоляционным слоем.

Минимальное расстояние между неизолированным проводом ВЛ низкого напряжения и подвесным телекоммуникационным кабелем при нормальных погодных условиях и нагрузках должно составлять не менее 1 м.

Минимальное расстояние между подвесным проводом низкого напряжения и подвесным телекоммуникационным кабелем при нормальных погодных условиях и нагрузках должно составлять не менее 0,3 м.

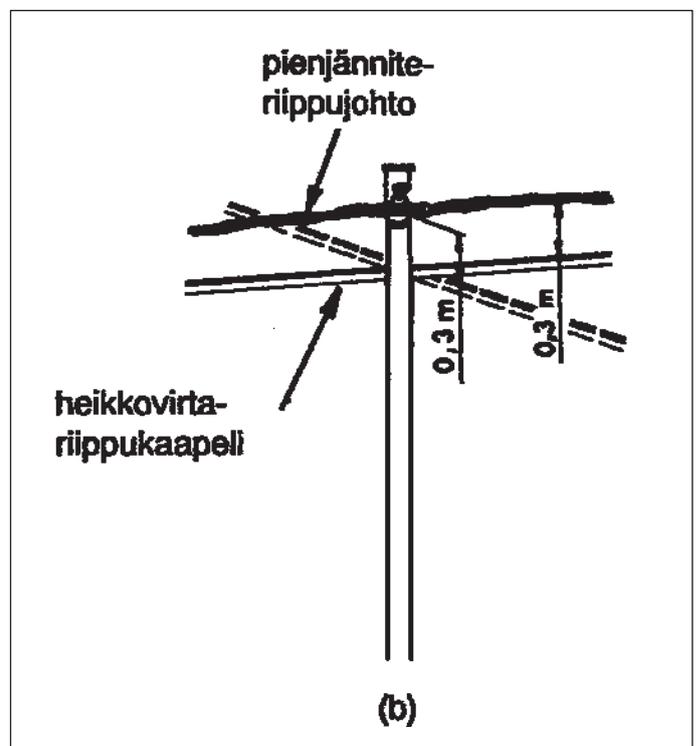
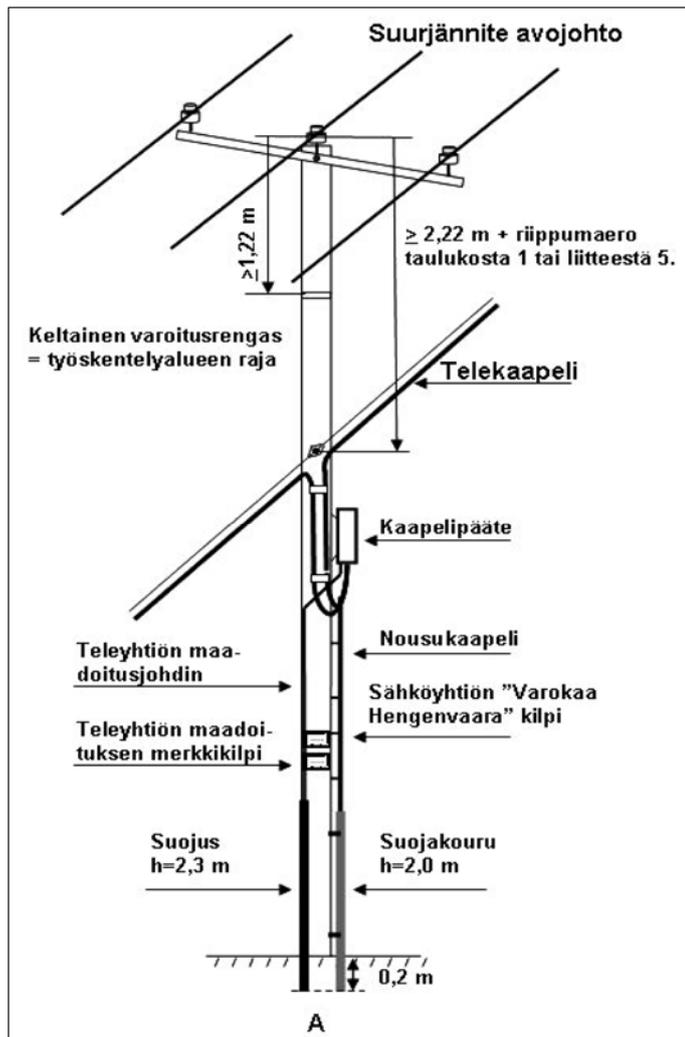


Рисунок 443. Монтаж провода АМКА и подвесного телекоммуникационного провода на общей опоре (ВИМ 4.4-6. b).

Даже в случае усиления провода рекомендуется пользоваться защитным заземлением (занулением) голый оболочки или несущего троса.



#### Предупреждающее кольцо

Вокруг общей опоры крепится полностью весь диаметр опоры охватывающее желтое предупреждающее кольцо шириной не менее 20 мм.

Место расположения:

- на неизолированном проводе ВЛ низкого напряжения - на расстоянии 0,5 м ниже нижней арматуры изолятора;
- на подвешенном проводе низкого напряжения - непосредственно под проводом.

Место монтажа телекоммуникационного кабеля

Т.к. монтажные значения телекоммуникационных проводов отличаются от соответствующих значений проводов низкого напряжения, нужно тщательно проследить за тем, чтобы обязательные расстояния между проводами сохранялись также в середине пролетов.

В представленной ниже таблице 47 указаны монтажные расстояния в соответствии с «Рекомендациями для электросети», обеспечивающие достаточные расстояния также в середине пролета.

Минимальное расстояние от телекоммуникационного провода до неизолированного провода ВЛ низкого напряжения рассчитывается на основании значения опоры низкого напряжения таблицы, к которому прибавляется 0,60 м.

#### 26.2.7. Sähkö- ja teleyritysten pylväiden yhteis- käyttö

Edellä esitettyjen pienjännitejohtojen ja heikkovir- tajohtojen yhteispylväs rakenteiden käytön mahdollis- tamiseksi sähköverkonhaltija ja teleyritykset tekevät kes- kenään pylväiden yhteiskäyttösopimuksia. Sopimuksen tarkoituksena on edistää pylväiden yhteiskäyttöä sopimus- puolten toimialueilla siten, että saavutetaan teknisesti ja taloudellisesti sekä maiseman suojelun kannalta mahdolli- simman edullinen tulos.

Sähkö- ja televerkostojen yhteistyöneuvottelukunta tekee suositukset yhteiskäytölle. Yhteiskäytön uusimmat ohjeet on esitetty Verkostosuosituksessa YJ 1:08.

Рисунок 444. Предупреждающее кольцо и другие обозначения на общей опоре (YJ 1:08, приложение 7 А.).

Таблица 47. Рекомендации для электросетей YJ 1:08, таблица 1.

	Расстояние от телекоммуникационного провода до провода низкого и высокого напряжений в точке подвеса на опоре (концевая муфта для подвесных кабелей 120 мм <sup>2</sup> , неизолированных проводов ВЛ А1 132 и PAS 150. Но не для проводов блл, см. приложение 5)			
Максимальное расстояние между опорами	если на опоре низкого напряжения или на I опоре подвесного кабеля высокого напряжения предусмотрено место для дополнительного провода АМКА	если на опоре низкого напряжения или на I опоре подвесного кабеля высокого напряжения не предусмотрено место для дополнительного провода АМКА	если на опоре для неизолированного провода ВЛ высокого напряжения или провода PAS предусмотрено место для дополнительного провода АМКА	если на опоре для неизолированного провода ВЛ высокого напряжения или провода PAS не предусмотрено место для дополнительного провода АМКА
40 м	1,0 м	0,7 м	3,1 м	2,8 м
50 м	1,1 м	0,8 м	3,1 м	2,8 м
60 м	1,3 м	1,0 м	3,2 м	2,9 м
70 м	1,5 м	1,2 м	3,3 м	3,0 м

## JOHTOJEN SIOJTTAMINEN PJ-YHTEISPYLVÄÄLLÄ

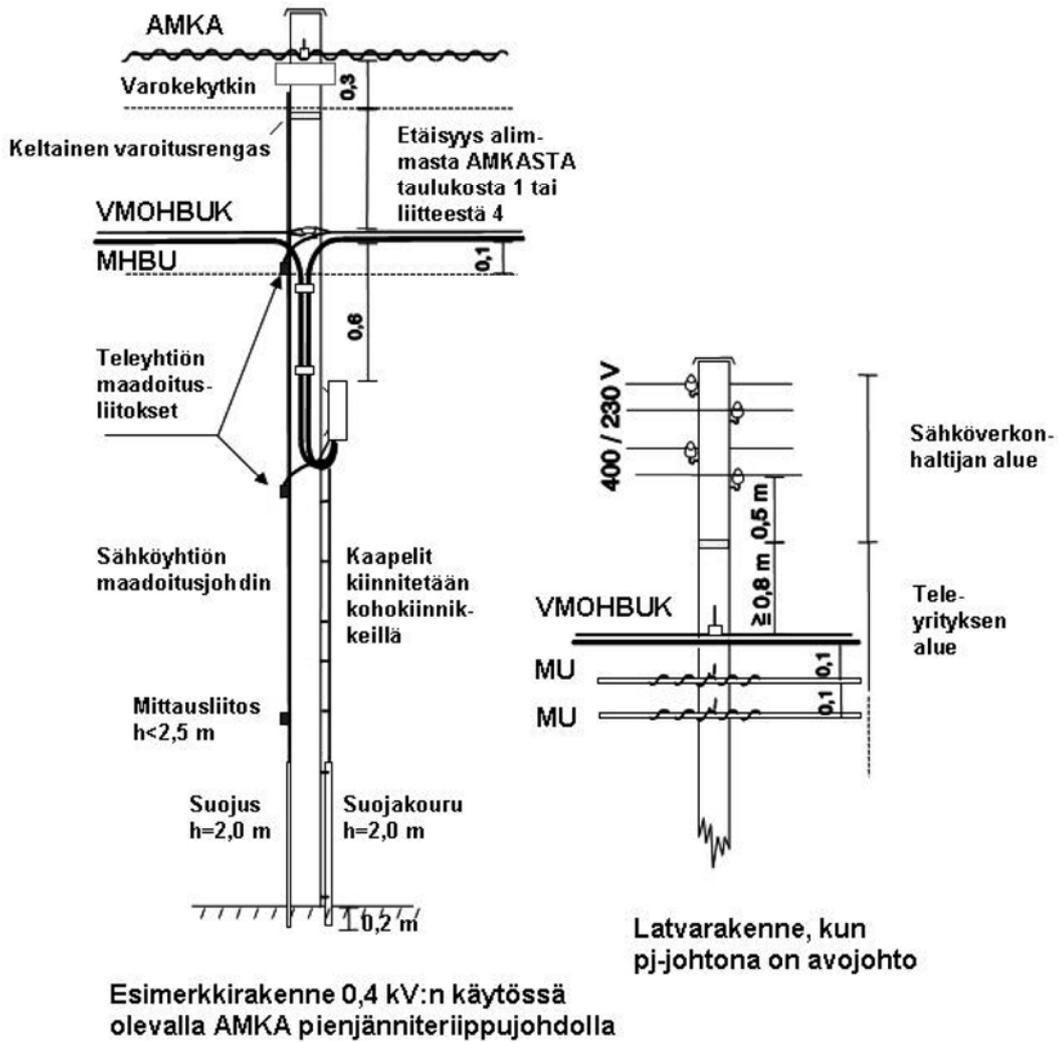


Рисунок 445. Расположение проводов на общей опоре низкого напряжения («Рекомендации для электросети УЈ 1:08», приложение 6).

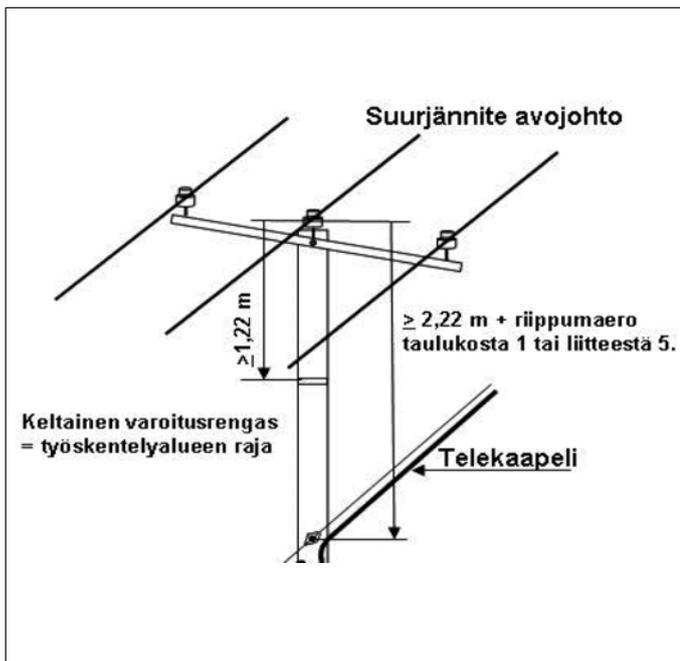


Рисунок 446. Расположение проводов на общей опоре высокого напряжения («Рекомендации для электросети УЈ 1:08», приложение 7, часть А).

### 26.2.8. Совместное заземление электрической и телекоммуникационной сетей

Под совместным заземлением понимается способ заземления, при котором в телекоммуникационной сети и сети низкого напряжения применяется совместный заземлитель (электрод) или расположенные рядом с обеими сетями заземлители соединены между собой.

Целью совместного заземления является уменьшение разницы потенциала, возникающего при атмосферных перенапряжениях, и избежание строительства лишних заземлителей. Создание совместного заземления, отвечающего требованиям электрической и телекоммуникационной сетей, возможно также после подключения. Заземляемые конструкции или соединяемые отдельные заземлители могут находиться на участке совместного пользования или на разных линиях на расстоянии не более двух опорных пролетов или прим. 100 м друг от друга.

**ВНИМАНИЕ!**

ЗАЗЕМЛИТЕЛИ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ СЕТЕЙ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ, НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ. Тогда как совместные заземления высоковольтной и низковольтной сетей распределения электроэнергии могут применяться также для совместного заземления телекоммуникационной сети и сети распределения электроэнергии.

В соответствии с постановлением «43 С/2004 М» Департамента связи в совместном заземлении телекоммуникационной сети и сети низкого напряжения допускаются напряжения заземления, разрешенные для заземления сети низкого напряжения, вызываемые устройством высокого напряжения, в соответствии с правовыми актами, изданными на основании Закона по технике безопасности электрических работ.

Относительно совместного заземления всегда составляется договор. Детальные инструкции представлены в «Рекомендациях для электросети YJ 1:08».

В договоре о совместном использовании опор определяются условия, на основании которых каждое предприятие вправе пользоваться опорами другого предприятия с целью монтажа своих передаточных линий.

Перед производством монтажа потребитель должен связаться с владельцем для согласования условий применения общих опор и устанавливаемого на них оборудования.

Информация по переносу и демонтажу общих опор, а также установке на них оттяжек должна отражаться в журнале указанных работ. Для передачи извещений используются согласованные электронные бланки, отправляемые в заполненном виде на согласованный адрес электронной почты.

## Liite 9

1. YHTEISKÄYTTÖPYLVÄÄN HAKEMUS-, ILMOITUS- TAI PURKUTAPAHTUMA				
Käyttäjä tai tämän edustajan antaa tiedot tähän				
Omistaja		Käyttäjä		Päivämäärä
Tapahtumatiedot:		suurjännitepylväs (5-20kV): kiinnitys	kpl, purku	kpl
- pylvään tyyppi		pienjännitepylväs (≤ 1 kV): kiinnitys	kpl, purku	kpl
- tapahtumatyyppi		katuvalopylväs: kiinnitys	kpl, purku	kpl
- pylvääsmäärä		telepylväs: kiinnitys	kpl, purku	kpl
Korvaus suoritetaan	kpl pylväältä	Korvausta ei suoriteta	kpl pylväältä	
Kaapelityyppi		Lisätiedot		
Aluejako tai Kunta		Keskusalue	Verkkokartta on	<input type="checkbox"/>
Tie- tai katuosoite				
Laatijan sähköpostiosoite			Laatijan puh.numero	
<p><b>Varoitusrenkaan ja kaapelikiinnityksen etäisyys</b> eristinvarustuksesta asennetaan Sähkö- ja televerkostojen yhteistyöneuvottelukunnan STYNK:n suositusten mukaisesti, jos toisin ei sovi.</p> <p><b>Ilmoitettavilla tapahtumilla tarkoitetaan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- muun tahon omistaman pylvään yhteiskäyttöä, jossa ei ole ennestään Käyttäjän omistamia kaapeleita/johtoja.</li> <li>- yhteiskäytön lopettamista eli viimeisen Käyttäjän omistaman kaapelin/johdon purkamista muun tahon omistamasta pylväästä.</li> <li>- Omistajan omistaman pylvään yhteiskäyttöä muun tahon toimesta.</li> </ul> <p>Tapahtumatietoon tulee aina liittää pylvään sijaintitieto (verkkokartta). Yhteiskäyttöpylvään siirto, jossa lukumäärä pysyy ennallaan, ei ole ilmoitettava tapahtuma. Tapahtumatieto lähetetään osoitteeseen: esimerkiksi: <a href="mailto:yhteiskayttopylvaat@kayttaja.fi">yhteiskayttopylvaat@kayttaja.fi</a></p>				

Рисунок 447. Контактный бланк для передачи информации при использовании общих опор (YJ 1:08, приложение 9, часть 1).



Рисунок 448. Маркировка совместного заземления опор (YJ1:08 7.3).

### 26.2.9. Инструкция по технике безопасности труда на общих опорах

УJ 1:08, часть 2 содержит инструкции по технике безопасности труда на общих опорах. В инструкциях особенно подчеркивается требование о наличии подготовки в области безопасности труда также у монтажников, устанавливающих телекоммуникационные провода на общие опоры. Специалисты-электрики должны при выполнении работ на общих опорах избегать повреждения телекоммуникационных проводов и понимать ущербы и помехи, возникающие при обрыве связи.

### 26.2.10. Провод сильного тока и механический провод

Подвесной провод низкого напряжения, питающий только оборудование механической линии, допускается устанавливать на опорах механической линии. Расстояние до элементов механического провода должно составлять не менее 0,3 м (не касается опоры). Механическим проводом является, например, тянущий трос лыжного подъемника.

В других случаях для крепления высоковольтного провода воздушной линии электропередачи к опорам механической линии, например, к конструкциям лыжного подъемника, необходимо получить разрешение Управления технологической безопасности Финляндии.

### 26.3. Конструкции общих опор в соответствии со стандартами воздушных линий электропередачи

#### 26.3.1. Общая информация

В настоящей главе рассматриваются инструкции стандартов воздушных линий электропередачи в части конструкций совместного применения в распределительной сети.

Значения минимально допустимого воздушного расстояния  $D_{el}$  для разных напряжений указаны в таблице 5.4/FI.1 стандарта воздушных линий электропередачи и в таблице 23 настоящего учебника.

#### 26.3.2. Инструкции для конструкций общих опор в соответствии со стандартом SFS-EN 50341

Прочие линии электропередачи или воздушные телекоммуникационные линии.

Соответствующие стандарту SFS-EN 50341 «Минимальные расстояния до других линий электропередачи или телекоммуникационных линий» указаны в таблице 5.4.5.4 стандарта.

##### «FI.1 Пересечение проводов

Расстояние от нижних жил верхнего провода до любых элементов нижнего провода высокого и низкого напряжения, телекоммуникационного или механического провода должно составлять не менее  $1,5 \text{ м} + D_{el}$ , где  $D_{el}$  рассчитывается на основании наивысшего напряжения.

---

FI.2 Конструкция общей опоры для параллельно установленных проводов

---

Расстояние между фазными проводниками разных электрических цепей должно составлять не менее  $1,5 \text{ м} + D_{el}$ . Размер  $D_{el}$  выбирается на основании наивысшего напряжения.

---

Расстояния между подвесными кабелями не ограничены. Но при необходимости кабели должны размещаться отдельно друг от друга с целью предотвращения механического повреждения и отвода избыточного напряжения заземления.

FI.3 Конструкция общей опоры для параллельно установленных проводов высокого и низкого напряжения

Провод низкого напряжения ( $\leq 1 \text{ кВ}$  переменного напряжения) должен быть изолирован. Обычно используется скрученный воздушный кабель.

Расстояние между фазными проводниками проводов высокого и низкого напряжения должно составлять не менее  $1,5 \text{ м} + D_{el}$ .

---

Минимальное расстояние между креплениями изоляторов проводов высокого и низкого напряжений на деревянных опорах должно быть следующее:

Таблица 5.4.5.4/FI.1 – Обязательная длина участка древесины при высоком напряжении

Напряжение (кВ)	Длина участка древесины (м)
$\leq 45$	1,0
110	2,0
220	3,5
400	6,0

В случае невозможности исполнения данного требования, крепления изолятора неизолированного провода ВЛ высокого напряжения необходимо защитить заземлением, и минимальное расстояние между указанными выше элементами должно составлять не менее 100 мм.

Расстояние от подвесных кабелей высокого напряжения до провода низкого напряжения определяется отдельно для каждого проекта.

FI.4 FI.3 Конструкция общей опоры параллельных электрических и телекоммуникационных проводов

Если управляющие линии высокого напряжения и телекоммуникационной линии разные, то они составляют письменный договор, касающийся совместных конструкций.

Телекоммуникационный кабель должен быть оснащен заземленной цельной металлической оболочкой, стойкой к однофазному току замыкания на землю системы высокого напряжения.

Расстояние от рабочего провода ВЛ высокого напряжения до телекоммуникационного кабеля, закрепленного на общей опоре, должно составлять не менее  $2 \text{ м} + D_{el}$ .

---

Между кронштейнами для провода ВЛ высокого напряжения и телекоммуникационного провода, закрепленными на деревянной опоре, должен находиться участок древесины длиной, соответствующей требованиям пункта 5.4.5.4/FI.3.. В случае невозможности исполнения данного требования, крепления изолятора провода ВЛ высокого напряжения необходимо заземлить, и длина участка древесины между указанными выше элементами должна составлять не менее 100 мм.

Расстояние от подвесных кабелей до телекоммуникационного провода определяется в каждом случае отдельно.»

#### 26.3.3. Конструкции общих опор в соответствии со стандартом воздушных линий электропередачи низкого напряжения SFS 6003

##### «Конструкции общих опор

При расчете опоры, на которую установлены нескольких проводов (общая опора), необходимо учесть все нагружающие ее провода. В случае установки провода высокого напряжения и кабеля ВЛ низкого напряжения или содержащего металл телекоммуникационного кабеля на общую опору, провода линии высокого напряжения должны устанавливаться над кабелем низкого напряжения или содержащим металл телекоммуникационным кабелем.

В случае применения общей опоры для монтажа кабеля ВЛ низкого напряжения или содержащего металл телекоммуникационного кабеля, кабель ВЛ низкого напряжения должен устанавливаться над содержащим металл телекоммуникационным кабелем. В случае применения низковольтных кабелей с разным напряжением, имеющий более высокое напряжение кабель устанавливается выше.

Расстояния между проводами различных типов на общих опорах представлены в таблице 1. Размер  $D_{el}$  определяется на основании провода с наибольшим напряжением.

На общую опору с механическим проводом, например, с несущими тросами канатной дороги, допускается устанавливать только воздушные кабели низкого напряжения, питающие устройства, соединенные с данным механическим проводом.»

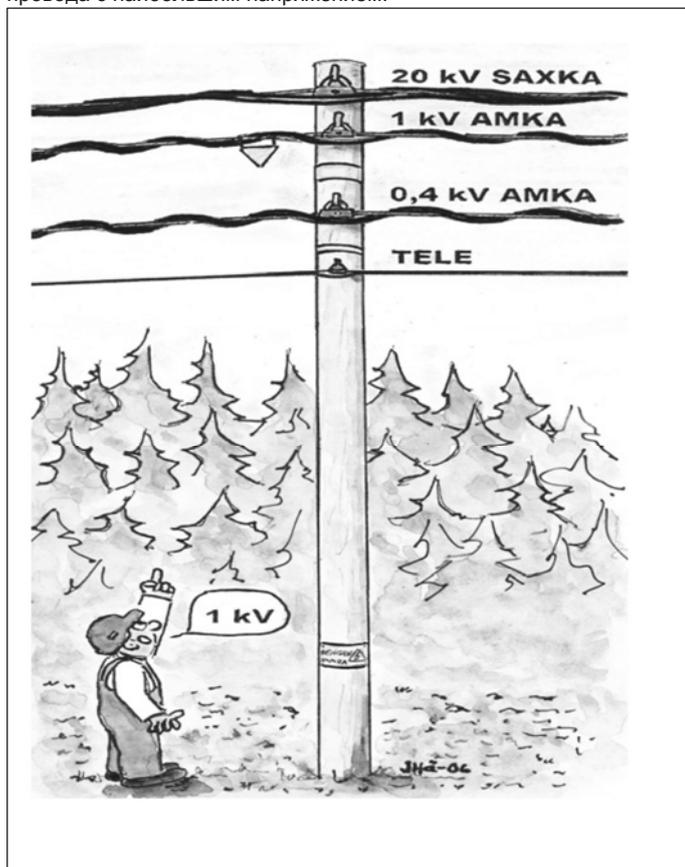


Рисунок 449. 20 кВ SAKKA/ 1 кВ AMKA /0,4 кВ AMKA /телекоммуникационный провод на общей опоре (УЈ7:06, рисунок 4).

Таблица 1. Расстояния, соблюдаемые на общей опоре

Провод с меньшим напряжением	Провод с большим напряжением			
	Неизолированный провод ВЛ высокого напряжения	Воздушный кабель высокого напряжения	Неизолированный провод ВЛ низкого напряжения	Воздушный кабель низкого напряжения
Воздушный кабель низкого напряжения	$1,5 \text{ m} + D_{el}$	0,3 m	0,4 m <sup>2)</sup>	3)
Телекоммуникационный кабель	4)	0,3 m	1,0 m	0,3 m

<sup>1)</sup> В воздушном кабеле высокого напряжения заземляется оболочка.

<sup>2)</sup> Провод PEN или защитные провода линий низкого напряжения соединены друг с другом.

<sup>3)</sup> Если низковольтные воздушные кабели имеют разное напряжение, расстояние между ними должно составлять не менее 0,3 м. Низковольтные воздушные кабели с одинаковым напряжением устанавливаются так, чтобы они не повреждали друг друга.

<sup>4)</sup> См. стандарт SFS-EN 50341, пункт 5.4.5.4 Fl.4.

# 27. ЛИНЕЙНЫЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛИ И РАЗЪЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПУНКТЫ

## 27.1. Общая информация

Линейные разъединители являются важной частью сети воздушных линий электропередачи напряжением 20 кВ. В зависимости от распределения и эксплуатационного назначения провода линейных выходов можно с помощью разъединителей разделить на приемлемые по размеру участки. Разъединители можно оснастить дистанционным управлением, что в случае неисправности и иных эксплуатационных нужд позволяет осуществлять дистанционное изменение режимов подключения сети, ускорять локализацию повреждений, сокращать их объемы и уменьшать преодолеваемые пешком дистанции при поиске неисправности.

## 27.2. Места отключений в разъединительном пункте при проведении оперативных и ремонтных работ

Необходимо обеспечить возможность для отключения линий электропередачи, поступающих в разъединительный пункт, на время его строительства и обслуживания. Современные методы работы под напряжением позволяют при необходимости предварительно создать нужные для установки разъединителей и разъединительных пунктов места с целью производства оперативных или ремонтных работ под напряжением. Разъединитель может быть отключен и подключен при отсутствии в нем нагрузочных токов с применением допущенных методов работ под напряжением. 1-полюсные разъединители обладают также небольшой разрывной мощностью нагрузочного тока..

- при работе под напряжением линейные разъединители устанавливаются на провода вблизи опоры, на расстоянии 0,5 – 0,7 метров от опоры таким образом, чтобы при необходимости разъединитель можно было отключить с помощью изолирующей штанги, поднявшись на опору,
- линейные разъединители запрещено устанавливать в центре пролета, а также на усиленном участке провода над дорогой,
- линейные разъединители запрещено устанавливать в пролетах, где могут вестись работы, например, при монтаже разъединительного пункта.

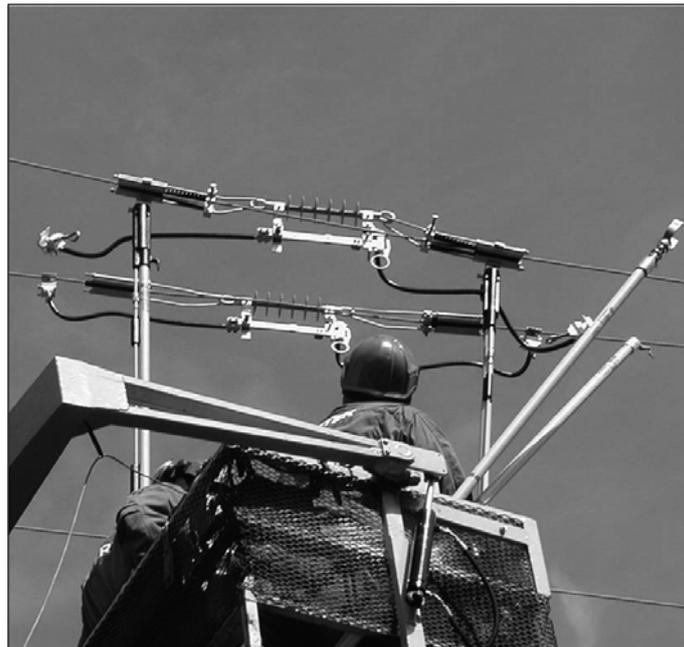


Рисунок 451. Установка разъединителей для оперативных и ремонтных работ на неизолированном проводе ВЛ, работа под напряжением (JT-MILLENNIUM).



Рисунок 450. Установка разъединителей на воздушной линии электропередачи, работа под напряжением (JT-MILLENNIUM).

Расположение мест разъединения при работе под напряжением и однополюсных разъединителей для оперативных и ремонтных работ:

Установка мест разъединения под напряжением требует от монтажника специальной подготовки. При выполнении монтажных работ должны непременно использоваться сертифицированные концевые зажимы, предусмотренные для конкретного сечения провода. Установка концевых зажимов на провода должна производиться с соблюдением требований монтажных инструкций, предотвращающих соскальзывание зажимов с проводов и появление сбоев в процессе эксплуатации, а также проблем с электробезопасностью линии.

В отношении монтажа устанавливаемых под напряжением однополюсных разъединителей действуют такие же требования.

Монтаж мест разъединения под напряжением и однополюсных разъединителей осуществляется всегда с применением подъемника, позволяющего безопасно приблизиться на необходимое расстояние к монтажному объекту и обеспечить надлежащее качество.

## 27.3. Сооружение мест разъединения

### 27.3.1. Установка опор

Опоры для разъединителя сооружаются в процессе обычного монтажа опор в месте установки разъединителя. Для разъединительной опоры выбирается прочный ствол. Совокупная длина разъединительной опоры, как правило, составляет  $\geq 10$  м и глубина установки - 2,0 м.

Одиночная опора для разъединителя устанавливается в центре оси линии. Под основание опоры на местности с мягким грунтом следует в качестве ригеля установить анкерную плиту или аналогичный материал.

Сдвоенные опоры для разъединителя устанавливаются с двух сторон оси линии рядом друг с другом. Расстояние между опорами составляет 1900 мм, т.е. от оси до середины опоры - 950 мм.

На местности с мягким грунтом под опоры разъединителей можно установить ригели, обрезки стволов или анкерную плиту.

При установке опор для разъединителя в находящуюся в эксплуатации линию напряжением 20 кВ или вблизи неё должны соблюдаться требования стандарта SFS 6002 по технике безопасности электрических работ и специальных инструкций.

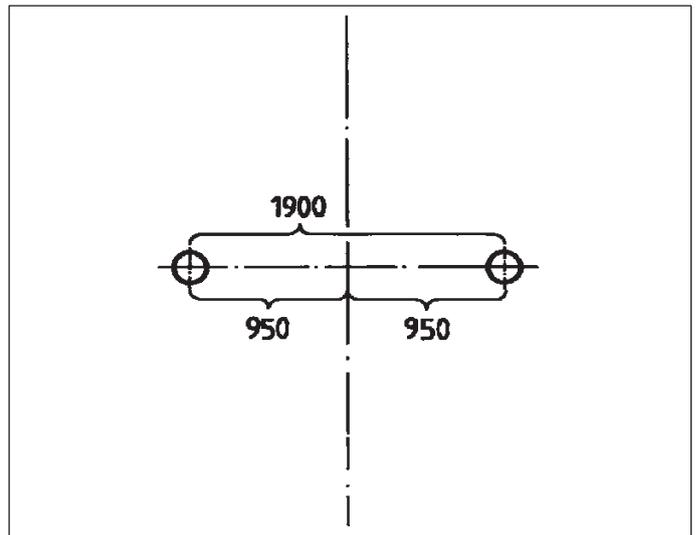


Рисунок 453. Расположение сдвоенных опор разъединителя с центральным размыканием в отношении направления линии.

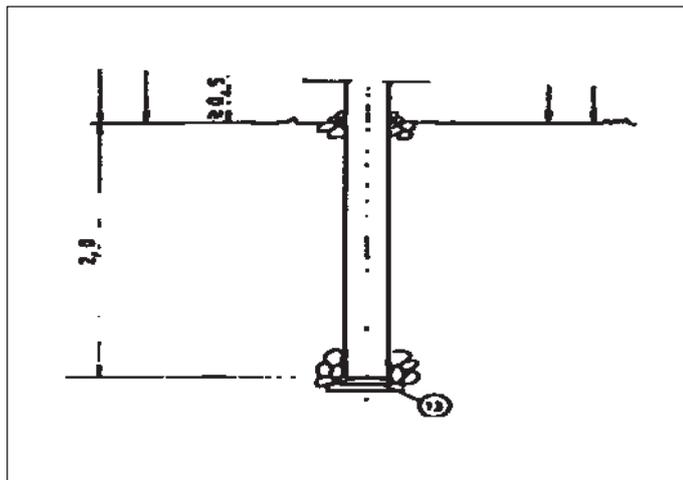


Рисунок 452. Создание основания одиночной опоры для разъединителя.

### 27.3.2. Монтаж разъединителя

В качестве разъединителей, как правило, применяются опорные разъединители сборной конструкции, позволяющие компоновать подходящие для разных случаев решения.

Разъединитель собирается на земле в месте монтажа или доставляется на место монтажа в собранном виде. Некоторые решения концевых траверс позволяют осуществлять установку блоков разъединителей прямо на существующую траверсу.

Пример сборки разъединителя:

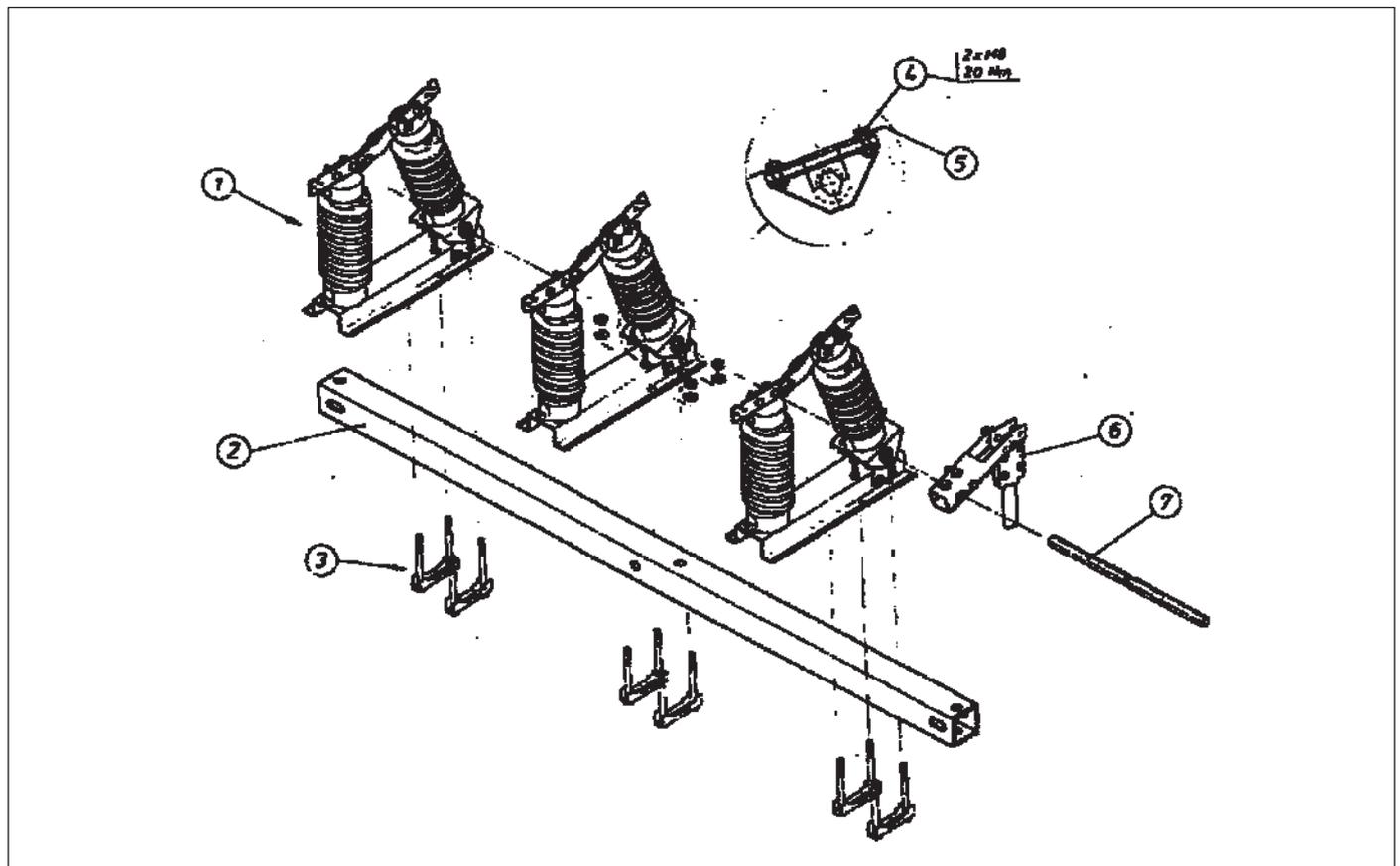


Рисунок 454. Детали опорного разъединителя.

#### ДЕТАЛИ:

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 1. Полюсной элемент     | 2. Траверса        |
| 3. Дуговой фиксатор     | 4. Крепежный винт  |
| 5. Крепежное звено вала | 6. Рычажный привод |
| 7. Вал                  |                    |

1. Перед установкой полюсного элемента необходимо определить точное место расположения на траверсе. В траверсе имеются отверстия для крепления к опоре и штырей..

2. Полюсной элемент можно установить таким образом, чтобы разъединители устанавливались, либо горизонтально, либо вертикально. Минимальное рекомендуемое расстояние между фазами составляет 350 мм (в случае наличия конструкционной возможности расстояние между фазами должно быть больше, т.к. было замечено, что птицы вызывают повреждения между фазами разъединителя).

Полюсные элементы крепятся к траверсе с помощью дуговых фиксаторов. Окончательная затяжка производится после монтажа поворотного вала.

3. В подвижной части полюсного элемента удаляются наружные крепежные винты вала, внутренние винты ослабляются и полюсные элементы устанавливаются в положение «открыто». Рычаг устанавливается на вал, и вал устанавливается в пространство в полюсном элементе. Далее регулируется положение управляющего рычага и выполняется затяжка деталей. Проверяется одновременность срабатывания элементов и замыкание крепежных винтов.

4. В разъединители устанавливаются разъединяющие контакты, на провода линии 20 кВ устанавливаются подходящие зажимы и на сторону трансформатора – соединители.

Производится контроль разъединительного контакта разъединителя. После чего разъединитель готов для установки на опору. Оборудование управления устанавливается на опору после подъема.

#### Инструкция по монтажу

##### Детали:

- |  |            |
|--|------------|
| 1. Защитный наголовник                     | 1 шт.      |
| 2. Предупредительный плакат                | 1 шт.      |
| 3. Идентификационный плакат                | 1 шт.      |
| 4. Опорный разъединитель                   | 1 шт.      |
| 5. Шарнирный зажим                         | 1 комплект |
| 6. Удлинительный стержень 3 м              | 1 шт.      |
| 7. Легкая концевая траверса                | 1 шт.      |
| 8. Подвесной замок                         | 1 шт.      |
| 9. Звено для подвесного изолятора SFS 3815 | 1 шт.      |
| 10. Звено для подвесного изолятора 216 мм  | 2 шт.      |
| 11. Натяжной зажим                         | 6 шт.      |
| 12. Натяжной изолятор                      | 6 шт.      |
| 13. Гайка с шестигранной головкой M20      | 1 шт.      |
| 14. Провод заземления                      | 2,5 м      |
| 15. Поддерживающий крюк с контрпластиной   | 1 шт.      |
| 16. Ушко троса                             | 1 шт.      |
| 17. Торцевой зажим                         | 1 шт.      |
| 18. Переходный зажим                       | 1 шт.      |
| 19. Ударный крепеж                         | 8 шт.      |
| 20. Контактный зажим                       | 3 шт.      |
| 21. Шинный зажим                           | 6 шт.      |

Конструкция устанавливается перпендикулярно по отношению к направлению линии.

Для крепления траверсы выполняется отверстие буром  $\varnothing 22$  мм.

Звенья подвесных изоляторов устанавливаются в крепежные болты, и разъединитель крепится к опоре. При креплении необходимо проследить за надлежащей установкой траверсных подпорок между траверсой и опорой.

Проверяется верность установки траверсы, и устанавливаются распорки. Для шурупов с шестигранной головкой высверливаются отверстия буром  $\varnothing 13$  мм глубиной прим. 50 мм. На разъединительную траверсу устанавливаются звенья подвесных изоляторов крайних фаз.

Теперь разъединительная опора готова для установки.

## 27.4. Примеры монтажа

### 27.4.1. Разъединитель на одиночной опоре

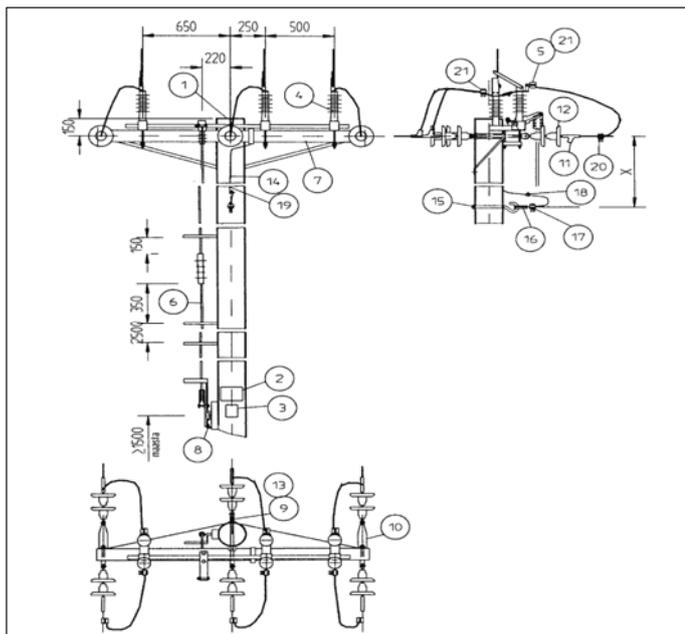


Рисунок 455. Конструкция верхней части опоры с разъединителем

### 27.4.2. Разъединитель с центральным размыканием и проходящим проводом

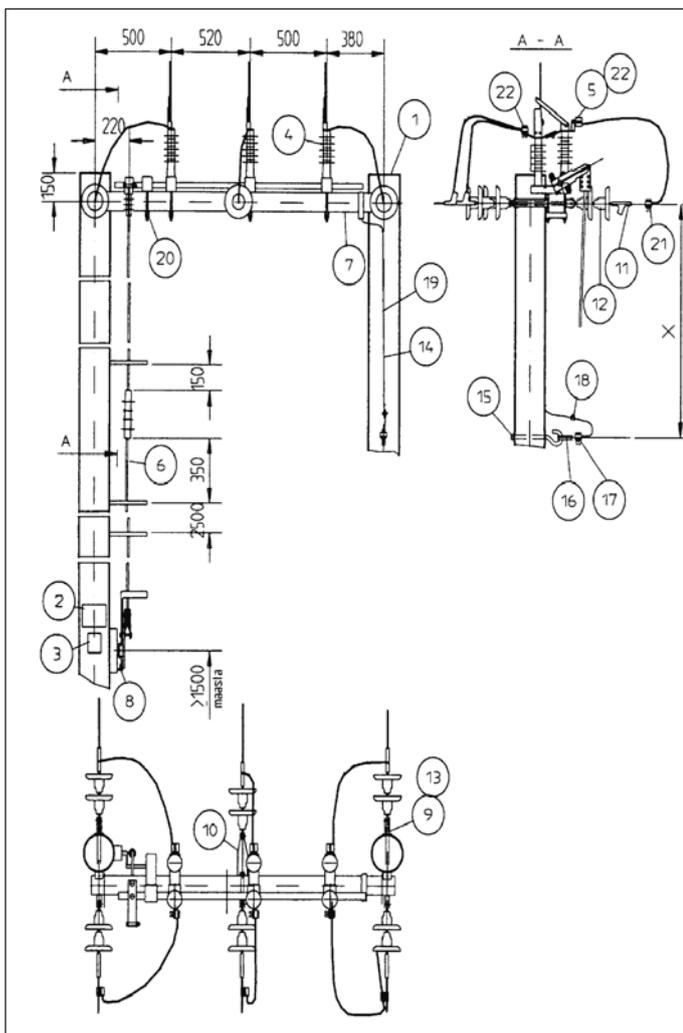


Рисунок 456. Конструкция верхней части разъединителя с центральным размыканием и проходящим проводом

#### Инструкция по монтажу

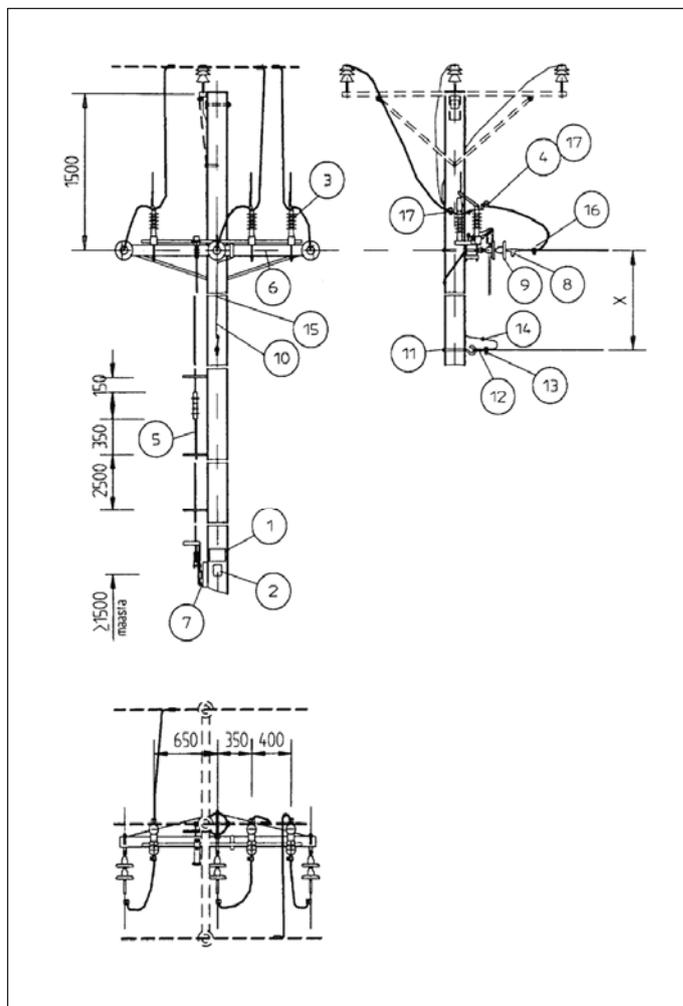
##### Детали:

1. Защитный наголовник	1 шт.
2. Предупредительный плакат	1 шт.
3. Идентификационный плакат	1 шт.
4. Опорный разъединитель	1 шт.
5. Шарнирный зажим	1 комплект
6. Удлинительный стержень 3 м	1 шт.
7. Тяжелая концевая траверса	1 шт.
8. Подвесной замок	1 шт.
9. Звено для подвесного изолятора SFS 3815	1 шт.
10. Звено для подвесного изолятора 216 мм	2 шт.
11. Натяжной зажим	6 шт.
12. Натяжной изолятор	6 шт.
13. Гайка с шестигранной головкой M20	1 шт.
14. Провод заземления	2,5 м
15. Поддерживающий крюк с контрпластиной	1 шт.
16. Ушко троса	1 шт.
17. Торцевой зажим	1 шт.
18. Переходный зажим	1 шт.
19. Ударный крепеж	8 шт.
20. Рама вала	1 шт.
21. Контактный зажим	3 шт.
22. Шинный зажим	6 шт.

Конструкция используется только на прямом участке линии. Проверить соответствие сборки разъединителя конструктивному чертежу. Разъединитель монтируется на установленные разъединительные опоры. Вершины опор выравниваются, и на них устанавливаются защитные наголовники.

Работа продолжается установкой проводов.

### 27.4.3. Разъединитель с центральным размыканием в ответвлении



Кива 457. Конструкция верхней части разъединителя с центральным размыканием в ответвлении.

#### Инструкция по монтажу

##### Детали:

1. Предупредительный плакат	1 шт.
2. Идентификационный плакат	1 шт.
3. Опорный разъединитель	1 шт.
4. Шарнирный зажим	1 комплект
5. Удлинительный стержень 3 м	1 шт.
6. Легкая концевая траверса	1 шт.
7. Подвесной замок	1 шт.
8. Натяжной зажим	6 шт.
9. Натяжной изолятор	6 шт.
10. Провод заземления	2,5 м
11. Поддерживающий крюк с контрпластиной	1 шт.
12. Ушко троса	1 шт.
13. Торцевой зажим	1 шт.
14. Переходный зажим	1 шт.
15. Ударный крепеж	8 шт.
16. Контактный зажим	3 шт.
17. Шинный зажим	6 шт.

## 27.5. Монтаж рычажного привода разъединителя

Рычажный привод разъединителя монтируется, как правило, только после установки опоры, т.к. он усложняет подъем. Техника монтажа рычажного привода рассмотрена в связи с установкой разъединителя. В данном учебнике в качестве примера представлен монтаж рычажного привода одного из изготовителей. В инструкции по монтажу конкретного привода представлены детальные рабочие инструкции.

Оперативная штанга управляемого вручную разъединителя должна быть оснащена изолятором (см. SFS 6001+A1, приложение F4). При монтаже изолятор должен располагаться под деталями с защитным заземлением таким образом, чтобы нижняя часть оперативной штанги изолятора находилась на расстоянии не менее 100 мм от заземленных деталей при поднятом изоляторе.

Установка рычажного привода:

1. Ручной рычажный привод крепится к опоре на высоте 1500 мм от земли в вертикальном положении двумя винтами с шестигранной головкой.
2. Трубка провода крепится к защитному изолятору (верхняя и нижняя трубки).
3. Верхняя трубка обрезается в заданный размер и соединяется с приводным рычагом изолятора в верхней части опоры. Рычаг имеет два отверстия, для крепления используется обычно внутреннее отверстие. Крепеж трубки затягивается болтами вокруг трубки.
4. Опоры трубки крепятся над защитным изолятором на расстоянии 150 мм и под ним - на расстоянии 350 мм, разъединитель должен находиться в закрытом положении. Направляющие втулки опор устанавливаются так, чтобы возникающие при управлении направленные на защитный изолятор косые нагрузки были минимальными.
5. Нижняя трубка обрезается в размер. Рычаг привода вытягивается прим. на 30° из верхнего предельного положения, и разъединитель устанавливается в положение «закрыто». В данном положении нижняя трубка соединяется с рычажным приводом.
6. Функционирование привода тестируется, осуществляются необходимые регулировки и затяжки.
7. Разъединитель запирается подвесным замком в положении «открыто».

Привод устанавливается обычно так, чтобы разъединитель открывался при повороте рычага вниз и закрывался при подъеме рычага в верхнее положение.

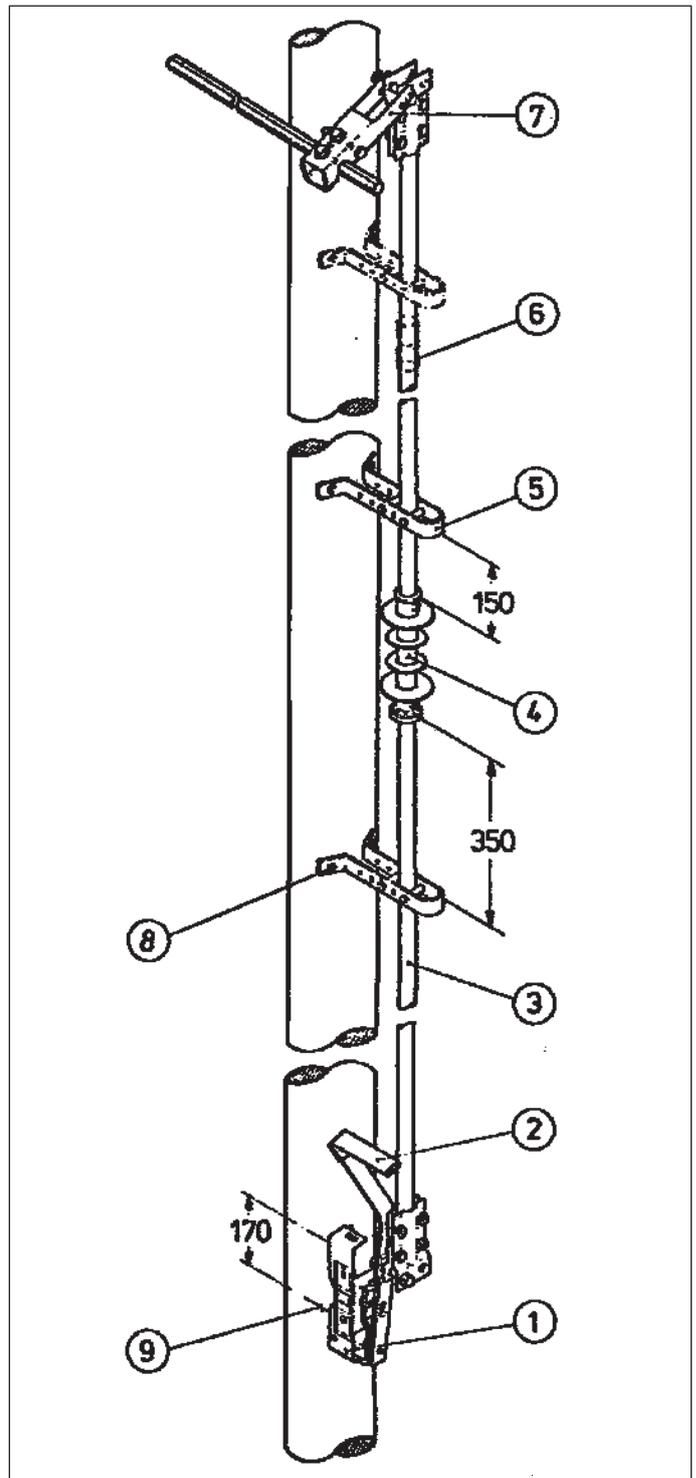


Рисунок 458. Детали привода разъединителя.

## 27.6. Заземление разъединения

### 27.6.1. Общая информация

Типы заземления

Основы заземления определены в части «Определения» стандарта SFS 6001+A1 следующим образом:

«2.7.11.1 защитное заземление - заземление токоведущей части, подверженной напряжению, целью которого является защитить людей от электрического удара;

2.7.11.2 заземление системы - заземление точки электрической цепи, производимое с целью обеспечения функционирования оборудования и электрической подстанции.»

Заземления выполняются в соответствии с требованиями стандарта SFS 6001. С начала 2003 года стандарт соответствует требованиям правил техники безопасности. Последнее изменение было внедрено в стандарт A1 SFS 6001 в 2005 году. Тогда в приложение «Y» в виде внутригосударственных рекомендаций были внедрены требования по напряжению заземления, соответствующие «Требованиям электротехнической безопасности», основанные на издании А 1-93 Электротехнической инспекции. Эти соответствующие ст. 10 п. 2-го издания А1-93 требования в основной части действуют, начиная с 1974 года.

SFS 6001+A1 приложение «F» (обязательное), пункт F.4 «Мачтовые трансформаторные подстанции и переключающие устройства»

«Все установленные на опору трансформаторы и переключающие устройства должны быть заземлены. Рычажный механизм переключающих устройств должен оснащаться разъединителем, рассчитанным на основании эксплуатационного напряжения, располагающимся за пределами контактного расстояния.

Трансформаторы и переключающие устройства, установленные на стальные опоры или опоры, выполненные из другого проводящего материала или железобетона, должны быть заземлены в соответствии с требованиями пункта 9.4.3 или 9.4.4.

В отношении установленных на опоры трансформаторов и переключающих устройств производятся следующие действия:

- Трансформаторы и переключающие устройства заземляются с помощью системы заземления, которая состоит, по крайней мере, из заземляющего кольца управления потенциалом, установленном на расстоянии 1 м от опоры на глубине 0,5 м, и электрода, установленного в основание опоры. Если окружающие опору условия соответствуют пункту M.1.3 приложения «D», изоляцию места эксплуатации, управления потенциалом производить не обязательно. Изоляцией места эксплуатации считается также голая поверхность камня, например, скала.
- Спускающийся по опоре вниз провод защитного заземления нужно защитить от прикосновений и механических повреждений, установив защитный щиток из изолирующего материала, один конец которого поднимается на высоту не менее 2,3 м, а второй опускается в грунт на глубину не менее 0,2 м.
- В случае применения общего заземления, сопротивление заземления должно соответствовать требованиям пункта 9.4.3.
- В случае применения отдельного заземления должны выполняться требования пункта 9.4.4. В случае установки опоры на участке, где часто пребывают люди или домашние животные, система заземления должна быть оснащена дополнительно вторым кольцом управления потенциалом, расположенным на расстоянии прим. 1 м от первого электрода на глубине не более 0,7 м. Местами частого пребывания людей считаются, в частности, здания и их окружающий участок, транспортные магистрали, спортивные площадки и аналогичные места проведения досуга.

Производство других действий допускается в случае обеспечения низкого уровня напряжения соприкосновения.»

Заземление должно соответствовать требованиям стандарта SFS 6001 (см. SFS 6001+A1, текст и таблица 10.2-1 приложения Y).

## 27.6.2. Заземление управляемого вручную мачтового разъединителя

### 27.6.2.1. Общая информация

Заземление управляемого вручную мачтового разъединителя выполняется за счет отдельной системы заземления (см. SFS 6001, 9.4.4). Поэтому уже на этапе проектирования необходимо исследовать окружающий разъединительную опору участок в радиусе 20 метров. Если в грунте данного участка имеются кабели низкого напряжения, телефонные или иные подземные кабели или же проводящие трубопроводы, место установки опоры нужно перенести или расположенные в грунте кабели или трубы изолировать.

Изоляцию можно выполнить с помощью разрезаемой защитной кабельной трубы. Длина защитной трубы, установленной от разъединительной опоры, должна быть не менее 20 м.

Операционная штанга разъединителя оснащается изолятором, соответствующим эксплуатационному напряжению. Ручной привод разъединителя не заземляется. Заземляющий провод не должен замыкать накоротко изолятора операционной штанги. При использовании неизолированного провода заземления между опорами привода и проводами заземления должен быть воздушный зазор шириной не менее 50 мм или участок древесины опоры длиной 100 мм.

### 27.6.2.2. Заземление нового управляемого вручную мачтового разъединителя

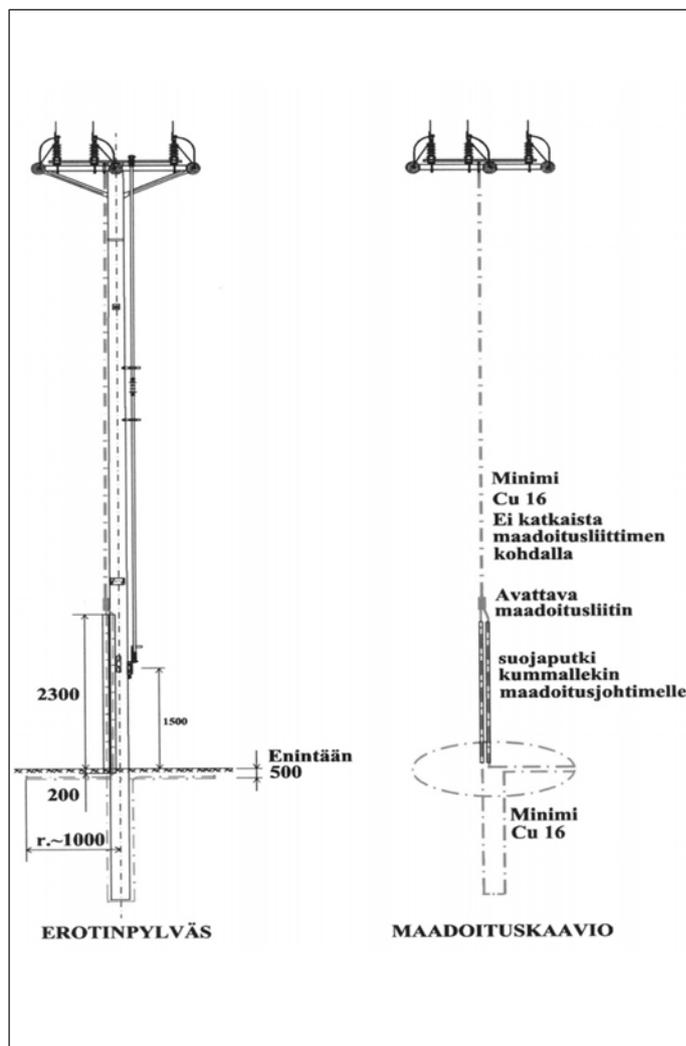


Рисунок 459. Заземление управляемого вручную мачтового разъединителя (RJ 19:06, рисунок 1).

Система заземления мачтового разъединителя создается следующим образом:

- провод заземления устанавливается на разъединительную опору до установки опоры;
- монтажные работы выполняются на основании рисунка 459;
- в качестве провода заземления и электрода заземления используется трос Cu 16 мм<sup>2</sup> или Cu 25 мм<sup>2</sup>. Общее требование к сечению электрода заземления систем высокого напряжения составляет Cu 25 мм<sup>2</sup>. В качестве электрода допускается использовать также Cu 16 мм<sup>2</sup> в случае отсутствия опасности механического повреждения и коррозии;
- защитный заземляющий провод изолятора устанавливается вдоль опоры от разъединителя прямо в грунт в качестве электрода заземления. Он не обрывается возле заземляющего зажима;
- на расположенный на опоре провод заземления устанавливается защитная труба, которая поднимается на опору на высоту не менее 2,3 м от земли и уходит в грунт на глубину не менее 0,2 м. Защитная труба прочно крепится к опоре;
- после защитной трубы электрод заземления обвивают вокруг основания опоры и поднимают до уровня нижнего края защитной трубы, установленной по направлению вверх с другой стороны опоры. Длина электрода заземления должна быть такой, чтобы он без удлинения доходил до кольца управления потенциалом, установленного вокруг опоры, и до зажима заземления, установленного в верхней части опоры;
- разъединительная опора поднимается в вертикальное положение, и котлован опоры частично заполняется;
- вокруг разъединительной опоры устанавливается кольцо управления потенциалом из электрода заземления, расположенного на расстоянии прим. 1 метра от опоры и на глубине прим. 200 мм, но не более 500 мм под поверхностью грунта (см. рисунок 450);
- от кольца управления потенциалом электрод заземления проводится через другую защитную трубу на открываемый зажим заземления. Теперь электрод заземления представляет полное кольцо, активное сопротивление которого можно измерить с зажима.

Глубина установки кольца управления потенциалом на лесных и залежных участках составляет прим. 300 мм, но не более 500 мм. На обрабатываемом пахотном участке – 500 мм с учетом того, чтобы при обработке поля не возникало обрыва провода.

Мачтовая разъединительная подстанция на скальном основании:

- на скальном основании сооружения кольца управления потенциалом не требуется (см. SFS 6001+A1, приложение F4);
- если в непосредственной близости от скальной опоры находится грунт, подходящий для монтажа заземляющего электрода, в него устанавливается горизонтальный и/или вертикальный заземляющий электрод. На участке скалы заземляющий электрод должен быть надежно защищен. Заземляющий провод изолируется с помощью защитной трубы, устанавливаемой на опору на высоту не менее 2,3 м и в скалу на расстоянии не менее 2 м от опоры. Такой устанавливаемый вблизи скальной опоры заземляющий электрод должен быть разветвленным, что значительно снижает опасность возможного перенапряжения;

- заземление разъединителя может быть установлено на другую опору (см. SFS 6001+A1, приложение F4). На другой опоре создается система заземления с применением горизонтальных и вертикальных электродов. Установка кольца выравнивания потенциалов на данной опоре не обязательна, т.к. управление разъединителем осуществляется на разъединительной опоре.

Мачтовый разъединитель в местах частого пребывания людей или домашних животных:

- к таким местам относятся земельные участки со зданиями, транспортные магистрали, спортивные площадки и аналогичные места проведения досуга, а также места кормежки, пойки, обслуживания или дойки домашнего скота;
- установку мачтовых разъединителей в таких местах следует избегать;
- если мачтовый разъединитель имеет отдельное заземление, повышение безопасности объекта осуществляется за счет установки на основание опоры второго кольца выравнивания потенциала. В случае соединения заземления разъединителя, например, с заземлением низкого напряжения преобразуемой сети, второго кольца выравнивания потенциала не требуется (см. SFS 6001+A1);
- требование по установке второго кольца выравнивания потенциала установлено в Финляндии с целью соблюдения требований приложения постановления «Основные требования по технике безопасности» Министерства торговли и промышленности 1193/1999;
- второе кольцо выравнивания потенциала устанавливается примерно на расстоянии одного метра от первого и на 200 мм глубже первого (см. рисунок 451);
- заземляющий провод разъединителя не прерывается в точке заземляющего зажима.

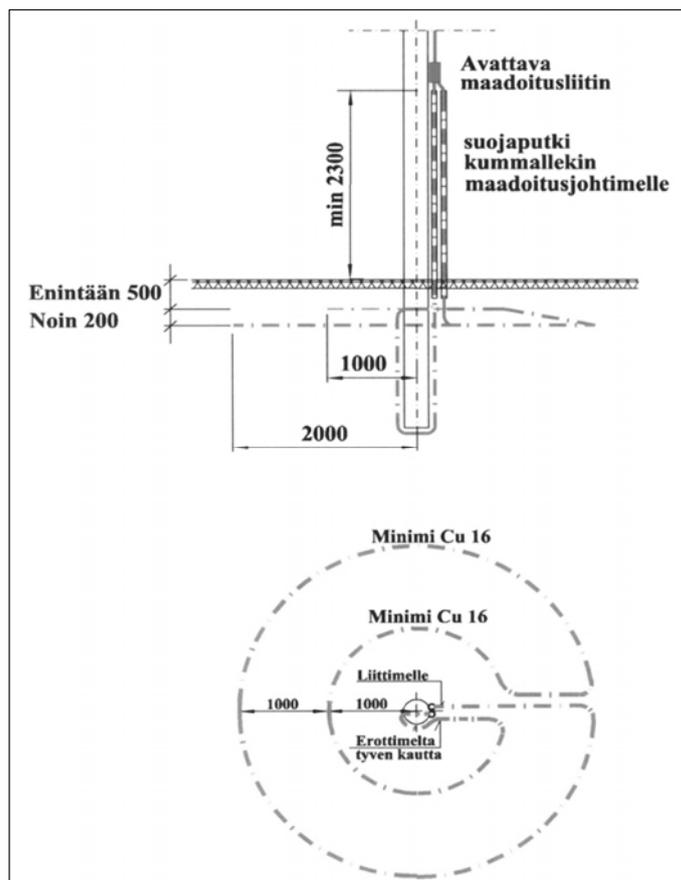


Рисунок 460. Заземление мачтового разъединителя ручного управления в месте частого пребывания людей или домашних животных (RJ 19:06, рисунок 2).



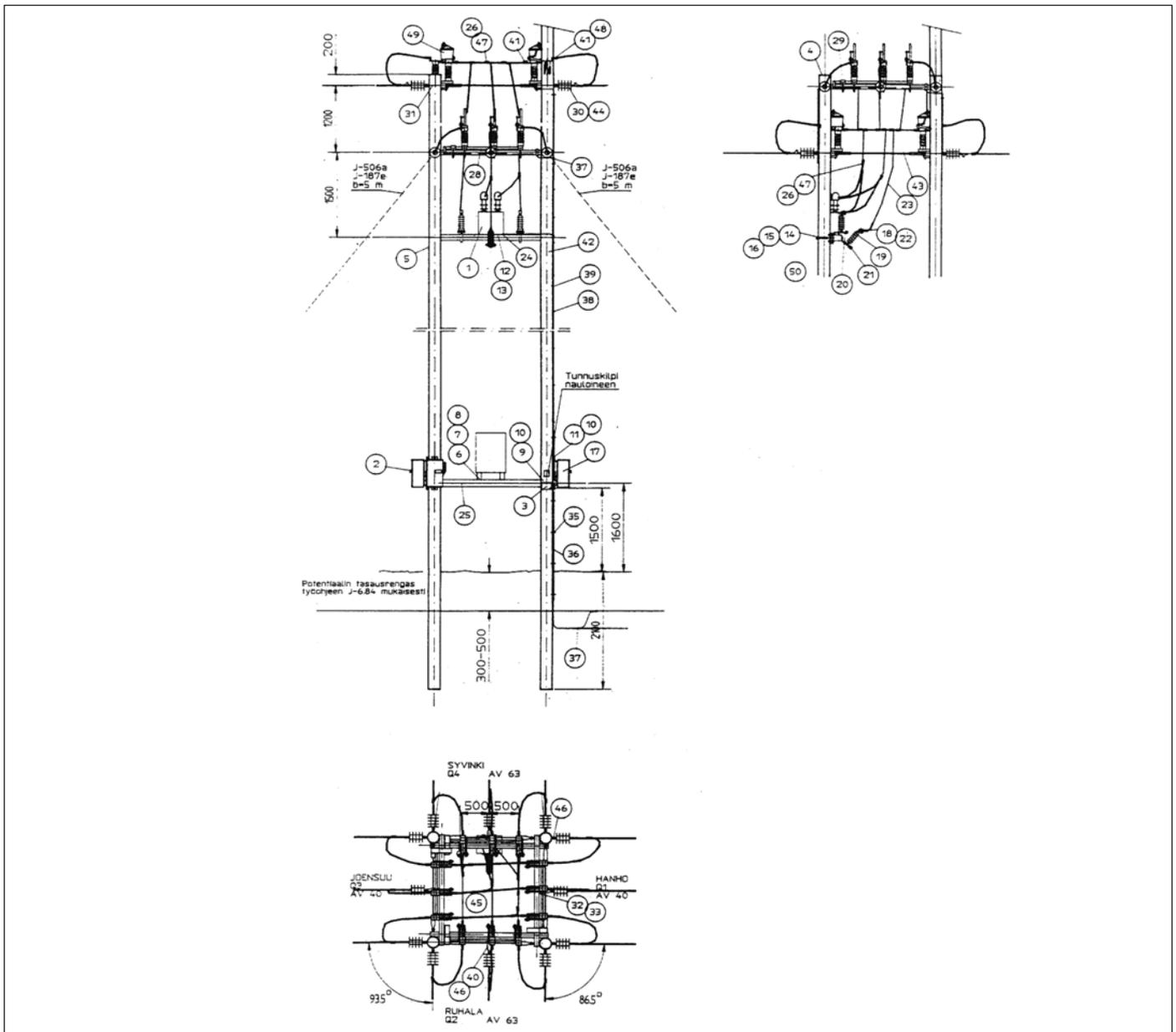


Рисунок 462. Разъединительный пункт на четырех опорах.

### 27.7.2. Сооружение разъединительного пункта

#### Установка опор

Разъединительный пункт сооружается по принципу мачтовых разъединителей. Работа начинается с установки опор. Опоры устанавливаются на достаточную глубину с целью предотвращения поднятия опор под воздействием мерзлоты в зимний период и усложнения функционирования разъединителей. Перед монтажом опор на них навиваются провода заземления, предусмотренные системой заземления, проложенные от разъединителей.

#### Монтаж разъединителя

Разъединители устанавливаются в соответствии с инструкциями изготовителей. Особое внимание нужно обратить на верность монтажного положения и крепление к опорам. Приводы устанавливаются в соответствии с чертежами с обеспечением надежности их функционирования.

#### Монтаж трансформатора

Для производства эксплуатационного напряжения разъединительного пункта устанавливается трансформатор напряжения. käyttöjännitteen tuottajaksi asennetaan jännitemuuntaja.

#### Установка воздушных линий электропередачи

Поступающие на разъединительный пункт провода воздушной линии электропередачи монтируются обычными методами, затягиваются и подключаются к пункту.

#### Монтаж пульты и оборудования управления

Система управления устанавливается в соответствии с инструкциями по монтажу. asennetaan asennusohjeiden mukaisesti.

### 27.7.3. Заземление мачтового разъединительного пункта с дистанционным управлением

#### 27.7.3.1. Общая информация

Система заземления мачтового разъединительного пункта с дистанционным управлением должна быть создана в соответствии с общими требованиями электрических подстанций высокого напряжения (см. SFS 6001+A1).

Оперативные штанги разъединителей оснащаются рассчитанными для эксплуатационного напряжения изоляторами. Система заземления мачтового разъединительного пункта с дистанционным управлением прокладывается из кольца выравнивания потенциала, заземления основания опоры и/или вертикальных заземлителей.

На объектах, на которых электроэнергия разъединительного пункта с дистанционным управлением поступает с трансформатора собственных нужд, создается отдельная система заземления.

На объектах, на которых электроэнергия для разъединительного пункта с дистанционным управлением поступает из ближайшей сети, достаточно низкий показатель полного сопротивления заземления обеспечивается за счет заземления сети.

**27.7.3.2. Заземление мачтового разъединительного пункта, если вспомогательное напряжение поступает с трансформатора собственных нужд**

Объяснение монтажа заземления в соответствии с рисунком 463:

1. Провод 1 – провод защитного заземления с разъединителя на заземляющий зажим основания опоры. Провода защитного заземления устанавливаются с обеих сторон мачтовой разъединительной подстанции с обеспечением заземления всех разъединителей. К этому заземляющему проводу подключается также заземление корпуса трансформатора собственных нужд. Провода заземления, идущие с опоры вниз, не должны замыкать накоротко изоляторов оперативной штанги разъединителя.

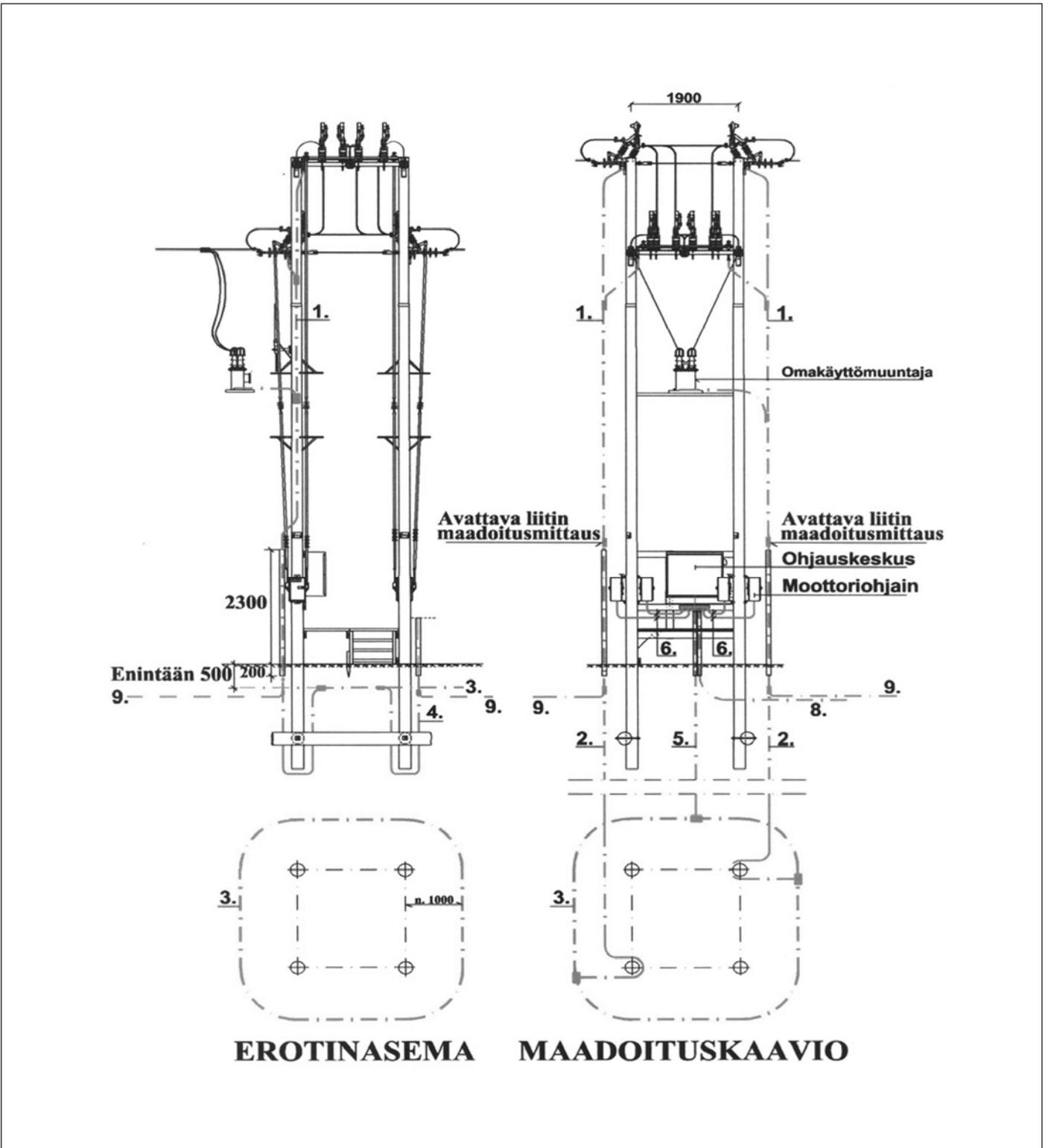


Рисунок 463. Заземление мачтового разъединительного пункта с дистанционным управлением (RJ 19:06, рисунок 4).

2. Провод 2 – провод заземления разъединителя с зажима на электрод. Идущий с разъединителя провод заземления не прерывается на уровне зажима, он обвивается вокруг основания опоры в виде заземляющего электрода (провод 4), возвращаясь обратно почти до уровня земли, где он подключается к электроду управления потенциалом. На заземляющий провод устанавливается защитная трубка, которая поднимается на высоту не менее 2,3 м от земли и опускается под землю на глубину не менее 0,2 м.
3. Провод 3 – электрод управления потенциалом поверхности земли.
4. Провод 4 – электрод заземления пяты опоры. С помощью заземления пяты или вертикального заземления понижается потенциал поверхности земли.
5. Провод 5 – провод заземления пульта управления мачтового разъединителя и моторного привода. Вблизи пульта управления устанавливается заземляющий зажим, к которому подключаются все связанные с управлением заземляемые объекты: пульт управления, моторные приводы и труба антенны. Это исключает появление разницы потенциалов между заземленными частями. Провод заземления, поднимающийся с электрода управления потенциалом, устанавливается в отдельную защитную трубку с целью предотвращения соприкосновения с проводом заземления (провод 2).
6. Провод 6 – провод заземления оболочек моторных приводов разъединителя.
7. Провод 8 – провод заземления антенны для передачи информации с разъединительного пункта, соединяющийся с заземляющим зажимом пульта управления. Так предотвращается появление разницы потенциалов между кабелем инфопередачи антенны и пультом управления.
8. Провод 9 – дополнительный электрод заземления, улучшающий заземление разъединительного пункта и повышающий защиту от перенапряжения. Может быть, например, четыре ответвления электрода, из них два соединяются на глубине погружения с проводом заземления каждой опоры (провод 2).

### 27.8. Монтаж электрода заземления

В качестве электрода заземления подходит установленное в грунт или воду металлическое тело, например, провод, трос, рельс, труба, стержень и пр. фасонная деталь или комбинация из них. Голое удлинение провода заземления, расположенное в земле, считается частью электрода заземления.

Стойкость к коррозии

С целью обеспечения стойкости электрода заземления к коррозии подверженные коррозии части электрода производятся из меди, нержавеющей стали или горячеоцинкованной стали с толщиной цинкового слоя не менее 60  $\mu\text{m}$ . В случае применения в одном электроде или соседних электродах разных металлов, необходимо учесть возможность коррозии, обусловленной такой комбинацией. Например, стальной и медный электроды не следует располагать рядом, т.к. в результате коррозии сталь может проржаветь (сравнить с коррозией анкерных стержней).

Соединение и ответвление выполняются надежно.

Соединение и ответвление электрода заземления должно быть выполнено с помощью надежных прессуемых, сварных соединений или высокотемпературной пайкой или же иным аналогичным способом.

Номинальное сечение должно быть достаточным.

Номинальное сечение используемой в качестве заземляющего электрода проволоки, трубы и пр. должно быть не менее 16  $\text{мм}^2$  меди или 35  $\text{мм}^2$  нержавеющей или горячеоцинкованной стали.

Выбор места заземления

Характеристики грунта и условия влажности имеют решающее воздействие на размер полного (активного) сопротивления заземления. С точки зрения заземления наилучшими видами грунта являются глинистый, земляной или торфяной грунты. Песочный или щебеночный грунты – хуже с точки зрения заземления. Выше в таблице 11 представлены значения номинального активного сопротивления различных видов грунта.

Влага значительно улучшает значения заземления всех видов грунта.

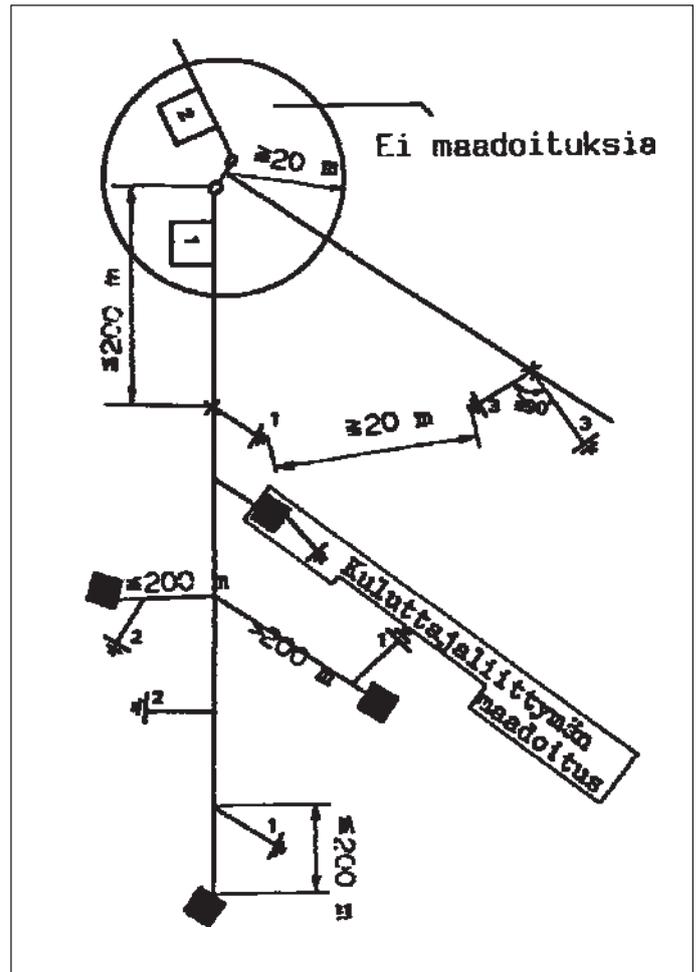


Рисунок 464. Расположение электродов заземления с применением разрозненных заземлений:

1. Эксплуатационное заземление в соответствии с условиями зануления.
2. Дополнительное заземление.
3. Защитное заземление.

Заглубленная установка заземляющего электрода

Заглубленная установка горизонтального электрода, как правило, осуществляется методом механической запашки.

Вертикальное заземление сооружается обычно в тех случаях, когда производство горизонтального заземления связано с непомерными с точки зрения достигаемой пользы расходами, и характер грунта позволяет легко заглублять стержни.

## 27.9. Маркировка мачтовых разъединительных пунктов

### 27.9.1. Общая информация

Предупредительные плакаты устанавливаются на электрооборудовании с целью предупреждения о связанных с выполняемой работой или эксплуатацией оборудования опасностях, обусловленных конструкцией электрооборудования. Требования к предупреждающим о конструкции электрооборудования предупредительным плакатам представлены в стандартах SFS 6000, SFS 6001 и стандарте воздушных линий электропередачи SFS-EN 50341-3-7.

При эксплуатации распределительной сети используется отдельная маркировка, позволяющая идентифицировать любое место разъединения и разъединительный пункт. Маркировка производится в соответствии с инструкциями оператора распределительной сети.

### 27.9.2. Маркировка разъединителей и мест разъединения

Маркировка разъединителей / мест разъединения наносится в соответствии с инструкциями и проектами оператора распределительной сети на ближайшую опору:

1. Идентификационный код разъединителя или разъединительного пункта (по возможности номер и название).
2. Плакат, предупреждающий об опасности для жизни.
3. При необходимости желтые предупреждающие ленты, информирующие о расстояниях при производстве работ.:



Рисунок 465. Обозначения на разъединительной опоре (YJ 8:09, рисунок 1).

В случае отсутствия или неясности механической индикации положения разъединителя 0/1 она должна быть нанесена в непосредственной близости привода разъединителя.

Также места разъединения под напряжением и установки на провода 1-полюсных разъединителей должны иметь идентифицирующую маркировку, например, на ближайшей опоре.

### 27.9.3. Маркировка оборудования дистанционного управления для сети воздушных линий электропередачи.

Символ разъединительного пункта устанавливается со стороны подхода. Символ разъединителя наносится на наружную поверхность щита управления. Наряду с этим на внутреннюю поверхность щита управления наносится информация о режимах управления разъединителя (ручной / дистанционный) и указание положения разъединителя.

## 27.10. Документирование и контроль перед применением

### 27.10.1. Документирование

После завершения строительных работ составляются документы о внесенных в распределительную сеть изменениях,

либо посредством возвращения заказчику рабочей схемы с указанием нового мачтового разъединительного пункта, либо посредством внесения соответствующих изменений в компьютерную базу данных заказчика.

### 27.10.2. Контроль перед применением

Контроль перед применением осуществляется в соответствии с постановлением 517/1996 Министерства торговли и промышленности:

«Контроль перед применением

Ст. 3

Для электрооборудования производится эксплуатационный контроль, в ходе которого в достаточном объеме удостоверяется, что электрооборудование не причиняет опасности или помех, указанных в ст. 5 Закона по технике безопасности электрических работ (410/96).

Ст. 4

По результатам контроля для оператора электрооборудования составляется протокол за некоторыми исключениями. В протоколе по результатам эксплуатационного контроля указываются идентификационные данные объекта, представляются разъяснения соответствия электрического оборудования требованиям стандартов и постановлений, общее описание использованных методов контроля, а также результаты контроля и тестирования и предоставляется подпись лица, осуществившего контроль .....»

Стандарт «Электромонтажные работы по высокому напряжению» SFS 6001 дает, в частности, следующие инструкции по контролю оборудования высокого напряжения:

Пункт 10 «Контроль и тестирование на месте ввода в эксплуатацию, проводимые до ввода в эксплуатацию».

На основании контроля и тестирования проверяется соответствие монтажа и оборудования требованиям в сравнении с техническими характеристиками.

Контроль может быть выполнен следующим образом:

- визуальный осмотр
- эксплуатационные испытания
- измерения



E Pienlaitteet		Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1	Pj-keskukset			
2	Pj-keskuksen syöttöjohdot			
3	Varokeytikimet / toiminnan testaus			
4	Ohjaukskaapelit			
F Maadoitukset		Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1	Muuntajan runko			
2	Erotinorret			
3	Kj-jannitteelle alttiit harukset			
4	Pj-jannitteelle alttiit harukset			
5	Kj-orret			
6	Maadoitusjohtimet liitokset			
7	Kosketusjannitesuojaus			
8	Potentiaalintasausrenkaat			
9	Maadoituselektrodit			
10	Maadoitusten yhdistäminen			
G Muut		Vian tai puutteen kuvaus	Kd, pvrrl	Nimi
1	Pylväs- ja tukirakenteet			
2	Harusrakenteet			
3	Lukitukset			
4	Mekaaniset suojat			
5	Kaivujaljet, pinnoitteet			
6	Muut tarkastukset			
H Mittaukset				
1	Virrat	L1	L2	A
2	Jannitteet /	1-L	L1-L3	L2-L3
3	Suoja- ja Pen	k		L1-PEN
4	Potentiaalinta			
5	Laajan maadoitu			
6	Maadoitukset	Yhdis.	PEN	S
7	Eristysvastus		M	
8	Kiertosuunta ja vaiheistus			
<b>Mittalaitteen tyyppi</b>		<b>Mittalaitteen numero</b>		
<b>Huomautukset, lisäselvitykset, poikkeamat suunnitelmista yms.</b>				

# 28. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ НА СТАРОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

## 28.1 Общая информация

Работы в сети воздушных линий электропередачи в основном связаны со старыми линиями, поскольку доля новых линий постоянно уменьшается. При выполнении любых работ с воздушными линиями электропередачи нужно учитывать существующие линии электропередачи. Основные работы в области старых сетей связаны с ее ремонтом. При выполнении этих работ нужно помнить об опасности, связанной с гниением опор. Перед началом работ проверяется состояние опор. При демонтаже старой линии с целью обеспечения безопасности работ составляется план демонтажных работ.

Замена опор, выполняемая под напряжением, рассматривается в данной части учебника. Методы работ, выполняемых под напряжением, позволяют обновлять опоры или конструкции вершин опор без отключения питания электрической сети.

В данной части книги рассматриваются также старые методы работ, например, установка опор ручным методом. Этот метод может использоваться также при сооружении новой линии с установкой нескольких опор на участках, не допускающих применения механических методов в силу требований окружающей среды или иных требований.

## 28.2. Обновление опор

### 28.2.1. Общая информация

Обновление опор на линии низкого напряжения без отключения напряжения не требует особых организационных мер. Однако близость голых участков под напряжением должна учитываться при производстве работ (0,5 м).

При высоком напряжении прикосновение деревянной опоры к проводу под напряжением вызывает замыкание на землю, горение опоры и появление опасных напряжений вблизи опоры. В случае подъема опоры, не позволяющего соблюдать требования стандарта SFS 6002 по минимальным расстояниям до элементов под напряжением, линию необходимо обесточить или воспользоваться допущенными методами выполнения работ под напряжением, согласно которым вершина опоры должна быть оснащена изолирующим ковриком, или методами, при которых подъем проводов под напряжением производится изолированными штангами или изолированной траверсой до высоты, позволяющей заменить опору. Работы под напряжением выполняются только специально обученным персоналом..

### 28.2.2. Обновление опор с применением методов работ, выполняемых под напряжением

#### 28.2.2.1. Установка опор с помощью изолированных ковриков

Старый метод выполнения работ под напряжением предусматривает при установке опор применение изолированных ковриков вблизи линий под напряжением.

Вершины опор защищаются допущенными к применению защитными ковриками, и опоры устанавливаются вблизи проводов под напряжением или между ними. Работы по оснащению и монтажу опор выполняются с отключением напряжения.



Рисунок 467. Установка опоры с применением изолирующего коврика при работе под напряжением.

#### 28.2.2.2. Замена опор с помощью изолированных штанг

Замена опор и конструкций вершины опор воздушной линии электропередачи напряжением 20 кВ может выполняться под напряжением с применением изолированных штанг

Провода отсоединяются от старой опоры и устанавливаются на штанги, предусмотренные для работы под напряжением. Вершина старой опоры отпиливается. Новая опора устанавливается рядом со старой, и провода переносятся на новую опору.

Замену опор под напряжением вправе выполнять только специально обученные монтажники и операторы экскаваторов.



Рисунок 468. Работа по замене опоры под напряжением с применением изолированных штанг (JT-MILLENNIUM).



Рисунок 469. Замена опоры с помощью подъемной траверсы (JT-MILLENNIUM).

### 28.2.2.3. Замена опор с помощью изолированной подъемной траверсы

Замену опоры можно произвести с помощью изолированной подъемной траверсы. В данном методе находящиеся под напряжением провода поднимаются с помощью подъемной траверсы вверх, и новая опора или иная новая конструкция устанавливается под провода. Находящиеся на траверсе провода опускаются на опорные изоляторы новой конструкции и привязываются к ним.

Максимальный результат работы достигается при установке подъемной траверсы на вспомогательную опору, устанавливаемую рядом с реконструируемой конструкцией.

### 28.3. Установка опор вручную

#### 28.3.1. Глубина выемки котлована

Установка опор производится, как правило, механически, но есть объекты, на которых в силу ограниченности пространства или иной причины применение механизмов оказывается невозможным. В таком случае опоры устанавливаются вручную.

Основное правило глубины котлована

Необходимая глубина котлована зависит в основном от высоты опоры.

Основное правило: Глубина котлована опоры составляет  $1,4 \text{ м} + L/20$  ( $L$  = высота опоры) или в форме таблицы:

Таблица 48. Глубина выемки котлована для опоры.

Длина опоры L	Глубина котлована
7 - 8 м	1,8 м
9 - 10 м	1,9 м
11 - 12 м	2,0 м
13 - 14 м	2,1 м
15 - 16 м	2,2 м

Замечания:

- В мягком грунте глубина должна быть больше.
- Глубина котлована крупноразмерной опоры должна быть больше.
- Согласно «ВИМ» минимальная глубина котлована -  $L/7$  (однако не менее 1,4 м). Данное требование определяет глубину котлована для опор высотой более 15 м. Для коротких опор желательно использовать глубину, немного превышающую требования «ВИМ».

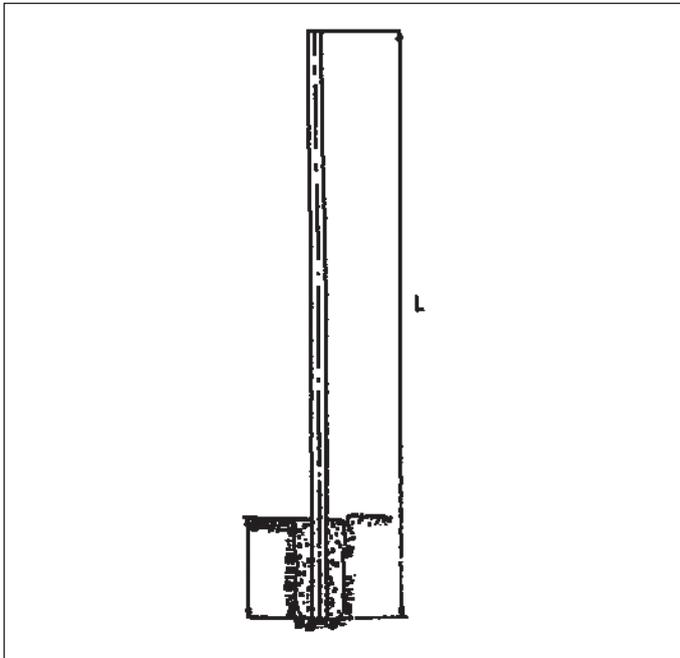


Рисунок 470. Глубина выемки грунта.

Выемка котлована вручную и заполнение котлована камнями влияют на глубину котлована следующим образом:  
 Вырытый вручную котлован и засыпка тщательно уплотняются с подбором грунта прим. 0,1 м  
 Укладка камнями прим. 0,2 м

В одинаковых видах грунта глубина котлована при ручной выемке и укладке камнями может быть прим. на 0,3 м меньше, чем при механической выемке и засыпке котлована.

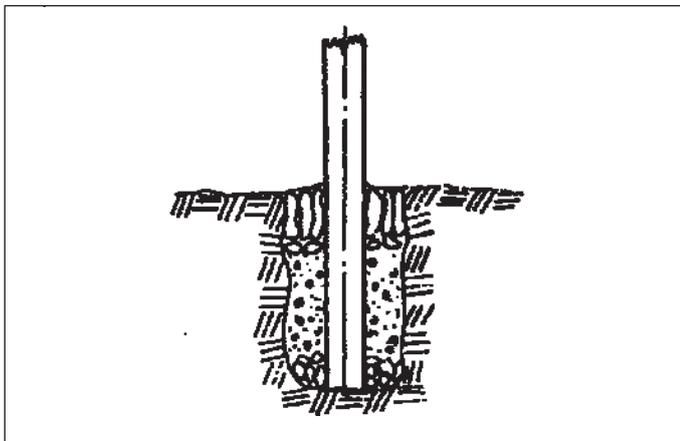


Рисунок 471. Укладка камней.

### 28.3.2. Выемка котлована под опору

Земельные работы начинаются с удаления поверхностного грунта вокруг пикетного столбика опоры на участке, равном диаметру котлована под опору, который обычно удаляется цельным дерном. Такое начало способствует сохранению нужного места расположения котлована. Начало работ по выемке грунта осуществляется лопатой, лопатой можно продолжать выемку до глубины прим. 0,6 - 1,0 м. При жестком грунте можно пользоваться железным ломом. Вынутый из котлована грунт сваливается вблизи котлована таким образом, чтобы он не препятствовал подъему опоры.



Рисунок 472. Начало выемки котлована под опору.

При выемке котлована под опору с помощью ковшовой лопаты работник, находящийся на краю котлована, устанавливает черенок лопаты на край котлована и поворачивает лопату таким образом, чтобы ее боковая поверхность разрежала почву, и ковш лопаты заполнился грунтом. Работник наклоняется, ухватывается за нижнюю часть черенка, поднимает лопату вверх и опорожняет ее. В процессе земельных работ работник обходит котлован по кругу, почва легче отделяется от стенки котлована при установке лопаты с боковой стороны предыдущего следа лопаты.

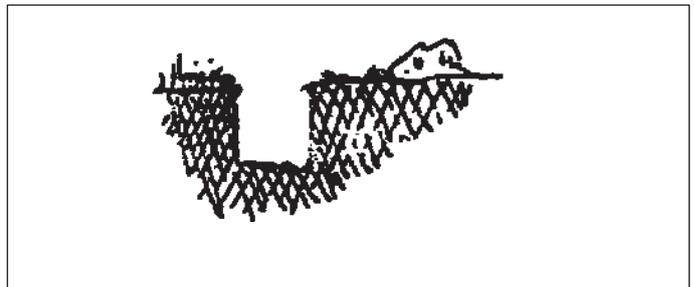


Рисунок 473. Вырытый лопатой первоначальный котлован.

При выемке твердого грунта для раздробления каменной породы нужен лом. На глинистых грунтах иногда используются специальные буровые инструменты. Размягчение твердого грунта следует всегда начинать с центра раскапываемого котлована, в который вначале прорубается отверстие. Края отверстия расширяются откалыванием, отсоединившиеся части грунта удаляются по направлению к краям с поочередным применением различных копательных средств.

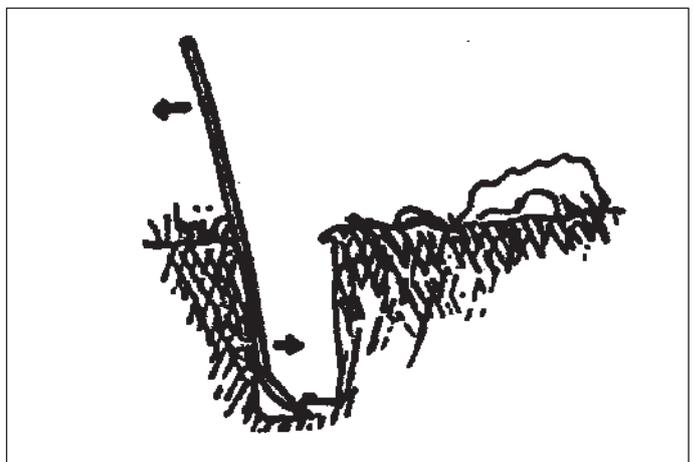


Рисунок 474. Выемка котлована с помощью ковшовой лопаты.

Особо твердый грунт или ледяной слой грунта поддается эффективному разрушению с помощью буровой машины ударного действия.

Камни удаляются из котлована ковшом или клещами для захватки камней. При ручной выемке грунта иногда камни приходится удалять перекачиванием.

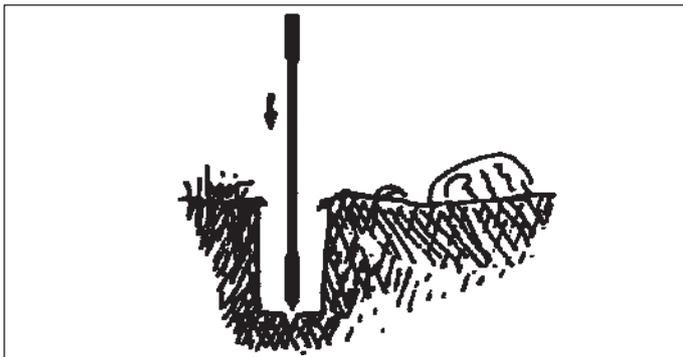


Рисунок 475. Размягчение твердого грунта.

На участках рыхлого грунта вместо ковшовой лопаты для выемки грунта можно пользоваться клещами. Клещи проворачиваются в котловане, разрозненный грунт зажимается между похожими на лопаты клещами и удаляется из котлована.

Мягкие и влажные виды грунта являются сложными с точки зрения выемки. В мягком грунте выемка должна производиться быстро, и опора сразу устанавливается в котлован так, чтобы грунт не успел осыпаться. Вода удаляется из котлована с помощью черпака, который при вдавлении в дно котлована наклоняется и заполняется смесью воды и почвы.

### 28.3.3. Установка опоры

Для подъема опоры обычно используется механическое подъемное устройство (лебедка, подъемник). В таком случае бригада должна состоять из двух работников. Перед подъемом по краю котлована в направлении подъема создается четкая направляющая канавка. Проверяется чистота дна котлована.

На противоположной подъему стенке котлована устанавливается направляющая пята опоры, предотвращающая сталкивание пята с противоположной стенкой. Сталкивание может привести к осыпанию грунта на дно ямы и недостаточности глубины установки опоры. Простым направляющим устройством пята опоры может служить железный лом или деревянная палка, устанавливаемая о стенку котлована.

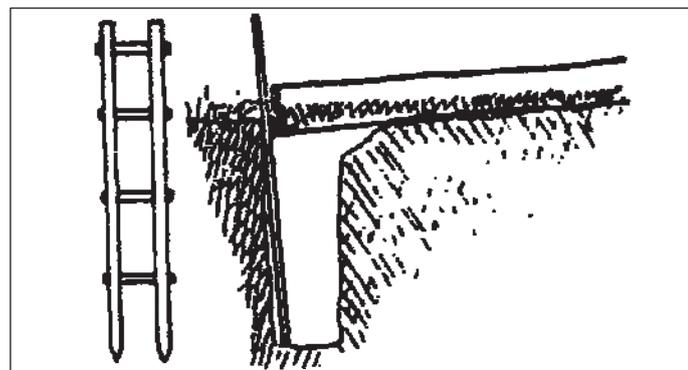


Рисунок 476. Расположение опоры на начальном этапе подъема, направляющая опоры.

При подъеме тяжелых опор следует пользоваться специальной направляющей.

Подъемник устанавливается на опору таким образом, чтобы опора находилась в биссектрисе угла, образуемого стойками подъемника. Нижние части стоек подъемника устанавливаются немного выше точки тяжести опоры на расстоянии примерно трех метров друг от друга.

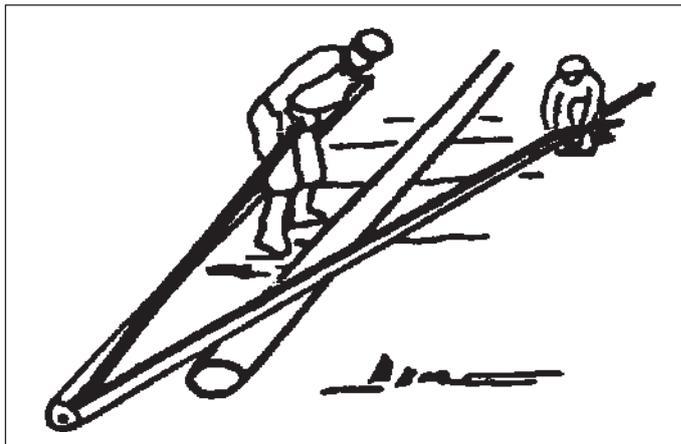


Рисунок 477. Установка подъемника для производства подъема.

После установки подъемника один из монтажников ослабляет катушку лебедки, а другой натягивает трос подъемника так, чтобы он полностью выпрямился.

После чего производится подъем подъемника следующим образом: один монтажник удерживает одну стойку подъемника, предотвращая ее отрыв от земли, а второй монтажник толкает подъемник в вертикальное положение.

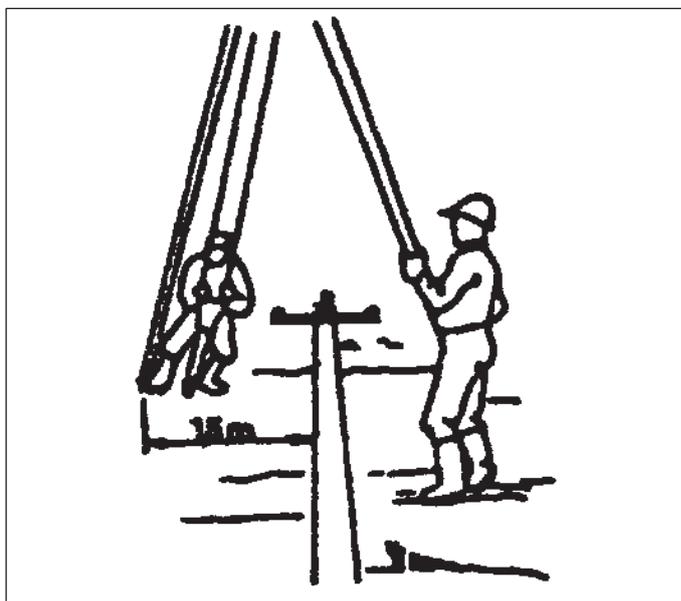


Рисунок 478. Подъем подъемника в вертикальное положение.

Один монтажник удерживает подъемник в вертикальном положении и второй крепит подъемную цепь к опоре. Подъемная цепь крепится к опоре на прямом участке, соединяющем нижние концы стоек подъемника, в противном случае подъемник может в процессе подъема наклониться. Крепление к опоре производится так, чтобы опора не истиралась о складной блок.



Рисунок 479. Крепление подъемного троса к опоре.

Если опору приходится поворачивать в процессе подъема с целью установки в нужное положение, крепление можно сделать поворотным.

Подъем начинается следующим образом: монтажник, находящийся на стороне лебедки, натягивает трос лебедкой. После достаточного натяжения троса и обеспечения самостоятельного вертикального положения подъемника один из монтажников переходит к пяте опоры и следит за надлежащей установкой пяты в котлован. В процессе подъема на пяту опоры нужно оказывать давление с целью обеспечения постепенного скольжения пяты в котлован. Подъем производится до тех пор, пока в тросе подъемника есть подъемный запас.

На конечном этапе подъем осуществляется толканием стоек подъемника.

Находившийся на пяте работник переходит на другую стойку и, толкая одновременно обеими ногами, направляет опору в котлован. На конечном этапе подъема нужно проследить, чтобы опора не переваливалась на другую сторону, а оставалась в вертикальном положении. Поднятую в вертикальное положение опору подпереть стойками подъемника или при необходимости опорными вилами.

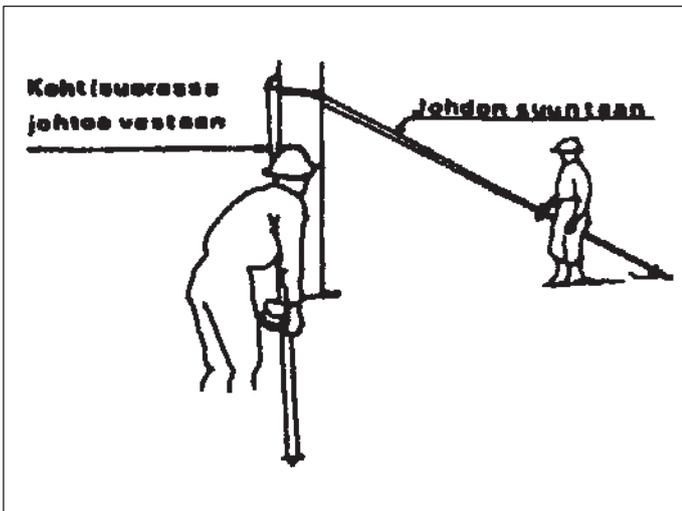


Рисунок 480. Удержание опоры с помощью стоек подъемника.

Проверить положение установленной в котлован опоры: опора прямого участка линии должна устанавливаться в котлован таким образом, чтобы центр пяты опоры был всегда однонаправлен с трассой. Угловая опора устанавливается с помощью крюков и траверс таким образом, чтобы она с обеих сторон линии соответствовала направлению трассы. На углу подвесного изолятора опора должна примерно на длину гирлянды выступать в сторону биссектрисы угла между направлениями линии.

Корректировка направления опоры относительно трассы осуществляется таким образом, что один из работников настраивает положение устанавливаемой опоры по трассировочному шесту и предыдущей опоре и дает указания другому работнику, который перемещает пяту опоры с помощью кола, установленного о стенку котлована.

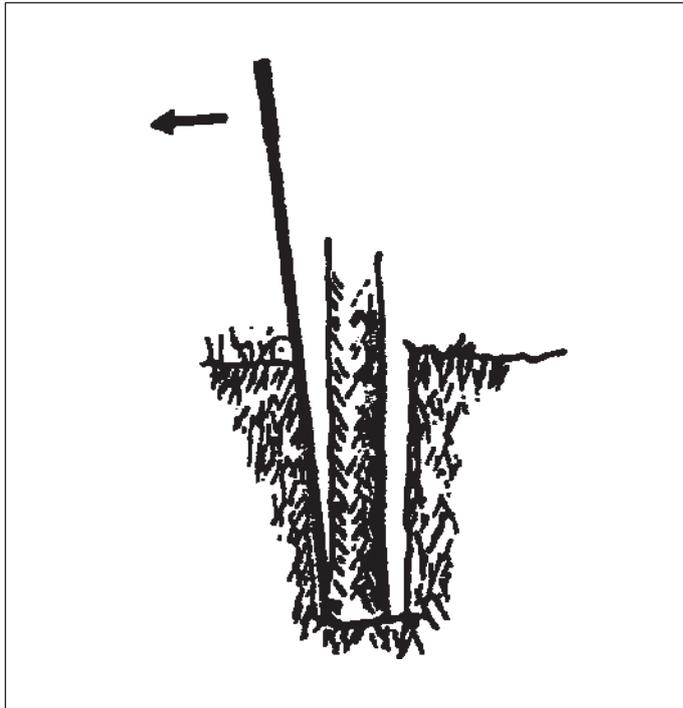


Рисунок 481. Перемещение пяты опоры в котловане.

После установки опоры в нужную точку котлована производится контроль вертикальности опоры с двух противоположных направлений с помощью лотлини. На угловых и конечных опорах выполняется отклонение на величину не менее толщины вершины опоры, т.к. оттяжка всегда немного ослабляется в процессе натяжения провода. Положение опоры трудно поддается исправлению в случае ее смещения при натяжении провода без предварительного отклонения в противоположную сторону.

Наряду с вертикальным положением опоры нужно проверить направление арматуры опоры по отношению к проводу.

Для поворота опоры используется специальный вороток или же поворот производится с помощью петли троса и железного лома.

#### 28.3.4. Засыпка котлована под опоры

После установки опоры в заданное положение начинается засыпка котлована. Котлован засыпается землей, вынутой из котлована. Засыпка производится слоями толщиной прим. 30-40 см с уплотнением каждого слоя.

При наличии камней они устанавливаются в нижней части котлована и вблизи границы грунта. Применение камней при засыпке мягкого грунта является обязательным, при засыпке твердого грунта – необязательным, поэтому их не нужно собирать в округе или привозить издалека.

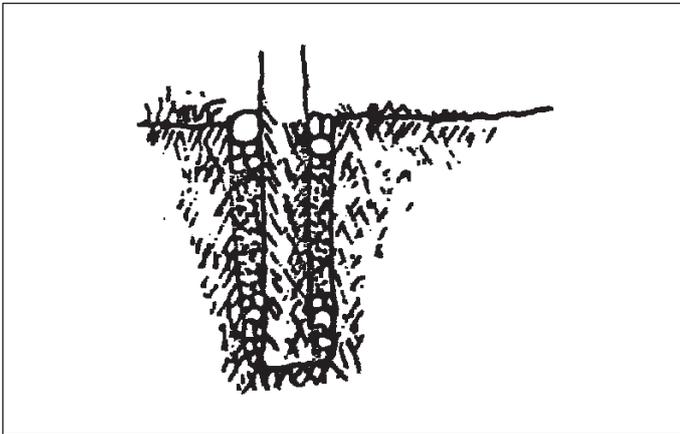


Рисунок 482. Заполнение котлована камнями.

Заполнение котлована камнями выполняется тщательно: камни укладываются в виде клиньев вокруг пяты опоры до высоты прим. 20 - 50 см от дна котлована, после чего котлован засыпается землей, и верхняя часть котлована толщиной прим. 30 - 50 см заполняется камнями. Укладка камней должна производиться так, чтобы они прочно опирали опору, при необходимости котлован нужно расширить с целью надлежащей укладки камней.

При засыпке котлована вокруг ствола опоры насыпается горка в виде запаса для оседания, оставшаяся вынутая земля разравнивается с землей вокруг опоры.

После засыпки котлована подъемник отсоединяется от опоры. Открывается защелка лебедки и трос ослабляется. Верхний конец подъемника приподнимается толканием, при этом расположенная вокруг опоры подъемная цепь ослабляется и опускается вниз. Опустившаяся вниз цепь удаляется с опоры, после чего подъемник отсоединяется от опоры.

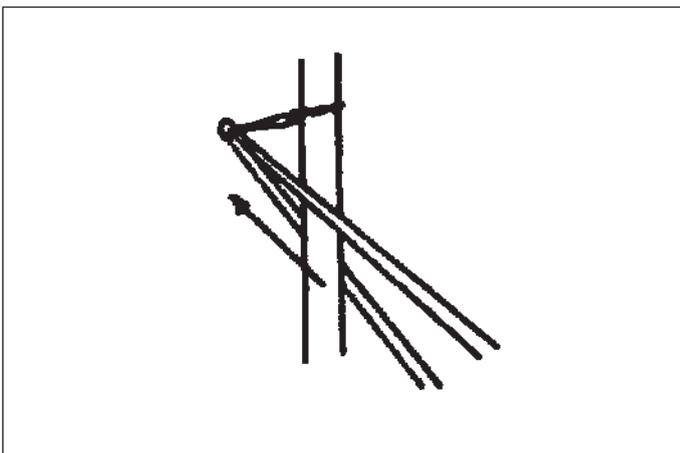


Рисунок 483. Отсоединение подъемника от опоры.

## 28.4. Воздушные линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированными проводами

### 28.4.1. Объекты применения

Неизолированные провода низкого напряжения больше не используются при строительстве новых воздушных линий электропередачи, вместо них используются провода АМКА и подземные кабели. На линиях низкого напряжения с неизолированными проводами производятся в основном только работы по ремонту и обслуживанию, а также по замене неизолированных проводов на провода АМКА или подземные кабели.

Для производства указанных работ необходимо знать конструкции воздушных линий электропередачи низкого напряжения с неизолированными проводами и связанные с ними требования.

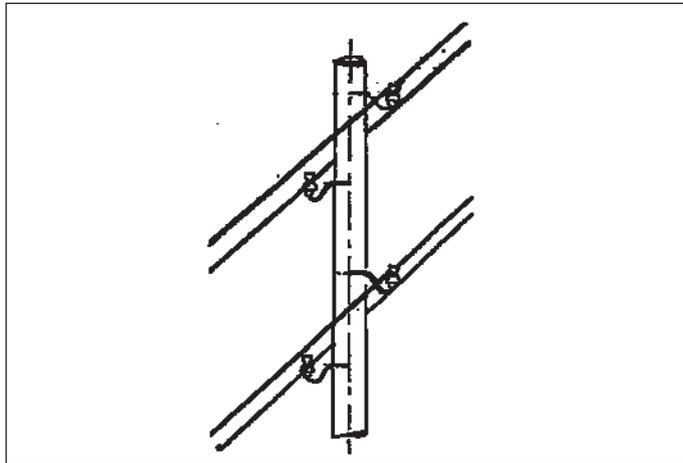


Рисунок 484. Воздушная линия электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированными проводами.

### 28.4.2. Расстояния до расположенных рядом объектов и других линий

Нормативные требования к воздушным линиям электропередачи сильного тока содержат, в частности, следующие положения, касающиеся неизолированных проводов напряжением 0,4 кВ:

- Расстояние до поверхности грунта и воды: при нормальных климатических условиях - 5 м, при нагрузках - 4 м.
- Расстояние до растущих деревьев: до фруктовых деревьев - 1 м, до других деревьев - 1 м.
- Расстояние до построек: расстояние по горизонтали - 3 м, расстояние по вертикали - 4 м, расстояние до окна или аналогичного объекта - 5 м.

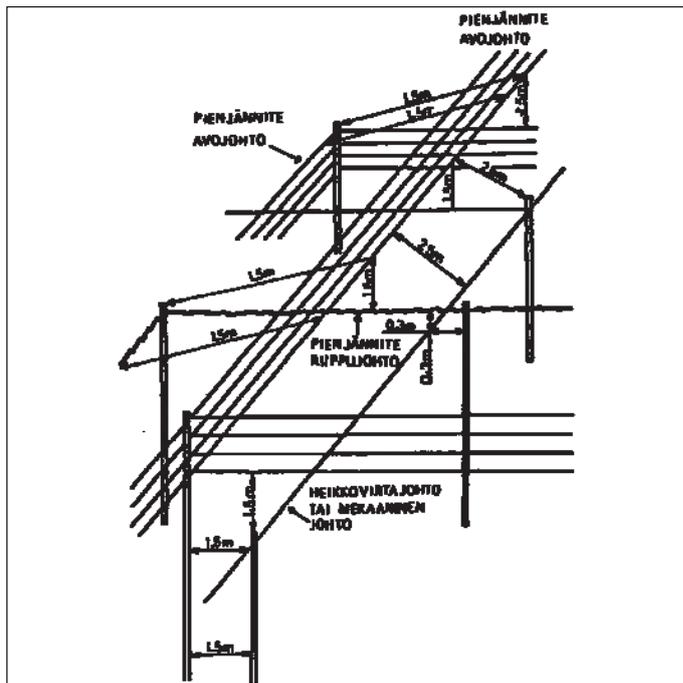


Рисунок 485. Расстояние неизолированного провода до других проводов (VIM, рисунок 4.3-3.).

Прокладка линии над открытым складом, на котором хранятся длинные предметы, запрещена. Прокладка линии над зданиями также запрещена, в процессе капитального ремонта она должна быть перенесена в другое место.

Оконцовка неизолированного провода на стене здания запрещена.

В случае прохождения воздушной линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированным проводом над проводом низкого напряжения, механическим проводом или другим проводом низкого напряжения она должна быть усилена.

Усиленная конструкция применяется также в случае прокладки линии на расстоянии менее 5 м по горизонтали до указанных выше проводов.

#### 28.4.3. Установка оттяжек

Оттяжки, устанавливаемые на воздушную линию электропередачи низкого напряжения с неизолированными проводами, оснащаются изоляторами, если точка крепления оттяжки к опоре находится на расстоянии менее 0,20 м от нижней токоведущей части линии. На небольших углах оттяжки устанавливаются на расстоянии 0,20 м ниже провода, а на больших углах на оттяжки устанавливаются изоляторы.

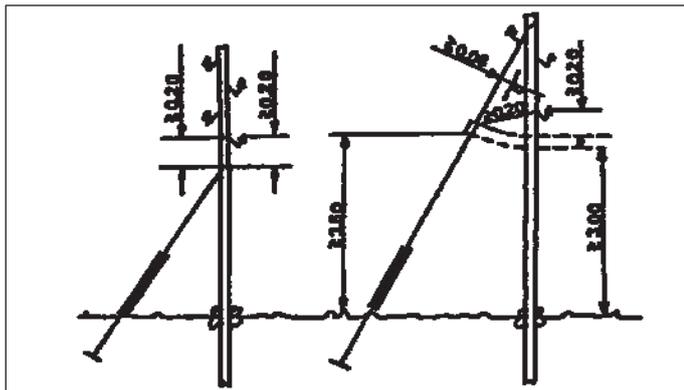


Рисунок 486. Установка оттяжек на воздушную линию электропередачи низкого напряжения с неизолированными проводами.

В качестве изоляторов оттяжек используются изоляторы Н 12. Нужно помнить, что вес неизолированных проводов может быть равен весу провода АМКА, или даже быть больше него, что устанавливает жесткие требования к оттяжкам.

#### 28.4.4. Монтажная арматура

Крюки, опорные изоляторы

При креплении неизолированных проводов к опоре, как правило, используются опорные изоляторы, монтируемые к опоре с помощью крюков.

Крюк изолятора – это равномерная по толщине деталь с винтовой нарезкой, которая ввинчивается в отверстие опоры. Вертикальная часть крюка имеет винтовую нарезку, на которую устанавливается опорный изолятор с помощью пластмассовой втулки. Крюки защищены от коррозии.

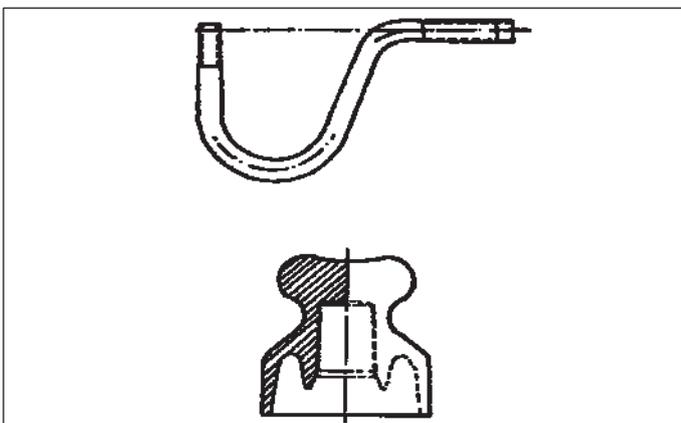


Рисунок 487. Крюк и опорный изолятор.

Размер находящегося на шейке опорного изолятора паза должен быть достаточным для крепления также более толстого провода. Обычно используются изоляторы низкого напряжения Р-80 и Р-95.

Наружный диаметр изолятора указан в идентификационном номере.

Роликовые втулки, роликовые изоляторы

Вместо опорных изоляторов и крюков могут использоваться также роликовые втулки и роликовые изоляторы. При больших сечениях это даже обязательно, т.к., будучи установлены на крюки, провода полностью зависят от крепления, а способ монтажа крепления ограничен.

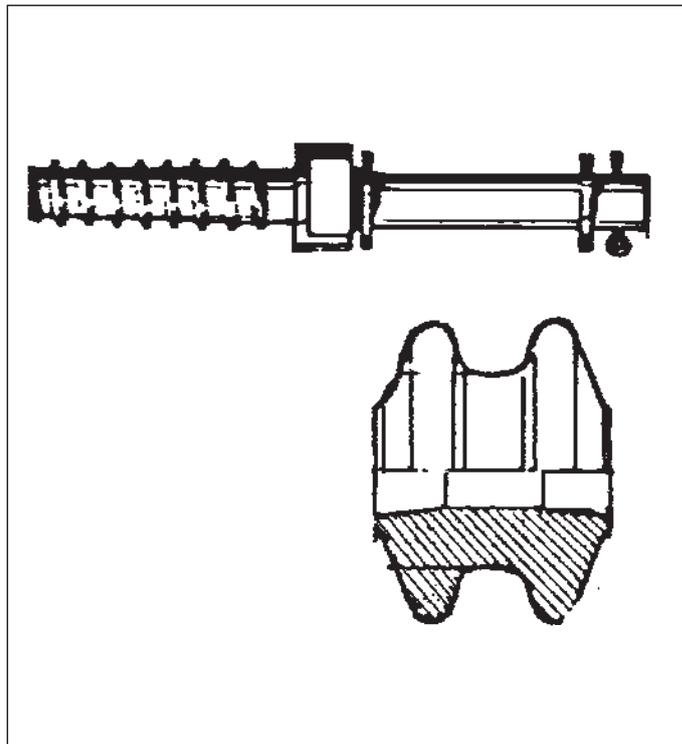


Рисунок 488. Роликовая втулка и роликовый изолятор.

Роликовый изолятор удерживает провод в пазу, и весь вес провода направлен на роликовый изолятор.

Вязка предусмотрена только для предотвращения проскальзывания провода на изоляторе.

Обычно применяются коричневый роликовый изолятор PR-85 и более старый белый роликовый изолятор PR-100.

#### 28.4.5. Опорные конструкции

Применяются такие же опоры, как и при монтаже проводов АМКА, но в силу необходимого для установки неизолированных проводов пространства, высота опор должна быть больше.

На прямых участках линии с неизолированными проводами применяются решения крюков или роликовых втулок с сохранением на вершине опоры свободного участка размером 0,15 м, затем через 0,5 м поочередно по разным сторонам опоры устанавливаются изолятор проводника PEN и фазные изоляторы.

Минимальное расстояние от провода АМКА, устанавливаемого под неизолированным проводом, до нижнего фазного провода составляет 0,4 м.

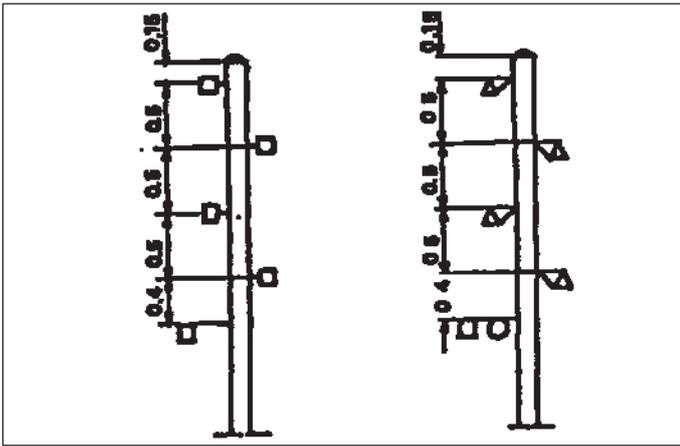


Рисунок 489. Конструкция опоры прямого участка линии.

Крюки могут применяться также на угловых и конечных опорах, но более приемлемым решением на таких опорах являются все-таки насадки для роликовых изоляторов. Крюками допускается пользоваться на небольших углах, поскольку при больших углах провода, проходящие по внутренней стороне угла, удерживаются только за счет болтового крепления крюков изолятора. И т.к. в результате старения может происходить выпадение крюков, то более надежным способом крепления проводов на больших углах являются роликовые насадки, установленные в просверленные сквозь угловые и конечные опоры отверстия.

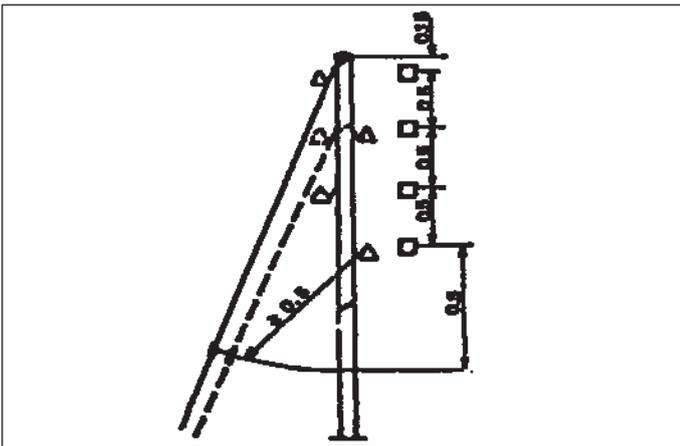


Рисунок 490. Конструкция угловой и конечной опоры.

В тесных условиях, когда отсутствует возможность для установки оттяжек, в качестве конечной и угловой опоры применяется А-образная опора.

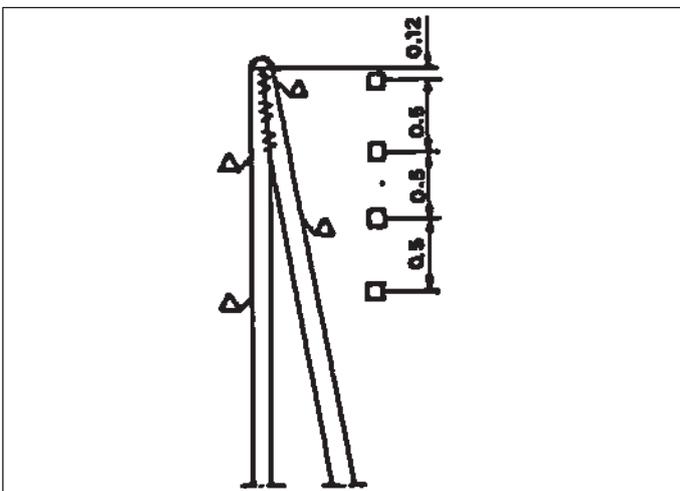


Рисунок 491. А-образная опора.

Крепление для роликового изолятора, скоба с гайкой

На угловых и конечных опорах вместо крюков желательно пользоваться роликовыми изоляторами, установленными в специальные крепления. Такое решение обеспечивает удобство установки оттяжек и монтаж креплений проводов сквозь просверленные отверстия в концевой опоре.

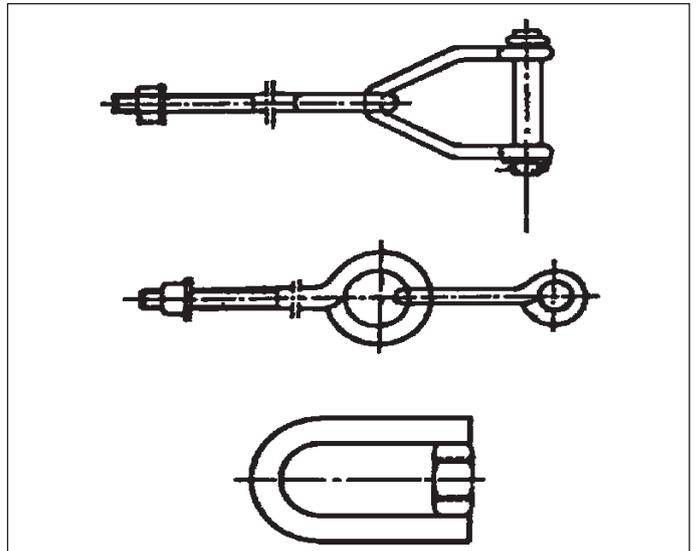


Рисунок 492. Крепление цепного типа для роликового изолятора и скоба с гайкой.

Роликовый изолятор крепится к скобе с двухлапчатой проушиной и фиксируется чекой. Систему дополняет скоба с гайкой, с помощью которой осуществляется крепление роликового изолятора цепного типа.

#### 28.4.6. Ремонт воздушной линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированными проводами

Монтаж провода

Используемые провода

На воздушных линиях напряжением 0,4 кВ с неизолированными проводами применяются, как правило, сталеалюминиевые провода. На старых линиях используются также медные провода.

Прокладка и натяжение проводов

При прокладке и натяжении проводов применяются те же рабочие методы, как и при прокладке и натяжении неизолированных проводов напряжением 20 кВ, описанные выше.

Вязка

После натяжения провода привязываются к опорным изоляторам. На прямом участке линии со стороны опоры вязка производится к желобу шейки опорного изолятора, а на углах таким образом, чтобы провод огибал изолятор со стороны внешнего угла..

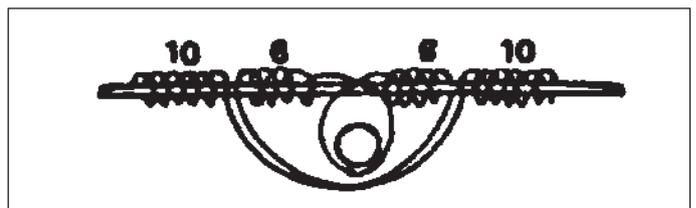


Рисунок 493. Вязка медного провода на старой линии (P 95).

На сталеалюминиевых проводах используется такая же проволочная вязка, как и в описанных выше неизолированных проводах напряжением 20 кВ. Защитная вязка накладывается вокруг провода рядом с изолятором и на уровне изолятора, продолжение вязки производится с учетом указанного в инструкции количества витков. На угловых опорах под проводом иногда сложно выполнить защитную вязку. В таком случае используется таль и два натяжных зажима, с помощью которых провод ослабляется на момент вязки.

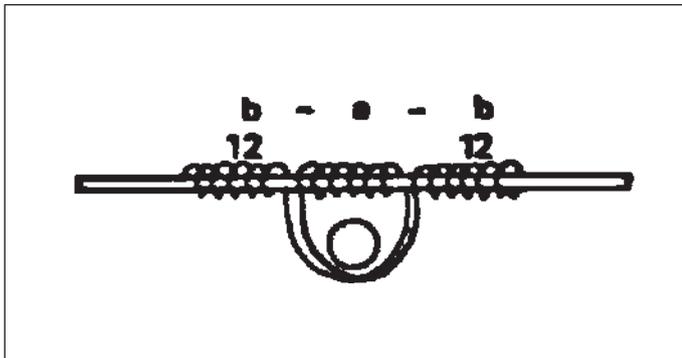


Рисунок 494. Привязка провода «Feral» к опорному изолятору P 95 на обычной линии.

Алюминиевый провод запрещено обвязывать медной проволокой и наоборот.

Лишние концы проволочной вязки и вспомогательные проволоки должны быть удалены с рабочего объекта. Куски проволоки запрещено разбрасывать по полям или лесам, т.к. они могут повредить уборочные машины и явиться причиной предъявляемых электроэнергетическому предприятию требований по возмещению ущерба.

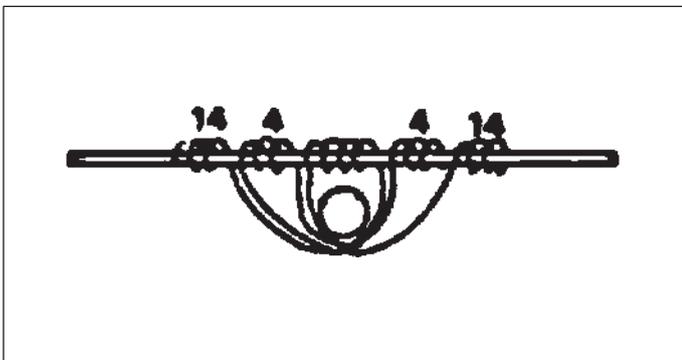


Рисунок 495. Привязка провода «Feral» к роликовому изолятору PR-100.

#### Оконцовка

Оконцовка неизолированного провода напряжением 0,4 кВ выполняется, как правило, роликовыми изоляторами.

Натяжение провода на торцевую опору или стену начинается с верхнего провода. Для натяжения применяется таль и натяжной зажим. Установка тали выполняется таким образом, чтобы крепление провода на конечный изолятор можно было осуществить без ослабления провода после удаления тали.

Конец провода обвивается один раз вокруг роликового изолятора и затягивается с помощью концевой зажима.

Провод обрабатывается с целью установки зажима на предусмотренное для него место недалеко от изолятора.

Для обеспечения надежного результата затяжка соединения должна производиться надлежащим затяжным и раздвижным гаечным ключом.

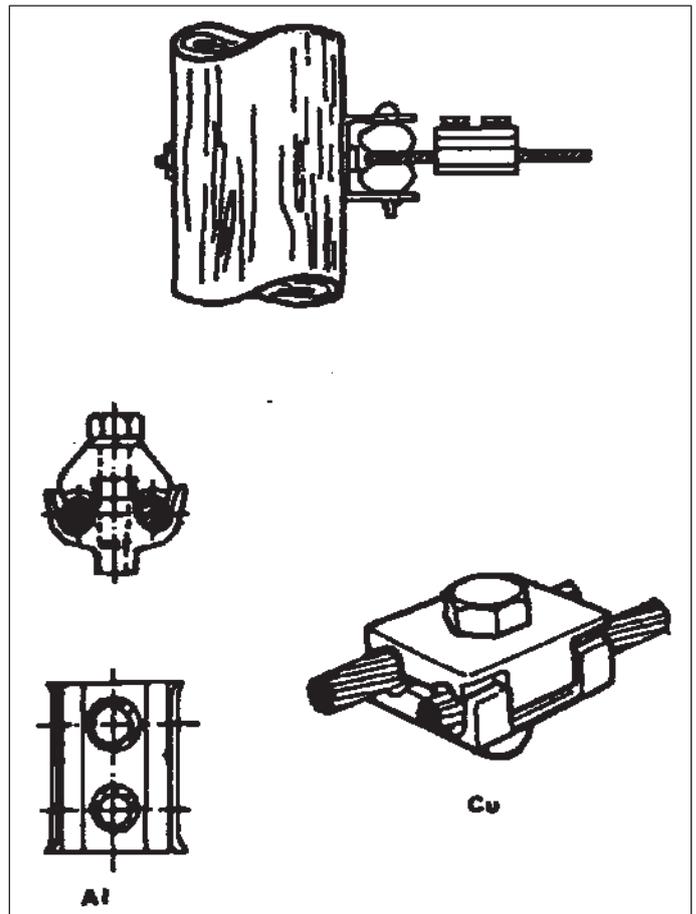


Рисунок 496. Алюминиевые и медные торцевые зажимы.

#### Соединение

Контактные зажимы применяются для соединения ответвительных проводов с магистральным проводом или кабеля подсоединения здания с неизолированным проводом.

Медные контактные зажимы меньше по размеру, чем алюминиевые зажимы. Верхняя часть контактного зажима оснащена пазовым отверстием, способствующим соединению всех сторон зажима даже в случае применения проводов разной толщины.

При выполнении соединения должна обеспечиваться надежная затяжка контактных зажимов. Превышение допустимого усилия затяжки приводит к повреждению зажима. Производители зажимов поставляют соответствующие усилию затяжки шарнирные торцевые или аналогичные ключи, размер рукоятки которых способствует удобству достижения необходимого момента затяжки..

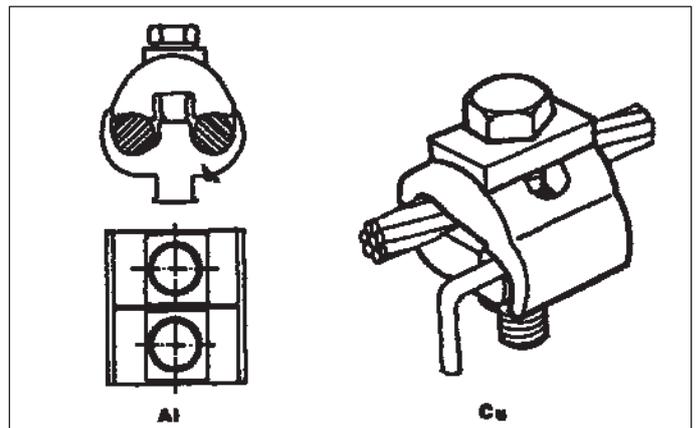


Рисунок 497. Алюминиевый (справа) и медный (слева) контактные зажимы.

Соединительные зажимы применяются для соединения алюминиевых проводов воздушной линии электропередачи с медными кабелями или медными проводами воздушной линии электропередачи. Конструкция зажима позволяет надежно без наличия риска коррозии соединять алюминиевые и медные провода.

Зажим оснащен облицованным медью зазором для медного провода, к которому допускается подсоединять только медный провод. В процессе монтажа медный провод всегда устанавливается под алюминиевым проводом.

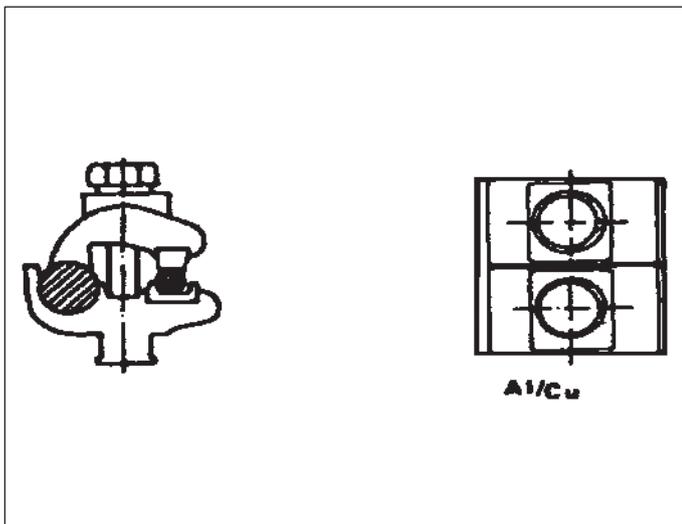


Рисунок 498. Соединительный зажим.

#### Соединение проводов

Соединения медного и алюминиевого проводов должны всегда производиться с помощью прессуемых соединительных зажимов или аналогичным методом, соответствующим, по крайней мере, 90 % прочности целого провода.

#### 28.4.7. Замена проводов на линии низкого напряжения

При увеличении нагрузок приходится увеличивать также сечения проводов, что позволяет улучшить пропускную способность сети линий. Если конструкции опор являются достаточно прочными, то можно ограничиться только заменой проводов, но обычно вместе с заменой проводов приходится обновлять также конструкции вершин опор. Замена проводов производится на линиях низкого и высокого напряжения.

Типичной работой при замене проводов на линии низкого напряжения является замена старых неизолированных проводов на провода АМКА.

Основной принцип замены проводов состоит в протягивании нового провода с применением старого провода на его место.

Рабочие этапы: Провод АМКА вместо неизолированного провода

#### Перерыв эксплуатации и рабочее заземление

В случае выполнения работ в сети электропередачи, находящейся в эксплуатации, этапы производства работ должны быть предварительно тщательно спланированы с учетом эффективного использования времени перерыва эксплуатации и ввода исправленного участка линии в эксплуатацию к концу рабочего дня.

#### Монтаж кронштейнов и монтажных роликов провода АМКА.



Рисунок 499. Установленные кронштейны и монтажные ролики провода АМКА.

Кронштейны провода АМКА устанавливаются на стороне, противоположной проводу PEN. К поддерживающему крюку крепится монтажный ролик. На углах провод АМКА устанавливается вместо провода PEN. На прямом участке линии вместо поддерживающего крюка допускается пользоваться роликовым изолятором, в таком случае монтажный ролик не используется. Провод PEN отсоединяется от вязки и переносится на монтажные ролики или роликовые изоляторы.

#### Раскатка и натяжение провода АМКА

Раскатка провода АМКА осуществляется с помощью провода PEN, который используется в качестве тягового троса. Провод АМКА натягивается на предусмотренное место и по завершении первого рабочего дня, как правило, подключается как провод PEN. Далее провод АМКА подсоединяется вместо неизолированного провода.

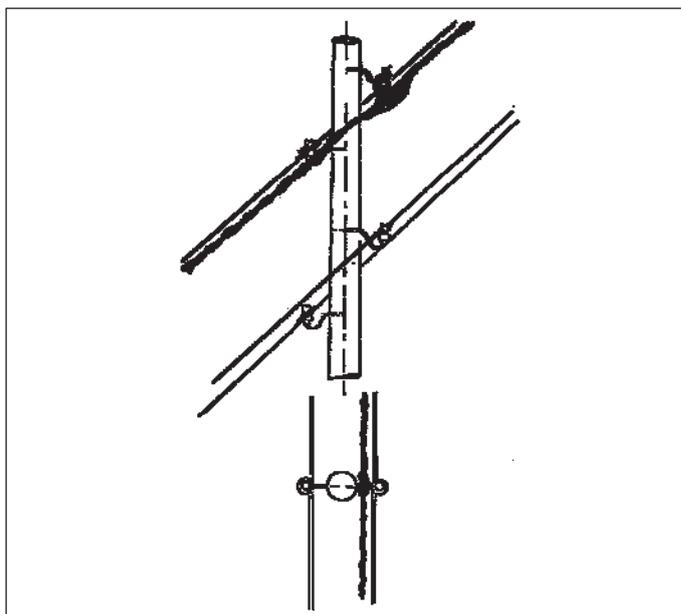


Рисунок 500. Провод АМКА, натянутый над неизолированным проводом.

Демонтаж фазных проводников неизолированной линии  
 Провода неизолированной линии отсоединяются от вязки, переносятся по одному на монтажные ролики и удаляются наматыванием. Провода запрещено протягивать по крюкам. Всегда надо пользоваться монтажными роликами.

Демонтируемый материал проводов обычно используется повторно, поэтому с ним нужно обращаться как с новым материалом.

#### 28.4.8. Подключение провода к сети воздушной линии электропередачи напряжением 0,4 кВ с неизолированным проводом, находящейся в эксплуатации

В процессе обработки старого провода электропитание приходится отключать на всех линиях, на которых производится работы. Рассмотренные выше в связи с проводами АМКА и неизолированными проводами 20 кВ примеры по организации отключения электропитания при выполнении работ подходят в качестве инструкций также и для старых электросетей.

В следующем примере рассмотрим подключение ответвительного провода АМКА к неизолированному проводу низкого напряжения.

На рабочем объекте обрезаются неизолированный провод низкого напряжения, и расположенный после места среза неизолированный провод демонтируется. К обрезанному на рабочем участке неизолированному проводу подсоединяется не находящийся под напряжением ответвительный провод АМКА. Напряжение на рабочем объекте может быть подключено только с одного направления согласно схеме.

На время отсоединения трубчатых плавких предохранителей отключение нагрузки происходит через общий выключатель. Рабочий объект должен быть отсоединен от напряжения со всех сторон по всем полюсам.

В месте разъединения устанавливается запрещающий плакат «Не включать – идут работы». На запрещающий плакат должны быть нанесены имя и фамилия установившего его лица и дата. Плавкие вставки помещаются в надежное место.

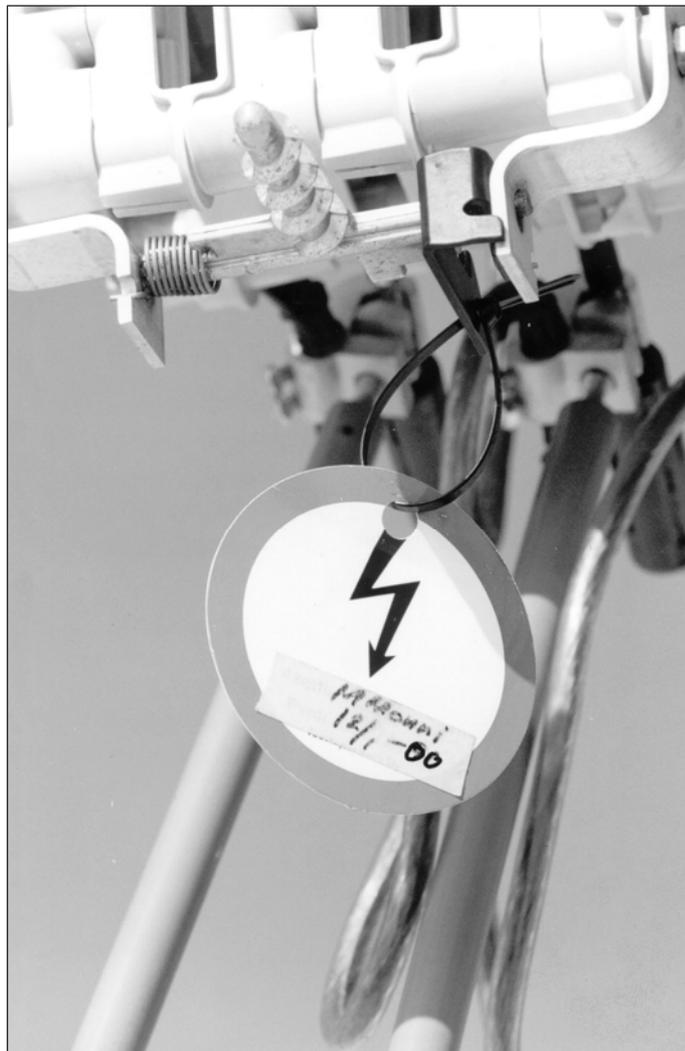


Рисунок 502. На запрещающем плакате указываются имя и фамилия установившего его лица и дата установки.

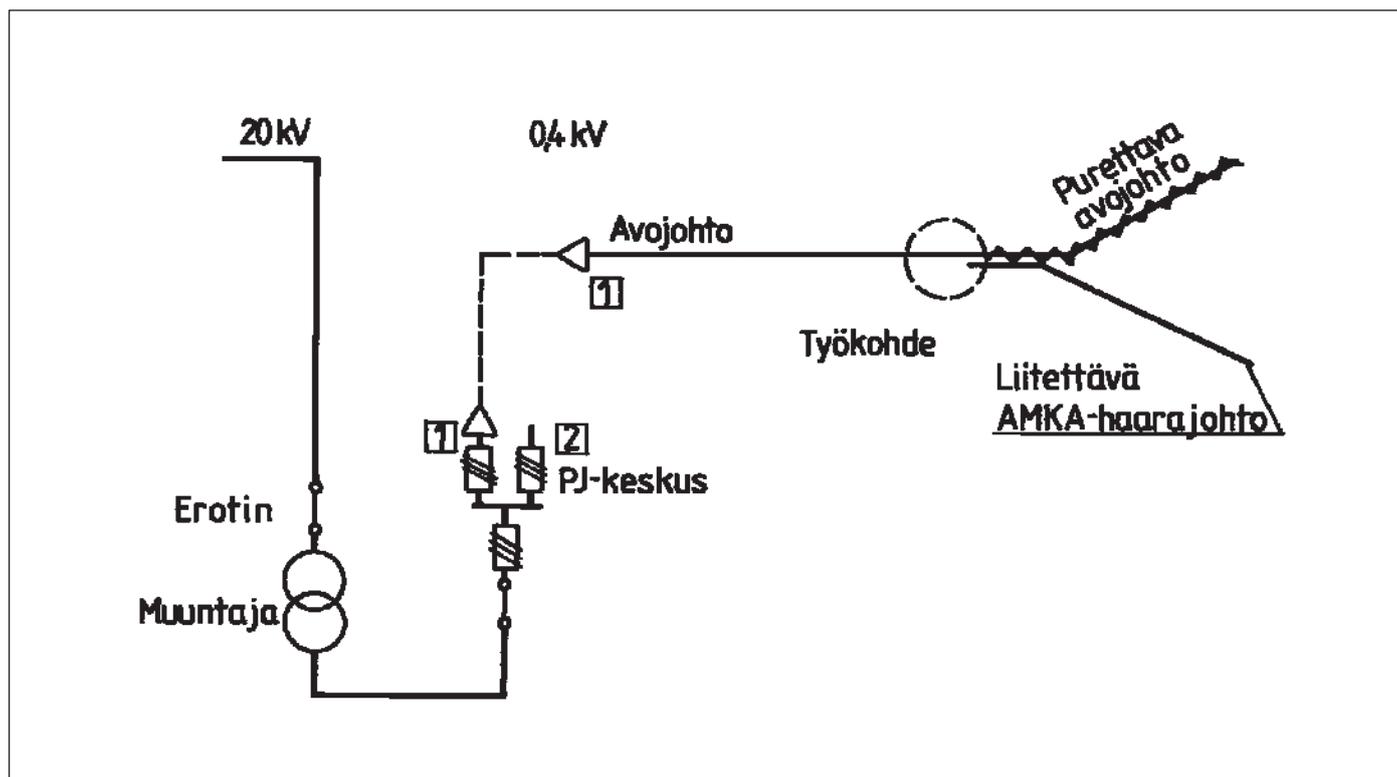


Рисунок 501. Пример сети: подключение ответвления линии АМКА к неизолированной линии низкого напряжения.

С целью предотвращения риска включения напряжения посторонними лицами место разъединения запирается на время работ на замок. Перед началом работ необходимо проверить наличие возможных факторов риска и устранить их. Общераспространенным фактором риска является восстанавливающееся питание, которое может быть обусловлено радиальной линией или запасным генератором. Ошибочное отключение, например, обесточивание не той линии является, к сожалению, довольно распространенной проблемой.



Рисунок 504. Производство рабочего заземления на линии низкого напряжения.



Рисунок 503. Проверка отсутствия напряжения на линии низкого напряжения.

На рисунке контроль обесточенности осуществляется с помощью подходящего для неизолированного провода 2-полюсного индикатора напряжения, функционирование которого проверено в связи с отключением напряжения в находящемся под напряжением месте. Отсутствие напряжения проверяется между всеми фазами, а также между фазами и проводом PEN, начиная снизу.

Выполнение рабочего заземления с помощью заземляющего устройства с четырьмя изолирующими штангами, фазными зажимами и соединительными проводами. Установка рабочего заземления начинается с ближайшего провода. В данном случае достаточно одного рабочего заземления, которое лучше всего установить на опоре, расположенной перед рабочим объектом. Такая установка не будет мешать производству работ, и эффективность рабочего заземления, например, в связи с отсоединением обрезаемого провода не будет снижаться.



Рисунок 505. Заземляющее устройство со штангами для воздушной линии электропередачи 0,4 кВ с неизолированными проводами.

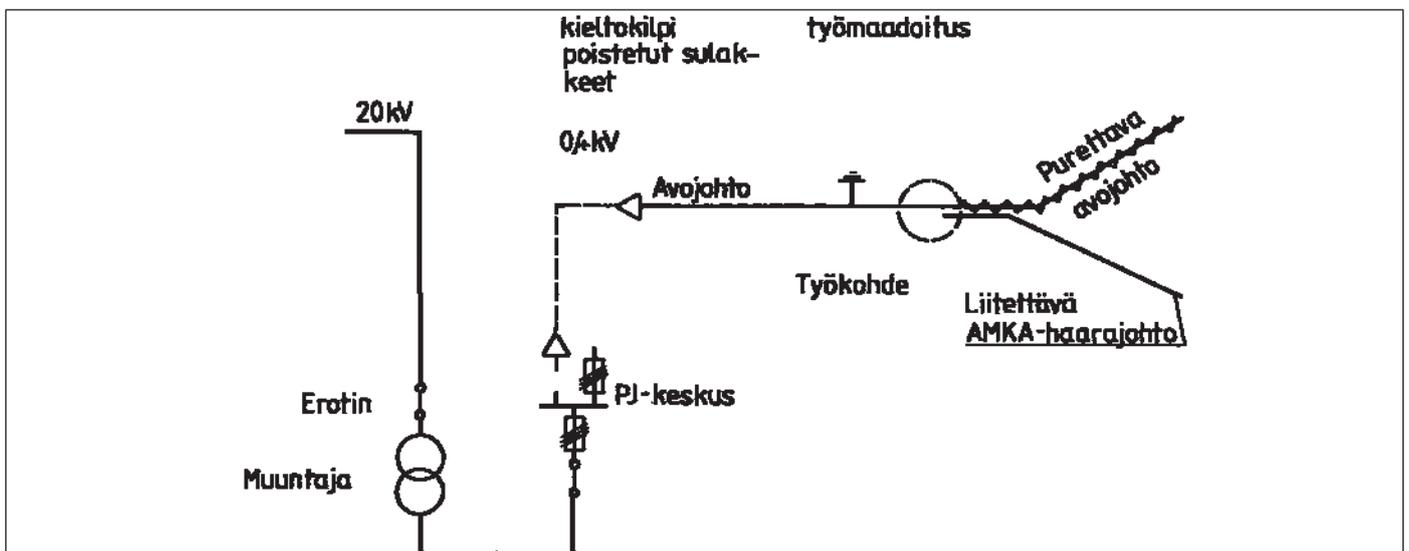


Рисунок 506. Рабочее заземление и обозначения на рабочем объекте примера.

### Внимание!

Заземляющее устройство со штангами для воздушной линии низкого напряжения не имеет заземляющего троса и заземляющего электрода.

Рабочее заземление основано на коротком замыкании фазных проводников и соединении их посредством соединительного провода с проводом PEN, имеющим защитное заземление.

На рисунке представлены необходимые меры безопасности, к которым относятся удаление плавких вставок трансформатора, установка запрещающего плаката и рабочее заземление воздушной линии.

Перед началом работ необходимо убедиться в безопасности рабочего объекта и отсутствии частей под напряжением в непосредственной близости от участка работ. Работа выполняется в соответствии с представленными инструкциями. При обрезании неизолированного провода следует избегать резких движений. При закреплении нового провода к опоре изменяются направленные на опору нагрузки. Поэтому необходимо проверить механическую прочность опоры и ее заглубление, при необходимости на опору установить оттяжки, либо временно на период производства работ, либо стационарно. В данном примере прямая воздушная линия электропередачи с неизолированными проводами является концевой, к ней подключен ответвительный провод АМКА.

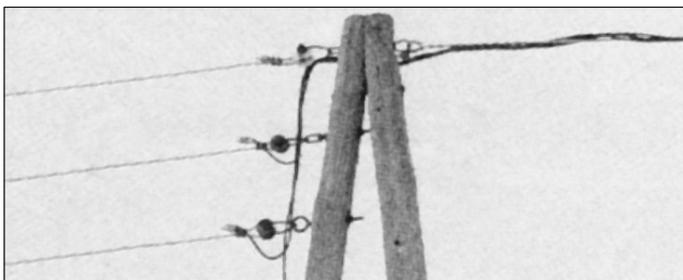


Рисунок 507. Переход неизолированного провода 0,4 кВ в провод АМКА.

työpisteissä on lopetettu. Lopuksi poistetaan työmaadoitukset  
После завершения работ с рабочего объекта удаляются все рабочие инструменты и материалы, проверяется завершение работ во всех рабочих точках. В конце удаляется рабочее заземление.

## 28.5. Воздушные линии 20 кВ с неизолированными проводами

### 28.5.1. Старые конструкции 20 кВ

Конструкции крюков

Обычная конструкция крюка

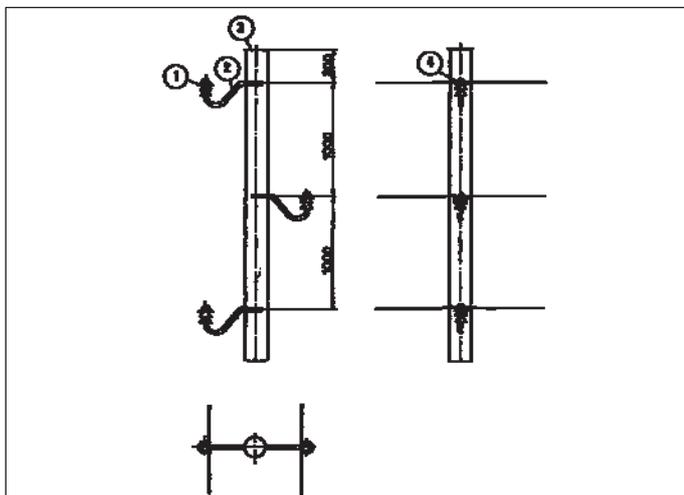


Рисунок 508. Обычная конструкция крюка.

Инструкция по монтажу:

Детали:

- |                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 1. Опорный изолятор S 20 A      | 3 шт. |
| 2. Крюк изолятора SK 20-1       | 3 шт. |
| 3. Защитный наголовник + гвозди | 1 шт. |
| 4. Вязальная проволока Al 16    | 3 шт. |

Усиленная конструкция крюка

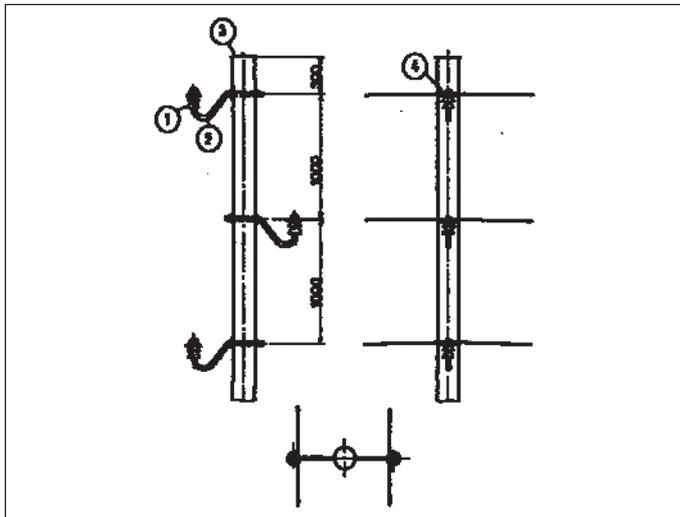


Рисунок 509. Усиленная конструкция крюка.

Инструкция по монтажу:

Детали:

- |                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 1. Опорный изолятор S 20 A      | 3 шт. |
| 2. Крюк изолятора SK 20-2       | 3 шт. |
| 3. Защитный наголовник + гвозди | 1 шт. |
| 4. Вязальная проволока Al 16    | 3 шт. |

Конструкция крюка-пальца для вершины

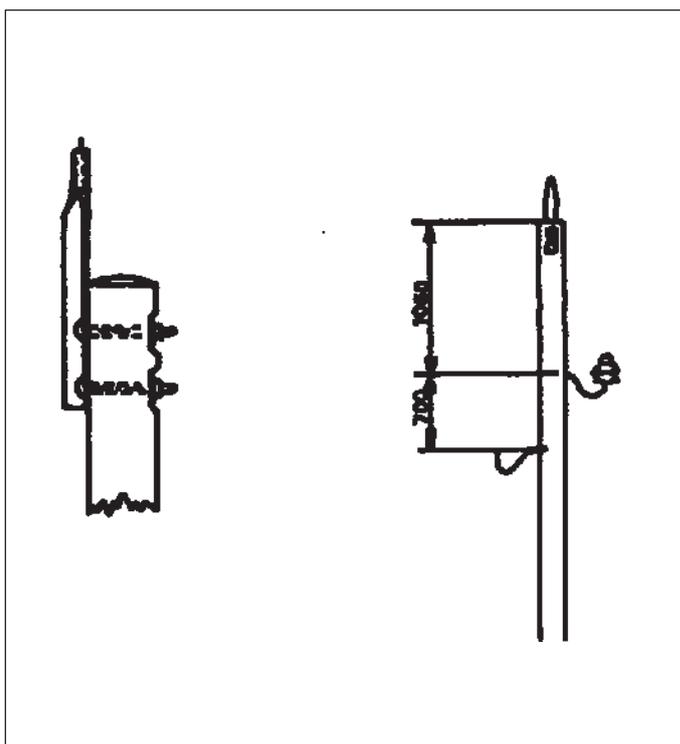


Рисунок 510. Конструкция крюка-пальца для вершины.

Натяжной изолятор, угловая опора

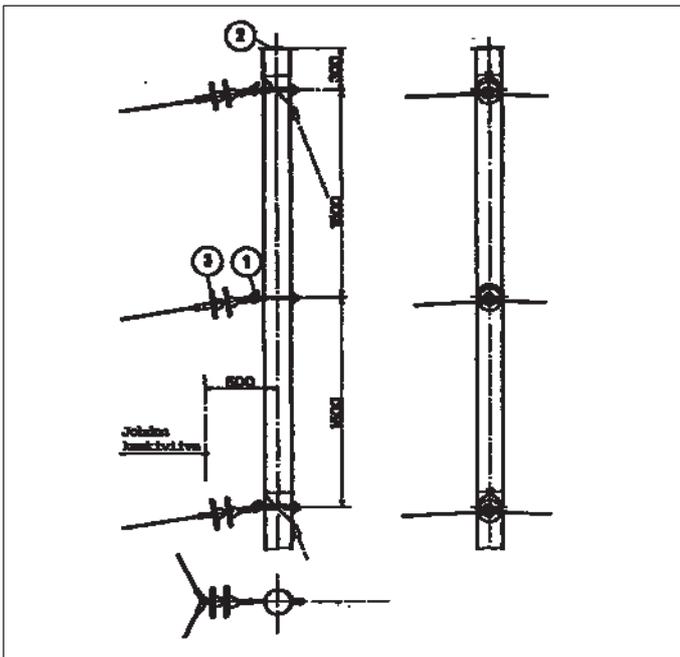


Рисунок 511. Натяжной изолятор, угловая опора.

Детали:

1. Поддерживающий крюк RKKS 240 или SOT 101.1/101.2 3 шт.
2. Защитный наголовник 1 шт.
3. Поддерживающая гирлянда 3 шт.

Поддерживающую гирлянду образуют натяжной изолятор и угловой поддерживающий зажим.

Натяжной изолятор, установка оттяжек на угловую опору.

Верхняя оттяжка провода высокого напряжения частично расположена над проводом, поэтому на нее устанавливается два изолятора Н 24 в указанных на рисунках точках.

Монтажная арматура

Подвесная арматура:

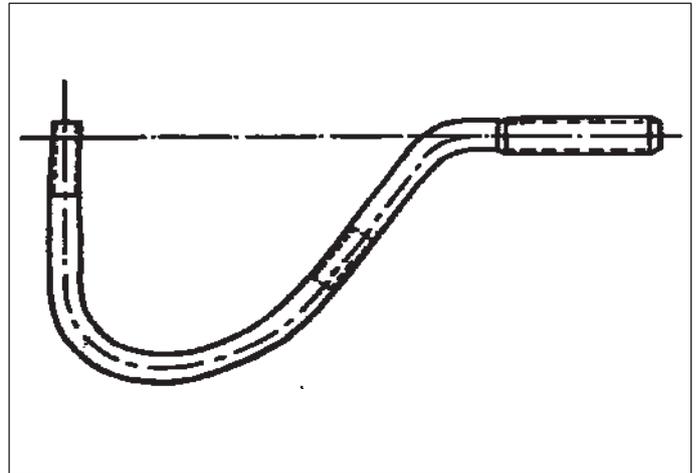


Рисунок 513. Крюк изолятора SK-20 I.

Крюк изолятора SK-20 I

Изготовлен из стали St 50, покрыт лаком.

Винтовая часть для изолятора и установки на опору. В опоре высверлить первоначальные отверстия 22 мм буром. Используется изолятор S 20.

Применение: в конструкциях крюк-палец на вершине опоры для обычных проводов.

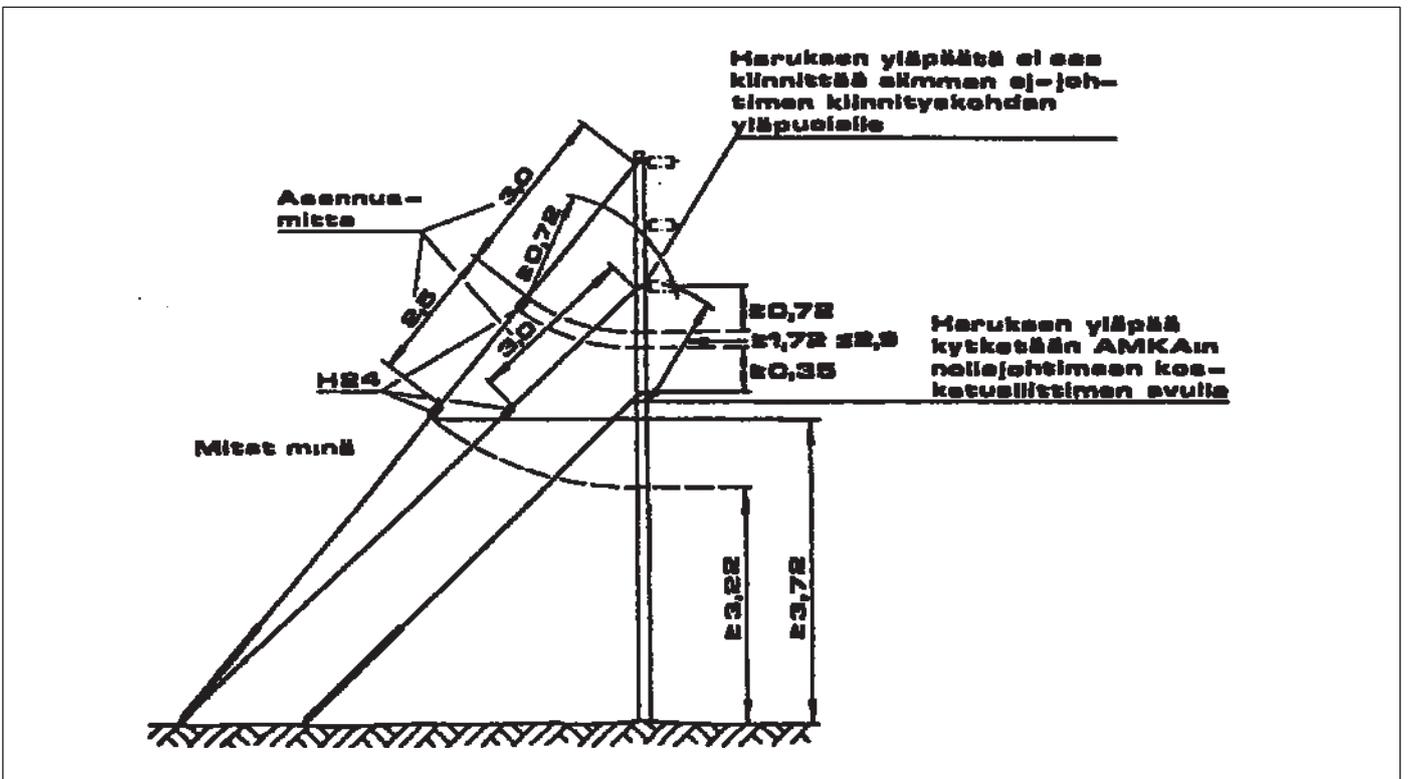


Рисунок 512. Установка оттяжек на угловую общую опору напряжением 20 кВ с натяжным изолятором.

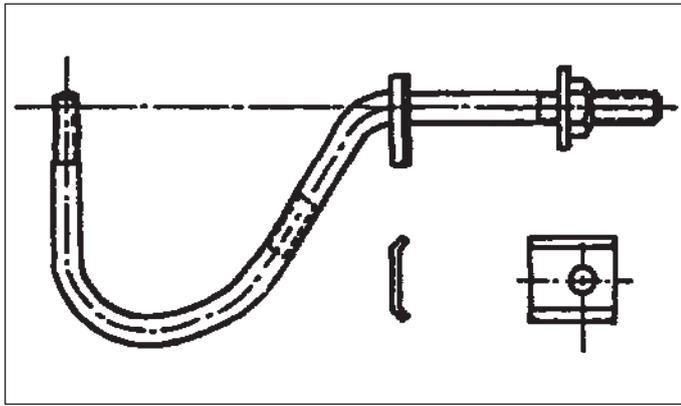


Рисунок 514. Крюк для изолятора SK-20 II

Крюк для изолятора SK-20 II

Изготовлен из стали St 50, покрыт лаком. Стопорная пластина из стали St 37.

Винтовая часть для изолятора. Конец со стороны опоры оснащен винтовой нарезкой, шайбой и гайкой.

Для затяжки крюка на опоре высверливается сквозное отверстие 28 мм. Используется изолятор S 20.

Применение: используется на угловых опорах с крюками и усиленных опорах.

Палец LT-20 I (LT-20 II)

Изготовлен из фасонной стали St 37:

Модель	Фасонная сталь
LT-20 I	L 45 x 45 x 5
LT-20 II	L 60 x 60 x 8

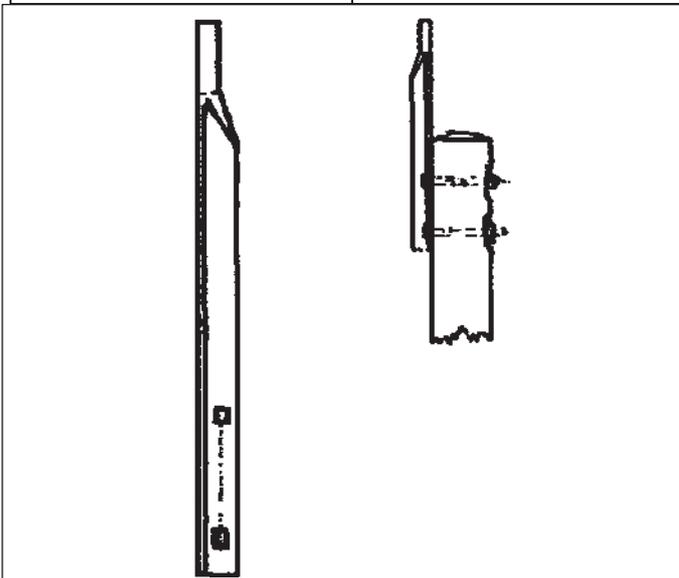


Рисунок 515. Палец и его монтаж.

Для крепления используются зажимные болты 12 x 200, под гайки которых устанавливаются шайбы. В опоре высверливаются 13 мм отверстия. На пальце – винтовая нарезка для изолятора S20.

Применение: в конструкциях крюк-палец на вершине опоры, I-палец на прямых участках и II-палец на угловых участках и в усиленных проводах.

## 28.5.2. Замена проводов на 20 кВ

Идея заключается в замене всех трех проводов за счет одной раскатки.

Перерыв электропитания и рабочее заземление

Провода должны иметь рабочее заземление в течение всего процесса раскатки. Рабочее заземление лучше всего выполнить следующим образом: заземлить монтажные ролики на первой опоре в расчете от барабана или тягового механизма. Провод заземления вначале прикрепляется к заземляющему электроду и лишь затем к проводам или монтажным роликам.

Установка монтажных роликов

Отсоединить вязку старого провода, монтажный ролик установить на предусмотренное место, на монтажный ролик установить провод. Удаленную вязку запрещено сбрасывать с опоры в окружающую среду, т.к. она может причинить ущерб и, находясь на местности, являться плохой рекламой для монтажников. Вязальная проволока доставляется монтажником с опоры вниз и утилизируется как металлолом.

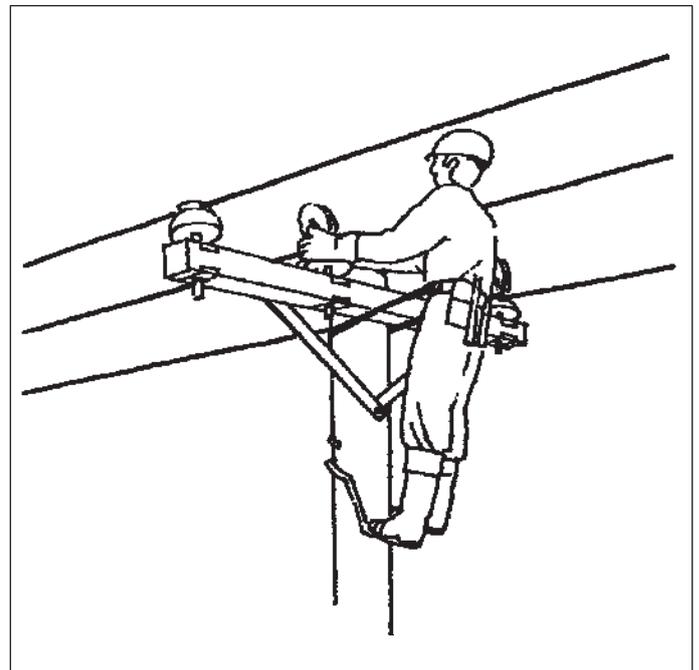


Рисунок 516. Установка монтажных роликов.

Отсоединение старых проводов на концах линии

Отсоединение провода производится так, чтобы концы провода не выскальзывали с конца тягового или барабанного каната. На этапе обрезания в процессе отсоединения проводов используется таль или лебедка, и провода присоединяются к новому проводу и тяговому механизму. Также производится анкеровка наружных проводов участка линии, например, к основанию опоры, в результате чего линия не наклоняется под действием одностороннего тяжения.

Раскатка, натяжение и привязка проводов

Раскатка старых проводов выполняется таким же образом, как и новых проводов. Работу могут усложнить соединения старой линии, за движением которых на монтажных роликах необходимо тщательно наблюдать, останавливая раскатку в случае заедания соединения. После установки проводов выполняется натяжение линии, обвязка и пр. работы, как и при сооружении новой линии.

### 28.5.3. Обновление конструкции вершины

При замене старых проводов линии на новые провода большего диаметра, как правило, приходится обновлять также конструкции вершин опор.

Вес проводов большего диаметра требует более прочного крепления, изоляторы старой линии, как правило, предусмотрены для более тонких проводов и поэтому не подходят для крепления новых проводов.

Решение по обновлению конструкции вершины опоры предлагается проектировщиками конструкций.

#### Рабочие этапы

Типичным видом работы является замена крюка на траверсу.

#### Перерыв электропитания и рабочее заземление

Рабочее заземление делают таким образом, чтобы средства заземления не мешали работе по замене конструкции вершины опоры.

#### Подготовка

Необходимый для работ материал собирается к опоре. Принимается решение о том, будет ли крепление опорных изоляторов на траверсные штыри производиться на земле или на поднятой опоре. Принимается решение о том, как траверса будет поднята на опору.

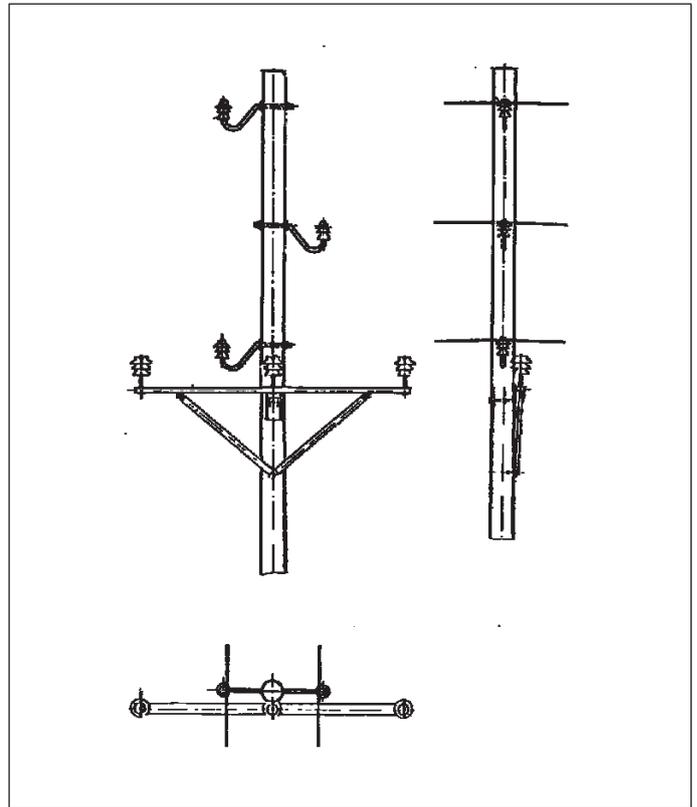


Рисунок 518. Старая конструкция вершины с установленной траверсой.

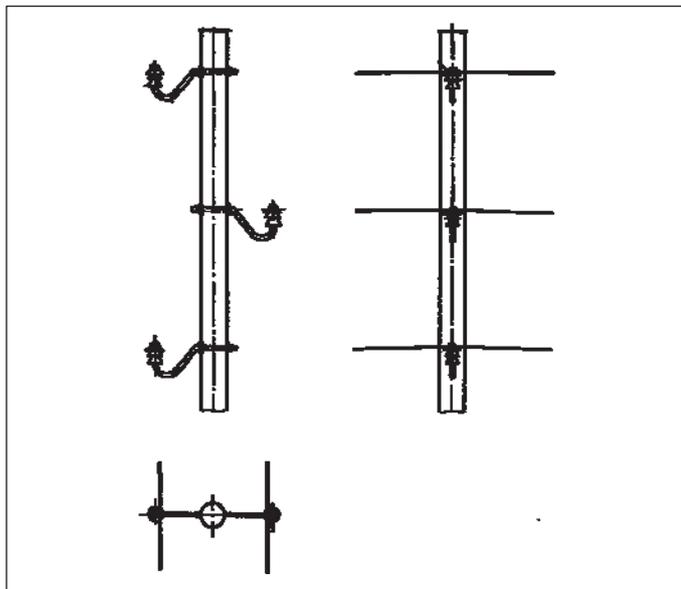


Рисунок 517. Старая конструкция вершины.

#### Работа по замене

На траверсе высверливаются отверстия для крепления на опору. Демонтаж старой конструкции осуществляется в объеме, позволяющем установку траверсы. Следует проверить наличие возможности демонтажа оставшейся части старой конструкции при установленной траверсе.

Траверса поднимается на место и крепится, после чего проверяется верность ее установки.

Провода переносятся на опорные изоляторы и привязываются или же устанавливаются монтажные ролики для выполнения замены.

Старые конструкции удаляются с опоры. Демонтированные детали следует опустить с опоры на землю с помощью каната. Сбрасывания любых материалов с опоры на землю следует избегать, т.к., например, изоляторы могут повредиться.

### 28.6. Укрепление основания опор

Разложение опор в особенности на пахотных угодьях происходит на уровне поверхности земли, на участке длиной прим. 0,3 - 0,5 м. Если опора в целом находится в хорошем состоянии, срок ее службы можно продлить с помощью укрепления основания.

Укрепление основания используется в основном только на отдельных объектах и при ремонте в случаях, когда замену опоры можно отложить до определенного срока, предусмотренного для общей замены опор.

В качестве укрепления основания опоры используется материал, из которого изготовлена опора, или металлическая подпорка.

#### Деревянная подпорка для основания опоры

Деревянная подпорка для основания опоры заглубляется до глубины установки опоры и устанавливается с боковой стороны опоры в поперечном направлении линии. Во время заглубления следует проверить необходимость поддержания опоры, например, с помощью временных оттяжек.

Подпорка для основания опоры поднимается прим. на 2 м над поверхностью земли и связывается со стволом опоры бандажной лентой. Обвязка производится на границе с землей и в верхней части подпорки. С помощью обвязки подпорка плотно крепится к опоре.

Котлован тщательно заполняется и уплотняется землей выемки.

При ручной выемке котлована для удаления камней используются специальные клещи. Камни используются для укладки основания опоры, способствующей ее надежной установке в котлован.

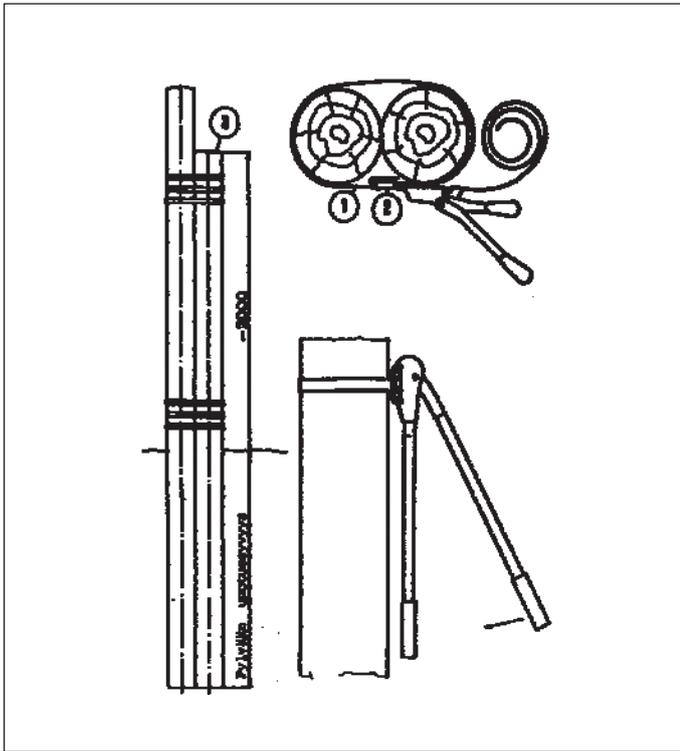


Рисунок 519. Монтаж деревянной подпорки.

Металлическая подпорка для основания опоры  
Подпорка состоит из двух желобов, которые забиваются к основанию опоры и перевязываются стальной стяжкой.

Желоба подпорки устанавливаются с боковых сторон опоры поперек направления линии и утрамбовываются с помощью трамбовочного оборудования. Если у основания опоры много крупных камней, они должны быть удалены с целью обеспечения установки желоба рядом с опорой..

После достаточного заглубления подпорки стяжками привязываются к опоре.

Желоба используются также для ремонта верхних частей опор на участке углубления для монтажа лестницы или повреждения прожогом.

#### Заглубление опор на большую глубину

Иногда бывает целесообразным заново заглубить опоры старой сети. Первоначальное заглубление опор может быть недостаточным или они могут подниматься в силу воздействия мерзлоты. Повторное заглубление повышает эксплуатационную надежность линии. Срок службы повторно заглубленной опоры согласно результатам исследований сокращается, т.к. под воздействием осадков пропиточное средство опоры выветривается на уровне границы с землей, и расположенная на границе с землей новая часть опоры начинает быстро гнить. Данный вопрос детально рассмотрен в «Рекомендациях для электросети RJ 33:96».

### 28.7. Дополнительная пропитка опор

Сегодня дополнительная пропитка опор уже не производится. Но методы дополнительной пропитки следует знать, т.к. в эксплуатации еще много опор с дополнительной пропиткой.

Воздействие основной пропитки начинает снижаться в силу выветривания и деградации прим. через 15 - 20 лет после основной пропитки.

Больше всего действие пропитки снижается на участке границы с землей, который с точки зрения гниения опоры является критичным местом.

Методы дополнительной пропитки направлены на оказание воздействия на качество пропитки опоры на участке границы с землей.

Пропитку выполняют специализированные компании, а в некоторых случаях – энергетические предприятия сами.

Одним из методов дополнительной пропитки, которым пользуются энергетические предприятия, является пропиточное обертывание.

Перед началом пропиточных работ нужно выяснить, выдерживает ли опора дополнительную пропитку.

#### Методы дополнительной пропитки

##### Метод обертывания «Wolmanit»

Для установки обертки вокруг обрабатываемой опоры удаляется земля на глубину прим. 40 см. Опора очищается металлической щеткой. Пропитанный соляным раствором «Wolmanit-TS» лист пенопласта шириной 40 см обворачивается вокруг опоры на подверженном гниению участке на границе с землей таким образом, чтобы верхний край обертки устанавливался на высоте прим. 10 см над уровнем поверхности земли. Наружная часть обертки состоит из пластиковой пленки, приклеиваемой краями к опоре, предотвращающей выветривание пропиточного состава в грунт. Отдельная т.н. защита от скота устанавливается в населенных пунктах и пастбищах гвоздями поверх участка обертки, расположенного над поверхностью земли. Находящаяся в обертке соль постепенно впитывается в древесину под воздействием влаги опоры.

С целью предотвращения выветривания соли из обертки в грунт следует обеспечить плотное крепление краев пластиковой пленки к опоре.

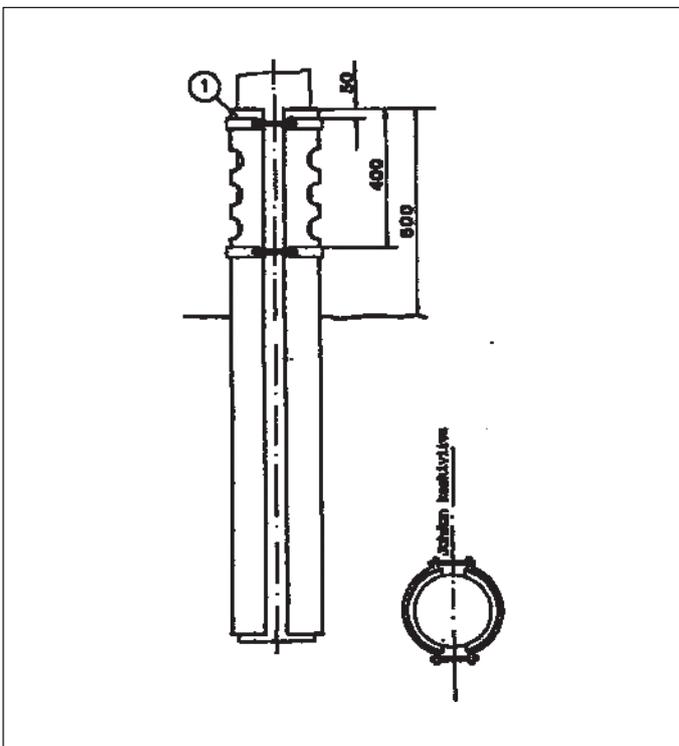


Рисунок 520. Металлическая подпорка для основания опоры.

Аналогичная защите от скота защитная лента используется также для прочного закрепления верхней части обертки к опоре. Установку камней в котлован нужно производить без повреждения обертки.

Обертка «Wolmanit» содержит следующие активные вещества: фтор, хром и динитрофенол.

Обертки опор могут устанавливаться самостоятельно или подрядчиками.

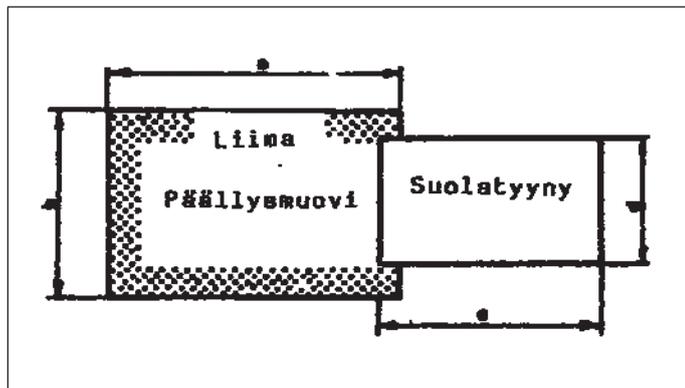


Рисунок 521. Раскрытая пропиточная обертка.

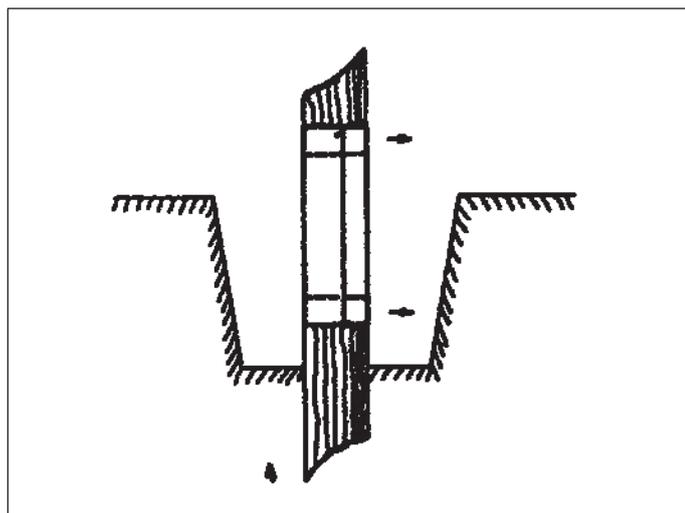


Рисунок 522. Пропиточная обертка, установленная на опору.

Инъектирование, т.е. метод «Собра»

При методе пропитки инъектированием пастообразное пропитывающее вещество вводится в опору с помощью специального инъекционного устройства на участке прим. 70 см на границе с землей. Пропитку выполняет подрядчик.

## 28.8. Демонтаж провода

### 28.8.1. Общая информация

Перед началом работ должны быть выяснены возможности безопасного выполнения труда на старых линиях.

Необходимо обеспечить соблюдение требований по электробезопасности работ на участке демонтируемой линии с учетом других линий, параллельных сетей, восстанавливающегося питания и пр.

Особое внимание необходимо обратить на прочность старых опор. Опоры, с которых демонтируются все провода, могут легко опрокинуться. Это происходит, в частности, в силу следующих причин: гниение опоры, выход опоры из грунта под воздействием мерзлоты, удаления земли с основания опоры или недостаточного заглубления опоры при строительстве.

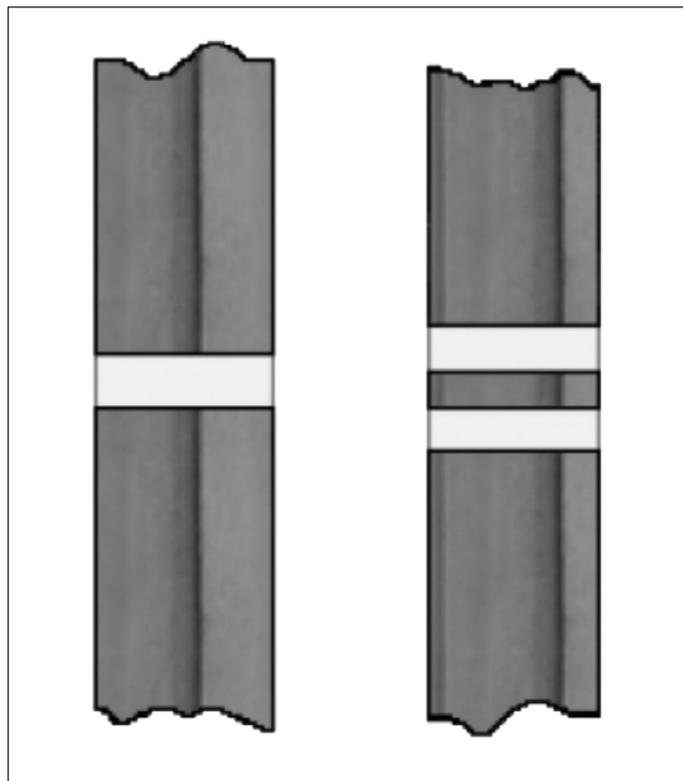


Рисунок 523. Предупредительные обозначения пораженных гниением опор.

Одна желтая наклейка: опору нужно подпереть на время демонтажа линий.

Две желтые ленты: подъем на опору без дополнительных подпорок запрещен.

С целью обеспечения безопасности демонтажных работ рекомендуется составить план демонтажных работ. План демонтажных работ нужен также для распределения ответственности и задач между предприятием распределительных сетей и подрядчиком. План демонтажных работ детально описан в «Рекомендациях для электросети TJ 4:05».

### 28.8.2. Рабочие методы демонтажа

#### Демонтаж с помощью экскаватора

Безопасным считается метод, при котором экскаватор валит демонтируемые опоры вместе с проводами на землю. Находящиеся на земле конструкции и провода могут быть демонтированы безопасным образом.

#### Демонтаж конструкций из клетки подъемника для людей

Монтажники осуществляют демонтажные работы из поднятой на уровень вершины опоры клетки подъемника для людей. Траверса, изоляторы и прочая арматура вершины опоры опускается на землю с помощью каната. Провода тоже опускаются на землю. Столбы опор валятся на землю с помощью экскаватора или распиливания у основания.

## Работы по демонтажу опорных конструкций на стоящей опоре

Данный метод может применяться на объектах, где рядом с демонтируемой опорой установлена новая опора. Такая ситуация возникает при замене опор, сооружении опор для разъединителей или мачтовых трансформаторов.

Новая опора укрепляется во время демонтажа с помощью экскаватора. Во время демонтажных работ не происходит подъема на демонтируемую опору, а все работы выполняются с новой опоры.



Рисунок 524. Укрепление опоры экскаватором.

Демонтажные работы при валке опор путем распиливания у основания

Если при демонтажных работах невозможно воспользоваться экскаватором, и состояние опоры настолько плохое, что даже в случае установки подпорок подъем на опору является опасным, опора валится на землю, и демонтаж производится на земле. Опору нужно распилить на высоте прим. 0,5 м от поверхности земли с целью обеспечения дальнейшей возможности для выемки опоры экскаватором из земли. Падение опоры в нужном направлении можно при необходимости обеспечить с помощью домкрата.

### Выполнение демонтажа с подъемом на укрепленную опору

Подъем на демонтируемую опору, как правило, запрещен. Но если опора является достаточно прочной и укреплена, то допускается подъем на опору с целью производства демонтажа. Достаточное укрепление опоры достигается с помощью экскаватора, удерживающего клещами ковша опору за ствол, а также вспомогательного удержания верхней части опоры.

Демонтажные работы на вершине опоры должны производиться с соблюдением особой осторожности и учетом напряжений, связанных с отсоединением провода, опасности падения опоры в результате гниения или врезания оттяжки в древесину ствола.

### Завершение демонтажных работ

Обработка материала демонтируемых проводов должна осуществляться с такой же тщательностью, как и нового материала. Демонтируемые провода поступают обычно в повторное использование.

Опоры доставляются в согласованное место с целью повторного применения или утилизации. После завершения демонтажных работ на местности не должно оставаться никаких материалов от конструкций линий или отходов. Особенно аккуратным в отношении кусков проводов и вязальной проволоки нужно быть на пахотных угодьях. Такие отходы могут причинить серьезный ущерб машинам по уборке урожая и явиться основанием для предъявления требований по компенсации.

### 28.8.3. План демонтажных работ

При составлении плана по демонтажу воздушных линий электропередачи должны быть учтены, по крайней мере, следующие вопросы:

- заказчик отвечает за предоставление информации об объекте демонтажа;
- подрядчик отвечает за безопасность демонтажных работ и назначает ответственное за технику безопасности работ лицо (начальник бригады);
- проектировщик составляет проект демонтажа и описание демонтажных работ;
- в описании демонтажных работ проектировщик представляет производителю демонтажных работ достаточные сведения для составления проекта производства работ, например:
  - o характеристика рабочего объекта и его специфические особенности;
  - o необходимые безопасные расстояния;
  - o получение разрешений от землевладельцев и других лиц;
  - o прерывание электроснабжения и организация обеспечения электричества.

### 28.8.4. Демонтаж провода АМКА

Потребность в демонтаже провода АМКА может появиться, например, в результате усиления сети, демонтажа временной линии или переноса линии. В таком случае применяется то же оборудование, что и при раскатке линии, и, в принципе, операции повторяются в обратной последовательности.

Таким же образом, как и при раскатке, перекрещивающиеся линии необходимо защитить, а при необходимости опустить на землю с целью обеспечения безопасности демонтажа или намотки.

Монтажные ролики устанавливаются на зажимы следующим образом:

- линия натягивается, например, на таль или лебедку;
- зажимы отсоединяются от несущего троса, и наматываемый провод устанавливается в пазы монтажных роликов;
- концевой зажим провода отсоединяется, и натяжение провода ослабляется с помощью лебедки и тягового троса.

Барaban устанавливается на раскаточный механизм, и конец ослабленного провода крепится к барабану. Намотка производится аккуратно с небольшим торможением. Следует проследить, чтобы ослабленный провод не выскальзывал из пазов монтажных роликов и не повреждался при намотке. Во время намотки наматываемый провод нужно направлять с целью плотной установки витков на барабан и обеспечения пригодности для повторного применения проводов.

Тип и совокупная длина намотанного провода наносятся на боковую поверхность барабана с целью исключения возможных ошибок.

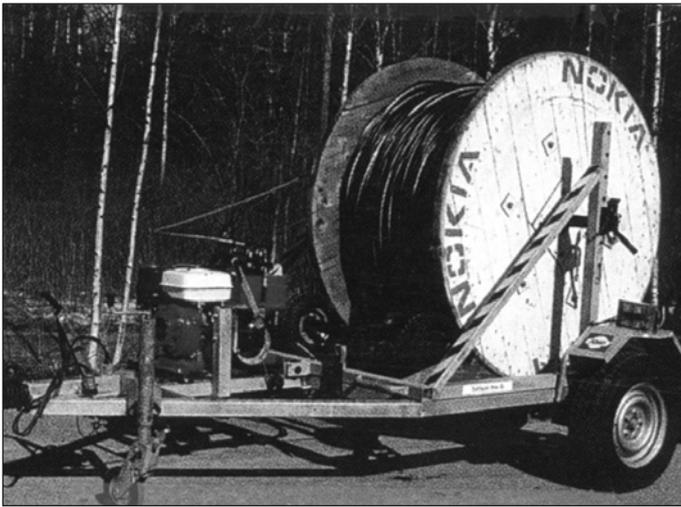


Рисунок 525. Намотка провода АМКА.

### 28.8.5. Демонтаж неизолированного провода

#### Перерыв электропитания и рабочее заземление

Даже в случае полного отсоединения демонтируемого неизолированного провода от сети под напряжением, на нее необходимо установить рабочее заземление, которое сохраняется до полного удаления всех проводов. Данная мера позволяет избежать рисков, связанных с наведенным напряжением, обусловленным и накопленным другими проводами и климатическими условиями.

#### Намотка провода

Провода удаляются по установленным на опоры монтажным роликам намоткой. Опускание проводов на землю и намотка на земле может вызывать серьезные проблемы в связи с имеющимися в проводах соединениями.

#### Удаление конструкций

Конструкции отсоединяются и опускаются на землю. Сбрасывание деталей на землю не допускается. При выполнении работы на старой опоре с удаленным проводом нужно быть предельно осторожным, при необходимости опоры нужно подпереть грейфером экскаватора.

Весь демонтированный материал вплоть до вязальной проволоки должен быть удален с участка линии.

### 28.8.6. Удаление старых опор

Старые пропитанные опоры следует стараться вынимать из грунта целыми и использовать повторно. Для подъема опор применяются различные гидравлические подъемные устройства транспортных средств. Рытьевой блок, используемый при установке опор, подходит также для их удаления.

Пропитанный древесный материал (пропитанный защитным средством, зеленый) запрещено оставлять на местности после демонтажа в силу опасности выделения ядовитых веществ. Пропитанные защитным антисептиком опоры запрещено сжигать по причине выделяющихся при горении ядовитых веществ, данная информация должна быть представлена также возможным посторонним потребителям старых опор. Щепа, части опор и прогнившие опоры должны быть доставлены в пункты сбора.

### 28.8.7. Удаление анкеров оттяжек

Наземные стержневые части анкеров оттяжек должны быть обрезаны на глубине, превышающей глубину распашки с целью предотвращения требований по компенсации нанесенных ими ущербов.

Скальные болты, оставленные в камне или скале, не наносят ущерба, и поэтому их удаление не обязательно. Подпорки пяты опоры необходимо спилить у поверхности скального основания.

### 28.9. Отчеты, составляемые по результатам демонтажа

Энергетическое предприятие должно всегда иметь весь объем информации о состоянии распределительной сети. Необходимые изменения вносятся в схемы линий электропередачи и статистические данные. Обязанностью строителя линии является предоставление информации об изменениях в распределительной сети, имеющихся на момент завершения работ.