

«Капитальный ремонт ВЛ 110 кВ»

Содержание:

Введение.....	3
1. Расчетно технологическая часть.	
1.1 Капитальный ремонт.....	4-14
2. Организационно эксплуатационная часть.....	14-16
3. Экономическая часть.....	16-23
Заключение.....	28
Список литературы.....	29

## **Введение:**

Электрическая энергия универсальна: она удобна для дальних передач, легко распределяется по отдельным потребителям и с помощью сравнительно несложных устройств преобразуется в другие виды энергии.

Эти задачи решает энергетическая система, где осуществляются преобразование энергии топлива или падающей воды в электрическую энергию, трансформация токов и напряжений, распределение и передача электрической энергии потребителям.

Часть энергетической системы, включающую трансформаторные подстанции (ТП) и линии электропередачи (ЛЭП), называют электрической сетью. Таким образом, электрическая сеть служит для передачи электрической энергии от мест производства к местам потребления и для распределения ее по группам и отдельным потребителям.

Электрические сети классифицируют по различным признакам.

В зависимости от напряжения между проводами линии различают сети напряжением до 1000 и свыше 1000 В.

По роду тока различают электрические сети постоянного, однофазного и трехфазного токов.

В зависимости от конструктивных особенностей бывают воздушные и кабельные сети, а также сети внутри зданий и объектов.

Основные требования, предъявляемые к электрическим сетям, сводятся к экономии электротехнических материалов и снижению первоначальных затрат при гарантированной надежности электросети и высоком качестве электроэнергии. Для удовлетворения этих требований разработан ряд мероприятий, к которым относятся, в частности, применение повышенных напряжений] стальных проводов, регулирование напряжения.

## 1.1 Капитальный ремонт

Основные строительные-монтажные работы при сооружении ВЛ включают в себя изготовление деревянных опор, развозку опор или деталей опор по трассе, разбивку мест рытья котлованов под опоры, рытье котлованов, сборку и установку опор, развозку проводов и других материалов по трассе, монтаж проводов, монтаж защитного заземления, установку трубчатых разрядников, установку плакатов, фазировку, нумерацию опор и др.

### 1. Разбивка и рытье котлованов

Разбивку одиночных котлованов под одностосчные деревянные и железобетонные опоры начинают с определения оси трассы ВЛ при помощи геодезических инструментов (теодолиты, буссоли и др.). Затем размечают линии, перпендикулярные к оси трассы в точках установки опор. На обеих этих линиях (рис. 1, а) на расстоянии 5—6 м от центра анкетного столба опоры забивают контрольные колышки «сторожки», по которым разбивают котлован, а в дальнейшем выверяют точность установки опоры по оси трассы.

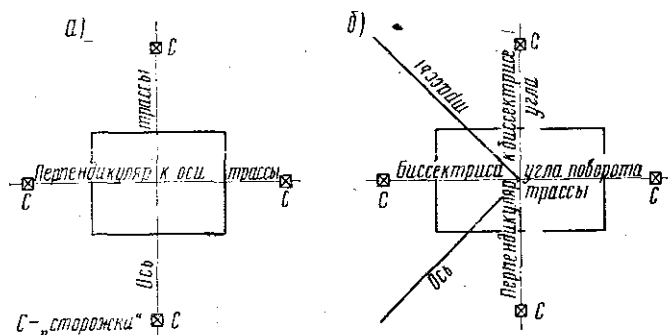


Рис. 1. Схема разметки котлованов пол опоры

При разбивке двух котлованов под анкерные А-образные опоры от центра пикетного столба опоры в обе стороны вдоль оси трассы размечают оси котлованов, а затем и контуры котлованов. Для разбивки двух котлованов под угловую А-образную опору в точке поворота трассы при помощи геодезического

инструмента восстанавливают биссектрису угла этого поворота и линию, ей перпендикулярную (рис.1, б), и вдоль линии биссектрисы по обе стороны от указанного перпендикуляра размечают оси котлованов, а затем и сами котлованы. Аналогично делают разметку под опоры с оттяжками и подкосами, а также под узкобазные и широкобазные металлические опоры.

При рытье котлованов бурильными машинами вместо разметки котлованов производят только разбивку их центров. Котлованы роют землеройными механизмами (ямобурами на автомобильном или тракторном ходу) или одноковшовыми экскаваторами, а в скальных породах грунт вынимают при помощи взрыва. Вручную грунт вынимают только в исключительных случаях, где по условиям местности на пикет не может подойти землеройный механизм. В мерзлых грунтах котлованы бурят при помощи бурильных головок особой конструкции, на режущие кромки которых наварены пластины из твердых сплавов. Глубина котлованов для установки опор в зависимости от грунта и механических нагрузок на опоры определяется проектом. Для опор типа «свечка» глубина котлованов 1,7—2,5 м.

### *1.2. Антисептическая обработка опор.*

Детали деревянных опор, подвергаясь атмосферным воздействиям, загнивают, поражаются грибками. Эти явления начинаются в местах выхода деталей опор из земли, в местах, где может скапливаться влага, и в местах врубок и затесов. Для защиты от гниения всю деревянную опору ВЛ или только подверженные загниванию места пропитывают антисептиками.

В качестве антисептиков применяют креозотовое масло (продукт перегонки каменноугольной смолы), фтористый натрий, динитрофенол, а также битумное покрытие деталей опор или их отдельных частей, но это является не антисептированием древесины, а предохранением ее от проникновения влаги — гидроизоляцией.

### *1.3. Изготовление и установка опор.*

Все детали деревянных опор изготавливают строго по рабочим чертежам, с применением шаблонов. Плоскости врубок подгоняют плотно друг к другу при помощи пропилов. Изготовление опор начинают с основных элементов (стоек, пасынков, траверс), по которым затем подгоняют остальные детали (раскосы, ригели и др.). При сверлении отверстий для крепления металлических деталей опор, служащих крепежом для изоляторов, строго выдерживают размеры этих отверстий. Это необходимо для того, чтобы опоры не загорелись от токов утечки.

Деревянные опоры изготавливают на специальных полигонах или в мастерских, железобетонные и металлические — на заводах и в собранном виде или частями развозят по трассе к местам установки, где их собирают.

Заготовленные на полигоне или в мастерских монтажного заготовительного участка одностоечные опоры в собранном виде развозят по трассе с наверху крючьями или штырями и закрепленными на них изоляторами. Сложные деревянные, а также металлические и железобетонные опоры развозят (разобрав предварительно их на транспортабельные узлы) по пикетам, где их собирают и устанавливают. В высокогорные и труднодоступные районы опоры доставляют на пикеты и устанавливают с помощью вертолетов.

Для подъема и установки опоры кран устанавливают у котлована на расстоянии 3—4 м от оси трассы, а опору в собранном виде укладывают над котлованом или фундаментом с таким расчетом, чтобы центр тяжести ее находился над центром котлована. Затем опору поднимают до вертикального положения и опускают пасынками или стойками в котлован или на фундамент. Опору устанавливают так, чтобы ось траверс опоры были расположены перпендикулярно к оси трассы, проверяют, чтобы ось опоры была строго вертикальна и совпадала с осью трассы, затем засыпают котлован грунтом или закрепляют опору из фундаменте. Только после этого снимают стропы, кран освобождают и переводят для установки следующей опоры. В жестких узлах опоры захватывают такелажными тросами, причем у стоек железобетонных опор захват производится в двух местах.

Тяжелые и сложные опоры ВЛ напряжением 110 кВ устанавливают при помощи кранов с использованием трактора в качестве тягового механизма (рис. 2, а) или с падающей стрелой (рис. 2, б). Натяжные и поддерживающие гирлянды линейных изоляторов собирают в мастерских в строгом соответствии с чертежами проекта; в собранном виде их подвозят к месту установки и там поднимают на опоры и закрепляют.

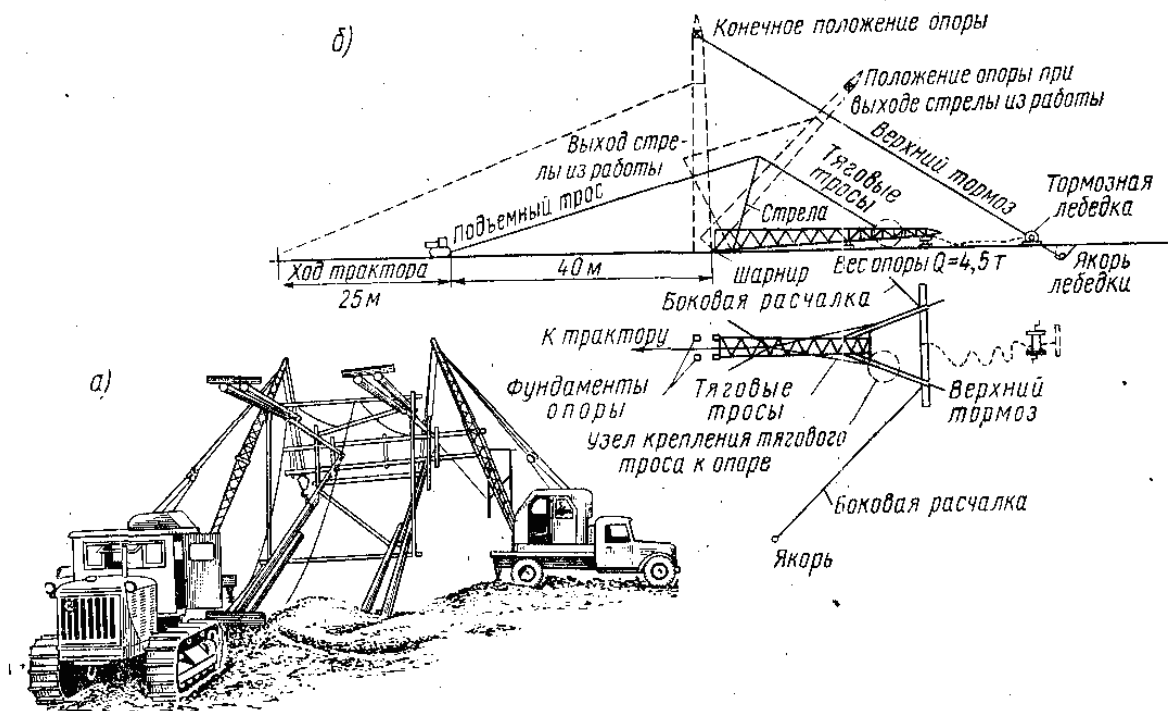


Рис. 2. Установка опоры ВЛ напряжением свыше 110 кВ

#### 1.4. Раскатка проводов.

Монтаж проводов на установленных опорах включает в себя раскатку проводов, их соединение, подъем на опоры, натяжку и закрепление на изоляторах. После того как выполнен монтаж проводов на магистральной части линии, делают отпайки для вводов в подстанции, распределительные устройства, в здания и к токоприемникам.

Прежде чем приступить к раскатке проводов, барабаны с проводами развозят по трассе в пункты, удобные для раскатки и определенные проектом производства работ. Погружают и разгружают барабаны с проводом при помощи автомобильных кранов, а в случае их отсутствия — при помощи наклонных брусьев. Сбрасывать барабаны с автомашины на землю нельзя. В зависимости от конкретных условий монтажа (протяженность линии, характер местности, сечение проводов и др.) раскатку проводов по трассе производят или с неподвижных раскаточных устройств в виде домкратов, специальных козел, станков, (рис. 3, а), установленных в начале монтируемого участка ВЛ, или с помощью специальных раскаточных тележек, саней, транспортеров (рис. 3, б).

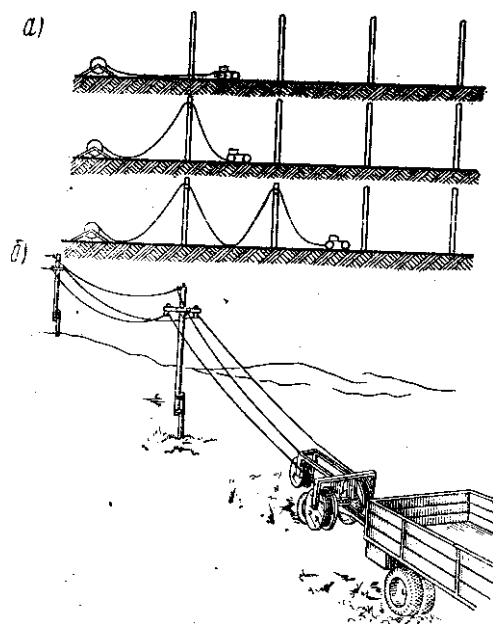


Рис. 3. Схема раскатки провода

Второй способ раскатки проводов обеспечивает более высокую производительность труда, гарантирует сохранность провода при раскатке и высокое качество монтажа. Первый, способ не требует применения подвижных приспособлений, он может быть применен при любом рельефе местности вдоль трассы ВЛ. Но в этом случае не всегда обеспечивается сохранность проводов при их раскатке и производительность труда значительно ниже. Применяется этот способ при монтаже коротких воздушных линий электропередачи, проходящих по местности недоступной для перемещения вдоль трассы



раскаточных средств. Провод к тяговому тросу крепят при помощи монтажного клинового зажима и укладывают в монтажные ролики, закрепленные на опорах на время раскатки. На ВЛ напряжением до 1000 В расстояния между опорами и анкерные пролеты имеют небольшую протяженность (расстояние между опорами не более 50 м, а анкерный пролет 500—600 м); на таких линиях чаще подвешивают легкие провода. Провод с барабанов, установленных на козлах или домкратах, раскатывают вдоль трассы при помощи автомашины, лебедки или вручную (при раскатке проводов малых сечений при небольших протяженностях ВЛ). Затем при помощи блоков или вручную провода поднимают на опоры и укладывают на крючья или траверсы.



Рис. 4. Установка стрелы провеса проводов непосредственным визированием

### *1.5. Соединение проводов.*

При раскатке провода соединяют и ремонтируют (если возникает в этом необходимость). Соединение проводов — одна из наиболее ответственных операций при сооружении ВЛ, поэтому выполняют ее особенно тщательно.

Алюминиевые и сталеалюминиевые провода соединяют при помощи термитной сварки с дополнительной установкой овальных соединителей для разгрузки св-

фного соединения от механических напряжений, если соединение проводов сделано в пролете (рис. 4).

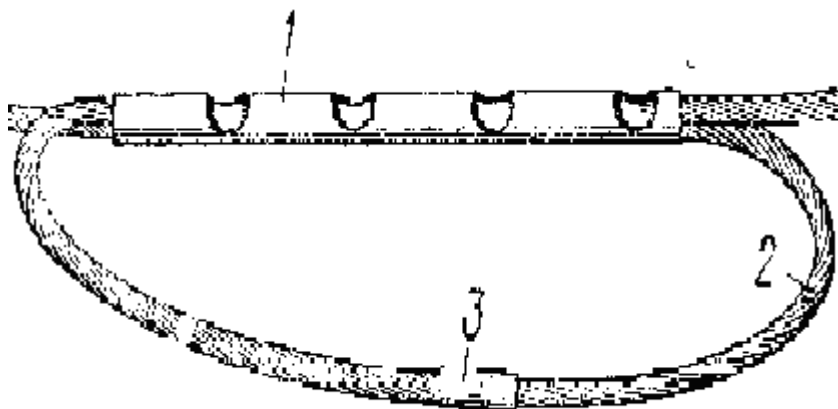


Рис. 5. Соединение проводов в пролете:

1 — овалный соединитель; 2 — концы провода; 3 — узел термитной сварки

Стальные многопроволочные провода соединяют при помощи овалных соединителей путем их обжатия специальными клещами, стальные однопроволочные провода сваривают электросваркой или при помощи термитных патронов. Ремонтируют поврежденный многожильный провод путем установки в месте повреждения ремонтной муфты.

#### *1.6. Натяжка и закрепление проводов.*

После окончания работ по раскатке, соединению и ремонту на участке ВЛ, ограниченном анкерными или угловыми опорами, провода поднимают и натягивают. Направление натяжения должно совпадать с направлением трассы. Если из-за рельефа местности это условие выполнить трудно, то натяжку производят через добавочные отводные ролики

Стрелу провеса проводов устанавливают непосредственным визированием (рис. 6).

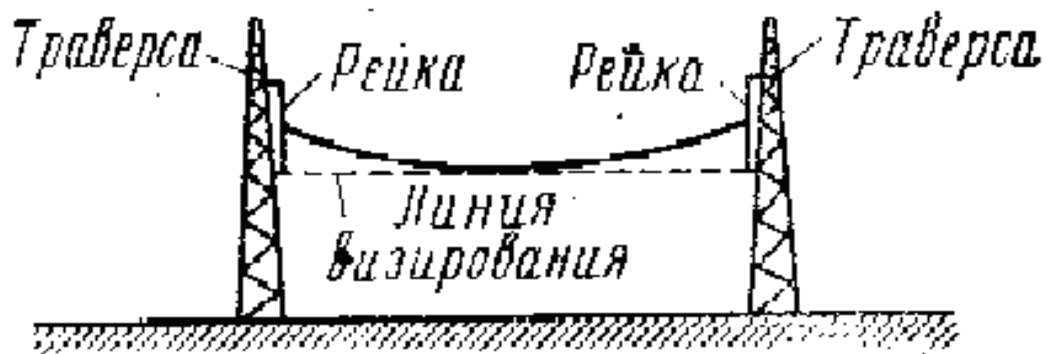


Рис. 6. Установка стрелы провеса проводов непосредственным визированием

Для этого на соседних опорах прикрепляют визирные рейки таким образом, чтобы отметки на этих рейках, соответствующие размеру стрелы провеса, находились бы на одной горизонтальной линии. Монтер, осуществляющий визирование, поднимается на одну из опор и, пользуясь биноклем, определяет момент, когда натяжку провода следует прекратить. Если натяжение провода отрегулировано правильно, то низшая точка провеса будет находиться на прямой, соединяющей обе визирные точки. Провод при регулировке натяжения подгоняют под линию визирования не снизу, а сверху. Команда о прекращении натяжки подается в тот момент, когда имеет место перетяжка провода на 0,3—0,5 м. После того как в этом положении провод оставался в течение 3—5 мин, его опускают до линии визирования.

К проекту ВЛ прилагают кривые монтажных стрел провеса проводов (рис. 7), а также ведомость пролетов, в соответствии с которыми визируют провода.

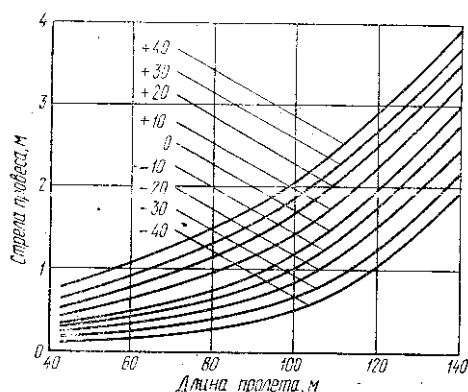


Рис. 7. Кривые монтажных стрел провеса провода марки Л-70, район гололедности.

Если отсутствует ведомость визируемых пролетов, или длина пролета по местным условиям существенно (более 5—7 м) отличается от запроектированной, то стрела провеса (м) будет:

$$f_x = \left( \frac{l_x}{l} \right)^2 f, \quad (4)$$

где  $f_x$  — фактическая длина визируемого пролета, м;  $f$  и  $l$  — соответственно стрела провеса и длина пролета по таблицам или кривым монтажных стрел провеса, м.

После того как отрегулированы стрелы провеса, провода крепят к изоляторам сначала на анкерных, а затем на промежуточных опорах. Величина стрелы провеса после закрепления провода на анкерных опорах не должна отличаться от проектной больше, чем на  $\pm 5\%$ , а расстояние проводов и тросов относительно друг друга не должны отличаться более чем на 10% от проектных расстояний между ними.

На анкерных опорах со штыревыми изоляторами провода крепят к шейке изолятора при помощи плашечных зажимов одинарным или двойным креплением, выбор последнего определяется величиной тяжения проводов, а также характером местности, по которой проходит ВЛ. Например, при переходе через дороги и при прохождении трассы ВЛ по населенной местности крепление проводов делают двойным.

При больших расчетных величинах тяжения на ВЛ 6 — 10 кВ (большие сечения проводов и пролеты через водные преграды, овраги и др.) на анкерных или переходных опорах провода крепят при помощи подвесных изоляторов. Провод к изолятору в этом случае крепят посредством натяжных зажимов. На промежуточных опорах в районах с сильными ветрами, а на угловых опорах во всех случаях провод к штыревым изоляторам крепят на шейке изолятора проволоочной вязкой. На прямолинейных участках трассы при нормальных условиях окружающей среды и рельефа местности провод крепят на головке изолятора. Монтаж проводов в пролетах, пересекающих инженерные сооружения (дороги, воздушные линии электропередачи, линии связи)„ выполняют в зависимости от местных условий с отключением пересекаемых линий и прекращением движения по дорогам, каналам или без отключения и прекращения движения. Если переход монтируют без снятия напряжения на пересекаемых линиях или без прекращения движения по дорогам и каналам, то сооружают защиту перехода, которую делают в виде временных стоек или П-образных опор (с натянутым тросом), на них укладывают разматываемый провод, не касаясь пересекаемых ВЛ и не препятствуя движению транспорта. Монтаж проводов на переходе может быть выполнен и без сооружения специальных защит, при помощи легких стальных, а лучше нейлоновых или иных непроводящих канатов или веревок (рис. 8)

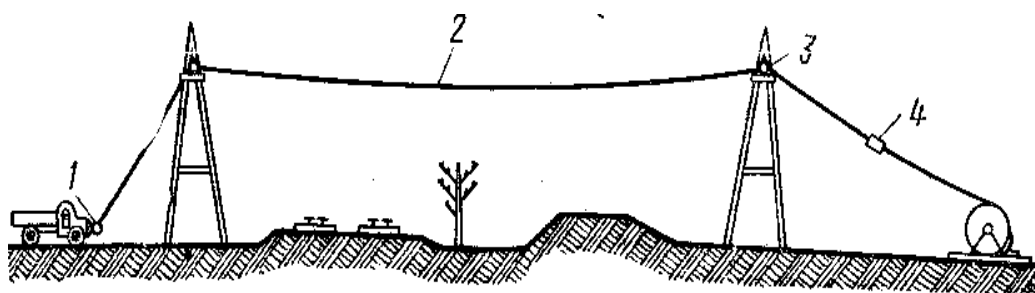


Рис.8. Схема раскатки и натяжки проводов на переходах:

1 — лебедка; 2 — трос или канат; 3—ролик; 4 — место соединения провода с канатом (тросом)

Сроки монтажа переходов очень короткие, поэтому важно, чтобы организация работ была хорошо продумана.

При переходе через инженерные сооружения длина провода в пролете

$$L = l + 8f^2 / (3l), \quad (5)$$

где  $l$  — величина стрелы провеса при температуре окружающей среды в момент монтажа, м.

Расстояния между проводами, а также от проводов до опор и окружающих объектов определяют по данным проекта согласно требованиям ПУЭ.

Ветер, дующий длительное время с небольшой скоростью без порывов, может вызвать колебание провода в виде неподвижных вертикальных волн, расположенных равномерно по длине провода. Такая вибрация вызывает повреждение проводов в местах выхода их из зажимов. Для гашения вибрации на провода у их выхода из зажимов устанавливают гасители вибрации.

## **2. Организационно эксплуатационная часть**

В подготовительный период строительства ВЛ обеспечивают бесперебойное и рационально организованное выполнение работ по устройству фундаментов, установке опор и натяжке проводов. К подготовительным относят следующие работы: устройство подъездов к трассе ВЛ и временных полигонов для изготовления и сборки деревянных опор, рубку просеки и очистку трассы от пней и кустарника, размещение заказов на изготовление деталей, комплектацию материалов, оборудования, механизмов, инструмента, приспособлений, комплектацию бригад, составление графиков производства работ. Работы непосредственно на трассе начинают с приемки от проектной организации и заказчика производственного пикетажа трассы ВЛ, т.е. с разметки расположения

всех опор на местности. Затем прорубают просеку (если ВЛ или отдельные ее участки проходят по лесистой местности). Ширину просеки между кронами деревьев в лесных массивах и зеленых насаждениях принимают:

- 1) в насаждениях высотой до 4 м — не менее расстояния между крайними проводами ВЛ плюс по 3 м в каждую сторону от крайних проводов;
- 2) в насаждениях высотой более 4 м — не менее расстояния между крайними проводами ВЛ плюс по расстоянию, равному средней высоте деревьев основного лесного массива на каждую сторону от крайних проводов. При этом отдельные деревья или их группы, растущие по краям просеки, вырубают, если их высота больше высоты деревьев основного массива. Совершенно нецелесообразно сооружать ВЛ в насаждениях, идущих узкой полосой вдоль трассы линии;
- 3) на косогорах и в оврагах просеки прорубают с учетом высоты деревьев, имея в виду, что если расстояние по вертикали от верхушки дерева до проводов ВЛ более 8 м, то просеку прорубают только шириной, равной расстоянию между крайними проводами плюс по 2 м на каждую сторону.

В парках, заповедниках, лесах зеленых зон вокруг населенных пунктов, цепных лесных массивах, защитных полосах вдоль железных и шоссейных дорог, по берегам рек и озер ширину просеки ВЛ устанавливают организации, в ведении которых находятся подобные насаждения, с обязательным условием, чтобы расстояния от проводов до кроны были не менее 2 м для ВЛ напряжением до 20 кВ и 3 м — для ВЛ напряжением 10 кВ. При прохождении ВЛ по территории фруктовых садов с высотой деревьев не более 4 м вырубка просеки не обязательна. Все деревья, находящиеся внутри границ просеки, вырубают так, чтобы высота пней после рубки деревьев была не более их диаметра. Для проезда транспорта и механизмов по середине просеки на ширине не менее 2,5 м деревья вырубают вровень с землей. Зимой при рубке леса снег вокруг каждого дерева расчищают до уровня земли. Древесину, получаемую при рубке деревьев, сортируют, разделяют и укладывают в штабеля вдоль просеки. Сучья складывают в кучи для вывоза или сжигания.

### 3. Экономическая часть

*О* - осмотр, провода проверяются на наличие обрывов и оплавление отдельных фаз, наличие предупреждающих знаков, состояние изоляторов заземлителей; *К* - капитальный ремонт, основной объем работ при капитальном ремонте устанавливается при последнем текущем ремонте или осмотре. Структура и продолжительность циклов технического обслуживания и ремонта.

Таблица 18 Структура и продолжительность циклов технического обслуживания и ремонта (подстанции) /2/, табл.9.1

Оборудование	Продолжительность			Число текущих ремонтов в ремонтном цикле
	Ремонтного цикла, лет	Межремонтного периода, мес.	Межосмотрового периода, мес.	
Трансформаторы 3-фазные	12	36	2	3

Таблица 19 Нормы трудоемкости ремонта (подстанции), чел·час. /2/, табл.9.2

Марка трансформатора	Вид ремонта		
	Капитальный	Текущий	Осмотр
ТРДН25000/110	1150	315	78,75
ТРДН16000/110	938	188	47
ТРДН32000/110	1440	420	105

Для обоих вариантов сети:

*Вариант I*



$T = 33$  (чел. час)

$O = 0,25 \cdot 33 = 8,25$  (чел. час)

$K = 111$  (чел. час) Участок 3-4 ставим на капитальный ремонт (152 км)

Таблица 21 Годовой план-график ППР энергетического оборудования на 2008 год для ЛЭП 110 кВ

№ уч аст	Ма рк	Про тяж	Вид ремонта (в числителе трудоемкость ремонта, в знаменателе чел. час)												Суммар ная трудое		
			I	I	I	I	V	V	V	V	I	X	X	X			
0-1	А С-	100, 8	О 8														4158
0-2	А С-	97,2		О 8									О 8				1603,8
0-3	А С-	208, 8			О 1								О 1				4698
3-4	А С-	72				О 1									К 1		11754
4-5	А С-	82,8					О 8									О 8	1366,2
Итого:																23580	

*Вариант II*

$T = 45$  (чел. час)

$O = 0,25 \cdot 45 = 11,25$  (чел. час)

$K = 152$  (чел. час) Участок 1-2 ставим на капитальный ремонт (48,6 км)

Таблица 23 Структура и продолжительность циклов технического обслуживания и ремонта (ВЛ) /2/, табл.18.1

Электрические сети	Продолжительность			Число текущих ремонтов в ремонтном цикле
	Ремонтного цикла, лет	Межремонтного периода, мес.	Межосмотрового периода, мес.	
ВЛ на ж/б опорах	15	36	6	4

Таблица 24 Расчет стоимости материалов по ремонту электрооборудования /2/, табл.9.5

Наименование ремонтируемого оборудования	Наименование материала	Единица измерения	Норма расхода основных материалов на 100 чел. - ч трудоемкости ремонта и технического обслуживания	Трудоемкость ремонта согласно проекту, чел. - ч	Расход основных материалов на проектную трудоемкость ремонта, ед.	Покупная цена ед. материала	Стоимость материалов в потребных для ремонта электрооборудования, руб.
I вариант							
1	2	3	4	5	6	7	8

Трансформаторы	Электрокартон	кг	23,2	4435,25	1028,978	42,92	44163,74
	Бум. кабельная	кг	1,2		53,223	16,14	859,0192
	Бум. крепир. ЭКТМ	кг	6,5		288,2913	25,56	7368,724
	Лакоткань ЛХМ	м <sup>3</sup>	3,6		159,669	174,83	27914,93
	Бензин А-76	л	25		1108,813	17,3	19182,46
	Уайт-спирит	кг	2,5		110,8813	45	4989,656
	Шпагат увязочный	кг	0,555		24,61564	15,31	376,8654
	Припой ПОС-40	кг	0,087		3,858668	74,97	289,2843
	Электроды	кг	0,6		26,6115	24,95	663,9569
	Ветошь	кг	1,4		62,0935	18,84	1169,842
	Масло трансформат.	кг	1000		44352,5	158,38	7024549
	Сталь лист.	кг	70		3104,675	7,13	22136,33
	Сталь угловая	кг	70		3104,675	5,24	16268,5
	Гетинакс	кг	0,42		18,62805	127,83	2381,224
	Текстолит А-50	кг	0,4		17,741	142,63	2530,399
	Лента кипер.	м	6		266,115	174,93	46551,5
	Маслостойкая рез.	кг	0,9		39,91725	23,53	939,2529

	Бруски буковые	м <sup>3</sup>	0,54		23,95035	3842,8	92036,4
	Нитроэмал ь	кг	4,3		190,7158	44,36	8460,151
	Эмаль грунтовая	кг	3,2		141,928	50,56	7175,88
	Ацетон	кг	5,3		235,0683	35,18	8269,701
Трансформато ры	Лента тафтяная	м	5	4435,25	221,7625	201,84	44760,54
	Бумага наждачная	ли ст	0,8		35,482	136,89	4857,131
Итого: 7387, 894 тыс. руб.							

Таблица 25 Расчет стоимости материалов по ремонту электрооборудования /2/, табл.18.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Наименование ремонтируемого оборудования	Наименование запасных частей и комплектующих изделий	Единица измерения	Норма расхода основных материалов на 100 чел. - ч трудоемкости ремонта и тех обслуживания	Трудоемкость ремонта согласно проекту, чел. - ч	Расход основных материалов на проектную трудоемкость ремонта, ед.	Покупная цена ед. материала	Стоимость материалов потребных для ремонта электрооборудования, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>I вариант</b>							
ВЛ	Провод неизолиро- ванный	кг	80	23580	35835,84	95,0 42	1792872
	Изоляторы подвесные	шт	20		8958,96	600	2829600
	Сталь сортовая	кг	15		6719,22	9,5	33601,5
	Проволока стальная мягкая	кг	0,3		134,384	21,3 9	1513,12 9
Итого: 4657,587 тыс. руб.							
<b>II вариант</b>							
ВЛ	Провод неизолиро- ванный	кг	80	17896,95	15521,76	82,6 98	1184034
	Изоляторы	шт	20		3880,44	600	2147634

	подвесные	т					
	Сталь	кг	15		2910,33	9,5	25503,1
	сортовая						5
	Проволока	кг	0,3		58,207	21,3	1148,44
	стальная					9	7
	мягкая						
Итого: 3358,319 тыс. руб.							

Для трансформатора ТРДН 25000/110:

Обмотка В-Н: 32%;	$C_{тр} = 0,32 \cdot 11000 = 3520$ тыс. руб.;
Обмотка Н-Н: 18%;	$C_{тр} = 0,18 \cdot 11000 = 1980$ тыс. руб.;
Проходные изоляторы: 0,3%;	$C_{тр} = 0,003 \cdot 11000 = 33$ тыс. руб.;
Проходные втулки: 0,035%;	$C_{тр} = 0,00035 \cdot 11000 = 3,85$ тыс. руб.;
Радиаторный кран: 0,046%;	$C_{тр} = 0,00046 \cdot 11000 = 5,06$ тыс. руб.;
Термосигнализатор: 0,04%;	$C_{тр} = 0,0004 \cdot 11000 = 4,4$ тыс. руб.

Аналогично для остальных трансформаторов.

Таблица 27 Общие данные по ЛЭП (с учетом количества фаз)

Марка провода	Вариант I		
	Одноцепные ЛЭП, км	Двухцепные ЛЭП, км	Масса, кг
АС-120 471 кг/км		$140 \cdot 6 = 840$	981043,2
АС-150 599 кг/км		$36 \cdot 6 = 216$	
АС-180 728 кг/км		$104,4 \cdot 6 = 626,4$	

Число опор		2905	
Число изоляторов		120084	
Общее число изоляторов	120084		
	Вариант II		Расчет
АС-120 471 кг/км	243·3 = 729	129,6·6 = 777,6	
АС-150 599 кг/км	50,4·3 = 151,2		
Число опор	2928	1296	
Число изоляторов	62568	55524	
Общее число изоляторов	118092		
			800177,4

*материальных затрат на ремонт электрооборудования*

Материальные затраты на ремонт электрооборудования и электрических сетей ( $C_{рэ}$ ) складывается из следующих затрат: материалов ( $C_m$ ), запасных частей и комплектующих изделий ( $C_3$ )

$$C_{рэ} = C_m + C_3, C_m = C_{м.тр} + C_{м.лэн}$$

$$C_3 = C_{3.тр} + C_{3.лэн}$$

*I вариант*

$$C_{мI} = 7387,894 + 4657,587 = 12045,481 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{3I} = 10186,302 + 10998,19 = 21184,492 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{рэI} = 12045,481 + 21184,492 = 33229,973 \text{ тыс. руб.}$$

*II вариант*

$$C_{мII} = 7387,894 + 3358,319 = 10746,213 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{3II} = 10186,302 + 8687,37 = 18873,672 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{рэII} = 10746,213 + 18873,672 = 29619,885 \text{ тыс. руб.}$$





### **Заключение:**

В данной курсовой работе проанализирован и обобщен опыт проектирования, монтажа и расчета отдельных элементов воздушных линий передачи электроэнергии. В курсовой работе я рассмотрел вопросы подготовительных работ при строительстве ВЛ, виды основных строительно-монтажных работ при строительстве ВЛ, особенности монтажа ВЛ напряжением до 1000 В, защитное заземление а также технику безопасности при сооружении ВЛ.

Опыт проектирования и эксплуатации воздушных линий показывает, что мероприятия по исключению и снижению влияния ВЛ на показатели качества электроэнергии могут быть весьма дорогими.

На этапе проектирования воздушной линии передачи электроэнергии при нормальных режимах ее работы необходимо рассчитывать показатели качества электроэнергии (ПКЭ) и выбирать наиболее экономичные средства приведения параметров режимов к допустимым пределам (нормам). В условиях эксплуатации в воздушной линии передачи электроэнергии должен осуществляться систематический контроль за ПКЭ и соответственно приниматься меры по приведению параметров к допустимым нормам.

## Список литературы:

1. <https://helpiks.org/6-38788.html>
2. <https://energoboard.ru/information/84/>
3. <http://electricalschool.info/main/electroremont/1420-remont-vozdushnykh-linijj.html>
- 4.