

7575

621.315

Инж. В. В. ГУЛЬДЕНБАЛЬК

Г. 94

ДЕП

# СООРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА БССР

46024

1985 56108  
Министерство  
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА БССР  
А. С. П.  
Инв. №

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА БССР



ОНИ НКТП СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА

1934

ЛЕНИНГРАД

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство линий передач высокого напряжения в СССР стало развиваться сравнительно недавно.

До 1926 г. мы имели лишь несколько магистральных линий передач высокого напряжения (115 000 в), из которых главные были построены в центральном районе: ГЭС им. Классона — Москва (1912), Каширская ГЭС — Москва (1922), Шатурская ГЭС — Москва (1925). В остальных районах СССР строительство линий передач высокого напряжения к тому времени было незначительно.

Начиная с 1926 г. наблюдается сильный рост линий передач высокого напряжения (115 000 в): в центральном районе — Московское кольцо, целый ряд линий передач, связывающих между собой районные станции Московской области и передающих от них энергию в различные промышленные районы области; в Донбассе — в районе Штеровской ГЭС, в Ленинградской области — Волховская ГЭС — Ленинград; с 1928/29 г. строительство возникает и сильно развивается в целом ряде других районов СССР: на Урале, в Закавказье, Горьковском крае и др.

В настоящее время в связи с постройкой мощных тепловых и гидравлических электростанций и теплоцентралей на Урале, в Кузнецком бассейне, на Днепре, Свири, в Подмосковном бассейне, Донбассе и др. развитие строительства линий передач высокого напряжения чрезвычайно возросло. Строятся и проектируются линии передач в 160 и 220 кВ, соединяющие между собой целые области СССР.

Такой размах строительства линий передач и дальнейшие перспективы сооружения требуют большого количества новых кадров, специализирующихся в этой сравнительно новой области строительства.

Недостаток практических руководств по сооружению линий передач высокого напряжения ставил многих техников, монтеров и десятников, начинающих работать в данной области, в затруднительное

положение на работах, тем более, что практических данных для составления такого руководства до последних лет не было вследствие новизны самого дела:

Выпуская настоящее руководство и приводя в нем описание различных видов работ, встречающихся в сооружении линий передач высокого напряжения, автор, во-первых, считает долгом отметить, что за недостатком времени многие моменты строительства линий передач освещены лишь с чисто практической стороны, во-вторых, автор считает данную работу далеко не исчерпывающей и рассматривает ее как попытку собрать все практические сведения, необходимые для среднего технического персонала, начинающего работать на строительстве линий передач высокого напряжения.

Несомненно, в данной книге вследствие новизны излагаемого могут встретиться различные промахи. За указание таковых автор будет весьма благодарен всем читателям книги.

Москва, февраль 1934 г.

*Инж. В. Гульденбальк*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
<b>ГЛАВА ПЕРВАЯ</b>	
<b>Подготовительные работы</b>	
I. Общие сведения . . . . .	7
Технические условия на сооружения линий передач высокого напряжения	
а) Изыскания трассы . . . . .	7
б) Основания и опоры . . . . .	10
в) Монтаж проводов . . . . .	11
II. Полевые работы . . . . .	12
а) Изыскания . . . . .	12
б) Трассировка . . . . .	15
в) Нивелировка . . . . .	30
г) Зондировка . . . . .	38
III. Содержание проекта линии передачи . . . . .	40
а) Проект трассы . . . . .	40
б) Профиль трассы . . . . .	42
в) Зондировочный профиль . . . . .	44
г) Ведомость опор . . . . .	44
д) Опоры . . . . .	45
е) Ведомость переходов . . . . .	47
<b>ГЛАВА ВТОРАЯ</b>	
<b>Организация работ по сооружению линий передач</b>	
I. Структура производственных аппаратов . . . . .	52
II. Техника безопасности . . . . .	53
III. Нормирование работ . . . . .	55
<b>ГЛАВА ТРЕТЬЯ</b>	
Материалы, применяемые на линиях передач . . . . .	56
<b>ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ</b>	
<b>Основные работы по сооружению линий передач высокого напряжения</b>	
I. Разбивка опор на местности . . . . .	69
II. Прорубка просеки . . . . .	70
III. Заготовка материалов . . . . .	73
IV. Изготовление и сборка опор . . . . .	74
1. Металлические опоры . . . . .	74
	5

2. Деревянные опоры . . . . .	80
а) Изготовление и сборка опор в линейных условиях . . . . .	80
б) Изготовление и сборка деревянных опор в заводских условиях . . . . .	91
V. Установка опор . . . . .	95
1. Металлические опоры . . . . .	96
а) Установка металлических опор с разъемными основаниями . . . . .	96
б) Установка опор с неразъемными основаниями . . . . .	139
2. Деревянные опоры . . . . .	145
VI. Предохранение материала опор от разрушения . . . . .	159
1. Окраска металлических опор . . . . .	160
2. Предохранение от разрушения деревянных опор . . . . .	161
а) Пропитка древесины на линии . . . . .	161
б) Пропитка древесины в заводских условиях . . . . .	165
VII. Монтаж проводов . . . . .	172
Общие сведения . . . . .	172
а) Подготовительные работы . . . . .	173
б) Раскатка проводов и тросов . . . . .	182
в) Подъемка проводов и тросов на опоры . . . . .	193
г) Натяжка проводов . . . . .	207
д) Заделка клемм на промежуточных опорах . . . . .	223
е) Осмотр линии . . . . .	227
VIII. Заземление опор . . . . .	227
IX. Специальные работы . . . . .	231
а) Ледорезы . . . . .	231
б) Гати и мостки на болотах . . . . .	232
в) Потравы . . . . .	233
г) Переустройство линий слабого тока . . . . .	233
д) Сооружение связи вдоль линий передач . . . . .	234
X. Сдача линий передач в эксплуатацию . . . . .	234

### Приложение

Типы линий передач высокого напряжения и опоры, применяемые на линиях передач . . . . .	238
---	-----

## ГЛАВА ПЕРВАЯ

### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

#### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Линия передачи высокого напряжения является одним из наиболее ответственных технических сооружений.

Условия, в которых работает линия передачи высокого напряжения, своеобразны и крайне тяжелы. Все элементы линии передачи (опоры, провода и изоляторы) подвергаются комбинированным механическим, атмосферным, химическим и электрическим воздействиям.

Условия работы линий передачи на открытом воздухе должны быть тщательно учтены как при проектировании линии передачи, выборе материалов и оборудования при ее сооружении, так и при производстве строительных и монтажных работ на линии передачи.

Нарушение проектных, качественных и производственных требований может повлечь за собой аварию на линии передачи, а следовательно, перебои в снабжении электроэнергией целых промышленных районов.

Освещение вопросов проектирования линии передачи не входит в задачу настоящего руководства, поэтому ниже приведены те технические условия, которые должны быть соблюдены в самом процессе сооружения линии передачи.

#### **Технические условия на сооружение линий передач высокого напряжения**

##### **а) Изыскания трассы**

1. Направление трассы между двумя конечными пунктами должно быть кратчайшим, т. е. трасса должна иметь минимальное количество углов поворота.

2. При проектировании линии передачи высокого напряжения направление ее должно быть выбрано с тщательным учетом всех местных условий, как-то: наличие проходящего вблизи полотна железной дороги, линий связи, шоссе, заповедников, населенных и труднопроходимых мест, подземных сооружений и пр.

3. При прохождении трассы лесом необходимо соблюдать следующие условия.

Ширина просеки должна быть равна двойной высоте растущих в данном месте просеки деревьев плюс 2 м (по 1 м с каждой стороны); исключение допускается в заповедниках и особо ценных лесах по особой договоренности с леспромхозом и эксплуатацией и принимается как минимум равным расстоянию между крайними проходами линии передачи плюс 10 м (по 5 м с каждой стороны).

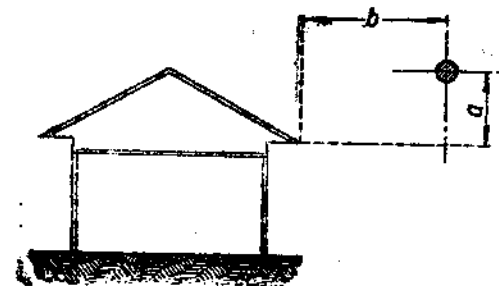
Трасса должна быть совершенно очищена от сучьев, дров, хвороста и др.; деревья на просеке должны быть срублены под корень, причем надо оставлять пни высотой не более диаметра срубленного дерева.

Для проезда по трассе при осмотре линии должна быть проделана полоса шириной 2 м с пнями не выше 10 см.

4. В случае прохождения трассы по болоту и отсутствия ближайшего объезда вдоль трассы должна быть сделана гать для прохода при осмотре линии.

5. При прохождении трассы по пойме рек, где возможен ледоход, мачты должны быть защищены ледорезами.

6. Габарит провода высокого напряжения над землей не должен быть менее 6 м, а в густонаселенных местах (городского типа) не менее 7 м.



Фиг. 1. Габарит проводов высокого напряжения до жилых построек.

7. При прохождении трассы около жилых строений должно

быть соблюдено по нижеследующей таблице минимальное расстояние от существующего здания до ближайшего к нему провода линии передачи при наименьшем его (провода) положении при пролетах до 250 м (фиг. 1).

$a$ (м)	$b$ (м)
0,0	7,5
0,5	7,0
1,0	6,0
2,0	5,0

8. Пересечения линиями передачи высокого напряжения железнодорожного полотна, шоссе, грунтовых дорог, проводов связи, осветительных линий, судоходных рек и каналов должны быть выполнены согласно Правилам и нормам (см. „Электротехнические правила и нормы“, изд. 1931 г., стр. 450—455).

9. Переходы через железные дороги, реки и линии связи должны быть выполнены по проектам, согласованным с соответствующими учреждениями.

10. При различного рода переходах величины габаритов, тяжения и конструкция крепления должны быть выполнены по табл. 1.

Примечание к § 6 и 10. Указанные наименьшие расстояния относятся к линиям передач с напряжением до 115 кВ включительно; для линий же с напряжением 160 и 220 кВ указанные расстояния повышаются соответственно на 0,5 и 1,0 м.

ТАБЛИЦА 1

	Наименование перехода	Минимальная высота нижнего провода над землей (габарит в м)	Тяжение	Тип мачт	Тип подвески	Угол пересечения
1	Железные дороги	7,5 (над головкой рельса)	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Анкер- ный	Двойной <sup>1</sup>	Не менее 45°
2	Железнодорожные ветки (подъездные пути)	7,5 (над головкой рельса)	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Проме- жуточн.	"	Не менее 45° <sup>2</sup>
3	Узкоколейка	6,0 (над головкой рельса)	$\frac{1}{3}$ пров. вре- мен. сопротивл.	Анкер- ный	"	Не менее 45° <sup>2</sup>
4	Шоссе и дороги магистрального значения	7,0	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Тот же	"	Не менее 45° <sup>2</sup>
5	Шоссеиные дороги второстепенного значения	7,0	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Проме- жуточн.	"	Не менее 45° <sup>2</sup>
6	Грунтовые дороги	6,0	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Тот же	Однари.	Любой
7	Линии слабого тока (телегр. и телеф.) и линии сильного тока высокого и низкого напряжений	2,0 (до верхних проводов)	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Анкер- ный	Двойной	Не менее 45°
8	Судоходные реки	Согласовывать с НКПС (см. также § 3, разд. III)	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл.	Тот же	"	Не менее 45°
9	Несудоходные реки	6,0 от уровня льда зимой, но не менее 3 м над уровнем самых высоких вод в половодье	$\frac{1}{3}$ времен. со- противл. мно- гожильного провода	Проме- жуточн.	Однари.	Любой

11. На линиях 115 кв в городах, где падение провода может причинить вред окружающему населению, механическая прочность проектируемой линии должна быть повышена путем двойного крепления проводов, уменьшения тяжения проводов, постановкой рогов, постановкой лишнего элемента в гирлянде. Лишний элемент в гир-

<sup>1</sup> В качестве временной меры в связи с недостатком изоляторов ЦЭС разрешено применять одинарные подвесы вместо двойных при условии добавления одного лишнего элемента в гирлянду изоляторов и постановки механически испытанной стальной арматуры.

<sup>2</sup> В исключительных случаях меньший угол допускается при наличии соглашения с соответствующими учреждениями.



ляндю дополняется также и на всех переходах, кроме грунтовых дорог, озер, болот и оврагов.

12. В целях удобства производства работ, а главное, в целях эксплуатационного обслуживания линии передачи последняя должна по возможности проходить вдоль шоссе или грунтовых дорог (при условии отсутствия около них линий слабого тока).

13. В случае наличия аэродромов и посадочных площадок трасса линии передачи должна проходить не ближе 4 км; отступления от данного правила должны быть согласованы каждый раз с соответствующим ведомством.

14. Переходы линий передач через магистральные железные дороги должны по возможности осуществляться в выемке или, по крайней мере, „в нуле“ и лишь в крайних, особо мотивированных случаях — в насыпи.

15. Тип опор, их высота и длина пролета определяются экономическим подсчетом и зависят от напряжения линии, числа, материала и сечения проводов, а также максимально допустимого тяжения в проводах.

#### б) Основания и опоры

1. Основания должны быть выполнены согласно проектным чертежам. При отступлении от проекта должен быть приложен соответствующий исполнительный чертеж с расчетом.

2. Подножки металлических мачт американского типа должны быть установлены заподлицо с поверхностью земли; выступ более 10 см не допускается.

3. Земля в котлованах с установленными подножками должна быть тщательно затрамбована.

4. Подножки и части мачт, находящиеся в земле, должны быть покрыты кузбасским лаком, причем внизу оставляется не покрытая лаком часть на глубине от 1,2 м и больше для заземления опоры.

5. Внешняя поверхность бетонных оснований должна быть без трещин, причем эта поверхность не „зажелезняется“; исключение делается для густонаселенных мест около подстанции и на переходных мачтах, где „зажелезнение“ должно быть произведено.

6. Опоры должны быть выполнены во всем согласно проекту; в случае отступления от проекта к таковому необходимо приложить исполнительный чертеж опоры с расчетом.

7. Мачты анкерного пролета должны быть расположены строго в створе линии передачи. Выход из створа допускается не более 15 см при пролетах до 100 м и не более 20 см при пролетах свыше 100 м.

8. На анкерных опорах допускается угол поворота до 5° или иной в зависимости от проекта.

9. При скользящих клеммах пролеты между мачтами в анкерном пролете должны быть по возможности равны между собой. При глухих клеммах из экономических соображений допускаются неравные пролеты.

10. Металлические опоры должны иметь совершенно вертикальное положение, т. е. середина верхней диафрагмы должна проектироваться

на середину пикета. Отступления допускаются: поперек трассы до 0,5 см/пог. м и вдоль трассы до 1 см/пог. м высоты мачты.

11. Клепка и окраска мачт должна удовлетворять соответствующим инструкциям.

12. Ноги деревянных опор при входе в землю на длине 1—1,2 м должны быть пропитаны антисептиком. Кроме того, должны быть пропитаны все узловые соединения деревянных мачт (в случае пропитки в линейных условиях).

13. Лес для деревянных опор должен удовлетворять техническим условиям на поставку древесины для линий передач высокого напряжения.

14. Траверсы для деревянных — П-образных опор должны иметь строго горизонтальное положение. Перекос допускается не более 5 см.

15. Отклонения промежуточных опор — „свечек“ — вдоль линии допускаются не более 10 см, а поперек линии отклонения не допускаются.

Примечание. Выправка свечек, установленных зимой, должна производиться весной при первой возможности.

16. При деревянных опорах на пасынках или рельсовых основаниях бандажи в случае применения болтов должны быть положены равными поясами с одинаковой натяжкой отдельных жил бандажа.

При бандаже скруткой не допускается повреждения отдельных жил.

17. Все болты на высоте до 3 м от земли должны быть во избежание хищения расчеканены, и концы не должны выступать дальше 5 см от гайки.

18. На линии должны иметься предупредительные плакаты об опасности высокого напряжения на высоте, недоступной для снятия и удобной для чтения, не менее чем через две опоры при пролетах до 100 м и на каждой опоре при больших пролетах.

19. Все опоры должны быть пронумерованы по течению тока с указанием года установки.

#### в) Монтаж проводов

1. Монтаж проводов линии передачи должен быть выполнен согласно монтажным кривым или таблицам для соответствующего материала, сечения и тяжения провода.

2. Габарит провода над землей, равный по нормам 6 м для всех ненаселенных мест, должен соблюдаться при максимальной стреле провеса (при  $+40^{\circ}\text{C}$ ).

3. Провод не должен приближаться к телу металлических опор ближе чем на 0,90 м при 115 кв и на 0,4 м при 30 кв.

4. Все провода должны иметь равные стрелы провесы.

5. Недотяжка проводов против таблиц допускается до 10%, Перетяжка не допускается вовсе.

6. На натянутом проводе не допускается „баранок“ (двойных перегибов провода) и поверхностного повреждения отдельных углов.

7. Петли на анкерных и угловых мачтах должны быть выпрямлены и иметь величину, при которой наименьшее расстояние провода от траверсы было бы 0,9 м для 115 кв и 0,4 м для 30 кв.

8. Сращивание проводов должно быть произведено при помощи принятых специальных соединительных гильз или клемм.

9. Серьги на анкерных мачтах американского типа во избежание выпадения должны быть укреплены гайками или шплинтами.

10. Болты на клеммах как подвесных, так и оттяжных должны быть тщательно затянуты. Болтовые оттяжные клеммы должны быть тщательно затянуты и иметь контргайки.

Подкладываемые под болты в клиновых оттяжных клеммах медные пластинки должны быть отогнуты.

11. Все элементы подвесных и оттяжных гирлянд должны быть тщательно расшплинтованы. В случае отсутствия фабричных шплинтов допускается применение кустарных шплинтов в виде спирально свернутой медной жилы в 4—5 оборотов диаметром 25 мм.

12. Изоляторы должны быть тщательно протерты, очищены от фабричных ярыков, подтеков и грязи и не должны иметь трещин и пятен от краски.

13. Прикрепление провода к штыревым изоляторам должно быть произведено неотожженной проволокой.

14. Штыревые изоляторы должны быть плотно посажены на штырь и стоять совершенно вертикально, допускается отклонение до 5°. Штырь должен опираться своими запечиками в траверсе и быть плотно к ней притянут.

15. Постановка штыревых изоляторов на штырь должна быть произведена: для анкерных опор — на свинцовом глете, для промежуточных — на пеньке, смазанной суриком. Применение заливки серой категорически воспрещается.

16. Подвесная гирлянда должна иметь строго вертикальное положение.

## II. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

Под полевыми работами при сооружении линий передач подразумеваются те работы, которые производятся на местности для получения данных, необходимых для составления трассы и профиля линии передачи, являющихся основными и исходными материалами в сооружении линии передачи.

Полевые работы на линиях передач разделяются на четыре отдельных процесса: изыскания трассы линий передачи, трассировка, нивелировка и зондировка линии передачи. Рассмотрим каждый из указанных процессов в отдельности.

### а) Изыскания

Для составления проекта линии передачи высокого напряжения необходимо проделать ряд работ на той местности, по которой должна пройти проектируемая линия передачи.

Прежде всего берется карта данной местности в издании Главного геодезического управления и на ней наносится между двумя конечными пунктами данная линия передачи; при этом учитываются все подробности, показанные на карте, как-то: деревни, села, города, леса, реки, железные дороги, болота, озера и пр., а также имеется в виду кратчайшее направление будущей линии передачи.

Та ломаная линия с возможно меньшим количеством углов, при помощи которой возможно кратчайшее соединение конечных пунктов проектируемой передачи на местности, и называется трассой данной линии передачи.

Таким образом прежде всего мы имеем как бы основной вариант трассы будущей линии передачи, нанесенный на карте. С такой картой посылается в район проектируемой линии передачи техник-рекогносцировщик для производства предварительного изыскания трассы; техник на месте объезжает верхом (или обходит) все направление трассы и близлежащий район. Главной целью такой предварительной рекогносцировки является уточнение всех деталей по пути трассы, почему-либо не показанных на карте, и выбор основного варианта трассы. Этот вариант должен, во-первых, удовлетворять первому требованию изыскания трассы линии передачи, т. е. быть по возможности кратчайшим расстоянием между начальной и конечной точками линии; во-вторых, этот вариант должен быть наиболее экономичным, для чего необходимо соблюдение следующих требований:

1. Трасса должна проходить по ненаселенным или малонаселенным местам; следует избегать мест с густой сетью проводов слабого тока и осветительных линий. Несоблюдение этого требования повлечет за собой дополнительные расходы по сносу строений, переустройству линий слабого тока на двойной подвес, лишние анкерные опоры и целый ряд других расходов.

2. Трасса должна по возможности проходить по суходолу и незаболоченным местам, так как в противном случае придется выполнять свайные работы, что значительно удорожает стоимость оснований.

3. Трасса по возможности должна проходить, не задевая больших лесных массивов, заповедников, ценных насаждений, так как стоимость вырубленного леса и его разработки ложится большим расходом на стоимость сооружения линии.

4. Продольный профиль основного варианта трассы должен быть по возможности ровным, дабы не ставить часто анкерные опоры (из-за оврагов и ложбин), — это последнее условие легче всего соблюсти, если выбирать направление трассы линии передачи вдоль водоразделов, не пересекая их.

5. При выборе направления трассы следует учитывать влияние линии передачи высокого напряжения на провода связи, проходящие вблизи трассы, вдоль шоссе и железнодорожных путей; после выбора основного варианта трассы производится подсчет влияния на провода связи, и если полученные результаты не превосходят вполне определенных пределов (см. Нормы), вариант трассы может быть принят; в противном случае приходится или менять направление трассы или принимать ряд защитных мер (подвеска бронзового троса, превращение одиночных линий связи в двойные, установка разрядников в определенных пунктах линий связи и пр.).

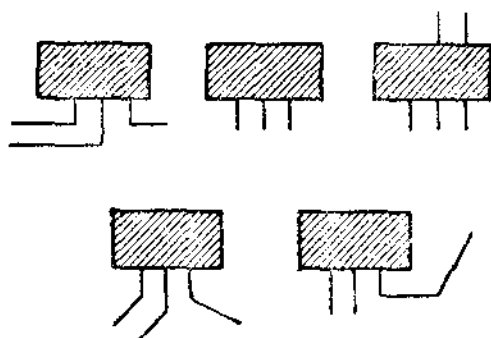
Кроме этих основных может иметь место еще целый ряд более мелких факторов, которые необходимо учесть рекогносцировщику при выборе направления трассы линии передачи. Так, в случае необ-

ходимости сделать излом линии нужно считаться с имеющимися типами угловых опор (например, вместо одного угла  $90^\circ$  сделать два по  $135^\circ$  и т. д.), в случае распределения прямых между углами принимать во внимание нормальный пролет для проектируемой линии передачи и пр.

Так или иначе, всегда имеет место два противоречивых соображения: первое — это уменьшение километровой стоимости линии передачи при соблюдении приведенных выше четырех основных требований и второе — это удлинение трассы линии вследствие обхода тех или иных препятствий.

Основной задачей техника-рекогносцировщика и является выбор, при помощи тщательно заснятой в абрисной книжке местности, того направления трассы линии, при котором полная стоимость линии будет минимальной

Необходимо отметить, что выбор направления трассы становится особенно затруднительным, когда линия передачи должна пройти по



Фиг. 2. Расположение подходов линий передач к подстанциям.

густонаселенным и пересеченным местам, например по окраинам городов с большим числом препятствий — железных дорог, шоссе, линий связи, осветительных линий, жилых построек, фабрик, заводов и пр.

Примером наличия таких условий при проектировании и изыскании линии передачи является Московское кольцо 115 кв. Эта линия проходит по окраинам города, причем на  $\frac{2}{3}$  своей длины — за чертой Окружной железной до-

роги и на  $\frac{1}{3}$  длины — в черте Окружной железной дороги.

На значительной своей части Московское кольцо проходит в непосредственной близости от проводов слабого тока Окружной железной дороги, аэродрома, по густонаселенным кварталам окраин Москвы. На протяжении 57 км линия имеет около 70 переходов через различные сложные препятствия помимо грунтовых дорог, мест с убранными в кабель проводами и т. д.; требование кратчайшего направления трассы соблюсти в данном случае было крайне трудно.

При изыскании трассы следует обратить серьезное внимание на подходы к подстанциям, особенно если эти подстанции имеют большое количество отходящих линий передач. Подстанции располагаются обычно на окраинах городов и поселений и находятся большей частью в кварталах, застроенных жилыми домами, фабричными корпусами, заводами и пр. Поэтому изыскания проектируемой трассы в таком месте всегда связано с учетом предполагаемых к постройке линий передач второй очереди.

Подходы к подстанции могут быть выполнены различными способами (фиг. 2).

Указанные соображения определяют значение предварительных изысканий трассы.

Когда основное направление трассы линии передачи окончательно установлено, приступают к работам по трассировке линий.

#### б) Трассировка

Основанием для начала работ по трассировке линии передачи высокого напряжения служит тот вариант трассы, который был утвержден после рекогносцировки.

Трассировка линии передачи состоит из следующих отдельных работ: 1) провешивание направления трассы, 2) разбивка пикетажа, 3) составление абриса трассы и 4) угломерная съемка геодезическим инструментом по трассе.

**1. Провешивание трассы линии передачи.** Пользуясь направлением трассы, намеченным при предварительной рекогносцировке, закрепляют углы поворота трассы по ходу (в том случае, если отрезки прямых между углами сравнительно невелики, т. е. если с одного угла поворота виден следующий угол невооруженным или вооруженным глазом).

При значительной длине прямых пользуются для провешивания какими-либо видимыми издали сооружениями, например фабричными трубами, группами деревьев (при степных трассах) и т. д. При прохождении трассы по лесистым местам определяют по карте румб (см. ниже) намеченной линии передачи и, пользуясь этим румбом, начинают на местности работу по пикетажу, производя провешивание линии по прибору.

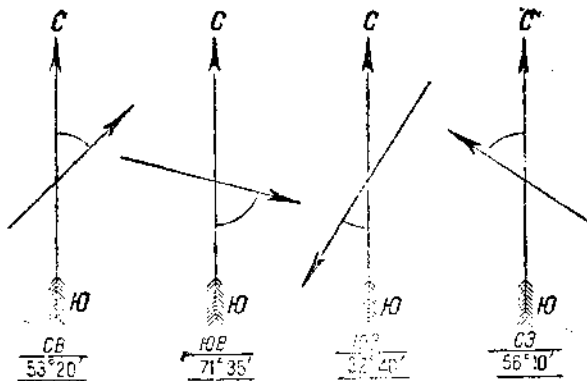
В зависимости от приведенных случаев и применяется тот или иной метод провешивания линии. Ниже приводится описание этих методов.

При наличии коротких прямых на углах забиваются (вернее, закапываются) колья с указанием порядкового номера угла поворота трассы и наименования учреждения, производящего данную работу. Сзади кольев, по оси провешиваемой прямой, устанавливаются вешки (деревянные шесты 2—3 м высоты, обструганные и выкрашенные поочередно в белый и красный цвет, по 20 см снизу).

Старший рабочий, производящий вешение линии, становится сзади первой вешки и смотрит при помощи бинокля на вторую вешку (на втором угле поворота); рабочий с промежуточной вешкой становится на расстоянии 150—200 м от первого угла и подвигается в направлении, поперечном к оси трассы, до тех пор, пока старший рабочий, установив правильность постановки вешки, не даст соответствующего сигнала рабочему с вешкой. Простейший способ сигнализации руками следующий: отклонение руки техника понизу вправо или влево означает для рабочего подвигание всей вешки соответственно вправо или влево; отклонение руки поверху вправо или влево означает для рабочего отклонение верха вешки соответственно вправо или влево, не подвигая низа вешки. Размахивание обеими руками поверху равномерно в обе стороны означает правильность установки вешки и дает приказание рабочему закрепить вешку в данном положении, после чего рабочий смотрит еще раз в сторону старшего рабочего, и если

никаких поправочных сигналов со стороны последнего нет, вешка считается установленной, и рабочий передвигается со второй промежуточной вешкой еще на 150—200 м (если мешают естественные препятствия, — овраги, бугры, строения, большой наклон местности — это расстояние сокращается). При наличии второго рабочего этот рабочий подходит со второй вешкой к установленному месту, а в это время первый проходит мимо второго к следующему месту установки вешки.

Вторая вешка устанавливается таким образом, чтобы вся она не выходила из створа прямой, образованной первой вешкой и дальним углом поворота трассы. Правильность ее установки фиксируется старшим рабочим и соответствующим сигналом он дает приказ рабочему о закреплении правильно поставленной вешки. Сигнал руками может быть заменен соответствующим сигналом флажками.



Фиг. 3. Румбы линий.

Далее старший рабочий подвигается вперед по трассе от первой начальной точки к первой вешке и, стоя против ее оси, устанавливает по второй вешке и дальнему углу третью вешку и т. д.

При провешивании прямых большой протяженности на начальной точке трассы или угле поворота ее (если провешивание начинается в середине трассы)

перед большой прямой устанавливается угломерный прибор — теодолит или пантометр (описание см. ниже) таким образом, чтобы в зрительную трубу прибора был виден тот предмет, который принят, как указывалось выше, за направление визирования линии (визированием называется установление направления линии, совпадающего с визирной осью зрительной трубы угломерного прибора). Если этот предмет виден ясно, то при дальнейшем провешивании пользуются им; если он виден неясно, то, наведя ось зрительной трубы на данный предмет, замечают румб этого направления, и при дальнейшем провешивании пользуются этим румбом.

Румбом какой-нибудь линии называется угол, образованный направлением этой линии и ближайшим концом магнитного меридиана, определяемого в приборе осью магнитной стрелки; таким образом в цифровом значении румб линии может изменяться от 0 до 90° и по странам света он может быть: СВ — северо-восточным; ЮВ — юго-восточным; ЮЗ — юго-западным и СЗ — северо-западным (фиг. 3).

Ясно, что значений, больших 90°, румб иметь не может.

Итак, когда угломерный прибор установлен направлением оси трубы по заданному румбу, техник, работающий с прибором, посылает двух рабочих вперед по прямой с вешками и устанавливает их

в створе данного направления, согласно правилам, указанным в случае провешивания коротких прямых, так, чтобы с одной стоянки прибора было установлено по крайней мере 3—4 вешки.

Далее техник перемещает прибор метров через 300—400 вперед по трассе от передней установленной вешки, устанавливает его в створе данного направления, пользуясь для этого установленными сзади вешками, и проверяет по румбу данного направления.

Затем опять выставляют вперед 3—4 вешки через 150—200 м друг от друга и т. д.

Необходимо отметить, что для идущей сзади пикетажной группы впереди всегда должно быть по меньшей мере две вешки.

По мере провешивания направления трассы линии электропередачи по ее оси на расстоянии, равном примерно 1—1½ км, закапываются осевые столбы, выверенные по прибору. Все точки стоянки прибора закрепляются колышками.

Провешивание направления линии передачи в лесу осложняется тем, что для визирования направления приходится предварительно обрубить так называемую „визируку“, т. е. вырубить все деревья, кустарники и кустарники в полосе шириной 1 м, по 0,5 м от оси трассы на каждую сторону.

В том случае, если участок трассы, проходящий в лесистой местности, имеет протяженность не больше 1 км, вместо метровой визируки можно обрубить сучья и очистить створ линии шириной 20—30 см, провизироваться через лесистый участок и затем проверить по румбу направление. Если оно правильно, то можно идти дальше; если нет, то, перемещая прибор вправо или влево от оси и визируясь на заднюю точку до лесистого участка, следует выправить направление через этот участок. Если же трасса на значительной длине проходит по лесистому месту, следует провешиваться по румбам прорубая „визируку“ шириной 1 м, и время от времени проверять данное направление обратным румбом, т. е. подсчитывать румб обратного направления трассы взглядом назад. Эти два румба будут всегда численно равны и прямо противоположны по обозначению света, например:

$$СВ 13^{\circ} 45' = ЮЗ 13^{\circ} 45'$$

или

$$ЮВ 60^{\circ} 10' = СЗ 60^{\circ} 10'$$

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА БССР

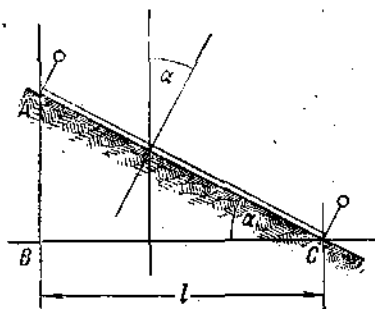
**2. Разбивка пикетажа.** Имея впереди провешенный участок трассы, можно приступить к промеру этого участка при помощи стальной 20-метровой ленты с пятью (или десятью) шпильками. Эта лента на границе каждого метра длины имеет цифру, показывающую число метров от начала ленты, причем цифры нанесены с обеих сторон ленты, в порядке возрастания в обратных направлениях, так, что конец одной стороны ленты совпадает с началом другой стороны, и наоборот. На концах ленты имеются прорезы, в которых устанавливаются шпильки; эти прорезы совпадают с началом счета метров. Для промера линии техник, производящий трассировку, выделяет двух рабочих; один из них должен иметь навык по промеру линии или быть тщательно инструктирован техником.

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА БССР

БИБЛИОТЕКА БССР  
40000

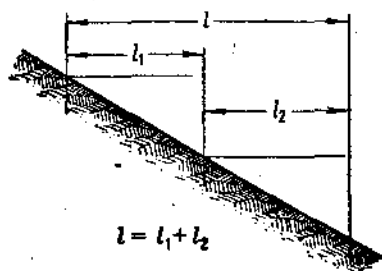


Промер линии производится следующим образом. Начальная шпилька (первая) ставится в прорез начала ленты на исходной точке промера; около этой шпильки становится квалифицированный рабочий лицом вперед, а второй рабочий с остальными четырьмя шпильками, держа в руке конец ленты, идет вперед по трассе и, когда лента натягивается, останавливается, становится немного вбок от оси и, вытянув перед собой руки, держит одной рукой конец



$$l = \sqrt{AC^2 - AB^2} = AC \cos \alpha$$

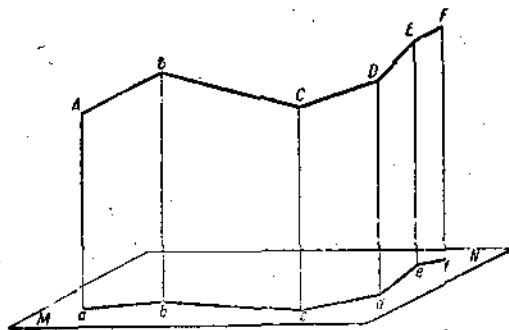
Фиг. 4. Измерение углов наклона линий к горизонтали



Фиг. 5. Промер наклонных линий уступами

ленты, а другой — шпильку, вставленную в прорез на конце ленты и находящуюся в вертикальном положении; задний рабочий смотрит на шпильку, старается ее привести в створ линии, глядя на ближайшую вешку, и поправляет

переднего рабочего до тех пор, пока низ шпильки не станет в створе линии; затем оба рабочих поднимаются и идут дальше; когда задний рабочий доходит до второй шпильки, они останавливаются и задевают прорезом в начале ленты за эту шпильку; передний рабочий опять натягивает ленту с вставленной в прорез ее на конце третьей шпилькой, устанавливает эту шпильку



Фиг. 6. Проекция трассы на горизонталь

по указанию заднего рабочего; затем оба идут вперед и продолжают промер до тех пор, пока в руке заднего рабочего не окажутся все пять (или десять) шпилек; это будет означать, что пройдено 100 (или 200) м. В этой точке забивается вровень с землей колышек, называемый пикетным; сама точка называется пикетом; около пикетного колышка, на который потом будет ставиться рейка и над которым потом может висеть отвес угломерного инструмента, ставится другой колышек; на этом колышке подписывается номер пикета; он забивается до высоты 20 см над землей и называется „сторожком“.

Главным требованием при промере лентой, кроме ее натягивания, является соблюдение ее горизонтальности. На наклонной поверхности промер производится двумя способами: или по наклонной поверхности, с измерением угла наклона (фиг. 4), или по горизонтали — уступами (фиг. 5). Обычно пользуются вторым способом.

Горизонтальное измерение необходимо для того, чтобы получить не самую длину прямой на наклонной поверхности, а ее проекцию на горизонтальную плоскость, так как всякий план трассы есть проекция ломаной линии, находящейся в плоскости, проходящей через ось трассы, на горизонталь (фиг. 6). При малых углах наклона длину наклонной прямой принимают обычно за длину ее горизонтальной проекции.

При крутом наклоне приходится мерить длину не целыми лентами, а частями ленты.

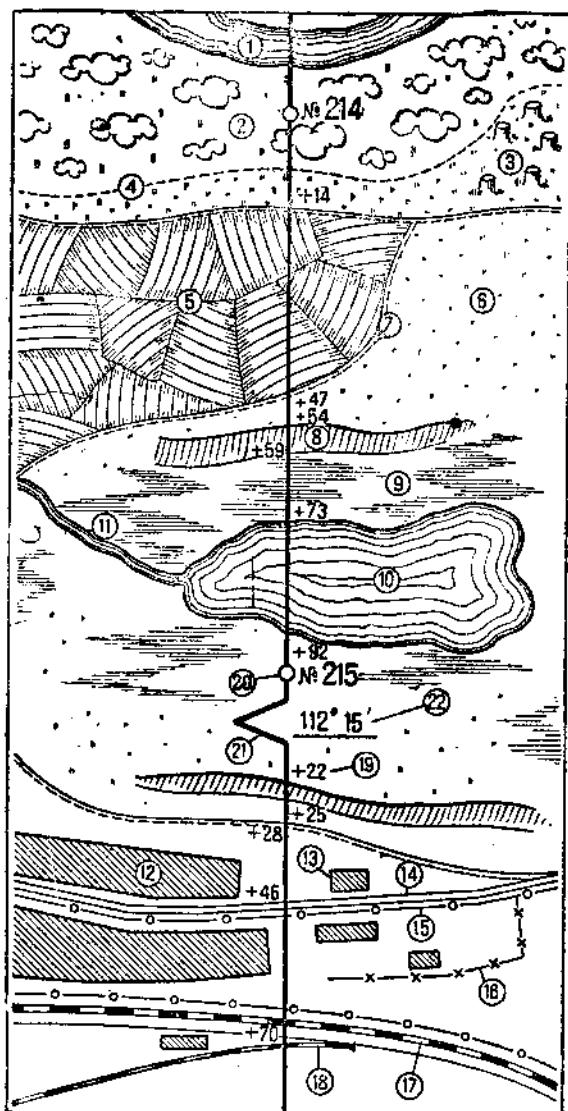
В случае если необходимо измерить длину отрезка трассы от пикета до какой-нибудь характерной точки, отсчитывают целое число лент и часть ленты, причем десятые доли метра указаны на ленте отверстиями, а сотые доли берутся на-глаз, например, если уложено три ленты и часть ее равна 6 целым метрам и 28 см, то общая длина будет 66,28 м. На основании промера линии с произведенной через каждые 100 (или 200) м забивкой пикета составляется самая ответственная часть будущего проекта трассы линии передачи: абрис трассы.

**3. Составление абриса трассы.** Абрисом трассы называется ситуационный план трассы, составляемый в поле во время работ техником в абрисной книжке от руки, но с соблюдением масштаба. Абрисная книжка имеет размер  $10 \times 20$  см и шита из миллиметровой бумаги; техник заносит сюда все детали на самой трассе и около нее в полосе шириной 100 м, по 50 м от оси трассы в каждую сторону. По середине страницы с каждой стороны проводится линия вдоль книжки. Эта линия в масштабе  $1 \text{ см} = 10 \text{ м}$  изображает ось трассы, на которой и отмечается всякая деталь, встретившаяся на пути трассы; сбоку, в полосе, равной 10 см, зарисовывается от руки ситуация окружающей местности; обозначения, принятые для изображения ситуационного плана, показаны на фиг. 7.

Так как абрис трассы является единственным материалом для составления проекта трассы, техник, ведущий абрис данного участка трассы, должен указывать в нем все подробности, могущие встретиться по пути следования и имеющие значение при составлении проекта.

Кроме указанных обозначений, техник обязан указывать на абрисе расстояния от трассы до различных строений, наименование их владельца, точный адрес и общую кубатуру строения в случае пересечения строения. При пересечении с железной дорогой нужно записывать номер пикета и километра железнодорожного полотна; при пересечении с линиями связи или осветительными линиями необходимо наличие следующих сведений: наименование владельца линии, угол пересечения ее с трассой, количество проводов, характер и назначение линии, номер столбов по пересекаемой линии, расстояние по линии слабого тока от заднего столба до места пересечения,

величину пересекаемого пролета и точный пикетаж данного пересечения по трассе линии передачи. При переходах через реки нужно отмечать ее судоходность и направление течения. Если по трассе



- 1 - Реки
- 2 - Лес-кустарник
- 3 - Вырубленные участки
- 4 - Границы отдельн. участков
- 5 - Пашни-огороды
- 6 - Луга
- 7 - Прасолочные даровы
- 8 - Откосы
- 9 - Болотистая местность
- 10 - Пруды, озера
- 11 - Ручьи
- 12 - Деревни, села
- 13 - Отдельные строения
- 14 - Шоссе
- 15 - Линии связи
- 16 - Заборы
- 17 - Ж.-д. пойотно широкой колеи
- 18 - " " узкой колеи
- 19 - Плюсовые точки
- 20 - Пикеты
- 21 - Угол поворота трассы влево
- 22 - Величина угла

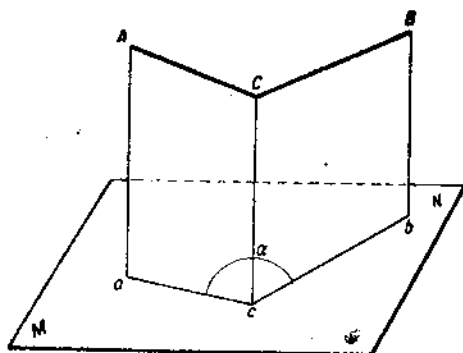
Фиг. 7. Условные обозначения при трассировке линий высокого напряжения

встретится подземная магистраль, надо указать, <sup>какая</sup> именно (кабель, канализация, водопровод, газ и т. д.), ее владельца и глубину залегания. При проходе трассы по лесистому участку следует указать: 1) общую протяженность участка, 2) чей лес: госфонда или

местного значения, 3) породу деревьев, 4) среднюю высоту, диаметр, а также среднюю густоту насаждения в полосе трассы и 5) вырубленные участки.

При проходе трассы по пашне или огороду желательно отмечать: 1) сорт культуры, пересекаемой трассой, для суждения о размерах и качестве произведенных работ при производстве строительных и монтажных работ; 2) владельца данной культуры и сельсовет, в районе которого находится культура.

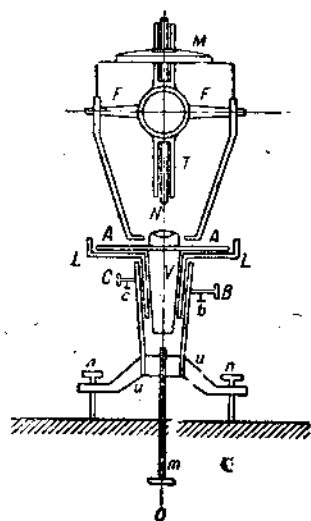
При прохождении вблизи от трассы линии передачи сети или отдельных линий слабого тока, не пересекаемых трассой, делается замер расстояния всех угловых точек этих линий от основной трассы, причем замер необходимо делать в полосе шириной до 500 м, а в отдельных особо ответственных случаях — до 1000 м; эти замеры используются для расчета влияний проводов высокого напряжения на провода слабого тока.



Фиг. 8. Горизонтальная проекция угла между двумя прямыми

Необходимо также заснять расположение относительно трассы линии военных и гражданских аэродромов и посадочных площадок, учебных полигонов и пр., хотя бы они выходили из нормальной полосы абрисной ситуации в 100 м.

**4. Угломерная или горизонтальная съемка трассы.** Горизонтальный угол в  $C$  (вершина угла) между  $CA$  и  $BC$  есть угол между вертикальными плоскостями, проходящими через отвесную линию в  $C$  и точки  $A$  и  $B$ ; он равен углу, образованному линиями пересечения (следами) этих плоскостей с плоскостью  $MN$ , им перпендикулярной (горизонтальной) (фиг. 8).

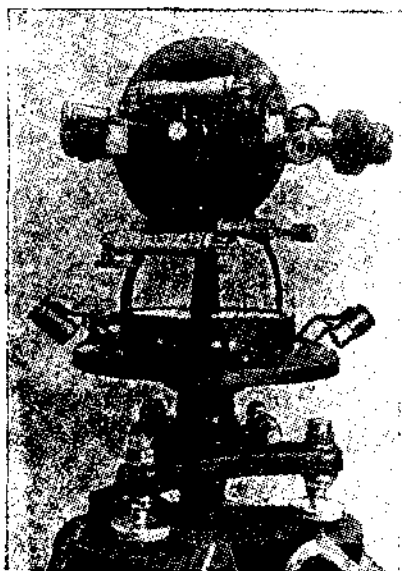


Фиг. 9. Схема теодолита

Для определения угла поворота трассы линии передачи применяются геодезические инструменты: теодолит или пантометр. Пантометр отличается от теодолита отсутствием вертикального круга и нониуса для определения углов в вертикальной плоскости, а также несколько более простым устройством.

На фиг. 9 изображено схематическое устройство, а на фиг. 10 — фотография теодолита.

Одной из главных частей теодолита является лимб или круг с делениями, вращающийся на оси станины *и*, которая при помощи станного винта *т* закрепляется на треноге и помощью трех уравнительных винтов *л* устанавливается таким образом, чтобы уровень *N* показывал горизонтальное положение прибора. Лимб устанавливается в определенном положении относительно станины закрепительным винтом *B*; это положение уточняется микрометрическим винтом *b*. Над лимбом помещается подвижной круг *АА* с нониусом — алидада (см. ниже), тоже вращающийся на общей с лимбом оси. Алидада закрепляется в определенном положении относительно лимба закрепительным винтом *С*; для более точной установки алидады служит микрометрический винт *с*. Вертикальная цапфа станины *V* центральна по отношению к лимбу; с ней неразрывно связана алидада *АА*, служащая указателем угла для лимба и станиной для обоям к подшипникам *FF* зрительной трубы; последняя дает визирную линию.



Фиг. 10. Теодолит

Уровень *N* (круглый или трубчатый) соединяется с цапфой различными способами.

При измерении теодолитом углов в горизонтальной плоскости три его главные оси должны иметь вполне определенное друг относительно друга положение.

Ось прибора должна быть вертикальна и должна проходить через точку *O* (вершину измеряемого угла). Ось вращения зрительной трубы должна быть горизонтальна, т. е. должна быть перпендикулярной к оси прибора. Визирная ось должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы.

Независимо от этого, все три оси должны пересекаться в одной общей точке, лежащей на отвесной прямой, проходящей через вершины угла.

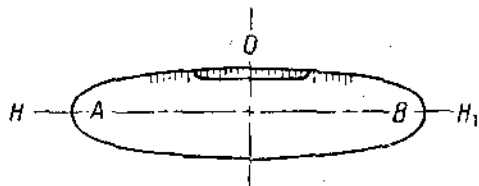
Для измерения углов наклона линий к горизонту и отвесных расстояний служит нониус *S*, вращающийся на оси, проходящей через точку пересечения оси прибора с осью зрительной трубы. Нониус, неизменно соединенный со зрительной трубой, служит указателем для неподвижного круга с делениями (лимба).

По конструктивным соображениям иногда делают лимб подвижным, а нониус неподвижным. Подвижная часть с нониусом может быть выполнена не в виде целого круга, а лишь части его в двух противоположных частях по диаметру. Параллельно оси вращения зрительной трубы устанавливается весьма чувствительный цилиндрический уровень, которым определяется горизонтальная плоскость, на которую проектируется визирная линия. В случае неподвижного лимба уровень

соединяется с ним, неизменно у более простых инструментов — уровень связывается со станиной. Все отсчеты производятся на вертикальном круге визированием зрительной трубы на предмет в то время, когда пузырек уровня находится по середине.

Уровень представляет собой заключенный в металлическую оправу стеклянный сосуд, наполненный жидкостью с безвоздушным пузырьком, который по своей легкости всегда стремится занять самое высокое положение в сосуде.

Стеклянный сосуд с жидкостью выполняется круглым или цилиндрическим; последний образуется от вращения дуги круга  $AOB$  весьма значительного радиуса около  $AH_1B$ . Прямая  $HH_1$ , идущая вдоль уровня, представляет геометрическое место центров окружностей разных радиусов, получаемых при сечении плоскостями, нормальными к линии  $HH_1$  (фиг. 11).

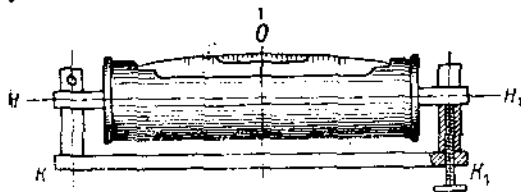


Фиг. 11. Схема уровня

Благодаря стремлению пузырька занять всегда в сосуде высшее место, ось  $HH_1$  будет горизонтальна тогда, когда пузырек займет центральное положение, отмеченное делениями на стекле.

Следовательно, плоскость основания оправы уровня  $KK_1$  (фиг. 12) должна быть параллельна оси уровня  $HH_1$ , что проверяется следующим образом.

Выбирают какую-либо поверхность, по возможности горизонтальную, и замечают положение пузырька в сосуде, т. е. величину его отклонения от центра; потом обводят карандашом контур подошвы основания уровня и, повернув уровень на  $180^\circ$ , устанавливают его на очерченный контур. Если величина отклонения пузырька от центра в противоположную сторону равна отклонению при первом положении, значит уровень правилен. Исправление уровня достигается путем подвинчивания уравнительного винта; пузырек подвигается винтом к центру сосуда на половинную величину ошибки, полученной при перекадке на  $180^\circ$ .



Фиг. 12. Цилиндрический уровень

Каждый теодолит может иметь ошибки, обуславливаемые его изготовлением. Эти ошибки могут быть двух категорий:

- а) ошибки, которые могут быть при помощи установительных винтов, сведены до минимума;
- б) ошибки, которые не могут быть устранены установительными приспособлениями; влияние их на результат измерения устраняется при помощи компенсации.

Ошибки, указанные в п. „а“, суть следующие:

1. Отклонение визирной оси от направления в  $90^\circ$  к оси вращения зрительной трубы. Эта ошибка может быть обнаружена при перекалывании трубы в подшипниках, при переводе зрительной трубы через зенит, а также вращением теодолита около оси  $V$ ; ошибка устраняется при помощи горизонтальных установительных винтов сетки у зрительной трубы.

Эта ошибка особенно должна быть учтена, если требуется продолжить провешенную линию трассы дальше конечной точки при помощи теодолита, труба тогда переводится через зенит, и ось ее перекалывается в подшипниках.

2. Ошибка от наклона оси вращения зрительной трубы к горизонту. У инструментов с накладным уровнем ось цапфы устанавливается строго вертикально; накладной уровень поверяется по общим правилам. Отклонение пузырька уровня (предварительно проверенного) при повороте инструмента на  $180^\circ$  дает величину наклона оси вращения к горизонту, и ошибка в этом случае устраняется установительным винтом подъемного подшипника оси зрительной трубы.

Ошибки, указанные в п. „6“.

1. Центры лимба и алидады не совпадают; получается эксцентриситет алидады; влияние эксцентриситета устраняется отсчетом показаний по двум диаметрально противоположным указателям алидады и определением средней величины.

2. Продолжение визирной линии не пересекает оси вертикальной цапфы; получается эксцентриситет визирной линии.

Вредное влияние этой ошибки устраняется наблюдением в двух положениях трубы и определением средней величины.

Визирование предмета, т. е. совпадение изображения с пересечением нитей, производится сначала приблизительно от руки, а потом точно помощью закрепительного и микрометрических винтов лимба или алидады.

Чтение полученного результата измерения производится помощью нониуса. На лимбе нанесены деления обычно с точностью до  $\frac{1}{2}^\circ$  ( $30'$ ); точная величина угла получается от сложения целых делений лимба с вычисленной помощью нониуса частью неполного деления.

Нулевая точка нониуса всегда служит указателем; положение этого указателя должно быть отсчитано.

Если  $m$ -ое деление нониуса, считая от нулевого, совпадает с каким-либо делением лимба, то расстояние указателя от ближайшего целого деления лимба равно  $m \cdot a$ , где  $a$  есть отношение единицы деления на лимбе  $l$  к числу этих делений  $n$  на длине нониуса; это отношение называется точностью нониуса; например, если число  $n = 20$ , а единица деления лимба  $l = 30'$ , то при совпадении восьмого деления нониуса с делением лимба получим отсчет: целое деление лимба  $+ 8 \cdot \frac{30}{20} = 12'$  (фиг. 13).

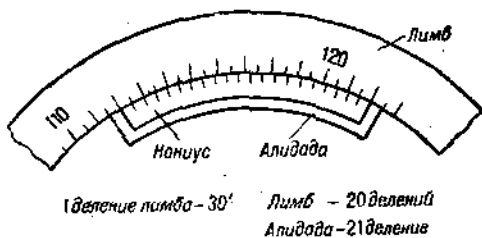
Приведа описание теодолита и способов исправления его ошибок, рассмотрим самый процесс угломерной съемки при трассировании линии передачи высокого напряжения.

Прежде всего необходимо для всего протяжения трассы условиться об измерении углов. Можно измерять либо углы „вправо по

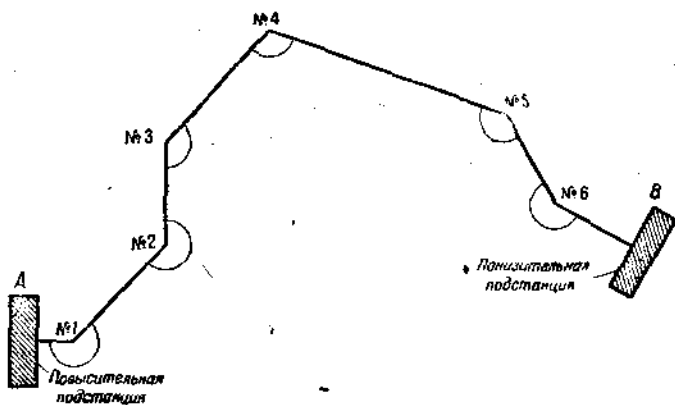
кodu лежащие", либо „влево по коду лежащие“, та часть углов трассы окажется внутренними (меньше  $180^\circ$ ), а часть углов—внешними (больше  $180^\circ$ ) (фиг. 14).

Угломерный прибор устанавливается в точке 1 таким образом, чтобы отвес, висящий внизу станového винта, своим острием был расположен строго над центром углового кола, забитого на пересечении двух прямых.

После того как тренога плотно поставлена в грунте и прочно закреплена вверху зажимными винтами к подставке, прибор закрепляется станovým винтом и приводится в горизонтальное положение следующим образом: освобождается закрепительный винт лимба, причем винт алидады остается закрепленным; поворачивается лимб при помощи зрительной трубы по направлению одного уравнивательного винта; затем, поворачивая два остальных винта обеими руками равномерно и одновременно, приводится в горизонтальное положение выверенный уровень, т. е. пузырек располагается на середине делений на сосуде.



Фиг. 13. Нониус



Фиг. 14. Измерение углов по трассе

Затем поворачивается лимб перпендикулярно первому положению вдоль двух винтов, с которыми производилась первая операция, и в таком положении прибор третьим винтом опять приводится в горизонтальное положение. После этого поворачивают прибор обратно в первоначальное положение и еще раз приводят пузырек уровня на середину, потом опять устанавливают по третьему винту, снова регулируют уровень и так до тех пор, пока при любом повороте лимба пузырек не будет оставаться на середине, причем, если прибор, будучи выверен и установлен в положении по первому винту, будет повернут на  $180^\circ$ , необходимо, чтобы положение уровня



не изменялось; в противном случае необходимо произвести регулировку уровня. Эта регулировка делается следующим образом.

Прибор устанавливается по двум винтам и поворачивается на  $180^\circ$ , затем регулирующим винтом сбоку уровня приводят пузырек к середине на половину отклонения, возвращают прибор в первое положение и двумя уравнительными винтами приводят пузырек в середину уровня; при вторичном повороте направляют уже меньшее отклонение таким же образом. После этих операций теодолит считается установленным, т. е. ось вращения трубы — горизонтальной!

В некоторых конструкциях теодолитов имеется два уровня, расположенных по двум взаимно перпендикулярным направлениям. В этом случае манипуляция уравнительными винтами подставки производится без поворота трубы на  $90^\circ$ .

Одним уровнем пользуются для регулирования горизонтального положения по двум винтам, а вторым для приведения прибора в горизонтальное положение по третьему винту, т. е. сразу вся плоскость вращения может быть приведена в горизонтальное положение.

После того как прибор получил строго горизонтальное положение, начинают измерение угла.

Для измерения угла иногда требуется, чтобы указатель нониуса алидады перед измерением точно совпадал с  $0^\circ$  на лимбе.

Затем вращают лимб теодолита до тех пор, пока крест нитей не совпадет с задней точкой *A*.

Но это требование необязательно: можно начинать измерение угла и без совпадения указателя алидады с  $0^\circ$  лимба; при работах на линиях передач чаще всего работают с теодолитом по второму способу. Он заключается в следующем. После приведения прибора при помощи уровней в горизонтальное положение закрепляют алидаду на лимбе сначала закрепительным винтом, а затем микрометренным. Вращая лимб, наводят крест нитей зрительной трубы на заднюю точку *A*.

Для получения ясного изображения предмета, на который наведена зрительная труба, необходимо проделать две операции: 1) передвигать окуляр (переднее увеличительное стекло) по отношению к кресту нитей так, чтобы изображение этого креста нитей было ясное и резкое, и 2) при помощи зубчатой передачи и рейки систему окуляра перемещать относительно системы объектива (заднее увеличительное стекло внутри трубы) до тех пор, пока изображение предмета будет видно вполне ясно.

В этом положении зрительной трубы устанавливают лимб закрепительным винтом, а затем микрометренным и записывают показание двух нониусов на лимбе; затем, не освобождая закрепительного винта лимба, освобождают закрепительный винт алидады и вращают ее до тех пор, пока крест нитей не совпадет с передней точкой *2*; в этом положении закрепляют алидаду закрепительным и микрометренным винтами и записывают показание двух нониусов, после чего, не освобождая закрепительного винта алидады, освобождают закрепительный винт лимба и, переводя зрительную трубу через зенит, поворачивают прибор на  $180^\circ$ , опять наводя на ту же точку *2*; в этом положении лимб устанавливают закрепительным и микрометренным

винтами и записывают второе показание обоих нониусов; наконец, последняя операция: не освобождая закрепительного винта лимба, освобождают закрепительный винт у алидады и вращают ее до тех пор, пока крест нитей не совпадет опять с задней точкой А; в этом положении укрепляют алидаду и снова записывают показание обоих нониусов; на этом съемка угла на точку 1 считается законченной. В журнал записывают также румбы обеих прямых, составляющих угол в точке 1. Затем прибор переносят в точку 2 (при малых расстояниях — не разбирая его, вместе с треногой), там устанавливают, опять повторяют все изложенные выше операции, наводя трубу сначала на точку 1, потом на 3, записывают результат и т. д. по всей трассе.

При манипуляции с закрепительными винтами лимба и алидады рекомендуется не применять никаких усилий, так как это расшатывает прибор и (особенно при бывших в употреблении приборах) приведет к неверным результатам.

Журнал угломерной съемки. Результаты измерения, полученные при работе с угломерным прибором, заносятся в журнал и входят в материал, необходимый для составления проекта линии электропередачи. Приведем одну из форм журнала угломерной съемки.

### ЖУРНАЛ

угломерной съемки трассы . . . . . км  
 . . . . . пронаведенной  
 техником . . . . . мес. . . . . 193 . . . . . г.

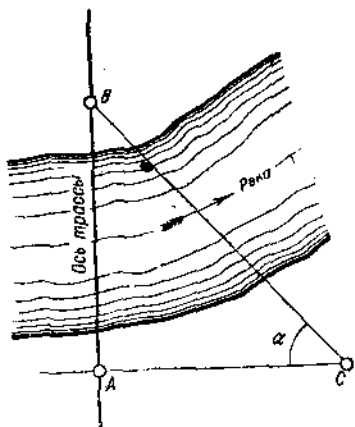
Инструмент: . . . . .

№ точки станции или пикета	Наименование угловой точки пикета вазирования	Отсчеты по нониусам		Средний из отсчетов		Угол		Средний из углов		Румб линии и мера ее в м	
		I	II								
		°	'	°	'	°	'	°	'		
1	2	3	4	5		6		7		8	
	13	16	40	42	16	41	109	49	109	47	
	15	126	28	32	126	30					
14	(трубка переведена через зенит)										
	15	306	27	29	306	28	109	45			
	13	196	42	44	196	43					
										СЗ:45°16'	
										1 757,32	

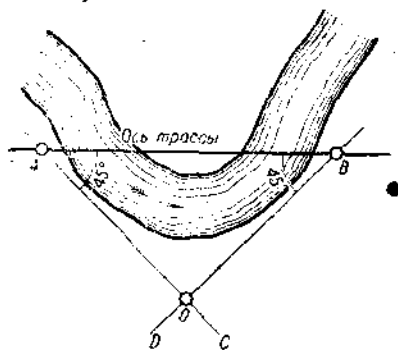
В первой графе записывается номер углового пикета, на котором установлен теодолит; во второй графе номера пикетов, на которые наводится зрительная труба прибора; в третьей графе — отсчет по

лимбу при помощи первого нониуса, в четвертой — показание второго нониуса на алидаде; в пятой — среднее из показаний двух нониусов, в шестой — подсчитанная величина угла. Затем такие же данные заносятся в журнал при переведенной через зенит зрительной трубе и соответственно при повороте лимба на  $180^\circ$ ; в седьмой графе записывается средняя величина угла в данной точке трассы линии передачи и, наконец, в восьмой графе — на границе между записями съемок в двух точках румб и мера прямой линии, соединяющей эти две точки.

В дополнение укажем еще на одно применение угломерных приборов при трассировке линий передач — измерение расстояния между двумя недоступными точками, например, пролета через реку, озеро и т. д., а также при определении высоты какого-нибудь провода или сооружения. Рассмотрим каждый из этих двух случаев в отдельности.



Фиг. 15. Определение расстояния между двумя недоступными точками



Фиг. 16. Измерение расстояния между двумя недоступными точками

### 1. Измерение расстояния до недоступных точек.

а) Случай пересечения реки или протяженного озера (фиг. 15). В точке *A* трассы линии передачи устанавливается теодолит и при помощи его провешивается прямая *AC* под углом  $90^\circ$  к направлению трассы *AB*.

Провешивание это производится следующим образом: когда теодолит установлен так, что ось зрительной трубы составляет угол  $90^\circ$  с направлением трассы, с которым совпадает  $0^\circ$  лимба теодолита, в сторону от трассы идет рабочий с вешкой и примерно на расстоянии 60—80 м (называемом базой) устанавливает вешку, следуя указаниям техника, стоящего у прибора. База должна быть, во-первых, достаточно велика, чтобы получился точный результат (что достигается уменьшением угла в точке *C*), и, во-вторых, тем больше, чем больше измеряемое расстояние *AB*.

После установки вешки в точке *C* прибор снимают с точки *A* и переносят в точку *C* на место установки вешки; затем, наведя сначала зрительную трубу прибора на точку *A*, а потом на точку *B*,

определяют угол в точке  $C$ :  $\alpha = \angle ACB$ . Затем, зная точную величину расстояния  $AC$  (базы) и угол в точке  $C$ , решают получившийся прямоугольный треугольник по формуле:

$$AB = AC \operatorname{tg} \alpha.$$

Например:

$$\begin{aligned} AC &= 80 \text{ м,} \\ \angle \alpha &= 75^\circ 30', \\ \operatorname{tg} \alpha &= 3,87. \end{aligned}$$

Подставляя эти значения в приведенную формулу, получим:

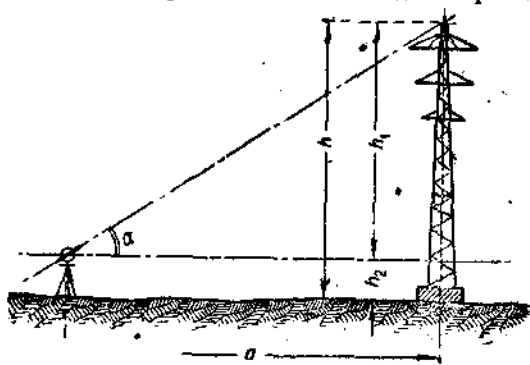
$$AB = AC \cdot \operatorname{tg} \alpha = 80 \cdot 3,87 = 309,60 \text{ м.}$$

б) Случай пересечения изгиба реки или небольшого озера или пруда (фиг. 16). Устанавливается теодолит в точке  $A$  и провешивается прямая  $AC$  под углом  $45^\circ$  к направлению трассы линии электропередачи  $AB$ .

Затем прибор переносят в точку  $B$  и тоже провешивается прямая  $BD$  под углом  $45^\circ$  к направлению трассы  $BA$ . Эти две прямые пересекаются в точке  $C$  и образуют прямоугольный равнобедренный треугольник, в котором измеряемое расстояние  $AB$  является гипотенузой. Зная полученную промером величину  $AO$  ( $BO$ ), определяют искомое расстояние  $AB$  по формуле:

$$AB = AO \sqrt{2}.$$

Например, при  $AO = BO = 100$  м, получаем  $AB = 100 \sqrt{2} = 141$  м.



Фиг. 17. Измерение высоты предметов

2. Определение высоты какого-нибудь предмета (фиг. 17) производится следующим образом. На расстоянии от данного предмета, равном примерно  $1\frac{1}{2}$  — 2 его высотам, устанавливается теодолит, зрительная труба которого наводится на высшую точку данного предмета.

Пренебрегая разностью уровней земли около наблюдаемого предмета и в месте стоянки теодолита, найдем, что искомая высота получается сложением двух величин: высоты оси зрительной трубы над землей и расстояния определяемой точки по вертикали до горизонтальной линии, являющейся продолжением оси зрительной трубы теодолита. Общая высота наблюдаемого предмета определится по формуле:

$$h = h_1 + h_2 = a \operatorname{tg} \alpha + h_2,$$

$a$  и  $h_2$  непосредственно промеряются рулеткой, а угол  $\alpha$  находится при помощи теодолита следующим образом: после установки и выверки прибора направляют ось зрительной трубы теодолита на

данный предмет и вращают ее до совпадения креста нитей с определяемой точкой, закрепляют трубу в таком положении закрепительным и микрометрическим винтами и помощью нониуса находят на вертикальном круге величину угла  $\alpha$ .

#### в) Нивелировка

**1. Продольный профиль.** Трасса линии передачи высокого напряжения с нанесенными на ней углами поворота и окружающей местностью не дает еще полной характеристики данной линии электропередачи, так как, имея один план этой линии и не зная рельефа местности, крайне затруднительно расположить по этой линии опоры для проводов.

Чтобы облегчить эту задачу и иметь возможность расположить опоры по линии с достаточной точностью, учитывая необходимый габарит нижнего провода над землей в любой точке трассы, с одной стороны, и экономические соображения — с другой, составляют так называемый продольный профиль линии передачи.

Продольным профилем линии передачи называется линия пересечения вертикальных плоскостей, проходящих через прямые участки линии передачи, с поверхностью земли.

Профиль линии передачи, как и вообще любой линии, может быть получен путем определения высот соответствующих точек линии над каким-нибудь постоянным уровнем и расстояния между этими точками по горизонтали. Знание этих двух факторов является необходимым для составления профиля данной линии.

Незнание одного из них (или высоты точек или расстояния между ними) хотя бы в одном месте линии препятствует составлению общего продольного профиля этой линии.

Определение расстояний между точками производится стальной мерной лентой со шпильками — способом, указанным выше, или рулеткой, последней — при коротких расстояниях.

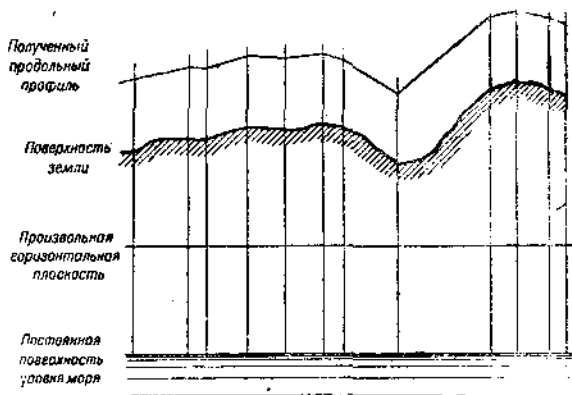
Определение высоты какой-либо точки может производиться путем либо геометрического либо барометрического нивелирования. Первое основано на работе со специальным инструментом, называемым нивелиром (см. ниже), которым устанавливается горизонт, и вертикальной рейкой, снабженной делениями, по которой измеряется вертикальное расстояние второй точки от горизонта первой. Второе основано на измерении уменьшения давления воздуха в зависимости от высоты над уровнем моря. На работах по сооружению линий передач преимущественно применяется первый способ — способ геометрического нивелирования.

Разностью высот двух точек  $A$  и  $B$  называется расстояние точки  $B$  до поверхности уровня, проходящей через точку  $A$ , измеренное по отвесной линии, проходящей через точку  $B$ . Все точки, расположенные на одной и той же поверхности уровня, находятся на одной высоте и разность их высот равна нулю.

Для определения разности высот двух точек необходимо найти высоты этих точек над какой-нибудь постоянной горизонтальной плоскостью — уровнем моря и т. п. Это будут абсолютные величины

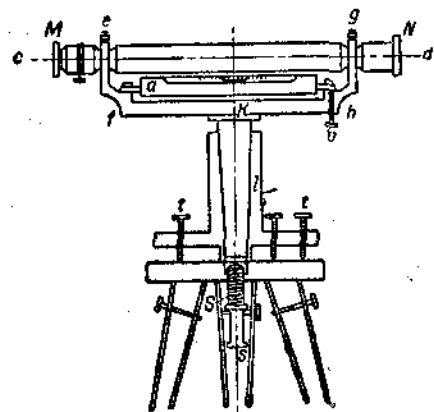
высот этих точек. Но так как определить эти высоты непосредственно затруднительно, обычно пользуются определением относительных высот. Относительной высотой какой-либо точки называется расстояние этой точки по вертикали до произвольной, но постоянной для данного профиля поверхности уровня, лежащей ниже всех точек данного профиля и параллельной уровню моря.

Продольный профиль, полученный в результате нивелирования, дает не совсем точную картину действительного профиля земли, так как не представляется возможным заснять все точки поверхности земли; однако в этом и нет надобности, так как для суждения о профиле данной линии передачи достаточно заснять лишь все основные точки изгибов поверхности земли (фиг. 18).



Фиг. 18. Продольный профиль

Высота точки над произвольно выбранной для данного профиля плоскостью называется отметкой этой точки. Таким образом нивелирование есть определение разностей отметок отдельных точек; по



Фиг. 19. Схема нивелира

полученным отметкам всех точек линии передачи составляется ее продольный профиль. В тех случаях, когда рельеф местности сильно изменяется в поперечном направлении (это имеет значение для монтажа проводов и строительных работ по устройству фундаментов), составляются в каждом отдельном случае поперечные профили.

Как указывалось выше, для геометрического нивелирования применяется нивелир.

Нивелиром называется геодезический прибор, представляющий собой соединение зрительной трубы  $MN$  с цилиндрическим уровнем  $a$  (фиг. 19). Видимый горизонт характеризуется уровнем и фиксируется осью  $cd$  зрительной трубы. Соединение зрительной трубы с уровнем производится таким образом, чтобы визирная ось трубы была параллельна касательной к среднему делению уровня; при положении пузырька уровня на среднем его делении визирная ось трубы горизонтальна.

В зависимости от назначения инструмента и степени точности работы с ним различаются нивелиры: глухие, т. е. такие, в которых зрительная труба наглухо соединена со станиной прибора; эти нивелиры менее точны и для ответственных работ не применяются, — и перекладные, т. е. такие, в которых зрительная труба может переключаться в подставках, называемых цапфами. Эти последние нивелиры применяются на всех ответственных нивелировочных работах.

Рассмотрим устройство и принцип работы нивелира с перекладной трубой (фиг. 19).

Зрительная труба нивелира может переключаться в подставках *ef* и *gh*, называемых цапфами, т. е. может положение *eg* изменять на положение *ge*. Цапфы соединены наглухо со станиной *K*, вращающейся в обойме *l*, которая при помощи трех установительных винтов *t* опирается на треногу; станина соединяется с треногой стан-

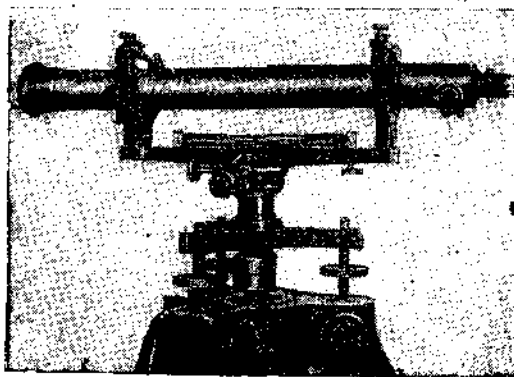
овым винтом *S*, снабженным пружиной. Уровень прикреплен к подставке двумя винтами, один из которых *u* служит для регулировки оси уровня параллельно оси зрительной трубы. Установительные винты *t* служат для приведения оси зрительной трубы в горизонтальное положение.

К нивелиру предъявляются следующие требования:

1. Уровень должен иметь чувствительность, достаточную, но не излишнюю, что поверяется следующим образом:

приводят установительными винтами пузырек уровня на середину трубки уровня и, установив примерно в 50 м от нивелира рейку, наводят на нее зрительную трубу, делая отсчет по горизонтальной нити сетки трубы, после чего установительными винтами нивелира сдвигают нить с данного отсчета по рейке и смотрят, не сдвинулся ли пузырек уровня с места; и если нет, то чувствительность недостаточна. Если пузырек сдвинулся, то, приведя положение горизонтальной нити трубы снова на прежний отсчет по рейке, смотрят, стал ли пузырек уровня на прежнее положение, т. е. в середине трубки; если нет, то чувствительность излишняя, если да, то достаточная.

2. Ось уровня должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения инструмента. Для проверки этого приводят установительными винтами пузырек уровня на середину трубки, затем поворачивают уровень на  $180^\circ$  и смотрят, не сошел ли пузырек уровня с середины; если сошел, то отклонение исправляют исправительным винтом уровня *v* на половину дуги отклонения; вторая половина выправляется одним из подъемных винтов. Проверка повторяется до полного выполнения того условия, чтобы при вращении инструмента

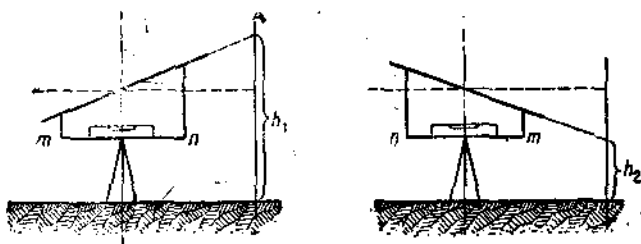


Фиг. 20. Нивелир

около его вертикальной оси пузырек уровня не перемещался по трубке.

3. Нити сетки зрительной трубы должны быть горизонтальны; горизонтальность их проверяется наведением нити трубы на какую-либо точку, после чего трубы медленно поворачивают в горизонтальной плоскости вправо и влево; если нить сходит с точки, то условие горизонтальности не соблюдено; прибор выправляется в этом случае поворачиванием горизонтального винтика у зрительной трубы, вращая трубу вокруг ее горизонтальной оси.

4. Ось зрительной трубы должна быть параллельна оси уровня; для соблюдения этого нужно, чтобы ось уровня и ось зрительной трубы, или так называемая визирная ось, были каждая в отдельности параллельны линейке подставки уровня. Ось уровня будет параллельна линейке, когда подставки уровня равны между собой, что достигается подвинчиванием винта  $V$ , как это было указано при проверке второго условия исправности прибора. Для параллельности



Фиг. 21. Проверка нивелира

визирной оси трубы по отношению линии  $Lh$  визирная ось должна совпадать с геометрической осью трубы; это проверяется наведением креста нитей на любую точку и вращением трубы в центрах цапф вокруг горизонтальной оси; если крест нитей не сходит с наведенной точки, значит, условие параллельности соблюдено. Исправление в случае необходимости производится помощью четырех винтов у сетки.

Необходимо также, чтобы образующая самой трубы была параллельна линейке  $fh$ ; это достигается выправлением самых цапф трубы и обнаруживается следующим путем: установив пузырек в середине уровня, делают отсчет по рейке, установленной примерно на расстоянии 50 м, после чего поворачивают подставки на  $180^\circ$  и снова делают отсчет; если он отличен от первого, значит условие не соблюдено.

Для соблюдения условия необходимо, чтобы  $h_1 = h_2$  (см. фиг. 21). Если в нивелире с перекладной трубой уровень расположен над трубой, то для соблюдения четвертого условия исправности прибора необходимо, чтобы были равны подставки уровня; это проверяется так: приводят пузырек в середину и перекалывают трубу в подставках, т. е. поворачивают ее на  $180^\circ$ ; при этом пузырек не должен сойти с места; ошибка исправляется при помощи винта уровня. Необходимо далее, чтобы были равны подставки трубы; это проверяется



так: выравняв подставки уровня, ставят его по направлению двух установительных винтов и вращают прибор на  $180^\circ$ ; если после перемены мест подставок пузырек уровня сместился, то условие не соблюдено. Выравнивание может быть произведено исправительными винтами в зависимости от системы прибора.

Также поверяется четвертое условие исправности прибора и у нивелира с перекладной трубой и уровнем на трубе.



Фиг. 22.  
Нивелирная  
рейка

Выверенный инструмент устанавливается на месте с соблюдением условия горизонтальности плоскости вращения нижней линейки  $fh$ ; для этого, установив ось уровня вдоль двух установительных винтов станины, приводят пузырек уровня в середину уровня, вращая равномерно и в разные стороны эти два винта, после чего поворачивают станину на  $90^\circ$  осью уровня по третьему установительному винту и, вращая его, снова приводят пузырек уровня на середину, повторяя поочередно эти действия, пока пузырек уровня не будет оставаться неподвижным при вращении инструмента вокруг вертикальной оси.

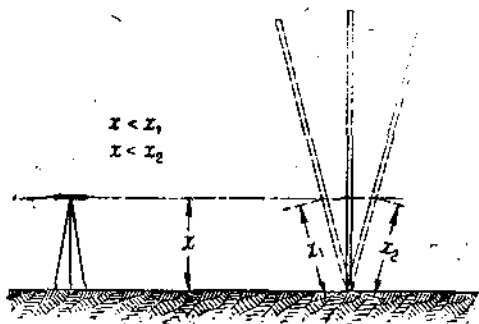
Нивелирная рейка длиной от 3 до 5 м имеет прямоугольное сечение и обычно состоит из двух частей,двигающихся друг в друга. Деления нанесены в форме полей, попеременно окрашенных в черный и красный цвет и расположенных в шахматном порядке. Цифры (фиг. 22) написаны в обратном изображении для того, чтобы при вертикальной установке рейки, нулевой точкой вниз, они были видны в зрительной трубе нивелира в прямом виде. Рейка устанавливается на колышек, забитый рядом с пикетом, на уровне земли. Установка рейки, обычно удерживаемой рукой рабочего в вертикальном положении, производится на-глаз. При отсчете по рейке ее необходимо равномерно качать в плоскости визирования, не допуская отклонения в поперечном направлении. Качание необходимо для получения наименьшего показания по рейке, которое соответствует вертикальному положению рейки (фиг. 23).

При отсчете по рейке во время качания необходимо

следить за тем, чтобы подошва рейки стояла неизменно на требуемой точке, для чего рейки обычно сзади подпираются ногой речника.

Способов нивелирования имеется два: нивелирование из середины и нивелирование с конечных точек.

На работах по нивелированию трасс линий передач применяется как более точный первый способ—нивелирование из середины. В этом случае стойки инструмента выбираются посредине между определяемыми точками и по рейкам отсчитываются взгляды вперед и взгляды назад.

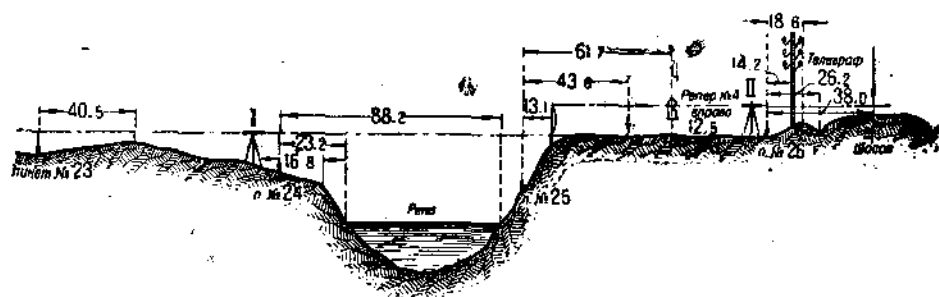


Фиг. 23. Установка рейки при нивелировке

Нивелирование из середины должно производиться для быстроты с двумя рейками или в крайнем случае с одной рейкой, причем эта рейка сначала устанавливается на задней точке, затем переносится на переднюю, в то время как при работе с двумя рейками отсчеты по ним назад и вперед производятся последовательно один за другим; после отсчета по первой рейке она переносится в положение впереди второй и т. д.

Как основное условие точности нивелирования работ та точка, на которую берутся отсчеты по рейкам с двух стоянок нивелира, так называемая точка связи, должна быть постоянна на время съемки с двух стоянок прибора, и рейка в этой точке не должна перемещаться по земле; только при соблюдении этого условия полученный профиль может быть правильным.

Как было выше указано, для получения возможно правильной расстановки опор по трассе линии передачи необходимо иметь продольный профиль трассы.



Фиг. 24. Продольный профиль участка трассы

На ломаной кривой продольного профиля должны быть обязательно нанесены высоты следующих точек: всех углов линий, всех пикетов, удаленных друг от друга на 100 (или 200) м по горизонтальному направлению, и, кроме того, всех характерных точек для данной трассы линии передачи, а именно: резких переломов поверхности земли, берегов рек, железных дорог, линий связи, осветительных линий, шоссе и пр. Для правильности нивелировки и возможности последующей проверки любой части трассы необходимо предварительно определить высоты целого ряда постоянных точек, так называемых реперов, в разных местах вдоль трассы.

Все характерные точки, не совпадающие с пикетами, называются промежуточными или плюсовыми.

Промежуточные точки обозначаются номером ближайшего предыдущего пикета с прибавлением соответствующего расстояния; например: № 38 + 24,61 означает точку, удаленную по направлению трассы от пикета № 38 на 24,61 м. Между каждым положением рейки необходимо замерить горизонтальное расстояние. Таким образом нивелировка трассы линии — есть поочередное измерение высоты точек и расстояний между ними.

Случайный пропуск замера хотя бы одного расстояния или высоты одной точки сделает невозможным составление правильного профиля. Высоты точек или их условные отметки получаются в результате последующего подсчета по журналу; на месте измеряются лишь превышения одной точки над другой и расстояния между ними.

Рассмотрим небольшой пример нивелировки участка трассы линии электропередачи (фиг. 24).

Обычно нивелир устанавливается в таком месте по трассе, чтобы, во-первых, можно было видеть все необходимые точки на расстоянии не менее 100 м сзади и спереди стоянки и, во-вторых, чтобы рейки, поставленные в наблюдаемых точках, были видны в зрительную трубу нивелира.

В данном случае инструмент устанавливается в точке I и приводится в горизонтальное положение тремя установительными винтами станины помощью выверенного уровня. Затем рейка устанавливается на пикете № 23, и во время ее качания производится по прибору наименьший отсчет по рейке — 770; после перекладки трубы в подставку и поворота прибора на 180° опять производится отсчет — 772. Затем рейка переносится на первую промежуточную точку и замеряется расстояние данной точки до предыдущего пикета — 40,5 м. Отсчеты по рейке в данной точке будут 344 и 347. Далее рейка переносится на пикет № 24, где опять снимаются показания рейки: 1618 и 1619. Затем в точке на бровке берега: 2296 — 2300, на расстоянии от пикета № 24 — 16,8 м.

Далее рейка переносится к уровню воды, и там производится отсчет: 3938 — 3937, на расстоянии от пикета № 24 — 23,2 м. На пикете № 25 отсчеты по рейке будут: 2391 и 2393, и наконец рейка переносится в последнюю для первой стоянки точку — бровка второго берега; здесь положение рейки служит одновременно для переднего взгляда с первой стоянки и заднего взгляда со второй стоянки. Передний взгляд с первой стоянки дает отсчет по рейке: 420 и 423 (расстояние этой промежуточной точки от пикета № 25 — 13,1 м). После того как все точки с первой стоянки засняты, инструмент переносится в точку II, и с этой стоянки заснимаются все точки, начиная с точки связи, где стояла рейка последний раз при первой стоянке, до середины шоссе, которая является точкой связи между второй и третьей стоянками.

Отсчеты по рейке для точек II стоянки будут следующие:

Точка связи	№ 25 + 13,1	.....	1910	1912
Промежуточная точка	№ 25 + 43,6	.....	1441	1444
„	„ № 25 + 61,7	(репер, находящийся вправо от линии на расстоянии 12,5 м) отметка репера	1198	1201
Пикет № 26	.....	.....	1661	1163
Промежуточная точка	№ 26 + 14,2	(линия связи)	1392	1394
„	„ № 26 + 18,6	.....	836	818
„	„ № 26 + 26,2	(дно кювета)	631	633
„	„ (связи) + 38,0	(середины шоссе)	870	871
			191	193

Все полученные данные заносятся в нивелировочный журнал нижеследующей формы:

№ пунктов	Расстояние м	Отсчеты по рейке					Превышения		Горизонт инструмента	Условная отметка	Примечание	
		Читанные			Средние		+	-				
		Задний	Передний	Промежуточн.	Задний	Передний						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
23		770										
+ 40,5	40,5	772				771				10 771	10 000	
	59,5			344							10 425	
24				347								
	16,8			1 618								
+ 16,8	16,8			1 619							9 162	
	6,4			2 296								
+ 23,2	6,4			2 300							8 473	
	65,0			3 938								
+ 88,2	65,0			3 937							6 833	
	11,8			3 938								
25				3 937							6 833	
	13,1			2 391								
+ 13,1	13,1	1 910	420	2 393							8 379	
	30,5	1 912	423		1 911	422	349			12 260	10 349	
+ 43,6	30,5			1 441								
	18,1			1 444							10 817	репер 1 161
+ 61,7	18,1			1 198								
	38,3			1 201							11 060	№ 4 1 163
26				1 392								
	14,2			1 394							10 867	
+ 14,2	14,2			836								
	4,4			838							11 423	
+ 18,6	4,4			631								
	7,6			633							11 628	
+ 26,2	7,6			870								
	11,8			871							11 389	
+ 38,0	11,8		191									
			193				192	1 719			12 068	

Во время самого процесса нивелировки на местности в журнале заполняются только следующие графы: 1 — наименование основных и плюсовых точек; 3 — отсчеты, читанные по рейке, стоящей на задней точке по отношению к прибору, 4 — то же на передней точке и 5 — отсчеты по рейке для всех промежуточных точек. После занесения в журнал результатов однодневной работы производятся все остальные подсчеты: в графу 2 — выписываются расстояния между наблюдаемыми точками; в графу 6 — средние из двух отсчетов по рейке (с переключкой зрительной трубы) для задних точек; в графу 7 — то же для передних точек, в графы 8 и 9 — положительное или отрицательное превышение, причем если задний отсчет больше переднего, т. е. если местность на протяжении данной стоянки прибора подни-

мается, то превышение считается положительным, и наоборот, если задний отсчет по рейке меньше переднего, т. е. в случае понижающейся на протяжении данной стоянки местности, превышение считается отрицательным. Дабы иметь возможность выписать отметки всех точек нивелирования, необходимо дать начальной точке какую-то условную отметку. Эта условная отметка должна быть по абсолютной величине больше самого большого расхождения между наивысшей и наинизшей точками всего данного профиля. Для приведенного примера эта отметка взята = „10 000“, что равно 10 м. В графу 10 заносится так называемый горизонт инструмента, т. е. высота оси зрительной трубы над условной поверхностью уровня в месте стоянки прибора. Эта величина получается от сложения условий отметки задней точки со средним отсчетом по рейке для той же точки, и для каждой стоянки эта величина будет различной. В графу 11 заносится собственно все те условные отметки, которые являются материалом для вычерчивания продольного профиля. Так как точка связи является общей для двух смежных стоянок, то ее условная отметка может быть получена двояким способом: 1) вычетом из горизонта инструмента первой стоянки отсчета для передней точки первой стоянки и 2) вычетом из горизонта инструмента второй стоянки отсчета задней точки второй стоянки. Проверкой служит алгебраическая сумма условной отметки предыдущей точки связи и превышения для данной стоянки.

Для проверки вычислений по всему журналу или одной его странице служит следующее правило: первая условная отметка журнала (страницы), сложенная с алгебраической суммой превышения на протяжении всего журнала (страницы), дает последнюю условную отметку журнала (страницы).

Графы 2 и 11 нивелировочного журнала дают основной материал для составления продольного профиля трассы линии передачи

**2. Поперечный профиль.** В тех случаях, когда трасса линии передачи проходит по сильно пересеченной местности, снимают поперечные профили в плоскости, нормальной к плоскости продольного профиля. Такие короткие поперечные профили дают возможность выяснить характер местности, прилегающей к оси трассы, нивелировка таких профилей производится обычным нивелиром; число их зависит от характера местности и цели нивелирования. Результаты измерения наносятся на продольном профиле в виде выноски в соответствующие месте продольного профиля в цифровом порядке их съемки. Высоты на продольных и поперечных профилях наносятся в одном и том же масштабе.

#### г) Зондировка

Трасса линий передачи может проходить по различным грунтам. Для строительных работ по сооружению оснований и установке металлических и деревянных опор, особенно при тяжелых мачтах, необходимо знать характер грунта, залегающего в различных точках трассы линии передачи. Это необходимо, главным образом, на болотистых грунтах, дабы иметь возможность судить о толщине болотистого грунта (торфа), о глубине залегания плотного грунта и тем

самым устанавливать тот или иной тип фундамента для металлических опор (на сваях, с бетонной подушкой и пр.), а также тот или иной способ установки деревянных опор и монтажа проводов. Определение рода грунта выполняется путем зондировки и производится на всех местах трассы, намеченных для установки угловых опор; кроме того, зондировка в зависимости от характера местности производится через определенные интервалы вдоль всей трассы, реже на сухих местах и чаще на болотистых, вообще так, чтобы по отдельным зондировочным профилям можно было видеть характер изменений грунта по его слоям вдоль трассы линий.

Зондировка грунта может быть произведена двояким образом: 1) шурфованием и 2) бурением.

1. Зондировка шурфованием применяется лишь в отдельных случаях и заключается в том, что в данном месте трассы вырывается узкий котлован, и по стенкам котлована определяется род грунта; запись в журнале шурфования производится с указанием глубины залегания каждого слоя по следующей форме:

#### ЖУРНАЛ ШУРФОВАНИЯ

грунта по трассе . . . . . км  
произведенного . . . . .

Дата работы	№ пикетов	Глубина залегания м	Род грунта	Размеры шурфа м	Примечание
27/XI-1931	226	0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00	Растительный грунт Торф Торф Торф с примесью плавчуна Плавчун Плотный суглинок	0,80 × 0,40    0,50 × 0,30	(попадаетея гравий)
27/XI-1931	232	0,50	Растительный грунт	0,75 × 0,40	

2. Зондировка бурением. Когда зондировка производится на на большом количестве пикетов, она обычно выполняется путем бурения грунта с помощью специального бура, состоящего в основном из цилиндрической полой желонки, заточенной на нижнем конце в виде сверла и служащей для забирания пробы грунта, ряда трубчатых штанг длиной по 2 м (количество которых различно в зависимости от глубины бурения), хомута и рычага, которыми производится вращение штанги с буром на конце. Вращая этим рычагом бур и погружая его в грунт на данную глубину, забирают пробу грунта для этой глубины и вынимают бур из отверстия; записав род грунта и глубину его залегания, опять, вращая рычаг, погружают бур в грунт и т. д. Результаты зондировки заносятся в журнал бурения по следующей форме:

## ЖУРНАЛ БУРЕНИЯ

грунта по трассе . . . . . №  
произведенного . . . . .

Дата бурения	№ пикетов	Глубина выемки проб	Род грунта	Примечание

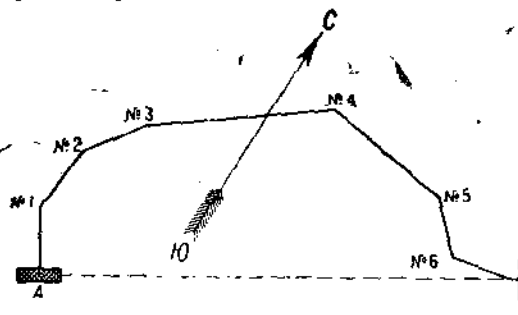
Бурение производится обычно по оси трассы линии передачи. Если характер грунта резко меняется на небольшом протяжении, бурение производится в нескольких точках около оси трассы (для угловой мачты, например, — в местах установки ее ног).

Полученные в результате зондировки материалы позволяют выбрать тип фундамента для данной опоры на линии.

### III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ

#### а) Проект трассы

На основании материалов, полученных в результате трассировки, составляется проект трассы линии передачи. Прежде чем вычерчивать проект трассы (в масштабе 1/5 000 — для коротких трасс и 1/10 000 —



для длинных трасс), необходимо предварительно вычертить эту трассу в малом масштабе и, соединив конечные точки прямой АВ, определить, как надо расположить всю трассу на чертеже, чтобы прямая АВ была параллельна большей стороне листа (фиг. 25).

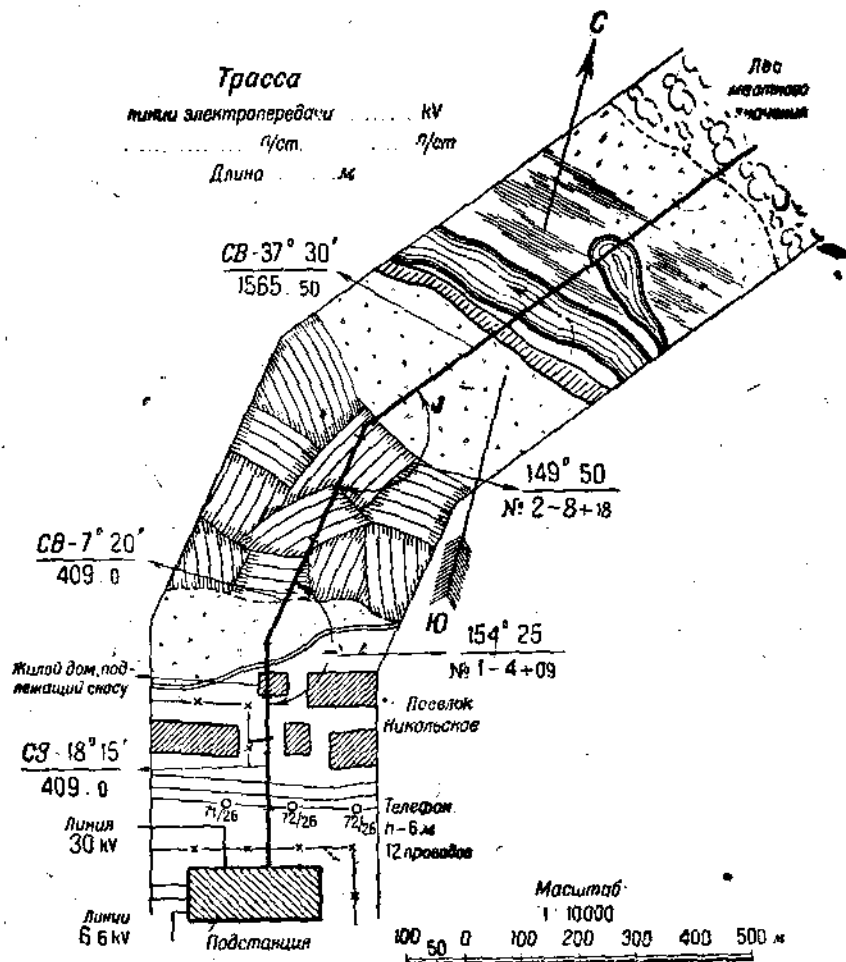
Фиг. 25. Ориентировка плана трассы на чертеже

Пользуясь чертежом трассы в малом масштабе, начинают вычерчивание трассы в нормальном масштабе, начиная с конечной точки (станция или подстанция) трассы наносят

в заданном масштабе: по румбам — прямые, по журналу угломерной съемки — углы между прямыми и на основании абрисной книжки окружающую местность в полосе 100 м, по 50 м с каждой стороны оси трассы (фиг. 26). Нанесение окружающей местности производится следующим образом: наносятся в масштабе все строения, шоссе, реки, линии связи, железные дороги, осветительные линии и пр.; указываются границы между различными грунтами, насаждениями и хара-

ктером земной поверхности; сбоку делаются выноски: для прямых— с указанием их румбов и длин в виде дроби, а для углов— их величины и номера пикета данного угла.

Когда основной вариант направления трассы линии передачи окончательно установлен и нанесен на плане, он должен быть согласован со всеми заинтересованными учреждениями, как-то: НКПС, наркомат



Фиг. 26. Нанесение ситуации местности вдоль трассы на план

связи, военное ведомство, земельные отделы РКХ, леспромхозы, НКВМ и пр., и наконец, должен быть утвержден облпланом и облисполкомом.

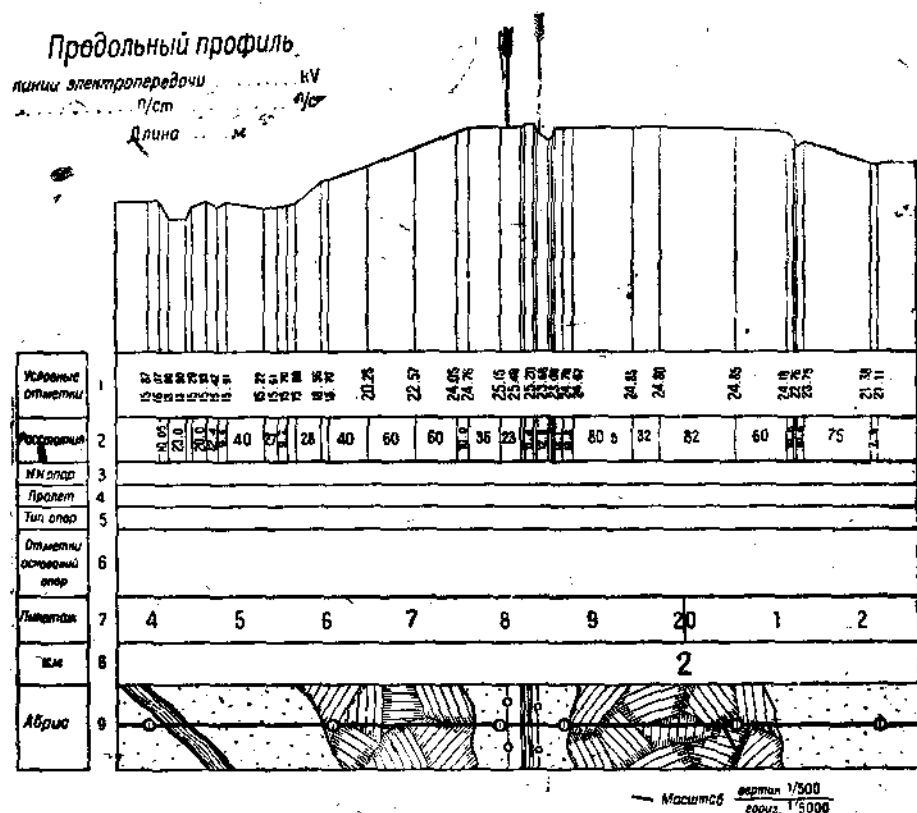
При согласовании плана трассы со всеми указанными учреждениями могут возникнуть со стороны последних возражения такого характера, которые не могли быть учтены заранее при предварительной рекогносцировке. Сюда относятся возможность расширения кварталов жилых построек, новые проекты гражданских и военных соору-



жений, сохранение заповедников, лесов госфонда, расширения железнодорожного полотна, сооружение новых линий связи и т. д.

Так или иначе необходимо или добиться разрешения на прохождение трассы по основному варианту или, если указания соответствующих учреждений будут приняты во внимание, сделать другие варианты трассы в местах, подлежащих изменению.

Измененный вариант трассы окончательно согласовывается со всеми заинтересованными учреждениями и передается на утверждение областного и облисполкома.



Фиг. 27-а. Вычерченный профиль участка трассы.

### б) Профиль трассы

После утверждения проекта трассы производят разбивку опор на продольном профиле трассы (исправленном в случае изменения трассы во время согласования). Продольный профиль трассы линии передачи вычерчивается на основании данных нивелировочного журнала и имеет вид, указанный на фиг. 27 а.

Для разбивки опор по профилю нужно знать: 1) тип опор, запроектированных для данной линии передачи; 2) высоту подвеса нижнего провода; 3) рельеф местности; 4) все пересечения с какими-либо

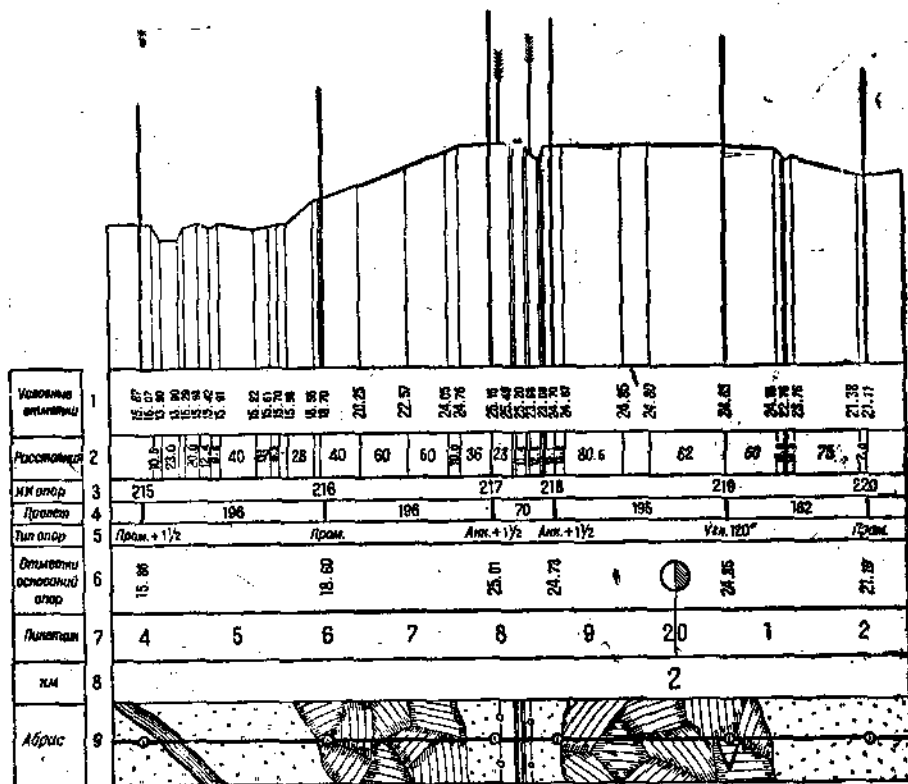
сооружениями (железные дороги, линии связи, осветительные линии, шоссе и пр.).

Разбивка опор по профилю производится обычно при помощи шаблонов.

Шаблон называется отрезок параболической кривой, изображающий в масштабе, соответствующем масштабу профиля, максимальный провес провода (фиг. 28).

Шаблоны вычерчиваются обычно на целлулоидной пластинке.

Профильный профиль  
 линии электропередачи ..... м  
 Пром ..... м  
 Длина ..... м



Масштаб:  $\frac{\text{гориз. 1/500}}{\text{верт. 1/5000}}$

Фиг. 27-б. Разбивка опор по профилю

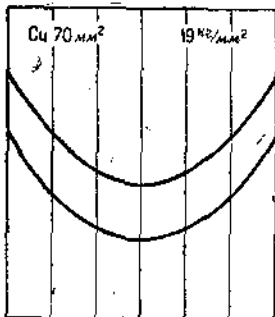
Когда все опоры намечены на профиле и проверены по габаритным кривым шаблонов, их положение закрепляется, и профиль получает вид, указанный на фиг. 27 б.

В законченном профиле должны быть следующие отметки: 1) условная отметка всех точек профиля; 2) расстояние по горизонтали между отдельными точками профиля; 3) номера опор; 4) длины

пролетов между опорами в м; 5) типы опор; 6) условные отметки земли в точках расположения опор, вычисленные интерполяцией; 7) общий пикетаж профиля; 8) длина трассы в км и 9) абрис трассы с нанесенной на нем окружающей местностью.

### в) Зондировочный профиль

На основании результатов зондировки грунта, занесенных в журнал бурения, составляется зондировочный профиль линии передачи. Зондировочный профиль может быть выполнен отдельно, но чаще всего его наносят под топографическим профилем.



Фиг. 28. Шаблон для разбивки опор по профилю

Так как бурение грунта во время изысканий производится лишь в определенных пунктах трассы, может оказаться, что надлежащих сведений о характере грунта в местах расположения опор не окажется. Эти данные определяются тогда при разбивке опор на местности в процессе работ, так называемая поверочная зондировка. В некоторых случаях для составления проекта появляется необходимость в точной зондировке грунта около какой-либо опоры; тогда производится зондировка дополнительно в процессе проектирования линии передачи.

### г) Ведомость опор

В целях концентрации проектного материала, относящегося к данной линии передачи, и главное для упрощения пользования проектными материалами в процессе строительных и монтажных работ составляется ведомость опор линии передачи, являющаяся частью проекта.

Ведомость опор включает в себе все основные данные, определенные в результате проектирования, и дается обычно в следующей форме:

### ВЕДОМОСТЬ ОПОР

линии передачи . . . . . кв . . . . . подстанции . . . . . подстанции  
на . . . . . проводов . . . . . (материал) . . . . . сечения и  
трасса . . . . . сечения . . . . . Общей длиной . . . . . м.

№ опор	Тип опор	Длина пролетов, м	Угол поворота	Расст. опор от подстанции	Тяжесть провода	Тип подвеса	Количество элем. в гирлянде	Примечание (черт. опор, фонд. и завом.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

В графе 7 ведомости опор показывается тип подвеса провода на опоре, причем могут быть приняты следующие обозначения для различных типов подвеса:

Тип опоры	Тип подвеса	Обозначение
Промежуточная	Одинарный	o
	Двойной	oo
Анкерная	Одинарный	oo
	Полугорный	oo
" "	Двойной	oo
	Одинарный	o
На вводах	Одинарный	o
	Двойной	oo

В графе 9 указываются номера чертежей фундаментов для металлических опор, чертежей опор (металлических и деревянных), заземления, наименование переходов и пр.

#### д) Опоры

Составной частью проекта каждой линии передачи являются расчеты и чертежи опор, запроектированных для данной линии.

По своему положению на трассе линий передачи опоры разделяются на следующие типы:

1. Промежуточные опоры, поддерживающие провода линии передачи, работающие, главным образом, в поперечном направлении от действия ветра.

2. Анкерные опоры, создающие для проводов неподвижные точки на трассе линии передачи, устанавливаемые нормально на расстоянии 1,5—3,0 км друг от друга. Кроме нормальных случаев анкерные опоры устанавливаются на переходах линий передач через железные дороги, линии связи и прочие сооружения. Опоры эти рассчитываются на действие продольных усилий от обрыва проводов или тросов, вследствие чего обычно бывают более жесткими и прочными.

Анкерная опора, расположенная на одном из концов линии передачи, воспринимающая на себя постоянное тяжение всех проводов и тросов с одной стороны, называется концевой.

Если опора установлена на трассе в месте ее поворота, то она называется угловой, которая по способу крепления проводов может быть и анкерной и промежуточной.

Кроме того, имеются различные специальные опоры, по своей конструкции и работе отличающиеся от нормальных типов, которые в зависимости от цели применения называются трансформационными (где производится скрутка проводов), переходными и пр.

В последнее время переходы через большие судоходные реки осуществляются на высоких промежуточных опорах, где провод подвешен на специальных роликах, скрепленных с гирляндой изоляторов.

Вся нагрузка от натянутых проводов воспринимается специальными тяжелыми анкерными опорами, расположенными за переходными промежуточными опорами.

Такой способ позволяет значительно уменьшить вес переходных опор и облегчить процесс их установки.

Крепление проводов на анкерных опорах в этом случае производится со стороны переходных опор на конструкции посредине высоты опоры, а перемычки с проводом следующего пролета осуществляются петлями, проходящими внутрь опоры.

По своей конструкции опоры делятся на жесткие — пространственные конструкции, могущие принять на себя нагрузку в любом направлении без заметных деформаций (анкерные опоры, т. е. опоры, располагаемые в точках, где должен быть закреплен провод по трассе, должны быть обязательно жесткими), и гибкие, обладающие малой жесткостью вдоль линий передачи, при возникновении продольных усилий приобретающие значительные деформации и применяемые, главным образом, лишь для промежуточных типов опор.

## ВЕДОМОСТЬ

ПО ЛИНИИ . . . . . КВ . . . . . ПОД-

№ по пор.	№ опор высоковольт- ной линии	Пролет	Тип опор	Условные отметки		Расст. места перес. от перв. мачт по трассе	Наименова- ние перехода	Владелец перехода
				Перв. по ходу	Втор. по ходу			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Так как напряжение, с которым передается электрическая энергия, предъявляет целый ряд требований к конструкции опор в смысле габаритов провода над землей, расстояния между проводами, высоты опоры и т. п., то соответственно и опоры, применяемые на линиях передач, могут быть различны для разных напряжений: 30, 115, 165, 220 кв и т. д.

Далее на конструкциях опор сказывается сечение провода для каждой линии передачи. Главным образом это касается деревянных и преимущественно промежуточных опор, так, например, для одного и того же напряжения 115 кв могут быть различные опоры для провода  $CA = 70$  и, скажем,  $CA = 95$ .

Наконец, как металлические, так и деревянные опоры по роду своих подземных конструкций (оснований) разделяются на опоры с разъемными основаниями и опоры с неразъемными основаниями.

К проекту должны быть приложены расчеты и чертежи всех опор: промежуточных, анкерных, угловых и специальных как металличе-

ских, так и деревянных с указанием их спецификации. Кроме расчетов и чертежей опор к проекту линии передачи в случае применения металлических опор должны быть приложены расчеты и чертежи всех типов фундаментов.

#### е) Ведомость переходов

Пересечения трассы линии передачи высокого напряжения с различными сооружениями, как-то: железные дороги, подъездные пути, линии связи, осветительные линии, шоссе и пр., заснятые при трассировке и нанесенные на трассе, отмечаются в ведомости опор линии.

Ведомость опор вместе с другими частями проекта линии передачи поступает от проектирующей организации в строительную контору, которая, получив ведомость опор, производит подробную засъемку всех переходов. Результаты засъемки переходов заносятся в ведомость переходов, составляемую по нижеуказанной форме.

### ПЕРЕХОДОВ

станции . . . . . подстанции

№ столбов связи	Пролет линии связи	Расст. места перес. от столб. линии связи	Услови. отметка - основн. ближ. столба	Число прово- дов	Высота верши. провода	Угол пересе- чения	Пикет ж.-д. полотна
10	11	12	13	14	15	16	17

В нее включаются все сведения, необходимые для составления проекта расчета переходов и согласования этих переходов с заинтересованными учреждениями.

Графы 10, 11, 12, 13, 14 и 15 заполняются лишь при переходах линии передачи через линии связи или осветительные линии.

Ведомость переходов с включенными в нее данными по всем переходам проектируемой линии передачи препровождается в проектирующую организацию. На основании имеющихся данных составляется проект перехода, состоящий из участка продольного профиля, составленного в увеличенном масштабе, соответствующего данному переходному пролету. Расчет перехода состоит в определении габарита между проводами линии передачи и пересекаемым сооружением. Если этот габарит отвечает соответствующим техническим условиям на выполнение переходов, переход согласовывается с заинтересованным учреждением и утверждается.

Для получения этого габарита необходимо определить стрелу провеса нижнего провода высокого напряжения в месте пересечения с тем или иным сооружением.

Расчет стрел провеса и габаритов производится путем решения основного температурного уравнения для проводов высокого напряжения.

Температурное уравнение имеет вид:

$$\sigma_t - \frac{l^2 \gamma_t^2}{24 \beta \sigma_t^2} = \sigma_m - \frac{l^2 \gamma_m^2}{24 \beta \sigma_m^2} - \frac{\alpha}{\beta} (t_1^0 - t_2^0),$$

где  $\sigma_t$  — напряжение в проводе при той температуре, для которой

$\Delta$  определяется стрела провеса в проводе, в  $\text{ки/мм}^2$ ,

$\sigma_m$  — максимальное расчетное напряжение в проводе в  $\text{ки/мм}^2$ ,

$l$  — длина пролета в  $\text{м}$ ,

$\gamma_t$  — удельная нагрузка на провод, отвечающая собственному весу провода,

$\gamma_m$  — удельная нагрузка, отвечающая тому температурному состоянию провода, при котором определяется стрела провеса,

$\alpha$  — коэффициент температурного линейного расширения провода, зависящий от материала провода,

$\beta$  — коэффициент упругого удлинения в проводе, также зависящий от материала провода,

$t_1^0$  — температура состояния в проводе, для которого определяется стрела провеса, равная максимальной температуре местности; в средних условиях принята равной  $+40^\circ\text{Ц}$ ,

$t_2^0$  — температура, отвечающая состоянию провода при наибольшем напряжении в нем.

Подробный вывод температурного уравнения и все формулы для расчета стрел провесов приведены в книге проф. А. А. Глазунова „Линии электропередачи“.

В случае если данный переходный пролет  $l$  больше „критического“ пролета,  $t_2^0 = -5^\circ\text{Ц}$  и  $\gamma_m = \gamma_2$ , если же  $l$  меньше  $l_{кр}$ , то  $t_2^0 = -30^\circ\text{Ц}$  и  $\gamma_m = \gamma_1$ .

Заменив постоянные величины в основном температурном уравнении одними буквами, имеем:

$$\sigma_t - A \frac{l^2}{\sigma_t^2} = \sigma_m - Bl^2 - C,$$

где

$$A = \frac{\gamma_1^2}{24 \beta}; \quad B = \frac{\gamma_m^2}{24 \beta \sigma_m^2}; \quad C = \frac{\alpha}{\beta} (t_1^0 - t_2^0);$$

Коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  зависят от материала и сечения провода и соотношения переходного пролета с „критическим“ пролетом.

Подставляя в упрощенное температурное уравнение числовые значения всех буквенных выражений и решая его относительно  $\sigma_t$ , находим напряжение в проводе для состояния провода при максимальной стреле провеса.

Далее, зная разность высот подвеса провода на двух опорах переходного пролета, определяем длину так, называемого приведенного пролета по формуле:

$$l_{пр} = l + \frac{2 \sigma_t (h_1 - h_2)}{\gamma_1}$$

Затем, зная  $l_{пр}$  и  $\sigma_t$ , находим максимальную стрелу провеса  $f_{max}$  по формуле:

$$f_{max} = \frac{l_{пр}^2 \gamma_1}{8 \sigma_t}$$

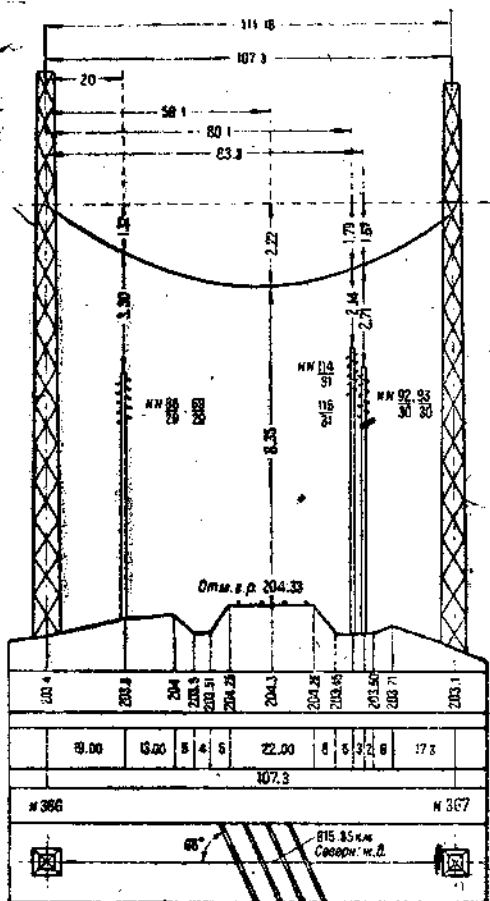
На профиле перехода откладывается приведенный пролет и определяются расстояния  $x$  всех мест пересечений от середины приведенного пролета. Стрела провеса в месте пересечения  $f_x$  определяется по следующей формуле:

$$f_x = f_{max} \left[ 1 - \left( \frac{2x}{l_{пр}} \right)^2 \right]$$

Беря из профиля отметки провеса провода и зная стрелу провеса провода высокого напряжения в месте пересечения с железной дорогой или проводом слабого тока, а также определив из профиля перехода отметку объекта пересечения, находят габариты между проводом высокого напряжения и пересекаемым сооружением.

Для иллюстрации указанного расчета приведем цифровой пример расчета переходного пролета.

На фиг. 29 изображен профиль перехода линии 115 кв с проводом СА-95 через полотно железной дороги и три линии слабого тока.



Фиг. 29. Профиль перехода линии передачи через железную дорогу и линии слабого тока

Данные перехода:

Пролет	$l = 107,3$ м;	$\sigma_m = 7,0$ кг/мм <sup>2</sup> ;
	$l_{пр} = 102$ "	$A = 0,00376$ ;
	$h_1 - h_2 = 0,3$ "	$B = 0,000526$ ;
		$C = 6,4$ .



Высота подвеса нижнего провода линии электропередачи	11,5 м
Отметка головки рельса железной дороги . . . . .	204,33 "
Высота подвеса провода высокого напряжения . . . . .	203,4 "
" " верхнего провода 1-й линии слабого тока . . . . .	210,28 "
" " " " 2-й " " " . . . . .	210,97 "
" " " " 3-й " " " . . . . .	210,52 "

Подставляем в температурное уравнение цифровые значения и получаем:

$$\sigma_t - 0,00376 \frac{107,3^2}{\sigma_t^2} = 7,0 - 107,3^2 \cdot 0,000526 - 6,4.$$

Решая уравнение, имеем  $\sigma_t = 2,36 \text{ кг/мм}^2$ .

Зная  $\sigma_t$  и  $h_1 - h_2$ , определяем длину приведенного пролета:

$$l_{пр} = 107,3 + \frac{2 \cdot 2,36 \cdot 0,3}{107,3 \cdot 0,0034} = 107,3 + 3,88 = 111,18 \text{ м}$$

и, следовательно,

$$f_{\max} = \frac{111,18^2 \cdot 0,0034}{8 \cdot 2,36} = 2,23 \text{ м}$$

при  $+40^\circ \text{Ц}$ .

#### Пересечения

1. С 1-й линией слабого тока  $x_1 = \frac{111,18}{2} - 20 = 35,59 \text{ м}$
2. " железнодорожным полотном  $x_2 = \frac{111,18}{2} - 59,1 = 3,51 \text{ "}$
3. " 2-й линией слабого тока  $x_3 = \frac{111,18}{2} - 80,1 = -24,51 \text{ "}$
4. " 3-й " " "  $x_4 = \frac{111,18}{2} = 83,3 = -27,71 \text{ "}$

#### Стрелы провеса

$$f_{x_1} = \left[ 1 - \left( \frac{2 \times 35,59}{111,18} \right)^2 \right] 2,23 = 1,32 \text{ м}$$

$$f_{x_2} = \left[ 1 - \left( \frac{2 \times 3,51}{111,18} \right)^2 \right] 2,23 = 2,22 \text{ "}$$

$$f_{x_3} = \left[ 1 - \left( \frac{2 \times 24,51}{111,18} \right)^2 \right] 2,23 = 1,79 \text{ "}$$

$$f_{x_4} = \left[ 1 - \left( \frac{2 \times 27,71}{111,18} \right)^2 \right] 2,23 = 1,67 \text{ "}$$

Зная отметки железнодорожного рельса и подвеса проводов слабого тока, получаем габариты в точках пересечения:

- 1)  $203,4 + 11,5 - 210,28 - 1,32 = 3,30 \text{ м}$
- 2)  $203,4 + 11,5 - 204,33 - 2,22 = 8,35 \text{ "}$
- 3)  $203,4 + 11,5 - 210,17 - 1,79 = 2,94 \text{ "}$
- 4)  $203,5 + 11,5 - 210,52 - 1,67 = 2,71 \text{ "}$

Из значений габаритов видно, что они все в пределах, допустимых нормами, и, следовательно, никаких переустройств линий слабого тока не требуется.

Если нормальный габарит не получается, то в случае перехода через железнодорожное полотно приходится уменьшать пролет или идти на повышение переходных опор; в случае перехода через линии связи может быть произведено, по согласованию с Наркомсвязью или НКПС: понижение проводов связи, перенос линии связи, уборка линии связи в кабель и пр.

После согласования и утверждения переходов в соответствующих учреждениях получают письменные разрешения на устройство переходов и на производство работ на переходе; эти разрешения, а также копия договора, заключенного строящей организацией с правлением железной дороги на право перехода, чертежи и расчеты переходов входят в общий проект линий передачи.

Кроме того, к проекту линии передачи относятся: 1) спецификация материалов и оборудования и 2) расчет влияния проводов высокого напряжения на провода слабого тока.

Все указанные выше материалы составляют рабочий проект линии передачи. Проект должен быть передан в строительную организацию, производящую работы по сооружению линии передачи.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЮ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ

#### 1. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ АППАРАТОВ

В зависимости от количества строящихся одновременно линий передач, их характера и общего объема строительных и монтажных работ могут быть применены две системы организации работ по строительству линий: система централизованная и система децентрализованная.

Первая пригодна в случае сравнительно небольшого количества рабочих объектов и однообразия работ. В этом случае весь административно-хозяйственный аппарат находится в центре территории какого-либо строительства, здесь сосредоточивается все руководство работами как с технической, так и с хозяйственной стороны. Непосредственное выполнение работ по той или иной линии строительства поручается небольшому штату во главе с прорабом (инженер или техник в зависимости от объема работ), имеющим несколько десятников, агента и кладовщика.

Самостоятельной отчетности на таком отдельном объекте работ не ведется; все расчеты, как по счетам, так и выплата зарплаты рабочим и служащим, производятся из центра путем выезда кассиров на линию. Весь технический надзор и контроль за работами осуществляется также из центра. Сдача готовых сооружений в эксплуатацию производится также центральным аппаратом.

В случае строительства линий передач в каком-нибудь крупном промышленном центре с территориально разбросанными строительными объектами более удобна вторая система организации работ по строительству линий передач, а именно: децентрализованная система.

В этом случае Управление строительства организует в нескольких местах, в зависимости от географического расположения по области отдельных промышленных центров, самостоятельные строительномонтажные конторы. Во главе такой конторы имеется производитель работ инженер-электрик (или строитель). У него помощником по технической части назначается — инженер-строитель (или электрик). Контора имеет свой отдельный баланс и представляет отдельную хозяйственную единицу с развитым счетным, конторским и хозяйственным персоналом.

Все техническое руководство производится из конторы, а на отдельных объектах работ, входящих в строительство данной кон-

торы, имеется техник с небольшим штатом. Все оформление документов денежных и материальных производится в конторе после визы того техника, который непосредственно руководит тем или иным участком строительства.

Компетенции центрального органа (отдела или сектора постройки линий) подлежит разрешение, особо сложных технических вопросов, выходящих за компетенцию прораба; в условиях хозрасчета отдел является промежуточной договорно-хозрасчетной единицей между дирекцией строительства и строительными конторами. Все проекты линий передач проходят из проектных отделов в конторы через этот отдел.

Таким образом, строительно-монтажная контора в децентрализованной системе является совершенно самостоятельной единицей.

Отдел постройки линий передает в конторы готовые проекты и спецификации на материалы и оборудование для линий передач, входящих в план строительства контор.

Прораб конторы, получив план работ и проекты линий передач, подбирает штат, необходимый для выполнения работ, как технический (техников, десятников и монтеров), так хозяйственный и счетный.

При конторе должен иметься базисный материальный склад, на который поступает все необходимое для работ оборудование. Громоздкие строительные материалы, как-то: части металлических мачт, гравий, песок, бревна направляются непосредственно на железнодорожные станции, ближайшие к строящимся линиям, и уже оттуда развозятся по пикетам линии передачи.

Каждая контора по постройке линий должна иметь свой транспорт: конный, тракторы, прицепные тележки, фургоны и т. д.

Наличие собственного транспорта позволяет легко маневрировать инструментом, материалами и рабочей силой. В отдаленных от центра районах в помощь собственному транспорту обычно используется транспорт обобществленного сектора (совхозов, колхозов, сельскохозяйственных артелей и пр.).

На работах по линиям электропередач требуются рабочие следующих квалификаций: землекопы, каменщики, бетонщики, плотники, клепальщики, монтажники, верхолазы и чернорабочие.

Опыт работ по постройке линий передач показал, что в целях более полного использования обученных кадров рабочих желательно лучших рабочих приучать к различным работам (земляные, бетонные, установочные и даже монтажные), с тем чтобы впоследствии особо способных из них, обладающих необходимыми практическими знаниями в разных отраслях работы по линиям, обучить основным и элементарным техническим и математическим понятиям и тем самым превратить мало-по-малу в младший техперсонал (десятники, монтеры). Такие десятники, обученные непосредственно на линии, приносят значительно больше пользы, чем строительные десятники, принятые со стороны и незнакомые со специфическими условиями работ на линиях передач.

## II. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При работах по постройке линий передач несоблюдение правил безопасности рабочими или техперсоналом часто влечет за собой несчастный случай, поломку инструмента или порчу оборудования

и материала. Для внедрения правил техники безопасности на постройке линий передач должны быть осуществлены следующие мероприятия: выпуск в портативном виде печатных правил по технике безопасности; раздача на руки под расписку всему техперсоналу и старшим артелей отдельных выдержек из сборника правил по технике безопасности, касающихся тех работ, которые производит та или иная бригада; периодическая проверка знаний указанных правил техники безопасности, производимая специальной комиссией в составе прораба, инструктора по технике безопасности и представителя профсоюза, с обязательной последующей выдачей проверенным лицам соответствующих удостоверений в усвоении ими правил по технике безопасности.

Такие проверки должны производиться над каждым поступающим вновь работником и над остальными работниками периодически, но не реже одного раза в полгода.

При проведении в жизнь каждого из трех указанных мероприятий по технике безопасности необходимо совершенно ясно и точно перечислить виды работ, где необходимо соблюдение правил по технике безопасности, с подразделением их на две группы: 1) особо серьезные работы, могущие сопровождаться увечьем или смертью работника; 2) остальные работы, на которых может произойти порча инструмента, материала и оборудования.

Основные работы, на которые необходимо обратить внимание со стороны техники безопасности, суть следующие:

1. Валка деревьев при прорубке просек.
2. Работа на глубине вырытых котлованов.
3. Взрывные работы.
4. Свайные работы.
5. Установка мачт как металлических, так и деревянных.
6. Монтаж проводов, где особенно важно отметить работу верхолазов при заделке гирлянд.
7. Все работы, связанные с выключением и включением низковольтных и высоковольтных пересекаемых линий.
8. Работы на переходах через: невыключаемые линии связи, линии освещения, линии железнодорожной блокировки и пр., реки, шоссе, дороги с большим движением, железные дороги.
9. Работы вдоль высоковольтных линий, идущих параллельно со строящейся и находящихся под напряжением.
10. Случаи постановки и снятия временных заземлений, предохраняющих работающих на отдельных участках линий передач.
11. Случаи подходов линий к подстанции, прохода линии по густонаселенным местам и целый ряд других.
12. Все случаи, где необходимо соблюдение правил осторожности и техники безопасности; сюда относятся: а) погрузочно-разгрузочные работы по тяжелым и громоздким грузам, как-то: мачты, барабаны с проводом, лебедки, бревна и пр.; б) перевозка тяжестей; в) различные случаи торможения при демонтаже оборудования; г) окраска высоких конструкций и др.

Кроме того, необходимо во всех инструкциях указывать на разграничение ответственности между техперсоналом, производящим ту

или иную работу, и теми лицами, которым поручается непосредственное выполнение работ; должны быть также перечислены все обязанности техперсонала при тех или иных работах на постройке линий передач. Эти обязанности обычно перечисляются в инструкциях по производству самих работ.

В целях предотвращения несчастных случаев на работах и обеспечения соблюдения правил по технике безопасности надлежит также следить за исправностью того инструмента, который применяется на постройке линий передач. Наблюдение за состоянием инструмента должно периодически производиться кладовщиками на складах при участии компетентных лиц; кроме того, необходим тщательный осмотр инструмента непосредственно на месте работ перед его употреблением.

Только после осмотра инструмента можно разрешать производство, например, таких работ, как установка опор, раскатка и натяжка провода, заделка клемм.

Следует также обеспечить предохранительными поясами и цепями высоколазов и монтажников, которым по роду работ приходится работать на металлических или деревянных конструкциях.

### III. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ

Все работы по строительству и монтажу линий передач должны производиться, как правило, сдельно. Нормы времени на все виды работ, применяющиеся на постройке линий передач, указаны в „Едином справочнике по монтажу воздушных линий электропередач“ в издании Энергоиздата, 1933 г.

В отдельных случаях, когда необходимо расценить работы, не указанные в справочнике, расценки производятся техперсоналом на работах. Хронометраж и нормирование новых работ, ранее не применявшихся на линиях, и внесение поправок в существующие нормы и расценки лежит на обязанности специальных нормировщиков и хронометражистов, имеющих у прораба или техника на линии.

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ

### МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ПОСТРОЙКЕ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧ

1. **Железо.** Для изготовления конструкций металлических опор применяется преимущественно равнобокое угловое железо; для косынок и прокладок применяется листовое железо толщиной от 5 до 16 мм; реже применяется полосовое, швеллерное и круглое железо. В целях использования отходов для косынок обычно применяются обрезки листового железа.

Сортовое железо, применяемое для опор, должно иметь гладкую поверхность, без раковин, слоистости, трещин и прочих дефектов. В целях облегчения подбора профилей железа проектирующим организациям необходимо установить возможные допуски размеров, учитывая сохранение запаса механической прочности в элементах конструкции и предел увеличения теоретического веса конструкции вследствие замены профилей.

Железо для конструкции опор заказывается по спецификациям, составленным проектными организациями и являющимся частью проекта опоры. В спецификациях отдельно для каждого типа опоры дается перечень всех элементов опоры с указаниями длины, веса и номера элемента, указанного в чертеже.

При заказе железа надо иметь в виду нормальную длину сортового железа, соответственно комбинируя отдельные элементы опоры.

Поставляемое для конструкции опор железо должно быть маркировано или испытано в механических лабораториях. В противном случае железо подлежит поверочному испытанию на механическую прочность, после чего оно может быть пущено в обработку.

Кровельное железо применяется на постройке линий для крышек на торцах деревянных опор и труб вокруг анкерных болтов в бетонных фундаментах опор. Оно должно быть мягким; обычно применяется четырехкилограммовое железо размером листа  $70 \times 140$  см.

Кровельное железо испытывается путем перегиба листа на  $180^\circ$  в противоположных направлениях.

Круглое железо размером 9, 5, 13 и 16 мм применяется в качестве арматуры железобетонных фундаментов, сооружаемых на переходах через реки или поймы во избежание разрушений фундаментов во время ледоходов.

Для поволоков деревянных опор на линиях передач применяется, главным образом, круглое железо размером 16, 19 и 25 мм (для

болтов, шпилек, хомутов, стяжных болтов, скоб и пр.); реже применяется полосовое железо для хомутов.

Для шайб употребляется полосовое, листовое и котельное железо. Поковки указываются в спецификациях комплектами для каждого типа опор, комплектно заказываются в мастерских и рассылаются по линиям.

**2. Лесные материалы.** На постройке линий передач применяется лес по сортам — круглый и пиленный — и по породам — сосновый, еловый, дубовый; остальные породы леса применяются редко. Пиленый лес применяется в качестве вспомогательного материала — для опалубки бетонных фундаментов, ограждения котлованов в плавучих грунтах, для бойков при ручной бетонировке, различных подмостей, катальных ходов и пр.; поэтому к качеству пиленого леса особо высокие требования не предъявляются.

Круглый лес, употребляемый для деревянных опор, должен удовлетворять целому ряду жестких требований; отступление от этих требований может вызвать поломку опоры, а следовательно, и вывод из строя линии, питающей электрической энергией тот или иной район.

Для линий передач применяется преимущественно сосновый лес (еловые бревна применяются в виде исключения — обычно лишь на линиях временного значения).

Инструкции Главэнерго рекомендуют применять для строительства линий передач лиственницу как материал, вполне удовлетворяющий условиям эксплуатационной надежности.

Лес должен быть зимней рубки, очищенным от коры, сучков и луба. Разность между наибольшим и наименьшим диаметрами в верхнем отрубе бревна не должна превышать 0,1 наибольшего диаметра.

Торцы бревен должны быть спилены перпендикулярно к его длине. Кривизна допускается не выше 1% от длины столба и только в одной плоскости; в случае применения таких бревен для ног мачт бревна должны располагаться в плоскости кривизны вдоль трассы. Кривые столбы могут быть допущены в количестве не более 10% от общего числа принимаемых столбов; преимущественно для вспомогательных связей при сборке опор. Обтеска для спрямления кривизны бревен не допускается.

Древесина столбов должна быть здоровая. Не допускаются следующие пороки древесины: 1) сухостой; 2) косослой (превышающий один оборот на длине 3 м); 3) ветренница в верхнем конце столба; 4) пожарная подсушина на высоте более 0,7 м от комля, охватывающей более половины окружности столба и по глубине более 0,03 толщины столба в комле; 5) кольцевой отлуп в верхнем торце бревна; 6) кольцевой отлуп в комлевой части столба размером более 0,1 диаметра нижнего торца; частичные отлупы в нижнем и верхнем торцах столба с общей длиной луночек свыше 0,05 длины окружности столба; 7) наружные трещины глубиной более 0,1 диаметра столба (измерение глубины трещины производится на боковой поверхности столба с помощью металлической пластинки толщиной не выше 0,5 мм и шириной до 15 мм); 8) ситовина и червоточина; 9) синева древесины; 10) здоровые сучки размером свыше 30 мм, в верхней



трети сосновых столбов толщиной до 20 см, а также более двух сучков на погонном метре, размером от 20 до 30 мм, если они расположены на одной прямой по длине столба; здоровые сучки размером свыше 45 мм в верхней трети сосновых столбов толщиной от 20 см, а также более двух сучков на погонный метр, размером от 20 до 45 мм, если они расположены на любой прямой по длине столба.

Столбы на местах приемки строящими организациями должны быть сложены в штабеля с прокладками высотой не менее 30 см от земли и между отдельными рядами — не менее 15 см.

Между отдельными штабелями должны быть оставлены проходы шириной не менее 1,5 м.

Столбы должны быть выложены на местах сухих, очищенных от щепы и строительного мусора, со скошенной травой; зимой места выкладки должны быть очищены от снега; в сырых местах столбы выкладывают на высоких подкладках или специальных подмостях. Места выкладки столбов должны быть доступны для погрузки.

Столбы должны выкладываться отдельно по породам, сортам и длине.

Как общее правило, осмотру и обмеру подвергается каждый столб в отдельности. Порядок и способ приемки устанавливаются соглашением сторон.

Все указанные требования должны особенно соблюдаться при приемках леса на деревопропиточных заводах, где лес подвергается обработке и пропитке перед изготовлением и сборкой опор.

Влажность леса учитывается в том случае, когда принимаемый лес подлежит пропитке вскоре после приемки; влажность в этом случае не должна превышать 10%. Влажность может уменьшиться вследствие выдерживания леса в штабелях.

Сырой, свежесрубленный лес, как правило, для сборки опор на линиях передач не применяется.

На лес, потребный для постройки линий передач, составляются сводные спецификации с разбивкой по кварталам года и указанием количества бревен, их длины и толщины в верхнем отрубе; размеры леса должны отвечать стандарту и иметь допуски в пределах, предусмотренных стандартом.

Сорта леса, необходимые для строительства линий передач и не входящие в стандарт, должны комбинироваться по длинам стандарта.

Пиленый лес, применяемый на постройке линий передач, употребляется в виде досок — шпунтовых, обрезных и полуобрезных, — теса обрезного и полуобрезного и горбылей; сорта и размеры определяются рабочими спецификациями на материалы, потребные при производстве работ на линиях.

**3. Песок.** Строительный песок подразделяется на горный, речной и морской; он должен быть чисто кварцевым. Примесь глины или ила допускается в количестве не более 5%; примеси определяются взятием пробы в стеклянный сосуд и взбалтыванием пробы в воде. После отстоя определяется количество посторонних примесей.

Для бетонных работ применяется крупнозернистый песок и, как правило, — речной или морской; горный песок применяется в редких

случаях, например, когда получение речного песка экономически нецелесообразно и вблизи трассы линии передачи имеется хороший кварцевый горный песок. Вес 1 м<sup>3</sup> песка — 1500—1700 кг.

**4. Гравий.** Гравий, применяемый на постройке линий передач, должен быть чистым, промытым, не должен содержать примеси посторонних, мягких пород и должен иметь неровную, шероховатую поверхность.

Морская галька, как правило, не применяется, так как она сильно уменьшает сцепление частиц бетона, а следовательно, и его прочность.

Крупность гравия должна быть от 10 до 50 мм. Вес 1 м<sup>3</sup> гравия 1600—1800 кг.

**5. Щебень.** В случае отсутствия гравия, и при наличии вблизи трассы линии передачи кирпичного завода или старого кирпича — боя для бетонных работ применяется кирпичный щебень. В смысле механической прочности бетон на щебне почти не уступает бетону на гравии.

Кирпичный щебень из старого боя не должен содержать примеси известкового раствора.

Щебень после разбивки боя должен быть просеян через сито и иметь крупность отдельных кусков от 20 до 70 мм.

**6. Бутовый камень.** В отдельных случаях сооружения фундаментов опор на линиях передач, особенно при больших размерах фундаментов или надземных ледорезов (на поймах рек), применяется бутовая кладка с бетонной облицовкой.

Размер кусков бутового камня, в зависимости от размеров и очертаний фундаментов, должен быть не мельче 100 мм и не крупнее 500 мм, причем более крупные куски бута укладываются ближе к наружной грани фундамента и к середине; около анкерных болтов кладка выполняется из мелких кусков.

Бутовый камень должен иметь рваные края и по возможности не иметь гладких поверхностей.

В отдельных случаях для заполнения объемов фундаментов применяются куски гранита или других скалистых пород, при условии втрамбовывания и плотного залегания их в бетоне.

**7. Цемент.** Для бетонных работ на постройке линий передач применяется обычно портландский цемент, т. е. продукт, полученный от сильного обжигания (до спекания) глинистых известняков или других пород, содержащих известь, кремнезем и глинозем, с последующим измельчением обожженного продукта в порошок.

Механическая прочность портландцемента нормального качества в смеси с песком в пропорции 1:3 определяется испытанием образца через 28 дней после изготовления.

При этом напряжение сжатия должно быть не менее 140 кг/см<sup>2</sup>, напряжение растяжения — не менее 14 кг/см<sup>2</sup>.

Вес 1 м<sup>3</sup> портландцемента (в порошке) — 1100—1300 кг.

От портландцемента (романцемент для бетонных работ на линиях передач, как правило, не применяется) прежде всего требуется, чтобы раствор его (смесь песка, цемента и воды) и тесто (цемент и вода) имели свойства равномерного изменения объема. Это означает, что

и раствор и тесто при затвердевании не должны изменять принятой формы и не должны давать трещин, т. е. цемент должен отвечать условиям постоянства объема.

При образовании искривлений, трещин, изменения формы цемент считается негодным для работы, ибо это указывает на недостаточность связи между частицами смеси.

Пробы изготавливаются в виде лепешек диаметром 60—70 мм и толщиной 10 мм. Одни образцы держат 27 дней в воде, другие — нагревают в течение 2 час. до 120° Ц, третьи — кипятят в воде в течение 2 час.

Отсутствие трещин, наличие гладкой поверхности и металлический звук при ударе говорят о хорошем качестве цемента.

Плохое качество характеризуется присутствием трещин, располагающихся, главным образом, по краям лепешки, при ударе получается дребезжащий звук или лепешки разваливаются на части.

Цемент должен иметь следующую скорость затвердевания: начало затвердевания — не ранее 1 часа с момента начала приготовления раствора, конец — не позднее 12 час. Особенно важно для строительной организации знать начало схватывания того цемента, из которого готовится бетон, так как он после затвердевания должен быть уложен на место в срок меньший, чем срок начала схватывания цемента; в противном случае механические свойства бетона значительно ухудшаются.

Цемент должен доставляться в хорошо закупоренных бочках или в мешках неподмоченным и незатвердевшим.

**8. Краски.** Краски на линиях передач применяются для окраски металлических опор.

Обычно для этой цели служит железный сурик, хорошо ложающийся на металлических поверхностях. В некоторых случаях применяется другая окраска, например: серо-зеленая, состоящая из цинкаграу с небольшой примесью зелени, охры и белил.

Краски должны иметь надлежащий тон, яркость, хорошую кроющую способность и прочность.

**9. Олифа.** Для окраски металлических опор применяется преимущественно натуральная олифа (льняная или конопляная), быстро сохнущая и не дающая отлипа. В течение суток после покрытия какой-либо поверхности слой олифы должен превращаться в прозрачную, блестящую, бесцветную пленку. Простейшее испытание олифы заключается в том, что кусок стекла покрывается тонким слоем олифы; если по истечении суток при нажатии пальцем не будет наблюдаться прилипания, то олифа удовлетворительна.

Минеральную (искусственную) олифу для окраски мачт применять не рекомендуется.

**10. Антисептики для пропитки.** Антисептиками называются химические вещества, способные предупредить или приостановить развитие микроорганизмов, вызывающих гниение древесины. Пропитка древесины антисептиком предохраняет древесину на более или менее продолжительное время от загнивания.

Требования, предъявляемые к антисептикам, применяемым для пропитки столбов на линиях передач, в основном таковы.

Антисептики должны:

- 1) обладать высокими антисептическими свойствами и сохранять эти свойства после введения в дерево;
- 2) быть мало гигроскопичными;
- 3) не содержать ядовитых веществ, влияющих на здоровье рабочих и лиц, имеющих соприкосновение с пропитанным лесом;
- 4) не оказывать разъедающих действий на древесину и металл;
- 5) быть дешевыми и
- 6) не влиять на последующую обработку дерева или его окраску.

Различаются антисептики трех категорий:

1. Антисептики минерального происхождения.
2. Антисептики органического происхождения.
3. Комбинированные антисептики.

Для пропитки древесины опор на линиях передач применяются две последние категории, причем вторая применяется в заводских условиях, а третья — в линейных.

Ко второй категории относится каменноугольное масло, представляющее собой смесь продуктов перегонки каменноугольной смолы в пределах от 180 до 355°, получающейся при коксовании угля. Удельный вес креозотового масла при 15° Ц должен быть 1,04—1,15; при 40° Ц оно должно быть совершенно прозрачным, не должно содержать более 3% воды и более 2% коксовых остатков. Этот продукт обычно не совсем правильно называют креозотом, но это название вполне укрепилось в практике пропитки. Креозотом в точном смысле слова называется вещество, получаемое из древесной смолы, очень дорогое и поэтому для массовой пропитки не применяемое.

Последнее время в Америке и у нас в СССР применяют креозот в смеси с нефтью или мазутом в следующей пропорции: креозота 30—40% и мазута 70—60%, причем необходимо отметить, что и нефть и мазут должны обладать минеральной вязкостью.

Прибавление нефтяных продуктов к креозоту несколько понижает его антисептические свойства.

Ко второй категории антисептиков принадлежит также карболинеум. Под этим общим названием обычно имеют в виду целый ряд малоотличающихся друг от друга продуктов различной перегонки каменноугольной смолы с прибавлением к ним небольшого количества различных неорганических и органических веществ. Карболинеум в условиях сооружения линий передач применяется для промазки поверхностей дерева, подвергающихся пропитке неорганическими антисептиками непосредственно на линиях. К третьей категории антисептиков относятся, главным образом, различные смеси с органическими веществами некоторых солей, преимущественно фтористого натрия.

Для пропитки на линиях передач применяется „маленит“ (соединение сурьмы, фтористого натрия и динитроортокрезолнатрия). Последнее время „маленит“ заменяется более активным антисептиком „уралитом“, являющимся смесью фтористого натрия и различных нитрофенолов. Пропитка комбинированными антисептиками производится в линейных условиях аппаратами или молотками „Кобра“ (см. ниже о пропитке бревен).

**11. Провод и трос.** В качестве материала для проводов и тросов линий передач применяются медь, алюминий, реже бронза, сталь и железо. Применяются также комбинированные провода и тросы, имеющие стальной сердечник, воспринимающий на себя главную часть механической нагрузки и внешнюю оболочку из меди, бронзы или алюминия, являющуюся проводником электрического тока и частично воспринимающую на себя механическую нагрузку. Такие провода выполняются сталеалюминиевыми, сталебронзовыми и стале-медными.

Вследствие того что провода, подвешенные на линиях передач, подвергаются атмосферным влияниям, механической нагрузке и различным химическим воздействиям, к материалу проводов и тросов предъявляется ряд требований, основные из которых следующие:

1. Материал проводов должен иметь достаточно высокую электрическую проводимость.

2. Провода и тросы должны обладать надлежащей механической прочностью.

3. Материал для проводов и тросов должен быть достаточно упругим, а конструкция проводов должна удовлетворять требованиям гибкости.

4. Материал для проводов и тросов должен быть стойким по отношению к атмосферным и химическим воздействиям.

Провода и тросы для линий передач высокого напряжения (от 6 кв и выше) применяются, как правило, многожильные, так как в таком виде они значительно лучше удовлетворяют второму требованию вследствие большей эластичности и меньшей возможности колебания временного сопротивления на разрыв из-за какого-либо дефекта материала, так как фабричные спайки отдельных жил не приходится на одном и том же участке провода.

Сравнивая между собой провода и тросы из различных материалов, необходимо отметить следующие преимущества и недостатки различных материалов для проводов:

С электрической стороны на первом месте стоит медь, затем бронза, алюминий и на последнем месте — сталь и железо.

Благодаря дефицитности меди в последние годы все чаще и чаще медь уступает алюминию. Кроме того, алюминий в комбинированных проводах имеет еще одно преимущество перед медью на линиях передач 220 кв. Сечение медного провода при таком напряжении не используется полностью из-за явления короны, так как при наличии последней сечение проводов требуется большее, чем это необходимо по условиям потери мощности, и в этом случае алюминий, как более дешевый материал, получает преимущество перед медью.

Для того чтобы обеспечить нормальную работу проводов и тросов на линиях передач с механической стороны, для каждого материала устанавливается определенное допустимое напряжение на разрыв являющееся кратной долей так называемого „временного сопротивления разрыву“.

Величина этого „временного сопротивления“ различна для разных материалов, а иногда колеблется и для одного и того же материала в зависимости от способа его производства.

Для нормальных участков трассы линии передачи допустимое напряжение в проводах принимается равным  $\frac{1}{2}$  „временного сопротивления“.

На переходах линий передач через железнодорожные линии связи, силовые линии, судоходные реки и пр. согласно „Электротехническим нормам и правилам“ допустимое напряжение принимается равным  $\frac{1}{3}$  „временного сопротивления“.

Как в том, так и в другом случае, при расчете проводов считается, что ни при каких самых наихудших расчетных условиях для линий передачи напряжение в проводе не превысит допустимого напряжения для данного материала.

Этими условиями определяется механическая работа проводов.

С точки зрения внутренней структуры самого провода алюминий менее однороден и более мягок, чем медь, поэтому на перевозку и монтаж алюминиевого провода необходимо обращать самое тщательное внимание.

Так как при одной и той же длине пролета стрела провеса провода обратно пропорциональна напряжению в проводе, то на переходах через судоходные реки в целях экономии материала на переходных опорах применяют провод с большим „временным сопротивлением“, т. е. бронзу и даже иногда сталь.

В случае больших пролетов на линиях передач алюминиевый провод, как имеющий большую стрелу провеса, заменяется сталеалюминиевым проводом.

На переходах, имеющих очень большую длину пролета, применяются сталебронзовые провода.

При монтаже сталеалюминиевых проводов следует обращать особое внимание на конструкции соединительных и анкерных клемм, так как в случае плохого электрического контакта образовывается местное нагревание переходных поверхностей от одного металла к другому, и провод теряет свою нормальную механическую прочность, что иногда влечет за собой обрыв проводов.

Необходимо отметить еще одну сторону механической работы проводов. На промежуточных опорах провод поддерживается на подвесных клеммах. Под действием комбинированных нагрузок в проводе возникают продольные колебания, превращающиеся в вибрацию всего провода в пролете, и в местах крепления его эта вибрация вызывает отрицательные явления. Со временем это приводит к повреждению наружных жил провода, а следовательно, и к понижению его механической прочности. В самое последнее время этот вопрос тщательно изучается, и в качестве одной из мер, ликвидирующих такое повреждение провода, применяются специальные антивибрационные приспособления, монтируемые в подвесной клемме.

Атмосферным и химическим воздействиям лучше всего противостоят медь, затем бронза, алюминий и хуже всего сталь и железо. С течением времени алюминиевые провода покрываются слоем окиси алюминия, которая предохраняет провод от дальнейшего влияния внешних воздействий.

Железные и стальные провода и тросы сильнее других материалов поддаются воздействию атмосферных условий — ржавеют.

Во избежание ржавления троса в местах крепления в последнее время крепление троса производится аналогично и равнопрочно проводу.

Кроме того, железные и стальные провода изготавливаются из оцинкованных проволок, и на качество оцинковки приходится обращать самое серьезное внимание.

Основные требования, предъявляемые к проводам и тросам, линий передач, следующие:

1. Провод должен удовлетворять всем условиям, указанным в соответствующем стандарте.

2. В проводе не должен иметь место обрыв отдельных жил.

3. Провод не должен иметь в одном месте фабричных спаек нескольких жил.

4. Провод не должен иметь внутри посторонних предметов.

5. Провод должен иметь по всей своей длине одинаковое количество жил (особенно это касается стальной сердцевины в комбинированных проводах).

6. Провод не должен иметь никаких механических повреждений.

7. Провод должен быть намотан на барабаны прочной конструкции и главное имеющие крепкий сердечник; при проводах большого сечения или при длинномеровых барабанах должны иметься чугунные втулки для надевания на ось при раскатке.

8. Оба конца провода должны быть выпущены наружу крышки барабанов, плотно к ней прикреплены и запломбированы.

9. Барабаны с проводом должны иметь фабричную этикетку или надпись масляной краской на крышке, содержащую название марки провода, его вес, длину, номер барабана и сечение провода.

Трос должен удовлетворять тем же требованиям, что и провод.

Заземленный трос на линиях передач обычно применяется стальной, многожильный (чаще всего из 7 или 19 жил) из оцинкованных проволок.

В особо населенных местах или в случае наличия густой сети проводов слабого тока вместо стального применяется бронзовый трос, благодаря своей большей проводимости снижающий потенциал опор и уменьшающий электродвижущие силы, наводимые в проводах слабого тока.

**12. Изоляторы.** Изоляция проводов от поддерживающих их опор на линиях передач — самый ответственный участок сооружения линии передачи, так как повреждение изоляции может нарушить снабжение электроэнергией целых районов промышленности. Кроме того, условия работы изоляторов на линиях высокого напряжения являются крайне тяжелыми, так как изоляторы подвергаются сложной комбинации электрических, механических, атмосферных и тепловых воздействий. Немногие материалы могут быть подходящими для изготовления изоляторов, применяемых на линиях передач.

В качестве материала для изоляторов применяется, главным образом, фарфор.

Фарфор представляет собой массу, изготовленную из высших сортов голубой глины, кварца и полевого шпата.

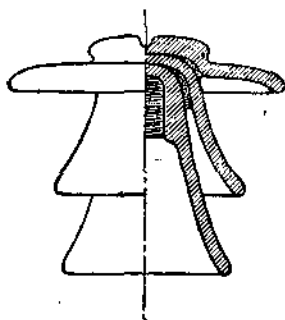
Процесс изготовления фарфоровых изоляторов оказывает большое влияние на качества и свойства фарфора. Физические свойства фарфора следующие:

Сопротивление сжатию . . . . .	2 800 — 4 500	кг/см <sup>2</sup>
"    растяжению . . . . .	100 — 800	
Электрическая крепость . . . . .	10 — 16	кв/мм
Диэлектрическая постоянная . . . . .	4,5 — 5	

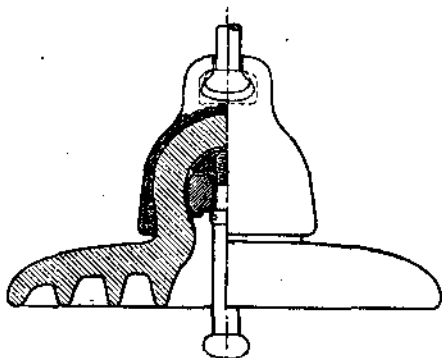
Стекло как материал для изоляторов на линиях высоких напряжений (30 кв и выше) в СССР не применяется. За границей стеклянные изоляторы применяются для напряжений не свыше 30—40 кв.

Изоляторы из органических составов, являющихся диэлектриками, например карболит, эбонит, бакелит и пр., до сих пор не получили широкого применения.

По роду крепления провода на изоляторе последние делятся на штыревые и подвесные.



Фиг. 30. Штыревой изолятор для 38 кв



Фиг. 31. Шарнирный подвесной изолятор типа „Ohio Brass“

Штыревые изоляторы применяются для напряжений не свыше 60 кв, так как при большем напряжении изоляторы получаются слишком громоздкими. В СССР штыревые изоляторы применяются на линиях с напряжением 38 кв и ниже (фиг. 30).

Крепление изоляторов на штырях производится чаще всего путем ввинчивания штырей, обернутых паклей, в изоляторы или ввинчиванием штырей в специальные стальные втулки, зацементированные в изолятор: иногда штыри укрепляются в изоляторах на цементе, причем к последнему прибавляется фарфоровый порошок для получения коэффициента расширения, близкого к коэффициенту расширения фарфора.

На линиях передач, напряжением свыше 30 кв, как правило, применяются подвесные изоляторы. Несколько подвесных изоляторов сцепляются в гирлянду, один конец которой при помощи специальной арматуры крепится за траверсу опоры, а к другому концу при помощи специальной клеммы подвешивается провод.

Образцы подвесных изоляторов, применяемых на линиях передач, изображены на фиг. 31.



Изоляторы перед выпуском с заводов подвергаются механическому испытанию. При испытании изоляторов проверяется также и качество материала. Поверхность излома фарфора должна представлять собой однородную массу, не иметь никаких раковин или воздушных пузырьков; фарфоровая масса не должна быть пористой, хрупкой. Материал должен противостоять ударам и толчкам.

Кроме механического испытания, изоляторы подвергаются электрическому испытанию.

Изоляторы перед отправкой должны быть сцеплены в гирлянды по 3—5 шт. и упакованы в ящики или решетки с предохранительными поперечными планками или стружками во избежание повреждения во время перевозки.

**13. Арматура.** Под арматурой, применяемой на линиях передач, разумеется комплект металлических деталей, при помощи которых осуществляется сцепление гирлянды подвесных изоляторов с траверсой, крепление провода к гирлянде, а также соединение концов проводов между собой.

К числу их относятся так называемые ушки, крюки, клеммы, коромысла, защитные рога и кольца, соединительные гильзы, муфты и пр. Подробно они будут указаны в главе о монтаже проводов.

Основные требования, предъявляемые к арматуре, следующие:

1. Все элементы арматуры должны иметь такие геометрические формы, чтобы ни в одном сечении этих элементов напряжение на разрыв, создаваемое механическими усилиями, действующими вдоль провода, не было чрезмерно большим.

2. Все виды арматуры, воспринимающие на себя главную механическую нагрузку, должны иметь протоколы испытаний или гарантию изготовлявших их заводов.

3. Очертания соответствующих видов арматуры должны удовлетворять условиям свободного шарнирного сцепления гирлянды с проводом и траверсой.

4. Клеммы и соединительные муфты должны быть изготовлены особенно тщательно.

5. Арматура не должна иметь острых режущих граней во избежание повреждения провода.

6. Металл, применяемый для арматуры, не должен быть хрупким.

7. Металл, применяемый для арматуры (медь, ковкий чугун, бронза, алюминий и сталь), должен противостоять всевозможным атмосферным и химическим воздействиям; для этого арматура из ковкого чугуна покрывается оцинковкой.

8. Все составные части арматуры должны быть конструктивно просты, дабы облегчить монтирование их в различных условиях монтажа.

9. Арматура для монтажа проводов на линии передачи обычно заказывается по спецификациям и доставляется на линии в упакованном виде; в каждой упаковке должен быть вложен сопроводительный листок, указывающий название типа арматуры, количество, номер упаковки и название завода.

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

### ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ ПО СООРУЖЕНИЮ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Проект линии передачи после его утверждения поступает к производителю работ для выполнения.

Производитель работ должен убедиться, что проект содержит все необходимые для сооружения данной линии материалы (см. гл. III).

К проекту должны быть приложены следующие документы: разрешение областного или районного исполнительного комитета на проведение трассы линии передачи по территории области или района; разрешение местного леспромпхоза на разработку просеки вдоль трассы; разрешения на право перехода трассы линии через железные дороги, судоходные реки и каналы, шоссе с линиями связи, территории военного ведомства и пр. с приложением проектов самых переходов, согласованных с соответствующими ведомствами.

Имея полный проект линии передачи со всеми приложениями, производитель работ должен произвести обследование всей трассы, проехав вдоль ее длины. Во время поездки должна быть проведена степень точности проекта, а также тщательно обследовано каждое место трассы, где могут возникнуть при постройке различные вопросы, в случаях переходов, прохождения трассы по населенным местам (расстояния оси трассы от жилых и прочих построек, габариты проводов над проводами как слабого, так и сильного тока, а в отдельных случаях и над землей) и целый ряд других вопросов, возникающих на месте.

При пересечении трассой линии передачи каких-либо построек как жилого, так и нежилого характера, необходимо до постройки линии согласовать вопрос об уборке указанных строений с оси трассы с соответствующими учреждениями и отдельными лицами, которым эти строения принадлежат.

Необходимо озаботиться, чтобы своевременно были произведены все работы по уборке в кабель пересекаемых трассой линий слабого тока и низкого напряжения, в том случае, когда переход не анкеро-ван; при анкерованном переходе уборка в кабель производится в тех случаях, когда не получается габарита между проводами, нельзя произвести понижения проводов слабого тока и не запроектированы повышенные опоры.

Необходимо обеспечить выполнение работ по понижению проводов слабого тока в анкерованных пролетах там, где это возможно, и в остальных случаях — по уборке в кабель — до начала монтажа проводов по линии высокого напряжения.

Также до начала монтажа должны быть убраны все попадающие на ось трассы строения.

Производитель работ во время первой поездки вдоль трассы выясняет также все вопросы, связанные с доставкой материалов и оборудования, необходимых для постройки линии передачи. К этим вопросам относятся:

1. Ознакомление со всеми дорогами, как шоссейными, так и проселочными (в отдельных случаях бездорожья — с характером грунта вдоль трассы).

2. Аренда участков земли для складывания строительных и монтажных материалов в селениях вдоль трассы, а также выбор места завозки материалов на линию.

3. Выяснение вопросов, связанных с получением грузов по железным дорогам, их разгрузкой на станциях, ближайших к трассе, и арендой участков для выгрузки грузов на этих железнодорожных станциях.

4. Выяснение способов развозки материалов вдоль трассы в местных колхозах и совхозах.

Далее производитель работ во время поездки вдоль трассы уясняет в леспромпхозах и с местными лесниками все вопросы, связанные с будущей прорубкой просеки, и получает разрешение местных лесных организаций на эту прорубку.

Во всех местах трассы, где будет затруднена та или иная работа по строительству линии передачи, необходимо заранее обследовать все местные условия и особенности.

Особое внимание необходимо обратить на характер грунта и примерную проверку бурового профиля трассы, так как от рода грунта (твердый или болотистый) зависит весь процесс работы по строительству и монтажу линии передачи, в связи с этим должно быть у производителя работ ясное представление о методах ведения всех отдельных работ по всей трассе.

После того как указанное обследование трассы и всех ее местных особенностей произведено, в проекте делаются соответствующие поправки и уточнения, причем о всех сооружениях на трассе, появившихся после составления проекта и связанных с новыми соглашениями с различными ведомствами, необходимо сообщать в центр; мелкие вопросы подлежат разрешению на месте.

Только по выполнении всех указанных выше условий прораб приступает к производству основных работ по сооружению линии передачи. Эти работы состоят из следующих элементов:

- I. Разбивка опор на местности.
- II. Прорубка просеки.
- III. Заготовка строительных материалов по линии.
- IV. Изготовление и сборка опор.
- V. Установка опор.
- VI. Предохранение материала опор от разрушения.

VII. Монтаж проводов.

VIII. Заземления.

IX. Специальные работы.

X. Сдача линий в эксплуатацию.

Перейдем теперь к рассмотрению отдельных элементов работ по сооружению линий передач высокого напряжения.

### I. РАЗБИВКА ОПОР НА МЕСТНОСТИ

После того как сделано обследование трассы линии передачи и уточнен ее проект, приступают к выполнению так называемого производственного пикетажа, под которым имеется в виду разбивка опор вдоль трассы на местности, согласно разбивке, произведенной на продольном профиле трассы.

Для этого прежде всего восстанавливается тот 100-метровый пикетаж, который был проделан при трассировке.

Затем составляется специальная ведомость (если она не приложена в проекте), в которой против каждого номера опоры проставляется ее тип и общее пикетное расстояние от начала трассы, так что каждая опора определяется целым числом 100-метровых пикетов (или номером пикета) с прибавлением какого-то количества метров, изменяющегося в пределах от 0 до 100 м (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

№ опор	Тип опор	Пролет	Расстояние от подстанции
185	Промежуточная	200,00	352 + 56
186	"	200,00	354 + 56
187	Анкерная	112,00	356 + 56
188	Угловая		357 + 68

Из табл. 2 видно, что для разбивки опоры на местности необходимо знать номер пикета и плюсовую прибавку, например: для опоры № 187 надо найти пикет № 356 и от него вперед по трассе отмерить 56 м, — полученная точка и будет являться центром опоры.

При трассировке на линии обычно закрепляются лишь угловые точки, осевые точки (1 на 2—3 км) и пикеты. Анкерные и промежуточные опоры разбиваются приведенным выше способом.

Не рекомендуется разбивать опоры, отмеряя между ними величину пролета, так как это обычно приводит к накоплению ошибки и переразбивке опор заново.

При разбивке центров опор производится обычное провешивание прямой линии по имеющимся пикетным кольям, с выправлением направления провешивания осевыми точками, выверенными по прибору.

При отмеривании плюсовых прибавок пользуются обычными землемерными лентами со шпильками.

Колья с обозначением строящей организации, номера и типа опоры обычно забиваются на трассе не в центре опоры, а отступя от него или вперед или назад по оси трассы на определенное количество метров (4—5—6), постоянное по величине и направлению для всех опор данной линии; в центре забивается маленький сторожок, служащий для разбивки земляных работ. Для угловых опор колья забиваются, разумеется, в центре опоры.

Колья должны быть забиты или даже зарыты основательно, дабы их не легко было вытащить, и должны иметь заостренный верх с затесанной задней гранью для надписи, которая делается обычно масляной краской, ясно и разборчиво.

Для укрепления кола в земле внизу делается поперечина или крест, и земля затрамбовывается.

Основное требование к разбивке опор на местности — это соблюдение того условия, чтобы центровые колышки были расположены строго на оси трассы и на своем месте, отвечающем ведомости опор.

Зарытые в землю во время разбивки и почему-либо исчезнувшие колья перед началом работ должны быть восстановлены.

В тех случаях, когда центровые колья при разбивке промежуточных и анкерных опор на местности попадают в места, не совсем удобные для расположения опор (небольшие канавы или бугры, не учтенные профилем), центры опор несколько перемещаются вдоль трассы в более удобное положение, сообразуясь с габаритом проводов в увеличивающемся вследствие передвигания опоры пролете.

Эти перемещения заносятся в рабочий журнал и затем наносятся на исполнительную трассу и профиле линии передачи, а также в ведомости опор.

## II. ПРОРУБКА ПРОСЕКИ

При прохождении линии передачи по лесистой местности вдоль трассы вырубается просека шириной, равной двойной средней высоте растущих в данном месте деревьев плюс 2 м, причем отдельные высокие деревья, хотя и находящиеся за пределами указанной ширины просеки, но при своем падении могущие задеть провода линии передачи, также подлежат вырубке. В случае прохождения трассы по заповедникам и лесам ценных пород ширина просеки устанавливается по особому соглашению, но при соблюдении двух неприменных условий: 1) чтобы деревья, наклоненные в сторону линии и могущие при своем падении задеть за провода, обязательно были вырублены и 2) чтобы при выбранной ширине просеки расстояние между ветвями деревьев и самыми удаленными проводами по горизонтали было не менее 5 м.

В кустарниках и садах с низкорослыми деревьями, не достигающими до нижнего провода, ширина просеки принимается равной 10—12 м.

Определив ширину просеки и имея на руках лесорубочный билет, выданный местным леспромхозом, приступают к прорубке просеки. Для этой цели намечают ширину просеки путем зарубки всех деревьев, расположенных на двух прямых линиях, параллельных оси трассы и отстоящих от нее по обе стороны на расстояние, равное  $\frac{1}{2}$  ширины просеки. Нанесение этих прямых на местности производится обычно

венным провешиванием параллельных линий. Метка деревьев производится обычно лесником в присутствии представителя строительства. Все деревья, находящиеся внутри двух намеченных параллелей, подлежат вырубке.

Затем приступают к пилке и валке деревьев, которые производятся следующим образом.

Сначала делается надруб внизу, на высоте от земли, равной или меньше диаметра дерева, со стороны, обратной наклону дерева или произвольной — в случае вертикального ствола. Во избежание зажима пилы дерево наклоняется веревкой в сторону, противоположную надрубам, затем в месте надруба дерево пилится почти до конца, после чего нажимают веревкой, и дерево валится на землю. Высота пней должна быть меньше диаметра или равной ему. По середине просеки в целях удобства проезда деревья рубятся по возможности ровень с землей. При зимней рубке деревьев для этого надлежит предварительно расчистить снег около дерева.

Срубленные деревья очищаются от сучьев и складываются вдоль просеки; сучья складываются в кучи также вдоль просеки с разрывами между собой не менее 5 м и на расстоянии 5 м от края просеки. Середина просеки, предназначенная для проезда, должна быть свободна от леса и сучьев.

Разрезка деревьев на короткие бревна без согласования с лесничеством не разрешается. Использование срубленного леса для нужд строительства может быть произведено также лишь с разрешения леспромхоза.

В соответствии с разделением лесов на леса местного значения и леса, принадлежащие госфонду Наркомлеса, в первом случае срубленный лес и сучья подлежат передаче по акту местному сельсовету с обязательством для сельсовета своевременной вывозки всего леса с просеки, а во втором случае — леспромхозу, о чем также составляется акт.

Лес подразделяется: по толщине стволов — на крупный (от 25 до 55 см), средний (от 13 до 25 см) и мелкий (от 4 до 13 см), причем толщина измеряется на высоте груди и по густоте насаждения — на густой (от 400 шт. и выше на гектар), средний (от 200 до 400 шт. на гектар) и редкий (до 200 шт. на гектар). В соответствии с этим исчисляются нормы выработки и расценки на рубку просеки.

Ниже приводится приказ по ВСНХ № 2437 от 27/XII 1930 г.

*Объявляются для сведения и руководства „Правила прокладки для линий электропередач просек и содержания их в безопасном состоянии“.*

*Приложение: Правила.*

*Зам. пред. ВСНХ СССР И. Косиор.*

## ПРАВИЛА

**прокладки для линий электропередачи просек и содержания их в безопасном состоянии.**

1. Для проведения воздушных линий электропередачи по омоничейшим вариантам этих линий в лесах прокладываются просеки определенной ширины в зависимости от высоты насаждений, по которым проходят линии.

*Примечание. Вырезы при насаждении прорубаются в порядке указанной инструкции для отпуски леса.*

2. Учреждения и предприятия, проводящие линии электропередачи совместно с леспромхозом, согласовывают лесные дачи, направление в них линий электропередачи, ширину просека и другие необходимые условия их прокладки. Случаи разногласия по каким-либо вопросам разрешаются лесным трестом по согласованию с представителем Энергоцентра.

3. Ширина прокладываемых просеков устанавливается минимальная, допустимая по техническим условиям для проведения линии электропередачи. При этом следует руководствоваться следующими указаниями:

а) в насаждениях молодых, а также низкорослых, не превышающих высоту опоры линии передачи, ширина просеков может ограничиваться 6 м (по 3 м в каждую сторону от оси линии) — для линии с низким напряжением и до 10 м — для линии с высоким напряжением;

б) в насаждениях высокорастущих ширина просеки в каждую сторону от крайнего провода должна составлять высоту наиболее высоких на краю просеки деревьев, с прибавлением к ней до 1 м для предупреждения возможности замыкания, могущего возникнуть между проводами, находящимися под напряжением, и падающими с края просеки деревьям.

4. При достижении, по истечении определенного времени после прокладки просеков, насаждениями большой высоты, угрожающей безопасности действия линии электропередачи, просека разрубается до необходимой ширины согласно § 2 и 3.

5. При прокладке просеки по насаждениям различной высоты, требующей различной ширины просеки, последняя прокладывается уступами прямоугольного сечения, но не волнообразной линией. Это же соблюдается и при последующих расширениях просеков. Границы просеков на их углах закрепляются столбами.

6. Прокладка просеков через степные, водоохранные и защитные леса должна производиться с наименьшим ущербом состоянию насаждений и с предотвращением утраты ими защитных свойств. В частности, не следует оголять почву на просеках срубкой кустарника и молодняка, не должно допускать корчевания пней на рыхлых почвах, крутых склонах и местах, подверженных размыву; избегать прокладки просеков в насаждениях, расположенных узкими полосами по направлению линий электропередачи, проводя последние вне таких насаждений.

7. Прокладка просеков, при рентабельности получаемой древесины, производится леспромхозом с реализацией продукции на общих основаниях. При нерентабельности же срубаской на просеках древесины прокладка их производится леспромхозом за счет проводящей линию электропередачи организации или же средствами самой организации, по согласованию в том и другом случае с леспромхозом. Получаемая в этих случаях древесина предоставляется организации в пределах ее действительной потребности на проведение линий электропередачи, а остальная поступает в распоряжение леспромхоза.

8. Расходы по ограничению в натуре просеков и постановке столбов относятся за счет проводящей линию электропередачи организации.

9. Площадь под проложенными просеками из состава гослесфонда не исключается и остается в эксплуатации леспромхоза в таком порядке, что использование последней этой площади не будет мешать организации производить необходимые работы, осмотр и т. п. в процессе эксплуатации линии электропередачи.

10. Организация, проводящая линию электропередачи, пользуется для целей эксплуатации линии проложенными просеками бесплатно.

11. Периодическая очистка просеков от зарослей, обрубка ветвей соседних деревьев, уборка свалившихся деревьев и рубка нагнувшихся на просеку деревьев, мешающих или опасных действию линии электропередачи, производится организациями, в ведении которых состоят эти линии, по согласованию с леспромхозом. Вырубленная древесина поступает в распоряжение леспромхоза.

12. При обнаружении во время обхода или осмотра проведенной линии электропередачи работниками организации, в ведении которой состоит линия, опасно находящегося деревьев, в результате бури, ветра, оползней, почвы или других причин, означенная организация имеет право немедленно срубить такие деревья без предварительного согласования с леспромхозом, но с последующим уведомлением его об этом и с оставлением срубленных деревьев в распоряжении леспромхоза.

### III. ЗАГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ.

Под заготовкой материалов надо понимать развозку по пикетам линии передачи строительных материалов для металлических опор и бревен — для деревянных опор.

Предварительно составляются ведомости развозки материалов, в которых должны быть указаны номера пикетов, тип опоры, объем фундамента, объем строительных материалов — в случае металлических опор, и количество и размеры бревен — для деревянных опор; пример заполнения таких ведомостей приведен в табл. 3 и 4.

ТАБЛИЦА 3

№ по опор.	№ опор	Тип опоры	Объем фундамента м <sup>3</sup>	Количество м <sup>3</sup>	
				Гравия	Песка
1	1	Угл. 120°	16,0	17,0	8,5
2	6	90°	18,5	20,5	10,0
3	19	120°	16,0	17,0	8,5
4	84	Анк. + 4 м	15,0	16,0	8,0

ТАБЛИЦА 4

№ по опор.	№ опор	Тип опор	Количество бревен, шт.					
			18-м	11-м	8,5-м	7-м	6,5-м	5-м
1	4	Пром.	2	—	1	1	—	2
2	5	.	2	—	1	1	—	2
3	6	.	2	—	1	1	—	2
4	7	Анк.	—	4	1	7	4	—
5	8	.	—	4	1	7	4	—
6	9	Пром.	2	—	1	1	—	2
7	10	.	2	—	1	1	—	2

Песок и гравий завозятся на пикет обычно с запасом 5—10%.

Песок и гравий складываются в правильные усеченные пирамиды на расстоянии 10—15 м от центра опоры, на ровном месте (зимой очищенном от снега) и сдаются по обмеру, произведенному при помощи рулетки и рейки.

Объем пирамиды сложенного строительного материала определяется по формуле:

$$V = \frac{1}{3} H (B + b + \sqrt{Bb}),$$

где  $H$  — средняя из четырех высот пирамиды,

$B$  — площадь нижнего основания и  $b$  — площадь верхнего основания, определяемые как произведение средних длин и ширины соответствующего основания пирамиды.



Строительные материалы должны быть надлежащего качества. На приемку должен быть составлен акт, который и служит основанием для оплаты.

Бревна по линии развозятся согласно ведомости, указанной в табл. 4, и раскладываются на пикеты так, чтобы они не мешали производству земляных работ при установке опоры. Бревна, предназначенные для ног опор, раскладываются по пикетам вдоль трассы комлями к центру и на расстоянии от него 4—5 м. При развозке бревен надлежит обращать внимание на парность бревен, предназначенных для ног и пасынков, как в отношении кривизны, так и в отношении размеров в верхнем отрубе, а также на правильность размеров бревен в отрубе в соответствии с типом опор.

Расценки на развозку строительных материалов по линии устанавливаются для сыпучих материалов с кубического метра или тонны, а для бревен — со штуки или с кубометра древесины. Иногда в целях удобства расчетов устанавливается цена за развозку бревен по комплектам для каждого типа опор отдельно.

#### IV. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И СБОРКА ОПОР

##### 1. Металлические опоры

В практике строительства линий передач изготовление металлических конструкций для опор обычно передается соответствующим механическим заводам (Завод „Стальмост“ в Ленинграде; „Серп и молот“ и „Парострой“ в Москве, Краматорский завод в Донбассе и т. д.).

Организация, строящая линию передачи, передает заводу технический проект той или иной металлической опоры с приложением к нему расчета опор и технических условий, которым должны удовлетворять конструкции для этой опоры.

По этому проекту и согласно расчету проектное бюро завода разрабатывает геометрическую схему опоры и рабочие чертежи для изготовления конструкций (в отдельных случаях и геометрическая схема и рабочие чертежи могут быть представлены заводу заказчиком).

Перед сдачей рабочих чертежей конструкций в цех для разметки и резки железа некоторые заводы в целях упрощения и ускорения работы в цеху вычерчивают в своих технических бюро так называемые шаблоны, т. е. изображения всех фасонных частей и узлов, предварительно конструктивно разработанных, в натуральную величину, а стержней — в крупном масштабе.

Разметка железа для конструкций производится в цехах путем накладывания шаблонов на железо и вычерчивания на нем всех отверстий и линий отреза. После производства разметки железо поступает в обработку и выходит в готовом виде отдельными элементами (стержни, косынки, накладки и т. д.).

Перед массовым изготовлением опор одного типа заводом производится контрольная сборка первой опоры, которая должна быть принята техническим контролем завода при участии представителя строящей организации; при этом составляется технический акт

о правильности разметки деталей конструкции. Только после такой приемки контрольной опоры завод приступает к изготовлению остальных опор данного типа.

Когда железо для каких-либо конструкций изготовлено полностью, его сортируют, маркируют, упаковывают в пакеты и готовят к отправке на линию. После маркировки железа составляется спецификация-фактура на все железо с указанием типа опоры, всех пронумерованных согласно рабочих чертежей элементов конструкций, количества этих элементов, их единичного и общего веса. Эти спецификации необходимы заказчику при приемке всего железа и служат основанием для коммерческих актов приемки и, главное, необходимы той организации, которая на линии будет получать пакеты с железом и собирать конструкции на пикетах.

Изложенный метод изготовления конструкций металлических опор на заводе касается преимущественно тяжелых опор, главным образом американского типа (с широкой базой и четырьмя отдельными основаниями).

Все легкие опоры, преимущественно немецкого типа (с узкой базой), изготавливаются обычно целиком на заводе, там принимаются в готовом виде заказчиком и затем на железнодорожных сцепках рассылаются по линиям (траверсы обычно отправляются отдельно).

В случае нахождения завода вблизи линии передачи и наличия на заводе свободной территории последние производят сборку отдельных частей опоры у себя на месте (например, для американской шестипроводной опоры 115 кВ — верхушка опоры, ее средняя часть, четыре ноги и траверсы) и в клепаном виде на платформах, грузовиках или роспусках эти части доставляются на линию и там собираются.

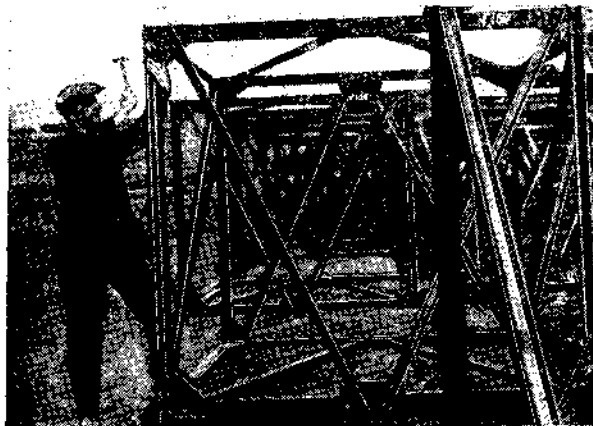
Мелкие детали опор — концы траверс, целые траверсы, тросовые головки, пяты ног, решетчатые диагонали и целый ряд других деталей, состоящих из мелких уголков, косынок, накладок и пр., клепаются обязательно на заводах и в готовом виде рассылаются по линиям, так как изготовление таких деталей в линейных условиях крайне затруднительно.

Железнодорожные адреса на отправку железа с заводов должны быть даны строящей организацией заводу заблаговременно.

Работы по сборке и установке металлических опор на линиях передач могут вестись двумя способами: подрядным и хозяйственным.

В первом случае все работы по выгрузке железа, отправке его на линию, сборке опоры и установке ее лежат на специальной монтажной конторе треста „Стальмост“ или Механического завода, изготовлявшего конструкции, а на строящую организацию возлагается работа по устройству оснований и монтажу проводов; а во втором случае все работы производятся строящей организацией. К первому способу прибегают преимущественно в случае наличия на линии передачи большого количества тяжелых опор, главным образом, американского типа, а ко второму — при наличии небольшого количества опор, разбросанных по линии в отдельных местах или при установке легких опор немецкого типа.

В случае сдачи подрядных работ по сборке опор на сторону организация, принявшая этот заказ, организует в районе работ одну или несколько баз (в зависимости от протяженности линии), находящихся вблизи трассы линии передачи, и недалеко от железнодорожных станций или шоссе.



Фиг. 32-а. Приемка металлических конструкций опор на базе

Земельные участки для таких баз арендуются у местных риков строящей организацией и передаются монтажной конторе во временное пользование. Железо для металлических конструкций опор, прибывающее с заводов на железнодорожные станции, выгружается и перевозится на базу, здесь сортируется и поступает в сборку.

Конструкции опор на базах собираются и клепаются отдельными частями, в пределах, возможных для развозки по линии.

По изготовлении целой партии конструкций вызывается приемщик строящей организации для приемки. Приемщик тщательно осматри-



Фиг. 32-б. Приемка металлических конструкций опор на базе

вает склепанную конструкцию целиком (в целях обнаружения пропуска каких-либо стержней или фасонки), сверяясь с рабочим чертежом, и проверяет отдельные узлы.

При таком осмотре должны быть выявлены все случаи брака работ по сборке и клепке. Главные пункты технических условий на сборку и клепку опор следующие: не должно быть погнутых угольников и других стержней; дыры для заклепок должны точно приходиться одна против другой и должны иметь диаметр, соответствующий толщине заклепок; головка заклепок должна быть в 1,5 раза больше диаметра ее тела и по высоте не должна быть более  $\frac{1}{2}$  диаметра тела или  $\frac{1}{3}$  диаметра головки. Не должно иметь место продавливание железа склепываемых деталей на толщину более 1 мм; не должно быть заусенцев от оправки при расклепывании головок. Длина заклепок должна быть равна толщине склепываемых деталей плюс 1,5 диаметра заклепки, плюс или минус 1 мм. Не должно допускаться кривой постановки головки (особенно приподымания одной стороны головки над телом конструкции). Одна головка должна точно приходиться против другой (эксцентриситет допускается не более  $\frac{1}{8}$  диаметра головки; плотность заклепанного соединения должна быть проверена простукиванием; фиг. 32).

Все заклепки, а равно и все железо для конструкций должны быть загрунтованы суриком.

После осмотра всех конструкций и сделанных на основании замечания приемщика исправлений составляется приемочный акт, дающий право развозки частей опор по трассе и являющийся одновременно основанием для коммерческого расчета.

По приемке на базе склепанных частей опор последние развозятся по пикетам линии передачи, согласно представленной строящей организацией ведомости опор и схематическому изображению трассы линии электропередачи с нанесенными на ней опорами с различными обозначениями типов опор, проезжими дорогами, железными дорогами, реками, оврагами и прочими препятствиями при развозке (фиг. 33).

Части опор складываются на пикетах таким образом, чтобы при сборке опоры было произведено минимальное количество всяких передвижек и перекантовок этих частей.

После развозки достаточного комплектного количества частей опор по пикетам монтажная организация приступает к сборке опор по линии, начиная от подстанции и двигаясь вдоль трассы.

Части опор, подлежащие сборке, располагаются около центрального кола опоры в зависимости от способа подъема опоры: двумя неподвижными стрелами, вертикально стоящими посредине основания, или одной падающей стрелой (см. дальше „Установка металлических опор“).

В первом случае собираемая опора должна располагаться своей серединой над основанием опоры и верхушкой в сторону, противоположную направлению подъема опоры обычно вдоль трассы; плоскостю траверс должны быть параллельны земле; лишь в исключительных случаях сборки опор на переходах через железные дороги, линии связи, реки и пр., когда опору легче поднимать не вдоль, а поперек трассы, опору располагают поперек трассы, плоскостю траверс перпендикулярно земле; в этом случае одна сторона траверс прикрепывается заклепками к опоре, а другая после подъема ставится на болты, подлежащие последующей расчеканке, или прикрепывается к опоре после подъема.

Далее начинается клепка в узлах отдельных частей, для чего под элементы мачт подкладывают специальные козлы, а две верхние ноги распирают временно двумя бревнами или угольниками определенной длины, отвечающими расстоянию между ногами опоры.

На качество клепки на линиях нужно обращать особое внимание, так как на линии клепаются ответственные узлы соединения отдельных частей опоры и производится крепление траверс к опоре.



Фиг. 33-а. Развозка частей металлических опор с базы

Неаккуратно поставленная заклепка, пропущенная случайно при приемке, может впоследствии при монтаже проводов послужить причиной поломки траверс.



Фиг. 33-б. Развозка частей металлических опор с базы

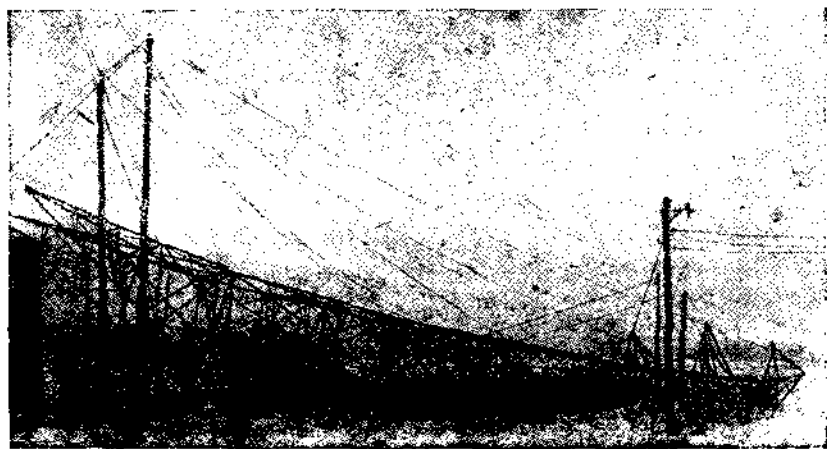
Особенно необходимо следить за тем, чтобы не были погнуты угольники конструкций, работающие на сжатие.

Серия готовых мачт на пикетах подлежит вторичной приемке представителем строящей организации.

Кроме всех требований, перечисленных при приемке частей на базах и предъявляемых к качеству сборки и клепки, приемщик должен тщательно осмотреть качество клепки узлов, проверить

серьгой все дыры в траверсах для крепления гирлянд, осмотреть, правильно ли сделаны тросовые головки, достаточно ли пространство для крепления троса. Болты, скрепляющие в некоторых опорах подвижной тросовый угольник с головкой, должны быть вставлены головкой вверх, дабы не выскакивать при монтаже; болты, соединяющие подвижной и неподвижный тросовый угольник, должны свободно проходить в свои отверстия в уголках, иметь хорошую натяжку и не стоять косо, дабы при монтаже тросовой головки во время натяжки троса не затруднять монтажа.

Отверстия в пятах ног должны быть сквозными и совпадающими у всех склепанных накладок для свободного прохода анкерных болтов. Плоскость пяты должна быть ровная и перпендикулярна к оси мачты. Заклепки в пяте должны быть сделаны „впотаи“, особенно в случае применения металлических подножников.



Фиг. 34. Собранная металлическая опора, приготовленная к подъёмке.

В случае постановки опоры одной падающей стрелой опора располагается по одну сторону основания, противоположную направлению подъёмки, и ногами к основанию опоры (фиг. 34).

На основании осмотра и приемки собранных опор и после исправления всех дефектов, замеченных при осмотре, составляется приемочный акт, дающий право подъёмки опоры и служащий для коммерческих расчетов за сборку опор.

В случае производства работ по сборке тяжелых мачт (американского типа) хозяйственным способом меняется лишь организационная сторона работ, а метод и последовательность работ остаются те же. База находится в ведении строящей организации; под наблюдением техперсонала производятся все работы по клепке и сборке частей опор, развозка их по пикетам, клепка и сборка опор на пикетах.

Ответственность за качество работы по клепке и сборке опор в таком случае возлагается на техперсонал строящей организации. Акты о законченных работах в данном случае служат для расчетов

с бригадами рабочих клепальщиков и сборщиков и для технических отчетов по строительству.

В случае применения на линиях 30 кВ и частично на линиях 100 кВ легких опор немецкого типа мачты развозятся обычно в целом виде по пикетам на линию, а траверсы ставятся на болтах непосредственно при установке опор или непосредственно перед подъемкой, и в исключительных случаях — наверху после подъёмки (при легких траверсах).

## 2. Деревянные опоры

До последнего времени сборка деревянных опор, как правило, производилась на линии, из развезенного по пикетам круглого леса.

В последние годы Главэнерго предпринят ряд мер, обеспечивающих внедрение для деревянных опор на линиях электропередач древесины, пропитанной в заводских условиях на деревопропиточных заводах НКПС (см. дальше о пропитке бревен).

В связи с этим круглый лес перед отправкой на линию попадает на деревопропиточный завод, там предварительно обрабатывается, пропитывается и потом рассылается по линиям передач, где производится сборка отдельных деталей деревянных опор без каких-либо обтесок, врубок и пр. Эти работы проделываются на заводе до пропитки.

В целях удобства маневрирования древесиной, поступающей на линии с деревопропиточных заводов, а также в целях упрощения процесса изготовления деталей опор на заводах и уменьшения сортировочных и маркировочных операций для изготовления деталей опор запроektирована так называемая „обезличенная“ сборка опор, т. е. изготовление деталей деревянных конструкций таким образом, чтобы, например, любая траверса подошла к любой ноге и т. д.

В настоящее время, согласно приказу Главэнерго, все линии 100 кВ на деревянных опорах должны строиться из древесины, пропитанной в заводских условиях; следовательно, сборка мачт на линиях будет состоять лишь из соединения поковками деталей опор.

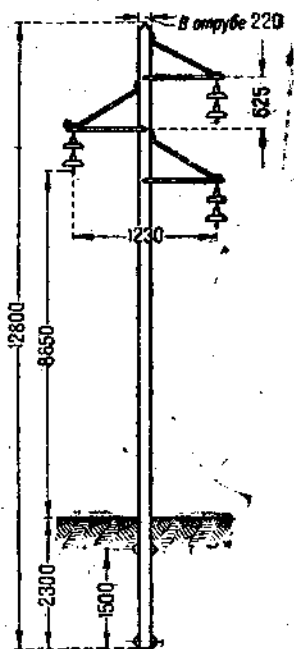
Линии 30 кВ могут первое время строиться из древесины, не пропитанной на заводах, и сборка опор для таких линий будет производиться на пикетах обычным способом.

В связи с указанным выше рассмотрим оба способа изготовления и сборки деревянных опор.

### а) Изготовление и сборка деревянных опор в линейных условиях

Для описания процесса изготовления и сборки деревянных опор в линейных условиях выберем основные типы опор, отличающиеся способом изготовления и сборки: 1) промежуточная одиночная неразрезная опора 30 кВ, 2) то же разрезная, 3) промежуточная двойная А-образная разрезная опора 30 кВ, 4) промежуточная одиночная П-образная разрезная опора 115 кВ, 5) анкерная П-образная на растяжках опора 115 кВ, 6) анкерная АП-образная опора 115 кВ, 7) угловая АП-образная с внутренними подкосами опора 115 кВ и 8) специальные опоры.

**1. Промежуточная одиночная неразрезная опора 30 кв (фиг. 35).** 19-метровые бревна, развезенные по пикетам, должны быть очищены от коры. Верхняя часть бревна на длине 2 м подлежит оправке без ошкурки. После оправки верх на той же высоте и часть бревна около земли, т. е. на высоте от кома 2,200 м по полметра над и под землей, пропитывается „коброй“ (см. пропитка в линейных условиях); пропитанная часть смазывается карболинеумом.



Фиг. 35. Промежуточная одиночная деревянная опора 30 кв.

После этого на верхушке бревна делают наметку положения комут и траверс, надевают их на бревна и сбаличивают болтами, причем следят за тем, чтобы все вожжи и оси траверс были в одной плоскости, перпендикулярной к оси трассы. Кривизна бревен располагается при этом в плоскости оси трассы. Все металлические части мачты плотно пригоняются к бревну и покрываются асфальтовым лаком. Ось траверсы должна составлять с осью бревна прямой угол, а места крепления верхнего и нижнего проводов должны лежать на вертикальной прямой.

Излишки длины болтов или шпилек обрезаются, а концы болтов расчеканиваются.

**2. Промежуточная одиночная разрезная опора 30 кв.** Как видно из фиг. 36, эта опора состоит из основного бревна 8,5 м и двух вспомогательных бревен, служащих подставками или „пасынками“, длиной также 8,5 м.

После ошкурения бревен и пропитки необходимых мест одно бревно обтесывается в комле на две стороны, а два бревна — в верхнем отрубе, каждое с одной стороны, таким образом, чтобы обтесанные грани представляли собой два совершенно плотных стыка без просветов между ними. Плоскости стыков должны быть параллельны плоскости, проходящей через ось трассы, т. е. пасынки должны быть в плоскости, перпендикулярной к оси трассы. Стесанные грани в пасынках кончаются перпендикулярным срубом, а в ноге опоры обтеска должна сойти на-нет под небольшим к вертикали углом. Верха пасынков также должны иметь наклон к горизонту в 15—20°.

Фиг. 36. Промежуточная деревянная опора 30 кв. на пасынках

Внутри стыков делаются прямоугольные прорезы на расстоянии друг от друга согласно чертежу, и в них вставляются шпонки в виде прямоугольных дубовых брусков.



Каждые два бревна попарно соединяются между собой бандажами по 12 витков из оцинкованной железной проволоки 4—5 мм в диаметре. В случае применения неоцинкованной проволоки последняя покрывается асфальтовым лаком.

Бандажи должны быть туго стянуты или скруткой (при этом в двух соседних бандажах скрутка делается крест на крест с двух сторон и с противоположным направлением кручения) или помощью фасонных шайб с болтами.

В последнем случае витки бандажа укладываются тщательно по окружности дерева, по оси бандажа в стыке сверлится буровым отверстием и вставляется болт 19 или 22 мм с двумя фасонными шайбами (по одной с каждой стороны) и гайками заворачивается до отказа. Остаточный конец болта обрезается и расчеканивается.

Внизу в подземной части опоры между пасынками укрепляются два ригеля в продольном направлении трассы и натуго сбаливаются с пасынками сквозными болтами согласно рабочему чертежу. Верх этой опоры ничем не отличается от верха предыдущей опоры.

**3. Промежуточная двойная развешная А-образная опора 30 кв.** Опора этого типа состоит из двух 13-метровых ног с двумя подставками (пасынками) 5 м. Внизу для связи имеются два ригеля из пластин, а в середине — поперечина и бандаж из оцинкованной проволоки.

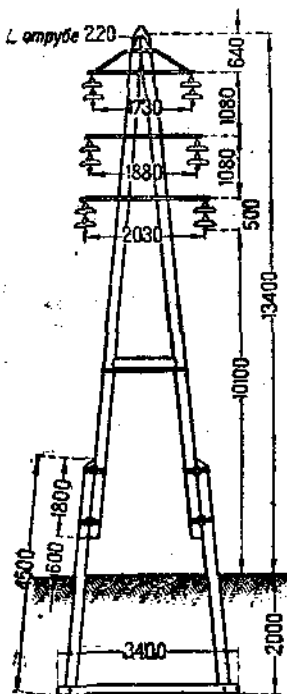
Опора рассчитана на шесть проводов, а потому имеет длинные траверсы из углового железа, прикрепленные к ногам парой болтов  $d = 19$  мм (фиг. 37).

Два 13-метровых бревна, имеющих по возможности ровное сечение в верхней отрубке, кладутся вдоль линии и с внутренней стороны обтесываются для получения А-образного вида.

В середине стыка закладывается дубовая шпонка, предохраняющая опору от поперечных деформаций.

Внизу ноги обтесываются с наружной стороны по длине 1940 мм и к ним прикладываются также обтесанные пасынки длиной 4,6 м таким образом, чтобы, во-первых, плоскости стыков не имели просветов и были параллельны плоскости, проходящей через ось трассы и, во-вторых, чтобы оба пасынка были в плоскости, перпендикулярной к оси трассы и имели равный наклон. Скрепление пасынков и ног может быть произведено или скруткой или плоским бандажом с фасонными шайбами и болтами.

Внизу на концах пасынков прибалчиваются ригеля из пластин длиной 3,4 м.



Фиг. 37. Промежуточная двойная опора 30 кв. А-образного типа

Собранную опору необходимо проверить следующим образом. Линия, проходящая вдоль стыка двух ног вверх опоры, должна проектироваться в середину ригеля.

Две ноги и два пасынка должны лежать в одной плоскости, перпендикулярной к оси трассы.

На высоте от уровня земли 4,4 м устанавливается поперечная вставка, изготовленная из обрезка бревна с вырубленными краями по окружности, для плотного примыкания к ногам опоры. Под этой поперечной устраивается бандаж из 10—12 витков оцинкованной проволоки, обхватывающий обе ноги опоры и скрученный в общий трос между ними.

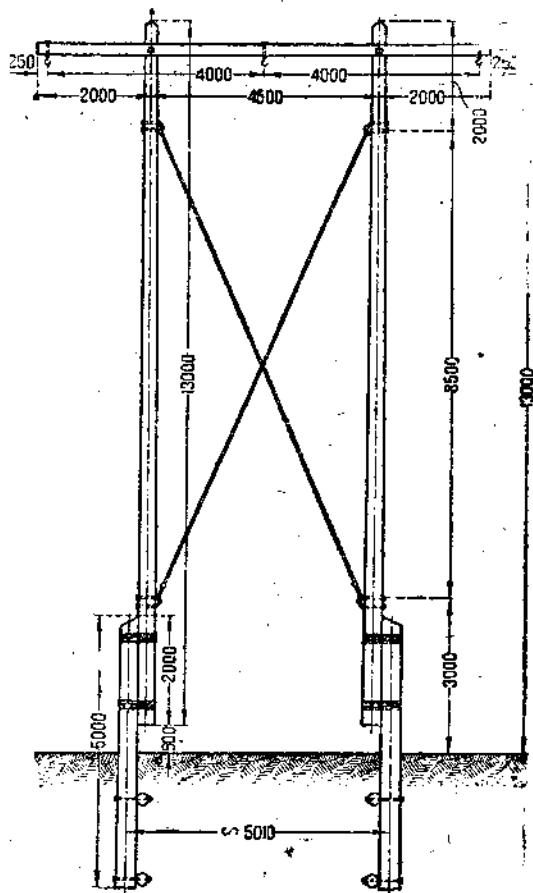
Все места около земли и верхняя часть опоры предварительно должны быть пропитаны маленитом и промазаны карболинеумом.

Вверху опоры, с одной стороны, на расстоянии от верха и между собой согласно чертежу делаются небольшие горизонтальные плоские врубки, к этим местам прикладываются три траверсы из углового железа и плотно прибалчиваются болтами  $d = 19$  мм к ногам опоры. Вверху укрепляется специальная головка для троса (в случае подвески такового).

**4. Промежуточная П-образная разрезная опора для 100 кв и провода СА-95 мм<sup>2</sup>.** На фиг. 38 изображена часть, применяемая на линиях передач 100 кв промежуточная деревянная опора.

Она состоит из двух 13-метровых ног, двух 5-метровых пасынков, одной траверсы длиной 8,5 м и четырех подземных коротких поперечных ригелей.

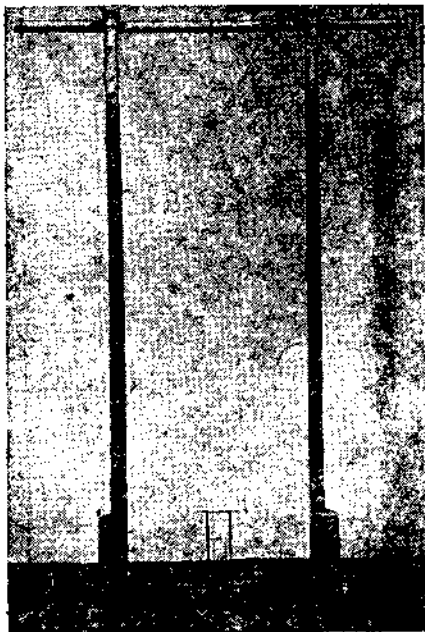
Два бревна длиной 13 м, примерно одинаковой толщины в верхнем отрубе, обрезаются согласно чертежу и располагаются комлями к центральному колу в 8—4 м от него. Вверху каждого бревна на одинаковом расстоянии от верха делаются цилиндрические врубки для траверсы.



Фиг. 38. Промежуточная П-образная опора для линий передач 115 кв

Внизу к каждому из двух бревен пригоняется пасынок длиной 5 м. Проверка плоскости стыка и способ крепления пасынков к бревнам должны быть те же, что и описанные ранее. Внизу к пасынкам согласно размерам на рабочем чертеже натуго прибалчиваются по два ригеля из обрезков бревен, с вырубкой в ригелях гнезд для бревен пасынков.

Траверса длиной 8,4 м, оправленная со всех сторон под окружность и с расхождением обоних отрубов не более 5 см размечается следующим образом. Прежде всего намечается середина, где будет помещен средний хомут для подвески гилянд. На расстоянии 4 м в каждую сторону намечаются положения крайних хомутов для подвески гилянд.



Фиг. 39. Промежуточная П-образная опора для линий передач 115 кв.

Затем на одинаковых расстояниях от центра траверсы, соответствующих чертежу, намечаются места осей ног. На расстоянии по 0,5 м в обе стороны от оси каждой ноги траверсы пропитывается маленитом и промазывается карболинеумом. Также пропитываются и промазываются верха бревен ног, плоскость стыка бревен и пасынков и места входа пасынков в землю по 0,5 м над и под уровнем земли. Затем траверса вкладывается в вырубку в ногах так, чтобы метки на траверсе пришлись против оси бревен; устанавливаются хомуты, скрепляющие траверсу с ногами опоры, — два плоских и два круглых и натуго забалчиваются гайками.

Опора должна быть собрана так, чтобы расстояние между осями ног, вверху и внизу были равны, и так, чтобы диагонали прямоугольника, образованного ногами опоры и ее траверсой, были также равны между собой (фиг. 39).

Кривизна бревен (если таковая имеется) располагается своей плоскостью вдоль трассы.

Когда положение бревен выверено, на них в определенных расстояниях друг от друга, согласно чертежу, устанавливаются хомуты из полосового железа для стяжных болтов, укрепляющих опору в поперечном направлении в случае применения таковых. На болты верхних хомутов надеваются проушины стяжек, за болты нижних хомутов также задевается специальная проушина, на которую потом надевается зажимная колодка, имеющая в середине еще одно отверстие; в это отверстие вставляется конец стяжного болта и натягивается гайкой до отказа.

В последнее время плоские хомуты для стяжных болтов в опорах П-образного типа заменены сквозными скобами, за которые зацепляются стяжные болты и подтягиваются гайками в колодках до отказа. Регулируя обе стяжки, окончательно выверяют правильность прямоугольника, образованного ногами и траверсой опоры.

На траверсе в намеченных предварительно местах устанавливаются хомуты гилянды, состоящие из двух половин (полосового железа), выгнутых по окружности, с отогнутыми концами; в их отверстия вставляются короткие болты, и затем хомуты зажимаются. Хомуты должны быть расположены таким образом, чтобы, во-первых, их середина приходилась строго против соответствующих меток на траверсе и, во-вторых, чтобы линия раздела между двумя полухомутами была строго вертикальна и лежала в плоскости опоры.

На нижние болты хомутов подвешиваются крючья (восьмерки) для крепления гилянды изоляторов.

В некоторых случаях железные диагональные стяжки из 16-миллиметрового круглого железа или не ставятся или заменяются деревянными раскосами.

В последнее время в целях уменьшения количества железа для поковок на деревянных опорах, а также в целях упрощения сборки опор и уменьшения возможности гниения дерева около железных частей все хомуты на траверсе, как гиляндиные, так и скрепляющие траверсу с ногами опоры, заменены сквозными болтами. Ноги и траверса просверливаются строго по диаметральной плоскости дерева, в отверстия вставляются болты  $d = 25$  мм или шпильки и натуго забалчиваются. Одновременно упрощена и вырубка в ногах для траверсы: вместо охватывания траверсы по ее окружности траверса прикладывается к вогнутой выемке в ноге большего размера, чем окружность траверсы, что дает возможность подготовки и смены любой траверсы.

Вместо подвески хомутов в траверсе провертываются отверстия строго по оси траверсы и вертикально (т. е. в плоскости опоры). В эти отверстия вставляются шпильки из 19-миллиметрового железа, кончающиеся внизу крючками, и забалчиваются наверху гайками. Бандажи из плоских витков с фасонными шайбами и болтами также в целях уменьшения веса поковок заменены скруткой. Кроме того, скрутка позволяет бревнам лучше пружинить в случае обрыва провода на линии передачи.

Все металлические части опоры покрываются асфальтовым лаком.

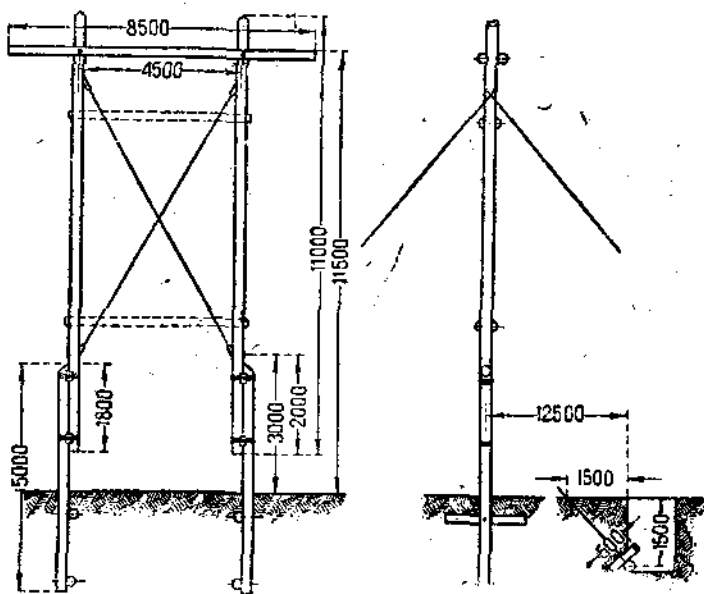
В случае необходимости повышения опор на 1 или 1,5 м, пасынки берутся соответственно 6,00 и 6,50 м. Процесс сборки не изменяется.

**5. Анкерная П-образная опора на растяжках для 115 кв.** Анкерная опора этого типа состоит из двух бревен 11 м, укрепленных бандажами и шпонками с пасынками длиной 5 м; траверса состоит из двух 8,5-метровых бревен с прокладкой между ними коротышей (фиг. 40).

В поперечном направлении опора снабжена двумя стяжными болтами из круглого 16-миллиметрового железа, а в продольном направлении укреплена двумя парами тросовых растяжек, закоренных на расстоянии 12 м в землю; кроме того, в продольном направлении эта опора имеет два поперечных подземных ригеля.

Растяжки и якоря ставятся во время установки опоры; сборка опоры в основном похожа на сборку П-образной промежуточной опоры.

В бревнах для траверс делаются не цилиндрические, а небольшие плоские вырубki; в обоих бревнах траверс делаются также небольшие плоские вырубki; хомуты, крепящие траверсу и ноги, несколько отличаются от хомутов в промежуточной опоре. Они состоят из двух глубоких полухомутов, скрепляемых друг с другом болтами. Последнее время эти полухомуты заменяются сквозными 25-миллиметровыми болтами. Между бревнами траверсы прокладываются коротыши, имеющие вырубki для плотного прилегания к бревнам траверсы.



Фиг. 40. Анкерная П-образная опора на растяжках для линий передач 115 кв

Траверсы и коротыши скрепляются сквозными болтами или шпильками  $d = 19$  мм, концы которых служат для наворачивания серег для крепления оттяжных гирлянд.

В подземных ригелях делаются цилиндрические вырубki для плотного прилегания к пасынкам; ригеля соединяются с пасынками помощью бандажей из оцинкованной проволоки с наружной стороны и болтами — с внутренней стороны.

Ригеля должны быть горизонтальны и лежать в плоскости, перпендикулярной к оси трассы.

В месте стыков ног опоры с пасынками закладываются дубовые шпонки, которые прикрепляются фасонными шайбами бандажей.

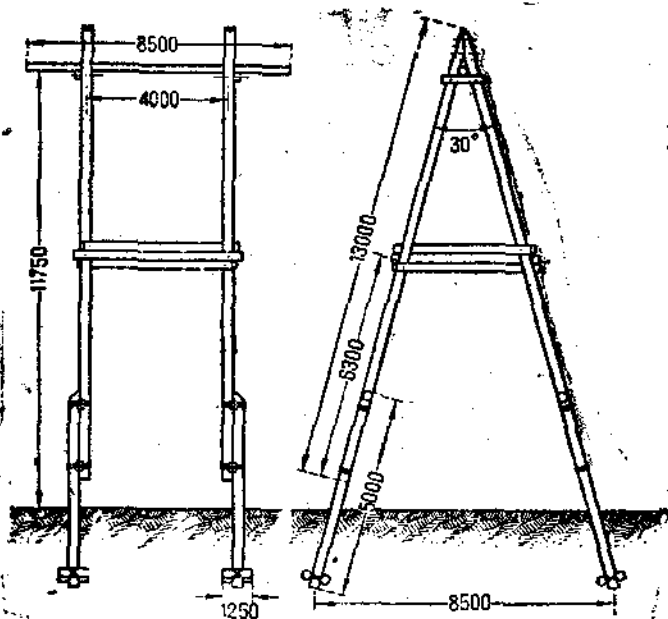
Установка диагональных стяжных болтов аналогична установке их в промежуточной опоре.

Траверса в местах соприкосновения с ногами, верхушки ног и пасынки на урвне земли также пропитываются маленитом и промазываются карболинеумом.

Опора при сборке кладется вдоль трассы, нижними ригелями к центрoвому колу пикета, в 3—4 м от него. Прямоугольник, образованный ногами опоры и траверсой, должен быть проверен на равенство диагоналей и расстояний между осями ног в верхнем отрубе и коме.

Плоскости стыков ног и пасынков должны быть параллельны осевой плоскости трассы.

Кривизна бревен (в случае ее наличия) располагается своей плоскостью также вдоль трассы.



Фиг. 41. Анкерная АП-образная опора 115 кв

**6. Анкерная АП-образная опора (жесткого типа) для 115 кв.** АП-образная опора, как это видно из ее названия, состоит из двух А-образных опор, соединенных между собой траверсой в виде буквы П. Она состоит из четырех 13-метровых бревен (ног), которые укреплены бандажами с четырьмя 5-метровыми пасынками (фиг. 41).

Пасынки имеют в своей нижней части по два коротких продольных ригеля.

Вверху между бревнами проходит 8,5-метровая траверса, опирающаяся на две коротких поперечины.

Процесс сборки такой АП-образной опоры проходит следующим образом.

Сначала порознь собираются две А-образные опоры — обычным способом, с обделкой верхней части, со шпонками в стыке между

бревнами, скрепленными по длине стыка двумя сквозными болтами, проходящими сквозь обе ноги. Пасынки располагаются не в плоскости буквы А, а перпендикулярно к ней.

Затем берется траверса, обрезается согласно чертежу, оправляется топором так, чтобы разница в сечениях двух ее концов была не более 5 см; на траверсе намечаются места примыкания к А-образным опорам. В последних, на определенной высоте от верха, делаются вырубki для прохода траверсы.

Несколько ниже к А-образной опоре с обеих сторон под траверсой прибалчиваются сквозными болтами поперечные накладки, несколько вырубленные посередине так, что вместе с вырубками в бревнах образуются отверстия для прохода траверсы. Затем, расперев ноги А-образных опор временными стойками, поднимают их на ребро таким образом, чтобы, во-первых, ноги были обращены к центральному колу пасынками наружу и лежали на местах около мест для крайних котлованов, во-вторых, чтобы плоскости А-образных опор отстояли по всей длине на одном и том же расстоянии, согласно чертежу, были направлены вдоль трассы, перпендикулярны к земле и на равном расстоянии от оси трассы.

Подъем А-образных опор легче всего произвести помощью маленьких лебедок и вспомогательной стрелы. В вертикальном положении А-образные опоры удерживаются расчалками в обе стороны.

Когда обе опоры установлены, в верхние отверстия между бревнами просовывают траверсу.

На определенном расстоянии от верха опоры, с наружной стороны, в плоскости П укрепляются две поперечные скватки, с вырубками в них для бревен, и прибалчиваются к ногам опоры. Эти скватки должны быть параллельны траверсе и на одном и том же расстоянии от нее. Сверху от поперечных скваток над ними располагается одна диагональная скватка, идущая в плоскости, перпендикулярной к оси опоры, а снизу, под скватками, другая диагональная скватка, пересекающая верхнюю. Эти четыре связи образуют поперечную диафрагму, плотно пригоняются своими вырубками к ногам опоры и натуго прибалчиваются болтами.

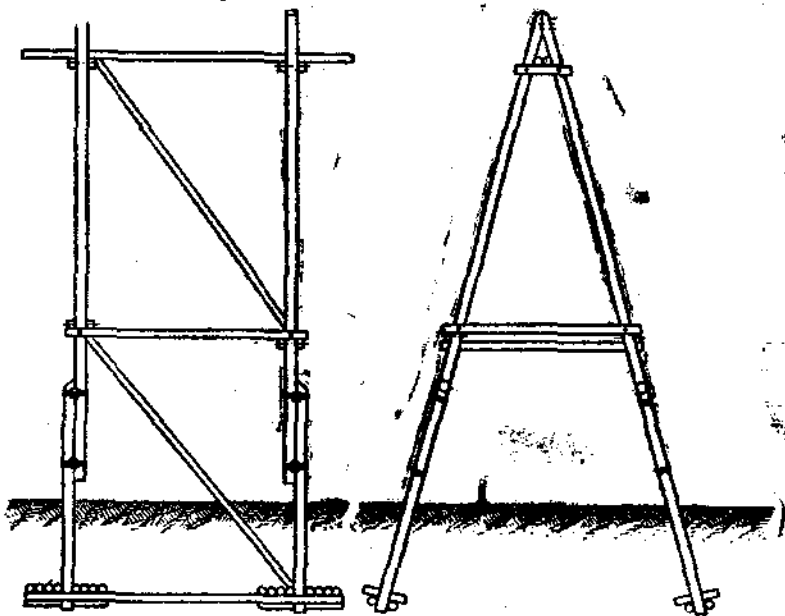
После этого к пасынкам внизу прибалчивается по два продольных ригеля. В траверсе в середине и по краям, на определенном расстоянии от центра, сверлятся дыры  $d = 19$  мм и в них вставляются шпильки, которые укрепляются гайками и шайбами к траверсе, на концы этих шпилек навертываются серьги для крепления оттяжных гирлянд.

Перед окончательной сборкой и закреплением всех болтов делается проверка сборки опоры. Прежде всего все элементы опоры должны быть выполнены строго по чертежам; линия верхнего стыка ног должна проектироваться на середину линии, соединяющую нижние концы бревен; прямоугольники, образованные А-образными опорами, траверсой и поперечными скватками, должны быть правильные, равны между собой, иметь попарно равные стороны и диагонали. Траверса должна иметь положение, перпендикулярное к оси опоры и плоскостям А-образных опор.

В остальном сборка опоры должна удовлетворять всем требованиям, перечисленным в описании сборки предыдущих опор (пропитка, промазка карболинеумом, окраска металлических частей асфальтовым лаком, обрезка лишних концов болтов и шпилек, расчеканка концов болтов, отсутствие просветов в стыках между ногами опоры вверху и между ногами и пасынками и т. д.).

**7. Угловая АП-образная опора для 115 кв.** На фиг. 42 указана угловая АП-образная опора с так называемыми „внутренними подкосами“.

Эта опора состоит, так же как и предыдущая анкерная опора, из двух А-образных опор из 13-метровых бревен на пасынках 5 м длиной. Эти две А-образные опоры соединены в одну в виде буквы П



Фиг. 42. Угловая АП-образная опора 115 кв

помощью средней диафрагмы, нижних поперечных ригелей и траверсы. Кроме того, в каждой плоскости П опора имеет и в верхней и в нижней своей части по одному раскосу, расположенному внутри угла, наподобие внешнему подкосу, идущему внутрь угла и в этой опоре отсутствующему.

Опора этого типа имеет, как угловая, более длинную траверсу, удерживаемую от продергивания между ногами опоры специальными колодками, скрепленными с траверсой.

Для противодействия опрокидыванию опоры внизу на поперечных подземных ригелях делается настил из продольных ригелей 1250 мм длиной.

Процесс сборки опоры этого типа аналогичен процессу сборки анкерной АП-образной опоры — с небольшими изменениями.



Сначала собираются А-образные опоры, причем в стыках между ногами и пасынками ставится по три шпонки. Поперечная диафрагма более сложна, а именно: каждая А-образная конструкция имеет в своей плоскости две поперечные связи, по одной с каждой стороны; под этими четырьмя связями проходят еще четыре связи, две из них в плоскости П и две — диагональные, в плоскости, перпендикулярной к оси опоры; эти последние скрепляются между собой в середине сквозными болтами. В углах диафрагмы диагонали и связи в плоскости П скреплены между собой болтами. Последние четыре связи диафрагмы собираются после того, как отдельные А-образные опоры собраны, выверены и поставлены на ребро.

Опора лежит на земле одной из плоскостей П; другая, к ней под углом, поддерживается диафрагмой и временными распорками.

Внизу пасынков в их подземной части прибалчиваются поперечные ригеля, а на них в свою очередь укрепляется по несколько продольных коротких ригелей.

Когда выверена вся опора и закреплена средняя диафрагма, начинают сборку четырех внутренних подкосов, по два с каждой плоскости П, причем два нижних подкоса проходят частью над землей, частью под землей.

Вверху подкосы упираются в накладки, которые приболчены к А-образным конструкциям; на эти накладки опирается траверса.

Концы раскосов скрепляются сквозными болтами с ногами опоры.

Затем в отверстия, вырубленные вверху ног опоры и в накладках, вставляется траверса, сбоку которой с наружной стороны внешней А-образной опоры (по отношению к углу поворота трассы) прибалчивается два коротыша, упирающихся вплотную к ногам опоры. Эти коротыши устанавливаются для противодействия выдергиванию траверсы внутрь угла под действием усилий вдоль проводов.

В траверсе просверливаются в определенных местах, согласно чертежу, сквозные, проходящие через ось отверстия  $d=19$  мм, в которые вставляются шпильки для навертывания серег для оттяжных гирлянд.

Если опора устанавливается на каком-либо переходе, то для двойного подвеса в траверсе просверливаются по три отверстия для каждого провода, в эти отверстия вставляются односторонние шпильки, своими свободными концами в сторону подвеса гирлянд изоляторов.

Верхушки бревен, как и в предыдущих опорах П-образного и АП-образного типа, скантовываются на две грани.

Остальные требозаия при сборке указаны в описании сборки предыдущей опоры.

Не рекомендуется как анкерные, так и угловые опоры АП-образного типа собирать отдельно в виде А-образных опор, в таком виде их поднимать и уже в поднятом состоянии выверять и соединять траверсой и поперечными связями. Такой способ не обеспечивает правильности их установки и прочности соединений, не говоря уже о большей трудности самой сборки опоры.

**8) Сборка специальных деревянных опор.** Специальные опоры (переходные, повышенные) имеют большее количество узлов, стыков,

раскосов, связей; сборка их выполняется способами, аналогичными приведенным выше.

Вследствие громоздкости некоторых специальных опор сборка их требует нескольких лебедок для раскантировки отдельных частей и дополнительных подмостей и лесов для сращивания бревен, находящихся над уровнем земли на той или иной высоте.

В остальном все требования, предъявляемые к сборке специальных опор те же, что и для указанных ранее опор.

#### **б) Изготовление и сборка деревянных опор в заводских условиях**

С введением в строительство линий передач древесины, пропитанной маслянистыми антисептиками на деревопропиточных заводах, процесс изготовления и сборки деревянных опор изменился и разделился на две совершенно отдельных части: первая — изготовление деталей деревянных конструкций перед пропиткой в сборочных мастерских на деревопропиточных заводах и вторая — сборка на пикетах пропитанных деталей опор и их металлических частей (болтов, хомутов, бандажей и пр.). Не останавливаясь на второй части процесса, так как она повторяет собой работы по сборке опор в линейных условиях, отличаясь от нее отсутствием плотничьих работ, в связи с чем эта сборка может производиться непосредственно установочными бригадами, перейдем к изложению первой части процесса, а именно изготовлению деталей конструкций деревянных опор на деревопропиточных заводах.

Сборочные мастерские на деревопропиточных заводах должны иметь достаточный запас круглого сухого соснового леса всех размеров, начиная от 13 м и кончая 5-метровыми бревнами различной толщины.

Из проектного отдела строящей организации в сборочные мастерские должны быть переданы рабочие чертежи деревянных конструкций соответствующих типов опор. Эти чертежи должны быть приспособлены для заводской сборки опор, т. е. должны иметь врубки, соответствующие условиям обезличенной сборки опор, в виду невозможности маркировать и сортировать опоры как на заводе, так и на линиях при массовом их изготовлении.

Почти во всех типах опор можно получить врубки, удовлетворяющие условиям обезличенной сборки, например в промежуточных П-образные — 30 и 115 кв промежуточных одиночных на пасынках 30 кв, анкерных П-образные на растяжках 115 кв и даже в сложных опорах (анкерные, угловые и пр.).

Анкерные и угловые деревянные опоры, имеющие АП-образную конструкцию и обладающие большим количеством сложных узлов, также могут быть приспособлены к обезличенной сборке.

Изготовление деталей деревянных опор сводится в основном к следующим операциям, производимым почти с каждым бревном: обрезка бревен по размерам согласно чертежам, оправка бревен, обтеска плоских стыков, устройство врубок, просверливание отверстий для болтов, заготовка мест для железных шайб и окантовка верхушек ног опоры и пасынков. Почти все перечисленные операции встречаются при изготовлении ног опоры, пасынков, траверс и ригелей.

поэтому и работа бригад в мастерских должна быть соответственно специализирована. Более квалифицированные бригады плотников работают с траверсами и ногами опоры, требующими более сложных операций, менее квалифицированные работают по изготовлению пасынков и ригелей.

Необходимо иметь в виду, что от точности изготовления отдельных деталей на заводе зависит качество опоры, собранной потом на линии.

Рассмотрим отдельные случаи изготовления деталей деревянных опор.

На фиг. 43 представлена П-образная промежуточная опора для 100 кв, приспособленная к обозначенной сборке на пропиточных заводах.

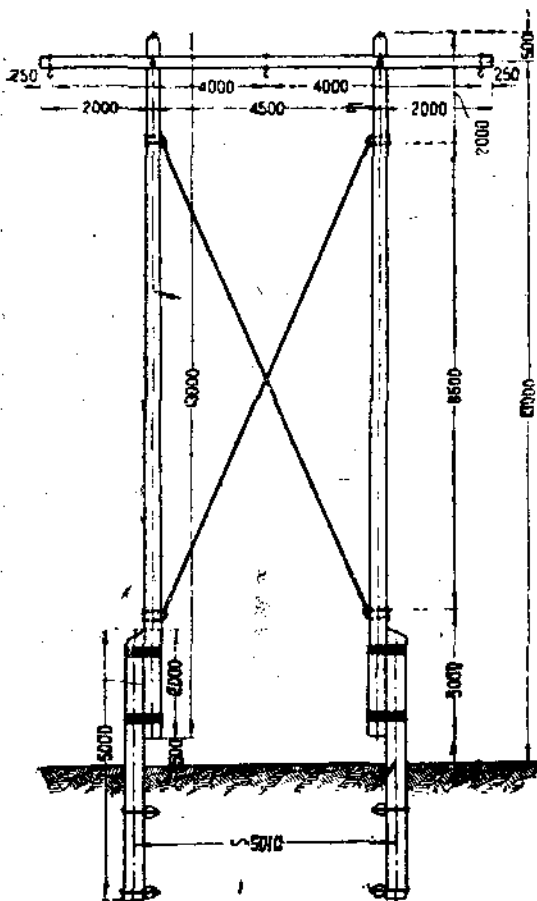
Опора этого типа состоит из двух ног 13-метровой длины, имеющих вверху трехгранные врубки для траверс и перпендикулярные к ним плоские стыки для пасынков — внизу. Кроме того, каждая нога имеет вверху в траверсной врубке одно отверстие для сквозного болта и по длине ноги расположены две пары отверстий в плоскости П для стяжных болтов (фиг. 44).

Далее опора имеет одну траверсу 8,5 м длиной, имеющую две трехгранные обтески для соединения с ногами, два отверстия в центре этих обтесок и три отверстия для крюков подвесных гирлянд, расположенных в плоскости П и проходящих через ось траверсы.

Два пасынка 5 м длины имеют вверху два плоских

стыка для соединения с ногами и внизу по две промежуточные вырубki для присоединения ригелей; кроме того, в каждом пасынке сверлится по два отверстия для сквозных болтов ригелей (фиг. 45).

Наконец, опора имеет четыре ригеля (два коротких и два длинных, см. фиг. 89), имеющих каждый по две прямоугольных обтески для соединения с пасынками и по два сквозных отверстия в этих обтесках.



Фиг. 43. Промежуточная опора 115 кв, приспособленная для обозначенной сборки на заводе

Порядок отдельных операций по обработке деталей следующий.

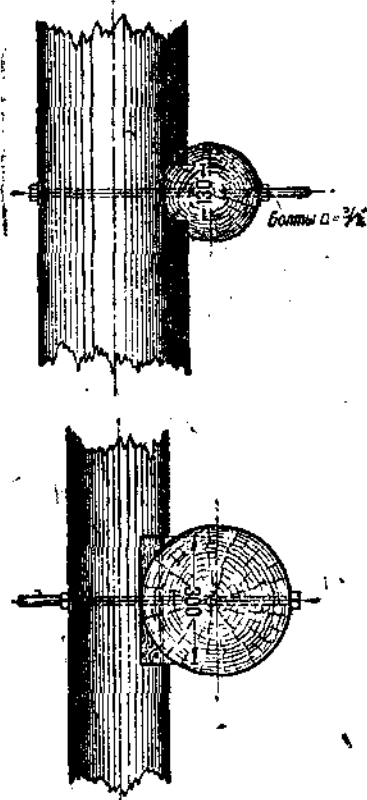
Сборочная мастерская оборудуется специальным деревянным помостом  $20 \times 8$  м, уложенным на бревна, лежащие в уровень земли на ровной площадке. Этот помост точно выверен и представляет собой плоскость, по возможности горизонтальную; он служит для проверки взаимной перпендикулярности или параллельности врубок, сделанных в разных концах бревна. К этому помосту подведена с двух сторон узкая колея с движущимися по ней платформами для подвозки бревен необходимых размеров из штабелей склада к месту сборки. На одной стороне этого помоста устраивается изображение ноги опоры: в одном конце прибивается наглухо к помосту обратное изображение трехгранной врубки в ноге или копия с обтески траверсы таким образом, чтобы плоскости граней этой обтески были параллельны плоскости помоста и перпендикулярны к кромке помоста. На расстоянии 2 м в одну сторону и 14 м в другую сторону по оси трехгранной обтески в помост забиваются гвозди, служащие для направления оси бревна. Прямая, проходящая через эти две метки, должна быть параллельна кромке помоста.

Сбоку от этой прямой на другой прямой на расстоянии от первой на 20 см забиваются гвозди, точно против тех мест, согласно чертежу, где должны сверлиться дыры для скоб стяжных болтов, и где начинается плоскость стыка ноги с пасынком.

Таким образом приготовленное место служит как бы шаблоном для массового изготовления ног опор данного типа.

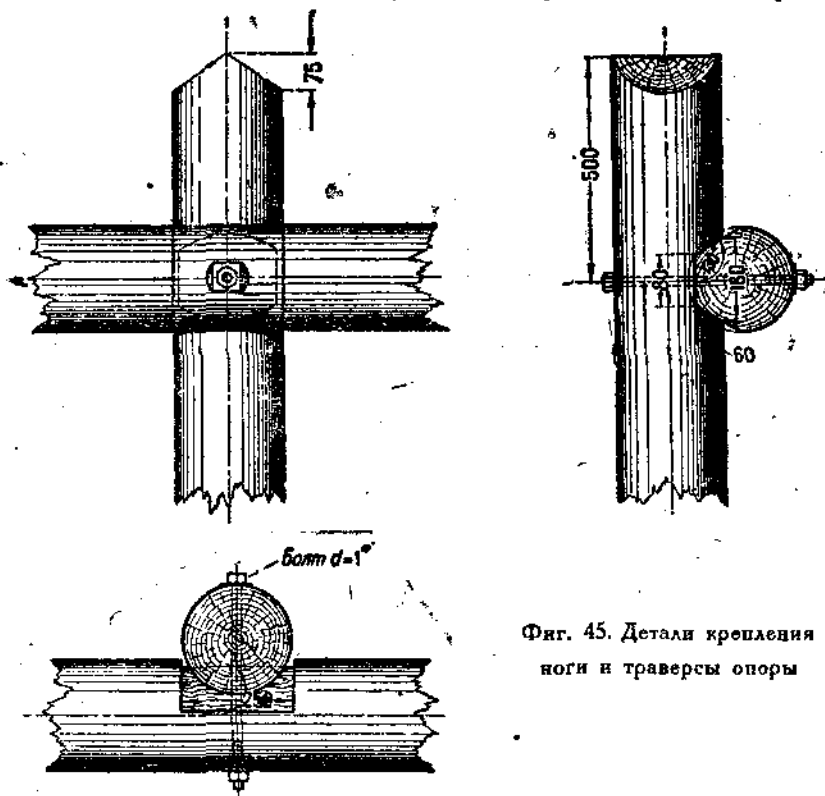
13-метровое бревно подвозится на платформах по узкой колее к сборочному помосту, здесь обрезается до необходимой длины согласно размеру чертежа, затем на расстоянии от верха согласно чертежу плотник делает топором трехгранную врубку для траверсы так, чтобы плоскость средней грани этой врубки была перпендикулярна к плоскости кривизны бревна, а ребро этой врубки было перпендикулярно к оси бревна.

Правильность врубки проверяется специальным металлическим шаблоном, вырезанным из листового железа толщиной 2—3 мм и являющимся дополнением к шаблону для трехгранной обтески для траверсы (фиг. 46). Шаблон для ноги обязательно должен иметь заклепки, которые определяют глубину врубки, дабы не врезаться в дерево глубже размера, указанного на чертеже. После того как врубка тра-



Фиг. 44. Детали крепления ригеля и пасынка опоры

версы готова и выверена по шаблону, бревно поворачивается врубкой вниз и кладется плашмя на помост так, чтобы, во-первых, ось бревна легла строго вдоль изображения оси на помосте, а врубка точно и плотно легла на свое изображение на помосте, также выверенное во второй части металлического шаблона. Тогда метки, забитые на место скоб для стяжек, определяют точно положение отверстий для этих скоб, причем сноску этих меток на бревно плотник делает по угольнику, а метки против начала врубки стыка для пасынка позволяют делать эту плоскость стыка, глубина которой и строгая перпенди-



Фиг. 45. Детали крепления  
ноги и траверсы опоры

кулярность по отношению к плоскости врубки для траверсы проверяются также угольником, передвигающимся вдоль боковой прямой своей одной гранью так, чтобы вторая его вертикальная грань была ближе на 2 см к оси бревна в начале стыка от поверхности дерева в этом месте.

После проверки плоскости стыка бревно поворачивается вокруг своей оси на  $90^\circ$ , и в отмеченных местах сверлятся дыры для сквозных скоб стяжек. Во время перечисленных операций верхушка столба окантовывается на две грани с ребром вдоль трассы. На этом и заканчивается приготовление ноги опоры.

В то время как сверлятся дыры и делается плоскость стыка для пасынков в данной ноге, должно быть подано на помост следующее

13-метровое бревно; оно обрезается по размеру, и в нем делается трехгранная врубка для траверсы.

После обработки первого бревна оно отвозится по узкой колеи с другой стороны помоста в штабеля леса для пропитки, а на его место на помост кладется следующее бревно и т. д.

При правильном распределении отдельных элементов работы между двумя плотниками и одним рабочим можно быстро наладить конвейерное изготовление деталей опор.

При изготовлении ног надо иметь в виду несимметрию их плоскостей стыков с пасынками с плоскостями врубок для траверс, поэтому должно изготавливаться парное количество левосторонних и правосторонних ног. За парностью ног необходимо следить и далее во время пропитки, погрузки, отправки на линии и развозки по пикетам.

На том же помосте с другой стороны или с торцевого конца делаются изображения траверс, пасынков и ригелей.

Протекание процесса изготовления этих деталей аналогично только что приведенному.

При переходе от изготовления опор одного типа к изготовлению опор другого типа направление осей для бревен остается прежним, а меняются лишь места отметок дыр и стыков ног с пасынками.

Для ускорения работ можно иметь таких шаблонированных помостов вдоль узкой колеи не один, а несколько, соответственно увеличив количество плотников и инструмента.

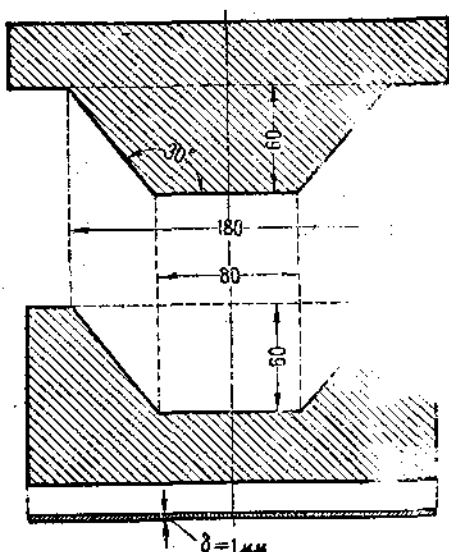
Инструмент, потребный для одного такого шаблона, следующий: 1 поперечная пила, 2 мотора, набор необходимых бурячов (1 комплект), 2 угольника, 1 складной металлический метр, 1 металлическая рулетка, 2 рубанка, 2 уровня и 1 ватерпас.

## V. УСТАНОВКА ОПОР

Установка опор является одной из самых главных работ в сооружении линии передач высокого напряжения.

Установка опор в основном состоит из земляных работ, бетонных (в отдельных случаях свайных, взрывных), работ подготовительных к подъемке работ и работ собственно по подъемке опор.

Все эти элементы работ по установке опор сильно различаются в зависимости от типа опор, наличия и типа фундаментов, рода



Фиг. 46. Шаблон для шестигранной обтески траверс

грунта, способа подъёмки и, наконец, в зависимости от целого ряда местных условий вдоль трассы линии передачи.

Рассмотрим различные способы установки опор на линии передачи — для металлических опор с разъемным и неразъемным основанием и для деревянных опор.

## 1. Металлические опоры

Металлические опоры, применяемые на линиях передач, представляют собой большей частью решетчатую конструкцию с широким или узким основанием, той или иной высоты.

Вес опоры самый разнообразный и колеблется от 1,5 до 10 т; специальные опоры весят еще больше — до 30 т и более.

В связи с громоздкостью конструкций, с одной стороны, и тяжелым их весом — с другой, процесс установки металлических опор на линиях передач должен быть максимально механизирован, дабы уменьшить применение и нагрузку живой силы рабочих, участвующих в процессе установки опор. Поэтому применение всех видов механизации этой работы, начиная с полиспастов и лебедок, различного типа подъемных стрел и кончая тракторами и гусеничными подъемными кранами, целесообразно и необходимо.

Так как способы установки металлических опор всех типов и весов зависят прежде всего от типа основания опоры, необходимо рассмотреть отдельно способы установки опор с основными типами фундаментов.

### а) Установка металлических опор с разъемными основаниями

Опоры этого типа состоят из двух отдельных частей — надземной и подземной. Такое разделение опоры дает возможность расчленить установку опоры на два отдельных процесса: устройство основания (подземной части) для опоры и установка самой опоры на готовое основание. Кроме того, такое разделение процесса установки опоры имеет целый ряд преимуществ перед установкой опор с неразъемным основанием в случае бетонирования фундаментов, в случае установки опор вблизи проводов высокого напряжения и, наконец, дает возможность организовать отдельную бригаду по основаниям и вести работы по основаниям и установке опор параллельно.

Устройство разъемных оснований. Подземные части основания опор выполняются или в виде специальных подножников (металлических, железобетонных и др.), или в виде бетонных фундаментов с заложенными в них анкерными болтами, на которые ставятся ноги опоры, или, наконец, в виде продолжения опоры, скрепленного с самой опорой болтами в поясных уголках опоры.

Основания первой категории обычно бывают у опор американского типа, а второй и третьей категории — у опор американского и немецкого типа, причем основания третьей категории преимущественно бывают у опор немецкого типа.

Остановимся сначала на устройстве оснований для металлических опор с разъемными основаниями.

1) **Установка подножников.** Металлические подножники промежуточных и анкерных опор американского типа по конструкции мало чем отличаются друг от друга; по размерам подножники для промежуточных опор меньше и мельче (фиг. 47), а для анкерных — больше и глубже. Кроме того, анкерные подножники в своей середине имеют на определенной высоте приклепанный вертикально лист из котельного железа для улучшения работы подножников на вырывание вдоль линии.

Установка подножников промежуточных и анкерных опор для шестипроводной линии 100 кв производится следующим образом.

Над центром центрального кола по отвесу устанавливается гониометр. После проверки прямой, проходящей через нити в противоположных прорезах гониометра на две соседних опоры, приступают к разбивке четырех котлованов, под каждый подножник отдельно.

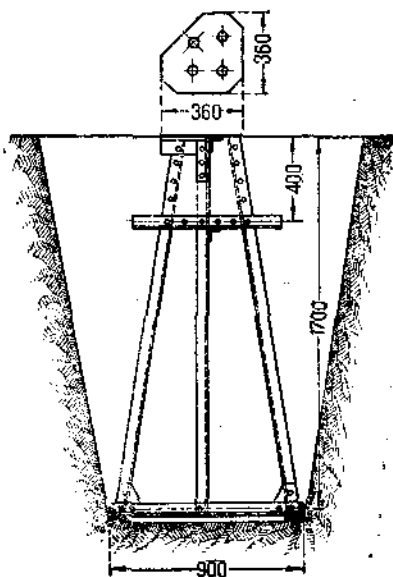
Размеры котлованов по верху могут быть различны, в зависимости от грунта; по низу одинаковы и должны отвечать размерам днища подножника с небольшим запасом.

Когда котлованы вырыты до глубины, равной высоте подножника, глубина и сами днища котлованов выверяются помощью вертикальной рейки с делениями, опускаемой последовательно во все четыре котлована, горизонтальной рейки и уровня.

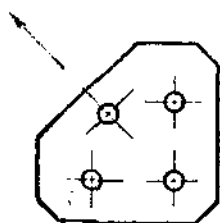
После проверки днищ котлованов по рейке и уровню и уплотнения грунта в них в котлованы опускаются подножники с возможной осторожностью, дабы не взрыхлить грунт на дне котлованов (особенно в случае подножников для анкерных опор, как более тяжелых), так, чтобы они встали средними дырами верхних пят к центральному колу (см. эскиз верхней пяты подножника на фиг. 48).

На верх подножников накладывают собранный в стороне металлический шаблон, соответствующий данному типу опоры, который располагается по шнуру, натянутому строго вдоль оси линии электропередачи, для чего на двух противоположных поперечных уголках шаблона посредине делаются зубилом специальные метки.

Под угловые накладки установленного и выверенного шаблона подвигаются подножники по дну котлованов так, чтобы, во-первых, боковые дыры пяты подножника пришлись строго под дырами



Фиг. 47. Подножник для промежуточной опоры 115 кв. американского типа



Фиг. 48. Эскиз верхней пяты подножника



накладки шаблона и, во-вторых, чтобы сами подножки в котлованах стояли вертикально, для чего проверяется каждый подножник по отвесу в двух направлениях (фиг. 49).

Для того чтобы было легче работать с шаблоном, земля при рытье котлованов выкидывается на внешние стороны.

После установки подножников, выверки совпадения болтовых дыр и вертикальности подножников, накладки шаблона и пяты подножников скрепляются короткими болтами, не менее трех на пяту.

Установленные на своих местах подножки проверяются по нивелиру, для чего на пяты подножников ставится нивелировочная рейка и определяется уровень каждого из четырех подножников по порядку, начиная с первого (первым считается ближний левый, если смотреть вдоль трассы по возрастанию номеров опор; нумерация подножников производится по ходу часовой стрелки).



Фиг. 49. Установка металлических подножников в котловане

По самому нижнему из подножников осаживают трамбовками остальные три до тех пор, пока расхождение в горизонтальных плоскостях верхних пят подножников не будет менее 2—3 мм. После этой проверки еще раз смотрят на метки шаблона, которые за все время установки не должны сдвигаться из-под шнура и, приступают к засыпке грунта слоями не более 20—25 см, все время плотно утрамбовывая засыпаемую землю, особенно внутри подножника, поливая время от времени утрамбованную землю водой.

После засыпки всех четырех котлованов шаблон разбалчивается, разбирается и перевозится на следующий пикет.

В том случае, если при рытье котлованов для подножников встречается слой плавуна с илистыми примесями и притоком воды на уровне дна подножника (или немного выше), рекомендуется для уплотнения основания под дном подножника делать подушку из

гравия средней величины, размерами несколько большими площади днища подножника, и высотой от 0,15 до 0,40 м в зависимости от слоя плавбуна.

Этот слой гравия тщательно утрамбовывается, выравнивается по уровню и во всех четырех котлованах по нивелиру, и на него опускаются подножники. В остальном работа по установке подножников аналогична приведенной выше.

Если по зондировочному профилю промежуточная или анкерная опора американского типа попадает на мелкое болото (преимущественно торфяное), работа по установке подножников может производиться указанным ниже способом.

Под мелкими торфяными болотами разумеется обычно грунт с верхним слоем торфа от 0 до 2,00 м, находящегося в полуразжиженном состоянии; этот грунт не может считаться способным воспринимать давление опоры через днище фундамента и противодействовать вырыванию подножников. Поэтому необходимо делать небольшое бетонное основание, армированное железной проволокой ( $d = 9,5 - 16$  мм).

В отличие от вышеприведенных случаев, необходимо сначала вырыть в торфе небольшой котлован глубиной 0,80—1,00 м, затем в него опустить ящик из шпунтовых досок, а если приток воды незначителен, то из простых обрезных досок, вынимая постепенно грунт внутри ящика и вычерпывая (или выкачивая насосом) набирающуюся в ящике воду.

Опускание ящика, предохраняющего стенки котлована от обвалов во время работ по установке подножников, может быть произведено двояким способом.

Первый — это забивка вертикального шпунта, с устройством сверху обвязки в виде рамы. Шпунтовые доски обрезаются внизу острием к стенке котлована, дабы при забивании шпунта отдельные доски не отходили в сторону центра котлована. Этот способ хотя и более легкий в смысле забивки каждой отдельной доски, зато имеет ряд недостатков: большее количество времени на забивку всего ящика, чем при горизонтальном шпунте; большой приток воды благодаря большому количеству стыков на единицу высоты ящика, неэкономичность использования шпунтовых досок, не всегда поддающихся выемке из котлованов после производства работ.

Второй способ опускания шпунтовых ящиков — это устройство отдельных щитов, служащих гранями ящика, из горизонтально расположенных шпунтовых досок, причем сначала набиваются вложенные шпунтом друг на друга 3—4 доски на вертикальные бруски, которые располагаются по стенке котлована, образуя собой направляющие для забивки противоположных щитов. Нижние доски щитов обтесываются наподобие стамески, причем стесанная грань ее направлена внутрь котлована (фиг. 50) для отжимания щитов при забивке во внешнюю сторону.

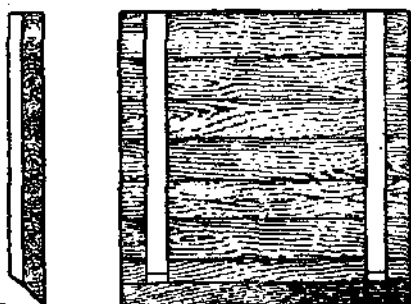
Сначала устанавливаются все четыре щита, имеющие по 3—4 доски, и рабочие, стоя на краю котлована или на подмостках, ручной бабой забивают равномерно все щиты, не перекашивая их и опуская в землю постепенно и в строгом порядке одну сторону ящика за другой. По

мере опускания щитов последние наращиваются следующими шпунтовыми досками, нарезанными заранее необходимой длины. Грунт по мере опускания ящика выбирается лопатой около нижней части щита, отбрасывается в середину котлована и оттуда выбрасывается наружу. В процессе забивания щитов притекающая в ящик вода все время выкачивается насосом или ведрами (при медленном притоке).

Преимущества второго способа опускания шпунта — меньшая затрата времени на забивку всего ящика, возможность вытащить шпунтовые доски для щитов котлованов других опор, меньший доступ воды в котлован, меньшее искривление колодца при его опускании и ряд других преимуществ.

Недостатком второго способа является некоторая порча шпунтового профиля досок при неумелом забивании щитов, влекущая за собой или переделку шпунта вынутой доски или постановку ее на следующем котловане без шпунта.

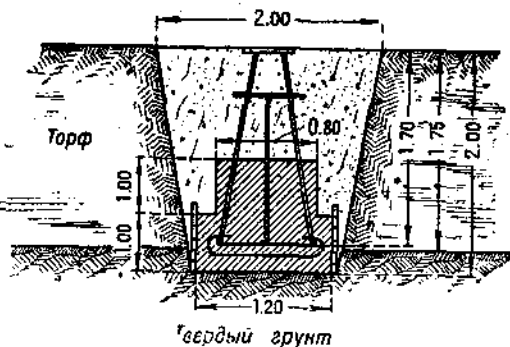
Выбор того или другого способа опускания производится каждый раз отдельно в зависимости от местных условий применения шпунтовых ящиков.



Фиг. 50. Обтечка нижней грани шпунтовой стенки

Выемку грунта надо производить до глубины не менее чем на 0,25—0,30 м ниже уровня плотного грунта. Глубина и высота бетонного основания соответственно находятся в зависимости от глубины залегания плотного грунта.

На фиг. 51 показан тип основания на мелком болоте, где глубина залегания плотного грунта равна 1,75 м. Высота подножника для промежуточной опоры американского типа равна 1,70 м. В данном случае делаются подушки из бетона размером 1,20 × 1,20 м на глубине 2,00 м, высотой 0,30 м до дна подушника; эти подушки уравниваются в каждом из четырех котлованов по нивелиру, причем посредине высоты подушек закладывается клетка из арматурного железа 9,5—16 мм для скрепления подушки с верхней частью бетонного основания и подножником. После однодневного перерыва для схватывания бетона на его поверхности устанавливаются металлические



Фиг. 51. Основание для одной ноги промежуточной опоры американского типа 115 кв. на мелком болоте

подножки по шаблону и способом, описанным выше, поверх дна подножников прокладываются загнутые концы арматуры, и бетонный массив бетонируется выше, причем если сверху котлован будет засыпаться вместо вынутого торфа привезенным песком (или другим работающим на вырывание грунтом), то бетон делается выше дна подножника на 15—25 см. Если же котлован будет засыпаться торфом, то делается небольшой ступенчатый массив высотой 0,60—0,80 м над дном подножника. Затем котлован доверху засыпается торфом или грунтом, слоями с тщательной утрамбовкой.

В обоих случаях засыпки, и грунтом и торфом, необходимо, чтобы суммарный вес подножника, бетона и грунта (если он насыпается) не был менее, чем полтора-двакратное вырывающее усилие, приходящееся на каждую ногу при расчете опоры на опрокидывание.

Наконец, в случае установки металлических подножников на глубоком торфяном болоте необходимо прибегнуть или к забивке свай для передачи давления от опоры через торф на плотный грунт или (реже) к устройству бутовой кладки на плотном грунте.

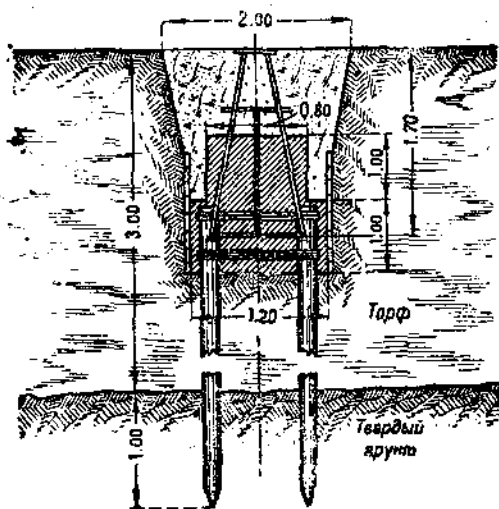
Выбор того или иного способа зависит от местных условий, наличия бревен для свай и строительных материалов. Устройство бутовой кладки похоже на устройство бетонного основания, с той лишь разницей, что вместо бетона в колодец шпунтового ящика закладывается бутовая кладка, на выравненную поверхность которой устанавливаются подножки. Глубина кладки зависит от глубины залегания плотного грунта и должна быть на 0,20—0,30 м ниже уровня плотного грунта.

Рассмотрим способ установки подножников на глубоком болоте при помощи свай.

При глубине залегания торфа от 2,00 м и более торфяное болото считается глубоким. В частности на эскизе, изображенном на фиг. 52, указана глубина болота 3 м (подножник — промежуточной опоры).

Грунт выбирается из котлованов при помощи шпунтовых ящиков на 25—30 см ниже уровня дна подножника, независимо от глубины болота.

Около края котлована устанавливается копер для забивки свай (см. ниже) или подмости для ручной забивки свай при не особенно глубоких болотах. Всего на опору заготавливается 16 свай (по 4 шт. на подножник). Толщина свай в верхнем отрубе должна выбираться



Фиг. 52. Основание для одной ноги промежуточной опоры американского типа 115 кв. на глубоком болоте

в зависимости от типа опоры и ее веса, но не тоньше 20 см. Длина свай выбирается с таким расчетом, чтобы в плотный грунт свая вошла не менее чем на 1—1,5 м.

Далее производится разбивка центров для свай, и сваи по этим центрам (или по специальному деревянному шаблону в виде рамы с отверстиями, направляющими ось свай) забиваются по возможности до отказа, но не менее 1 м в плотный грунт.

Когда все 16 свай забиты, от них отрезаются верхние концы таким образом, чтобы над уровнем дна подножников сваи выступали на 30—40 см.

После опиливания свай вынимаются из котлованов все посторонние предметы, выкачивается вода и производится бетонировка подушки до уровня дна подножника по нивелиру, причем посредине толщины подушки четыре сваи стягиваются по диагонали бандажами из железной проволоки  $d=6$  мм. После двухдневного перерыва для схватывания бетона на подушки устанавливаются по шаблону и нивелиру подножники, опять производится бетонировка оснований поверх дна подножника до высоты 40—50 см над ним. От верха свай до верха бетона расстояние должно быть не менее 10 см.

Посредине слоя бетона, расположенного над дном подножника, в процессе бетонировки сваи опять стягиваются двумя диагональными бандажами из 4—5 оборотов железной проволоки  $d=6$  мм.

В остальном работа производится так же как и на предыдущем типе оснований. Толщина бетонной стенки между сваями и стенкой ящика должна быть не менее 10 см.

В случае анкерной опоры сваи берутся не тоньше 25 см в верхнем отрубе.

Самый процесс забивки свай производится следующим образом.

Для забивки свай применяются обычно ручные копры, представляющие собой деревянную конструкцию в виде двух вертикальных стрел, установленных на специальном помосте, укрепленном тремя подкосами или подкосом и двумя тросовыми боковыми оттяжками. Все части конструкции копра изготавливаются из сосновых брусьев. Копер обычно снабжается лестницей.

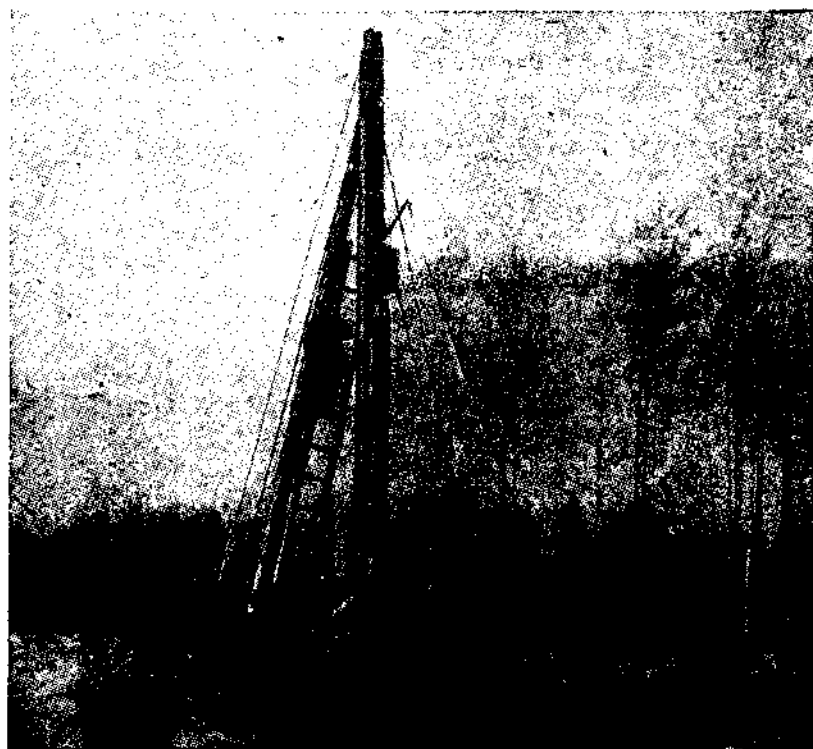
Высота копра должна быть рассчитана на забивку с поверхности земли свай данной длины с запасом на длину бабы. Наверху копра укрепляется однородный блок, через который передается трос, одним концом зацепленный за крюк чугунной бабы весом 400—500 кг, а другим концом идущий на барабан лебедки, установленной на помосте сзади стрелы копра. Наверху бабы над крючком имеется собачка с рычагом, поворачивая который можно освободить ушко бабы от поддерживающего ее крюка с тросом, вследствие чего баба, предварительно поднятая тросом помощью лебедки на определенную высоту, падает вниз на сваю.

Баба при падении движется в направляющих между двумя брусьями стрелы или впереди стрелы (фиг. 53).

Вначале на пикете, где должны быть забиты сваи, производится разбивка центров свай, причем иногда для правильной забивки свай последняя окружается направляющей деревянной рамой, скрепленной с помостом копра.

Копер, собранный и оборудованный лебедкой, тросом и бабой, устанавливается таким образом, чтобы стрела его, во-первых, имела строго вертикальное положение, во-вторых, отстояла от намеченного центра сваи на половину толщины бревна.

Когда копер установлен, перед его стрелой располагают вертикально сваю, заостренную внизу и сверху снабженную железным кольцом во избежание расщепления верха сваи при ударах бабы.



Фиг. 53. Копер для забивки свай

Сваю устанавливают острием над центром разбивки на пикете и привязывают в одном-двух местах хомутами к стреле. При плотных грунтах на сваю снизу надеваются чугунные башмаки (бугеля) для лучшего углубления в грунт.

После установки сваи начинают производить ее забивку. Вращая рукоятку лебедки, поднимают бабу на определенную высоту, затем дергают за веревку, привязанную к освобождающему рычагу, и освобожденная баба, падая вниз, ударяет по свае. Затем снова поднимают бабу лебедкой наверх и так несколько раз подряд. Во время ударов следят за вертикальностью направления забивки сваи в грунт. Ряд ударов подряд в количестве от 15 до 20 (при ручном копре) называется „залогой“. Для забивки сваи необходимо произвести несколько таких залогов до тех пор, пока углубление сваи от каждого

следующего удара не делается постоянным и равным отказу, соответствующему грузу  $P$ , который должна воспринимать на себя свая.

Отказ не должен превосходить величины, определяемой по формуле:

$$L = S \frac{5FQH}{2P(P+5F)} \cdot \frac{Q' + 0.2Q}{Q' + Q}$$

- где  $L$  — отказ в см,  
 $S$  — число ударов в залоге,  
 $F$  — площадь поперечного сечения сваи в см<sup>2</sup>,  
 $P$  — расчетная нагрузка сваи в кг,  
 $H$  — высота подъема бабы в см,  
 $Q'$  — вес бабы в кг,  
 $Q$  — вес сваи в кг (включая и вес подбабка, если таковой имеется).

Глубина забивки сваи определяется достижением необходимого отказа и должна быть не менее 1—1½ м в плотном грунте.

В случае глубоких болот, а также в случае, если верх сваи должен быть ниже уровня земли, применяется подбабок, так как стрелы копра может не хватить. Подбабок изготовляется обычно из коротких бревен необходимой длины, имеющих на концах железные кольца и посредине шкворни для скольжения в направляющих стрелы.

Во время свайных работ ведется журнал забивки свай по следующей форме:

#### ЖУРНАЛ

работ по забивке свай . . . . .  
 по линии . . . . . кв . . . . .  
 произведенных . . . . .  
 . . . . . 193 . . . . . г.

№ опор	№ залог	Количество ударов	Величина отказа, см	Общая глубина залегания свай	Примечание

Общая глубина залегания сваи в грунте определяется помощью рейки, помещенной на стреле копра.

После забивки первой сваи копер передвигают, не разбирая его, для забивки второй сваи; так забиваются все сваи данного пикета.

При бетонировке на болотах с большим притоком воды в котлованах, раствор бетона для нижней части основания берется не менее тощий, чем 1 : 3 : 6, и изготовляется несколько суше, чем при сухом грунте. Самая бетонировка может быть произведена при непрерывном откачивании воды из котлована и укладывании бетона плотными

вертикальными небольшими слоями, отжимая воду в один край котлована или же опуская бетон более жирного состава под воду в мешках и без них. Экономичность обоих способов, как в смысле расхода цемента, так и в смысле рабсилы для откачивания воды, определяется каждый раз в зависимости от притока воды и местных условий.

(Способы приготовления и укладки бетона приведены ниже при описании оснований в виде бетонных фундаментов.)

Установка подножников для анкерных опор американского типа трехпроводной линии 100 кв по существу ничем не отличается от таковой для опор шестипроводной линии; разница лишь в несимметричности расположения подножников внутри центра опоры: у опор шестипроводной линии 100-кв центры ног образуют квадрат, а у опор трехпроводной линии 100-кв центры образуют прямоугольник, большей стороной перпендикулярный к оси трассы.

**2) Устройство бетонных фундаментов для оснований опор на линиях передач.** Угловые и концевые опоры американского типа, некоторые опоры немецкого типа, анкерные опоры американского типа, повышенные на 4, 6 и более метров, специальные переходные опоры — все эти типы опор обычно имеют основание в виде бетонного подземного фундамента, имеющего ступенчатые формы, а в случае переходных через реку опор и надземная часть выполняется в виде бетонных пирамид, служащих одновременно и ледорезами на поймах рек.

Внутри бетонных фундаментов закладываются анкерные болты из круглого железа диаметром от 25 до 50 мм в зависимости от типа опоры. Анкером для этих болтов являются специальные крестовины или клепаные конструкции другой формы из углового железа, заложенные на определенной глубине в бетоне фундаментов.

Верхние концы анкерных болтов выступают на 10—15 см над уровнем бетонных фундаментов, и на них надеваются своими отверстиями пяты ног опор при подъёмке последних.

Все анкерные опоры американского типа с бетонными основаниями имеют четыре одинаковых фундамента, отдельных для каждой ноги опоры. Угловые опоры американского типа имеют два больших фундамента, располагаемых на внешней стороне угла и работающих на вырывание, и два меньших фундамента, располагаемых внутри угла поворота трассы линии передачи и работающих на смятие грунта.

Опоры немецкого типа имеют общий фундамент для своего основания, по краям которого заложены анкерные болты; на эти болты устанавливается нижняя рама опоры.

Для каждого типа опоры разбивка фундамента производится по-разному, но производство работ по устройству самого основания мало отличается друг от друга (за исключением оснований для опор на переходах через судоходные реки).

Рассмотрим процесс работы по устройству основания угловых опор американского типа шестипроводной линии 100 кв.

Разбивка котлованов для этих опор отличается от таковой для промежуточных и анкерных опор.

Так как опора стоит на углу трассы линии передачи и имеет несимметричные фундаменты относительно перпендикуляра к биссек-



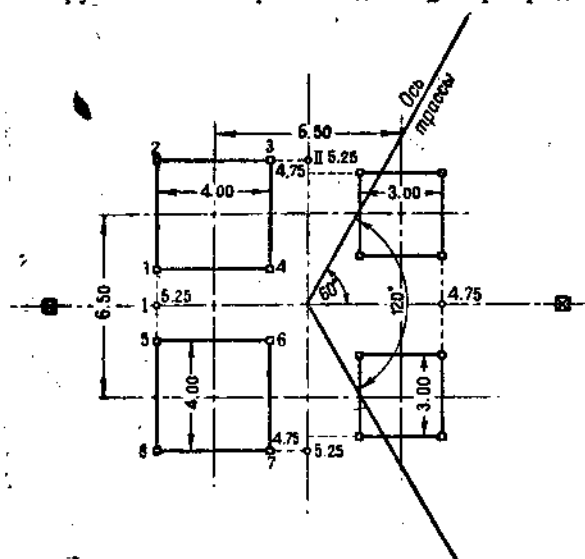
трисе угла, то объемы земляных работ, соответствующие объему бетонных работ, а следовательно, размеры котлованов по верху у каждой пары ног будут неодинаковые.

Кроме того, опоры, стоящие на разных углах по трассе, при равных малых фундаментах, работающих на смятие грунта, могут иметь различные большие фундаменты, работающие на вырывание.

Разбивка котлованов для какой-нибудь угловой шестипроводной опоры американского типа производится по способу, указанному на фиг. 54.

На фиг. 54 приведен пример разбивки котлованов для угловой опоры типа „120°“ для среднего грунта.

Над центром опорного кола устанавливается по отвесу угломерный инструмент. Смотря назад на центр предыдущей опоры и вперед на



Фиг. 54. Схема разбивки котлованов для угловой опоры американского типа 115 кв.

центр следующей опоры, находят угол поворота трассы и делят его пополам. Затем восстанавливается на месте и закрепляется колышками биссектриса угла и линия, к ней перпендикулярная.

Размеры котлованов по верху:  $4,00 \times 4,00$  м для больших фундаментов и  $3,00 \times 3,00$  м для малых фундаментов; расстояние между центрами ног опоры  $6,5$  м.

По биссектрисе внутрь угла на расстоянии  $4,75$  м от центра забивается колышек, а в противополо-

жную от угла сторону — на расстоянии  $5,25$  м. По линии же, перпендикулярной к биссектрисе, в обе стороны от центра забивается по два колышка, на расстоянии  $4,75$  и  $5,25$  м. Обозначим для одного из внешних котлованов его углы цифрами 1, 2, 3, 4, точки забивки кольев на биссектрисе и перпендикулярные к ней соответственно — I и II, углы второго внешнего котлована — цифрами 5, 6, 7 и 8. Берут затем полотняную рулетку, ее нуль держат в точке I и отметку „10,50“ в точке II, тогда отметка „5,25“ рулетки в натянутом положении дает внешний угол котлована (точка 2). Затем по линиям 2—II и 2—I откладывают по  $4$  м, и положение точек I и 3 дает два других угла котлована.

Наконец, держа „0“ рулетки в точке I и отметку „8,00“ рулетки в точке 3, получают при натянутой рулетке точку 4, четвертый угол котлована. Эта работа выполняется на каждом котловане. Для проверки следует помнить, что точки: 2, 1, 1, 5, 8 и 3, 4, 6, 7

должны лежать на одной прямой, так же как и у малых котлованов.

Размеры котлованов по верху для фундаментов одних и тех же угловых опор могут быть различны в зависимости от рода грунта.

Так как работа по устройству бетонного фундамента производится обычно в течение 2—3 дней, а в отдельных случаях сложных фундаментов и более, стенки вскрытого котлована не должны обваливаться во время работ. Предупреждение обвала может быть достигнуто заданием откосов, соответствующих характеру грунта.

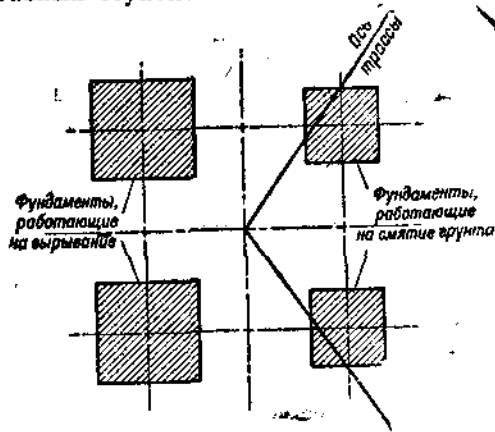
Для бетонирования фундаментов угловых опор каждого из трех типов должна быть заготовлена опалубка в виде прямоугольных щитов, сбитых из 19- или 25-миллиметрового теса и имеющих размеры, которые указаны в таблице для разных ступеней бетонных массивов.

После того как вырыты все четыре котлована, дно их выравнено по уровню и глубина котлованов соответствует высоте фундамента, приступают к установке нижних ящиков опалубки, проверяя вертикальность стенок ящика по отвесу. Во избежание выпучивания бетона устраивают распор стенок ящика в откос котлованов. При установке опалубки, кроме проверки вертикальности стенок, делают еще следующие проверки: 1) равенство сторон и диагоналей ящика, 2) горизонтальность установки ящика, 3) стенки ящиков должны быть попарно параллельны биссектрисе угла и перпендикуляру к ней и 4) центр ящиков должен совпадать с геометрической осью будущего бетонного фундамента. Эта ось расположена от биссектрисы и ее перпендикуляра к ней, не на 3,25 м ( $\frac{1}{2}$  от разноса ног, равного 6,50 м), а 3,19 м, так как разнос ног, равный 6,50 м, взят не между центрами давления опоры на фундамент каждой ноги, а между обушками поясных уголков ног опоры, а центр давления отстоит от угла поясного угольника на расстоянии центра тяжести уголка от его обушки (для опоры типа „120°“ это расстояние  $\approx 60$  мм). Поэтому расстояние между осями фундаментов для опоры этого типа будет  $6,50 - 2 \cdot 0,06 = 6,38$  м (фиг. 55).

После установки нижних ящиков опалубки приступают к установке шаблона и анкерных болтов с крестовинами.

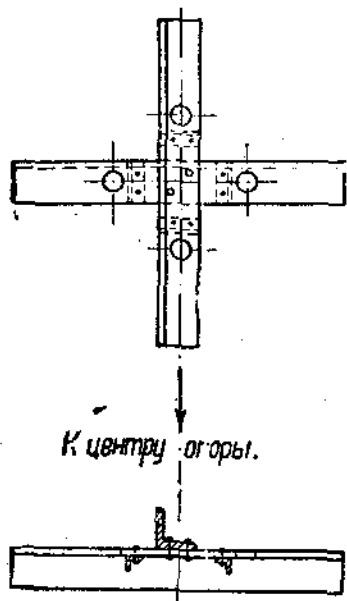
Для этой цели поперек каждого котлована по его середине кладутся на ребра доски, сечением  $75 \times 200$  мм, длиной 5,5 м и (по одной на котлован) укрепляются в грунте по краям котлованов.

Верхние грани устанавливаемых досок выверяются по уровню и уравниваются друг с другом по нивелиру.



Фиг. 55. Расположение фундаментов для основания угловой опоры.

Затем берут крестовину (фиг. 56), продевают ее на болты, надевают на болты железные или газовые трубы диаметром 60—70 мм и длиной 1,5 м для игры болтов во время установки опор; на ребра досок укладывают металлический шаблон для данного типа опоры, скрепляют все его части и устанавливают собранный шаблон метками по шнуру, натянутому вдоль перпендикуляра к биссектрисе угла поворота трассы линии передачи.



Фиг. 56. Крестовина для анкерных болтов основания угловой опоры

Крестовины, висящие в каждом из четырех котлованов, должны быть расположены, в случае несимметрии анкерных болтов, строго согласно чертежу (фиг. 57).

Во избежание вращения анкерных болтов при последующем заворачивании гаек, головки болтов вниз — в крестовинах устанавливаются своей гранью к специальной упорной щечке, приклепанной к крестовине.

Трубы деревянными клиньями укрепляются концентрично по отношению к болтам своими верхними концами на расстоянии 5—6 см от верха болта, чтобы потом их можно было проворачивать и затем совсем вытащить и чтобы в процессе бетонировки они не приближались одной стороной к болтам.

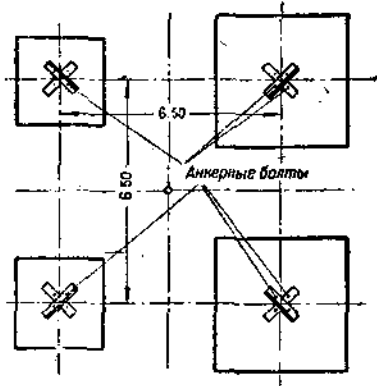
После того как все болты установлены, а шаблон выверен и по шнуру и по нивелиру, приступают к самой бетонировке фундаментов, начиная с нижнего ящика в каждом котловане (фиг. 58 и 59).

При устройстве бетонных фундаментов для оснований опор на линиях передач применяется почти исключительно трамбованный бетон (но ни в коем случае не литой).

Болты, опущенные с крестовинами в котлованы, продеваются в отверстия угловых косынок шаблона и сверху захватывают нарезанные концы болтов гайками. Болты своими верхними концами должны быть выше на 10—12 см, чем уровень будущего бетонного массива, вровень с которым спилена предварительно центровой кол опоры.

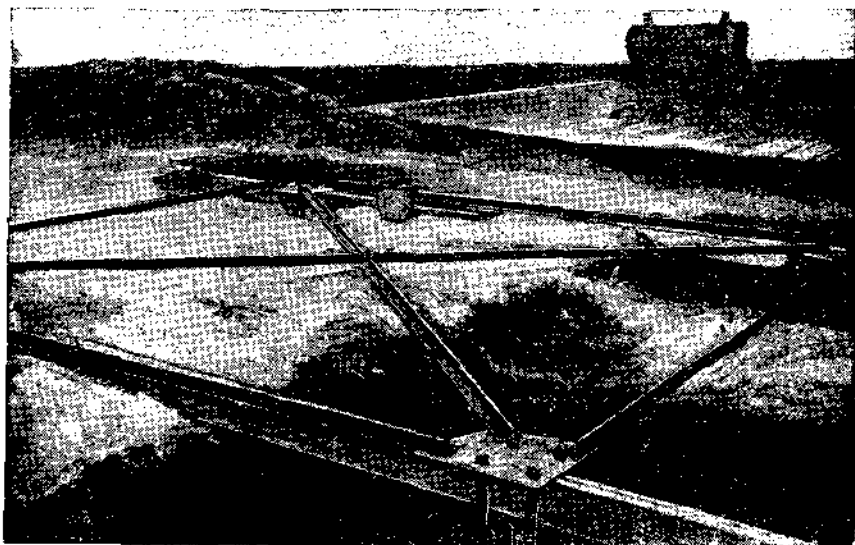
Два пересекающихся угольника шаблона в середине имеют небольшую косынку, в центре которой, совпадающем строго с центром опоры, имеется отверстие, в которое должна быть видна отметка на спиленной торцевой поверхности центрального кола, соответствующая центру опоры.

Крестовины, висящие в каждом из че-



Фиг. 57. Расположение крестовин в котлованах

Раствор бетона в условиях строительства линий передач и его состав зависят от ответственности фундамента, от рода грунта и видоизменяются в зависимости от сорта гравия или щебня.



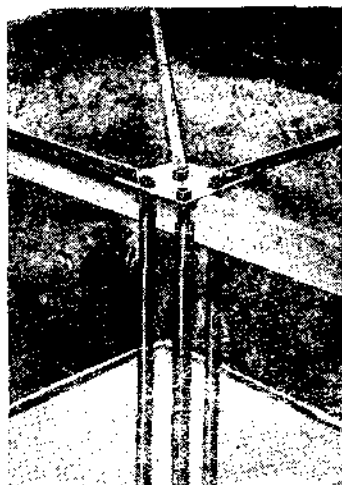
Фиг. 58. Бетонировка фундамента угловой опоры

Самым распространенным составом для среднего грунта и нормальных опор принят состав бетона от 1:4:6 до 1:4:8 и все промежуточные. В случае особо ответственных фундаментов переходных опор, а также для нижних ступеней фундаментов в болотных условиях применяется более жирный бетон состава 1:3:7 и даже 1:3:6.

В верхних частях фундаментов иногда применяют более тощий бетон состава 1:5:8 и 1:5:10 (о материале, применяемом для бетонных работ на линиях передач, см. выше).

Бетонировка фундаментов разделяется на два отдельных процесса: а) приготовление бетона и б) его укладка в котлован.

Приготовление бетона может производиться: 1) вручную, 2) помощью бетоныерок и помощью бетономешалок на приводе от трактора и 3) заводским способом. (Последний способ применяется редко и то лишь в случаях сосредоточия большого объема бетонных работ в одном месте или в случае работы близи какого-либо строительства, имеющего свой бетонный завод.)



Фиг. 59. Анкерные болты фундамента угловой опоры

**Приготовление бетона.** На расстоянии 5—10 м от котлована и от штабелей гравия и песка устраивается специальный помост размером 4 × 8 м из 25-миллиметрового теса, плотно сбитого в виде щитов, скрепленных между собой поперечными планками; щит называется бойком. Боек укладывается на уравненной и по возможности горизонтальной поверхности земли.

На боек подвозится тачками по катальным доскам из сложенного вблизи котлована штабеля речной песок, предварительно просеянный через грохот, в количестве, соответствующем заданной пропорции бетона, например, в количестве четырех тачек при составе бетона 1 : 4 : 6.

Привезенный песок раскладывается вдоль бойка ровной грядой и разравнивается граблями или лопатой с небольшой выемкой вдоль середины гряды. Затем берут бочку цемента и, подвигая ее вдоль грядки песка, высыпают цемент на песок, очищая его от бумаги, комков и прочих посторонних предметов и загребая лопатой на образованную в песке выемку. Песок и цемент не менее трех раз перемешивается равномерно от одного конца бойка к другому, до тех пор пока эта смесь не примет ровного сероватого оттенка без пятен цемента или песка в отдельности.

К моменту приготовления смеси цемента и песка на боек подвозят шесть тачек гравия, также предварительно прогрохоченного и промытого в тачке у места насыпки около штабеля. Количество воды для промывки должно быть достаточное для прохождения сквозь всю толщу гравия, лежащего на тачке.

Гравий равномерно высыпается на смесь песка и цемента, которая при первом перемешивании обволакивает собой смоченные камни гравия.

Затем эта гряда образовавшейся смеси тщательно перемешивается двумя рабочими, стоящими с противоположных сторон этой гряды, и поливается третьим рабочим из лейки с сеткой не менее трех раз от одного края бойка к другому до тех пор, пока не получится равномерная масса бетона творожистого вида, только начинающая расплзаться по бойку (но ни в коем случае не растекающаяся по бойку).

Количество воды по весу, взятой для приготовления бетона, должно быть близко к половине веса цемента; увеличение количества воды ухудшает качество бетона.

Бетон, приготовленный для укладки, должен удовлетворять требованиям, заключающимся в хорошем перемешивании составных частей бетона и хорошем обволакивании камней гравия раствором цемента, песка и воды.

Ручной способ приготовления бетона, несмотря на свою простоту и доступность, обладает двумя недостатками.

Первый — необходимость в громоздком бойке и месте для него и второй — зависимость качества получаемого бетона от квалификации бетонщиков и надзора за ними, так как недостаточное перемешивание всех составных частей бетона сильно ухудшает качество бетона и его механические свойства.

Оба эти недостатка отпадают в случае применения бетоньерок и бетономешалок. Первые из них более доступны для бетонных работ

в линейных условиях, так как приводятся в действие рабочими. Бетоньерки бывают различного объема. Для приготовления бетона в бетоньерках должны быть сделаны деревянные мерки для гравия, песка и цемента, в сумме отвечающие общему объему бетоньерки.

Перемешивание песка, цемента и гравия, проливаемых водой, происходит в бетоньерке несравненно лучше, чем в бойле.

Бетоньерки обычно выполняются железными и имеют передвижные колеса, так что одновременно служат и тачками для подвозки бетона к месту укладки (фиг. 60).

Бетономешалки — те же бетоньерки, но лишь большего объема и с механическим приводом.

Трактора типа „Интернационал“, применяемые для работ на линиях передач, имеют шкив на общем валу для ременной передачи на шкив бетономешалки, которую он приводит в движение. Этот же трактор перевозит бетономешалку от пикета к пикету.



Фиг. 60. Железная ручная бетоньерка

Применение бетономешалок целесообразно лишь при большом количестве бетонных работ на линии передачи, имеющей большое количество опор с бетонными фундаментами.

При бетонировке в зимнее время материал для бетона должен быть подогретым предварительно до  $40 - 50^{\circ}\text{C}$  и перед приготовлением бетона должен находиться в тепляках или закрытых местах.

Самый подогрев песка и гравия производится в железных листах, уложенных над разжигаемым огнем, или в специальных железных печах (при особо ответственной бетонировке).

Кроме этого, подогрев материалов может быть произведен и следующим образом. Над штабелями сложенных материалов раскладывается палатка или устраивается тепляк, в которых устанавливаются обычные железные печи с выведенными наружу трубами. Этими печами в течение определенного времени поддерживается достаточная температура для подогрева материалов.

В этом случае приготовление бетона производится также в закрытом месте.

Подогрев песка должен производиться в сухом виде, а подогрев гравия — в мокром.

Наконец, третий способ приготовления бетона, как было указано, — заводской.

Получение бетона с бетонного завода возможно только в том случае, когда производится концентрированная работа по бетонировке нескольких больших бетонных фундаментов на переходах через реку. Доставка бетона с завода к месту укладки производится обычно по узкоколейной железной дороге.

В любом случае приготовления бетона весь его процесс, начиная с перемешивания составных частей бетона и кончая его укладкой, не должен продолжаться дольше 1 часа, во избежание преждевременного схватывания бетона.

Укладка бетона. Приготовленный тем или иным способом бетон подвозится на тачках или бетоньерках к краю котлована и сбрасывается вниз или непосредственно или по специальному деревянному лотку (в случае большой глубины сбрасывания).

Во время укладки бетона необходимо следить за вертикальным положением анкерных болтов, могущих отклониться от ударов падающего в котлован бетона, и поддерживать это вертикальное положение вплоть до утрамбовки слоя бетона выше крестовины.

Укладывание бетона в котлован производится равномерными слоями не толще 25—30 см; уложенный бетон тщательно протрамбовывается деревянной трамбовкой, а по краям опалубки и между болтами — особенно тщательно металлической трамбовкой.

На забетонированные таким образом нижние ящики фундаментов, строго концентрично с ними, устанавливается опалубка средних ступеней, в виде ящиков из щитов. Эти ящики также выверяются на вертикальность стенок, равенство сторон и диагоналей ящика, горизонтальность его установки, параллельность сторон ящика попарно биссектрисе угла и ее перпендикуляру.

Средние ящики также распираются в откосе котлована, затем бетонируются доверху с тщательной утрамбовкой бетона, после чего устанавливаются концентрично со средними верхние ящики и после всех надлежащих проверок также бетонируются; причем при установке верхних ящиков, помимо всех проведенных проверок, сверяют положение ящиков с металлическим шаблоном, лежащим сверху, а именно: стенки ящика должны быть параллельны сторонам квадрата шаблона и отстоять от геометрической оси фундаментов, намеченной на косынке шаблона, во все четыре стороны строго на  $\frac{1}{2}$  ширины верхнего фундамента.

Также производится бетонировка фундаментов для остальных трех ног опоры.

Все четыре верхние ящика немного недобетонируются (3—4 см) для окончательной выверки всех уровней четырех фундаментов по нивелиру и заделки верха фундаментов.

Положение верхней поверхности всех четырех фундаментов устанавливается по нивелиру следующим образом.

В стороне от котлованов на расстоянии 10—15 м устанавливается нивелир. Ставится нивелирная рейка на торец наиболее высокого анкерного болта, к полученной на рейке отметке прибавляется 80 мм, и полученную цифру отмечают на двух противоположных

сторонах каждого из четырех ящиков верхних фундаментов. На болты в трубы надеваются специальные деревянные пробки высотой 80 мм, во избежание проникновения бетона внутрь труб. Верхние фундаменты бетонируются составом из мелкого гравия под уровень до имеющейся на щитке отметки.

К пробкам около болтов вкладываются небольшие деревянные клинья, которые после вынимания из затвердевшего бетона оставляют канавки для заливки каналов около болтов после установки опор.

Трубы в процессе бетонировки все время проворачиваются и, когда закончен верхний ящик, они вынимаются, образуя вокруг болтов цилиндрические каналы.

На этом заканчивается бетонная работа по устройству фундамента. Бетону дают схватиться в течение 5—7 дней при жаркой погоде (все время защищая рогожей от лучей солнца поверхность бетона) и 7—10 дней — в пасмурные дни. Затем разбирается и снимается опалубка, котлованы засыпаются вынутым грунтом слоями по 20—30 см с проливкой водой и тщательной утрамбовкой.

В тех случаях, когда на уровне подошвы нижнего массива бетонного фундамента угловой опоры оказывается слой илистого или другого слабого грунта, не выдерживающего давления фундамента и опоры, размеры нижнего массива у малых фундаментов (внутри угла) увеличивают на 20—30 см по ширине против проекта, создавая таким образом большую площадь передачи давления.

Для больших фундаментов увеличение размеров нижнего массива делается за счет уменьшения соответственно размеров среднего массива в случае наличия торфяных или илистых грунтов в верхних слоях, когда вес грунта, приходящегося над уступами ступенчатого массива, недостаточен для участия в работе всего фундамента на вырывание.

При работах на сырых грунтах вместо опалубки для нижних ступеней фундаментов сразу при рытье котлована опускается шпунтовый ящик тех же поперечных размеров, что и нижний ящик опалубки. Этот шпунтовый ящик в случае, если его не удастся вынуть, остается в котловане.

В случае большого притока воды благодаря большим размерам котлована одного насоса бывает недостаточно и приходится применять два насоса одновременно. В том случае, если приток воды равен или больше количества воды, выкачиваемого за это же время насосами, откачку производить нецелесообразно, а грунт одновременно с опусканием шпунтового ящика вычерпывают из-под воды черпаками.

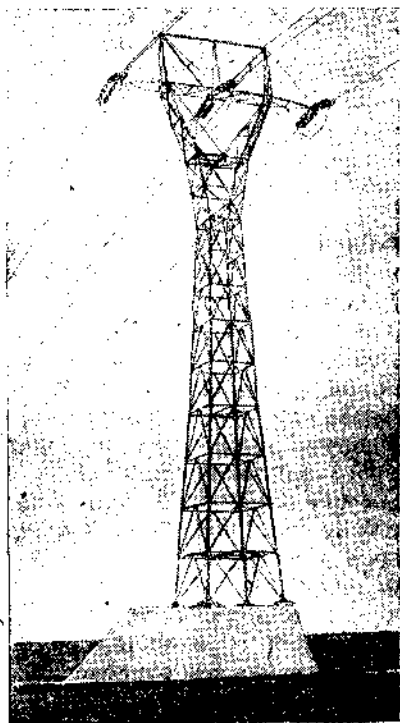
В смысле установки болтов и крестовин и бетонировки средних и верхних массивов работа на сырых грунтах ничем не отличается от таковой на сухом грунте.

Из всех типов опор с основаниями в виде бетонных фундаментов выделяются переходные высокие опоры, устанавливаемые на бетонные устои — ледорезы на поймах и берегах судоходных рек.

Обычно опоры этого типа имеют отдельный проект своих бетонных оснований, форма которых бывает различна в зависимости от направления ледохода и типа опоры (фиг. 61).



Так как в большинстве случаев основания переходных опор имеют, кроме подземной части, еще и надземную часть достаточной высоты (в зависимости от уровня полых вод при ледоходе), благодаря чему получается значительный объем бетонных работ, верхняя надземная часть основания иногда выполняется в виде бетонной кладки из бутового камня, а в случае наличия скалистого грунта в кладку идут и куски каменных пород грунта.



Фиг. 61а. Бетонный ледорез для американских опор 115 кв.

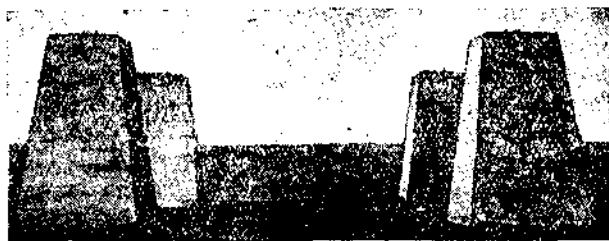
Процесс работ по устройству оснований в этом случае несколько отличается от обычного. Сооружаются целые леса и подмости, служащие для подноски бетона и укрепления опалубки для основания, а также для установки и выверки шаблона с висящими на нем анкерными болтами и закладными в бетоне конструкциями (особого вида для переходных опор) (фиг. 62).

При бетонировке или бутовой кладке следят за тем, чтобы в толще фундамента в месте прохождения анкерных болтов и нахождения закладных конструкций в составе бетона не попадалось крупных камней.

Через несколько дней после окончания кладки оснований (8—12 в зависимости от погоды) опалубка снимается и стены устоя покры-

ваются цементной облицовкой (раствор цемента и песка, смешанный с мелким прогрохоченным гравием).

**3) Устройство разъемных оснований для металлических опор немецкого типа.** Основания для опор немецкого типа, применяемых на линиях передач, чаще всего представляет собой продолжение самой опоры, соединяющееся с ней над уровнем земли заклепками или болтами на стыковых накладках.

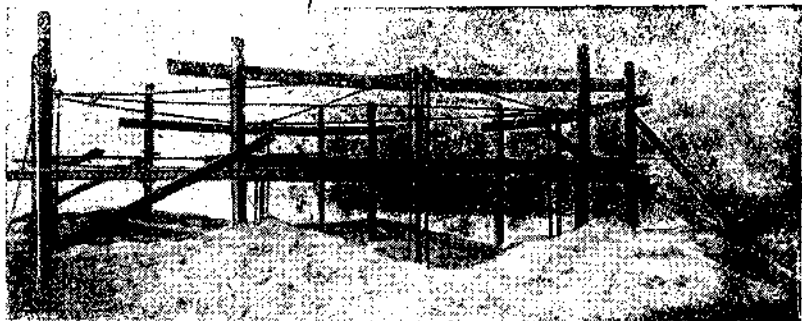


Фиг. 61б. Бетонный ледорез для американских опор 115 кв.

Размеры этого основания обычно невелики (1,5—2,5 м в стороне квадрата, образованного поясными уголками), и поэтому для основа-

ний этого типа значительно упрощаются земляные работы и все остальные, связанные с установкой железной части основания и его бетонировкой.

В целях уменьшения бетонных работ, экономии цемента и строительных материалов фундамент делается полым (фиг. 63), т. е. имеет пустое, не заполненное бетоном пространство, которое засы-



Фиг. 62. Подвеска шаблона с анкерными болтами при устройстве бетонных фундаментов переходных опор

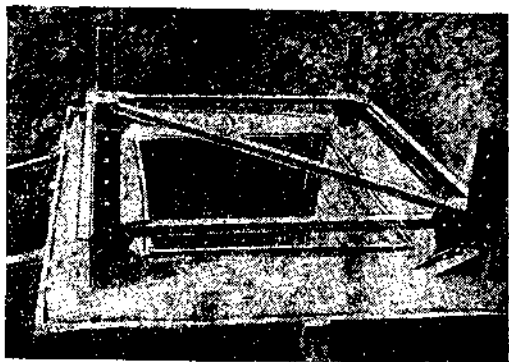
пается впоследствии вынутым из котлована грунтом. Сверху этого земляного кубика делается бетонное перекрытие.

Такая замена сплошного бетонного фундамента пустотелым должна быть проверена на все расчетные случаи, которые были предусмотрены проектом для сплошного фундамента, и кроме того должна быть произведена проверка прочности стенок образованной бетонной коробки.

Работы по устройству оснований этого типа производятся следующим образом.

Над центром опорного кола по отвесу устанавливается гониометр и производится разбивка на местности осей фундамента. Для угловых опор находится биссектриса угла поворота трассы и перпендикуляр к ней, а для анкерных и промежуточных — только направление, перпендикулярное к оси трассы.

По осям фундамента, намеченным на местности, разбивается котлован, имеющий размеры по верху в зависимости от размеров подошвы бетонного фундамента, его высоты и рода грунта, причем при плотных глинистых грунтах стенки котлованов делаются почти отвесными, а для нижнего выступа бетонного массива на дне выры-



Фиг. 63. Пустотелый бетонный фундамент для опоры немецкого типа

того котлована делаются выемки в стенках для бетонировки выступов.

После разбивки котлована приступают к рытью его, выбрасывая землю на стороны, по возможности не занимая ею места около котлована по направлению оси трассы.

Вдвину, на дне котлована, устанавливается ящик для опалубки нижней плиты фундамента. В плотных глинистых грунтах такой ящик не устанавливается, а стенки грунта ровно обрезаются лопатой и вычищаются начисто снятый грунт.

Размеры плиты и ее положение относительно осей фундамента строго выверяются согласно чертежу и по отвесу.

В случае несимметрии размеров фундамента относительно оси трассы и ее перпендикуляра эта несимметрия особенно тщательно проверяется во всех размерах бетонного фундамента.

Разъемное основание металлической опоры оканчивается обычно рамой из углового железа тяжелого профиля. Этой рамой основание устанавливается на бетонную плиту толщиной 20—30 см. Способы бетонирования и установки разъемного основания могут быть различны: или сначала бетонируется вся плита, дня 2—3 выдерживается и потом на нее устанавливается железное основание, или бетонируется лишь средняя часть плиты, достаточная для установки железного основания, а края плиты бетонируются после, вместе со всем фундаментом, или, наконец, основание устанавливается без плиты на какие-нибудь подкладки из кирпича, обломков камня и потом бетонируется (последний способ не рекомендуется из-за неточности установки).

При установке железного основания на приготовленную плиту надо, помимо всех общих требований, соблюдать особо тщательно два условия: первое — вертикальность всей опоры зависит целиком от точности установки подземной ее части, поэтому малейшее отклонение от вертикали короткой подземной части может привести к значительному отклонению верха опоры от вертикали, что не может быть исправлено никакими подкладками, как это может быть сделано в опорах американского типа, так как в данном случае опора соединяется с подземной своей частью заклепками или болтами в вертикальных стыках.

Второе условие — так как траверсы к опоре прикрепываются на косынках, расположенных в плоскостях несимметрично по отношению к оси трассы и ее перпендикуляру, то при квадратном сечении железной подземной части опоры необходимо заранее переметить ее ребра так, чтобы установка подземной части опоры соответствовала положению траверс на опоре.

Кроме этих условий, должно быть соблюдено прохождение оси трассы через центр подземной части опоры, а следовательно, и через центр бетонного фундамента; стенки железного основания и бетонного фундамента должны быть также строго параллельны попарно оси трассы и ее перпендикуляру.

После того как железное основание опоры установлено и тщательно выверено, продолжают бетонировку широкой части фундамента поверх рамы железного основания.

Затем устанавливаются строго концентрично друг другу два ящика: один — наружный, соответствующий внешним очертаниям фундамента, и другой — внутренний (внутри железного основания) — таким образом, что вокруг железного основания образуется как бы бетонная коробка. Толщина стенки этой коробки не должна быть тоньше 0,5 м.

Наружные щиты распираются в стенки котлована, а внутренние — друг в друга во избежание выпучивания бетона.

После проверки вертикальности этих щитов, равенства их сторон и диагоналей производится дальнейшая бетонировка с тщательной утрамбовкой бетона между стенками специальными деревянными и металлическими трамбовками.

Таким образом фундамент бетонируется доверху на 0,5 м, и остается выступающая на 0,5 м часть железного основания. После выдержки фундамента в течение определенного времени (6—10 дней) опалубка разбирается и снимается; пустое пространство внутри фундамента засыпается грунтом с проливкой и плотной утрамбовкой.

После установки диагональных стержней (если они есть), после осадки засыпанного внутрь грунта и досыпки нового на место осевшего сооружается бетонное пирамидальное перекрытие. Верх бетонного перекрытия цементируется, и основание считается законченным и готовым к установке опоры.

После описания бетонных работ для различного типа опор, приведем несколько общих замечаний относительно производства бетонных работ.

При укладке бетона на ранее существующий бетон поверхность соприкосновения для лучшего сцепления должна быть взрыхлена и полита водой, а при морозе еще и подогрета, а также очищена от различных посторонних предметов.

Приготовленный бетон во избежание появления трещин защищается от действия солнечных лучей и периодически до окончательного затвердения поливается водой.

При установке каких-либо предварительно окрашенных железных конструкций в бетон, краски должны быть тщательно очищены для лучшего сцепления железа с бетоном.

Все железные части, подлежащие забетонированию, а также и дно котлованов проливается цементным молоком (раствор 2—3 лопат цемента в 1 ведре воды).

Все изменения в форме и размерах бетонных фундаментов, вызванные различными местными условиями, должны быть внесены в соответствующие части проекта.

При укладке бетона в зимнее время бетонные работы должны вестись таким образом, чтобы окончательная прочность бетона в сооружении была не ниже предусмотренной проектом.

Для этой цели бетон немедленно по его укладке в котлован должен быть защищен от непосредственного воздействия на него холодного воздуха, а также и в дальнейшем бетон должен быть обеспечен нормальными условиями для твердения.

Данное условие достигается сооружением вокруг фундамента специального разборного тепляка из фанерных щитов, в котором

должна при помощи железных печей поддерживаться следующая температура: в течение первых 12 часов после укладки  $+10 - 15^{\circ}\text{C}$ , а в течение следующих трех суток — не менее  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Бетонирование фундаментов для опор ни в коем случае не производится на замерзшем грунте.

При перевозке бетона необходимо следить все время за тем, чтобы потеря тепла бетоном была минимальная, что может быть достигнуто: 1) бесперегрузочным способом доставки бетона от места его приготовления до места укладки, 2) защитой мест выгрузки от ветра, а по возможности и от холода, 3) достаточным числом рабочих, участвующих в отвозке и укладке бетона, чтобы бетон не задерживался ни в тачках, ни при его выгрузке.

Прочность бетона, укладываемого в зимнее время, обязательно подтверждается испытанием контрольных образцов бетона, хранящихся в условиях, тождественных с фундаментом опоры на линии передачи.

Практические сроки распалубки бетонных фундаментов, сооруженных в зимних условиях, устанавливаются только на основании испытания указанных выше образцов.

При этом при распалубке фундаментов надлежит убедиться, действительно ли бетон затвердел или он замерз. Для этого в опалубке делаются небольшие отверстия (10—15 см), сквозь которые бетон прогревается горячей водой. Замерзший, а не затвердевший бетон, будучи согрет, становится мягким, может мазаться, а в отдельных случаях крошиться.

При сооружении тепляков с установкой в них временных железных печей должны быть приняты возможные противопожарные меры.

В заключение приведем особенности работ по устройству оснований для опор в случае прохождения трассы линии передачи по скалистым грунтам.

В этом случае для рытья котлованов под основания могут быть применены лишь взрывные работы.

Для взрыва грунта может быть применен жидкий воздух, в случае наличия поблизости от места работ завода, вырабатывающего жидкий воздух и аммонал, представляющий собой смесь азотнокислых солей аммония в виде порошка. Чаще применяется аммонал вследствие полной безопасности при перевозке и при подготовительных к взрыву операциях, а также как не требующий наличия специальных заводов.

Работа по взрыву грунта производится следующим образом. Сначала разбиваются около центрального пикетного кола опоры котлованы, общий или отдельно для каждой ноги опоры — в зависимости от типа опоры и фундамента, причем в случае залегания скалистого слоя непосредственно на поверхности вместо забивки кольев применяется краска для отметки на камне углов будущего котлована.

Размеры котлована по верху намечаются немногим больше, чем контуры нижнего фундамента основания.

На поверхности скалы на расстоянии 0,5—1 м друг от друга просверливаются шпурсы (маленькие отверстия 25 мм диаметром)

глубиной, зависящей от породы скал, глубины залегания скалистого слоя и предполагаемой силы взрыва.

Вначале рекомендуется просверливать отверстия глубиной 0,25—0,4 м во избежание чрезмерных и излишних разрушений. Сверление скалы производится при помощи перфоратора. Перфораторы могут быть ручные или пневматические, работающие сжатым воздухом и, следовательно, требующие наличия компрессорной установки или баллонов — аккумуляторов сжатого воздуха.

В просверленные скважины на  $\frac{2}{3}$  их глубины насыпается порошок аммонала (на скважину длиной 300 мм, 25 мм диаметром требуется 150—200 г аммонала).

Далее берут детонатор, представляющий собой патрон, получаемый в готовом виде с заводов и состоящий из трубки длиной 5 см, диаметром 5 мм из мягкой латуни, наполненной примерно на  $\frac{1}{3}$  составом гремучей ртути. С детонатором соединяют конец бикфордова шнура 1,5—2 м, и в таком виде весь патрон закладывается в скважину с аммоналом.

Когда все приготовления окончены, руководитель работ по взрыву проверяет отсутствие рабочих вокруг места взрыва на расстоянии, не меньшем 30—50 м, и поджигает свободный конец бикфордова шнура.

Скорость горения шнура равняется в среднем 0,5 м в минуту.

После этого подрывник сам быстро отбегает в сторону, и через 2—3 минуты происходит вспышка гремучей ртути и вслед за ней взрыв аммонала.

В случае наличия поблизости электрического тока или аккумуляторов электрической энергии вспышка гремучей ртути может быть произведена помощью электрической искры.

В результате первых взрывов с поверхности снимается слой камня 0,5—1 м глубины. Дальше при наличии вертикальных стенок работа подвигается значительно быстрее. Глубина скважин делается больше 0,50—1 м и соответственно закладывается больше аммонала (до 350 г).

Количество камня, снимаемого от каждого следующего взрыва, возрастает от 0,5 до 3—4 м<sup>3</sup>, и в отдельных случаях благоприятного расположения слоев скалистой породы может быть снято одним взрывом до 10—15 м<sup>3</sup> камня.

По мере проникновения мест взрыва вглубь от поверхности и при наличии вертикальных стенок от ранее взорванного грунта количество аммонала, насыпаемое в скважину, уменьшается и в самом конце работ доходит до  $\frac{1}{3}$  глубины скважины (с  $\frac{2}{3}$  вначале).

После того как котлован будет иметь среднюю глубину, равную проектной глубине залегания фундамента, взрывные работы кончаются, и закладывается на очищенное от мусора шероховатое каменистое дно котлована бетонная подушка, устанавливаются по шаблону анкерные болты и закладные конструкции, и в остальном бетонировка фундамента производится так же, как указано выше.

Для скрепления бетонного фундамента с окружающей его скалой в боковой поверхности котлована пробурываются перфоратором горизонтальные скважины глубиной 1—1,5 м и в них вставляются железные шпильки 2,5—3 м длиной из круглого железа диаметром,

соответствующим диаметру скважины, которые своими выступающими внутрь концами остаются в бетоне.

Бетонировка фундаментов в данном случае производится без опалубки, непосредственно в выемке скалы.

Гравий, потребный для бетонировки оснований, тут же на месте готовится из обломков скалы после взрыва, путем их раздробления до необходимых размеров вручную или на камнедробилке.

Подъемка металлических опор с разъемным основанием. Для подъемки металлических опор с разъемными основаниями, как американского, так и немецкого типа, применяются три основных способа:

- 1) подъемка с двумя неподвижными стрелами;
- 2) " с одной подвижной стрелой;
- 3) " комбинированным методом;

Второй способ в свою очередь может производиться тройким образом: а) подъемка помощью падающей стрелы и лебедки, б) подъемка помощью трактора и в) подъемка опор краном.

Способ подъемки опор выбирается в зависимости от местных условий, веса, типа и конструкции опоры; каждый из них имеет ряд преимуществ и недостатков.

Подъемка двумя неподвижными стрелами требует двух лебедок, двух стрел, большего количества тросов, блоков, рабочих, лошадей и менее экономична, чем остальные способы.

Однако этот способ более надежен, так как процесс опускания опоры на основание происходит плавно и спокойно.

Подъемка опор падающей стрелой помощью лебедки несколько уступает в смысле надежности процесса подъемки первому способу, но зато имеет значительное преимущество в отношении экономичности и затраты времени на подъемку и подготовительные работы.

Подъемка трактором соединяет в себе все преимущества способов 1 и 2 — надежность, экономичность и скорость подъемки; поэтому при наличии трактора и удобной доставки горючего для него подъемку опор трактором следует предпочесть другим способам. Подъемка — специальным краном на гусеничном ходу также обладает приведенными ценными качествами и, если имеется возможность применять подъемный кран — надо стремиться всячески использовать эту возможность, так как затраты, связанные с получением такого крана, окупятся в короткий срок как с материальной стороны, так и главное, в смысле ускорения процесса подъемки (особенно в случае сплошной металлической линии передачи).

Разобрав основные недостатки и преимущества различных способов подъемки металлических опор с разъемными основаниями, перейдем к изложению самых процессов подъемки опор этими способами.

Подъемка опор двумя неподвижными стрелами. В этом случае собранная и готовая к подъемке опора должна лежать относительно фундамента так, чтобы ось опоры совпадала с осью трассы и центр тяжести опоры находился примерно над центром фундамента.

Этим способом поднимаются преимущественно опоры американского типа (с широким основанием).

Прежде всего приступают к установке лебедок. Лебедки, участвующие в подъеме опоры, могут быть установлены в любом направлении от котлована и на расстоянии от стрел, не меньшем двойной длины стрелы в целях предохранения людей и механизмов при падении стрел или опоры. Лебедка устанавливается так, чтобы ее нижняя рама была горизонтальной, и укрепляется помощью тросов, завязанных за ее раму и за специальные свайки из углового железа или из газовых труб, забитые в землю сзади лебедки. В случае слабых грунтов, не удерживающих забитые свайки, сзади лебедки закапываются специальные анкера (фиг. 64), представляющие собой круглые бревна с тросовым хомутом, выходящим на поверхность земли для крепления рамы лебедки.

Длина этого бревна и глубина его закапывания определяются каждый раз в зависимости от рода грунта на месте установки лебедки, при минимальной длине 1,5 м.

Две неподвижные стрелы могут быть выполнены или в виде металлических узких клепаных колонн квадратного сечения (фиг. 65) или в виде круглых бревен.

В последнем случае бревна, выбираемые для деревянных стрел, должны быть здоровыми, прямослойными и не должны иметь кривизны. Толщина бревен для стрел зависит от веса поднимаемой опоры, но не должна быть менее 22 см в верхнем отрубе.

Длина как металлических, так и деревянных стрел должна быть равна расстоянию центра тяжести опоры от ее низа плюс 3—4 м.

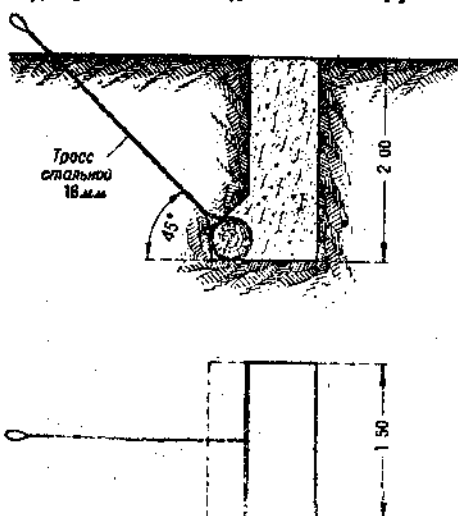
Слишком длинных стрел следует избегать вследствие возможности задевания их за нижние траверсы опоры при подъеме.

Подъемка опор может быть произведена и при более коротких стрелах, но с соответствующей нагрузкой на низ опор или при длинных стрелах, но без траверс. (Оба приведенных способа подъемки применяются в исключительных условиях.)

Места установки стрел выбираются строго по линии, проходящей через ось фундамента и перпендикулярной к оси трассы. Расстояние между стрелами по низу должно быть не меньше разнеса ног опоры.

Во избежание чрезмерного вдавливания нижних торцов стрел в землю в случае слабых грунтов стрелы устанавливаются на специальные подкладки из обрезков досок.

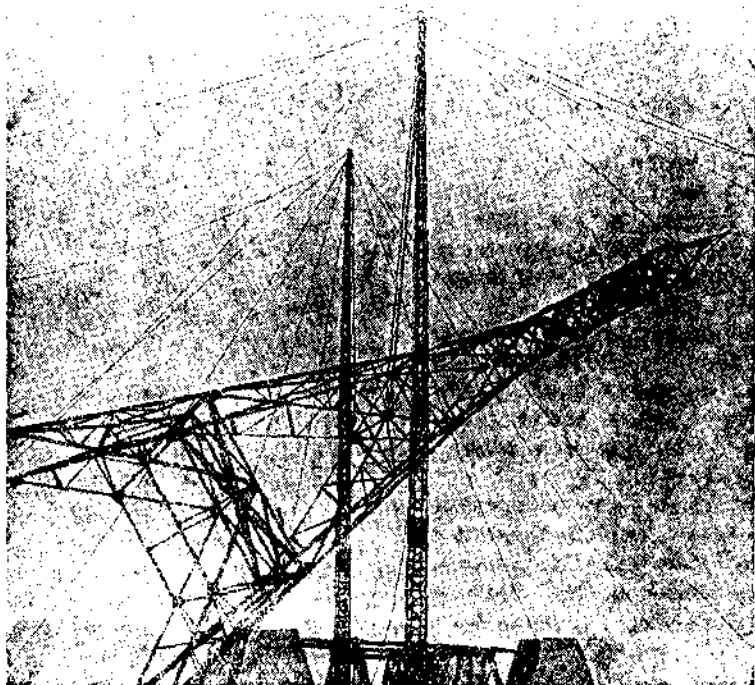
Установка и укрепление неподвижных стрел обычно производится следующим образом: на расстоянии 0,5—1 м от места установки первой неподвижной стрелы ставится вручную малая вспомогательная



Фиг. 64. Якорь для крепления подъемной лебедки



деревянная стрела из круглого бревна 18—20 см в верхнем отрубе и высотой, несколько большей расстояния центра тяжести неподвижной стрелы от ее низа. Наверху вспомогательной стрелы, предварительно расчлененной в 3—4 стороны, укрепляется один трехроличный блок полиспаста, а другой блок полиспаста укрепляется на поднимаемой стреле немного выше ее центра тяжести. Ходовой конец троса, проходя через последний ролик блока, укрепленного на вспо-



Фиг. 65. Металлические клепаные стрелы для подъема опор

могательной стреле, идет к лебедке, вращая рукоятку которой, набирают трос на барабан лебедки и тем самым поднимают первую неподвижную стрелу.

Вверху этой стрелы укреплены четыре расчалки из 12-миллиметровых тросов (а в отдельных случаях и из 16-миллиметровых), причем вязка этих расчалок производится таким образом, чтобы ослабление одной из них не отражалось на прочности остальных трех.

Когда стрела поднята на значительную высоту и достигла почти вертикального положения, регулируя натяжение расчалок при помощи сваяк, забитых от стрел на расстоянии, равном полуторной высоте стрел, приводят поднятую стрелу в положение, слегка наклонное в сторону опоры, и в таком положении закрепляют расчалки, сделав по несколько оборотов троса вокруг сваяк. Около каждой свайки на все время подъема опоры находится один рабочий.

При мощных лебедках и надежных тросах на расчалках стрелы устанавливаются вертикально.

Вторая неподвижная стрела может быть установлена или при помощи той же вспомогательной стрелы и лебедки или же при помощи первой (установленной) стрелы, на которой укрепляется полиспаст и лебедка.

В случаях легких неподвижных стрел такие могут быть подняты при помощи одного однорольного блока, укрепленного на вершине вспомогательной стрелы, и троса, идущего через него от поднимаемой стрелы на лебедку.

Вслед за установкой подъемных стрел и лебедки производится крепление полиспастов с ходовыми тросами. Размеры крюков полиспастов зависят от их грузоподъемности и подбираются в зависимости от веса поднимаемой опоры (фиг. 66 и 67).

На вершине каждой стрелы укрепляются по одному блоку полиспастов с помощью специальных хомутов из стального троса. Другие блоки расплавленных и растянутых полиспастов крепятся с каждой стороны поднимаемой опоры немного выше ее центра тяжести за накладку из котельного железа в узле, где сходятся уголки основных поперечных раскосов. Крепление крюков полиспастов за уголки опоры производится с помощью тросовых хомутов.

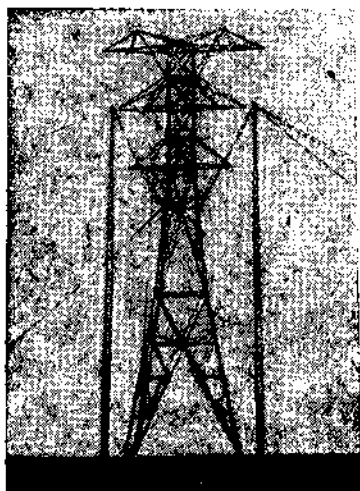
Внизу у стрел с внутренних сторон укрепляются однорольковые блоки, отводящие ходовой трос от стрелы на лебедку.

Таким образом ходовой трос, будучи укреплен за ушко обоймы блоков полиспастов, находящихся на опоре, проходит далее по трем парам роликов полиспаста и из-под последнего ролика блока, укрепленного наверху стрелы, трос проходит вертикально вниз вдоль стрел со стороны опоры и, пройдя через отводной нижний ролик, проходит на барабан своей лебедки.

Каждой стреле соответствует своя лебедка.

Диаметр ходового троса также выбирается в зависимости от веса поднимаемой опоры.

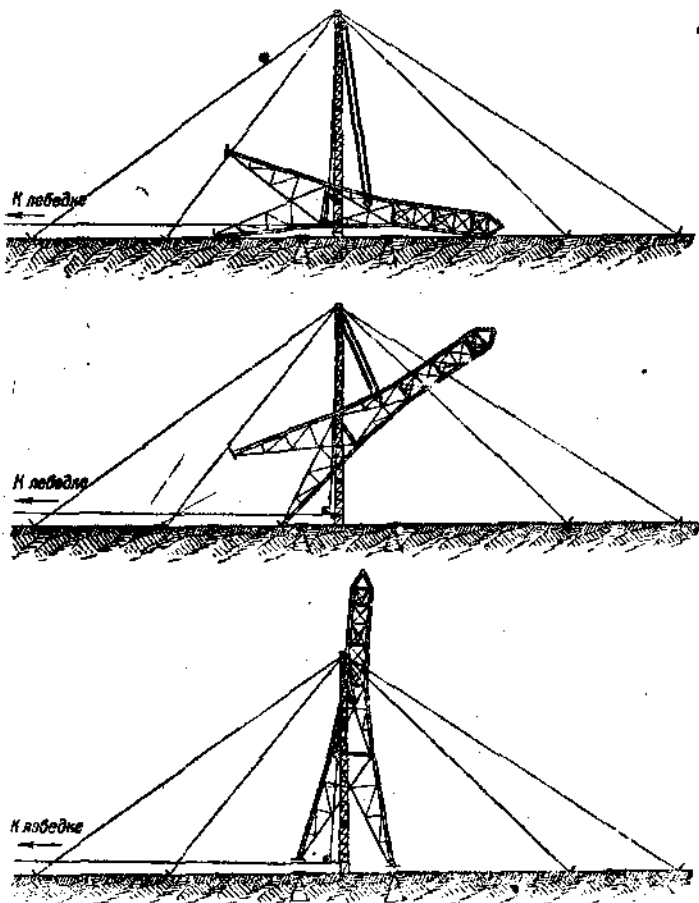
Подъемка производится одновременно двумя лебедками, причем бригадир, ведущий подъемку опоры, обязан следить все время, во-первых, за равномерностью работы каждой из двух лебедок, во избежание перекоса опоры при подъемке, и, во-вторых, за одинаковой нагрузкой всех тросовых расчалок, удерживающих стрелы, во избежание перегрузки наружных расчалок.



Фиг. 66. Расположение стрел при подъемке опор двумя неподвижными металлическими стрелами

Сначала опора постепенно отрывается от земли, затем начинает подниматься в наклонном положении и, наконец, она вся отделяется от земли и принимает почти вертикальное положение (фиг. 68 и 69).

После этого рабочие подходят по двое к ногам опоры и, берясь за ноги, проводят две из них между стрелами; затем начинается опускание опоры вниз обратным ходом лебедок; при этом рабочие



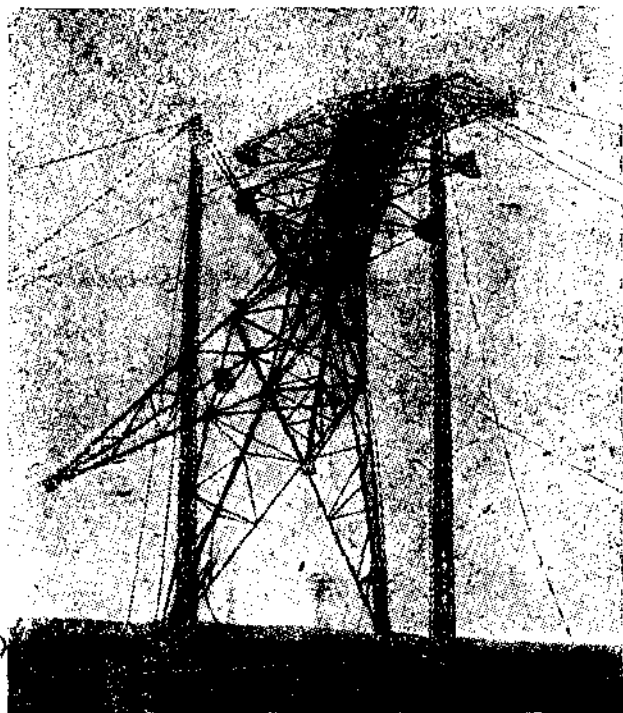
Фиг. 67. Подъемка промежуточной опоры американского типа двумя стрелами (вид сбоку)

направляют опускающиеся ноги опоры на основания. После того как мачта приняла почти вертикальное положение, рабочие подходят к низу опоры и, берясь по-двое за каждую ногу, заводят опоры на основания таким образом, чтобы отверстия в пятах ног опоры совпадали с отверстиями в подножниках. В эти отверстия закладывают короткие болты диаметром 25 или 30 мм, на которые наворачиваются гайки.

Когда опора установлена и гайки натуго завернуты, расчалки со стрел снимаются, и стрелы с помощью полиспастов и установленной опоры опускаются на землю. Весь подъемный инструмент собирается и перевозится на следующий пикет.

Если основание опоры выполнено в виде бетонного фундамента с анкерными болтами, опора опускается таким образом, чтобы эти болты вошли в отверстия для них в пятах ног. После установки всех ног на болты наворачиваются гайки.

После того как все опоры по линии установлены, производится выверка опор на вертикальность установки (фиг. 71).



Фиг. 68. Подъемка угловой опоры американского типа  
115 кв.

Считая, что конструкция опоры собрана и склепана строго по чертежу, можно проверку вертикальности установки опоры заменить проверкой пят ног опоры. Если все пяты ног находятся в горизонтальной плоскости, опора установлена вертикально.

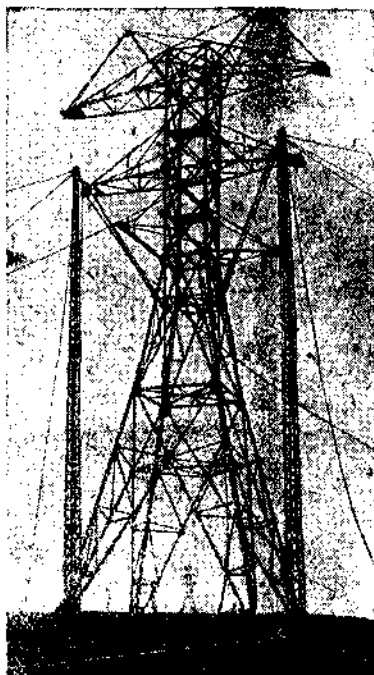
При проверке на расстоянии 10—15 м от опоры устанавливается нивелир и, переставляя нивелирную рейку с пяты одной ноги на другую, определяют расхождение уровней пят ног в мм.

В зависимости от того, какие нормы отклонения от вертикали оси опоры допущены для данного типа опоры, определяют количество прокладок, которое надо положить под пяту ноги.

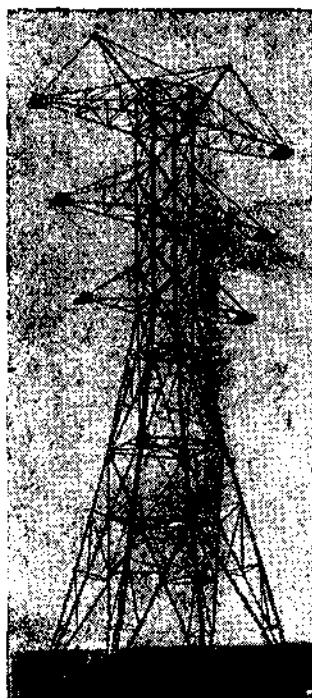
Приведем пример такого подсчета. Установлена опора американского типа высотой  $H=22$  м и шириной основания 6,5 м.

Отметки по нивелирной рейке следующие (фиг. 71):

пята ноги № 1 . . . . .	1645
" " № 2 . . . . .	1682
" " № 3 . . . . .	1657
" " № 4 . . . . .	1650



Фиг. 69. Подъемка угловой опоры американского типа 115 кв.



Фиг. 70. Угловая опора американского типа 115 кв. в установленном положении

В данном случае самая высокая пята будет у ноги № 1. Расхождение в мм пят остальных ног будет:

нога № 1 . . . . .	0 мм
" № 2 . . . . .	37 "
" № 3 . . . . .	12 "
" № 4 . . . . .	5 "

Предположим, что допуск отклонения оси опоры от вертикали принят вдоль трассы 50 мм, а поперек трассы 25 мм.

Соотношение высоты и ширины основания опоры этого типа будет  $k = \frac{H}{B} = \frac{22}{6,5} = 3,4$ . Следовательно, максимальное расхождение по вертикали пят ног может быть допущено:

вдоль оси трассы:

$$\frac{50}{3,4} = 14,6 \text{ мм.}$$

поперек трассы:

$$\frac{25}{3,4} = 7,3 \text{ мм.}$$

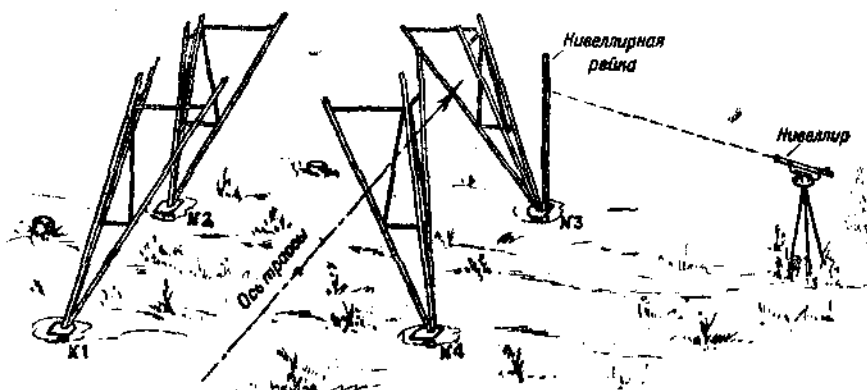
Таким образом мы видим, что расхождение пят ног по направлению трассы превосходит допустимое:

$$37 > 14,6 \text{ мм,}$$

а поперек трассы — находится в пределах допуска:

$$5 < 7,3.$$

Оставить эту опору без прокладок не представляется возможным, поэтому, имея запас прокладок определенной толщины, находим количество прокладок для пяты каждой ноги опоры.



Фиг. 71. Проверка вертикальности установки опор

Так, например, при толщине прокладки 6 мм надо проложить прокладок:

на ноге № 1 . . . . .	0 шт.
„ „ № 2 . . . . .	6 „
„ „ № 3 . . . . .	2 „
„ „ № 4 . . . . .	1 „

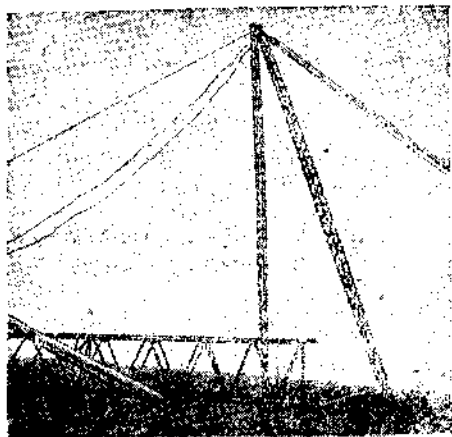
Если расхождения пят ног по вертикали в обоих направлениях (и вдоль трассы и поперек ее) меньше допустимых, то прокладки можно не класть.

После того как все опоры проверены и прокладки в необходимых местах положены, выступающие концы болтов в пятах ног расчеканиваются, и установка опоры считается законченной.

Имеется еще один способ проверки вертикальности опоры американского типа — это проверка при помощи теодолита, заключающаяся в следующем.

На расстоянии 25—50 м от оси трассы или поперек ее устанавливается теодолит. Внизу опоры находится точно середина опоры,

и на эту середину наводится крест нитей теодолита. В таком положении горизонтальные лимб и алидада теодолита закрепляются, и труба теодолита вращается в вертикальной плоскости вверх до пере-



Фиг. 72. Металлическая А-образная падающая стрела

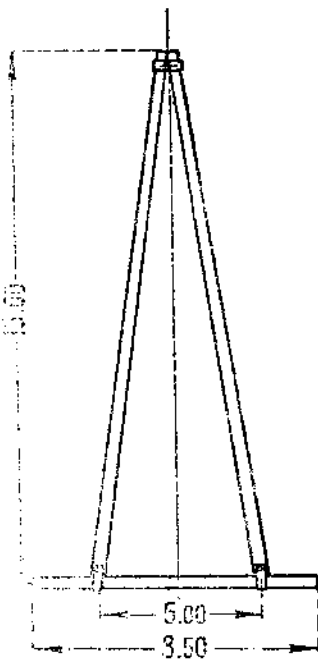
сечения креста нитей прибора с верхней поперечной рамой опоры, где укреплена рейка, имеющая метрические деления. Крест нитей, дойдя до этой рейки, сейчас же покажет отклонение верха опоры от оси в мм. Так определяется отклонение опоры в обоих направлениях трассы. Затем делается пересчет отклонения верха на расхождение пят ног, и если это расхождение превышает допустимое, кладутся прокладки под пяты ног, после чего болты расчеканиваются.

У опор, имеющих анкерные болты, заложенные в бетонном основании, необходимо после проверки вертикальности установки опоры произвести заливку труб,

в которых находятся анкерные болты. Для этого берут раствор цемента с песком в составе 1:6 с водой и заливают таким составом каналы с болтами по специальным желобкам, сделанным на поверхности бетонного основания под пятой ноги опоры. После заливки болтов до самого верха иногда (в населенных местах) делаются небольшие бетонные тумбочки около ног опор размером  $500 \times 500 \times 250$  мм, и на этом заканчивается установка опор американского типа на бетонных основаниях.

Подъемка опор одной стрелой. Как указывалось выше, металлические опоры с разъемным основанием могут подниматься помощью одной падающей стрелы. Этот способ имеет целый ряд экономических преимуществ, но несколько уступает подъемке опор двумя стрелами в смысле надежности работ в последний момент подъемки при опускании опоры.

Падающая стрела чаще всего выполняется А-образной формы, металлической из двух веретенообразных решетчатых конструкций (фиг. 72), соединенных наверху между собой шарнирным сцеплением, или деревянной из двух бревен (фиг. 73).



Фиг. 73. Деревянная А-образная падающая стрела

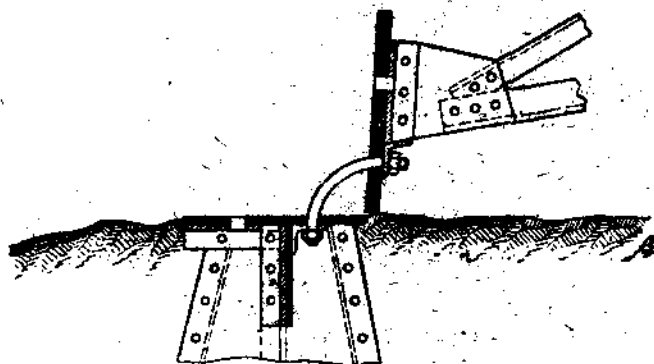
Опора при сборке и клевке кладется вдоль трассы, всей своей длиной, по одну сторону от основания опоры и таким образом, чтобы низ опоры лежал как раз рядом с основанием.

При данном способе подъема опоры последняя вращается вместе с падающей стрелой, составляющей с опорой постоянный угол в плоскости вращения на все время подъема. Вращение опоры производится около оси, роль которой играет одна из сторон нижней плоскости опоры.

Шарнирное соединение низа опоры с основанием на время подъема опоры может быть осуществлено различными способами в зависимости от типа опор и оснований.

Приведем некоторые из них.

Для промежуточных и анкерных опор американского типа, имеющих низ опоры в виде четырех отдельных ног, оканчивающихся плоскими пятнами из котельного железа с отверстиями для болтов и



Фиг. 74. Шарнирное соединение ноги опоры с подношником при подъеме

имеющих основания в виде металлических подношников, зарытых в землю и оканчивающихся сверху плитами из котельного железа, аналогичными пятнами ног, шарнирные соединения для вращения осуществляются посредством изогнутых коротких болтов диаметром 25—30 мм, продетых в отверстия горизонтальной плиты верхней площадки подношника и вертикальной пяты ноги опоры (фиг. 74). После установки опоры эти изогнутые болты вынимаются и заменяются обычными болтами.

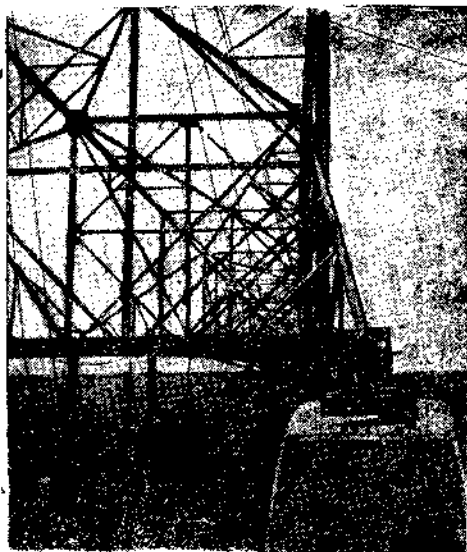
Все опоры, имеющие разъемное основание в виде бетонных оснований с закладными анкерными болтами, устанавливаются на фундаменты таким образом, что анкерные болты проходят в отверстия нижних конструкций опоры, поэтому изогнутые болты в данном случае неприменимы.

Вращение этих опор производится на коротких горизонтальных болтах  $d = 25$  мм, продетых в заклепочные отверстия полого уголка опоры и косынки двух ног опоры, лежащих на земле, причем эта нижняя часть ноги опоры в разобранном виде заранее надета на анкерные болты фундамента. После установки



опоры и заклепывания остальных заклепок болты заменяются также заклепками.

Подъемка тяжелых опор повышенного типа на бетонные фундаменты с анкерными болтами, во избежание разборки пят ног и склепывания их потом под давлением веса опоры, производится путем подкладывания на бетонное основание рядом с выступающими анкерными болтами добавочных швеллерообразных конструкций, скрепленных временно с анкерными болтами.



Фиг. 75. Шарнирное соединение ноги опоры с анкерными болтами бетонных фундаментов при подъемке опоры

опоры на коротких горизонтальных вставленных в одно из отверстий, служащих для склепывания нижних углов опоры с выступающими из бетона уголками основания (фиг. 76).

В исключительных случаях подъемки специальных опор могут быть применены и другие способы для получения оси вращения опоры при ее подъемке, в зависимости от конструкции опоры, типа фундамента и пр.

Самый процесс подъемки металлической опоры с разъемным основанием при помощи падающей стрелы протекает следующим образом.

Для подъема опоры при помощи падающей стрелы опора кладется вдоль трассы таким образом, чтобы ось опоры совпадала с осью трассы; основание опоры соединяется с ее низом посредством одного из вышеуказанных шарнирных сцеплений.

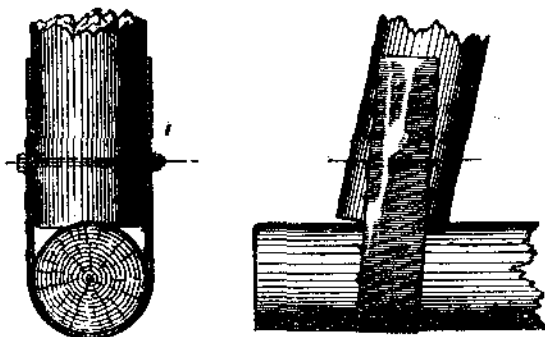


Фиг. 76. Шарнирное соединение опоры немецкого типа с разъемным основанием при подъемке опор

Стрела для подъёмки опор весом до 1,5 т готовится из дерева, для подъема более тяжелых конструкций желательнее применение металлических стрел, так как при тяжелых опорах сложная деревянная стрела получается чересчур громоздкой.

Сама стрела представляет собой А-образную конструкцию и имеет, как указывалось выше, в верхней части шарнир, дающий возможность складывать обе стрелы вместе в целях удобства при перевозке.

Стрела внизу имеет закругленную форму для лучшего вращения во время подъема. В случае деревянной стрелы низ ее иногда выполняется следующим образом: внизу оба бревна А-образной



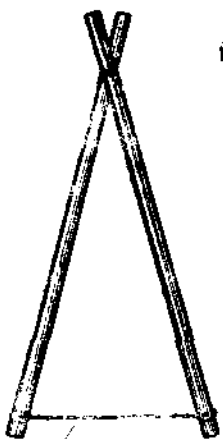
Фиг. 77. Устройство нижней части А-образной падающей стрелы при подъеме тяжелых опор

стрелы опираются на короткое бревно 25—30 см диаметром, причем в месте упора имеются железные хомуты из полосового железа, обнимающие горизонтальное бревно и охватывающие ноги стрелы; они соединяются с ногами при помощи сквозных болтов (фиг. 77 и 78).

Металлическая стрела имеет внизу железную цепь, во избежание раздвигания ног стрелы; наибольшая ширина по низу должна быть не более ширины основания опоры.

Стрела перед подъемкой кладется на землю вершиной в сторону, противоположную направлению вращения опоры; ноги стрелы располагаются рядом с осью вращения опоры и своей нижней поперечной параллельно этой оси.

Тяговые тросы и полиспаст крепятся на стреле до ее подъема, причем тяговой трос — свободным концом в сторону опоры, а крюк полиспаста — в сторону ходовой лебедки. Легкие подъемные стрелы поднимаются обычно тормозной лебедкой, а более тяжелые — при помощи вспомогательной также падающей А-образной стрелы, которая поднимает основную стрелу помощью той же тормозной лебедки. Тормозной трос привязывается к подъемной стреле наглухо, к вспомогательной же — таким узлом, который дал бы возможность по окончании подъема основной стрелы легко отвязать трос от вспомогательной стрелы, не отвязывая его от главной стрелы.



Железная цепь или стальной канат ф 25 мм

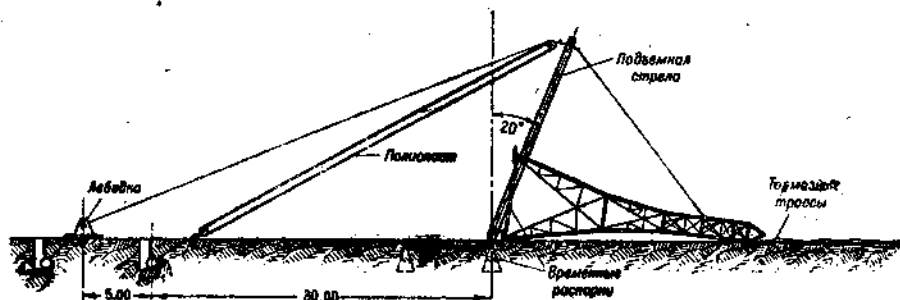
Фиг. 78. Соединение ног А-образной падающей стрелы при подъеме легких опор

Основная подъемная стрела ставится в немного наклонное положение к вертикали (угол с вертикалью 10—15°) и удерживается

в этом положении подъемным полиспастом, нижний блок которого зацепляется за петлю врытого в землю якоря (фиг. 79). Тормозной трос ослабляется с тормозной лебедки, но не отвязывается от подъемной стрелы и крепится средней своей частью за опору приблизительно на расстоянии 3 м от вершины к боку опоры, обращенному к земле. В случае если почему-либо завязать трос за опору перед началом подъема опоры не удастся, следует приподнять опору и тогда завязать трос.

Одновременно к опоре привязывается на высоте вязки тормозного троса однорольный блок, через который пропускается тормозной трос. Ставить опору без тормозного троса не допускается.

Тяговые тросы привязываются к опоре наглухо. При вязке тяговых тросов следует обратить внимание на то, чтобы они были одинаковой длины, иначе в процессе подъема опоры полную нагрузку будут воспринимать не два троса, а лишь один, что может повлечь за собой аварию.



Фиг. 79. Схема расположения стрелы и полиспаста в начале подъема опоры с падающей стрелой

Тяговые тросы крепятся большей частью за основные поясные уголки опоры или вязкой специальным узлом или помощью специальных клемм с болтами.

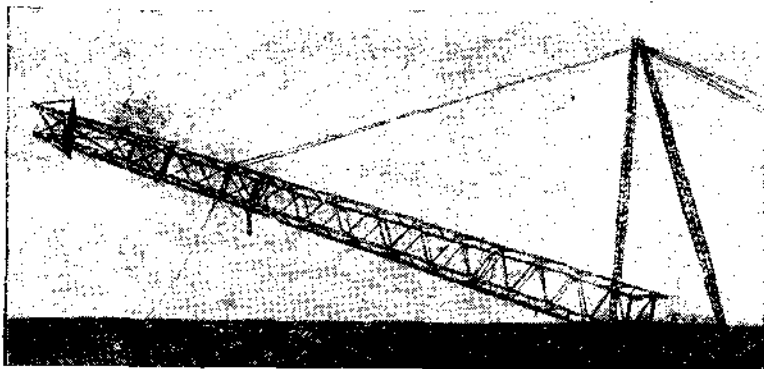
Перед подъемкой ноги опоры, находящиеся в воздухе, должны быть попарно расперты с ногами, лежащими на земле, специальными распорками из отрезков бревен.

Также должны быть поставлены деревянные распорки между подножниками в случае промежуточных и анкерных опор американского типа, имеющих основание в виде подножников. Эти распорки необходимы для передачи давления от опоры в первый момент подъема опоры на все четыре ноги опоры.

Тяговой трос проходит от опоры до стрелы. От стрелы начинается полиспаст, трос с которого идет на барабан лебедки.

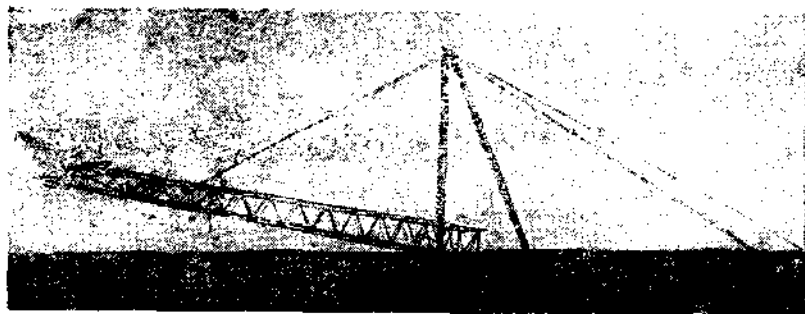
Подъемка опоры начинается помощью ходовой лебедки, установленной на оси трассы в 50—70 м от опоры и укрепленной обычным способом в земле, и производится без применения расчалок; единственно за чем необходимо следить, — это, чтобы вершина стрелы проектировалась во все время подъема на ось линии; ноги должны

равноотстоять от оси линии, и стрела за время подъёмки не должна уходить в землю. В случае если стрела стоит на наклонной плоскости, необходимо ногу стрелы, стоящей на более высоком месте, отнестись на большее расстояние по сравнению со второй ногой или подкопать грунт под ногой, стоящей более высоко, но ни в коем случае не выкладывать клетку под нижней ногой. В первое время подъёмки



Фиг. 80. Подъёмка опоры немецкого типа 115 кв с падающей стрелой

следует следить за тем, чтобы тормозной трос не затягивался туго во избежание затруднения подъёмки. Тормозной трос должен быть достаточно вытянут к тому моменту, когда опора станет подниматься



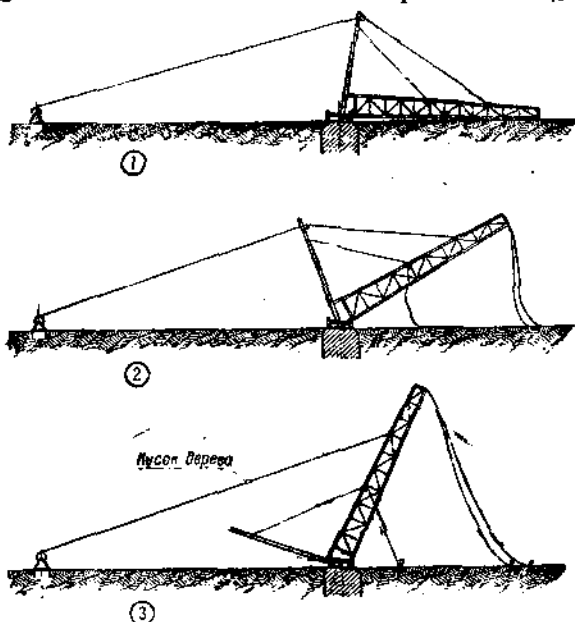
Фиг. 81. Подъёмка опоры немецкого типа 115 кв с падающей стрелой

уже без помощи полиспаста под действием веса стрелы и тросов, а затем и собственного веса (во второй половине подъёмки), для того чтобы процесс подъёмки от работы полиспаста и ходовой лебедки плавно, без толчка перешел к работе тормозной лебедки. Далее работает лишь одна тормозная лебедка, спуская с своего барабана тормозной трос до тех пор, пока опора не примет вертикального положения и низ опоры не коснется основания (фиг. 80 и 81).

После того как опора установлена и закреплена болтами, тормозной трос отвязывается от опоры и при помощи тормозной лебедки приподнимает подъемную стрелу, которая в последний момент подъема висит на тяговых тросах. В результате этого подъема натяжка тяговых тросов ослабляется, и их отвязывают от опоры.

После того как тяговые тросы отвязаны, стрела тормозным тросом опускается на высоту 1—1,5 м до земли, и с нее снимается полиспагат, под верхушку стрелы подводятся передки, тормозной трос отвязывается, и стрела перевозится на место подъема следующей опоры.

В случае подъема опор более легкого типа применяется упрощенный способ подъема опор с падающей стрелой. В этом случае



Фиг. 82. Подъемка легких опор с падающей стрелой

тормозная лебедка заменяется двумя тормозными тросами и свайками, на которые они наматываются в 2—3 оборота и сдаются рабочими по мере надобности. Тяговой трос крепится одним концом за опору, а другим концом через стрелу проходит прямо на барабан лебедки.

Стрела перед подъемкой кладется на опору, тяговой трос пропускается сверху стрелы поверх комута между ее бревнами, на трос привязывается небольшой кусок дерева. При работе подъемной лебедкой он упирается в верх стрелы и поднимает ее. Когда весь

трос выбран, опора начинает подниматься за стрелой, и в тот момент, когда трос от лебедки до стрелы и от стрелы до опоры расположен по одной линии, трос поднимается над стрелой, последняя падает на землю, и подъемка опоры продолжается без стрелы (фиг. 82).

В момент перехода центра тяжести опоры в контур ее основания опора приобретает стремление к опусканию на основание; тогда прекращается работа лебедки, и рабочие начинают понемногу и равномерно сдавать задние тормоза до тех пор, пока низ опоры не коснется основания. Далее закрепляют болты, и установка опоры считается законченной.

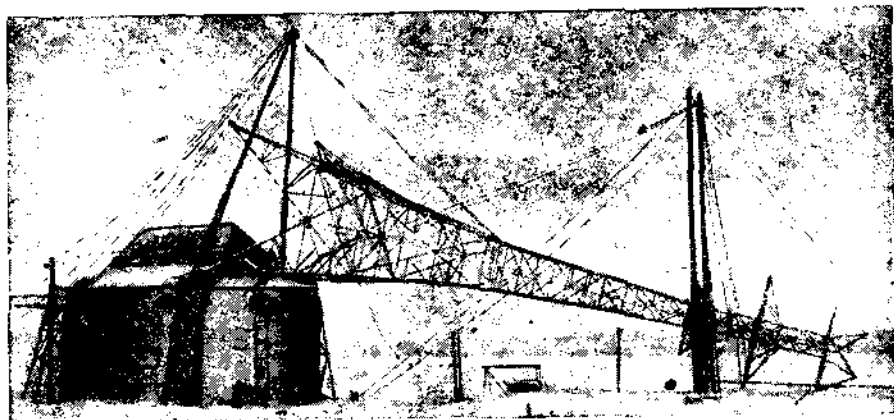
**Подъемка сложных специальных опор.** В тех случаях, когда необходимо произвести подъемку специальных опор, чаще всего переходного типа, тяжелого веса, применяется комбинированный

способ подъёмки опор, заключающийся в том, что в целях разгрузки подъёмной падающей стрелы в первый момент подъёмки, когда на стрелу приходится наибольшее усилие, предварительно при помощи двух неподвижных стрел поднимают верх опоры, а затем уже падающей стрелой поднимают опору до конца.



Фиг. 83. Подъёмка опор переходного типа

Особенно применение комбинированного способа подъёмки целесообразно при установке опор на бетонные или каменные быки на переходах через реки.



Фиг. 84. Подъёмка опор переходного типа

В данном случае последовательность операций подъёмки следующая: сначала поднимают двумя неподвижными высокими стрелами низ опоры и заводят ноги опоры на фундамент, затем другими двумя неподвижными стрелами поднимают верх опоры так, чтобы ось опоры была выше ее горизонтального положения и составляла с горизон-

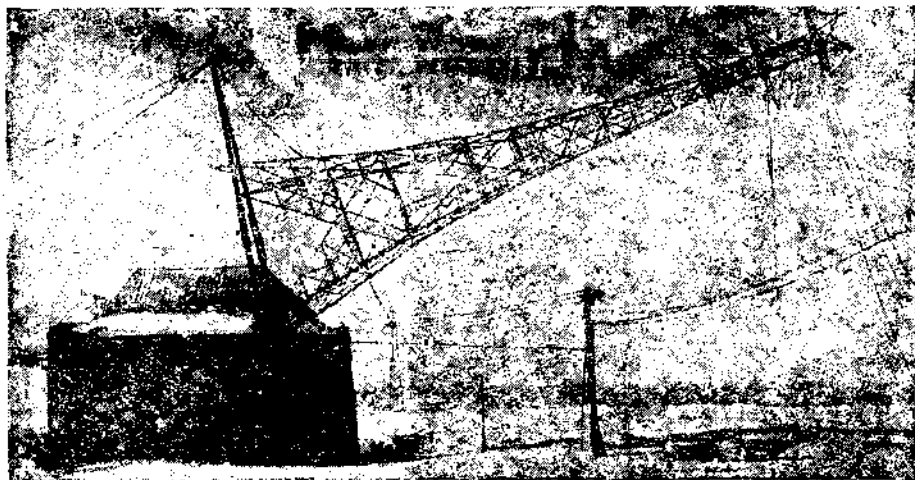
талью угол  $10-15^\circ$ , а затем уже падающей А-образной стрелой поднимают опору до конца (фиг. 83, 84, 85, 86 и 87).

При этом стрела иногда в целях уменьшения усилия в тросах ставится на бетонные фундаменты опор.

В отдельных случаях, при подъемке особенно высоких переходных опор, в целях увеличения стрелы и уменьшения усилия в ходовом тросе и на лебедке, стрела устанавливается на верхних ногах опоры, находящихся в воздухе, крепко с ними соединяется и укрепляется в плоскости ног опоры.

Подъемка опор трактором. Одним из способов подъемки металлических опор с падающей стрелой является способ подъемки при помощи трактора.

Как было указано выше, этот способ имеет целый ряд преимуществ: экономичность, надежность и быстрота подъемки.



Фиг. 85. Подъемка опор переходного типа

Особенно этот способ применим в случае сплошных металлических линий передач с большим количеством однотипных промежуточных опор (или сплошных деревянных линий с малым числом специальных и тяжелых опор).

Способ подъемки опор трактором в части подготовительных работ мало отличается от способа подъемки падающей стрелой помощью лебедки.

Самый процесс подъемки опоры производится движением трактора, к тяговому крюку которого привязан тяговой трос, идущий через падающую стрелу от опоры, или трос полиспафта в случае более тяжелых опор.

Трактор, применяемый для установки опор, может быть на железном ходу или на гусеничном (типа „Фордзон“ или „Интернационал“) от 25—50 л. с. в зависимости от веса опор.

В осеннее время во время гололедицы трактор почти неприменим из-за большого скольжения.

Трактором также пользуются и для перевозки всего подъемного инструмента, стрел, тросов и пр. с пикета на пикет.

В последнее время трактор находит все большее и большее применение на работах по постройке линий передач, особенно по установке легких опор.

Подъемка опор краном. В самое последнее время у нас в СССР на постройках линий передач появились и чрезвычайно успешно применяются подъемные краны на гусеничном ходу.

Применение такого крана совершенно освобождает подъемку опор от лебедок, подъемных стрел, тросов, расчалок, транспорта для перевозок, земляных работ по укреплению лебедок, якорей, от работ по завязыванию и развязыванию тросов и т. д.

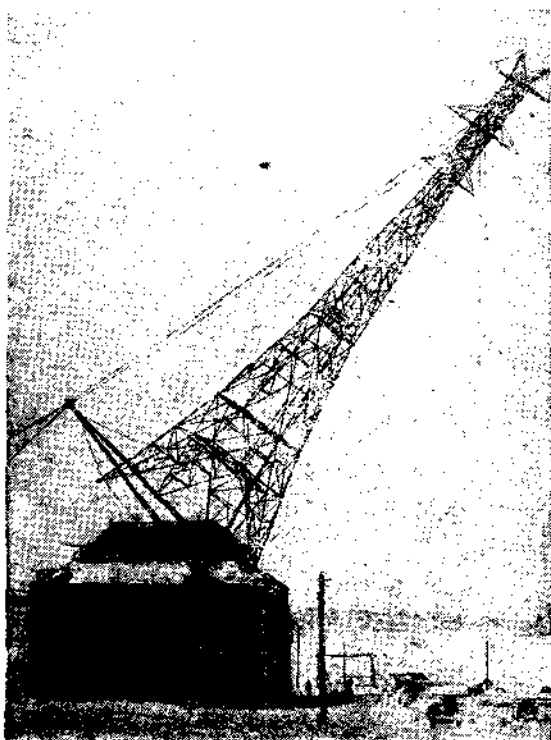
Вообще необходимо отметить, что если имеется возможность использовать такой подъемный кран и доставлять на место работ горючее, надо этой возможностью всемерно пользоваться.

Единственным недостатком пока является сравнительно небольшая высота стрелы крана, не позволяющая поднимать опоры значительной высоты.

Примером такого крана может служить кран германской фирмы Оренштейн-Коппель (Orenstein-Koppell) с кабиной, на гусеничном ходу, с мотором (бензиновым) 40—60 л. с., весом 28 т; он оборудован электрическим освещением. Скорость передвижения — 800 м/час. Грузоподъемность при вылете стрелы 5 м — 9 т. Высота стрелы 12 м. Скорость подъема:

при грузе 1 т . . . . .	40 м/сек.
” ” 3 ” . . . . .	30 ”
” ” 6—9 ” . . . . .	16 ”

Средняя производительность крана — 12—16 опор за 8 часов.



Фиг. 86. Подъемка опор переходного типа

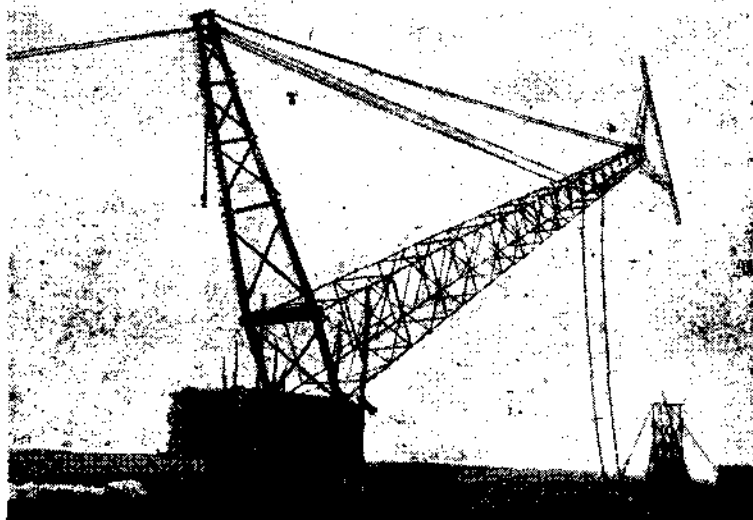


Небольшим конструктивным недостатком, в будущем подлежащим устранению, является чрезвычайная быстрота подъема и поворота кабины, несколько опасная при работе с тяжелыми грузами, равными весу поднимаемой опоры.

Подъемная сила крана должна соответствовать весу поднимаемой опоры, и вылет стрелы не должен быть менее 3 м.

В момент производства подъемки опоры следует проверять надежность грунта, на котором стоит кран, и принять меры к устранению скольжения, если работа производится на косогоре.

Опора перед подъемкой краном кладется перед основанием, причем в данном случае совпадение оси опоры с осью трассы необязательно.



Фиг. 87. Подъемка опор переходного типа

Тяговой крюк стрелы подъемного крана цепляется за узел, образованный тросом, укрепленным на двух гранях опоры немного выше ее центра тяжести.

В первый момент стрела крана имеет большой вылет с низким положением крюка; в таком положении кран поднимает опору, разворачивает ее таким образом, чтобы контур основания опоры был под центром тяжести висющей на крюке опоры, и затем осторожно спускает опору вниз; в это время рабочие с направляющими колесами в руках наводят ее на фундамент и, когда опора установлена, закрепляют анкерные болты.

Все металлические опоры с разъемным основанием, а в особенности тяжелые и высокие опоры, поднимаются в плоскости, проходящей через ось трассы, для чего опора кладется вдоль трассы плоскостью своих траверс на землю.

В исключительных случаях, когда подъемку опоры нельзя произвести вдоль трассы, как-то: около берега реки, перед железнодорожной насыпью и вообще вблизи каких-либо препятствий в виде построек, проводов, шоссе и пр., подъемка опор производится поперек трассы, и в этом случае одна сторона траверс вначале не приклепывается, а сначала опора приподнимается на высоту от земли, немного большую длины наибольшей траверсы, затем приклепывается нижний ряд траверс, и далее подъемка продолжается.

В этом случае требуется особо следить за надежностью положения приподнятой мачты, в целях безопасности работ по приклепыванию траверс под мачтой.

В случае невысоких опор и легких траверс опора поднимается без нижнего ряда траверс, а последние прибалчиваются болтами уже наверху на поднятой опоре.

#### б) Установка опор с неразъемным основанием

Установка металлических опор с неразъемным основанием несколько отличается от подъемки опор на готовые основания в части подготовительных работ с самой опорой перед подъемкой, а также в части расположения подъемных стрел.

Опоры с неразъемным основанием преимущественно применяются на линиях 30—38 кВ; эти опоры значительно легче опор 115000 в американского и немецкого типа.

Опоры с неразъемным основанием опускаются в вырытый котлован, или непосредственно на грунт, или на заранее приготовленную бетонную подушку, что и является основным отличием от подъемки опор с разъемным основанием, устанавливаемых на поверхности земли.

Установка металлических опор с неразъемным основанием состоит из двух отдельных работ, связанных в данном случае в одно целое.

Первая работа — по устройству основания, состоящая из рытья котлована, приготовления бетонной подушки, в случае наличия бетонного основания, бетонировки основания опоры после ее установки и засыпки котлована или просто засыпки грунтом. Вторая работа заключается в подъемке опоры в вырытый котлован, на грунт или на приготовленную подушку из бетона.

Изложим сначала процесс строительных работ по устройству оснований, а затем перечислим все имеющиеся в практике способы подъемки металлических опор с неразъемным основанием.

Устройство оснований для опор с неразъемным основанием по существу ничем не отличается от устройства разъемных оснований с той лишь разницей, что основанием здесь служит низ опоры, подлежащей установке, и поэтому процесс устройства основания в данном случае прерывается подъемкой и выверкой опоры.

В случае установки опоры прямо в грунт порядок работ следующий: сначала по общим правилам разбивается котлован, затем роется котлован до необходимой глубины, после чего устанавливается сама опора в вырытый котлован (способ установки см. ниже). После подъемки и выверки опоры последняя остается на расчалках на все время

засыпки, и котлован засыпается грунтом с постепенной трамбовкой его, только после этого могут быть сняты расчалки и опора считается установленной.

В случае наличия у опоры бетонного основания порядок работ следующий: сначала разбирается котлован для будущего бетонного фундамента, согласно проектной чертежу этого фундамента, затем вырывается котлован до необходимой глубины, начинается бетонировка подушки до нужной высоты. Устройство и установка опалубки, а также приготовление и укладка бетона подробно изложены в устройстве разъемных оснований для металлических опор.

После того как бетонная подушка изготовлена, ее поверхность выравнена по нивелиру и бетон в достаточной степени схватился, производится подъемка опоры одним из перечисленных ниже способов.

В поднятом виде опора на расчалках остается на все время бетонировки фундамента.

Бетонировка производится обычным способом, указанным в описании устройства разъемных оснований, и, когда бетонное основание закончено, ему дают выстояться дней 6—10 в зависимости от погоды, после чего производится засыпка котлована с постепенной трамбовкой, расчалки снимаются, и опора считается установленной. Несколько дней спустя проходят по линии с установленными неразрезными опорами и заканчивают фундаментам устройством так называемых „головок“, представляющих собой покрытие фундамента бетонной подушкой пирамидальной формы.

Теперь перейдем к изложению способов подъемки металлических опор с неразъемным основанием.

Существует несколько способов подъемки опор с неразъемным основанием: подъемка двумя неподвижными стрелами, подъемка одной неподвижной стрелой, подъемка падающей стрелой и лебедкой, подъемка падающей стрелой и трактором.

Преимущества и недостатки всех этих способов в основном те же, что и при подъемке опор на готовые основания.

Более тяжелые опоры поднимаются по способу падающей стрелой, опоры среднего веса — с двумя неподвижными стрелами и опоры легкие (преимущественно трехпроводных линий 30—38 кв) — одной неподвижной стрелой.

Подъемка неразрезных опор с двумя неподвижными стрелами. Опора кладется вдоль трассы над вырытым котлованом так, чтобы ее центр тяжести был над центром котлована и ось совпадала с осью трассы. Земля, вынутая из котлована во время земляных работ, не должна мешать установке опоры и во всяком случае должна быть разрыта до твердого грунта на ширине опоры.

Одновременно с укладкой опоры производится забивка сваяк для крепления расчалок и лебедок и подготовка места для стрел.

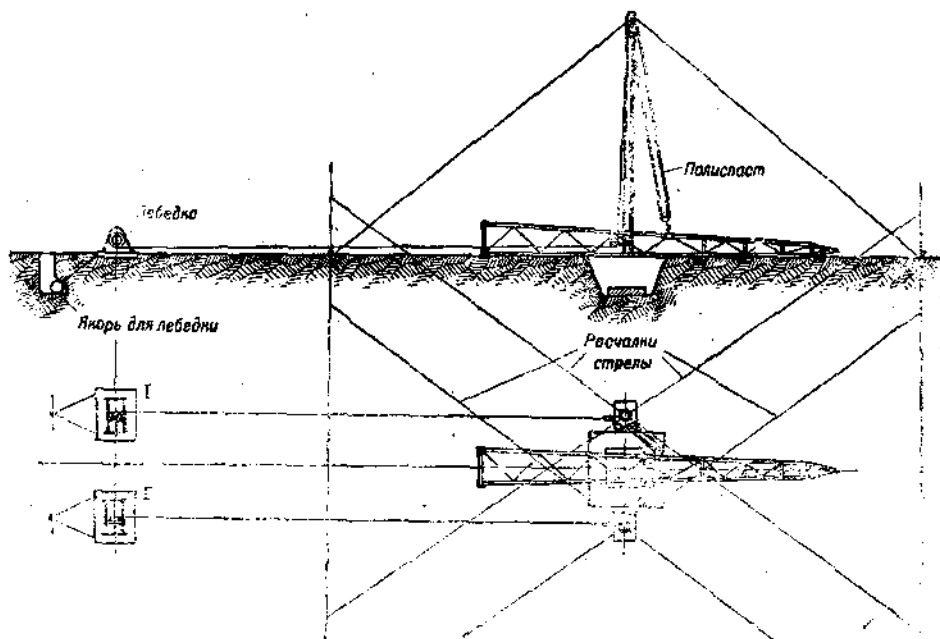
Стрелы размещаются на поперечной оси, проходящей через центр котлована (фиг. 88).

Так как стрелы почти всегда устанавливаются на краях котлована, обращают внимание на надежность грунта, на котором устанавливаются стрелы, в смысле обваливания краев котлована, и в слу-

чае слабых грунтов на края котлована подкладываются под стрелы лежни из досок, или, если допускают размеры котлована и длины стрел, то стрелы устанавливаются непосредственно на дно вырытого котлована. Такие же меры предосторожности принимаются в случае установки стрел на свеженасыпанном грунте.

Выбор места для сваек, крепление расчалок и лебедок — те же, что и при подъемке опор с разъемным основанием.

В случае установки опор с широкими основаниями, котлованы для которых получаются больших размеров, стрелы при вертикальной их установке находятся на большом расстоянии друг от друга, что сильно затрудняет подъемку, особенно в последний момент, когда опора принимает почти вертикальное положение.



Фиг. 88. Схема подъемки металлических опор с неразъемным основанием двумя неподвижными стрелами

Поэтому в таких случаях стрелы устанавливаются слегка наклонно в сторону опоры и в таком положении укрепляются боковыми расчалками (фиг. 89).

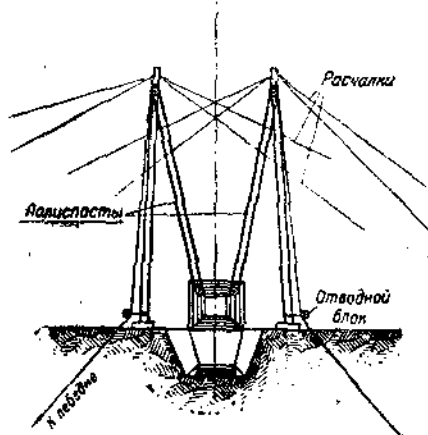
Весь остальной процесс — крепление полиспастов, отводных блоков и сама подъемка опоры, а также опускание стрел после подъемки — те же, что и при подъемке опор с разъемным основанием.

Выверка поднимаемой опоры в данном случае производится не после, а в процессе самой подъемки, так как поднятая опора тотчас же бетонируется, и до этого необходимо убедиться в точности установки опоры.

В противоположность опорам с разъемным основанием, где точность установки опоры на трассе определялась правильностью устрой-

ства самого основания, правильность установки неразрезной опоры устанавливается в процессе подъёмки самой опоры.

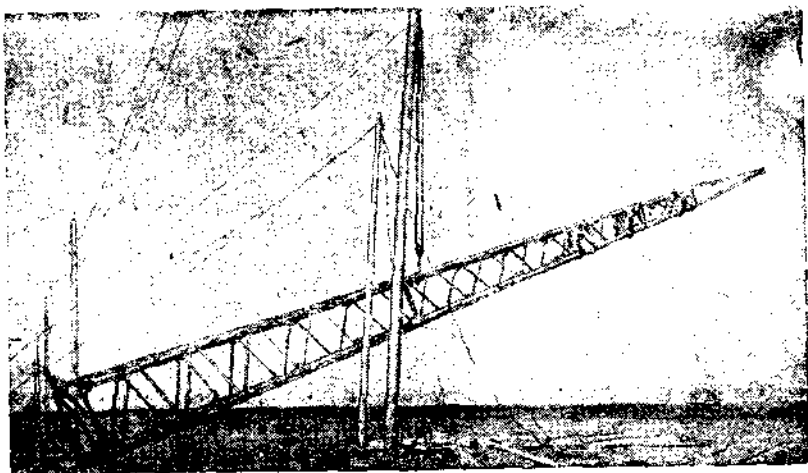
Если опора ставится на прямой, то она должна удовлетворять следующим условиям. Опора должна стоять строго вертикально в обеих плоскостях, ее ось должна проходить через ось трассы линии передачи и быть в центре будущего фундамента.



Фиг. 89. Наклонная установка подъемных стрел

Плоскость траверс опоры должна быть строго перпендикулярна вертикальной плоскости, проходящей через ось трассы, причем, если опора устанавливается без траверс, которые навешиваются впоследствии, необходимо еще следить за правильностью расположения граней опоры.

В случае установки опоры на углу поворота трассы к опоре предъявляются следующие требования: опора должна быть установлена строго вертикально в обеих плоскостях; ось опоры должна точно проходить через точку угла поворота оси трассы линии. Плоскость траверс должна совпадать с вертикальной плоскостью, прохо-



Фиг. 90. Подъемка металлических опор с неразъемным основанием одной неподвижной стрелой

дящей через биссектрису угла поворота трассы линии. В случае наличия несимметричных траверс по отношению к внутренней и внешней стороне угла поворота необходимо следить за правильностью расположения траверс перед подъемкой опоры.

Проверка вертикальности опоры производится помощью отвеса или по теодолиту, а проверка положения опоры в створе линии электропередачи — по теодолиту или гониометру.

Подъемка опор с неразъемным основанием одной неподвижной стрелой. В основном способ подъемки опор с одной неподвижной стрелой аналогичен способу подъемки с двумя стрелами, но требует вдвое меньше подъемных приспособлений, как-то: лебедок, полиспастов, стрел, якорей, расчалок и пр.

Опора также кладется над вырытым котлованом, на краю которого устанавливается (с прокладкой лежней из досок в случае слабого грунта) подъемная стрела с помощью вспомогательной небольшой стрелы. Подъемная стрела устанавливается или вертикально или немного наклонно в сторону поднимаемой опоры и в таком положении удерживается в четырех направлениях расчалками. Наверху стрелы при помощи хомута из стального троса укрепляется один блок полиспаста, другой блок которого укрепляется на поднимаемой опоре немного выше ее центра тяжести. Трос с полиспаста идет вниз по стреле, через отводной однорольный блок, укрепленный внизу стрелы, на барабан лебедки, установленной от места подъемки на расстоянии, равном двойной высоте стрелы (фиг. 90 и 91).

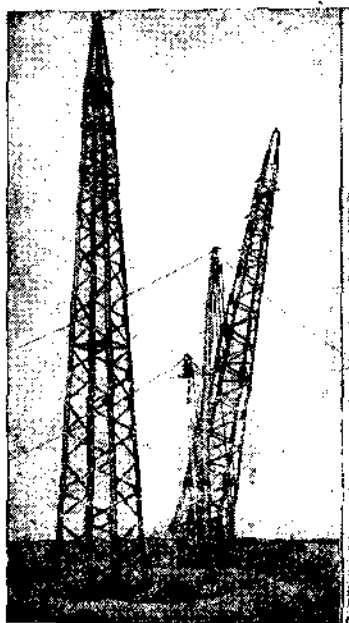
Процесс подъемки опоры тот же, что и с двумя стрелами. При подъемке опоры следует соблюдать осторожность при перекидывании расчалки через опору в случае пропуска опоры под одной из расчалок и не допускать ни в коем случае влезания людей на опору или стрелу.

Поправка опоры в установленном состоянии, а также подкладка брусков для вертикальности опоры делаются при помощи домкратов и расчалок.

После того как опора проверена, начинается бетонировка ее основания (или засыпка землей в случае отсутствия бетона).

Во время устройства основания опора должна стоять на расчалках, которые снимаются после окончания земляных или бетонных работ.

Подъемка опор с неразъемным основанием с падающей стрелой. Подъемка неразрезных опор с падающей стрелой, лебедкой или трактором аналогична подъемке таким же способом опор с разъемным основанием с той лишь разницей, что вращения опор около их нижних конструкций не происходит, а опора сначала медленно съезжает в готовый котлован, для чего одна из стенок

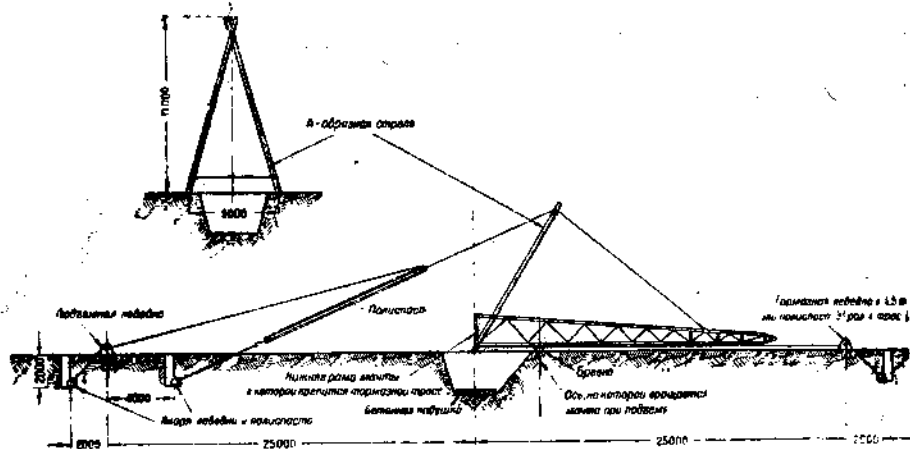


Фиг. 91. Подъемка металлических опор с неразъемным основанием одной неподвижной стрелой

котлована в сторону опоры делается обычно пологой и пригодной для спуска по ней опоры. К низу опоры привязываются два тормозных троса, служащих для затормаживания низа опоры и удерживания его от движения в сторону вращения опоры. Эти тросы проходят под опорой и накрутываются по 2—3 оборота на специальные свайки.

Устройство полиспастов, установка стрел, укрепление тормозных и тяговых тросов — таковы же, как и при подъемке разрезных опор.

Самый процесс подъемки опор протекает следующим образом. Сначала под действием лебедки вся опора, медленно подвигаясь вперед, спускается в котлован; когда нижняя грань опоры дойдет до дна котлована (или до бетонной подушки), тормозные тросы крепко натягивают и закрепляют на свайках, не давая возможности низу опоры подвигаться дальше вперед и создавая таким образом искусственную ось вращения опоры при дальнейшей ее подъемке.



Фиг. 92. Подъемка металлической опоры с неразъемным основанием падающей стрелой

Иногда в целях улучшения вращения опоры во время ее подъемки вращение создается не в самом низу опоры, а на некотором расстоянии от низа, равном длине пологой стенки котлована (фиг. 92). В этом случае опора сначала подтаскивается перед подъемкой вперед так, чтобы опора свисала над котлованом как раз на длину, равную указанному выше расстоянию. Под это место опоры подкладывается бревно, и в этом же месте крепятся нижние тормозные тросы.

Подложенное бревно и является как бы осью вращения. Опора, вращаясь около этой оси, во время подъемки поднимается и касается своей нижней гранью дна котлована или бетонной подушки, и дальше ось вращения переносится к нижней грани опоры, и подъемка ее продолжается.

Только что приведенный способ вращения опоры сильно уменьшает первоначальный момент вращения и уменьшает усилие и в тросе и в стреле. Затем опора поднимается тяговым тросом до тех пор, пока центр тяжести опоры не начнет входить в контур ее основания.

В этот момент тяговой трос перестает работать и начинают работать верхние тормозные расчалки, которые рабочими медленно сдаются через два оборота на свайках.

Таким образом опора ставится вертикально. В отличие от разрезных опор во время подъема опор с неразъемным основанием наверху опоры укрепляются еще две боковых расчалки, которые привязываются заранее до постановки опоры и которые после постановки опоры удерживают ее на все время бетонировки основания или засыпки котлована.

Перед бетонировкой установленная опора тщательно выверяется на вертикальность установки и на правильность ее положения на оси трассы (см. выше).

Тяговым механизмом в этом способе подъема может служить либо лебедка с полиспастом (или без него в случае легкого веса опоры), либо непосредственно трактор с тяговым тросом.

При тяжелых опорах трактор желательно применять с полиспастом до стрелы в целях большей плавности подъема опоры.

## 2. Деревянные опоры

По способу подъема деревянные опоры разделяются на легкие опоры, к которым относятся главным образом одиночные опоры — неразрезные и разрезные (на насынках), и тяжелые, к которым относятся все остальные, как-то: П-образные, А-образные, АП-образные, различные сложные специальные опоры и пр.

Соответственно этим двум категориям деревянных опор применяются два основных способа подъема.

Первый способ — подъемка опор баграми, второй способ — подъемка с падающей стрелой, с подразделениями: подъемка лебедкой и тяговым тросом, лебедкой, полиспастом и тяговым тросом трактором.

Все способы, связанные с вывешиванием опоры, как-то подъемка одной неподвижной стрелой, подъемка двумя неподвижными стрелами, а также подъемным краном, для сложных опор почти неприменимы из-за невозможности так увязать опору для подвешивания ее на стреле, чтобы не были нарушены ее основные узлы благодаря значительно меньшей жесткости деревянной опоры по сравнению с металлическими опорами.

Подъемка краном с вывешиванием опоры имеет единственно массовое применение при подъемке одиночных опор (свечек), особенно, если эта подъемка краном связана с бурением скважин для столбов специальным буром, имеющимся на том же подъемном кране.

Рассмотрим все перечисленные способы подъема деревянных опор.

Подъемка деревянных опор баграми. По способу подъема опор с баграми поднимаются лишь деревянные опоры легкого типа, т. е. одиночные (свечки), как неразрезные, так и разрезные (на насынках). Для подъема опор по этому способу необходимо иметь комплект специальных приспособлений, состоящий из

1 козел больших (фиг. 93),

1 козел малых (фиг. 94)

и 6 багров различной длины (фиг. 95).

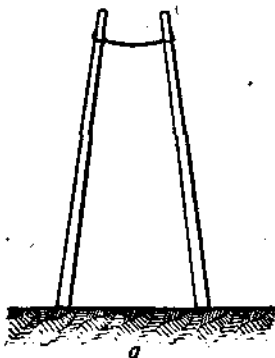


Процесс установки опоры протекает следующим образом (фиг. 96, 97 и 98).

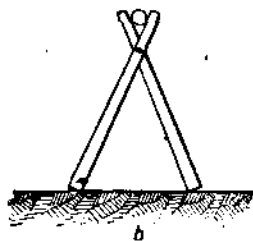
Вначале на пикете, где должна быть установлена опора, разбирают котлован размерами  $2,00 \times 0,80$  м в случае неразрезной опоры и  $2,00 \times 1,50$  м в случае разрезной опоры (на пасынках). По глубине котлован имеет ступенчатую форму (фиг. 99), с глубиной грунта на последней ступени, равной проектной глубине залегания опоры. Задняя стенка котлована роется вертикально при плотных грунтах и возможно вертикальнее при других грунтах.

Опора кладется вдоль трассы таким образом, чтобы ее нижний конец свисал над первыми ступенями около 2 м и плоскостью траверс по земле.

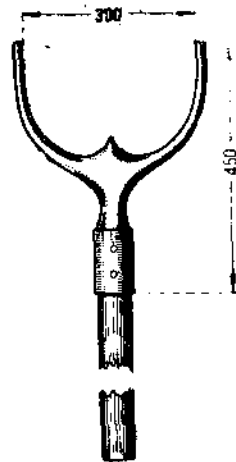
Затем к вершине опоры подходят несколько рабочих (5—6 человек) и, поднимая опору за вершину, отрывают ее от земли на высоту 1—1½ м и под вершину подставляют малые козла; после этого под самый верх опоры подставляют багор меньшего размера, все время передвигая козла. Рабочие берут пика и подпирают ими опору сбоку, в то время как



Фиг. 93. Козла большие для подъемки столбов



Фиг. 94. Козла малые для подъемки столбов



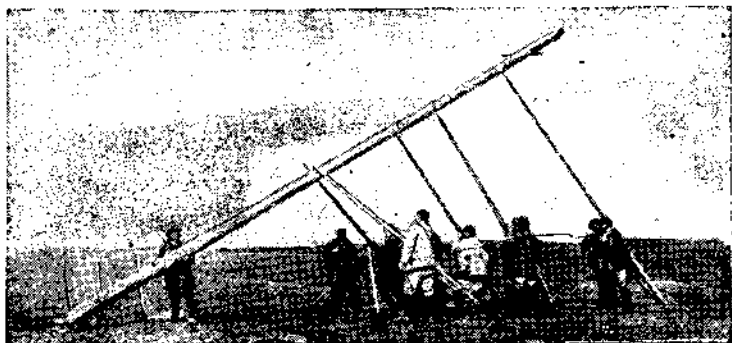
Фиг. 95. Багор для подъемки столбов

рабочие под опорой постепенно поднимают опору, все время передвигая малые багры и козла к низу опоры, а сзади подставляют багры следующих размеров. На время отдыха опора опирается на большие козла.

Так продолжается до тех пор, пока опора не примет почти вертикального положения, дальше рабочие подходят с пиками и баграми со всех сторон, выправляют и окончательно устанавливают опору, опирающуюся на заднюю стенку котлована.

В это время старший рабочий с отвесом в руках выверяет опору в обоих направлениях вдоль и поперек трассы и, кроме того, проверяет правильность положения траверс относительно оси линии передачи. Пока 3—4 рабочих удерживают опору в рабочем положении, остальные засыпают котлован постепенно, слоями трамбуя грунт; по окончании засыпки пика отнимаются, и опора считается установленной.

Несмотря на некоторую примитивность такого способа подъёмки, он все же имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими способами, так как весь требующийся инструмент легко переносится



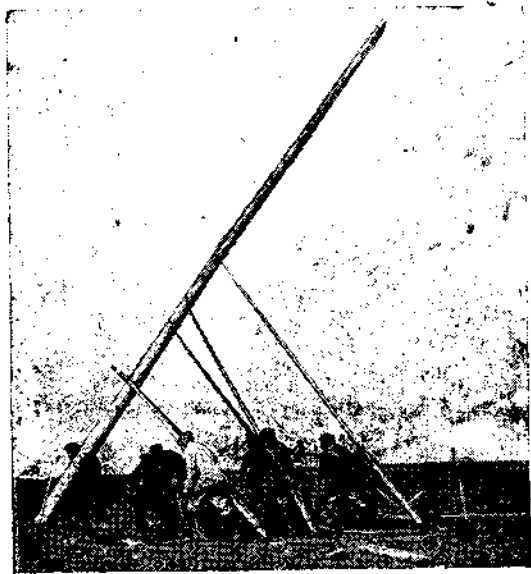
Фиг. 96. Подъёмка опор баграми

с места на место рабочими и, кроме того, не требуется никаких подготовительных работ по укреплению якорей, лебедок, стрел и пр.

Бригада в 7—8 человек с рытьем котлованов свободно поднимает в среднем грунте 6—8 опор в день с переходами по линии.

Применяемые иногда разрезные одиночные опоры для линий 30—38 кв из 8,5-метровых бревен на 8,5-метровых пасынках несколько тяжелы для такого способа, и их, так же как и прочие опоры, рекомендуется поднимать с падающей стрелой и лебедкой или лошадью.

Подъёмка деревянных опор падающей стрелой. По способу с падающей стрелой с теми или иными видоизменениями поднимаются все сложные деревянные опоры — А-образные, П-образные, АП-образные и прочих типов.



Фиг. 97. Подъёмка опор баграми

В основном подъёмка всех перечисленных типов опор одинакова; меняются лишь подготовительные работы, количество расчалок, тросов, толщина стрел, количество лебедок и пр.

**Подъемка А-образных опор.** Подъемка опор А-образного типа наиболее проста, так как эти опоры наиболее устойчивы, особенно если они имеют нижние подземные ригели (поперечины).

Перед подъемкой на пикете разбивается котлован прямоугольной формы, отвечающей с некоторым запасом размерам опоры по низу.

В зависимости от того, как опора своей плоскостью располагается относительно оси линии передачи, котлован разбивается или вдоль или поперек трассы.

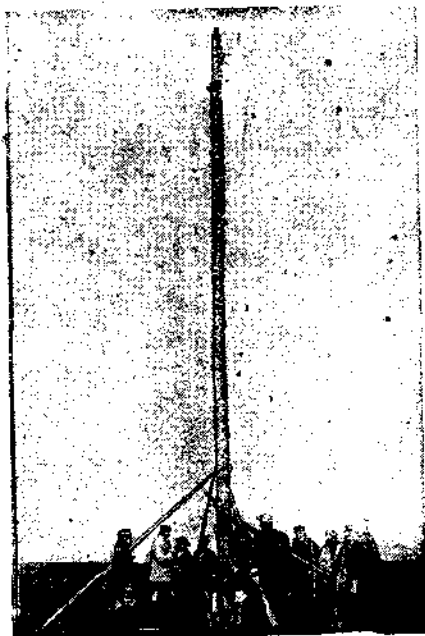
Глубина котлована отвечает высоте подземной части опоры; дно котлована уравнивается по нивелиру и уровню. Затем опора под-

такивается к краю котлована и кладется там, чтобы низ опоры немного свисал над котлованом и чтобы ось опоры совпадала или с осью трассы, если опора становится своей плоскостью поперек трассы, или с перпендикуляром к оси трассы, если опора запроектирована вдоль трассы своей плоскостью.

Вершина опоры приподнимается на маленькие козла для уменьшения усилия в момент отрыва от земли.

К низу опоры с двух сторон привязываются тормозные тросы, идущие на забитые в землю свайки, с которых тормоза через 2—3 оборота сдаются рабочими во время подъемки опоры.

К верху опоры за ее головку привязывается тяговой трос, который проходит через раствор (вверху) падающей стрелы поверх болта или хомута, скрепляющего ноги стрелы, к лебедке, укрепленной в 50 м от места подъемки строго по направлению подъемки.



Фиг. 98. Подъемка опор баграмн

Так как А-образная опора устойчива в своем основании в направлении, перпендикулярном к плоскости подъемки, то боковые расчалки при подъемке этой опоры не применяются. Благодаря легкости опоры применяется небольшая подъемная стрела, которая без всякой вспомогательной стрелы приподнимается несколько над землей, и в таком виде через нее пропускается трос, на котором за стрелой привязан кусок доски.

В начале работы лебедки трос, наворачиваясь на барабан лебедки, тащит за собой стрелу укрепленным на тросе бруском.

Когда стрела, поднявшись, примет почти вертикальное положение с небольшим наклоном в сторону опоры, трос между стрелой и опорой натягивается и начинает поднимать опору.

После того как линия троса от лебедки до стрелы и линия троса от стрелы до опоры расположатся на одной прямой, стрела выпа-

дает, и опора поднимается уже непосредственно тросом, идущим на лебедку, до вертикального положения, в котором опора в одну сторону удерживается тяговым тросом, а в другую — верхней тормозной расчалкой из веревки или тонкого троса, который предварительно привязывается к головке опоры и рабочим сдается через 2—3 оборота на свайку при подходе опоры к вертикальному положению.

Во все время подъема опоры необходимо следить за натяжкой тормозных нижних тросов и постепенным их сдаванием по мере спуска опоры в котлован.

После того как опора приняла вертикальное положение, она проверяется по отвесу в плоскости А-образной стрелы. Кроме того, проверяется вертикальность оси опоры, совпадение оси опоры с плоскостью, проходящей через ось трассы, и правильность положения траверсы, плоскость которых всегда должна быть перпендикулярна оси трассы.

Как только все проверки закончены, отвязываются нижние тормозные тросы, производится засыпка котлована слоями грунта с постепенной трамбовкой его, после чего отвязывается тяговой трос и верхняя тормозная расчалка, и опора считается установленной.

**Подъемка П-образной опоры.** Перед подъемкой опоры на пикете разбивается котлован размерами, отвечающими чертежу подземной части данной опоры.

В том случае, если опора имеет нижние поперечины (ригеля), вырывается общий котлован; если же поперечных ригелей нет, то вырываются два

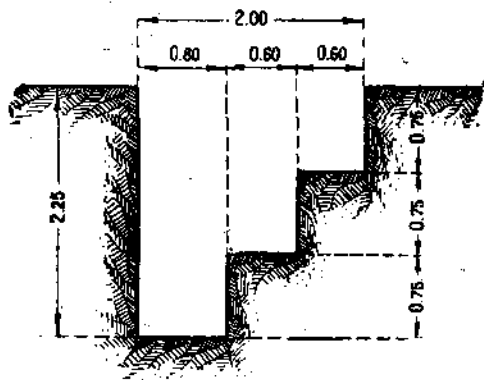
отдельных котлована под каждую ногу до проектной глубины. Дно котлована, а особенно двух разных котлованов, уравнивается по нивелиру.

Опора подтаскивается к краям котлована так, чтобы ноги немного свисали над ним, а ось опоры располагалась вдоль оси трассы.

Необходимо отметить, что при подъемке П-образных опор без нижних поперечных ригелей на время подъемки желательно устанавливать на пасынках выше уровня земли временные схватки на болтах для придания жесткости всей конструкции опоры во время ее установки во избежание скручивания опоры, расхождения узлов и, что самое главное, провертывания ног относительно пасынков у опор с плоскими стыками и со скруткой без фасонных шайб.

К низу пасынков привязываются тормозные расчалки и наворачиваются по 2—3 оборота на свайки.

Вязка тягового троса производится за верх опоры в местах крепления ног с траверсой двумя отдельными кусками троса, которые посредине связываются в один, и далее этот трос уже проходит через стрелу на лебедку.



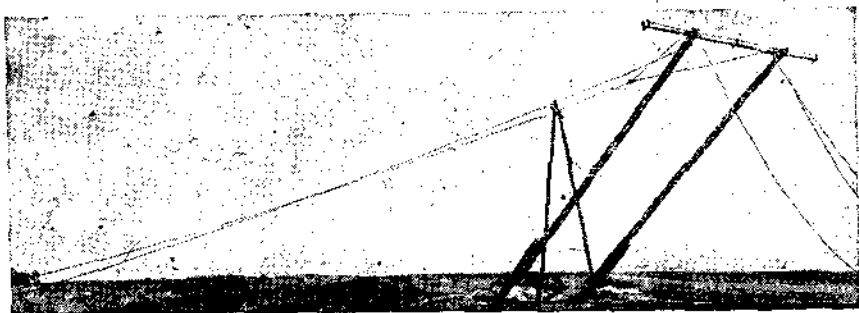
Фиг. 99. Котлован для установки столба

Кверху опоры привязываются две тормозные расчалки и две боковые (из бумажной веревки) во избежание падения опоры при подъемке и для регулирования опоры при выверке ее после установки.

В остальном процесс поднятия стрелы самой опоры, засыпки котлована идет обычно, как указано в описании подъемки А-образной опоры (фиг. 100).

Установленная в котлован и стоящая на расчалках П-образная опора до засыпки подвергается следующей проверке.

Прежде всего убеждаются в вертикальности установки опоры как вдоль трассы, так и поперек ее, для чего на некотором расстоянии от поднимаемой опоры строго на оси трассы устанавливается теодолит. Крест нитей теодолита наводят на середину каждой ноги в верхнем отрубе и, вращая трубу прибора в вертикальной плоскости, убеждаются в том, что середины нижних комлей ног опоры также приходятся на кресте нитей теодолита.



Фиг. 100. Подъемка П-образных опор с падающей стрелой

В поперечном к оси трассы направлении вертикальность опоры проверяется по отвесу.

Кроме того проверяется положение опоры в вертикальной плоскости, проходящей через ось трассы линии передачи.

Для этого наводят трубу прибора сначала на ранее установленную опору так, чтобы крест нитей перекрывал средний гирляндовый крюк в траверсе в его середине, и затем, вращая зрительную трубу, убеждаются в том, что средний гирляндовый крюк своей серединой также находится на кресте нитей теодолита.

Для приведения опоры при ее выверке в правильное положение пользуются ломами, расчалками, тяговым тросом, все время наблюдая за вертикальностью опоры поперек трассы помощью отвеса.

Наконец, последняя из проверок заключается в том, чтобы траверса опоры была строго горизонтальна, что достигается следующим образом: крест нитей прибора наводят на середину диаметра траверсы с одной (положим, левой) стороны и, поворачивая трубу прибора в горизонтальной плоскости вправо, убеждаются в том, что середина диаметра правого конца траверсы также находится на кресте нитей.

Для приведения траверсы в горизонтальное положение рекомендуется, подняв домкратом более высокую ногу опоры, выбрать из-под нее необходимое количество грунта или под низкую ногу положить необходимой толщины прокладку из обрезка доски, а не подсыпать под низкую ногу грунта.

Лишь после того, как все проверки опоры произведены, можно начать засыпку котлована.

В некоторых случаях для П-образных опор применяют внутренние диагональные стяжки из круглого железа  $d=16$  мм. Эти стяжки во время сборки висят на верхних хомутах и к нижним не присоединяются, дабы не мешать установке опоры.

Когда опора установлена, выверена и засыпана, производится крепление этих стяжек к нижним хомутам. При этом надо отметить, что при подтягивании гаек на колодках стяжек опора может перекошиться поперек линии. Поэтому надо так регулировать затяжку этих стяжек, чтобы ноги оставались вертикальными и ось опоры оставалась в плоскости, проходящей через ось траверсы, что вторично проверяется по теодолиту.

В самое последнее время находит себе большое применение подъемка П-образных деревянных опор помощью трактора („Фордзон“ или „Интернационал“).

Самый способ подъемки трактором аналогичен вышеприведенному способу подъемки П-образных опор; вместо лебедки тяговым механизмом является трактор, который сначала поднимает падающую А-образную стрелу, а затем и опору.

Подъемка опор трактором значительно экономичнее и быстрее, чем лебедкой: бригада в 8 человек с лебедкой поднимает с засыпкой в среднем 5—6 П-образных опор за 8 часов при вырытых котлованах. При тех же условиях бригада 5—6 человек с трактором поднимает за 8 часов работы 10—12 (а в отдельных случаях при хороших плотных грунтах и до 15) опор. Кроме того не требуются лошади для перевозки подъемных приспособлений, так как трактор перевозит все с пикета на пикет сам. Единственное затруднение в работе с трактором — это гололедица осенью и распутица весной и отчасти доставка горючего, что не всегда просто, особенно в глухих отдаленных районах.

Несколько отличным является способ подъемки П-образных опор на болотах. Подъемка опор в этом случае производится следующим образом.

Опора собирается отдельно от пасынков, т. е. на пикете, где забиты два пасынка — сваи на точном расстоянии друг от друга и на равном расстоянии от оси трассы. Укладывается опора таким образом, чтобы ноги опоры находились внутри пасынков, были параллельно оси трассы и чтобы траверса лежала строго перпендикулярно оси трассы. Затем по чертежу выбирают на длине стыка ноги с пасынком, точку вращения опоры и в этом месте и в ноге и в пасынке просверливают отверстие 25 мм диаметром в плоскости поперек трассы через ось бревна. Эта точка выбирается возможно ниже и так, чтобы вложенные в отверстия болты не мешали будущей накладке бандажей для соединения ног установленной опоры с пасынками.

После этого ноги поднимают домкратами вдоль пасынков (желательно одновременно обе ноги двумя домкратами) до тех пор, пока отверстия в ноге и пасынке не совпадут друг против друга. В эти отверстия вкладываются болты диаметром 25 мм и заворачиваются гайками.

Под верх опоры подкладывают козла для уменьшения усилия в тросах и в стреле в первый момент подъема.

Установка стрелы, вязка тросов, расчалок, укрепление лебедки аналогичны предыдущему.

Опора, вращаясь около этих двух болтов, поднимается, и, как только она займет строго вертикальное положение, ее удерживают расчалками и накладывают на стыки ног и пасынков плоские бандажки из железной проволоки  $d=5$  мм с фасонными шайбами и сквозными болтами, после чего вынимаются болты, служившие для вращения опоры, снимаются все расчалки и тросы, и установка опоры закончена. В этом случае нижних тормазных тросов не применяют.

В заключение описания подъема П-образных опор следует упомянуть еще об одном способе их установки. Это способ установки опоры в разобранном виде, т. е. установка отдельно каждой ноги и затем крепление траверсы уже наверху.

Такой метод подъема в настоящее время применяется на некоторых стройках.

По мнению автора, этот способ подъема не всегда может быть рекомендован, так как, во-первых, требует чрезвычайно точной установки ног в отдельности, а следовательно, повышенного технического надзора по сравнению с подъемкой целых П-образных опор, и, во-вторых, как бы точно ни были установлены ноги, крепление траверсы наверху все-таки затруднительно.

Вследствие этого качество установки получается недостаточно удовлетворительным, и кроме того по экономичности и скорости установки опор по линии этот метод уступает вышеизложенному.

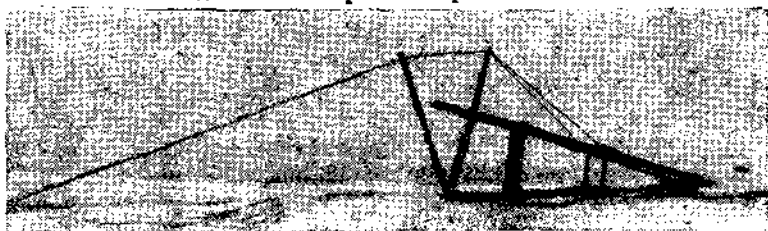
Подъемка АП-образных деревянных опор. Большинство опор анкерных, угловых, не говоря уже о переходных, транспозиционных и пр., имеет АП-образную форму. Все эти типы опор как на линиях 30—38 кВ, так и на линиях 100 кВ преимущественно поднимаются падающей стрелой с теми или иными видоизменениями способов подъема.

Как исключение, поднимаются деревянные опоры и двумя неподвижными стрелами, но не вывешивая всей опоры, а лишь поднимая ее вершину при опирающейся на грунт нижней части опоры.

АП-образные опоры более легких типов поднимаются обычной падающей стрелой, поднимаемой в свою очередь вспомогательной стрелой, при помощи лебедки, с нижними тормазными тросами на свайках, с верхними тормазными расчалками, не имеющими тормозной лебедки.

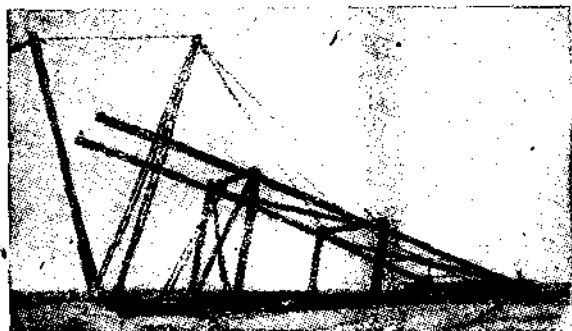
Для подъема более тяжелых АП-образных опор, как-то: повышенные на 4 или 6 м и пр., существует способ подъема с двумя падающими А-образными стрелами, сходящимися в виде буквы V книзу под определенным углом (фиг. 101). Этот способ в значительной степени уменьшает как усилие в тросах в первый момент

подъемки, так и то усилие, которое приходится на стрелу. Такая система стрел как бы заменяет одну более высокую, а чем выше стрела, тем легче подъемка опоры в первый момент.



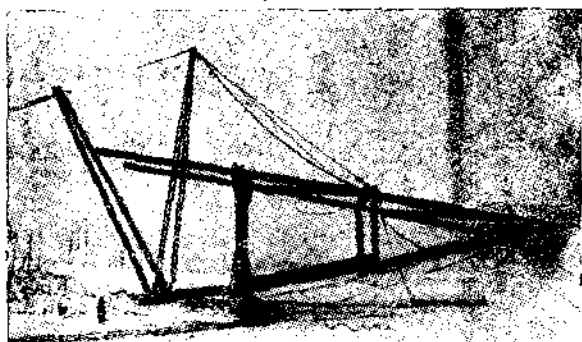
Фиг. 101а. Подъемка АП-образной опоры переходного типа двумя падающими стрелами

При этом способе подъемки вначале работают две стрелы; после того как линия троса, соединяющая ближнюю к опоре стрелу с лебедкой, превратится в одну прямую, дальняя от опоры стрела опускается на землю, и подъемка продолжается до конца лишь одной стрелой. При этом способе обязательно применение тормозной лебедки.



Фиг. 101б.

Наконец, подъемка деревянных АП-образных опор на переходах через реки, овраги и пр., представляющих собой сложную конструкцию большой высоты, производится комбинированным способом, т. е. сначала помощью двух неподвижных стрел и двух лебедок и затем помощью падающей стрелы обычным способом.



Фиг. 101в.

Первый момент опора опирается нижней своей частью на край котлована и удерживается от дальнейшего скольжения тормозными нижними тросами, идущими не на свайки, а на две тормозные лебедки, которые постепенно сдают свои тросы, до тех пор, пока две нижние ноги не опустятся на дно котлована.

Когда опора поднята падающей стрелой до такого положения, при котором центр тяжести опоры начинает входить в контур осно-



вания опоры, тяговый трос и лебедка перестают работать, и начинают работать верхние тормозные тросы и лебедки, постепенно опускающие опору в котлован, до тех пор, пока вторые две ноги не коснутся дна котлована.

Самый процесс установки АП-образных опор идет в таком порядке: вначале разбиваются или отдельные четыре котлована для каждой ноги отдельно, или по два для пары ног, или один общий котлован—в зависимости от конструкции подземной части опоры и наличия поперечных или продольных ригелей и диагональных схваток.

После разбивки котлованов до проектной глубины тщательно выверяется дно каждого котлована по отношению к другому по уровню и нивелиру.

Опора лебедкой подтаскивается к котловану таким образом, чтобы ее ноги свисали над котлованом несколько меньше своей подземной части.

Затем производятся все подготовительные работы по установке лебедок, креплению расчалок и тормозов, вязке тягового троса, подъемке и установке подъемной стрелы (или стрел), укреплению полиспаста (если таковой применяется при тяжелых опорах) и пр.

Когда выполнены и проверены все подготовительные работы, начинается самая подъемка опоры одним из приведенных выше способов.

После того как опора установлена в котлован, производится выверка опоры.

В том случае, когда АП-образная опора стоит на прямой, она должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Опора должна быть установлена строго вертикально, т. е. в плоскости П ноги должны проектироваться в вертикальную прямую без наклона поперек линии электропередачи.

2. Ось опоры должна проходить через середину пикета и находиться в вертикальной плоскости, проходящей через ось линии передачи.

3. Ось А-образной конструкции в поперечном к трассе направлении должна быть также вертикальна и должна делить основание буквы А внизу на две равные части.

Траверса опоры должна быть строго горизонтальна и перпендикулярна к оси трассы.

В том случае, если АП-образная опора устанавливается на углу поворота трассы, опора должна удовлетворять следующим условиям:

1. Опора должна быть установлена строго вертикально, т. е. в плоскости П ноги должны проектироваться в вертикальную прямую без наклона в сторону угла или от угла.

2. Ось опоры должна проходить через середину пикета в точке пересечения двух прямых.

3. Ось А-образной конструкции в направлении биссектрисы угла, должна быть также вертикальна и должна делить основание буквы А пополам.

4. Траверса опоры должна быть строго горизонтальна и должна лежать в вертикальной плоскости, проходящей через биссектрису угла поворота трассы линии передачи.

5. В случае несимметричной конструкции как самой опоры (внутренних диагональных раскосов), так и траверсы расположение последних должно быть в соответствии с направлением угла поворота трассы.

Все указанные выше проверки производятся помощью теодолита, установленного на некотором расстоянии от опоры. Метод проверки вертикальности в основном аналогичен описанному при проверке П-образных опор.

После проверки опоры и установки ее в окончательном правильном положении производят засыпку котлованов грунтом с постепенной трамбовкой его по слоям не толще 25—30 см.

Когда засыпка окончена, снимают все расчалки, тормозные и тяговые тросы, и опора считается установленной.

Установка деревянных АП-образных опор в отличие от металлических опор производится только в направлении линии передачи.

Подъемка АП-образных опор поперек линии почти никогда не производится.

В случае применения внешних подкосов внутрь угла в некоторых конструкциях угловых АП-образных опор таковые ставятся отдельно после установки самой опоры в котлован перед ее засыпкой.

Для этого поднимают при помощи блока, укрепленного на траверсе опоры, подкос. Тросовой расчалкой, привязанной к головке опоры на внешней стороне угла, отклоняют опору немного в сторону от угла и подставляют подкос таким образом, чтобы его верхушка вошла в соответствующее гнездо под траверсой опоры; там подкос прибалачивается, после чего расчалка отпускается, и опора, нажимая на подкос, устанавливается на свое место. Под нижний конец подкоса кладутся в земле небольшие лежни во избежание продавливания грунта под подкосом. После установки подкоса и опоры и подкос засыпаются грунтом.

Кроме перечисленных способов подъема деревянных опор, могут быть применены и другие—в зависимости от местных условий и типов опор, но все они в основном состоят из отдельных элементов, входящих в указанные выше методы подъемки, и поэтому отдельно излагаться не будут.

Расчет подъемки опоры. Для определения толщины бревен для стрел и сечения подъемных и тормозных тросов, а также выбора полиспастов при подъемке какой-либо опоры производится расчет процесса подъемки, в результате которого определяют усилия, сгибающие стрелу и натяжение тросов.

Для примера приведем расчет подъемки металлической опоры немецкого типа весом  $Q = 2000$  кг (фиг. 102).

Подъемка производится помощью падающей А-образной стрелы высотой 12,00 м и шириной основания 5,00 м.

Опора устанавливается на готовую бетонную подушку в котлован на глубине 2,0 м. Ширина основания опоры  $B = 1,6$  м. Высота опоры  $H = 20,0$  м. Расстояние центра тяжести опоры (с траверсами) от нижней рамы 9,30 м.

Опора перед подъемкой лежит на земле вдоль трассы линии электропередачи таким образом, что нижняя рама находится над

центром котлована, а ось вращения в первый момент находится на расстоянии 3,80 м от нижней рамы на бревне, лежащем поперек трассы около пологого края котлована.

Тормозные тросы привязаны за нижнюю раму. Лебедка установлена по оси линии на расстоянии 25 м от центра котлована. Якорь полиспаста также закреплен на оси трассы в расстоянии 4 м от лебедки и на глубине 2,00 м в грунте.

Тяговый полиспаст распущен на 14 м.

Стрела в начальном положении установлена под углом к вертикали в сторону опоры, равным  $20^\circ$  (см. чертеж).

В первый момент подъёмки опора вращается около точки  $O_1$  до тех пор, пока нижний угол рамы не коснется бетонной подушки на расстоянии 0,8 м от центра. Затем опора поднимается дальше, вращаясь уже около точки  $O_2$ , сохраняя все время постоянный угол со

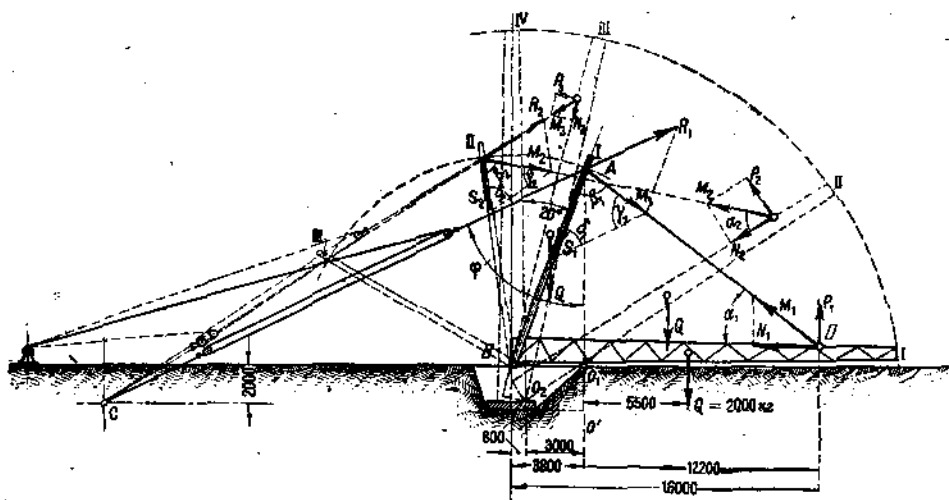


Рис. 102. Схема подъёмки металлической опоры с неразъемным основанием помощью падающей стрелы

стрелой, равный  $70^\circ$  до тех пор, пока трос, идущий с опоры к стреле и от стрелы на крюк полиспаста, не сделается одной прямой линией, в этот момент стрела выпадает, и далее опора доводится до вертикального положения сначала непосредственно полиспастом без стрелы, а когда центр тяжести опоры войдет в контур ее основания, опора становится на фундамент сама под действием веса, удерживаемая верхними тормозными тросами.

Если мы проследим за изменением усилий по тросам и стреле во время подъёмки, то из эскиза (и см. ниже расчет) видно, что наиболее тяжелые условия подъёмки наблюдаются в первый момент, затем усилия в тросах и стреле немного уменьшаются до перемены центра вращения, после чего уменьшение усилий идет значительно быстрее и в момент III, когда выпадает стрела, на нее усилие не приходится вовсе, а усилие вдоль тягового троса приближается

к нулю и равно нулю в тот момент, когда проекция центра тяжести опоры пересекает нижнюю грань опоры и входит внутрь контура основания.

Определим все усилия в различные моменты подъема.

Положение I. Опора горизонтальна.

Из уравнения моментов относительно центра вращения  $O_1$  получаем величину усилия  $P_1$ , отрывающего опору от земли в первый момент:

$$5,50 Q - 12,20 P_1 = 0.$$

Отсюда  $P_1 = 905$  кг.

Тяговой трос вверху стрелы на расстоянии 11,7 м от низа стрелы.

По углу наклона стрелы к вертикали и высоте крепления троса определяем величину  $AO_1 = AB \cdot \cos 20^\circ = 11,7 \cdot 0,98 = 11,3$  м.

$$\text{Далее } \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{AO_1}{O_1D} = \frac{11,3}{12,2} = 0,92; \alpha_1 = 42^\circ.$$

$$\text{Усилие } M_1 \text{ вдоль троса} = \frac{P_1}{\sin \alpha_1} = \frac{905}{0,67} = 1420 \text{ кг.}$$

$$\text{Усилие } N_1 \text{ вдоль опоры} = M_1 \cdot \cos \alpha_1 = 1420 \cdot 0,74 = 1050 \text{ кг.}$$

Усилие вдоль троса  $M_1$  в точке  $A_1$  раскладывается на силу  $S_1$ , сжимающую стрелу, и  $R_1$ , приходящуюся на крюк полиспаста.

Из  $\triangle ABD$  находим  $\angle \beta = 180^\circ - (70^\circ + 42^\circ) = 68^\circ$ .

$$\text{" } \triangle AO_1C \text{ " } \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{O_1G}{AO_1} = \frac{24,8}{13,3} = 1,86;$$

$$\angle \delta_1 = \angle \varphi_1 - 20^\circ = 62^\circ - 20^\circ = 42^\circ. \quad \varphi_1 = 62^\circ.$$

$$\angle \gamma_1 = 180^\circ - (42^\circ + 68^\circ) = 70^\circ.$$

Зная углы  $\beta_1$ ,  $\gamma_1$  и  $\delta_1$ , находим усилия:

$$S_1 = M_1 \frac{\sin \gamma_1}{\sin \delta_1} = 1420 \frac{0,94}{0,67} = 1990 \text{ кг.}$$

$$R_1 = M_1 \frac{\sin \beta_1}{\sin \delta_1} = 1420 \frac{0,93}{0,67} = 1970 \text{ кг.}$$

Положение II. Опора коснулась нижней гранью бетонного основания и начала вращаться около точки  $O_2$ .

Для этого случая из уравнения моментов относительно точки  $O_2$  получаем усилие  $P_2$ , нормальное к оси опоры.

Плечо силы веса  $Q =$  проекция 9,3 м на горизонталь  $= 7,7$  м.

$$7,7 Q - 16 P_2 = 0. \quad P_2 = \frac{7,7}{16} Q = 960 \text{ кг.}$$

Угол  $\alpha_2 = 45^\circ$ .

Усилие по тросу

$$M_2 = \frac{P_2}{\cos \alpha_2} = \frac{960}{0,71} = 1350 \text{ кг.}$$

Угол  $\beta_2 = 70^\circ$ , и следовательно,  $\sin \beta_2 = 0,94$ ;

"  $\gamma_2 = 48^\circ$  "  $\sin \gamma_2 = 0,74$ ;

"  $\delta_2 = 62^\circ$  "  $\sin \delta_2 = 0,88$ .

Усилие по тяговому тросу к крюку полиспаста для этого случая

$$R_2 = M_2 \frac{\sin \beta_2}{\sin \delta_2} = 1350 \frac{0,94}{0,88} = 1460 \text{ кг.}$$

Усилие вдоль стрелы

$$S_2 = M_2 \frac{\sin \gamma_2}{\sin \delta_2} = 1350 \frac{0,74}{0,88} = 1160 \text{ кг.}$$

Усилие вдоль опоры

$$N_2 = M_2 \cdot \cos \alpha_2 = P_2 = 960 \text{ кг.}$$

Положение III. Момент выпадения стрелы.

Из уравнения моментов относительно точки  $O_2$ , имеем: плечо веса  $Q = 2,0$  м;

$$2,0 Q - 16,0 P_3 = 0; \quad P_3 = 0,125 Q = 250 \text{ кг;}$$

угол  $\alpha_3 = 45^\circ$

$$M_3 = \frac{P_3}{\cos \alpha_3} = \frac{250}{0,71} = 350 \text{ кг.}$$

Усилие по тросу к полиспасту  $R_3 = M_3 = 350$  кг.

" " стреле  $S_3 = 0,$

" вдоль опоры  $N_3 = P_3 = 250$  кг.

Таким образом мы видим, что расчетное усилие для подъемного приспособления имеет место в положении I.

Найдем сечение бревна для стрелы.

Усилие, приходящееся вдоль стрелы, из расчета получено  $S_1 = 1990$  кг.

При указанной выше конструкции стрелы это усилие раскладывается на каждую ногу поровну.

Нагрузка, приходящаяся на одну ногу, находится из треугольника  $AOB$  (фиг. 103).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,5}{11,7} = 0,22 \text{ и } \angle \alpha = 13^\circ.$$

Усилие  $V_1$  по ноге  $= S_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 1990 \frac{0,24}{0,44} \approx 1000$  кг.

Сила  $V_1 = 1000$  кг вызывает в ноге продольный изгиб. Определим безопасное сечение для этого случая.

Допускаемое напряжение на сжатие для сосны  $[n] = 100$  кг/см<sup>2</sup>.

Коэффициент уменьшения допускаемого напряжения на сжатие при продольном изгибе для больших значений  $B = \frac{l}{r} > 200$ .

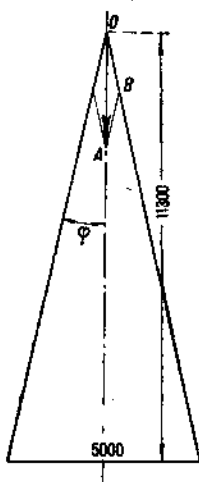
$$\varphi = \frac{3000}{B^2} = \frac{3000 \cdot r^2}{l^2},$$

где  $r$  — радиус инерции сечения бревна, равный:

$$r = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{\pi d^4}{6 \cdot 4} \cdot \frac{4}{\pi d_2}} = \frac{d}{4}.$$

$\varphi = \frac{3000^2}{16 l^2}$ , где  $d$  — диаметр бревна и  $l$  — длина бревна.

Допускаемое напряжение  $[k] \varphi = \frac{P}{F}$ ,



Фиг. 103. Схема действия усилий по подъемной стреле

откуда

$$\frac{P \cdot 4}{[\pi] \pi d^2} = \frac{3000 d^2}{16 l^2}, \text{ и } d^4 = \frac{4 \cdot 16 \cdot P \cdot l^2}{3,14 \cdot 300 \cdot 100}$$

или

$$d = 5,1 \sqrt[4]{P l^2},$$

где  $P$  — нагрузка на ногу в  $m$ ,

$l$  — длина бревна в  $m$ ,

$d$  — диаметр бревна в  $см$ .

Подставляем в формулу значения  $P$  и  $l$  получаем значение для диаметра бревна:

$$d = 5,1 \sqrt[4]{P l^2} = 5,1 \sqrt[4]{1 \cdot 11,7^2} = 5,1 \sqrt[4]{137} = 17,4 \text{ см.}$$

Подбираем ноги для стрелы диаметром 18 см.

Усилие в тросе, идущем на полиспаст,  $R_1 = 1970$  кг; следовательно, крюк полиспаста должен выдерживать не менее 2 т, а трос, идущий на крюк, подбирается сечением 16 мм.

В двухроличном полиспасте и далее на лебедку трос может быть взят 12 мм.

Два тормазные троса испытывают усилие  $N_1 = 1050$  кг и, следовательно, могут быть взяты сечением 12 мм.

Если тормозной трос идет на лебедку, то ее грузоподъемность должна быть не менее 1,5 т, а трос в этом случае применяется один.

Допускаемые нагрузки для мягкого стального троса, применяемого на подъемнике опор, имеют следующие значения, в зависимости от сечения троса (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5

Диаметр троса	Разрывающее усилие кг	Допускаемая нагрузка кг
9,5	5 000	600
12,5	8 500	1 000
16	14 500	1 900
19	21 000	2 600
25	34 500	4 300

## VI. ПРЕДОХРАНЕНИЕ МАТЕРИАЛА ОПОР ОТ РАЗРУШЕНИЯ

Под разрушением материала опор мы понимаем следующие явления: для металлических конструкций: 1) ржавление, 2) появление окалин и 3) образование слоистой поверхности металла; для деревянных опор: 1) гниение древесины под действием различных бактерий в месте входа опоры в землю, в стыках отдельных элементов опоры, в отверстиях, под металлическими частями, 2) разрушение древесины под действием изменяющихся климатических условий, приводящих зачастую к разрыхлению поверхностных волокон (мороз, оттепель, ветер,

гололед и пр. и 3) механическое взрушение древесины столбов от периодического залезания на них при осмотре проводов, что также способствует ускорению загнивания поверхностного слоя бревна.

Предохранение материала металлических опор от разрушения достигается загрузкой и окраской масляной краской самых опор во время установки их, а также периодической окраской опор за время эксплуатации. Подземные части опор (подножки промежуточных и анкерных опор) покрываются асфальтовым лаком или другими смолистыми веществами. Деревянные опоры подвергаются пропитке различными антисептиками, благодаря которым разрушение древесины от гниения наступает значительно позднее, чем изнашивание ее под влиянием климатических и механических условий.

Рассмотрим отдельные случаи предохранения материала опор от разрушения.

### 1. Окраска металлических опор

Первая загрузка металлических конструкций производится олифой с примесью сурика обычно на заводе или базе перед выпуском на линию готовых опор или их отдельных частей. Качество грунтовки проверяется приемщиком строящей организации при приемке готовых конструкций, причем необходимо обращать внимание на то, чтобы грунтовкой не покрывались ржавчина, грязь и пр. (все это должно быть предварительно очищено), чтобы грунтовка была произведена ровным слоем по всей поверхности без пропуска, особенно в узлах и фасонках, и заблаговременно до отправки во избежание сдирания невысохшего слоя грунтовки во время перевозки опор.

Установленные по линии передач металлические опоры подвергаются поверх грунтовки окраске масляной краской.

Предварительно выбирают цвет окраски опор. Чаще всего окрашивают опоры в красный цвет железным суриком. В отдельных случаях применяют окраску опор другого цвета, например: серого разных оттенков (цинкграу с примесью белил) или защитного цвета (цинкграу с примесью белил, зелени и охры).

Бригаде маляров дается обычно ведомость с обозначением номеров опор, их типа и цвета окраски. Перед началом окраски опоры тщательно счищаются металлическими щетками и скребками, и вся загрунтованная поверхность железа покрывается ровным слоем масляной краски без затеков и пестроты. Не рекомендуется окрашивать опоры зимой вообще и летом во время дождей и по утрам во время росы и туманов, так как при наличии влаги в воздухе краска не пристает к железу. Особенно тщательно необходимо покрывать краской все узлы и внутренние стороны угольников.

При окраске высоких металлических опор необходимо соблюдать правила техники безопасности, главные из которых — снабжение маляров предохранительными поясами и цепями.

В случае окраски металлических опор после монтажа проводов, гирлянды изоляторов покрываются брезентовыми чехлами, во избежание забрызгивания изоляторов краской.

Как правило, окраска опоры производится от верха ее к основанию.

На нижних частях опоры, с одной стороны, вдоль трассы, на местах, удобных для чтения, белилами на темных тонах или черной краской на светлых тонах надписывается в виде дроби, у которой числителем — порядковый номер опоры, а знаменателем — год постройки. Постановка номеров производится кистью при помощи комплекта жестяных трафаретов для цифр от 0 до 9.

В случае применения для металлических опор оснований в виде подножников последние в целях предохранения от ржавления покрываются сначала асфальтовым лаком, а затем слоем пека (продукт перегонки обезвоженной газовой смолы); не покрываются только верхняя поверхность подножников и нижняя их часть, на 20 — 30 см для улучшения заземления металлических опор.

## 2. Предохранение от разрушения деревянных опор

Металлические части (поковки) в деревянных опорах очищаются от ржавчины, присохшей грязи и покрываются асфальтовым лаком. Проволока, применяемая для бандажей, должна быть оцинкована.

Древесина опор пропитывается различными противогнилостными антисептиками (см. выше), увеличивающими срок службы бревен в  $1\frac{1}{2}$  —  $2\frac{1}{2}$  раза.

Пропитка бревен до настоящего времени производилась исключительно на линии; в настоящее время, в целях получения лучшего качества пропитки, а следовательно и более стойкой древесины, со сроком службы в  $2\frac{1}{2}$  — 3 раза больше непропитанной, древесина пропитывается маслянистыми антисептиками в заводских условиях.

Рассмотрим оба способа пропитки бревен.

### а) Пропитка древесины на линии

Наиболее часто применяемый в практике строительства линий способ предохранения дерева от загнивания — это пропитка столбов по способу „Кобра“; при этом способе поверхность дерева покрывается сетью уколов, причем в места уколов вдавливается паста из пропиточного состава (комбинированного антисептика). Антисептик растворяется влагой, движущейся по каналам древесины. Раствор, диффундируя в соседние слои древесины, создает как бы предохранительную прослойку.

Нанесение уколов производится или аппаратом „Кобра“ или вручную помощью молотков „Кобра“. Оба способа имеют свои преимущества и недостатки. К преимуществам аппарата „Кобра“ относится лучшее качество пропитки благодаря глубоким уколам и большему давлению, при котором паста проникает в дерево. К недостаткам аппарата „Кобра“ относится невозможность применения его для пропитки установленных столбов и громоздкость при передвижении, требующая подводы для перевозки с пикета на пикет.

К преимуществам молотков „Кобра“ относится легкость переноски, возможность применения для пропитки уже установленных опор, но зато молотки уступают аппарату „Кобра“ по качеству пропитки;



кроме того, качество пропитки в этом случае более, чем при работе с аппаратами, зависит от индивидуальной квалификации рабочего, работающего с ними в линейных условиях.

Поэтому, где это возможно, следует применять аппараты „Кобра“, оставив за молотками „Кобра“ пропитку установленных столбов, применяя их в случае отсутствия транспорта на линии.

Приведем краткое описание пропитки по способу „Кобра“.

1) Аппарат „Кобра“ состоит из следующих главных частей: станины, ползунок, рычага, втулки, иглки, колена, цилиндра и храпового устройства для автоматического передвижения поршня цилиндра.

Столбы, подлежащие пропитке, должны быть совершенно очищены от коры и луба, что важно не столько для пропитки, сколько для последующего обмазывания бревен креозотом или карболинеумом.

После того как партия бревен приготовлена для пропитки, готовится пропиточная паста.

Чаще всего применяемый для пропитки столбов способом „Кобра“ маленит имеет вид порошка яркогожелтого цвета.

Способ приготовления пасты следующий. Берут из числа имеющихся принадлежностей к аппарату „Кобра“: 1) оцинкованный бидон, 2) эмалированное ведро, 3) черпак на длинной ручке, 4) сито, 5) деревянную лопаточку-мешалку, 6) кисточку, 7) воронку. Приносят ведро чистой воды и порошок антисептика. Насыпают в оцинкованный бидон маленит в количестве около 4 кг (примерно на 6—8 столбов). Деревянной мешалкой раздробляют в бидоне комки маленита, после чего черпаком начинают подливать в бидон воду из ведра, размешивая деревянной мешалкой получающуюся смесь. Воду следует подливать до тех пор, пока не получится паста, густотой похожая на сметану. Затем кладут на эмалированное ведро сито и черпаком наливают в него из бидона пасту. Эта паста через отверстие сита сама не проходит, и ее протирают в эмалированное ведро широкой кисточкой, конец которой завязывают веревкой, чтобы кисть не трепалась при протирании пасты через сито. Протиркой заканчивается приготовление пасты, и последняя готова для зарядки цилиндров аппарата.

Если протертая паста осталась неиспользованной в ведре до другого дня, то перед зарядкой цилиндров ее опять необходимо пропустить через сито.

Протирание через сито необходимо делать для того, чтобы избежать засорения пропиточной иглы комками сгустившейся пасты; эта работа вполне оправдывается сбережением времени, которое пришлось бы тратить на прочистку иглы при работе с непротертой пастой.

После приготовления пасты наполняют ею цилиндр помощью воронки. Отверстие цилиндра после наполнения затыкается деревянной плотно пригнутой втулкой.

В целях экономии времени и избежания высыхания пасты в открытом ведре рекомендуется сразу один за другим наполнять все имеющиеся цилиндры. Емкость одного цилиндра рассчитана на пропитку 1—1½ столбов (500—550 г маленита).

Во втулку рычага аппарата заворачивают пропиточную иглу, предварительно тщательно продув ее. Игла должна быть установлена так, чтобы плоскость, проходящая через лезвия иглы, совпадала с осью рукоятки рычага.

При опускании рычага происходит втыкание иглы в столб, и вытекающая в это время из иглы паста заполняет полностью отверстие, сделанное в столбе иглой, причем форма последней такова, что игла, втыкаясь в дерево, не повреждает волокна, а лишь их раздвигает; после вынимания иглы сделанное отверстие снова затягивается.

При накалывании столба рабочие должны следить, чтобы паста во время работы выдавливалась равномерно из обоих отверстий и углубление, производимое иглой в дереве, заполнялось полностью пастой, которая над наколами образует небольшой бугорок. Отсутствие такого бугорка обычно служит признаком того, что игла засорилась и ее необходимо прочистить.

Ряды уколов, наносимые в пропитываемой части столба вдоль его оси, располагаются по окружности столба друг над другом на расстоянии 9,5 см. Уколы в каждом ряду производят один от другого на расстоянии 15 см. Уколы соседних рядов располагаются в шахматном порядке.

Средний расход антисептика при пропитке бревен по способу „Кобра“—0,6 кг на погонный метр столба средней толщины.

При двух рабочих, занятых на аппарате, и одном рабочем, занятом на изготовлении пасты, пропускная способность одного аппарата „Кобра“—от 18 до 25 столбов, длиной 8,5—10,5 м, за 8 часов работы.

Пропитка аппаратом „Кобра“ производится при температуре не ниже 5°С и во всяком случае не ниже 0°С.

Вес аппарата „Кобра“—около 120 кг, а со всеми принадлежностями и ящиками—около 170 кг.

2) Пропитка бревен молотком „Кобра“. Основные части молотка „Кобра“: 1) полая рукоятка молотка, 2) медный поршень и 3) иглы.

Для работы необходимы:

1) мешалка деревянная, 2) иглы, 3) черпак, 4) бидон оцинкованный, 5) ведерко эмалированное, 6) сито (фиг. 104 и 105).

Наполнение молотка пастой производится путем отвинчивания крышки в рукоятке молотка и наливания пасты через воронку в цилиндр молотка. Наполнив рукоятку пастой, опять заворачивают крышку.

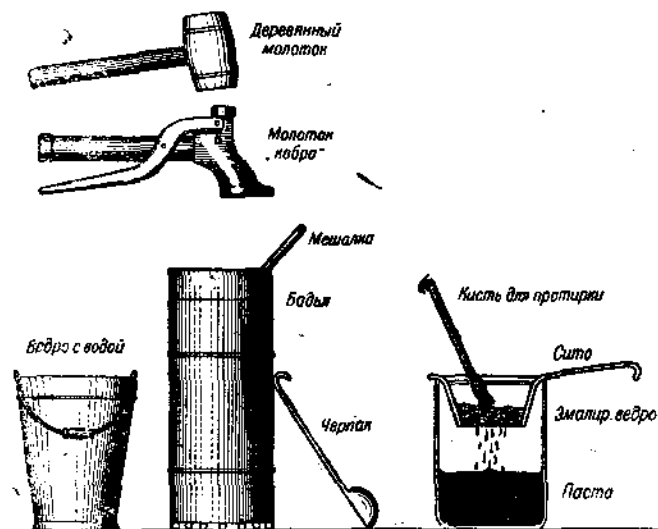
Нажимая рукоятку, проверяют исправное действие молотка. Перед наполнением молотка в него заворачивают иглу с таким расчетом, чтобы плоскость, проведенная через лезвия иглы, составляла угол около 30° с направлением оси рукоятки. Вес молотка „Кобра“ 4 кг.

При пропитке вершин столбов применяется исключительно молоток „Кобра“. Число уколов, которое производят на скатах и гребне вершины столба, 12—13—по пяти на каждом скате и два-три на гребне.

Особое преимущество приобретает молоток „Кобра“ перед аппаратом в случае пропитки уже установленных столбов.

В этом случае столб, предназначенный к пропитке, отрывают на глубину примерно 50—55 см и очищают его от грязи, остатков коры

и земли на высоту до 30 см над уровнем земли и на 40 см ниже этого уровня. После очистки столба рабочий берет в левую руку пропиточный молоток, а в правую деревянную планку, приставляет иглу молотка к столбу, примерно на глубине 40 см от уровня



Фиг. 104. Оборудование для пропитки бревен молотком „Кобра“

земли, ударяет планкой по головке молотка два-три раза, для того чтобы забить иглу вглубь дерева, нажимает рукоятку поршня для выдавливания пасты через отверстие иглы в дерево и, опираясь на упор молотка, вытаскивает иглу обратно.



Фиг. 105. Молоток „Кобра“

Над первым уколом на высоте около 4 см по вертикали рабочий производит второй укол, затем третий и так один над другим 17—18 уколов. Затем, отступая в сторону на 2—3 см, накалывается второй вертикальный ряд уколов из 17—18 шт., причем уколы располагаются в шахматном порядке по отношению к уколам первого ряда. После второго ряда накалывается третий и т. д., пока все

основание столба не будет кругом наколото. Зона наколов равняется примерно 70 см, из них 30 см над поверхностью, а 40 см под поверхностью земли. Закончив пропитку столба, рабочий с молотком переходит к следующему отрытому столбу и начинает его пропитку, а к пропитанному столбу подходит другой рабочий с ведром креозота или карболинеума, кистью для обмазывания и небольшой

железной лопаткой для размазывания антисептика. Рабочий предварительно, смазанной лопаткой, заравнивает раздвинутые иглой волокна и тщательно замазывает эти отверстия оставшейся на дереве пастой. Затем, взяв кисть, обмазывает карболинеумом или креозотом всю пропитанную часть дерева, чем и заканчивается пропитка, после чего открытый столб опять закапывается с тщательной утрамбовкой земли. На обмазывание креозотом всего столба длиной 8,5 м за один раз требуется около 1,5—2,5 кг креозота.

Прозмазка креозотом или карболинеумом по только что изложенному способу производится также и в случае неустановленных столбов.

В практике сооружения линий электропередач 115 кВ пропитываются обычно следующие части П-образной опоры: траверса 8,5 м полностью, столбы — на 1 м от верха, а пасынки (подставки) на 0,8—1 м под уровнем земли и 0,4—0,6 м над уровнем земли.

Пропитка опор на линиях передач производится обязательно после плотничьих работ перед сборкой опоры, во избежание снятия пропитанного слоя.

#### б) Пропитка древесины в заводских условиях

Сосновые бревна для опор линий передач, подлежащие пропитке в заводских условиях, должны быть воздушно сухими (вес 1 м<sup>3</sup> — 500—600 кг), здоровыми и предварительно обработаны, т. е. в виде изготовленных деталей опор.

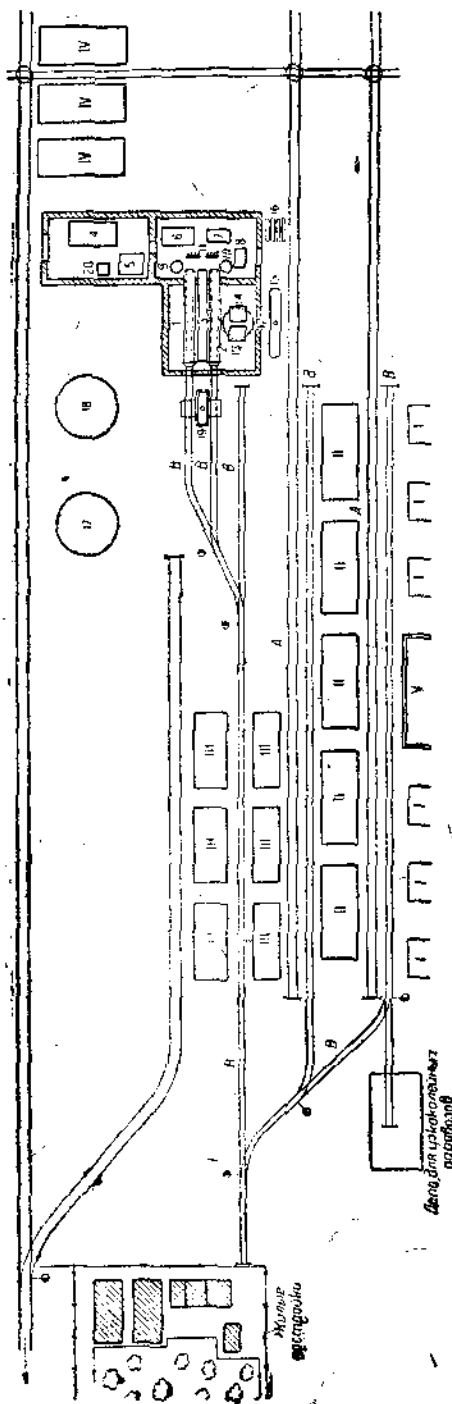
Деревопропиточные заводы, имеющиеся в СССР, применяют различные способы пропитки древесины способ горячих — холодных ванн, способ пропитки водными растворами различных неорганических антисептиков, пропитки маслянистыми антисептиками по способу полного поглощения и по способу „ограниченного поглощения“ Рюпинга.

Для бревен, применяемых на линиях передач, наиболее подходящими является последний из перечисленных способов пропитки, т. е. пропитка по способу „ограниченного поглощения“ Рюпинга.

Рюпинг нашел, что если перед пропиткой древесины ее подвергнуть действию сжатого воздуха, то в результате такого процесса на кубометр древесины расходуется значительно меньше антисептика: 70—90 кг вместо 500—600 кг на кубометр при полном поглощении антисептика.

Это объясняется тем, что при „ограниченном поглощении“ антисептик проникает в древесину значительно глубже, чем при остальных способах. Вслед за снижением давления устанавливается вакуум (разрежение), при помощи которого излишнее количество антисептика выходит наружу, оставляя в порах древесины лишь то количество антисептика, которое необходимо для пропитывания всех клеток, расположенных на стенках пор древесины.

Опыты показывают, что вообще все породы древесины хорошо пропитываются лишь в слое заболони; в ядро древесины антисептик не проходит; однако ядро древесины само по себе защищено от гниения кольцевым слоем естественных смолистых веществ. Пропитка же слоя заболони достигается наилучшим образом при способе „ограниченного поглощения“ Рюпинга, при наименьшем к тому же удельном расходе антисептика.



Фиг. 106. Схематический чертеж оборудования деревопропиточного завода

На фиг. 106 представлено схематически оборудование деревопропиточного завода, работающего по способу „ограниченного поглощения“ Рюпинга при двух пропиточных цилиндрах.

Рассмотрим составные части этого оборудования.

1 и 2—пропиточные цилиндры, представляющие собой длинные котлы, клепанные из толстого котельного железа (12—15 мм) диаметром 1,90—2,00 м, длиной 15—25 м (фиг. 107). Котлы имеют с одной стороны (реже с двух) крышку, поворачивающуюся на специальном кронштейне и скрепленную с цилиндром отъемными болтами, сидящими на кольце из круглого железа 38 мм. Котлы должны быть испытаны на прочность и, главное, плотность всех швов как в самом цилиндре, так и в стыке с крышкой на давление жидкости, равное рабочему давлению при пропитке (6—8 ат) плюс 5 ат.

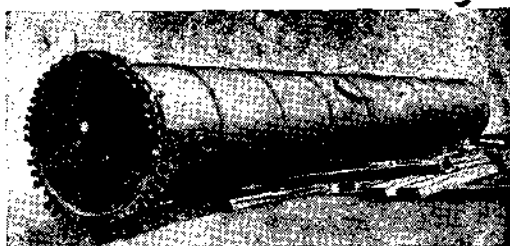
Пропиточные цилиндры снабжаются змеевиками из труб, проложенных по днищу цилиндров, для прогрева паром антисептика. По два цилиндра проложена узкая колея (750—1000 мм) с рельсами из углового железа 75 × 75 × 8 и прикреплен специальная упорная полоса на кронштейнах для предотвращения всплывания вагонеток с лесом.

Пропиточные цилиндры устанавливаются несколько ниже уровня земли на специальные фундаменты или бетонные или деревянные эстакады с таким расчетом, чтобы один конец цилиндров был неподвижно укре-

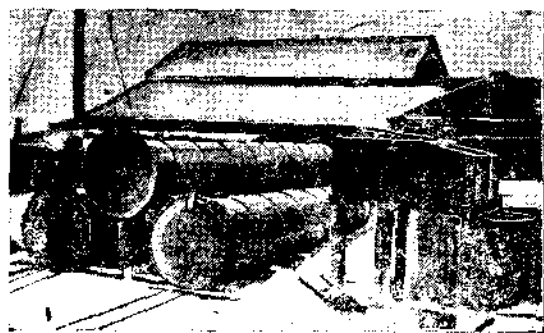
плен болтами к фундаменту, а на остальных 5—6 фундаментах цилиндры опираются на стальные катки, позволяющие им перемещаться при расширении.

Размеры и количество пропиточных цилиндров должны быть увязаны с необходимой пропускной способностью завода.

3—маневренный цилиндр, представляет собой также котел диаметром и длиной, примерно соответствующими пропиточному цилиндру, но без отъемной крышки, лишь с лазом для очистки его от осадков антисептика. Маневренный цилиндр испытывается на свое рабочее давление (2—4 ат) плюс 5 ат, поэтому он может быть изготовлен из несколько более тонкого железа, чем пропиточные цилиндры, а именно 8—10 мм. Маневренный цилиндр снабжен паропрогревателем в виде змеевика и, кроме того, воздушной мешалкой в виде батареи из труб, имеющих отверстия для перемешивания струями воздуха смеси антисептика.



Фиг. 107. Пропиточный цилиндр (без крышки) до установки



Фиг. 108. Расположение пропиточных и маневренного цилиндров

Маневренный цилиндр устанавливается над пропиточными на специальной деревянной эстакаде с таким расчетом, чтобы его нижний край не был ниже верхнего края пропиточного цилиндра (фиг. 108).

Как пропиточные, так и маневренные цилиндры снабжаются водомерными стеклами, манометрами, вакуумметрами и термометрами.

4 — паровой котел, снабжающий паром паровую машину к компрессору, паровую машину у генератора переменного тока (если нет электрической проводки извне), воздушнонагнетательный насос, все прогревающие змеевики, часть из которых соединена последовательно по ходу пара, а часть имеет отдельные паропроводы от распределительного устройства. Паровой котел должен иметь площадь нагрева, а следовательно и съем пара, отвечающий вышеуказанной потребности в паре, и соответственно должен быть рассчитан.

5 — водяной приемный бак для котла, устанавливаемый обычно вверху в котельной на специальных колоннах и рассчитанный на суточный запас воды. Из этого бака особым насосом (20) вода подается в котел.

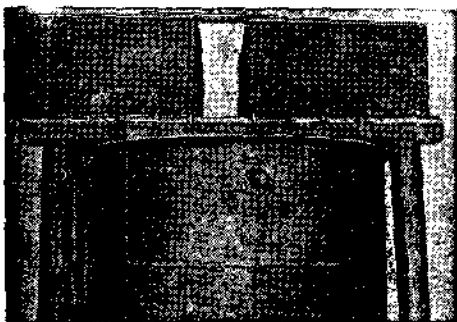
6 — паровая машина, приводящая в движение компрессор.

7 — компрессор двойного действия, сжимающий воздух в пропиточных цилиндрах перед входом в них антисептика.

8 — общий агрегат воздушных насосов (нагнетательный и вакуум-насос).

9 — конденсатор с выводной петлеобразной трубой наружу, служащий для осаждения паров антисептика и воды при разжении.

10 — мерник, представляющий собой цилиндрический, вертикально установленный котел с паропрогревателем внутри с системой водомерных стекол, служащий для измерения того количества антисептика, который входит в древесину под давлением после полного заполнения пропиточного цилиндра антисептиком из маневренного цилиндра,



Фиг. 109. Установка бака-смесителя и двух мерников

поэтому размеры мерника целиком зависят от пропиточных цилиндров и от пропускной способности завода.

11 — распределительное устройство, представляющее собой две батареи, состоящие из вертикальных колонок вентиля и тройников с подводящими и отводящими трубами паропроводов и трубопроводов для воздуха и антисептика.

12 — бак-смеситель, представляющий собой круглый широкий цилиндрический резервуар 3—4 м диаметром и

2,5—3 м высотой, снабженный паропрогревателем-змеевиком и воздушной мешалкой и установленный под двумя мерниками для креозота и мазута (13 и 14), стоящими на деревянной эстакаде (фиг. 109). Креозот и мазут, поступаая из резервуаров-хранилищ в мерники, оттуда попадают в бак-смеситель и там смешиваются в пропорции: 60% мазута и 40% креозотового масла.

Креозотовое масло, нагретое при одновременном перемешивании до 90° С в баке для предварительного подогрева, сливается в бак для изготовления смеси, и затем к нему постепенно примешивается при постоянном размешивании мазут, также предварительно подогретый до 90° в баке предварительного подогрева.

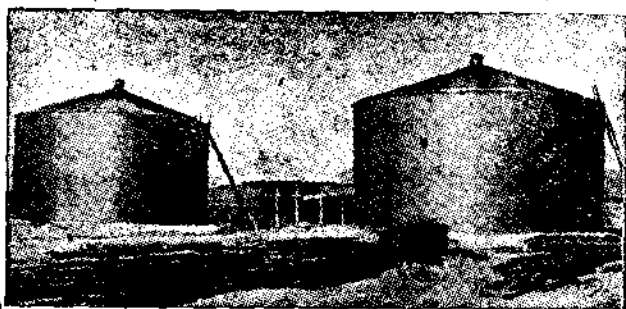
Переливание мазута производится в течение не менее 30 мин., после чего размешивание продолжается еще 30 мин., по истечении которых перемешивание прекращается, и смеси дают отстояться от осадка. Время отстаивания берется из расчета 2 час. на каждый метр глубины смеси в баке (например при глубине 3 м время отстаивания  $3 \cdot 2 = 6$  час.).

Указанное время дается как средняя величина, которую надлежит корректировать на месте при изготовлении смесей на пропиточных заводах из различных креозотовых масел и мазутов.

По окончании отстаивания смесь, находящаяся выше уровня сливного отверстия, перегоняется в маневренный цилиндр, а остаток смеси ниже сливного отверстия — в отстойный бак, откуда периодически (раз в сутки) отстаивающаяся смесь переводится также в маневренный цилиндр через отверстие для слива, расположенное на высоте 1,15 м от дна. По накоплению осадков в отстойном баке и по заполнении нижней части до сливного отверстия таковые из бака удаляются через нижний люк.

Креозотовое масло и мазут для смесей должны удовлетворять по качеству требованиям ОСТ или соответствующих ТУ.

15 — сливной резервуар для креозота или мазута, куда выливается поступающий антисептик из железнодорожных цистерн, откуда он перекачивается в баки-хранилища. Сливной резервуар помещается ниже уровня земли.



Фиг. 110. Резервуар для хранения креозота и мазута на деревопропиточном заводе

16 — аккумулятор сжатого воздуха, состоящий из батарей отдельных, цельных, несклепанных сосудов из толстого котельного железа и служащий заменой и дополнением к компрессору. При большом количестве операций пропитки, когда нужно в возможно меньший срок достигнуть рабочего давления в пропиточных цилиндрах, а также в случае единичных операций, когда нет надобности пускать в ход паровую машину и компрессор, используют запас сжатого воздуха в аккумуляторе.

17 — резервуар-хранилище для креозота емкостью 500—1000 т, снабженный змеевиком-прогревателем (фиг. 110).

18 — то же для мазута.

19 — весы для взвешивания вагонеток с древесиной, расположенные на обоих узкоколейных путях и цилиндрам.

I — штабеля воздушно-сухого леса, приготовленного для обработки,

II — штабеля готовых для пропитки деталей опор для линий электропередач.

III — штабеля пропитанной древесины, готовой к отправке по линиям.

IV — склады топлива для котла.



V — сборочные мастерские для изготовления деталей опор для линий электропередач.

A — широкая колея железной дороги. B — узкая железнодорожная колея 750—1 000 мм.

По широкой колее подвозится на завод древесина с мест заготовок, антисептик и топливо для котла и отправляется готовая продукция с завода, а узкая колея является внутризаводским транспортом. Двигателями могут быть узкоколейные паровозы, мотовозы или электровозы. Склады и места сортировки, погрузки и выгрузки должны быть оборудованы кранами на тележках.

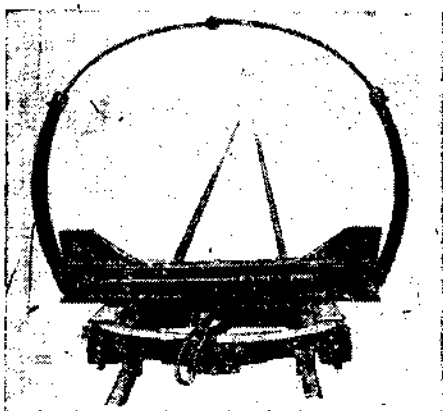
Вагонетки для перевозки леса по узкой колее 750—1 000 мм имеют рогаши для обхвата бревен рогами (фиг. 111) и могут быть неоткидными и откидными (для длинномерного леса). Конструкция вагонетки должна быть наиболее проста и такова, чтобы ни одна ее деталь не была ниже обода колеса. Вагонетки между собой сцепляются цепями и крючьями, в случае длинномерного леса тросовыми стяжками.

Рассмотрев по элементам оборудования деревопропиточных заводов, остановимся на самом процессе пропитки древесины для опор линий электропередач.

Состав вагонеток, равный по длине пропиточному цилиндру, установленный на узкой колее против штабелей Ш нагружается деталями опор, изготовленными из сухого соснового леса, и паровозом подается в пропиточный цилиндр. Крышка цилиндра закрывается, в паз кольца крышки укладывается прокладочная набивка, крышки плотно забалчиваются болтами.

После того как цилиндр герметически закрыт, и в пропиточном цилиндре и в маневренном создается давление около 4 ат, которое поддерживается определенный промежуток времени для сжатия воздуха в порах древесины.

Затем открывается задвижка 200-мм трубопровода, соединяющего маневренный бак с пропиточным цилиндром, и антисептик под действием собственного веса перетекает в пропиточный цилиндр с нагруженной в нем древесиной и полностью его заполняет, а воздух переходит из пропиточного цилиндра в маневренный, после чего задвижка закрывается, и открывается вентиль трубопровода, соединяющего мерник с пропиточным цилиндром. Из мерника под давлением от 4 до 8 ат антисептик насосом перекачивается в пропиточный цилиндр и входит в поры древесины. Наивысшее достигнутое давление поддерживается компрессором в течение определенного промежутка времени. После этого задвижка трубопровода, соединяющего



Фиг. 111. Вагонетка для пропитки древесины

пропиточный цилиндр с маневренным, опять открывается, и антисептик переходит из пропиточного цилиндра в маневренный сначала под действием разности давлений в пропиточном (8 ат) и маневренном (4 ат) цилиндрах, а затем окончательно извлекается из-под древесины путем создания в маневренном цилиндре вакуума в течение определенного промежутка времени, после чего крышка цилиндра снимается, и состав с пропитанной продукцией отвозится паровозом из цилиндра. Пока разгружают пропитанную древесину, готовый второй состав подается в цилиндр, и операция повторяется.

При наличии двух цилиндров процесс пропитки происходит в обоих цилиндрах одновременно, но с некоторым смещением начала процессов в обоих цилиндрах с таким расчетом, чтобы маневрирование распределительным устройством и использование одних и тех же трубопроводов в разные моменты процессов было возможно для обоих цилиндров.

Самая операция пропитки длится не более двух часов, но, включая нагрузку и выгрузку древесины с вагонеток, полная операция занимает 2½—3 часа.

При имеющихся на заводах конструкциях вагонеток емкость цилиндра, а следовательно и пропускная способность его за одну операцию, равняется около 2 м<sup>3</sup> древесины на 1 пог. м длины цилиндра.

Ниже приводим „Инструкцию Главэнерго для пропитки заводским способом деревянных конструкций (опор и открытых подстанций)“:

1. Заводской пропитке подвергаются деревянные опоры для электропередач с напряжением 30 кВ и выше.

2. Для пропитки деревянных конструкций необходимо, чтобы последние перед поступлением в пропиточный цилиндр были полностью изготовлены, так как изоляционный слой, получаемый после пропитки, не подлежит обтеске, сверлениям, зарубкам и пр.

**Примечание.** В тех случаях, когда пропитанный слой древесины все же будет снят, данное место должно обмазываться горячим каменноугольным маслом при температуре не ниже 90° С.

3. Пропитку деревянных опор высоковольтных линий или конструкций открытых подстанций производить на ближайших деревопропиточных заводах НКПС маслянистыми антисептиками (каменноугольное масло—креозот) и водными (фтористый натр).

**Примечание.** Деревянные подстанции после пропитки подвергать покрытию огнестойкими красками.

4. Изготовление опор должно быть организовано при деревопропиточных заводах или в местах концентрации столбов электропередач, стремиться к механизации процесса производства переносными электрофрезами и сверлами.

5. В качестве основного материала для пропитки должно быть сосновое или лиственничное дерево (последнее особенно для траверс и открытых подстанций).

6. При приемке столбов для электропередач руководствоваться техническими условиями на поставку столбов для воздушных линий связи (ОСТ 134), за исключением ели, которая не может быть допущена в пропитку, как не поддающаяся ей.

7. Процесс производства работ по строительству линий электропередач на пропитанном дереве должен производиться в следующем порядке:

а) доставка столбов на деревопропиточные заводы НКПС сплавом или по железным дорогам заканчивается до летних месяцев;

б) изготовление опор в течение летних месяцев;

в) пропитка — с середины летних месяцев;

г) самый зимний путь использовать для перевозки опор по трассам линий электропередач.

Основные пункты технических условий НКПС на пропитку сосновой древесины смесью креозота с мазутом следующие:

1. Пропитка смесью креозотового масла с мазутом (являющимся лишь растворителем креозотового масла, подобно тому как вода для хлористого цинка) производится по тому же способу, который установлен для пропитки одним креозотовым маслом.

2. Применяемое для пропитки в смеси с мазутом креозотовое масло должно удовлетворять стандартам ОСТ (I сорт).

Примечание. До введения в жизнь указанного креозотового масла должно удовлетворять требованиям технических условий НКПС на таковое.

3. Применяемый для пропитки в смеси с креозотовым маслом мазут должен удовлетворять требованиям специальных технических условий (см. выше).

4. Изготовление смеси креозотового масла с мазутом производится на основании особой инструкции (см. выше).

5. Пропорция смеси креозотового масла с мазутом устанавливается: креозотового масла—40%, мазута—60%.

6. Поглощение смеси креозотового масла с мазутом на 1 м<sup>3</sup> пропитанной древесины должно быть 90 кг с отклонением в обе стороны не более 10%.

## VII. МОНТАЖ ПРОВОДОВ

### Общие сведения

Монтаж проводов является одним из самых ответственных процессов в сооружении линий передач высокого напряжения.

Неудачная натяжка проводов во время монтажа может повлечь за собой как аварию с опорами во время монтажа, так и аварию с проводами после монтажа, во время эксплуатации линии.

Поэтому к монтажу проводов предъявляются особенно строгие требования.

Процесс монтажа проводов зависит от: типа линии (линия на металлических или деревянных опорах, двухцепная или одинарная); материала проводов (медь, сталь-алюминий, железо и пр.); времени года, когда производится монтаж; способов ведения отдельных процессов монтажа (обычная или механизированная раскатка и натяжка провода); наконец, от напряжения линии передачи, так как благодаря разным длинам гирлянд изоляторов, разным вылетам траверс и разным конструкциям опор приемы монтажа видоизменяются.

Ниже будут описаны два характерных вида монтажа: 1) монтаж двухцепной линии 115 кВ на металлических опорах американского типа и 2) монтаж одноцепной линии 115 кВ на деревянных опорах.

Одновременно будут указаны те особенности некоторых приемов при монтаже, которые должны быть применены в других случаях. В основном все процессы монтажа протекают в одном и том же порядке для разных типов линий передач и материала проводов с некоторым различием в количестве изоляторов в гирляндах, типе и способе монтажа арматуры и т. д.

Работы по монтажу проводов, как это выработалось практикой последних лет, ведутся одновременно в четырех анкерных пролетах (фиг. 112). Впереди, в первом пролете, производится раскатка барабанов с проводом и тросом (если таковой имеется); во втором про-

лете производится подъемка проводов на опоры; в третьем ведется самая натяжка проводов и в четвертом — заделка клемм на промежуточных опорах после натяжки проводов.

Все эти процессы последовательно сменяют один другой и в каждый момент хорошо налаженного монтажа производятся одновременно.

Монтажу предшествуют некоторые подготовительные работы, как-то: составление монтажной ведомости, устройство конструкций для защиты проводов слабого тока на переходах, уборка в кабель проводов слабого тока или низкого напряжения, снос строений и развозка монтажных материалов по линии.

По окончании монтажа производится обычно осмотр линии.

Изложение процессов монтажа мы разделим на:

- а) подготовительные работы,
- б) раскатку провода,
- в) подъемку провода на опоры,
- г) натяжку провода,
- д) заделку клемм на промежуточных опорах и
- е) осмотр линии.

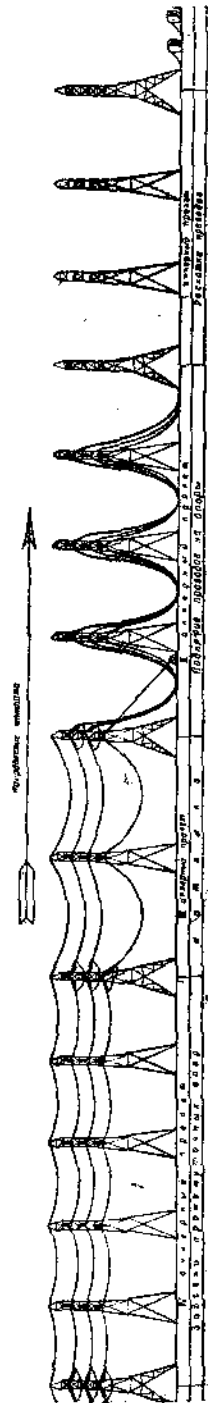
Скорость работ по монтажу определяется скоростью заделки анкерных опор, так как при одной бригаде параллельно в двух местах заделка анкерных опор производиться не может, в то время как остальные процессы могут производиться одновременно в нескольких местах.

Поэтому построение всего рабочего процесса на монтаже желательно вести с таким расчетом, чтобы раскатанное количество проводов за рабочий день было также полностью смонтировано на опорах, во избежание накопления раскатанного провода на линии и отставания одного процесса от другого.

Отсюда определяется необходимое количество рабочих, тяговых механизмов и монтажного инструмента, необходимого при монтаже проводов.

#### а) Подготовительные работы

**Составление монтажной ведомости.** Перед началом монтажа составляется так называемая монтажная ведомость. Она содержит перечень всех опор на данной линии, с указанием длин пролетов между опорами,



Фиг. 112. Схема производства монтажа проводов

тяжений в проводе, количества элементов в гирлянде изоляторов, количества и типа арматуры и прочих необходимых при монтаже сведений.

Все эти сведения могут быть представлены по следующей форме (см. табл. на стр. 175).

При составлении монтажной ведомости надо иметь в виду следующие положения.

Провода на подходах к подстанции, как правило, тянутся с ослабленным против нормальным тяжением, задаваемым при проектировании подстанции (часто это тяжение равно  $5 \text{ кг/мм}^2$ ).

В населенных местах применяется двойной подвес на опорах и допускается максимальное натяжение в проводе, равное  $\frac{1}{3}$  временного сопротивления провода на разрыв. Переходы через железные дороги, шоссе, линии связи, осветительные линии, линии высокого напряжения также выполняются, как правило, с двойным подвесом и максимальным тяжением, равным  $\frac{1}{3}$  временного сопротивления провода на разрыв.

В отдельных случаях, согласно распоряжению соответствующих инстанций, двойной подвес заменяется, как временная мера, одинарным подвесом, но с добавлением лишнего элемента изоляторов в анкерной гирлянде (на металлических опорах) и с применением испытанной и маркированной в лаборатории цепной арматуры для анкерных гирлянд.

В случае временной замены двойного подвеса одинарным траверсы опор, как металлических, так и деревянных, выполняются все же с расчетом на двойной подвес. Для указания в монтажной ведомости типа подвеса можно применять условные обозначения, как например: одиночный подвес на промежуточной опоре — о; двойной подвес на промежуточной опоре — оо; одиночное крепление на анкерной опоре —  $\overset{\circ}{\circ}$ ; полоторное анкерное крепление —  $\overset{\circ}{\circ\circ}$  или  $\frac{\circ\circ}{\circ}$  и двойное крепление —  $\overset{\circ\circ}{\circ\circ}$ .

Количество элементов в гирлянде изоляторов зависит от напряжения линии передачи, типа опоры (промежуточная или анкерная), места опоры по трассе (в населенном месте, на переходах или в ненаселенных местах), а также от соседства железных дорог с проводами слабого тока.

Например, для линий передач 115 кВ на анкерных опорах в нормальном случае гирлянда изоляторов состоит из 7 элементов, а на переходах и в населенных местах — из 8 элементов. На промежуточных опорах гирлянда изоляторов имеет 7 элементов для населенных мест и 6 элементов в остальных случаях.

Для анкерования применяются гирлянды, имеющие большую механическую прочность, чем для промежуточного подвеса, поэтому изоляторы обычно и разделяются на два сорта. К I сорту относятся изоляторы союзного изготовления, имеющие повышенную механическую прочность, импортные (подвесные) и специальные оттяжные изоляторы. Ко II сорту относятся все остальные подвесные изоляторы.

В приведенном выше образце монтажной ведомости указана та арматура, которая применяется на линиях 115 кВ на металлических

# МОНТАЖНАЯ ВЕДОМОСТЬ<sup>1</sup>

для линии ..... опор ..... типа, на ..... проводов  
 на ..... опорах .....

Конструкция подстанции и № опор	Тип опор	Длина пролета, м	Тип подвеса	К о л е ч е с т в о												Наименование провода	Наименование троса	Тяжеле в проводе	Наименование перехода			
				Изоляторов						Арматуры												
				1 с.	2 с.	3 с.	4 с.	5 с.	6 с.	Лопат. ушки	Сцеп. ушки без парял.	Сцеп. ушки с парял.	Двойные ушки	Лопатные ушки	Лопатные					Анкерные	Коромысла	
Конструкция подстанции	—	40	0	—	12	12	12	12	—	6	—	6	6	—	6	6	—	—	5 кг	—	—	
1	Концевая	190	0	144	—	18	18	12	12	6	6	6	6	—	12	6	—	—	1/2 врем. сопротивл.	Сталь 50 мм	—	
2	Промек.	190	0	—	42	—	6	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	"	—	—	
3	Анкерная	115	0	144	—	18	18	—	6	6	6	6	—	12	6	6	—	—	1/3 врем. сопротивл.	CA-95 мм	—	
4	.	230	0	144	—	18	18	12	12	6	6	6	—	12	6	6	—	—	1/2 врем. сопротивл.	—	—	
5	Промек.		0	—	42	6	6	12	6	6	—	—	—	6	—	—	—	—	Железные дороги, линия слабого тока	—	—	
Итого . . .																						

<sup>1</sup> Цифры в ведомости приведены для линии 115 мм на металлических опорах американского типа

опорах американского типа. В случае другого типа линии и опор номенклатура арматуры в ведомости соответственно меняется.

Кроме того, различается союзная арматура от импортной, что также отражается на перечне комплекта оборудования для одной опоры из-за разного способа сцепления отдельных элементов гирлянды изоляторов.

В графе „Наименование троса“, кроме материала и сечения троса, обычно указываются точно те пролеты, в которых должна быть произведена натяжка троса.

В примечании к ведомости указывается тип соединительных клемм для сращивания проводов и тросов и места заземления подвесных крюков (там, где это должно быть выполнено).

К монтажной ведомости должны быть приложены монтажные таблицы или кривые для определения стрел провесов в процессе монтажа при различных температурах, длинах пролетов, величинах натяжений в материале и сечения провода, подвешиваемого на линии.

Монтажные таблицы обычно составлены для интервалов температур в 5 или 10° С и для интервалов длины пролетов 10 м, в пределах имеющихся по трассе длин пролетов. Для всех же промежуточных значений температур и пролетов стрелы провеса определяются из таблиц помощью интерполяции или по кривым. Так, например, пусть требуется определить стрелу провеса для медного провода сечением 95 мм<sup>2</sup> при натяжении, равном ½ временного сопротивления провода на разрыв, для температуры +26° С и длины пролета, равной 218 м.

Берем соответствующую таблицу для медного провода 95 мм<sup>2</sup> и получаем следующие данные для стрелы провеса:

	при +20° С	при +30° С
Для 210 м	4,71 м	4,94 м
„ 220 „	5,20 „	5,43 „

Сначала определяем увеличение стрелы провеса на 1 м увеличения длины пролета при +20° С =  $(5,20 - 4,71) : 10 = 0,049$  м. На 8 м увеличения длины пролета увеличение стрелы провеса будет равно  $0,049 \cdot 8 = 0,39$  м, следовательно, стрела провеса для пролета в 218 м равна при +20° С:  $f = 4,71 + 0,39 = 5,10$  м.

Также определим стрелу провеса провода для пролета 218 м при +30° С, равную 5,33 м. Увеличение стрелы провеса для пролета 218 м при увеличении температуры на 1° С равно  $(5,33 - 5,10) : 10 = 0,023$  м, а при увеличении на 6° С равно  $0,023 \cdot 6 = 0,14$  м; следовательно, стрела провеса для пролета 218 м при температуре +26° С будет  $5,0 + 0,14 = 5,14$  м.

В том случае, когда у монтажника имеется специальное распоряжение о поправке стрелы провеса, взятой из таблицы, на вытяжку провода, полученная стрела провеса уменьшается на заданное количество процентов (чаще всего на 5%).

Устройство защитных переходов через провода связи и пр. В последней графе монтажной ведомости указываются переходы трассы линии передачи через железные дороги, шоссе с ли-

ниями слабого тока, осветительные линии и линии высокого напряжения.

Все эти места переходов должны быть перед монтажом тщательно изучены; в случае необходимости на переходах на время монтажа сооружаются специальные временные приспособления для перетяжки проводов через пересекаемые провода без обрыва или замыканий пересекаемых проводов.

Указанные временные сооружения могут быть переносные и непереносные.

Переносная защита пересекаемых проводов изображена на фиг. 113.

Эта конструкция должна быть заранее изготовлена и подвезена к месту монтажа.

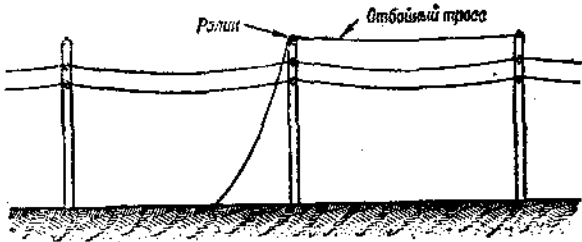
Постоянная защита пересекаемых проводов может быть выполнена следующими способами:

1. Если столбы с пересекаемыми проводами не имеют верхнего гребневого провода, по столбам пересекаемой линии слабого тока натягивается отбойный трос (фиг. 114).

2. Если на линии слабого тока имеется гребневой провод, то к столбам слабого тока сверху прибиваются обрезки досок, к которым крепится отбойный трос (фиг. 115).

3. Если столб пересекаемой линии слабого тока находится непосредственно под монтируемой линией, то защита может быть осуществлена путем устройства на этом столбе защитной траверсы с подкосом, через которую и передаются перетягиваемые провода (фиг. 116).

4. По бокам пересекаемой линии слабого тока устанавливаются временные трехногие козлы

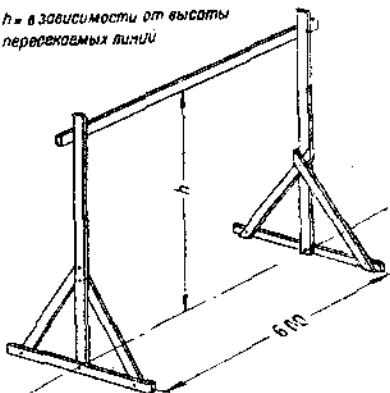


Фиг. 114. Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения

для поддерживания перетягиваемых проводов (фиг. 117 и 118).

5. В случае ответственных пересекаемых линий вдоль них устанавливаются специальные защитные ворота П-образной формы (фиг. 119) с зарыванием столбов в землю. Ворота должны быть немного шире самой длинной траверсы на переходных опорах монтируемой линии в случае перпендикулярного пересечения линий.

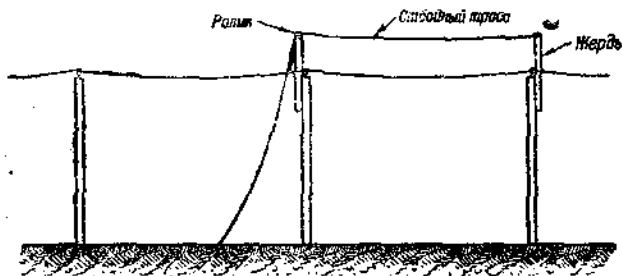
$h$  — в зависимости от высоты пересекаемых линий



Фиг. 113. Переносная защита проводов слабого тока при раскатке проводов высокого напряжения

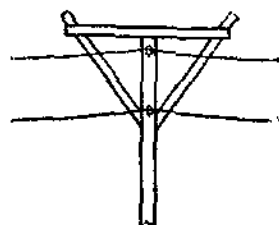


В случае пересечения линий под углом проекция длины верхней перекладины на перпендикуляр к линии передачи должна быть немного шире самой длинной траверсы переходных опор (фиг. 120).



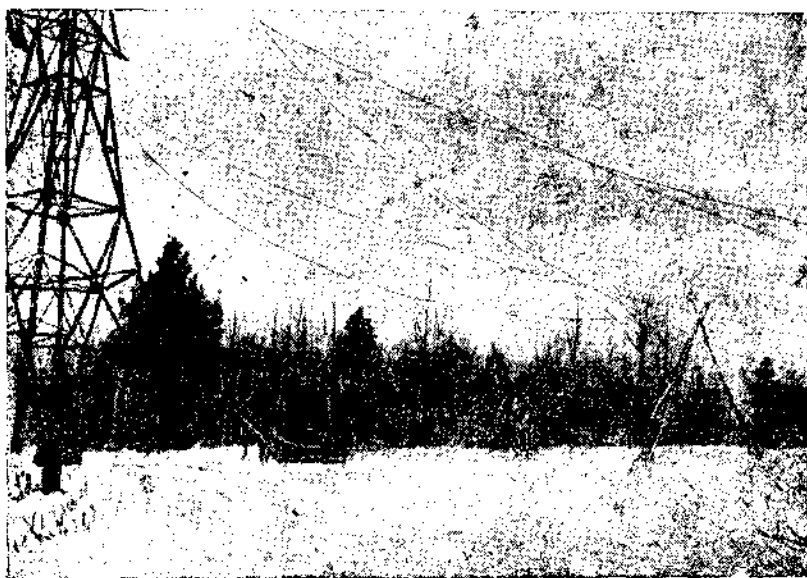
Фиг. 115.

Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения



Фиг. 116.

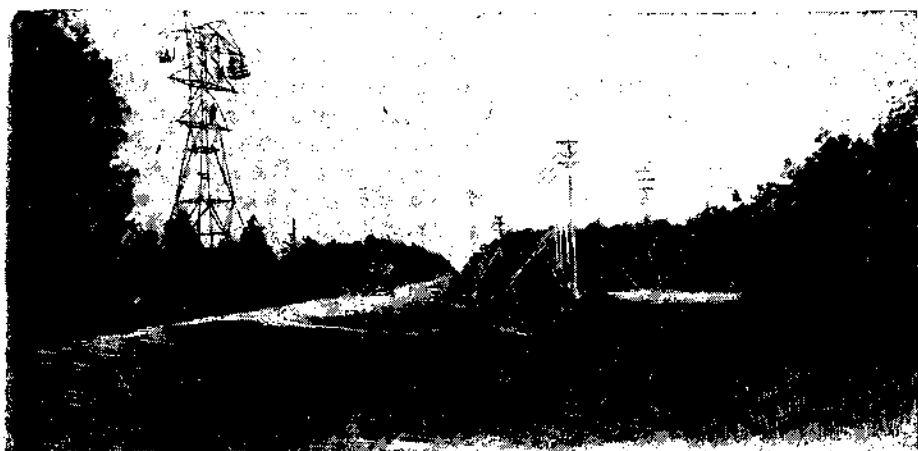
В случае очень острого угла пересечения линий приходится сооружать даже Т-образную конструкцию (фиг. 121).



Фиг. 117. Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения

Независимо от способа защиты последняя устанавливается за пересекаемой линией по направлению натяжки проводов и так, чтобы провода, лежащие на защитном приспособлении, при свободном провисании имели надлежащий габарит над головкой рельса железной дороги или над пересекаемыми проводами.

В случае небольшого количества проводов на неответственной линии слабого тока (не более четырех) эти провода спускаются

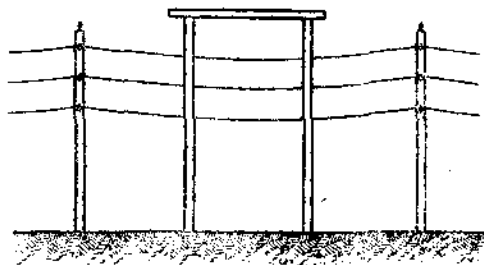


Фиг. 118. Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения

с 3—4 столбов вниз и закрепляются на высоте  $\frac{1}{2}$  м над землей на заранее поставленных в тех же столбах изоляторах (фиг. 122).

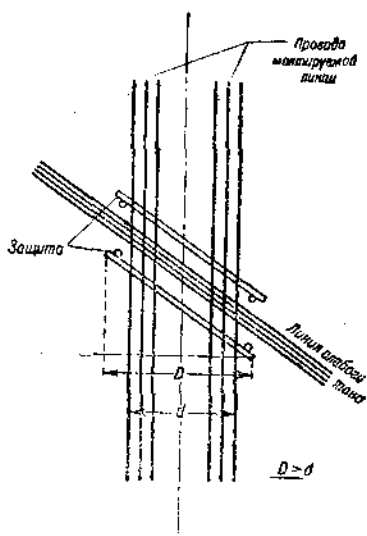
В месте перетяжки проводов опущенные пересекаемые провода слабого тока закрываются или козлами или щитами, по которым передаются провода.

В случае пересечения монтируемой линией проводов высокого напряжения, кроме установки защитных приспособо-



Фиг. 119.

Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения

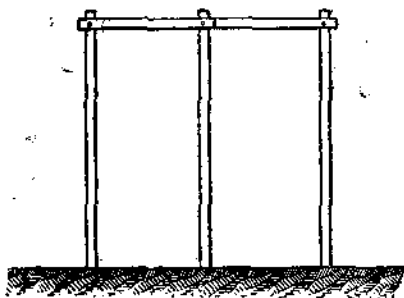


Фиг. 120.

блей, применяются соответствующие меры предосторожности (см. описание монтажа проводов на переходах).

При переходах линии передачи через линии трамвая или улицы с сильным движением применяется также защитная сеть.

Устройство защитной сети производится следующим образом. После постановки защиты через рамки, поставленные на нижних траверсах опор, пропускаются бумажные веревки ( $d=19$  мм), которые перебрасываются через защиту, пересекаемую линию и протягиваются до опоры, находящейся по другую сторону пересекаемой линии. За



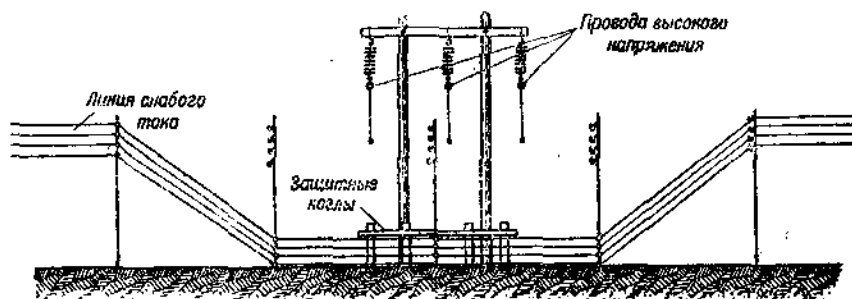
Фиг. 121. Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения

нижнюю траверсу этой опоры перепущенная веревка крепится наглухо. Во время перетяжки веревок к ним на расстоянии 2—3 м друг от друга привязываются поперечные веревки с таким расчетом, чтобы, когда боковые веревки будут натянуты, поперечные оказались над пересекаемой линией.

Поперечные веревки могут быть заменены зигзагообразным креплением одной целой веревки, дабы не портить целого куска.

При натяжке защитной сети следует обращать внимание на следующее:

1. Сеть должна быть натянута так, чтобы ее стрела провеса была больше стрелы провеса проводов. В противном случае, так как сеть крепится за нижние траверсы, нижний провод ляжет на нее, и для его натяжки сеть придется спускать.



Фиг. 122. Защита линий слабого тока на время монтажа проводов высокого напряжения

2. Так как все провода поочередно передаются через защитную сеть, при устройстве сети следует иметь в виду вытягивание сети под влиянием нагрузки от проводов.

В особо исключительных случаях сооружения линий передач высокого напряжения вблизи крупных городов с большим числом всевозможных пересечений вопрос об устройстве защиты переходов на время монтажа по своему объему вырастает в целую специальную работу с большим количеством лесных материалов и рабсилы,

поэтому в этих случаях получает преимущество переносная защита, как более целесообразная и экономичная.

**Уборка проводов в кабель.** Если в местах переходов линии через провода слабого тока запроектированы промежуточные опоры, пересекаемая линия слабого тока\* должна быть убрана в кабель. Обычно это бывает во всех тех случаях, когда по условиям профиля местности не хватает габарита между пересекающимися проводами и уборка в кабель обходится дешевле сооружения на переходе анкерных и повышенных опор. В случае необходимости в уборке в кабель пересекаемых линий слабого тока, таковая производится средствами владельца этих линий за счет строительства линии высокого напряжения, причем владелец убираемой линии предупреждается заблаговременно о предстоящей уборке в кабель, с представлением выкопировки из чертежа трассы линии передачи по убираемой линии слабого тока с указанием номеров столбов, количества проводов и требуемой длины кабельного пролета.

Уборка в кабель осуществляется установкой в створе линии слабого тока по обе стороны строящейся линии передачи двух столбов, наверху которых укрепляются и разделяются кабельные муфты-воронки, из которых выпускаются концы проводов кабеля и особыми клеммами соединяются с концами воздушных проводов.

Таким же образом выполняется уборка в кабель проводов осветительных линий и линий 2 200, 3 300 и 6 600 в.

**Снос строений.** Различные строения, как-то: сараи, жилые дома, бараки и пр., находящиеся под проводами строящейся линии передачи и подлежащие сносу, убираются перед монтажом, дабы не затруднять раскатки и натяжки проводов при монтаже, а также во избежание повреждения монтируемых проводов особенно из мягкого металла (алюминий и сталь-алюминий).

Снос строений может быть произведен по соглашению с владельцем строения, или средствами владельца за счет строительства, или же непосредственно самим строительством.

В результате сноса строений должна быть свободная полоса вдоль трассы линии передачи шириной, равной наибольшему расстоянию между проводами плюс 10 м.

В отдельных случаях прохождения трассы линии передачи вблизи специальных сооружений, как-то склады с запасами фуража, горючего и пр., эта ширина устанавливается особо.

**Развозка материалов по линии.** Перед началом монтажа вдоль линии передачи организуются базисные склады для барабанов с проводом и тросом и ящиков с изоляторами с таким расчетом, чтобы вывоз барабанов с этих базисных складов на линию был не дальше 8—10 км. Склады должны быть защищены по возможности от атмосферных воздействий и обеспечены пожарной охраной.

На эти базисные пункты заблаговременно завозится весь монтажный материал с ближайших железнодорожных станций. Барабаны с проводом ставятся на заранее уложенные доски, ящики с изоляторами и арматурой кладутся на жерди или на редко положенные доски. В случае если ожидается длительное лежание материалов на пунктах в зимнее время, необходимо принять меры против при-

мерзания материалов к земле и между собой. Пункты должны быть снабжены приспособлениями для возможно безопасного и удобного способа погрузки и выгрузки барабанов с проводом. Простейшим способом выгрузки и нагрузки будут катальные бревна длиной 4 м и не тоньше 30 см, по которым накатываются барабаны с земли. Пункты с большей погрузкой, а также базисные склады должны быть снабжены подъемными талями, подвешенными на соответствующие фермы, или высокой погрузочной платформой, на которую заранее накатываются барабаны.

За один-два дня до раскатки барабанов с проводом последние, а также ящики с изоляторами развозятся с базисных складов по линии.

Вывозка материалов с пунктов на линию производится с таким расчетом, чтобы работы по монтажу были обеспечены всем необходимым на один анкерный пролет впереди работ. При выгрузке следует строго наблюдать за тем, чтобы барабаны скатывались с подвеса, а не сбрасывались. Также необходимо наблюдать за осторожным обращением с ящиками, а особенно с решетками изоляторов. Барабаны с проводом укладываются с таким расчетом, чтобы концы от раскатки предыдущих барабанов заходили за вновь положенные барабаны на 20—50 м, если раскатка производится „втугую“, и на 5—10 м, если раскатка производится одновременно с накидкой (см. ниже). Ящики с изоляторами раскладываются под опорами в количестве, указанном в наряде; арматура складывается в палатке, установленной на линии, откуда она забирается по мере надобности. Складывать арматуру прямо под мачты не рекомендуется во избежание потерь и хищения.

Количество барабанов с проводом, складываемых в одном месте, зависит от длины анкерного пролета (в случае переходов).

**Подвеска серег и крюков на опорах.** Перед монтажом по линии посылаются монтер-верхолаз для подвески серег на металлических опорах и навертки ушков на шпильки на деревянных опорах.

Эта работа связана с пробиванием или рассверливанием отверстий, в которые входят серги в траверсах металлических опор, с установкой самых шпилек на деревянных анкерных опорах и с другими затруднениями, поэтому обычно выполняется заранее, чтобы не задерживать нормального хода монтажа.

#### б) Раскатка проводов и тросов

1. Для раскатки барабаны с проводом должны быть подняты на специальные козла. Подъемка производится в следующем порядке:

а) Барабаны поворачиваются таким образом, чтобы их ось была направлена поперек трассы.

б) Через барабан просовывается стальная ось.

в) Под концы оси подводятся козла с опущенными передними концами (фиг. 123).

г) Заводят козла под барабан и поднимают его (фиг. 124 и 125).

2) Для раскатки проводов, смотанных в буфты, употребляются конические вертушки (фиг. 126).

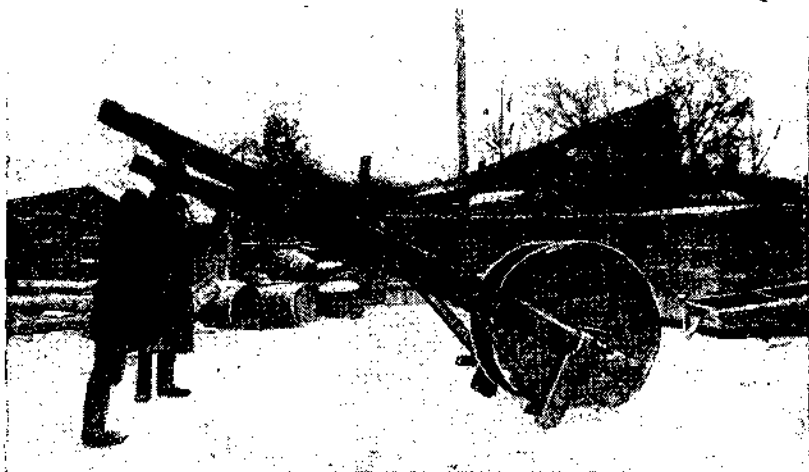
3. Для раскатки проводов с барабанов, диаметр которых больше 2 м, следует употреблять козла с винтовым подъемным механизмом.

4. В крайнем случае при отсутствии козел раскатку барабанов можно производить с земли, скатывая барабан в заранее вырытую



Фиг. 123. Подъем барабанов на козла при раскатке

яму и подкладывая под оси на краях ямы куски досок со специальными хомутами для осей (фиг. 127 и 128).



Фиг. 124. Подъем барабанов на козла при раскатке

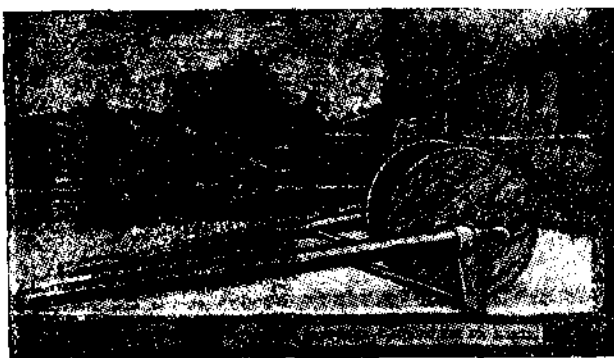
После того как барабан поднят на козла, приступают к его раскатке. Самая раскатка барабанов может быть произведена рабочими, лошадьми или трактором.

Раскатка барабанов помощью рабочих требует большого количества людей (в среднем 25 чел. на барабан в летнее время и 20 чел.

в зимнее время) и поэтому в настоящее время почти не применяется, за исключением болот, где раскатка провода помощью какой-либо другой тяговой силы весьма затруднительна.

При раскатке провода рабочие надевают ступенчатые каплевики и, становясь под провод и двигаясь вдоль линии, сматывают провод с барабана.

Раскатка провода лошадьми находит себе большое применение



Фиг. 125. Подъем барабанов на козла при раскатке

на линиях передач во всех случаях, когда нельзя получить трактор, когда затруднительна подвозка горючего, в осеннюю гололедицу и в конце зимы при большом снеге, когда применение самого трактора становится невозможным.

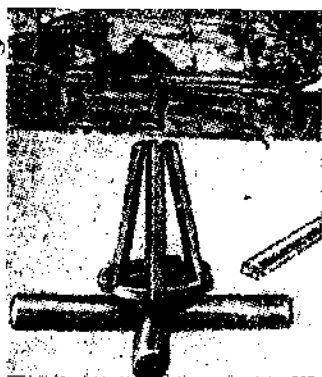
На конец провода у барабана надевается зажим, крюк которого соединяется с валом упряжи лошадей.

Зажимы, применяемые для раскатки провода, разделяются по своей конструкции на: 1) болтовые, 2) клиновые и 3) фрикционные.

1. В болтовых зажимах провод зажимается при помощи плашек и болтов. Этот тип зажима может быть употреблен при работах со стальным тросом и проводом из твердой меди. К недостаткам этих зажимов следует отнести возможность порчи проводов при слишком сильном затягивании болтов и обрыв жил при слишком слабом забалчивании и проскользывании зажима по проводу.

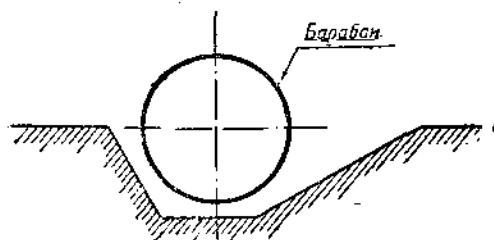
2. В клиновых зажимах провод прижимается клином к телу зажима, причем провод охватывается особыми прокладками. Для полного охватывания провода клин забивается возможно плотно при помощи свиной кувалды. Употребление железной кувалды не допускается, так как клин разбивается и полного зажима провода не получится. Клиновой зажим при применении плашек соответствующего материала и сечения годен для любого сечения и материала провода. Обязательное условие правильной работы зажима — очистка его от грязи и снега (фиг. 129).

3. Фрикционный зажим употребляется при работе с особо мягкими А и СА-проводами. Зажим представляет собой два накладывающихся



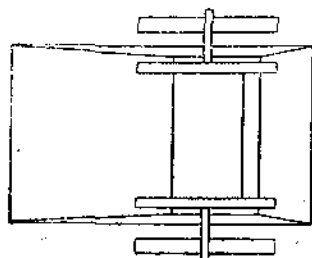
Фиг. 126. Вертушка для раскатки бухт с проводом

друг на друга деревянных бруска, между которыми в паз зажимается провод. Для правильной работы зажима необходимо, чтобы паз соответствовал сечению провода, был очищен от грязи и снега и был по возможности сухим.



Фиг. 127.

Раскатка барабанов с земли



Фиг. 128.

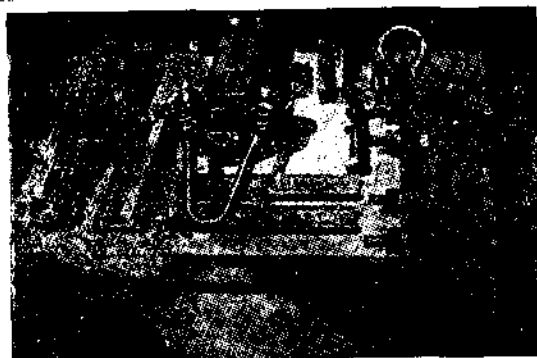
Болты, применяемые для деревянных колодок фрикционных зажимов, должны быть откидными на общем стержне, дабы во время работы с ними они не выскакивали из колодок (фиг. 130).

Время от времени плоскости соединения двух колодок должны протрагиваться рубанком, так как со временем паз срабатывается, и провод может проскальзывать.

Завязывание провода непосредственно на валик упряжки не рекомендуется, так как при этом неравномерно вытягиваются жилы в начале провода, почему приходится отрезать кусок провода, чего не наблюдается при употреблении зажимов.



Фиг. 129. Клиновой зажим для раскатки провода



Фиг. 130. Фрикционный зажим для СА-провода

Раскатка провода лошадами может быть произведена без использования обратного хода воловьих козел с барабанами (фиг. 131) и с использованием обратного хода лошадей, что, как видно из фиг. 132, отражается на количестве барабанов, раскладываемых по линии.

Вначале провод раскатывается одной парой лошадей. Когда больше половины барабана будет раскатано, к середине провода прикрепляется помощью второго зажима еще одна пара лошадей.

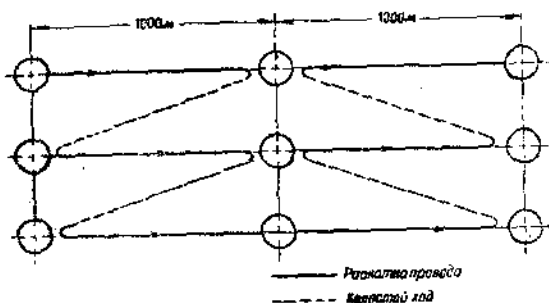
Во время раскатки требуется максимальная осторожность и наблюдение за целостью провода (чтобы лошади, участвующие в раскатке,



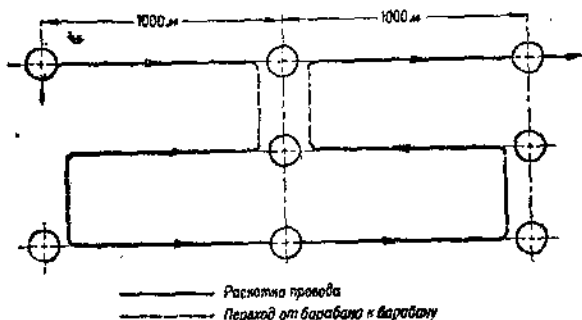
не наступали на ранее раскатанные провода), особенно при раскатке провода по лесу, кустарнику или каменистому грунту.

Главным образом это замечание касается проводов из мягкого металла, как-то: А и СА.

Во время раскатки провода специальным рабочим, стоящим у разматываемого барабана, поручается наблюдение за качеством провода (фиг. 133). Особенно необходимо следить за тем, чтобы не подалось лопнувших жил в проводе, чтобы внутри провода не было никаких посторонних предметов, что определяется на-глаз (по утолщению провода); количество жил должно быть нормальное; при проводе СА необходимо наблюдать за тем, чтобы не было случаев отсутствия стальной сердцевинки, о чем можно судить по местным уменьшениям сечения провода. Все поврежденные места провода, обнаруженные при раскатке, должны быть вырезаны.



Фиг. 131. Схема раскатки барабанов без использования обратного хода лошадей

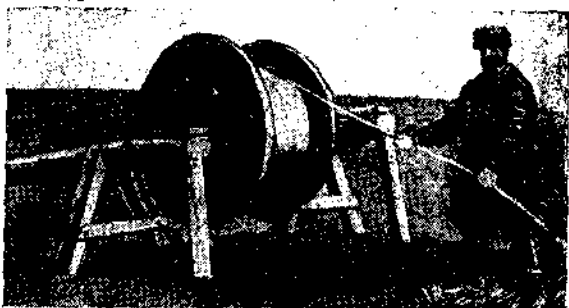


Фиг. 132. Схема раскатки барабанов с использованием обратного хода лошадей

В зависимости от условий работ раскатка проводов может быть произведена тремя способами (фиг. 134, 135 и 136):

- 1) „втугую“
- 2) с „петлями“ и
- 3) „по роликам“.

При раскатке „втугую“ провод раскатывается с барабанов без остановки до тех пор, пока не будет весь смотан, при раскатке „петлями“ провод тянется также без остановки до конца, но после окончания раскатки осаживается назад таким образом, что под каждой опорой образуется петля, и при раскатке „по роликам“ раскатка останавливается



Фиг. 133. Наблюдение за проводом у барабана при раскатке

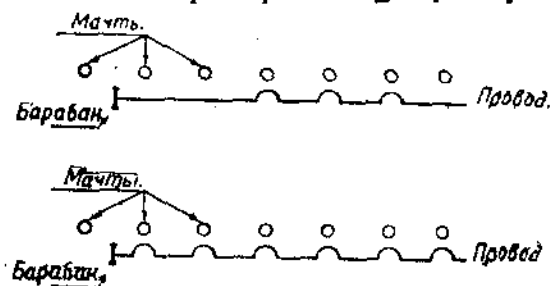
после прохода ближайшей опоры, провод поднимается с изолятором и роликом на опору, после чего раскатка продолжается дальше до следующей опоры и т. д.

1-й и 3-й способы употребляются при раскатке лошадьми, способ 2-й исключительно при раскатке людьми.

В случае монтажа проводов на шестипроводных металлических опорах три провода раскатываются на одну сторону опор, а три по другую; в случае трехпроводной линии на металлических опорах — раскатка производится в зависимости от расположения траверс.

При монтаже трехпроводной смешанной или деревянной линии на П-образных опорах два провода располагаются по внешним сторонам ног опор, а средний провод — посредине опор, причем перед анкерными металлическими и деревянными АП-образными опорами раскатка провода приостанавливается, провод пропускается в середине конструкции опоры, и за опорой раскатка опять продолжается до следующей анкерной опоры.

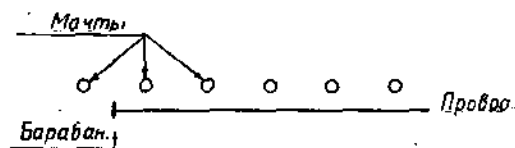
Раскатка проводов на монтаже шестипроводных линий на металлических опорах при помощи трактора производится следующим образом:



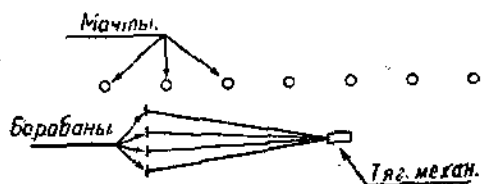
Фиг. 135. Схема раскатки провода „с петлями“

На линиях с П-образными опорами применение больших тракторов сразу на три провода не удобно из-за необходимости перецепки проводов к трактору около каждой опоры; поэтому желательно применение 25-сильных фордзонов для раскатки каждого провода отдельно.

На линиях с трехпроводными металлическими опорами, где два провода расположены по одну сторону, а один провод по другую сторону опоры, трактор раскатывает сначала два провода одной стороны вместе, а затем третий провод по другой стороне опор.



Фиг. 134-а



Фиг. 134-б.

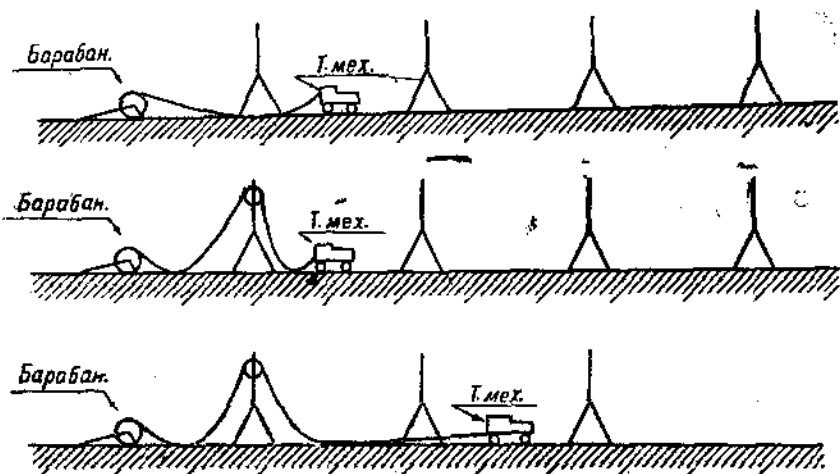
Схематическое изображение раскатки провода „в тугую“

к трактору прикрепляется поперечная штанга с крючками (до 4 шт.), за которые зацепляются кольца тяговых зажимов сразу трех проводов и одного троса, укладываемых с одной стороны опоры, и затем эта операция повторяется таким же образом и для второй стороны опор.

Все указанные способы раскатки применяются в том случае, если в пролетах не имеется препятствий, переход через которые производится в зависимости от условий работ следующими способами.

1) **Переходы через болота, овраги и реки.** При раскатке людьми болота и овраги переходятся общим порядком; при переходах через реки предварительно передается лодкой легкий трос или веревка, при помощи которых провода перетягиваются на другую сторону.

При раскатке людьми и тракторами болота, в зависимости от их проходимости и длины, проходятся следующим образом. Если болото неширокое — при помощи переброски проводов тонким тросом; для этого тонкий трос предварительно людьми перетаскивается через болото. Раскатка при подходе к болоту останавливается, провод при-



Фиг. 136. Схема раскатки проводов „по ролям“

вязывается к тросу, тяговой механизм объезжает на другую сторону болота, прицепляется к концу тонкого троса и перетягивает сначала трос, а затем и провод через болото. При значительной ширине болота провод передается людьми. При переходах через отлогие овраги, неглубокие реки с твердым дном и берегами раскатка производится общим порядком, в противном случае препятствие переходит при помощи тонкого троса или провод передается людьми.

При переходах через реки и болота трос берется 6-миллиметровый, длиной, равной по возможности двойной ширине препятствия. Провод привязывается к середине троса с таким расчетом, чтобы, после того как провод будет перетянут и отвязан от троса, трос можно было перетянуть обратно за оставшийся конец. При привязке провода за середину троса следует свободный конец троса или относить в сторону или поднимать на опору во избежание свивания провода с тросом.

После передачи провода через реку провод следует вытянуть настолько, чтобы он поднялся над водой метра на 2—3, если река не

судоходная, или, если река судоходная, то после переброски провода следует тотчас же произвести его натяжку.

Производить вытяжку или натяжку после передачи всех проводов не следует из-за возможности перекрестывания проводов в воде при передаче и возможности засасывания проводов в случае их длительного лежания на дне.

2) **Переходы через провода слабого тока, силовые линии и дороги.** При раскатке проводов на переходах пользуются защитными приспособлениями, описанными выше.

Независимо от способа защиты, переход через линии слабого тока осуществляется следующим образом:

1. Устраивается защита.
2. Через защиту перебрасывается веревка.
3. Провод накидывается на ближайшую опору.
4. Провод привязывается к веревке.
5. При помощи веревки провод передается через защиту.
6. Провод подтягивается ко второй опоре.
7. Провод накидывается на вторую опору.
8. Провод вытягивается настолько, чтобы он поднялся над защитой.

Нагружать защиту на долгое время более чем одним проводом не следует во избежание ее перегрузки.

При переходах через грунтовые дороги с малым движением особой защитой не ставят, оставляя у каждой дороги рабочего, который обязан поднимать провод руками, пропуская под него повозки, или дорога перекапывается узкой канавой глубиной 20—30 см. Провод укладывается в канаву, прикрывается доской и засыпается землей. При переходах через грунтовые дороги с большим движением и через шоссе защита ставится с обеих сторон, причем в городах при переходах через улицу с сильным движением для устранения скопления народа под проводом желательно присутствие милиции, на шоссе же необходимо выставлять на расстоянии 50—70 м в обе стороны от перехода сигнальщиков для предупреждения проходящих автомашин о тихом ходе, ибо в противном случае при переходе автомашины по шоссе на быстром ходу могут быть аварии, ведущие к обрыву проводов и порче машин.

При переходах через железные дороги защита ставится так, как указывалось выше, причем следует обратить внимание на то, чтобы пропуск поездов не угрожал целостности провода и безопасности работ.

При переходах через линии трамвая, кроме применения защиты, желательна натяжка сети (см. выше).

Передачу проводов следует производить по заранее натянутому тросу, начиная с нижнего провода при вертикальном расположении проводов, в следующей последовательности:

- а) передается верхний трос и временно закрепляется в гребнях опор;
- б) нижний провод закладывается в ролик верхней траверсы;
- в) конец нижнего провода крепится за ролик, поставленный на тросе;
- г) провод при помощи веревки передается до следующей опоры;

д) конец провода отвязывается от ролика, и провод спускается в защитную сеть;

е) провод крепится за нижнюю траверсу второй опоры;

ж) провод вынимается из ролика верхней траверсы первой опоры и перекаладывается в ролик нижней траверсы;

з) провод устанавливается по стреле провеса и крепится на первой опоре.

Если по конструкции опоры верхние траверсы шире нижних, то во избежание выпадения провода, передаваемого через ролики, поставленные на концах верхних траверс ролик следует ставить не на концах верхних траверс, а ближе к опоре.

При переходах через осветительные и силовые линии необходимо эти линии выключить и заземлить.

Заземление на пересекаемых линиях высокого напряжения делается, как правило, после того, как получен официальное сообщение о выключении линии для производства работ, и производится путем переброски через провода медного провода 25 мм<sup>2</sup>, конец которого соединяется надежным контактом с заземлением опоры, или, если такового нет, то с железным ломом, забитым в землю.

Работы производятся в следующем порядке:

1. Один конец провода 25 мм<sup>2</sup> соединяется с заземлением.

2. К другому концу провода 25 мм<sup>2</sup> привязывается веревка.

3. Веревка (обязательно сухая) перебрасывается через пересекаемый провод высокого напряжения.

4. Провод при помощи веревки перетягивается через пересекаемые провода.

После окончания работ по переходу заземление снимается и линия считается включенной.

Для ограждения работающих по монтажу от несчастных случаев, которые могут произойти при падении натянутого провода на пересекаемую силовую линию, необходимо после каждого перехода через силовые линии петли в анкерной мачте монтируемой линии оставлять разведенными или монтируемую линию заземлять, оставляя это заземление в месте перехода до конца работ (постоянное заземление).

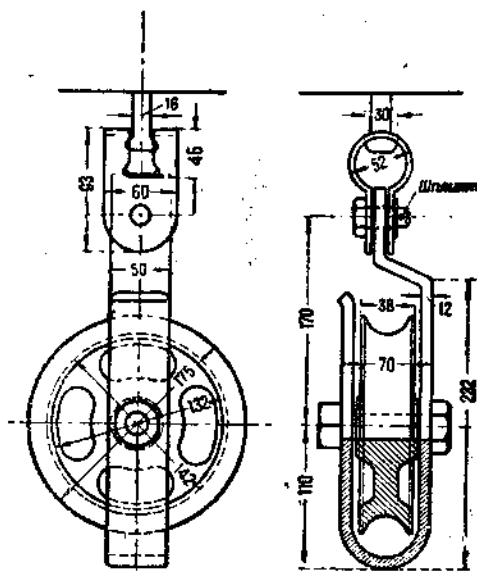
Учитывая возможность похищения постоянного заземления, а также для ограждения монтируемого участка от влияния атмосферных разрядов, каждый монтируемый участок должен быть защищен съемными заземлениями (временными), которые переносятся по мере передвижения работ. В летнее время, кроме съемного заземления, для более надежной защиты от атмосферных разрядов следует разредить петли анкерных мачт через каждые 5—6 км.

Заземление на линии ставится при каждой работе, связанной с возможностью прикосновения работающих к изоляторам или проводам.

**Ремонт барабанов.** При поломке барабана раскатку необходимо прекратить и по возможности исправить повреждение. При незначительных поломках бортов барабанов сломанное место зашивается планками, обращая внимание на то, чтобы не портить гвоздями провод; при крупных поломках следует спустить барабан на

земаю (если он был уже поднят на козла), спустить гайки стяжных болтов, положить барабан плашмя на земаю, вынуть стяжные болты, снять поврежденный борт и заменить его новым, исправным, снятым с ранее раскатанного барабана.

При съемке борта следует опасаться спутывания провода. Ремонту поддаются только барабаны с испорченными бортами. В случае повреждения внутреннего цилиндра, на котором намотан провод, замена его новым или частичный ремонт удаются очень редко. Ремонт протекает в том же порядке, как и при замене борта. В случае если будет установлено, что произвести ремонт барабана невозможно, как крайнее средство, следует, если провода на барабанае осталось мало, снять его буфтой и продолжать раскатку с вертушки; если же провода много, то снимать его оборот за оборотом, петлями, поворачивая провод в руках после каждого оборота во избежание его раскручивания. Указанным способом можно смотать не более 60—70 м, и, как только провод начнет раскручиваться, его следует обрезать, протянуть обрванный



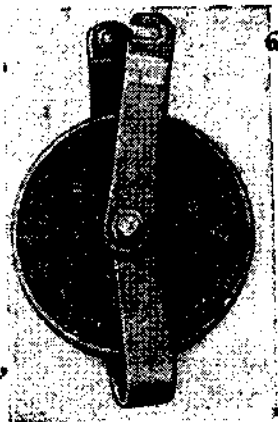
Фиг. 137. Промежуточный ролик для натяжки медных проводов

способом можно смотать не более 60—70 м, и, как только провод начнет раскручиваться, его следует обрезать, протянуть обрванный



Фиг. 138-а.

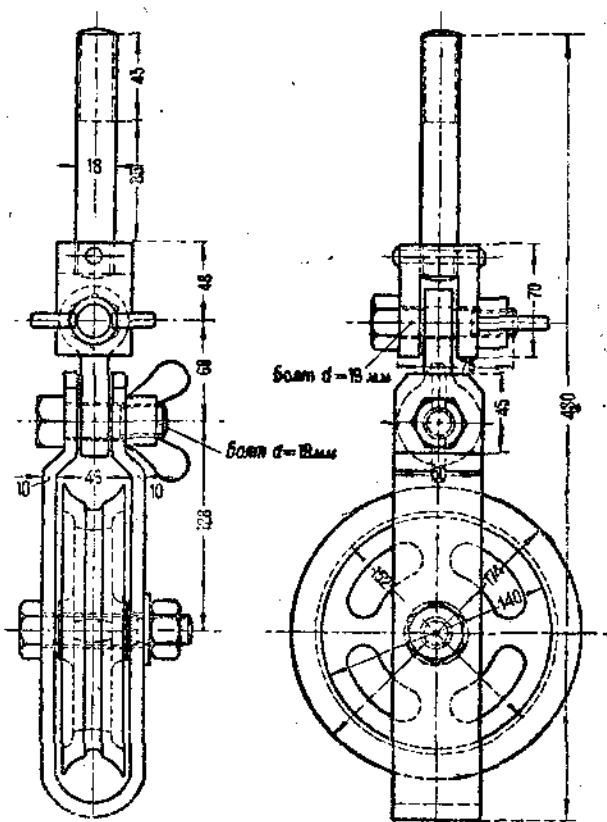
Промежуточный ролик для натяжки СА-проводов



Фиг. 138-б.

кусок и начать размотку снова. На размотку барабана длиной 1 км требуется 15—20 чел. в течение 6—8 час. Иногда удается раскатка разбитого барабана следующим образом.

Барaban ставят на козлы; вращая его на оси, ослабляют 5—6 оборотов провода, затем ось барабана приподнимают и через нее снятую буфту кладут на землю и вытягивают провод, не вращая его в руках, как это было описано в предыдущем случае. Затем снимают новую буфту провода, но через другой конец оси и снова распрямляют ее; так как буфты снимаются через разные концы, получается то скручивание, то раскручивание провода, и вредные усилия в жилах взаимно уничтожаются.



Фиг. 139. Анкерный ролик для натяжки проводов

В тех случаях, когда на линиях 115 кв установлены промежуточные деревянные П-образные опоры с внутренними диагональными стяжками, последние перед раскаткой разбалчиваются для пропуска среднего провода.

После подъёмки проводов на опоры эти стяжки обратно ставятся на место и сбалчиваются.

Одновременно с раскаткой барабанов с проводом производится распаковка ящиков с изоляторами около опор, протирка изоляторов и сборка их в гирлянды.

При сборке гирлянд необходимо особенно тщательно следить за установкой шпалитов во всех звеньях гирлянд во избежание ее расцепления при монтаже.

Нижний изолятор в гирлянде посредством сцепного ушка соединяется с роликом, служащим для натяжки проводов.

Ролики эти различны для различного материала проводов. Для медных и железных проводов применяются бронзовые или железные (реже) ролики в железных обоймах (фиг. 137).

Для алюминиевых и сталь-алюминиевых проводов—или алюминиевые или деревянные в железных дисках и обоймах.

Для комбинированных проводов крупных сечений применяются ролики типа велосипедных колес со спицами и точеными осями или шариковыми подшипниками в целях уменьшения трения при натяжке проводов.

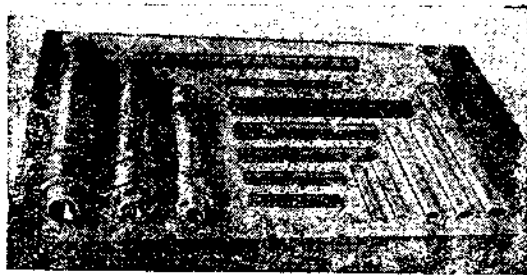
По типу подвеса и в зависимости от типа опоры ролики могут быть промежуточные (фиг. 138), анкерные (фиг. 139), угловые (фиг. 140) или, наконец, тросовые для натяжки тросов (фиг. 141).



Фиг. 140. Угловой ролик для натяжки проводов



Фиг. 141. Тросовой ролик



Фиг. 142. Различные гильзы для сращивания проводов

В случае раскатки проводов „по роликам“ подъемка проводов с изоляторами и роликами производится перед раскаткой или, вернее, одновременно с ней.

#### в) Подъемка проводов и тросов на опоры

В общем анкерном пролете производится вторая операция — сращивание проводов и тросов и подъемка на опоры.

Перед подъемкой проводов на опоры провода раскладываются по земле правильно, без перехлестывания и соответственно положению на опоре, после чего производится сращивание проводов.



Сращивание проводов может быть произведено специальными гильзами Гофмана, Сименса или, в случае СА-проводов, соединительными гильзами Мафрала (фиг. 142).

Применявшийся в последние годы на линиях передач способ сращивания проводов конусными соединительными муфтами плохо себя зарекомендовал.

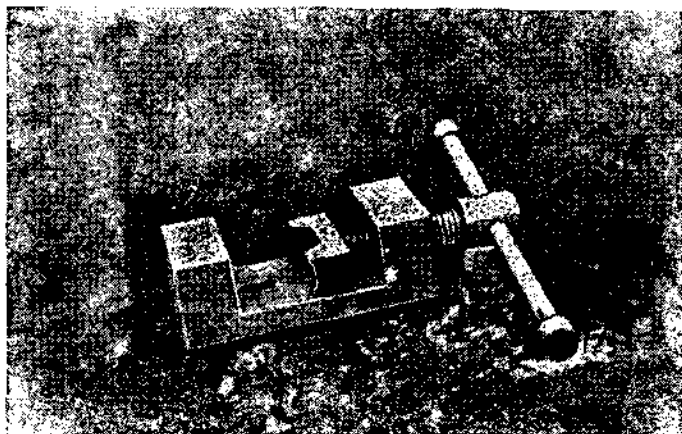
Наблюдался целый ряд случаев обрыва СА-проводов у этих конусных муфт, вследствие того что механический контакт стальной



Фиг. 143. Гильза Гофмана для соединения проводов

части провода лучше, чем алюминиевой, и мы имеем двойной переход тока внутри провода: сначала с алюминиевой оболочки в стальной сердечник, потом внутри соединитель-

ной муфты ток идет по стали и дальше опять переходит со стали в алюминиевую оболочку. В местах перехода тока из алюминия в сталь, и наоборот, образуется местное нагревание поверхностей соприкосновения двух металлов вследствие недостаточного контакта между сталью и алюми-



Фиг. 144. Станок для сращивания проводов гильзами Гофмана

нием внутри провода. Следствием такого местного нагревания происходит понижение механической прочности жил провода, приводящее иногда к обрыву провода.

Поэтому указанный способ сращивания СА-проводов в настоящее время не применяется.

При сращивании проводов гильзами Гофмана работа производится в следующем порядке:

1. На обоих концах провода, подлежащих соединению, во избежание расплетения отдельных жил рядом с предполагаемым местом постановки соединительной гильзы ставятся предохранительные бандажки из медных жилок, скрепляющие все сечение провода.

2. Один конец провода вкладывается в первую половину разъемной гильзы Гофмана так, чтобы за гильзой оставался конец длиной 10—15 мм; на конец первого провода накладывается конец второго провода и закрывается второй половиной гильзы (фиг. 143).

3. Гильза с вложенными проводами помещается в станок Гофмана таким образом, чтобы первая утолщенная часть гильзы стала против движка станка (фиг. 144).

4. Вращением рукоятки станка гильза сжимается до тех пор, пока обе половинки гильзы не войдут полностью одна в другую и отверстия для заклепок в них не совпадут.

5. Отверстия для заклепок пробиваются стальной оправкой, причем в данном случае необходимо сначала немного раздвинуть жилы проводов, дабы повреждение провода было минимальное.

6. Следом за оправкой пробивается заклепка.

7. Конец заклепки расклепывается.

8. То же повторяется с другими двумя заклепками гильзы.

При соединении проводов гильзами Сименса работа производится следующим образом:

1. На один из концов соединяемых проводов надевается гильза.

2. На обоих концах проводов устанавливаются предохранительные бандажи.

3. Конец другого провода продвигается в ту же гильзу (фиг. 145).

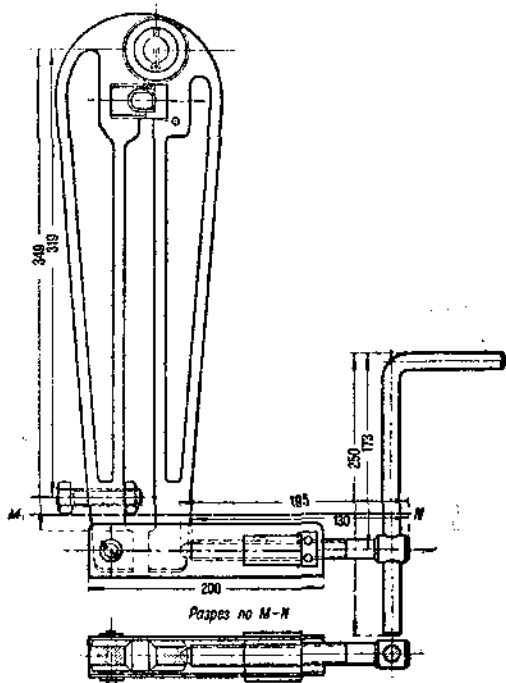
4. Оба провода располагаются таким образом, чтобы их концы выходили из гильзы на 10—15 мм.

5. Гильза вкладывается в гнездо плашки винтового пресса Сименса (фиг. 146).

6. Подвижная часть пресса поворачивается, зажимает провод в плашке и закрепляется сверху закладной скобой, после чего вращением рукоятки подвижная часть пресса прижимается к неподвижной и как рычагом сдавливает вниз гильзу с вложенными в нее проводами.



Фиг. 145. Гильза Сименса для соединения проводов



Фиг. 146. Пресс Сименса для соединения проводов

7. После того как упоры плашек, отдельно регулируемые для каждого сечения провода, сошлись, сжим считается законченным, рукоятку вращают в обратную сторону, открывают подвижную часть пресса, и в гнездо плашки продвигается следующее место сжима гильзы.

8. Сжим гильзы производится в определенных местах, отмеченных на гильзе насечками, причем порядок сжимов гильзы следующий: сначала производится первый сжим на одной стороне гильзы, потом первый на другой стороне, потом второй на первой стороне, второй на второй стороне и т. д.

Количество таких сжимов зависит от типа самой гильзы в соответствии с сечением провода, так, например: при проводе  $70 \text{ мм}^2$  — 4 пары сжимов, для  $95 \text{ мм}^2$  — 5 пар сжимов.

К слабой стороне способов пайки Гофмана следует отнести порчу жилок проводов при прогонке оправки и заклепок. В спайке по способу Сименса отрицательной стороной являются частые порчи станка из-за загрязнения нарезки винта и возможность недоброкачественной пайки из-за недожима.

Для пайки СА-проводов применяется еще способ пайки по методу Маффала.

В данном способе при помощи специального станка Маффала на концы двух соединяемых проводов навальцовывается специальная муфта (гильза) как на стальную сердцевину, так и на алюминиевую внешнюю оболочку. Одним и тем же станком можно производить пайки проводов различных сечений, меняя лишь плашки и втулки соответственно материалу и сечению провода, подлежащего соединению.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

по сращиванию проводов цельнотянутыми гильзами путем волочения (накатки) гильзы на провод методом Маффала

**Описание машины.** Машина для сращивания алюминиевых и сталь-алюминиевых проводов вышеназванным способом построена на принципе волочильного станка.

Машина состоит из двух салазок, которые могут сдвигаться или раздвигаться при помощи двух параллельных ходовых винтов (по аналогии с токарным станком). Эти ходовые винты приводятся в действие двумя рычагами со спусковыми собачками с перекидкой их на передний (расхождение салазок) и задний (сближение их) ход.

В салазку вставляется задерживающая втулка-мундштук.

Мундштук состоит из двух клиновых половинок с полукруглыми насеченными лунками для закрепления трубки в них. В салазку вставляются две волочильные полукольцевые плашки.

Принцип действия всей системы состоит в накатке (волочении) концов плашки трубки на соединяемые провода.

## Руководство к работе

1. Установить устойчиво прибор на треножке (фиг. 147 и 148).

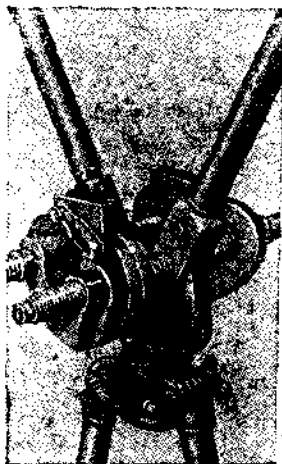
Сблизить до соприкосновения (сдвинуть рядом) салазки вращения на „задний ход“ ходовых винтов.

2. Снять пальчиком неровности на поверхности соединяемых кабелей и для токопроводящей (алюминиевой) части провода, в случае комбинированного провода, протереть бензином поверхность провода и внутреннюю поверхность трубки.

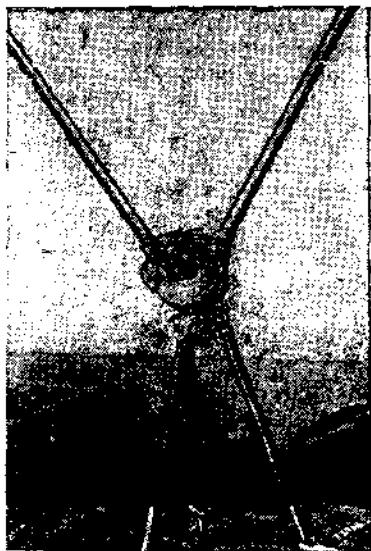
3. Прочистив их от окисел наждаком, ввести концы провода в трубку, предварительно замотав их проволокой (бандажом), во избежание раскручивания, таким образом, чтобы при всовывании провода в трубку бандаж отодвигался ее краем, после чего бандаж удалится.

4. Поставить в гнездо салазок одну плашку (полукольцо). Заложить трубку с введенными концами соединяемых проводов в машину. Поставить вторую плашку на место и закрепить ее эксцентрическим поворотным запором. Поставить запорный мундштук во вторую половину станины (салазки) и закрепить запор вторых салазок. Привести машину в действие помощью качания рычагов одновременно в разные стороны, накатывая таким образом трубку на провод.

5. Вынуть задерживающую мундштуки и волоочальные плашки, снова поставить салазки рядом, перевернуть машину на  $180^\circ$  и проделать все вышеуказанное со вто-



Фиг. 147.



Фиг. 148.

Станок Мафрала для соединения проводов

рой половинкой трубки. Это относится к случаю сращивания проводов одного материала, медного или алюминиевого. При комбинированных проводах трубки имеют утолщение посредине и, раскатка производится от середины к краям.



Фиг. 149. Вид СА-проводов после сращивания по способу Мафрала

Этим заканчивается процесс сращивания, после чего места соединения приобретают вид, изображенный на фиг. 149.

При сращивании комбинированных проводов (сталь-алюминиевых) (волоочные) накатка ведется в одном направлении (без поворота машины на  $180^\circ$ ), необходимо только перекачивать несколько раз протягиваемую гильзу, так как длина направляющих ходовых винтов мала в сравнении с длиной гильзы.

В этом случае наружная (алюминиевая) трубка надевается на один из соединяемых проводов заранее, затем раскатывается стальная (внутренняя) трубка, соединяющая стальные части провода.

После этого наружная трубка подвигается со всеми предосторожностями и раскатывается.

Необходимо при этом точно учитывать увеличение длины трубки при раскатке для правильного выноса стальной части и для того, чтобы она приходилась на середину раскатываемой алюминиевой трубки.

## Необходимые меры предосторожности

Удалить жир с поверхности для улучшения проводимости протиркой бензином части провода, перекрываемой трубкой.

Не забывать запереть эксцентрические задвижки, запирающие салазки, при приведении машины в действие. (Задвижки, однако, должны быть заперты без чрезмерной затяжки.)

Необходимо во время волочения обильно смазывать волочильные плашки, предупреждая этим (в особенности при волочении стали) их чрезмерный нагрев. Смазывать необходимо также направляющие винты.

Ступенчатая заточка на переднем конце соединительной трубки (в случае комбинированных проводов) предназначается для того, чтобы при начале протягивания плашки сначала пропустить более тонкую часть трубки и закрепить на этом участке провод, этим самым предотвратить возможность надрывов в материале трубки и вылезание провода из нее.

При производстве паяк на обязанности пайщиков лежит: при переходах от одной пайки до другой осматривать состояние проводов и при пайке проводов пересчитывать количество жил в проводе; при недостатке жил найти место обрыва

и весь поврежденный участок выбросить из линии. Кроме того, пайщики обязаны наблюдать за тем, чтобы провода спайвались правильно по месту нахождения их на мачтах, т. е. верхний с верхним, средний со средним и т. д., при вертикальном расположении проводов.

При горизонтальном расположении проводов на П-образных деревянных опорах следят за тем, чтобы вдоль всей линии левый провод соединялся с левым проводом следующего участка, правый с правым и т. д.



Фиг. 150. Токовые клеммы для соединения в петлях и тройниковые клеммы для отпаек

**Соединения в петлях.** При соединении концов проводов в слабых петлях применяются токовые клеммы, не воспринимающие механического усилия (фиг. 150).

Для алюминиевых проводов применяются четырехболтовые клеммы и плашечные одноболтовые, для медных проводов петля срачивается или четырехболтовыми токовыми клеммами или половинками гильз Сименса.

В сталь-алюминиевых проводах в случае применения анкерных клемм с плашками и болтами, зажимающими один лишь алюминий, применяются также токовые алюминиевые клеммы.

В случае соединения медного провода с сталь-алюминиевым применяются биметаллические токовые клеммы с прокладкой между медной и алюминиевой планками.

На спусках с проводов на треншальтеры применяются тройниковые клеммы из одного металла и биметаллические.

**Подъемка проводов на опоры.** После того как все провода и тросы раскатаны, проверены в соответствии с расположением на опоре и соединены между собой концы проводов, производится подъемка проводов и тросов на опоры.

По способу производства самой подъемки проводов таковая разделяется на подъемку людьми и подъемку лошадью.

Первый способ применяется, во-первых, при проводах более мелкого сечения и при раскатке провода „с петлями“. При раскатке провода „втугую“ и при крупных сечениях провода подъемка людьми требует большого количества рабочих, что в значительной степени уступает по экономичности подъемке лошадью.

Подъемка же лошадью применима почти во всех случаях, кроме подъемки проводов на опоры, стоящие на болоте, где приходится прибегать к рабочей силе.

Кроме того, подъемка проводов несколько различается в зависимости от расположения проводов на опоре, так, например: проще и быстрее всего производится подъемка проводов на П-образные деревянные опоры.

Из опор с вертикальным расположением проводов легче всего подъемка производится на опоры в расположением проводов обратной елкой, затем при вертикальном расположении проводов и самая затруднительная подъемка проводов на опоры с расположением проводов прямой елкой.

Рассмотрим основные случаи, встречающиеся при подъемке проводов и тросов.

При наличии троса на данном участке линии передачи подъемка обычно начинается с подъемки тросов.

В случае шестипроводной металлической опоры с вертикальным расположением проводов обратной елкой подъемка тросов производится следующим образом:

1. Верхолаз крепит на конце верхней траверсы при помощи веревочного комута однороликовый блок с пропущенной через него веревкой, причем комут должен быть завязан как можно короче.

2. При помощи веревки подаются тросовые ролики (фиг. 141).

3. Верхолаз поднимается и крепит тросовые ролики.

4. Веревка привязывается за стальной трос.

5. Трос подается до верхней траверсы.

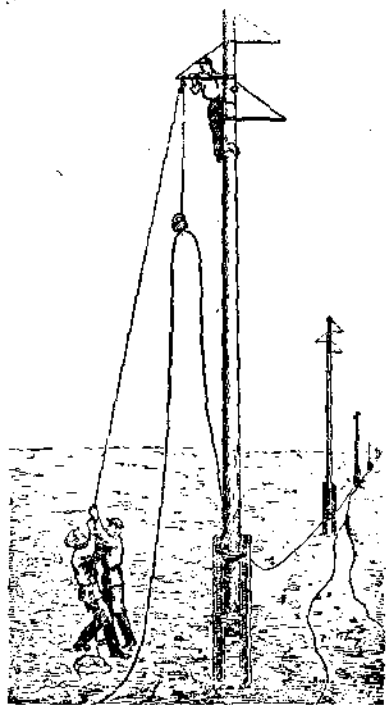
6. Находящиеся внизу рабочие тянут трос из середины пролета по направлению к опоре.

7. Верхолаз, сидя на конце траверсы, берет трос руками и перекладывает его на траверсу.

8. Верхолаз закладывает трос на гребень.

9. Верхолаз отвязывает трос от веревки.

После того как один трос накинут, начинают накидку проводов той же стороны, чтобы не перевешивать веревку. При накидке троса



Фиг. 151. Подъем проводов на опоры 30 кв

следует наблюдать за тем, чтобы тросовые ролики ставились роликком против направления движения во избежание заедания соединительных муфт в гнезде, а также за правильным креплением ролика на тросовом гребне мачты — при неправильном креплении возможен срыв троса из ролика или падение самого ролика.

Окончив подъемку троса, верхолаз приступает к подъемке проводов (фиг. 151).

Подъемка проводов на промежуточные опоры осуществляется так:

1. При помощи той же веревки, которой поднимались тросы наверх, подаются серьги и подвесные ушки.

2. Верхолаз ставит серьги и ушки. Указанные в пп. 1 и 2 работы могут быть произведены заранее отдельным верхолазом до монтажа. Два верхолаза при двух низовых и одной подводе в день могут поставить в день серьги на 10—15 мачтах.



Фиг. 152. Подъем проводов на опоры 115 кв

3. Провод закладывается в ролик, для чего вынимается верхний болт ролика, вытаскивается сцепное ушко, провод закладывается в ролик, ушко ставится на место. При постановке ролика необходимо убедиться в том, что ролик легко вращается и не имеет зазубренных бортов.

4. Гирлянда изоляторов, предварительно протертых, сцепляется с роликом.

5. Веревка привязывается к гирлянде между 3-м и 4-м изолятором при накидке верхних траверс и между 2-м и 3-м при накидке остальных. Узел должен быть такой, чтобы при продергивании свободного конца веревка легко развязывалась, но в то же время узел не должен быть саморазвязывающимся при подъемке гирлянды.

6. Тяговой конец веревки пропускается под провод.

7. Гирлянда с проводом приподнимается на 1—1,50 м над землей, и производится последний осмотр (фиг. 152).

Осмотром устанавливается, имеет ли верхний изолятор шпалит, поставлен ли этот шпалит таким образом, что его будет удобно вынуть наверху, поставлены ли остальные шпалиты правильно на места,

надежно ли завязана веревка и каким узлом, доброкачественны ли изоляторы, нет ли на них земли и остатков упаковки и очищены ли изоляторы от грязи и стружек.

8. Гирлянда с проводом поднимается на место.

9. Верхолаз сцепляет гирлянду с подвесным ушком на траверсе.

10. Верхолаз подает сигнал ослабить веревку.

11. Верхолаз закладывает шплинт верхнего изолятора.

12. Верхолаз отвязывает веревку.

13. Верхолаз продергивает веревку до тех пор, пока ходовой конец не коснется земли.

Для подъёмки проводов на остальные траверсы веревка не перевешивается. Подъёмку следует начинать с верхней траверсы опоры, для того чтобы при обрыве веревки не разбить уже ранее подвешенных изоляторов. Из тех же соображений не следует собирать гирлянд и распаковывать изоляторы под поднимаемыми проводами. Люди ни в коем случае не должны быть под угрозой удара при падении провода и ролика.

При подъёмке проводов людьми ходовой конец веревки идет из верхнего ролика прямо вниз к рабочим. При подъёмке лошадьми ходовой конец пропускается из верхнего ролика в добавочный отводной ролик, прикрепленный за ногу опоры на высоте 0,5 м над землей. Этот ролик ставится для того, чтобы упряжь лошади не поднималась вверх (фиг. 153).

После того как провода подняты на одной стороне опоры, производится подъёмка троса и проводов на другую сторону опоры, для чего однороликовый блок с веревкой верхолазом перевешивается на другую верхнюю траверсу, и весь описанный выше процесс повторяется.

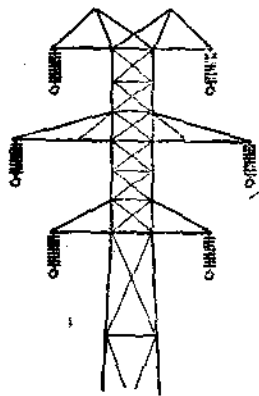
Подъёмка тросов и проводов на анкерные опоры в общих чертах проходит по правилам накидки на промежуточные опоры со следующими отличиями:

Трос закладывается в гребень наверху опоры без ролика поверх болтов, которые при натяжке будут играть роль ролика.

Провода подаются на опоры без изоляторов, с одними роликами, которые крепятся в отверстия траверс, предназначенные для крепления вторых гирлянд.



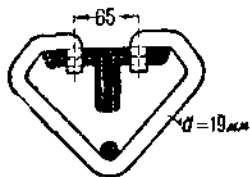
Фиг. 153. Подъем СА-проводов на опоры



Фиг. 154. Расположение проводов вертикальным треугольником



При подъемке проводов на верхние траверсы опор с вертикальным расположением проводов на средней траверсе должен сидеть верхолаз и при прохождении вверх провода с гирляндой мимо средней траверсы отвести его осторожно в сторону во избежание повреждения изоляторов.



Фиг. 155. Торец траверсы промежуточной металлической опоры

Особенно это важно при расположении проводов вертикальным треугольником (фиг. 154).

При расположении проводов прямой елкой такие меры предосторожности применяют и на средней и особенно на нижней траверсе, и в этом случае провод с гирляндой обводят вокруг траверсы.

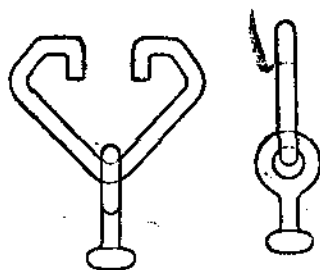
В случае подъемки проводов на деревянные П-образные опоры работа производится следующим образом.

Верхолаз распутывает веревку с однороликовым блоком, прикрепляет ее к поясу, надевает на ноги когти, влезает на опору и, сидя на траверсе, укрепляет при помощи веревочного комута блок на траверсе недалеко от подвесного крюка для гирлянды и опускает веревку, проходящую через блок, вниз до земли.

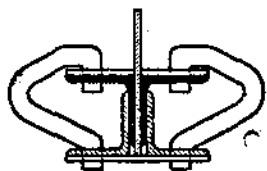
В это время низовые рабочие пропускают лежащий на земле провод в монтажный ролик и сцепляют ролик сцепным ушком с гирляндой изоляторов.

Спущенный с траверсы конец веревки привязывается к гирлянде между 3-м и 4-м изоляторами.

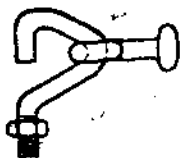
Другой конец веревки берут рабочие и приподнимают провод над землей до высоты 1—2½ м для последнего осмотра и проверки гирлянды и далее наверх к траверсе, где верхолаз сцепляет верхний изолятор с подвесным ушком на траверсе и вкладывает шплинт.



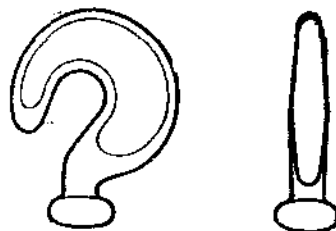
Фиг. 156. Промежуточная серьга и подвесное ушко



Фиг. 157. Торец анкерного траверса



Фиг. 158. Анкерная серьга и подвесное ушко



Фиг. 159. Крюк—карасик

После этого верхолаз отвязывает блок от траверсы, перебирается по траверсе к месту подъема среднего провода, там привязывает блок к траверсе, и вся операция подъемки еще раз повторяется и также для третьего провода.

После того как все три провода подняты на опору, верхом снимает блок с траверсы, спускается на когтях на землю, и процесс подъема закончен.

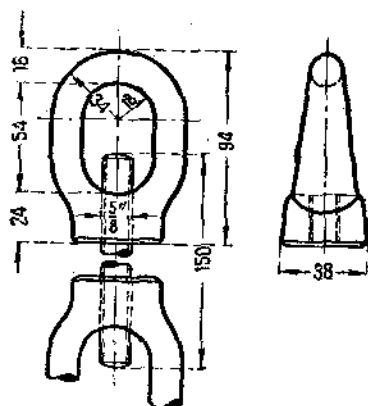
В случае подъема проводов лошадей весь процесс протекает так же, с той лишь разницей, что внизу около земли на ноге (или пасынке) опоры прикрепляется отводной однороликовый блок, через который пропускается веревка, идущая сверху, к упряжи лошади. Веревка, применяемая на монтаже при подъеме, натяжке, перекладке проводов, должна быть обязательно бумажная.

**Крепление гирлянд с изоляторами на опорах.** Способы подвески провода на металлических опорах различны и зависят от конструкции траверс опор. Приведем наиболее употребительные способы крепления гирлянд изоляторов на опорах.

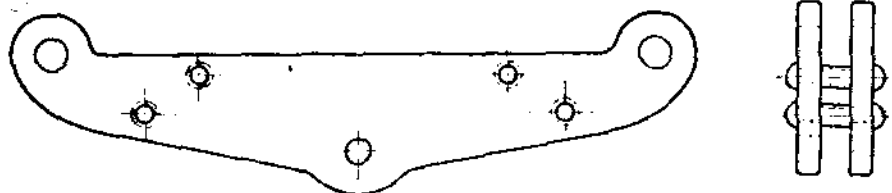
Промежуточная опора американского типа 115 кв имеет конструкцию торца траверсы, изображенную на фиг. 155, для этого случая применяется промежуточная серьга и подвесное ушко (фиг. 156).

Анкерные опоры 115 кв чаще всего имеют швеллерную конструкцию торца траверс (фиг. 157), и для крепления гирлянд в этом случае применяется анкерная серьга и подвесное ушко (фиг. 158).

Анкерные опоры 30 кв имеют траверсы или из полосового железа или из углового железа. Крепление изоляторов на этих опорах производится или помощью обычных крюков-карасиков (фиг. 159) непо-



Фиг. 160. Серьга со шпилькой



Фиг. 161. Коромысла для двойного подвеса

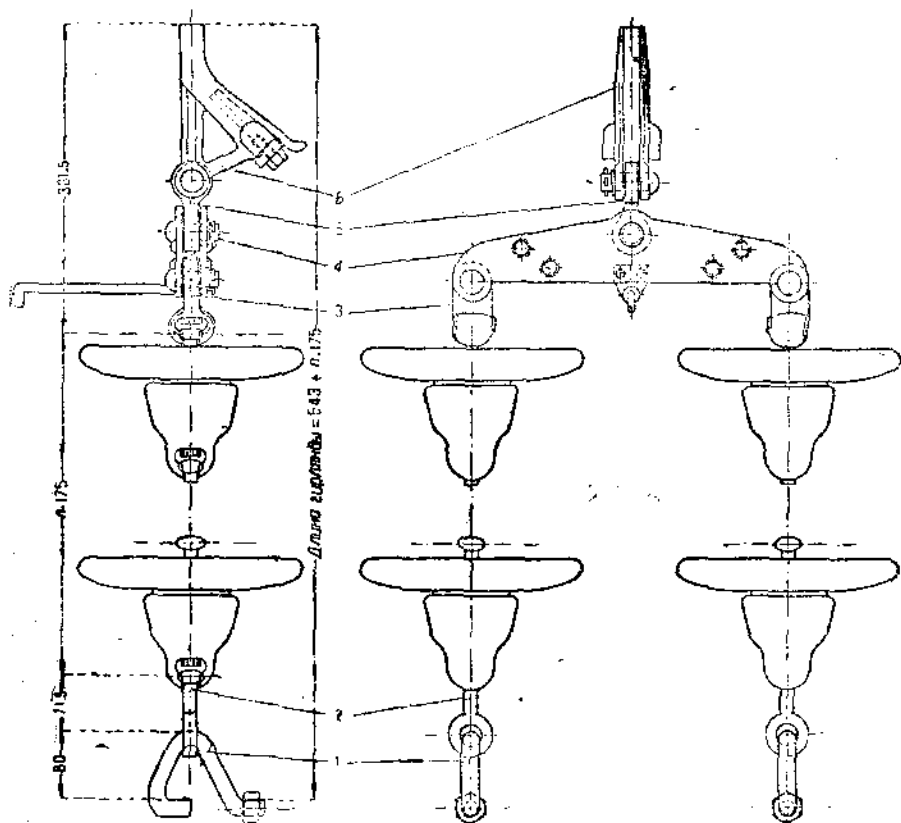
средственно за отверстие в полке траверсы или помощью шпилек ( $d = 19$  мм) с двумя накрученными на них ушками, за которые в свою очередь зацепляются крюки-карасики (фиг. 160).

В случае двойного подвеса концы траверс имеют обычно удлиненную конструкцию с добавлением второго отверстия. Расстояние между отверстиями двойного подвеса равно 400 мм (соответственно конструкции коромысла) (фиг. 161 и 162).

Двойной подвес осуществляется обязательно двойным креплением, и лишь как исключение допускается двойной подвес с верхним и нижним коромыслом.

На высоких конструкциях опор промежуточного типа, применяемых на переходах через большие реки, для поддержания роликового подвеса проводов, применяются специальные гирлянды - люстры с тремя и более гирляндами изоляторов и специальными приспособлениями для их крепления.

Способы крепления гирлянд на деревянных опорах следующие.



Фиг. 162. Крепление проводов к траверсе при двойном подвесе

На промежуточных одинарных опорах 30 кВ с траверсами из углового или полосового железа крепление гирлянды осуществляется помощью крюка-карасика или крюка-гешки (фиг. 163).

На промежуточных П-образных опорах 30—115 кВ крепление гирлянд на траверсе может быть осуществлено или помощью комут, за нижний болт которых задевается крюк-восьмерка, а на нее уже надевается подвесное ушко (фиг. 156), или помощью сквозного болта, переходящего через отверстие в траверсе, с крюком на нижнем конце, на которое прямо надевается подвесное ушко (фиг. 165).

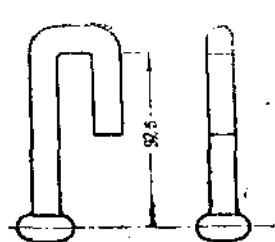
Последний способ крепления имеет значительное преимущество перед первым в смысле экономии железа и последнее время, как вошедший в стандарт, находит себе большое применение.

Крепление гирлянд с изоляторами на анкерных деревянных опорах АП-образного типа осуществляется помощью шпильки 19 мм диаметром, проходящей через отверстие в траверсе; с нарезкой на обоих концах, на которую наворачиваются с обеих сторон два ушка, в которые в свою очередь входят крюки-карасики (фиг. 166).

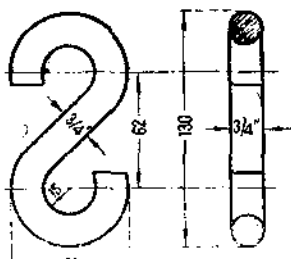
В случае применения гирлянды на угловых АП-образных опорах применяются те же шпильки, что и для анкерных опор, но несколько длиннее и с ушками, имеющими эксцентрическое отверстие, которым ушко устанавливается внутрь угла (фиг. 167).

**Подъемка проводов на штыревые изоляторы.** Подъемка проводов на опоры 30 кв со штыревыми изоляторами несколько отличается от описанных выше случаев подъёмки.

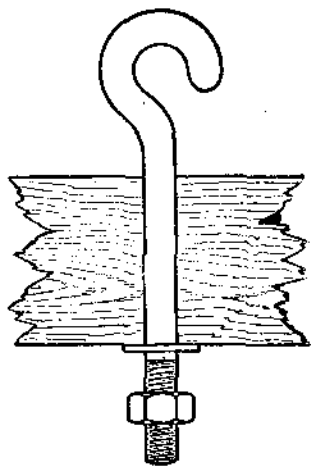
Перед подъемкой проводов на траверсы поднимаются и укрепляются штыревые изоляторы с *завёрнутыми* в них предварительно штырями.



Фиг. 163. Крюк—гешка



Фиг. 164. Крюк—  
восьмерка



Фиг. 165. Сквозной крюк  
для деревянной траверсы

Способы крепления штырей на траверсах могут быть различны.

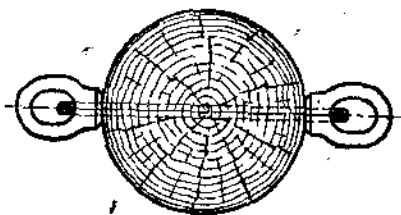
В случае траверс с подкосами штырь удерживается своим упором на траверсе, между полкой траверсы и подкосом прокладывается металлическая прокладка („сухарь“) или просто несколько шайб, ниже подкоса на штырь завинчивается гайка, которая закрепляет штырь в таком положении, чтобы верхняя продольная канавка на головке изолятора была расположена вдоль линии электропередачи (фиг. 168).

В случае крепления штыревых изоляторов на траверсах из полового железа под полку траверсы прокладывается кусок газовой трубы длиной 50 мм, под который на штырь надевается шайба и наворачивается гайка (фиг. 169). В случае крепления штыревых изоляторов на металлических опорах с траверсами, имеющими на своих концах швеллерную конструкцию из уголков, штырь без всяких прокладок закрепляется гайкой (фиг. 170).

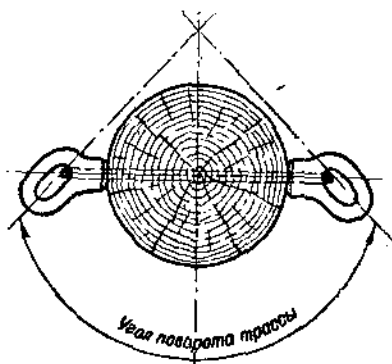
После того как штыревые изоляторы установлены на линии, начинается подъемка проводов на опоры, причем на промежуточные опоры провод поднимается без роликов, прямо на изолятор и укладывается в бороздку головки изолятора.

Во избежание соскакивания провода с изолятора при натяжке, на шейке изолятора укрепляют проволоку в виде двух пар рогов, защищающих провод от падения.

Иногда в целях более простой натяжки проводов последние поднимаются наверх и укладываются непосредственно на траверсе, по

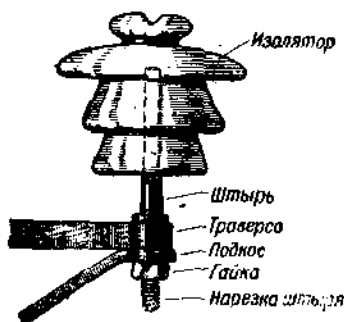


Фиг. 166. Крепление провода на траверсе анкерной деревянной АП-образной опоры

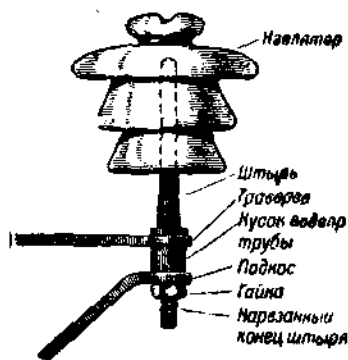


Фиг. 167. Крепление провода на траверсе угловой деревянной АП-образной опоры

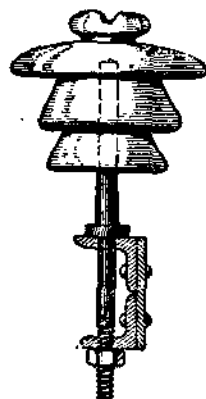
которой и натягиваются, вплоть до установления требуемой стрелы провеса, а затем уже натянутый и принятый провод перекадывается верхолазом в бороздку головки изолятора.



Фиг. 168. Крепление штыря для изолятора на траверсе с подкосом



Фиг. 169. Крепление на траверсе из полосового железа



Фиг. 170. Крепление штырей на швеллерообразной конструкции траверсы

На анкерных опорах на линии 30 кв применяются обычно подвесные изоляторы, и подъемка идет в обычном порядке, путем крепления на траверсе анкерного монтажного ролика с заложением в него проводом.

Как исключение применяется при небольших сечениях проводов и малых пролетах крепление на анкерных опорах на штыревых изоляторах с особыми приспособлениями для укрепления провода после натяжки на головке изолятора.

### г) Натяжка проводов

В следующем за подъемкой проводов анкерном пролете, или третьем от начала монтажного процесса, производится натяжка проводов.

Натяжка проводов и тросов может быть осуществлена при помощи полиспастов, лебедками (фиг. 171) или тракторами. Натяжка через полиспаст производится людьми или лошадьми. Натяжка людьми в настоящее время производится лишь в болотистых местностях. В последнее время все большее и большее применение находит на натяжке проводов трактор (фиг. 172 и 173).



Фиг. 171. Рабочая лебедка на монтаже проводов

Удобство трактора заключается в том, что он, зацепив за провод, выбирает всю слабины провода, производит натяжку и доводит провод до полной установки его по стреле провеса. При хороших механизмах тракторов осуществима самая точная регулировка стрелы провеса провода. Кроме этого перевозка всего монтажного инструмента от одного анкерного пролета к другому производится также трактором. В условиях линейных монтажных работ трактор на гусеничном ходу с прицепной тележкой представляет собой большие преимущества перед конной тяговой силой.

Единственный недостаток тракторов—это затруднения при работе в осеннюю гололедицу и невозможность работы в зимнее время при большом снеге.

**Подготовка к натяжке.** Перед началом натяжки нужно определить место крепления тяговых механизмов или указать направление движения трактора. При решении этого вопроса следует руководствоваться следующими соображениями.

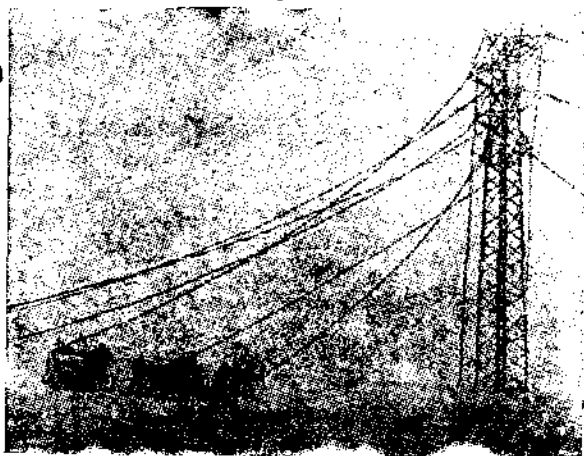
1. Место крепления полиспастов или лебедок не должно быть ближе 50 м от анкерной опоры. В случае натяжки трактором этого соображения можно не придерживаться, так как по мере вытяжки провода трактор будет удаляться от мачты; следует следить только за тем, чтобы в конце натяжки трактор не был ближе 50 м к мачте. При более коротком расстоянии возможен обрыв провода или отдельных жил от слишком крутого перегиба натянутого провода в ролике.

2. Крепления должны быть на твердом грунте.

3. При креплении за пни и деревья следует убедиться в прочности последних.

4. При искусственном якорении глубина заковки якоря должна обеспечивать надежность крепления и быть не менее 1,5 м при размере якоря  $25 \times 2,00$  см.

5. Установка якоря под проводами пересекаемых линий высокого



Фиг. 172. Натяжка проводов тракторами

напряжения ни в коем случае не допускается.

6. Направление натяжки должно по возможности совпадать с продолжением прямой линии натягивания.

7. Все натяжные механизмы должны строго соответствовать тем тяговым усилиям, какие от них требуются.

8. Лебедки и полиспасты должны быть в полном порядке и иметь исправные предохранительные защитные приспособления.

9. При работах летом лебедки должны быть поставлены на колесный ход.

10. Часто якорем для полиспаста или для укрепления лебедки служит нога опоры, следующей по движению монтажа за анкерной опорой, на которую производится натяжка.

**Связь.** После определения места стоянки тяговых механизмов или направления движения тракторов налаживается связь, которая может быть трех родов: звуковая — свистки, рупор; оптическая — флаги или диски; и телефонная. От употребления звуковой сигнализации на большие расстояния (больше 100 м) сле-



Фиг. 173. Трактор, применяемый на монтаже

дует воздерживаться из-за ненадежности и нечеткости передаваемых приказаний; кроме того, при работе тракторов звук голоса совершенно заглушается шумом моторов. Оптическая сигнализация требует хорошо обученных сигналистов, и, кроме того, работа сигнализации затрудняется в туманные или пасмурные дни. Телефонная связь является

наиболее совершенной, но нуждается в помощи оптической сигнализации, так как ставить телефон вблизи работающих тракторов нецелесообразно и, кроме того, наблюдатели по линии не имеют возможности сноситься с ближайшим телефонистом иначе, как оптической сигнализацией. Связь по линии в натягиваемом пролете размещается следующим образом. Телефонный пост — у опоры, на которой производится визирование стрелы провеса, второй телефонный пост — у анкерной опоры, где производится натяжка, и третий пост — у тяговых механизмов. Если возможно, то в конце анкерного пролета ставится четвертый телефонный пост с верхолазом, на обязанности которого лежит наблюдение за подъемом гирлянды и устранение заедания ушка на траверсе предыдущей анкерной опоры. Сигналисты-наблюдатели по возможности ставятся в каждом пролете по одному человеку и обязательно у тех опор, через которые ожидаются проходы соединительных муфт на проводах, у дорог и у слабых петель. Наблюдатели за проходом соединительных муфт в роликах должны быть верхолазами. Все наблюдатели должны быть снабжены оптическими сигналами, при помощи которых они сносятся с ближайшим телефонным постом. Оптический сигнализатор ставится также у последнего телефонного поста для передачи приказов на трактор.

Для передачи сигналов перед монтажом устанавливается система сигналов, которую предварительно изучают все сигналисты, участники в работе тяговых механизмов и визировщики.

Сигналы, например, могут быть следующими: три свистка или три звонка по телефону — „вперед“, один свисток или звонок — „стой“, два звонка или свистка — „назад“. Звонки по телефону употребляются при порче или слабой слышимости разговора. В оптической сигнализации употребляются два сигнала: белый и красный. Один белый — „вперед“, один красный — „стой“, белый и красный рядом — „назад“, белый над красным или размахивание обоими сигналами, если подаются со стороны анкера, — „сбор“, если подаются со стороны линии, — просьба помощи при заедании муфт в роликах.

От сигналистов, участвующих в процессе монтажа проводов, требуется: во-первых, четкость передаваемых сигналов и, во-вторых, особая внимательность и сосредоточенность при наблюдении в одном направлении, так как малейшая рассеянность сигналиста может повлечь за собой путаницу в порядке следования отдельных операций монтажа.

**Визировка стрелы провеса** Установка провода со стрелой провеса, отвечающей условиям монтажа (температура, сечение и материал провода и длина пролета), может быть достигнута или помощью динамометра, включенного в натягиваемый провод, или приемкой самой стрелы провеса провода.

Последний способ применяется чаще. Перед монтажом на работы доставляется термометр, ведомость пролетов монтируемой линии и таблицы стрел провеса для материала и сечения, соответствующих монтируемому проводу.

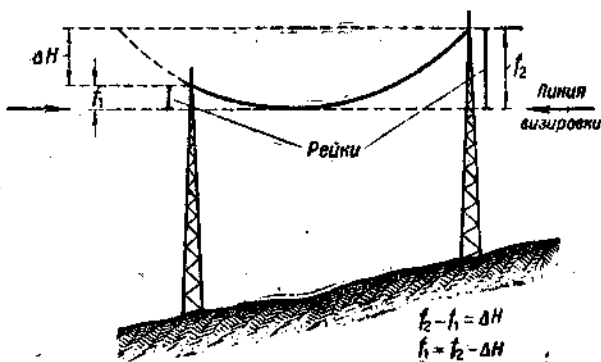
Для каждого данного случая визировщик, зная длину пролета, тяжение, температуру воздуха, определяет по таблице стрелу про-



веса. Эта стрела провеса и должна быть принята визировщиком во время натяжки провода.

Существует два способа визировки стрелы провеса — способ горизонтальной визировки и способ наклонной визировки.

Первый способ заключается в следующем. Как правило, две крайние опоры любого пролета, в том числе и того, в котором принимается стрела провеса, находятся не в одной горизонтальной плоскости, поэтому вертикальные проекции стрел провеса будут иметь различные (фиг. 174) значения для обеих точек подвеса.



Фиг. 174. Схема горизонтальной визировки

Стрела провеса, отложенная в этом случае на более высокой опоре, будет равна стреле провеса, отложенной на нижней опоре плюс разность высот опор.

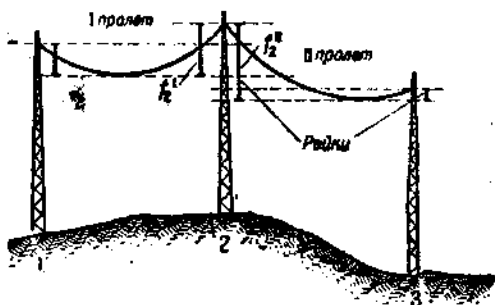
Соответствующие вычисления делаются заранее, и монтажникам

дается готовая таблица стрел провеса для горизонтального визирования при любой температуре.

Как видно из фиг. 175, стрелы провеса, откладываемые на одной и той же опоре при равных смежных пролетах, могут быть в этом случае неодинаковы, поэтому при этом способе визирования таблица должна быть составлена для каждого конкретного пролета с учетом разности высот точек подвеса, и пользоваться ею приходится в соответствии с пролетом, выбранным для приемки стрелы провеса на данном анкерном участке.

Предварительные вычисления, связанные с горизонтальным визированием, а также недостаточная простота пользования таблицами при приемке стрелы провеса делают этот способ не совсем удобным.

Гораздо большее применение на монтаже проводов высокого напряжения нашел способ наклонного визирования стрелы провеса, заключающийся в том, что визировщик, зная запас прочности провода, длину пролета и температуру, сразу находит по общим монтажным таблицам для данного сечения и материала провода стрелу провеса, откладывает ее в виде реек на обеих опорах пролета, в котором принимается стрела провеса, и методом наклонного визи-



Фиг. 175. Приемка стрел провеса провода

рования устаканивает натягиваемый провод в правильном положении (фиг. 176).

Визирование стрелы провеса может быть также произведено с земли при помощи инструмента. Способ визирования с земли применяется при проверке линий, находящихся под напряжением и, несмотря на свою точность, требует довольно сложных приемов неподвижности провода. Последнее условие делает этот способ неприменимым при монтаже.

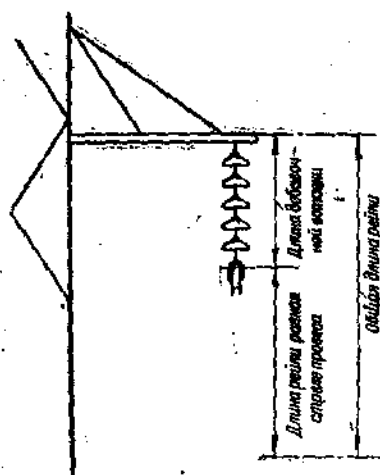
Так как крепить рейку для приемки стрелы провеса на точке крепления провода неудобно—рейка будет сорвана

с провода роликом,—рейка крепится на траверсе при помощи добавочной вставки, длина которой должна быть равна расстоянию от траверсы до провода. Эта длина изменяется в зависимости от

Фиг. 176. Схема наклонной визировки

количества изоляторов в гирлянде, типа ролика и типа изоляторов и должна быть проверена при каждой перестановке рейки с провода на провод (фиг. 177).

**Визировка одним визировщиком.** Для визировки анкерного пролета, имеющего до восьми промежуточных опор, достаточно одного визировщика, при большем количестве опор требуется два визировщика. При визировании одним визировщиком последний помещается в середине анкерного пролета, соблюдая следующие правила: визировать следует по солнцу и ветру; в случае если опоры стоят не на одном уровне, то удобнее визировать с более низкой опоры на более высокую, при визировке следует иметь хо-



Фиг. 177. Схема добавочной вставки

роший полевой бинокль. При равноценности всех перечисленных условий надо располагаться таким образом, чтобы рейка не проектировалась на пестрые участки местности: гряды, заборы и пр.

Ход визирования следующий:

визировщик

- 1) промеряет длину добавочной вставки;
- 2) определяет температуру;
- 3) по ведомости опор определяет длину пролета между опорами, на которых производится визировка;

4) по журналу линии определяет, с каким запасом прочности будет производиться натяжка;

5) по таблицам стрел провеса, зная длину пролета, температуру и запас прочности, определяет стрелу провеса;

6) полученную длину стрелы провеса складывает с длиной добавочной вставки;

7) из полученной длины стрелы провеса вычитает поправку на вытягивание провода, если на это есть распоряжение (5—8%);

8) при визировке на анкерной опоре стрелу провеса принимает без добавочной вставки, но учитывает подвес провода на одной из опор на роликах;

9) полученную величину с помощью реечника отмеряет на двух рейках;

*реечник*

10) ставит одну рейку на траверсе опоры, с которой будет производиться визирование;

11) ставит другую рейку на опору, на которую визирующий будет производить визирование;

*визировщик*

12) производит испытание сигнализации;

13) поднимается на опору и дает через сигналиста точный сигнал: „рейки готовы, тяните такой-то по ходу трос (или провод)“. Получив эту команду, тяговые механизмы начинают натяжку.

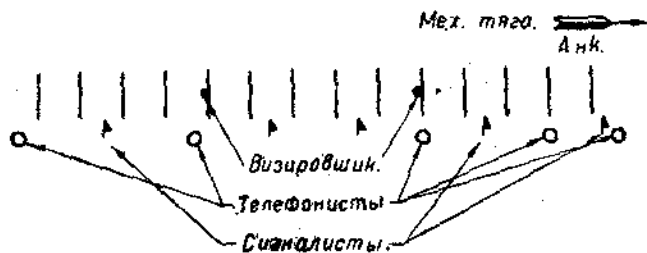
При визировке стрелы провеса визировщик должен внимательно следить за поднимающимся проводом. По ходу подъема провода он имеет возможность судить о положении дела на линии. Остановка провода без извещения о прекращении работы натяжки указывает на то, что провод зацепился между пунктом визировки и натяжки. Резкий скачок провода вверх указывает на зацепление или заедание в ролике между пунктом визировки и концом линии; быстрое спускание провода указывает: или на обрыв или, чаще, на самоосвобождение зацепления и т. п. Как только провод поднимается над рейкой приблизительно на 30—50 см, при визировании в анкерном пролете, имеющем от пяти до восьми промежуточных опор, визировщик подает команду „стоп“, по которой натяжка должна немедленно остановиться. Для более четкого выполнения этого приказа бывает полезно при приближении провода к точке остановки визировщику подать предупреждение сигналисту „к сигналу приготовиться“. После остановки провода визировщик должен выждать прекращение качания провода, после чего подается команда „провод назад“, и в тот момент, когда низшая точка провеса с провода спроектируется на рейках, подается команда „стоп“.

После того как визировщик убедится, что провод точно установился на рейке, он подает команду на анкерную опору „отметка“; после этой команды право распоряжения движением провода переходит к работающим на анкерной опоре и всякое отступление от этого правила может быть произведено только с ведома и согласия работающих на анкерной опоре.

**Визировка двумя визировщиками.** Как указывалось ранее, для анкерных пролетов, имеющих больше восьми промежуточ-

ных опор, желательно иметь двух визировщиков, из которых один визирует на первой трети пролета, а второй на последней трети (фиг. 178). В случае визирования двумя визировщиками провод устанавливается по командам дальнего визировщика, согласно методам визировки одним визировщиком. Перетяжка не допускается, и провод останавливается в тот момент, когда он поднимается по рейке, и после команды „стоп“ визировщик не сообщает на анкерную опору „отметка“, а передает визировщику, находящемуся на ближайшем к анкерной опоре пролете: „в дальнем пролете провод установлен“. Получив это сообщение, ближний визировщик осаживает провод до рейки и в дальнейшем поступает по методу визировки одним визировщиком. При визировании двумя визировщиками установку провода по стреле провеса надо начинать с дальнего от тягового механизма конца, потому что в тот момент, когда у ближнего визировщика провод будет иметь нормальную стрелу, в пролетах дальнего визировщика будет недотяжка провода.

При работах по визировке визирующий должен следить за тем, чтобы рейка, на которую он визируется, находилась в строго вертикальном положении и не раскачивалась ветром, для чего реечник должен во время визировки придерживать ее рукой. В случае силь-



Фиг. 178. Схема расположения визировщиков при натяжке

ного бокового ветра, когда провод заметно отклоняется, необходимо вносить при визировании соответствующие поправки. При монтаже ранней весной и особенно утром температура в тени или над поверхностью снега резко отличается от температуры на солнце и разница доходит до  $15^{\circ}$ . В этих случаях необходимо перед началом натяжки вытянуть все провода настолько, чтобы они отделились от земли, и начинать окончательную натяжку не ранее  $\frac{1}{2}$  часа после вытяжки, когда провода примут температуру окружающего воздуха.

Работа натяжных механизмов должна протекать в полном согласии с подаваемыми сигналами, и никакие произвольные движения провода недопустимы. В случае аварии с механизмом старший при механизме обязан остановить работу механизма и сообщить визировщикам и наблюдателям и только с их согласия может спускать провод.

**Выборка „слабины“ провода.** После окончания подъёмки проводов для ускорения работ по натяжке проводов, особенно если работа производится полиспастом или лебедкой, следует в пределах возможности „слабину“ провода предварительно вытягивать лошадьми или людьми. Каждый провод после вытяжки привязывается вблизи

тягового механизма в натянутом состоянии. При привязывании провода следует обратить внимание на то, чтобы провод не был попорчен вязкой. Лучший способ вязки, при отсутствии лишних зажимов — вязка плетением отдельными жилами, так называемая „французская вязка“ (фиг. 179), или захлестыванием веревкой — „закабливание“ (фиг. 180). Выборки слабины провода при работе трактором не требуется.

Перед выборкой „слабины“, а также перед натяжкой провода или троса вдоль анкерного пролета, расставляются рабочие, на обязанности которых лежит следить за выбираемым и натягиваемым проводом, особенно в случае раскатки „с петлями“, дабы не получалось перехлестывания проводов („баранки“), а также во избежание подтягивания каких-либо посторонних предметов вместе с проводом.



Фиг. 179. Крепление провода вязкой



Фиг. 180. Захлестывание провода веревкой при вязке во время выборки „слабины“

В зимнее время провод после раскатки по снегу проходит вглубь снега и там примерзает. Необходимо перед натяжкой вытащить провод из-под снега во избежание рывков во время натяжки, а в некоторых случаях и обрывов провода.

В случае натяжки проводов в мелком кустарнике необходимо следить за тем, чтобы провод не задевал за пни и кусты.

Все эти замечания особенно касаются мягких проводов (А, СА и пр.).

В случае образования во время работ на проводе „баранок“ таковые должны обязательно вырезаться, и ни в коем случае не допускается выпрямления закрученных мест в проводе.

**Натяжка тросов.** При натяжке троса работа протекает в следующем порядке:

1. Визировщик ставит рейку на трос. При этом надо помнить, что добавочная вставка для рейки не требуется.

2. Тяговой механизм сцепляется с тросом.

3. По команде визировщика тяговой механизм производит натяжку троса.

4. Визировщик производит установку троса согласно правилам установки проводов.

5. По установке стрелы провеса троса визировщик дает команду на анкерную мачту для заделки.

6. По этой команде верхолаз анкерной мачты крепит трос, для чего вынимаются болты тросового гребня; натянутый трос, лежащий на ролике, опускается вниз в пространство между двумя угольниками тросовой головки, поверх троса опять закладываются тросовые болты и завинчиваются до отказа гайки, причем одновременно укрепляются и болты, прижимающие подвижной угольник головки тросовой траверсы к последней.

После крепления всех тросовых болтов освобождаются болты, устанавливающие тросовый ролик, и последний снимается с траверсы.

**Натяжка проводов.** После выборки „слабины“ провода и подготовки тяговых механизмов (полиспастов, лебедки или трактора) на провод надевается тяговый зажим (см. выше), кольцо которого или привязывается к тросу, идущему на лебедку, или на полиспаст, или сцепляется с крюком трактора (в последнем случае без выборки „слабины“).

Тяговой механизм приводится в движение и работает до тех пор, пока провод не поднимется до необходимой высоты и пока визировщик не даст сигнала „отметка“. Это означает, что верхолаз, сидящий на траверсе анкерной опоры и следящий за движением провода по ролику, должен сделать на проводе отметку, т. е. нанести на проводе (натянутаю согласно стреле провеса) знак, совпадающий с какой-либо определенной точкой на траверсе опоры. Обычно на провод проектируют ось дыры, в которую вставлена серьга в случае металлической опоры, или отверстие ушка серьги в случае деревянной опоры.

В дальнейшем изложении способа получения отметки для установки клеммы на проводе, расстояние от самой отметки (знака) на проводе до места постановки анкерной клеммы, измеряемое по натянутому проводу, условно назовем „длиной отметки“.

„Длина отметки“ зависит от количества и типа изоляторов в гирлянде, типа крепления, типа анкерных клемм, типа траверс и не должна изменяться при постановке тяговых механизмов под углом, т. е. оставаться постоянной при положении ролика (углового) в любой дыре.

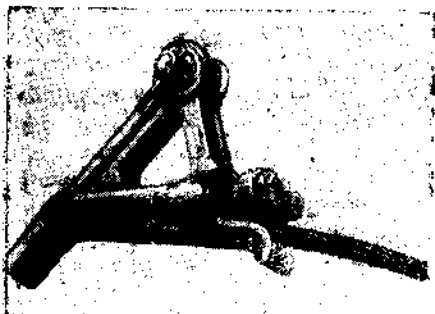
Цель отметки—точно определить место постановки анкерной клеммы.

Правильность определения „длины отметки“ проверяется тем, что после постановки провода на изолятор стрела провеса не изменяется, и отметка, нанесенная на провод перед постановкой изолятора, совпадает с той точкой траверсы, от которой она бралась после установки гирлянды с изоляторами. В противном случае понижение провода

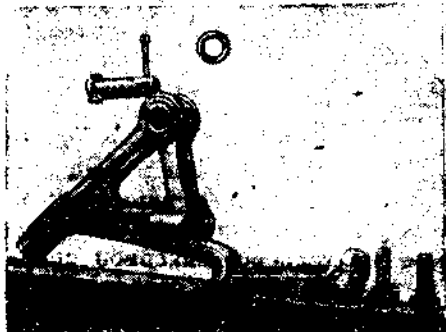
после установки гирлянды против стрелы провеса — недотяжка указывает на то, что „длина отметки“ мала, повышение провеса — перетяжка — указывает, что „длина отметки“ велика.

Для определения величины, на которую нужно изменить „длину отметки“, нужно на проводе, уже закрепленном на траверсе, сделать новую отметку, и величина расхождения между старой и новой отметкой будет равна величине поправки, которую надо внести в „длину отметки“.

„Длину отметки“ следует устанавливать при натяжке первого провода и не менять ее до окончания натяжки всех проводов данного анкерного пролета. Отметка делается на проводе краской, химическим карандашом, завязыванием на проводе банджа жидкой и т. п., но ни в коем случае не пораниением провода пассатижами или напильником. После окончания отметки на провод ставится анкерная клемма. Для этого от места, на котором нанесена отметка, откладывается „длина отметки“; полученная новая точка тоже замечается, и по полученной второй отметке ставится анкерная клемма. При установке анкерной



Фиг. 181. Клиновья анкерная клемма для медного провода



Фиг. 182. Клиновья анкерная клемма для медного провода в разобранном виде

клеммы следует заранее установить, будет ли анкерная клемма входить в „длину отметки“ или нет. От этого зависит точность соблюдения стрелы провеса провода, и способ установки клеммы должен быть определен при изменении „длины отметки“ первого провода, причем надо установить, до какого места клеммы была высчитана „длина отметки“.

**Постановка анкерной клеммы.** Постановка анкерной клеммы может быть произведена тремя способами:

- а) постановка с земли,
- б) постановка с люльки и
- в) постановка с траверсы.

а) **Постановка с земли.** Постановка с земли производится в следующем порядке:

При клиновых клеммах (фиг. 181 и 182):

1. После нанесения отметки провод сдается до земли (фиг. 183 и 184).

2. Клемма разбирается на составные части, производится так называемая „разрядка клеммы“.

3. Станина клеммы прикладывается к проводу точно согласно второй отметке, сделанной на проводе.

4. Клемма крепится на проводе путем закладывания клинка.

5. Клинок закрепляется болтами.

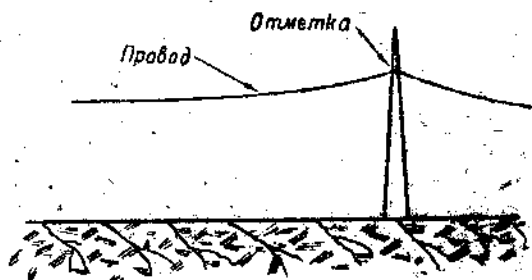
При клеммах с плашками (фиг. 185),

1, 2 и 3—без изменения.

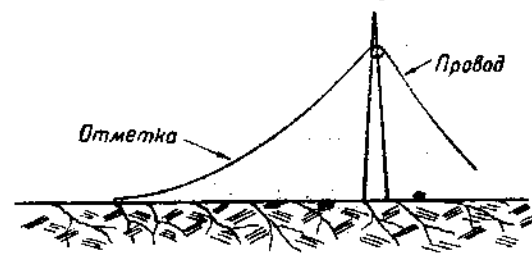
4. Клемма крепится к проводу путем накладывания плашки только хвостовой своей частью.

5. Плашки затягиваются болтами.

В случае заделки СА-провода для анкерного крепления применяются анкерные клеммы Армасеть типа Р-16 (для провода СА-95) и Р-19 (для провода СА-70) (фиг. 186).



Фиг. 183. Схематическое изображение спускания провода с отметкой на землю для постановки анкерной клеммы



Фиг. 184. Схематическое изображение спускания провода с отметкой на землю для постановки анкерной клеммы

серьги в траверсе до выхода провода из анкерной клеммы. В конце отмеренного отрезка провода последний с которой предварительно сняты все плашки и болты. Провод должен быть протерт бензином и обернут алюминиевой лентой (сечением  $10 \times 1$  мм) во избежание окисления самого провода в месте зажима, так как клемма обычно отливается из ковкого чугуна. Затем на провод, лежащий в клемме, накладываются плашки клеммы и равномерно затягиваются болтами до отказа.

При этом необходимо следить за качеством литья этих плашек, не допуская ни малейших трещин во время забалчивания.

После заделки клеммы последняя сцепляется с гирляндой изоляторов и поднимается вместе с проводом на опору.

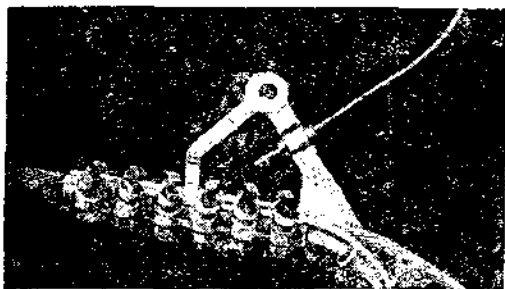


Фиг. 185. Анкерная клемма с плашками для медного провода



Применявшиеся в последние годы анкерные конусные клеммы для СА-проводов со вставной петлей (фиг. 187) в настоящее время выведены из употребления, как источники могущих произойти у этих клемм обрывов провода. (Подробно см. при описании способов сращивания СА-проводов).

Заделка СА-провода помощью пласечных анкерных клемм может быть, так же как и в случае медных проводов, произведена с земли, с люльки и в случае большого числа опор в анкерном пролете — с траверсы.



Фиг. 186. Анкерная 12-болтовая клемма для СА-провода

б) Постановка с люльки (фиг. 190) (в случае металлических опор 115 кВ и выше).

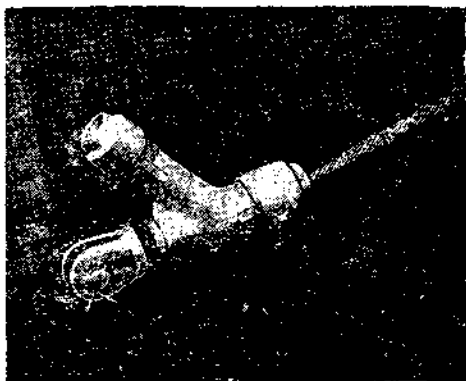
При креплении провода с люльки перед началом монтажа на траверсе опоры укрепляется однороликовый блочек с веревкой, при помощи которого поднимается полиспаст, а затем уже по-

мощью полиспаста поднимается люлька, в которую помещается работающий на заделке верхолаз. Крепление люлечного полиспаста с опорой осуществляется путем укладки поперек траверсы стального надежного лома, за который крепится крюк полиспаста. Ход работы при постановке клеммы и заделки провода следующий.

После постановки и отметки верхолаз, находящийся в люлке, дает команду „дай перетяжку“. По этой команде тяговой механизм дает перетяжку провода. Когда провод пройдет на расстояние 0,25 м, верхолаз дает команду „стоп“, по которой тяговой механизм прекращает работу. Верхолаз откладывает „длину отметки“, крепит клемму и сцепляет поданную ему при помощи веревки с блоком гирлянды изоляторов с проводом и траверсой.

По окончании постановки гирлянды изоляторов на траверсе по команде верхолаза „провод назад“ тяговой механизм сдает провод.

в) *Постановка с траверсы.* При постановке провода с траверсы работа протекает по методу работы с люльки с той разницей, что перетяжка дается более сильная. Этот способ может быть при-

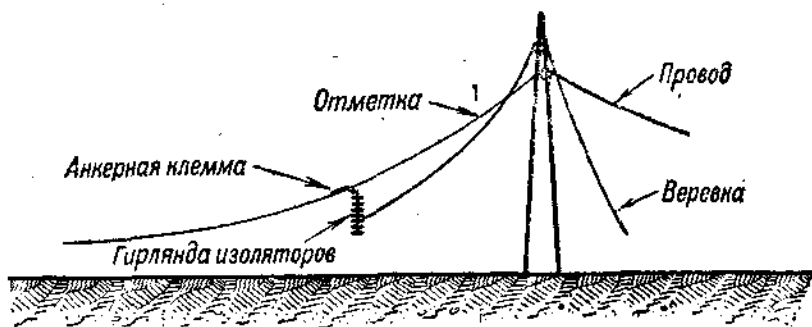


Фиг. 187. Анкерная конусная клемма для СА-провода

менее лишь при натяжении анкерных пролетов длиной не менее 1 200 м. При работах с проводом СА заделка анкерной клеммы производится при анкерных пролетах, имеющих до пяти промежуточных опор, — с земли; при большем количестве опор — с траверсы.

**Закрепление провода на траверсе.** Одновременно с постановкой анкерной клеммы собираются гирлянды изоляторов, и закрепление провода на траверсе производится в следующем порядке:

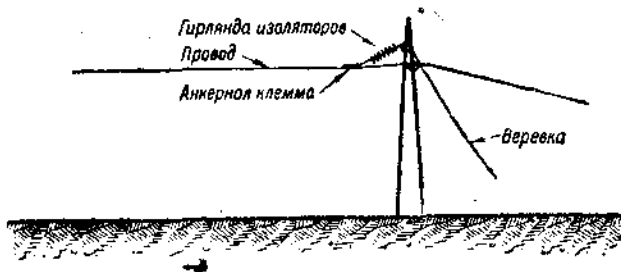
1. Гирлянда подносится и крепится за анкерную клемму. 2. Гирлянда привязывается к веревке, подвешенной для подъема проводов (фиг. 188). 3. Провод натягивается тяговым механизмом, причем веревка слегка натягивается, для того чтобы она не провисала. 4. После



Фиг. 188 Схематическое изображение анкерной клеммы и гирлянды изоляторов в момент их сцепления

того как провод с гирляндой подойдет к траверсе, верхолаз подает команду тяговому механизму „стоп“. 5. После остановки тягового механизма верхолаз дает команду „нажи веревку“. 6. По этой команде рабочие, находящиеся около анкерной опоры, натягивают

веревку и тем самым подают конец гирлянды верхолазу на траверсу. 7. Верхолаз соединяет гирлянду с траверсой (фиг. 189). 8. Верхолаз подает команду „сдай веревку“. 9. Рабочий опускает веревку. 10. Верхолаз подает команду „сдай провод“.



Фиг. 189. То же в момент заделки на опоре

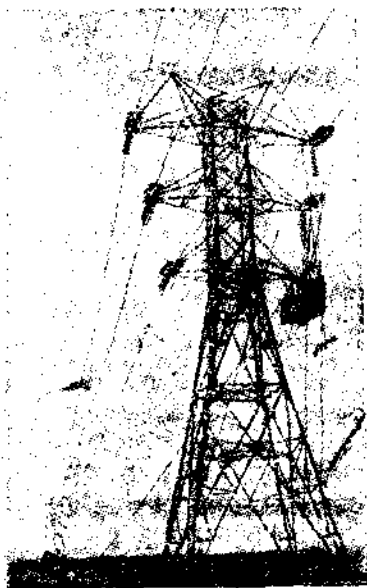
11. Тяговой механизм сдает провод. 12. Верхолаз закладывает шпалит гирлянды. 13. Верхолаз отвязывает веревку.

**Последовательность натяжки проводов.** 1. Перед началом монтажа должна быть выдана инструкция с указанием, на какое количество проводов при одностороннем обрыве рассчитаны анкерные металлические опоры.

2. Если опоры не рассчитаны на полный обрыв всех проводов и тросов, то необходимо натяжку троса производить на один пролет

вперед натяжки проводов или же, в исключительных случаях, производить натяжку тросов и проводов следующим порядком.

Трос тянется в первом пролете, крепится на анкерной опоре и привязывается к низу следующей за анкером промежуточной опоры. Укрепив таким образом анкерную опору, производят натяжку проводов. При монтаже следующего пролета натягиваются предварительно верхние провода, и после их заделки трос отвязывается от промежуточной опоры, натягивается и крепится тем же порядком на анкере, который укрепляется за соответствующую промежуточную опору. Этого порядка натяжки следует придерживаться преимущественно в случае натяжки проводов на металлических шестипроводных опорах.



Фиг. 190. Монтаж анкерной опоры с люльки

Порядок натяжки проводов должен быть следующий. Первоначально тянется один из верхних проводов, за ним обязательно следующий верхний, затем—средние провода и под конец нижние. Для некоторых типов конструкций шестипроводных опор не рекомендуется натяжка сначала одной стороны линии, а за ней другой, так как такой порядок монтажа может создать крутящее усилие и вызвать добавочные, иногда опасные, напряжения в элементах анкерной опоры.

Так как анкерная опора представляет собой абсолютно жесткую конструкцию, то изгиб ее под влиянием тяжения проводов наблюдается независимо от того, будет ли предварительно закреплен трос на следующем за ней пролете или нет. Этот изгиб выпрямляется после натяжки проводов в другую сторону и на последующей работе опоры не отражается. Влияние этого изгиба и последующее выпрямление опоры—особенно немецкого типа—сильно сказывается на поло-

жении уже натянутых проводов, и, если не обратить должного внимания на это явление, то после окончательного двустороннего монтажа анкерной опоры при заделке проводов, начиная от верхнего к нижнему, верхний провод будет натянут нормально, средний с незначительной перетяжкой и нижний с более сильной перетяжкой. При заделке снизу наверх результат получится обратный. В случае заделки сначала одной стороны, а затем—другой провода одной траверсы после окончательного монтажа, кроме указанных выше отклонений, еще не будут иметь равной стрелы провеса. Указанные выше особенности натяжки проводов особенно заметны при натяжке коротких анкерных пролетов, не имеющих вовсе промежуточных опор или имеющих не более двух-трех. При большем количестве промежуточных опор явления искажения стрелы провеса выступают не так резко.

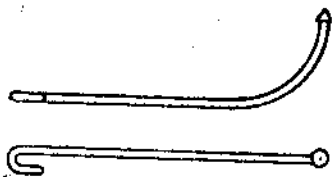
Для борьбы с этими искажениями могут быть применены следующие способы.

1. Перед натяжкой проводов тянуть трос и привязывать его к низу промежуточной опоры после закрепления на анкере.

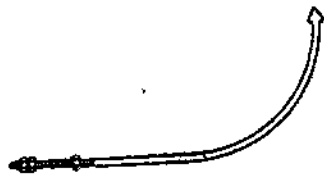
2. При натяжке проводов при заделке анкерной клеммы применять способ „заделки с земли“, причем сначала все провода поочередно отмечаются и ставятся все клеммы, на место же провода поднимаются лишь после того, как окончена отметка проводов. При применении этого способа получается кажущееся искажение стрелы провеса, которое исчезает после натяжки второй стороны.

3. В том случае, когда заделка с земли почему-либо затруднена, пролет же сравнительно короток (до 100 м) и не имеет промежуточных опор, возможно уменьшить искажение стрелы провеса путем ослабления тяжения провода при условии, чтобы при новой стреле провеса был соблюден требуемый габарит.

В случае натяжки проводов на анкерных деревянных опорах таковая производится в любом порядке.



Фиг. 191. Анкерный разрядник для линий 30—115 кв. для клеммы в сцепном ушке



Фиг. 192. То же для коромысла

После заделки анкерных опор со стороны натягиваемого пролета теми же монтерами производится монтаж анкерных гирлянд в сторону следующего пролета.

Для этого на определенном расстоянии, равном длине свободной петли от ранее поставленной клеммы, на проводе ставится вторая клемма, при помощи которой провод прикрепляется к гирлянде второй стороны.

Гирлянда, собранная внизу, подается помощью веревки наверх и сцепляется с одной стороны с установленной на проводе клеммой, а с другой стороны—с траверсой.

Приведенный способ монтажа вторых гирлянд применяется при монометаллических проводах (медь, железо, алюминий).

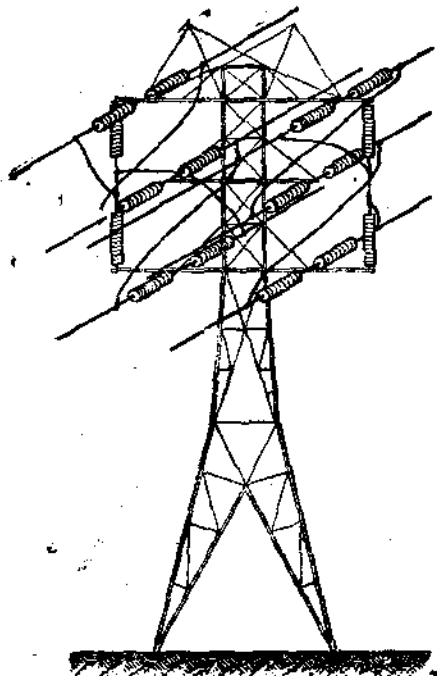
Вторая клемма устанавливается внизу, вместе с гирляндой подается наверх и укрепляется на траверсе, после чего уже вставляется петля.

Величина петли провода (участка сквозного провода в случае медных и алюминиевых проводов и вставной петли при проводе СА) должна быть вполне определенная для каждого напряжения линии передачи и такова, чтобы от петли в нижней ее части до любого места металлической мачты было не менее 1,100 м при 100 кв и не менее 0,500 м при 30 кв. В случае деревянных мачт эти величины соответственно могут быть 1,00 и 0,40 м.

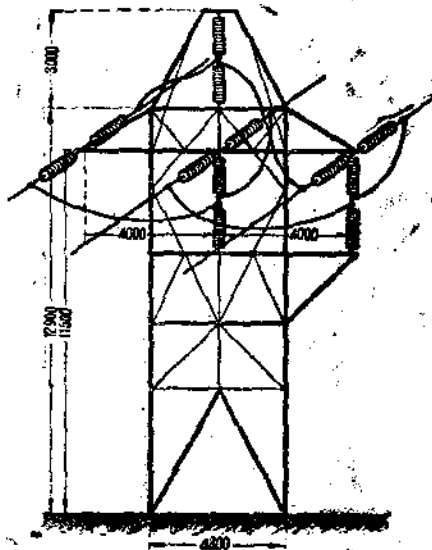
Кроме того, величина петель может быть различна в зависимости от типа опоры, типа подвеса провода на анкерной опоре (одинарный, полуторный, двойной), от угла поворота трассы в случае петли на угловой мачте и от конструкции самого места крепления у траверсы.

Величины петель должны быть даны на монтаж в виде сводной таблицы всех встречающихся на данной линии случаев.

На обязанности верхолаза, монтирующего гирлянды второй стороны, лежит проверка свободного вращения гирлянды около траверсы во избежание заедания и даже поломки ушка при подъеме гирлянды во время натяжки следующего анкерного пролета.



Фиг. 193. Транспозиция шести проводов на металлической опоре 115 кв.



Фиг. 194. То же на трехпроводной опоре 115 кв.

Анкерные гирлянды помимо обычных элементов гирлянды (подвесное ушко, изоляторы, сцепное ушко, анкерная клемма) снабжаются на линиях 30—220 кв специальной защитной арматурой от дуговых разрядов по гирлянде.

Обычно защитная арматура выполняется в форме рогов для линий 30—115 кв, причем эти рога могут быть смонтированы вместе со сцепным ушком, составляя одно целое с ним или будучи прикрепленными к ушку (фиг. 191), при двойном подвесе они смонтированы обычно на коромысле (фиг. 192). При установке рогов на сцепных ушках необходимо следить, чтобы они располагались в вертикальном положении.

На линиях с напряжением порядка 165—220 кв защитная арматура выполняется в форме разрядных колец, сконструированных таким

образом, что верхнее разрядное кольцо располагается в плоскости юбки верхнего изолятора, а нижнее—в плоскости юбки нижнего изолятора. Иногда верхнее разрядное кольцо заменяется вонтом, состоящим из 2—3 рогов, согнутых выступами в сторону гирлянды.

Иногда разрядные кольца имеют форму незамкнутой окружности ( $\sim \frac{3}{4}$  длины окружности), причем незамкнутой частью окружности разрядники располагаются вниз.

Несколько отличной является заделка транспозиционных опор.

Эти опоры, служащие для перекрещивания проводов в определенных точках линий передач, имеют обычно добавочные конструкции для пропуска скрещивающихся петель.

На фиг. 193 показана транспозиционная металлическая опора для шестипроводной линии 115 кв, сбоку этой опоры верхняя и нижняя траверсы имеют специальные удлинения, служащие для подвески двух вертикальных гирлянд, между которыми укрепляется провод, служащий переходной петлей с нижней траверсы на верхнюю.

На фиг. 194 изображена схематически металлическая транспозиционная опора 115 кв на три провода

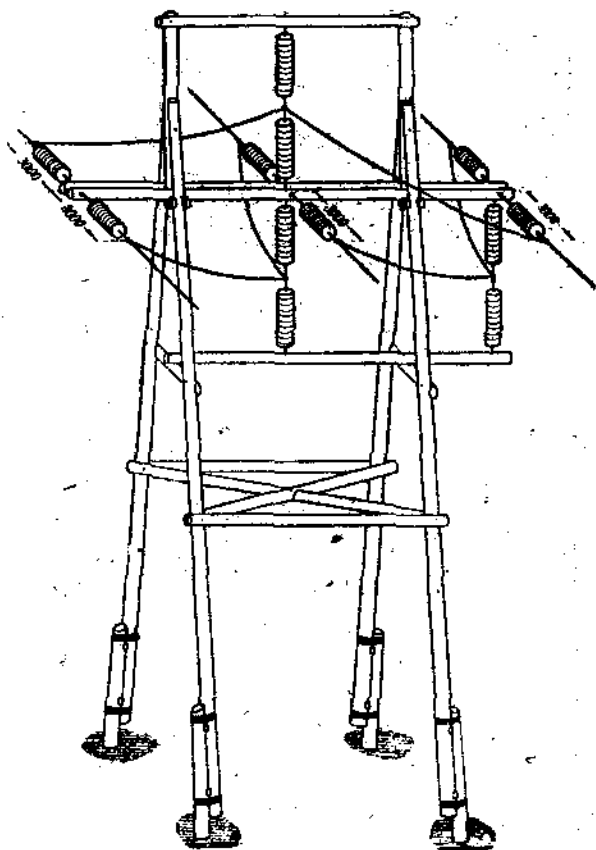
в горизонтальной плоскости. Эта опора имеет сверху специальную надстройку и сбоку кронштейн для скрещивания петель.

На фиг. 195 показана деревянная транспозиционная опора 115 кв на три провода в горизонтальной плоскости. Она также имеет добавочную конструкцию сверху для пропуска скрещивающихся петель.

Монтаж петель происходит одновременно с заделкой гирлянд в сторону следующего пролета.

#### д) Заделка клемм на промежуточных опорах

В четвертом анкерном пролете, следующем за натяжкой проводов производится последняя стадия монтажа—закрепление натянутых

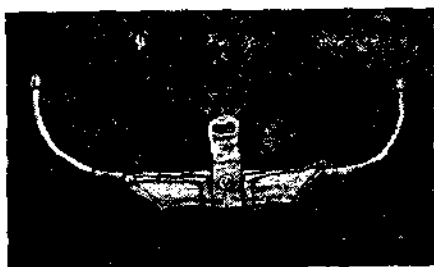


Фиг. 195. То же на трехпроводной деревянной опоре 115 кв.

проводов в клеммах промежуточных опор, или, как говорят, заделка промежуточных опор.

Это закрепление проводов заключается в том, что провод, висящий после натяжки в роликах, переключивается в подвесные клеммы.

Подвесные клеммы независимо от того, союзного изготовления или импортные, различаются, так же как и анкерные, по сечению проводов и, кроме того, подвесные клеммы по своей конструкции могут быть: глуховажимающие (фиг. 196 и 197), в которых провод закрепляется наглухо специальными плашками с болтами, так что передвижение провода в клемме при отклонении гирлянды с изоляторами невозможно, и клеммы скользящие (фиг. 198), в которых провод находится под плашками, но имеет возможность передвижения; кроме того, применяются выпускающие

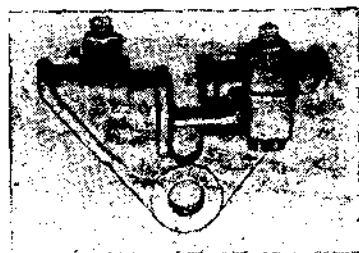


Фиг. 196. Глухая зажимающая подвесная клемма

клеммы. Эти клеммы сконструированы так, что при отклонении гирлянды в случае обрыва провода специальная планка, удерживающая провод в клемме, откидывается в сторону, и провод получает возможность выскальзывания из клеммы (фиг. 199, 200 и 201).



Фиг. 197. То же в разобранном виде



Фиг. 198. Скользящая подвесная клемма

Рога или кольца на промежуточных опорах могут быть смонтированы с клеммами наглухо или могут зажиматься в клеммах.

На линиях 30—38 кВ рога на промежуточных опорах применяются большей частью лишь на тросовых участках.

На линиях 115 кВ рога устанавливаются на каждой промежуточной опоре, причем на опорах 115 кВ линий обычно применяются только нижние рога; на линиях 165 кВ и выше ставятся защитные кольца верхние и нижние.

Установка защитной арматуры производится: или при монтаже гирлянды (на линиях 165 кв и выше) или при перекладке проводов из роликов в клеммы (на линиях 30—115 кв).

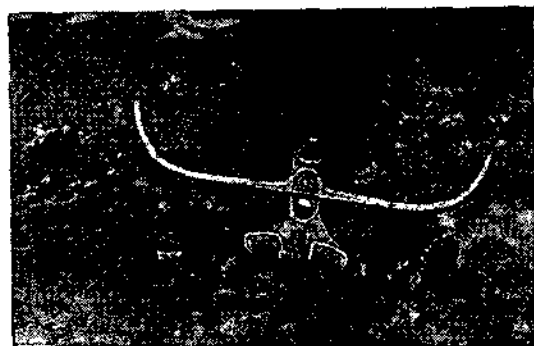
Самый процесс перекладки проводов из роликов в клеммы производится следующим образом: для перекладки проводов и заделки тросов на промежуточных опорах верхолаз поднимается на опору, имея при себе легкий веревочный полиспаст грузоподъемностью 0,25 т, растянутый на расстояние, равное расстоянию от траверсы до провода. Тяговый конец веревки должен доходить до земли.

Поднявшись на траверсу верхолаз при помощи тягового конца полиспаста поднимает вверх веревочную лестницу и необходимое количество клемм и рогов. Укрепив на траверсе, возможно ближе к концу, полиспаст, для чего его можно прицепить крюком за промежуточную гирлянда, верхолаз крепит на траверсе



Фиг. 199. Выпускающая подвесная клемма

серьгу, на которой висит веревочную лестницу и по ней спускается до уровня провода. Верхолаз, сидящий на лестнице, крепит второй крюк полиспаста за провод; рабочий, находящийся внизу, натягивает полиспаст, и провод освобождается из ролика. После подъема провода верхолаз отцепляет ролик от гирлянды и передает его помощнику, получая от него промежуточную клемму и, если это требуется конструкцией клеммы, рог.



Фиг. 200. Та же клемма со стороны раждвника

После прикрепления клеммы на место провод опускается в клемму, ставится рог, и клемма закрепляется. При заделке глухой промежуточной клеммы плашки должны зажиматься настолько, чтобы рог держался достаточно прочно.

Провод СА перед постановкой в клемму обматывается алюминиевой лентой для защиты провода от разъедания в клемме.

В случае монтажа проводов на штыревых изоляторах заделка на промежуточных опорах производится следующим образом. Верхолаз поднимается вверх опоры и, в случае натяжки проводов по травер-

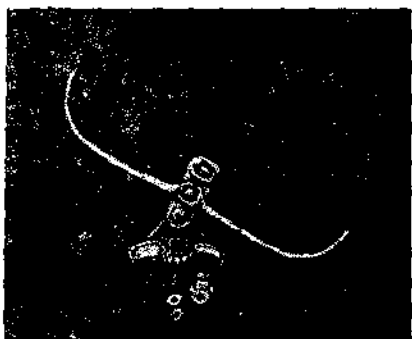


сам, поднимает провод плечом на головку изолятора. В случае большого сечения провода последний поднимается на изолятор помощью веревочного полиспаста.

После того как провод положен на головку изолятора, а в случае натяжки непосредственно по изолятору сразу, верхолаз закрепляет провод на головке помощью вязки из оцинкованной проволоки.

**Заделка тросов.** Окончив заделку проводов, верхолаз приступает к закреплению троса. Для этого вынимаются болты тросового гребня, натянутый трос, лежащий на роликах, опускается вниз, в пространство между двумя угольниками тросовой головки опоры, поверх троса опять закладываются тросовые болты и закрепляются до отказа, причем одновременно укрепляются и болты, прижимающие подвижный угольник головки тросового траверса к последней (на металлических шестипроводных опорах).

После крепления всех тросовых болтов освобождаются болты, устанавливающие тросовой ролик, и последний снимается с траверсы.



Фиг. 201. Та же клемма в разобранном виде

Промежуточные и тросовые ролики после заделки проводов и тросов спускаются на землю при помощи веревки; непосредственное сбрасывание на землю не допускается.

В последнее время в целях предотвращения ржавления тросов в головках металлических и деревянных опор, вызывающего собой со временем обрыв тросов, производится крепление тросов по принципу крепления проводов при помощи специальных зажимов, представляющих собой на промежуточных опорах чаще всего скобу из полосового железа, прикрепляемую на головке

опоры, с плашкой и болтами. В плашке и скобе имеется углубление для прохождения троса. Скоба и плашка выполняются с закругленными концами без режущих краев, поверхности их соприкосновения оцинковываются, что вместе с горизонтальным расположением плашки предохраняет трос в месте заделки от ржавления.

На анкерных опорах трос крепится за опору следующим путем.

В головке металлической или деревянной опоры укрепляется шпилька с накрученными на нее серьгами, за которые в обе стороны зацепляется помощью подвесных крюков („карасиков“) концы натянутых тросов. Самая заделка тросов осуществляется помощью роликов и гильз Сименса.

Выполнение всех перечисленных элементов работ по монтажу проводов производится одновременно в четырех анкерных пролетах по следующей схеме:

1-й пролет — раскатка проводов и тросов, распаковка ящиков с изоляторами, протирка изоляторов и сборка их в гирлянды.

2-й пролет — осмотр и сращивание тросов и проводов, подъем проводов и тросов на промежуточные опоры и подъем проводов на анкерные опоры.

3-й пролет — натяжка проводов и тросов и закрепление проводов и тросов на анкерных опорах.

4-й пролет — закрепление проводов и тросов на промежуточных опорах.

#### е) Осмотр линии

После окончания монтажных работ производится осмотр линии.

Для этого вдоль линии посылаются два верхолаза, на обязанности которых лежит проверить правильность произведенного монтажа, качество заделки анкерных клемм и наличие рогов и колец, расправить петли на анкерных опорах, проверить наличие шпантилов.

Кроме того, при осмотре линии проверяется закрепление гаек на анкерных болтах металлических опор, закрепление троса, наличие предохранительных плакатов, нумерации опор и указания года постройки на опорах. При осмотре просматриваются все провода, проверяется отсутствие посторонних предметов на проводах и вертикальность подвесных гирлянд.

На всех переходах через железные дороги, шоссе, линии слабого тока в тех случаях, когда габарит проводов высокого напряжения подходит к пределу, таковой проверяется. Также убеждаются в том, что по всей линии провод имеет надлежащий габарит над землей.

Проверяется выполнение всех работ по уборке проводов слабого тока в кабель, понижению проводов, сносу мешающих строений, вырубке деревьев, стоящих близко к оси трассы, и т. д.

Все замеченные дефекты устраняются самой осматривающей бригадой или высылаемой специальной бригадой.

В результате осмотра линии и устранения всех замеченных дефектов составляется акт осмотра, и монтаж линии передачи считается законченным.

### VIII. ЗАЗЕМЛЕНИЕ ОПОР

Заземленный трос, применяемый на линиях передач высокого напряжения, выполняет ряд функций.

Во-первых, он служит для защиты линии от атмосферных перенапряжений. Благодаря стеканию заряда с троса в землю заряд, оставшийся на проводе, вновь заряжает трос, но уже зарядом обратного знака, что увеличивает емкость линии и снижает напряжение. Эффект снижения напряжения будет тем больше, чем ближе к проводам находится трос, и в среднем величина перенапряжений уменьшается под действием троса на 30 — 40%.

Во-вторых, под действием троса уменьшается индуктивное влияние линии передачи на ближайшие провода слабого тока в среднем на 25%.

В-третьих, благодаря наличию троса увеличивается безопасность линии для окружающего населения, так как токи заземления распределяются тросом на несколько опор, что значительно снижает потенциал как самих опор, так и ближайших к опоре точек земли.

В самое последнее время исследования показали, что трос защищает линию передачи также и от прямых грозовых ударов в линию. В этом случае трос играет как бы роль громоотвода, в соответствии с чем расстояние троса от проводов должно быть больше, чем для вышеуказанных целей.

В зависимости от этого последнее время стали проектироваться и устанавливаться опоры так называемого грозоупорного типа, имеющие высокую надстройку для троса.

Все указанные защитные свойства троса будут иметь место лишь при надлежащем заземлении этого троса; поэтому вопрос о выборе типа заземления для разных напряжений линий передач при различных типах опор как металлических, так и деревянных, должен быть тщательно проработан с электрической стороны, т. е. заземление должно быть такой конструкции, чтобы в населенных местах падение потенциала на 1 м от заземляющей конструкции не превосходило 100—125 в, а в ненаселенных местах—200—250 в.

В населенных местах линии передач напряжением порядка 100 кВ имеют по своей длине защитный трос, и следовательно, все опоры должны быть заземлены. В ненаселенных местах заземления устраиваются лишь на переходах через линии связи, железные дороги, шоссе и пр. Трос подвешивается на участках линий передач, идущих вблизи линий слабого тока, и на подходах к подстанции на участках длиной 1—2 км.

На линиях передач напряжением порядка 30—38 кВ трос подвешивается на подходах к подстанции.

Все коцевые опоры на подстанции, как металлические, так и деревянные, должны иметь надежное электрическое соединение линейного троса с заземленным контуром подстанции.

Все деревянные опоры на противоположном от подстанции конце тросовых участков должны иметь особо тщательное заземление троса. К этому заземлению присоединяются также и подвесные крюки гирлянд на траверсах.

С электрической точки зрения удовлетворительнее всех конструкции заземлений из тонкого полосового железа, как имеющие наименьшее сопротивление, затем металлические трубы, забитые в землю на 1,5—2,5 м, и наилучшие результаты дают заземления в виде металлических листов.

Вообще необходимо указать, что распространенный контур подземной части заземления, выполненный из колец полосового железа или проволочной сетки, имеет значительное преимущество по сравнению с сосредоточенными в одной точке заземлениями.

Рассмотрим некоторые типы заземлений.

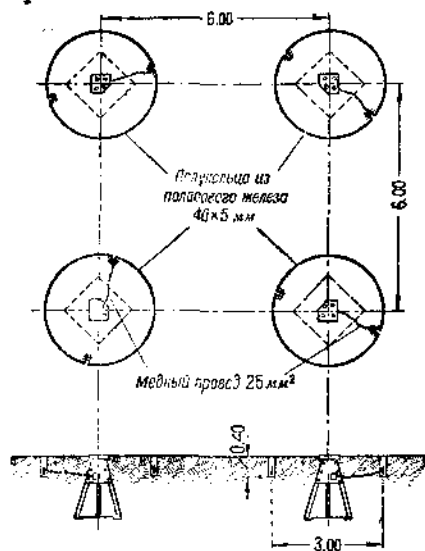
1. Заземление промежуточных, анкерных и угловых металлических опор 115 кВ американского типа выполняется следующим образом.

Вокруг каждой ноги опоры выкапывается кольцевая канава шириной 20—30 см и глубиной 40 см, диаметром кольца для промежуточных—2,50 м, а для анкерных и угловых опор—4,00 м (фиг. 202).

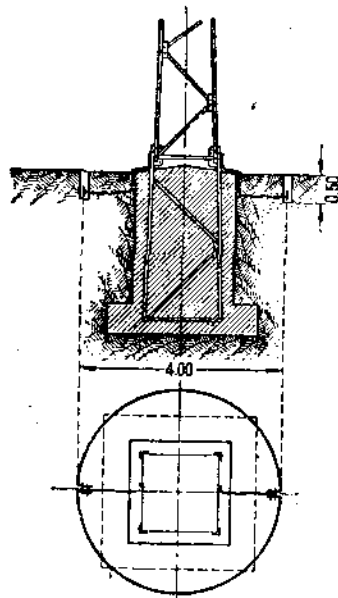
По дну этой канавы укладывается заземляющее кольцо, состоящее из двух половин, из полосового железа сечением 35 × 4 мм. Обе половины кольца имеют на концах отогнутые внутрь планки,

наружные стороны которых тщательно зачищаются напильником и наждачной бумагой. На одной стороне кольца наглухо сбалчиваются обе планки полуколец, а на другой между планками закрепляется петля медного провода сечением 16—25 мм<sup>2</sup>. Другой конец этого куска провода прокладывается по канаве, прорытой от окружности кольца к подножнику, у которого на поперечной вертикальной стенке из котельного железа просверлены два отверстия диаметром 13 мм на расстоянии 100 мм друг от друга и на глубине 40 см от поверхности земли для промежуточной опоры и 80 см для анкерной опоры.

Конец медного провода в виде петли прикладывается к зачищенному месту около отверстий, прикрывается также зачищенной железной планкой 40 × 150 мм и забалчивается болтами наглухо.



Фиг. 202. Заземление опоры американского типа 115 кВ



Фиг. 203. Заземление опоры немецкого типа 115 кВ

При этом способе заземления опоры требуется, чтобы был надлежащий контакт между нижней пятой ноги опоры и верхней пятой подножника.

Кроме того, низ подножников высотой до 0,50 м остается непокрытым асфальтовым лаком для лучшего заземления опоры.

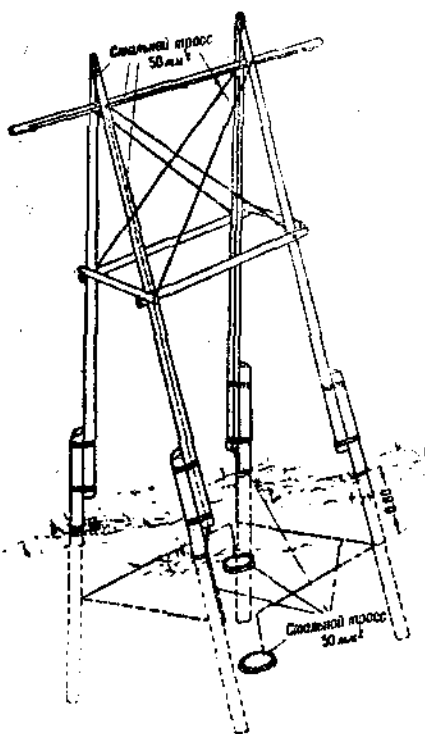
На угловых опорах, имеющих бетонные фундаменты для каждой ноги, концы проводов, идущих от заземляющих полуколец, подходят к бетонной стенке фундамента, прокладываются в пробитой в бетоне бороздке и присоединяются к внутренней стороне вертикальных накладок в нижней части опоры; к этому же месту присоединяется и конец тросовой отпайки, идущей сверху опоры внутри поясного уголка опоры. Все контакты должны быть тщательно протерты и зачищены.

Вблизи подстанции все контакты выполняются электросваркой или автогеном.

2. Заземления металлических опор 115 кВ немецкого типа выполняются в виде одного общего кольцевого контура около низа фундамента.

Самый процесс и глубина укладки кольца аналогична предыдущему (фиг. 203).

3. В отдельных случаях заземляющий контур может быть выполнен в виде квадрата из того же полосового железа; форма заземляющего



Фиг. 204. Заземление АП-образной опоры 115 кВ

контура может быть выбрана различной, лишь бы она удовлетворяла основному требованию, предъявляемому к заземлению опоры: надлежащее переходное омическое сопротивление и распределение потенциала вокруг опоры.

4. Заземление деревянных анкерных опор выполняется помощью отрезка троса того же сечения, что и линейный трос.

Этот кусок троса своей средней частью прокаладывается вдоль траверсы АП-образной опоры.

Один конец троса проходит по ноге одного А-зика, лежащей в одной плоскости П, а другой конец по ноге другого А-зика, лежащей во второй плоскости П, вниз в землю; на глубине 0,40 м концы троса от одной ноги А-зика проходят к другой и здесь присоединяются к контуру заземления, выполненному в виде бухты троса диаметром 1 м из 8—10 оборотов или в виде сетки (фиг. 204).

Трос, проходящий по ногам опоры, вытянутый в прямую линию, прикрепляется к бревнам помощью изогнутых скоб и на высоте 2,5 м от земли прикрывается тонкой полоской железа или маленьким профилем углового железа во избежание хищения провода.

К участку троса, проходящему вдоль траверсы, присоединяются концы троса, натянутого до этой опоры по линии, и в некоторых случаях подвесные крюки гирлянд с изоляторами.

Концы троса на металлических опорах линий 30—38 кВ, стоящих для вводов в подстанцию, пропускаются внутри поясного уголка опоры вниз и также присоединяются к контуру заземления подстанции.

## IX. СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

К специальным работам относятся все те работы, которые могут встретиться при сооружении той или иной линии передачи в зависимости от особенностей тех местностей, по которым проходит трасса линии.

### а) Ледорезы

Согласно техническим условиям на сооружение линий передач опоры, расположенные на участках линий, идущих по поймам рек, должны быть защищены от весеннего ледохода.

Эта защита выполняется в виде специальных сооружений, называемых ледорезами.

Конструкция ледореза зависит от конструкции нижней части защищаемой опоры, от типа фундамента и от характера ледохода в месте установки опоры. Отсюда ясно, что перед выбором типа ледорезов весь район поймы реки, по которому проходит данный участок линии передачи, должен быть тщательно изучен ближайшей к постройке линии весной путем наблюдения за ходом льда, уровнем воды, при котором наблюдается ледоход, направлением и силой течения воды. Кроме личных наблюдений, желательны опросить окружающих местных жителей о положении с ледоходом в предыдущие к постройке годы.



Фиг. 205. Плоский ледорез для П-образной опоры

Затем производится выкопировка из плана трассы линии передачи данного участка по пойме реки, и на этом плане наносятся подробно все полученные из наблюдений и опроса жителей результаты.

Получается ясная картина течения реки в нормальное время, течения ее в половодье, направления ледохода, уровня полых вод и пр.

На продольном профиле этого же участка трассы линии передачи также наносится уровень полых вод и уровень воды при ледоходе.

На основании трассы и профиля данного участка трассы проектируются как фундаменты опор, расположенных на переходе через реку и по пойме ее, так и ледорезы, в случае необходимости в таковых.

В том случае, когда фундаменты металлических опор выступают над землей в виде бетонных быков, последние служат ледорезами и режущей гранью сооружаются против направления хода льда.

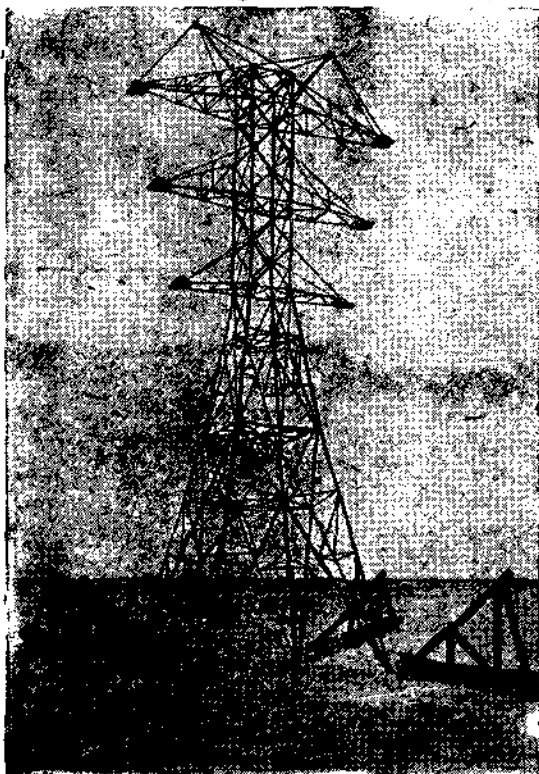
Кроме того, ледорезы могут быть выполнены в виде трехгранных деревянных ряжей, заполненных бутовой или земляной засыпкой.

Режущая грань этих ледорезов усиляется или тяжелым профилем углового железа или куском обыкновенного рельса.

Деревянные опоры защищаются бревенчатыми ледорезами.

Форма бревенчатых ледорезов зависит от типа опоры. В случае защиты П-образной опоры применяется плоский ледорез (фиг. 205); в случае большого напора льда сооружается ледорез в виде трехгранной пирамиды широким основанием к опоре.

Опоры с широкой нижней частью защищаются системой плоских или трехгранных ледорезов (фиг. 206). Отдельные конструкции ледо-



Фиг. 206. Система ледорезов для опор с широким основанием

реза располагаются или параллельно друг другу или под углом так, что продолжения линий ледорезов сходятся в одной точке (фиг. 207).

Вертикальные составляющие ледорезов обычно забиваются в землю как сваи, без рытья котлованов; к ним прирубаются горизонтальные бревна и наклонные и укрепляются строительными скобами.

Бревна, применяемые для ледорезов, должны быть не тоньше 25 см, а для вертикальных свай не тоньше 30 см в верхнем отрубе и должны иметь здоровую древесину.

Основное наклонное бревно, играющее роль режущей грани, иногда покрывается в нижней своей части куском углового железа тяжелого профиля.

Основным требованием при сооружении ледорезов является такое расположение отдельных кон-

струкций ледореза, чтобы огибающая их кривая линия заходила за края основания опоры не менее чем на 1 м.

#### 6) Гати и мостики на болотах

При прохождении трассы линии передачи по торфяным болотам одновременно с постройкой самой линии по оси трассы сооружается насыпь из торфа, переложенного хворостом, называемая гатью и окованная двумя боковыми канавами, для возможности обслуживания линии во время эксплуатации.

Насыпь эта делается шириной 1 м по верху и вышиной 1—1,5 м над уровнем земли.

На болотистых участках трассы, наиболее часто обслуживаемых, как например: около подстанции, переключательных постов, устраиваются досчатые мостки на свайках, шириной также около 1 м и высотой 1—1,5 м. Такие мостки в особенности незаменимы при обслуживании линий на болотах, покрытых водой.

#### в) Потравы

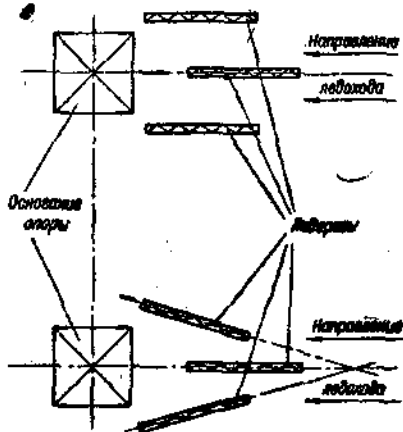
В случае прохождения трассы линии передачи какими-либо посевами, садами и прочими культурами во время процесса постройки линии неизбежны потравы посеянных культур.

Если при сооружении линии не делается отчуждения полосы земли, занятой линией передачи, то произведенные потравы обычно компенсируются их владельцам.

Стоимость потрав определяется следующим образом.

Комиссия в составе представителя строительства, заинтересованного учреждения или лица и представителя сельсовета, проходит по участку линии передачи в пределах данного сельсовета, замеряет площадь произведенных потрав и составляет акт, в котором должно быть указано точно наименование посеянной культуры и площадь потрав в га.

На основании этого акта, справки местного райзо об урожайности данных культур в районе и справки райторготделов о ценах на различные культуры составляется расчетная ведомость произведенных потрав и согласно этой ведомости оплачивается строительством счет за потравы при постройке линии передачи.



Фиг. 207. Схема расположения ледорезов

#### г) Переустройство линий слабого тока

При проектировании линий электропередач высокого напряжения часто встречаются случаи, когда по экономическим соображениям вместо применения ряда повышенных или специальных опор прибегают к переустройству линий слабого тока.

Такие переустройства линий слабого тока могут быть трех родов.

1. Рассмотренный при опиcании монтажа проводов случай уборки проводов слабого тока в кабель, преимущественно имеющий место при пересечении линии слабого тока в промежуточном пролете.

2. Кроме того, в случае пересечения линии слабого тока в анкерном пролете и неполучения требуемого габарита между нижним проводом передачи и верхним проводом слабого тока производится понижение проводов слабого тока.

Это понижение может быть произведено либо путем перестановки штырей с изоляторами по столбу ниже, если позволяет габарит ниж-



него провода слабого тока до земли, либо переносом проводов со штырей на траверсы, что может дать значительную экономию по высоте столба.

Понижение проводов производится обычно на двух столбах линии слабого тока по обе стороны от пересечения. Но в исключительных случаях большого понижения такое делается постепенно на нескольких столбах.

3. Наконец, последний случай переустройства проводов слабого тока — это относ целого участка линии на другое место, вызванный острым углом пересечения с трассой высокого напряжения, либо невозможностью уборки проводов в кабель, либо в случае чрезмерного влияния проводов высокого напряжения на провода слабого тока.

Все перечисленные работы по переустройству линий слабого тока обычно выполняются самими учреждениями, владельцами линий слабого тока, по особым сметам, утвержденным строительством линии высокого напряжения и за его счет.

#### д) Сооружение связи вдоль линий передач

В некоторых случаях на обязанности строительства линий передач лежит сооружение связи вдоль данной линии.

Связь может быть проволочная и беспроводная. Проволочная связь представляет собой обычную телефонную линию, защищенную от индуктивного влияния проводов высокого напряжения, проходящую вблизи линии передачи и соединяющую собой конечные пункты трассы и места будущих монтерских пунктов.

Беспроволочная связь осуществляется помощью телефонирования токами высокой частоты, накладываемыми на обычный ток.

Токи высокой частоты получают от катодных генераторов, причем по одной линии проводов можно одновременно вести несколько разговоров на разных частотах.

Связь по линии передачи осуществляется помощью самых проводов передачи, связанных электростатически через емкость на вводах проводов в здание подстанции с телефонной установкой.

Для устройства направленной связи вдоль проводов (высокочастотная телефония) пользуются короткими антеннами, роль которых играют два-три пролета троса, подвешенного на линии передачи, на этих пролетах изолированного от опор и соединенного с телефонной установкой. При высоких частотах телефонирования в пространстве получают электромагнитные волны, позволяющие продолжать разговор даже при обрыве проводов на линии.

#### Х. СДАЧА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

С окончанием монтажа проводов линии передачи и вводов в подстанцию заканчиваются вообще все работы по данной линии, и последняя подлежит передаче в эксплуатацию, для чего на определенный день созывается комиссия из представителей строительства и эксплуатации для сдачи и приемки построенной линии передачи.

После осмотра всей линии комиссией составляется специальный приемо-сдаточный акт с указанием наименования линии передачи, ее длины, типа опор, сечения и материала провода и троса, типа изоляторов и арматуры.

К акту прилагается инвентарная опись линии передачи по прилагаемой ниже форме с подробным перечнем всех опор, пролетов, типов фундамента, типа и количества изоляторов, арматуры и пр.

В конце инвентарной описи дается сводка опор по типам, изоляторов, арматуры, провода и троса.

Кроме инвентарной описи к акту сдачи линий в эксплуатацию прилагаются следующие проектные и расчетные материалы.

1. Исполнительная трасса линии передачи в масштабе не менее 1 см — 100 м (1:10 000) с показанием углов трассы, нумерацией угловых опор, переходов и переключательных пунктов — в двух экземплярах.

На чертежах трассы должны быть указаны сближения с теми проводами слабого тока, на которые проектным отделом произведены расчеты влияний и согласования с учреждениями Наркомсвязи и НКПС.

Примечание. На чертежах трассы должны быть подписи и даты утверждения трассы соответствующими учреждениями (планировочно-земельными отделами, управлениями связи и т. д.).

2. Схема линий с нанесением расцветки фаз и транспозиции проводов с показанием транспозиционных опор — в двух экземплярах.

3. Расчет влияния на провода связи с приложением соответствующих чертежей — в двух экземплярах.

4. Исполнительный профиль линии в масштабе: горизонтальный 1 см — 50 м (1:5 000) и вертикальный 1 см — 5 м (1:500) с нанесением мачт и нижнего провода в случае максимального провеса — в двух экземплярах.

5. Зондировочный исполнительный профиль для линий напряжением 30, 115, 165 кВ и выше — в двух экземплярах.

6. Расчет переходов с чертежами в масштабе: горизонтальный — 1 см — 5 м, вертикальный — 1 см — 1 м — в одном экземпляре.

7. Акты на осмотр всех переходов, подписанные представителями соответствующих учреждений, — в одном экземпляре.

8. Заключенные договора с управлениями железных дорог на эксплуатацию телефонов — в одном экземпляре.

9. Кривые стрел провесов для монтажа проводов — в двух экземплярах.

10. Ведомость опор и пролетов с указанием тяжения, участков монтажа тросов и мест их заземления — в двух экземплярах.

11. Расчет опор и оснований с чертежами — в двух экземплярах.

12. Электрический расчет линий — в двух экземплярах.

13. Все особые расчеты, выявившиеся в процессе постройки.

14. Кроме всех поименованных материалов к акту прилагается заполненная карта линий в двух экземплярах. На все вопросы в карте должны быть даны исчерпывающие ответы по материалам проектного и монтажного отделов.

ИНВЕНТАР  
построенной за время с . . . . .  
. . . . . км  
. . . . . проводами

НАЯ ОПИСЬ  
№ . . . . . 193 . . . . . г. линии электропередачи  
на . . . . . опорах . . . . . типа;  
мм<sup>2</sup> и . . . . . тросами . . . . . мм<sup>2</sup>.

№ опор	Пролет м	Расстояние опор от начала линии м	Угол поворота	Направление линий в румбах	Тип опор	Тип оснований	Тип подвеса	Количество изоляторов и арматуры				Тип заземления	Способ соединения		Примечание								
								Провода	Тросы	Изолят.			Анкеры серыги	Промеж. серыги		Подвес. ушки	Сдвиг. ушки	Двойные ушки	Коромысла	Подвес. клеммы	Анкерные клеммы	Провода	Тросы
										Изолят. I с.	Изолят. II с.												

Все расчетные и проектные материалы из перечисленного выше списка приложений к сдаточному акту строительная организация получает в проектно-монтажном отделе и передает эксплуатации.  
 Подробно условия сдачи и приемки построенной линии передачи, вопросы паспортизации линий передач и образцы карт воздушных линий приведены в «Инструкции по приемке в эксплуатацию воздушных линий высокого напряжения — сер. А, выпуск 1, Энергоиздат, 1933 г.».

Одновременно с представлением акта, инвентарной описи и всех материалов на линии устраняются все дефекты в строительстве и монтаже, замеченные приемно-сдаточной комиссией.

После окончательной приемки линии подписываются акты, один экземпляр которого передается эксплуатации и один остается у строящей организации, после чего данная линия передачи поступает уже в ведение эксплуатации.

## **ТИПЫ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ОПОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧ**

В последнее время в связи с сильно возросшим строительством линий передач высокого напряжения в различных областях Советского союза наблюдается большое разнообразие как самых линий передач, так и опор, применяемых на них.

По роду своего назначения линии передач могут быть разбиты на три основных категории.

**1. Магистральные линии.** Линии передач этой категории крайне ответственны по своему значению, потому что они обычно служат для передачи больших мощностей от районных электрических станций к крупнейшим промышленным центрам. К таким линиям относятся, например, линии передачи: СвирьГРЭС — Ленинград — 220 кв, Сталиногорск — Москва — 220 кв, ДнепроГРЭС — Донбасс — 165 кв, ШГЭС — Москва — 115 кв и ряд других.

Магистральные линии передачи обычно соединяют повысительные подстанции, расположенные в непосредственной близости от районных электрических станций, с понизительными подстанциями в тех промышленных центрах, куда передается электрическая энергия.

**2. Линии районного значения.** К этой категории могут быть отнесены все линии передачи, передающие электрическую энергию от распределительных понизительных подстанций к питающим подстанциям, находящимся в районе целого комбината нескольких заводов, фабрик, в районе крупных железнодорожных узлов, нефтяных промыслов, рудников, торфоразработок и пр.

Эти линии менее ответственны по своему значению, так как снабжают энергией не целый промышленный центр, а отдельные комбинаты, и главное, они чаще всего входят отдельными звеньями в кольцевую систему линий передач данного промышленного района.

**3. Распределительные линии.** Линии передач высокого напряжения (20—38 кв) этой категории, являясь также отдельными звеньями в системе колец высокого напряжения, соединяют собой отдельные подстанции 30/6,6 кв, расположенные на территории того или иного завода, фабрики, рудника, торфяного болота и пр.

По конструкции опор в зависимости от своего географического расположения линии передачи разделяются на три типа: нормальные, грозоупорные и гололедные.

Как показывают самые названия линий, вторая категория линий передач применяется в случае прохождения трасс линий передач по местностям, подверженным сильным и систематическим грозовым воздействиям.

Эти линии передач имеют особый тип опор, специально сконструированный для защиты линий от прямых грозовых ударов и отличающийся от нормальных опор большим удалением защитного троса от проводов линий передач и вполне определенным геометрическим взаиморасположением троса и проводов.

Гололедный тип линий передач, как показывает самое название, применяется в районах со степенью образования гололеда выше нормальной. Линии передач этого типа отличаются от нормальных линий лишь особыми усиленными конструкциями опор, причем эти конструкции варьируются в зависимости от степени образования гололеда.

**По напряжению**—линии передачи высокого напряжения могут быть 30, 115, 165, 220 кВ—в зависимости от выбранного напряжения передачи электрической энергии. Напряжение электрического тока, передаваемого по проводам линии передачи, является одним из основных факторов, определяющих тип линий, тип опор, сечение проводов, тип и количество изоляции, тип заземления опор и пр.

**По количеству цепей** линии передач высокого напряжения могут быть

- а) обычные и
- б) двойные,

причем в последнем случае линия передачи, запроектированная на металлических опорах, может быть осуществлена на одном ряде шестипроводных опор или на трех рядах двухпроводных опор—в зависимости от располагаемых фондов на металл.

Двухпроводные опоры применяются в тех случаях сооружения двухцепных линий, когда в момент постройки имеется необходимость лишь в одной цепи, а в ближайшие годы предполагается сооружение второй цепи, так как вес металла, идущий на линию передачи при трех двухпроводных опорах, в зависимости от конструкции опор может получиться меньше, чем в случае двух трехпроводных опор (при сооружении двух обычных линий).

При выборе типа двухцепной линии на одном, двух или трех рядах опор, кроме вопроса о затрате металла, обычно имеется в виду еще и вопрос о ширине полосы отчуждения, *могущей быть отведенной* для линии передачи (особенно это касается населенных мест).

И, наконец, по роду материала опор линии передач высокого напряжения могут быть:

- а) на металлических опорах,
- б) на смешанных опорах,
- в) на деревянных опорах.

Применяющиеся в заграничной практике некоторых стран железобетонные опоры для линий передач широкого применения у нас в СССР не получали, вследствие того что трассы линий передач проходят большей частью по ненаселенным местам при отсутствии хороших дорог для перевозки железобетонных конструкций опор.

Кроме того, массовое изготовление железобетонных опор в СССР не налажено вследствие дефицитности цемента в строительной промышленности.

В настоящее время железобетон как материал для конструкции опор нашел себе применение лишь в случае сооружения открытых частей понизительных подстанций высокого напряжения.

Металлические опоры имеют целый ряд преимуществ перед деревянными. Главные из них: надежность и продолжительность срока службы, простота заземления опор, возможность осуществления подвеса на одной опоре двух цепей и т. д., но зато металлические опоры уступают деревянным по сумме первоначальных затрат.

До последних лет магистральные линии передач 115, 165 и 220 кв строились сплошь металлическими.

Часть линий строилась на смешанных опорах (промежуточные опоры деревянные, а сложные, т. е. анкерные, угловые и специальные опоры, металлические) — и лишь распределительные линии передач строились сплошь деревянные.

В последние годы и в настоящее время в связи с сильно возросшим спросом на сортовое железо для промышленного, гражданского и сельскохозяйственного строительства линии передачи на металлических опорах строить не всегда представляется возможным.

Поэтому в практике строительства линий передач применяются почти исключительно деревянные опоры, пропитанные заводским способом высококачественными антисептиками, что в значительной степени повышает срок службы этих опор и приближает его к сроку службы металлических опор.

Отрицательной стороной линии передач на смешанных опорах является наличие металлических опор на линиях как слабых мест с точки зрения возможности перекрытия линии при грозовых разрядах (вентильное действие металлических опор). Поэтому в случае наличия у линии передачи, построенной на деревянных опорах, переходов через реки на металлических опорах производится обычная защита от перенапряжений и прямых ударов участков трассы до и после перехода аналогично защите тросовых участков на подходах к подстанциям.

#### Стандарты опор

В практике строительства воздушных линий электропередач до последнего времени наблюдалось разнообразие типов деревянных опор, что иногда приводило к перерасходу материала, не обеспечивая повышения надежности опор.

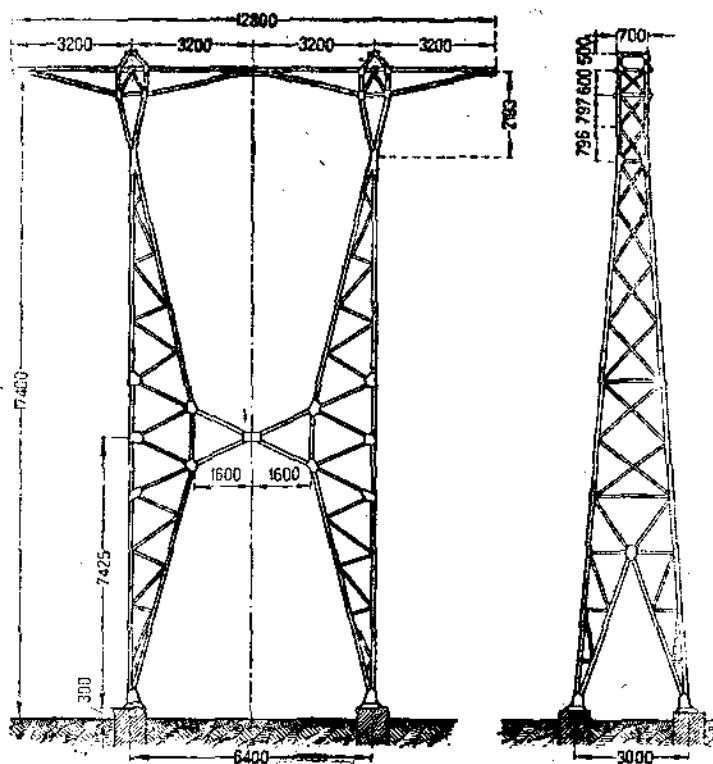
Опоры, работающие примерно в одних и тех же условиях, благодаря различным проектирующим и строящим организациям получают различное конструктивное оформление, а это в свою очередь влечет за собой разнородность материала, требующегося для опор (главным образом, сортамента круглых бревен для деревянных опор), а также и арматуры для крепления как частей самих опор, так и гирлянд с подвешенным к ним проводом к конструкциям опор.

В целях устранения такой разнородности в конструкциях опор, а также для упрощения работы организаций, снабжающих строитель-

ства линий материалами для опор (главным образом, органов Наркомлеса, заготавливающих на местах лес для деревянных опор линий передач), начиная с 1932 г. устанавливаются общесоюзные стандарты опор по типам линий и роду напряжения.

Для леса, потребного для изготовления стандартных опор, также установлены стандартные размеры, по которым и производится его заготовка.

Стандарты опор каждый год пересматриваются и уточняются согласно новым требованиям по сооружению линий передач.



Фиг. 208-а. Обыкновенная линия передачи 220 кВ

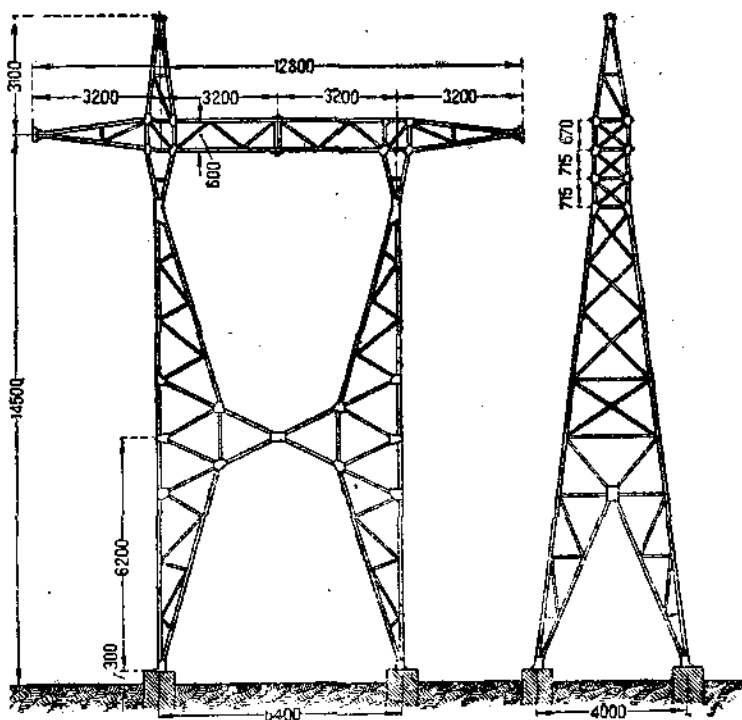
Стандарт опор для какого-либо типа линии передачи представляет собой комплект по возможности небольшого количества типов опор, необходимых для данного типа линий. В комплект входят обычно опоры следующего типа: 1) нормальная промежуточная опора, 2) повышенная промежуточная опора, 3) промежуточная опора для тросовых участков на подходах линий передач к подстанциям, 4) анкерная опора, 5) угловая опора и 6) концевая опора. Как дополнение к стандартам имеются транспозиционные, переходные и прочие опоры.

Для районов с сильным и особенно сильным образованием гололеда на проводах установлены специальные стандарты.

Для иллюстрации всего сказанного о типах линий передач высокого напряжения и опорах, применяемых на строительстве линий передач в настоящее время, приведем некоторые из них.

1. **Ординарная линия передачи 220 кв на металлических опорах американского типа** (с раздельными основаниями под каждую ногу) с разъемными основаниями в виде ступенчатых бетонных фундаментов с анкерными болтами (фиг. 208).

Нормальный пролет 300 м, три провода СА-240 и один трос СА-95. Расположение проводов горизонтальное, расстояние между



Фиг. 208-б. Ординарная линия передачи 220 кв

проводами 6,4 м. Высота траверсы: на промежуточной опоре 17,4 м, на анкерной — 14,5 м. Общая высота опоры 17,7 м. Вес промежуточной опоры 3000 кг и анкерной — 4000 кг.

2. **Двойная линия передачи 161 кв на трех рядах металлических опор немецкого типа** (с общим основанием для всей опоры) с разъемными основаниями (фиг. 209).

Нормальный пролет 220 м, шесть проводов СА-120 и три троса СА-50 (по два провода и одному тросу на каждой опоре). Горизонтальное расположение проводов. Расстояние между опорами 11,4 м; между двумя проводами на опоре 6,4 м и между крайними проводами двух соседних опор 5,0 м. Высота траверсы: на промежуточной опоре 14,3 м и на анкерной — 12,0 м. Вес опоры: анкерной 3200 кг и промежуточной 1200 кг.



3. **Ординарная линия передачи 161 кв на металлических опорах американского типа с разъемными основаниями в виде бетонных фундаментов под каждую ногу отдельно (фиг. 210).**

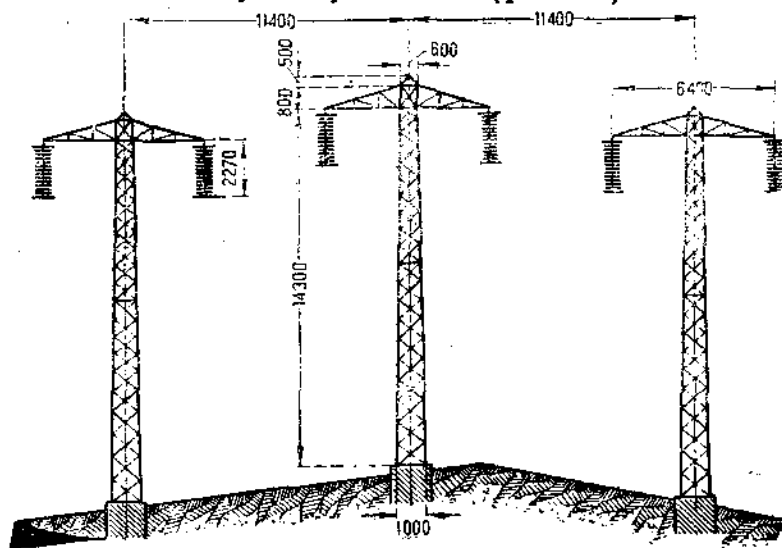
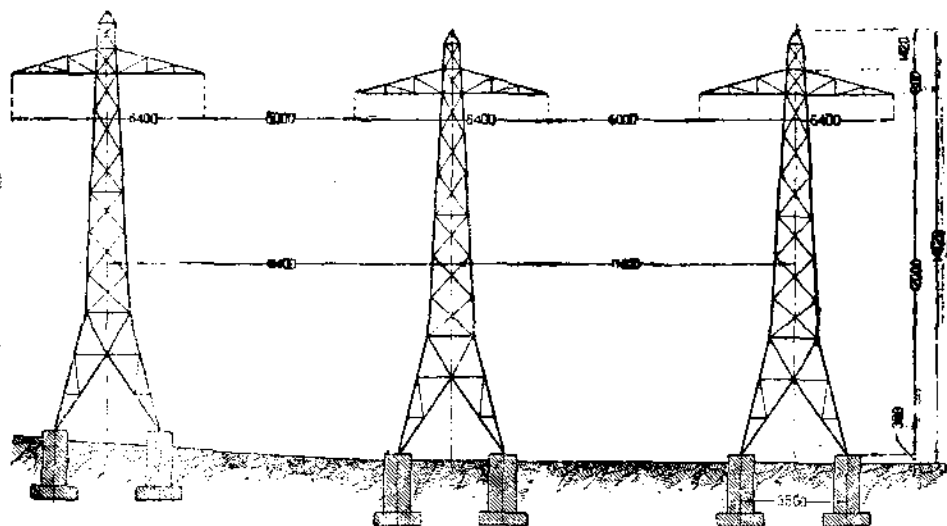


Рис. 209.



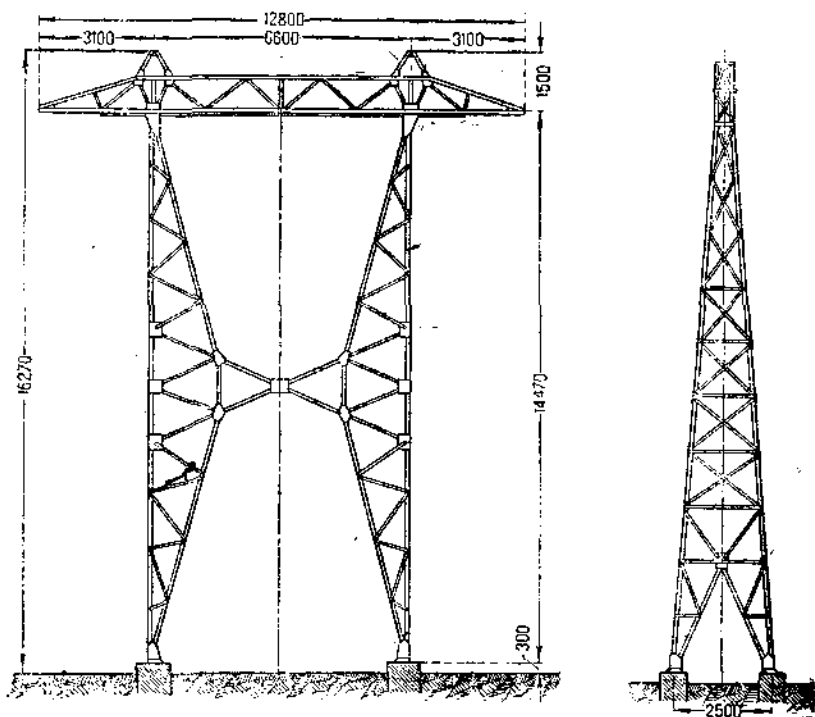
Фиг. 209-а. Двойная линия передачи 161 кв на трех рядах металлических опор

Нормальный пролет 220 м, три провода СА-120 и два троса СА-50. Горизонтальное расположение проводов. Расстояние между проводами 6 м и между тросами 6,6 м. Высота траверсы: на анкерной

опоре 12,2 м и на промежуточной — 14,5 м. Общая высота опоры: анкерной 15,77 м и промежуточной 16,27 м. Вес опор: анкерной 3600 кг и промежуточной 2500 кг.

4. **Переход линии передачи 161 кв** через новый Днепр осуществлен при помощи сталебронзового провода СБ-180 следующей конструкции: стальной сердечник состоит из 14 струг и 7 оцинкованных проволок в каждой общим сечением 150 мм<sup>2</sup>.

Бронзовая оболочка содержит 60 проволок, расположенных в два слоя. Общее сечение бронзы 251 мм<sup>2</sup>. Суммарное сечение провода равно 401 мм<sup>2</sup> при наружном диаметре 27,7 мм.



Фиг. 210-а. Ordinary line transmission 161 kv

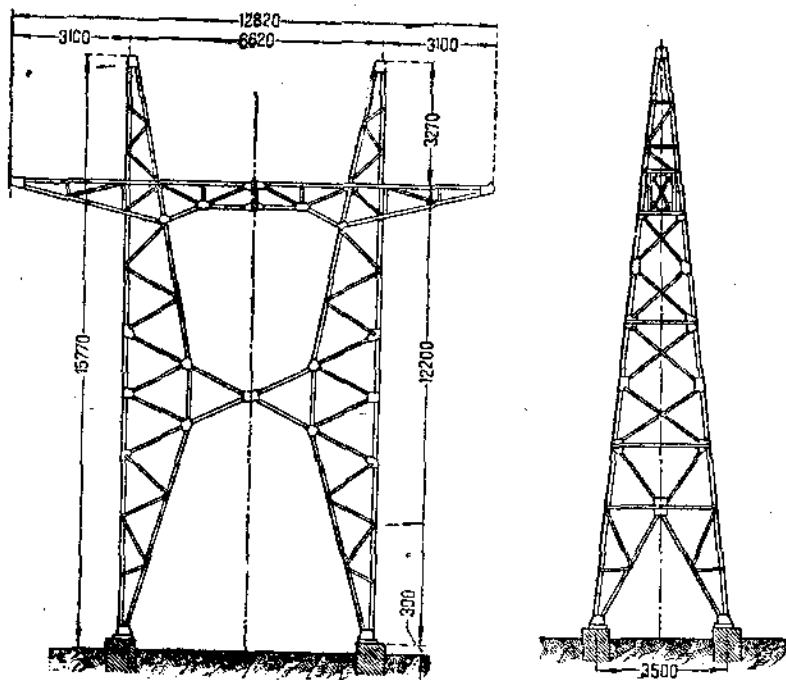
Провода подвешены на промежуточных металлических шестипроводных опорах высотой 75 м, расстояние между которыми равно 933 м. Закрепление проводов произведено на специальных анкерных опорах, расстояние между которыми равно 1512 м. Указанные опоры имеют следующие характеристики.

а) Специальная переходная промежуточная опора на бетонных основаниях с восемью анкерными болтами и закладными конструкциями под каждую ногу. Для двойной линии 161 кв: на шесть проводов СБ-180 и четыре троса СБ, диаметром 22 мм. Расположение проводов — двумя горизонтальными треугольниками. Расстояние между треугольниками (центрами) 20 м; между проводами 10 м (по горизон-

тали) и 7,50 м (по вертикали). Высота подвеса нижних проводов 64500 м. Общая высота опоры 75000 м (фиг. 211). Вес опоры 100000 кг.

б) Угловая анкерная опора на бетонных основаниях с 20 анкерными болтами, воспринимающая на себя нагрузку от натянутых проводов, для трех проводов СБ-180 и двух тросов. Каждой промежуточной переходной опоре соответствуют две анкерных опоры (фиг. 212).

Высота подвеса проводов на анкерной опоре со стороны перехода 6,00 м, а со стороны следующего пролета 14,00 м. Общая высота опоры 16,00 м. Вес опоры 32000 кг.



Фиг. 210-б. Ordinary line transmission 161 ke

Гирлянды с натянутыми проводами со стороны переходных опор монтируются на специальной конструкции посредине высоты опоры.

Наверху опоры крепятся гирлянды в сторону нормальных пролетов. Петли, соединяющие натянутые провода обеих сторон, поддерживаются подвесными гирляндами, укрепленными на вращающихся траверсах, направленных вдоль трассы, и от тела опоры изолированы вертикальными гирляндами, расположенными внутри опоры, в середине которых имеются две оттяжных клеммы — подводящая и отводящая петлю (фиг. 213).

Закрепление проводов на анкерных опорах осуществлено при помощи трех оттяжных гирлянд по 13 элементов в каждой.

На промежуточной опоре к двойной гирлянде по 12 изоляторов в каждой подвешен специальный ролик, по желобу которого проходит сталебронзовый провод.

Такой способ подвески провода на промежуточных опорах уменьшает износ проводов в точках подвеса при скольжении провода от температурных изменений в нем. Кроме того, для уменьшения износа бронзы о металл ролика желоб последнего сделан из пропитанного дуба.

Дубовый желоб ролика, будучи включенным в конце гирлянды изоляторов, является как бы 13-м элементом, соединенным последовательно с гирляндой, и фазовое напряжение в проводе, приложенное к гирлянде, своей значительной частью ложится на этот дубовый желоб. Это обстоятельство может служить источником аварий вследствие самовозгорания желоба ролика под действием разрядов с провода на металл ролика по поверхности дерева.

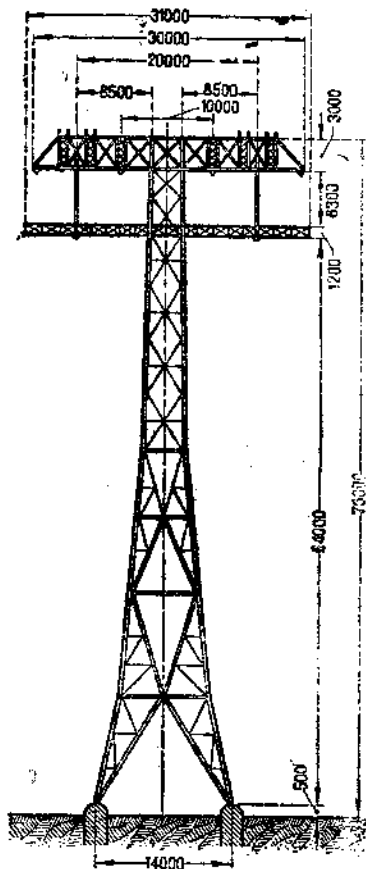
Поэтому в целях предотвращения подобных аварий деревянный желоб ролика обычно шунтируется путем установки двух дополнительных роликов, свободно расположенных на проводе и металлически соединенных с конструкцией основного ролика.

5. Двойная линия передачи 115 кВ на металлических опорах американского типа с разъемными основаниями: для промежуточных и анкерных опор — в виде металлических подножников, а для угловых и специальных опор — в виде бетонных ступенчатых фундаментов с анкерными болтами и крестовинами.

Нормальный пролет 250 м. Тяжение —  $\frac{1}{2}$  временного сопротивления. Шесть проводов — СА-95 или медь 95 мм<sup>2</sup> и два троса — сталь 50 мм<sup>2</sup>. Расположение проводов — обратной елкой. Общая высота опор 22,45 м. Высота траверсы нижнего провода: на промежуточных опорах 15,1 м и на анкерных и угловых — 13,70 м. Расстояние между проводами: по горизонтали 7,3 м, 5,9 м и 4,5 м и по вертикали 3,1 м. Вес опор: промежуточной 3040 кг, анкерной 4720, угловой (для углов поворота от 65° до 90°) 6400 кг (фиг. 214).

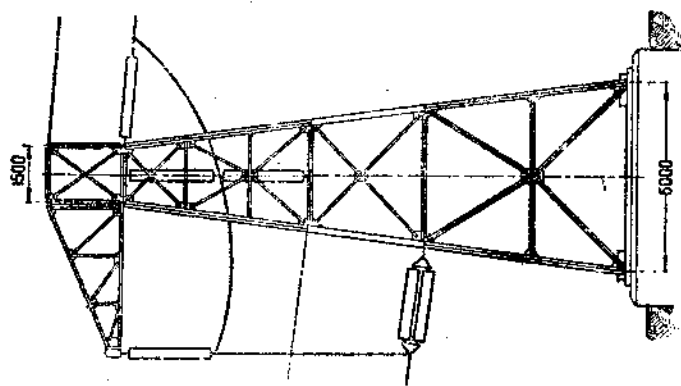
Для линий передач этого типа применяется ряд специальных опор.

а) Специальная анкерная опора американского типа, повышенная на 4 м на переходах через насыпи железных дорог, высокие теле-

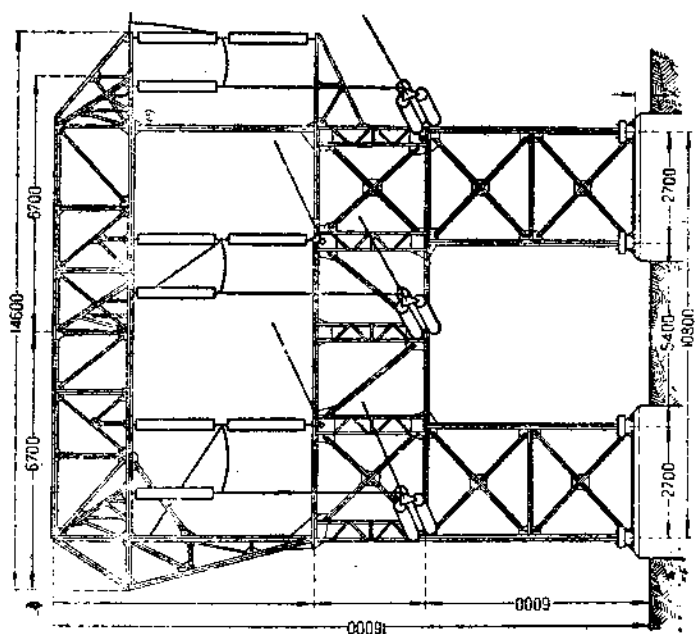


Фиг. 211. Переходная промежуточная опора через Новый Днепр (161 кВ)

фонные линии и пр.; с разъемными основаниями в виде четырех бетонных ступенчатых фундаментов с анкерными болтами и крестовинами. Шесть проводов — медь  $95 \text{ мм}^2$  и два троса — сталь  $50 \text{ мм}^2$ . Расположение проводов — обратной елкой.



Фиг. 213. Монтаж петель на переходной анкерной опоре через Новый Днепр



Фиг. 212. Переходная анкерная опора через Новый Днепр 161 кв

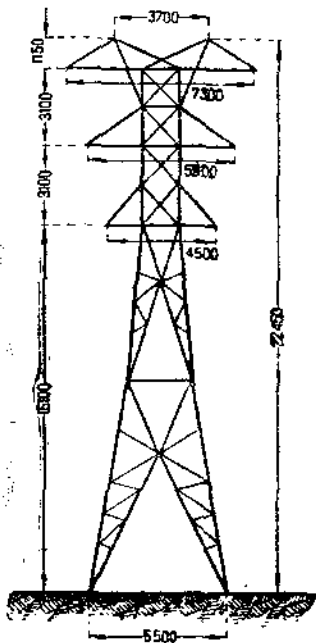
Высота траверсы нижнего провода 17,70 м. Общая высота опоры 26,450 м. Вес опоры 6,410 кг (фиг. 215).

б) Специальная анкерная опора американского типа на переходах через судоходные реки с разъемным основанием в виде четырех

бетонных ступенчатых фундаментах с выступающими над землей пирамидальными частями, служащими ледорезами на берегах рек. Шесть проводов — бронза 95 мм<sup>2</sup>, два троса — сталь 50 мм<sup>2</sup>. Расположение проводов — обратной елкой.

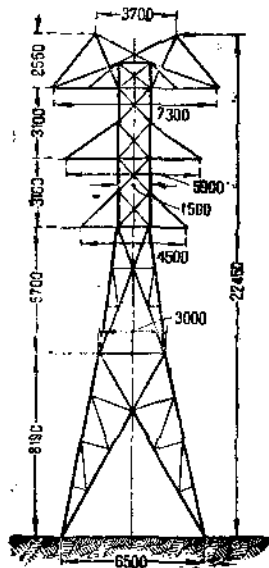
Высота траверсы нижнего провода над уровнем бетонного фундамента 24,00 м. Общая высота опоры 32,75 м. Вес опоры 7000 кг (фиг. 216).

в) Специальная анкерная опора на переходах через судоходные реки и каналы, устанавливаемая на быки-ледорезы из бутовой кладки с заложеными в ней анкерными болтами и крестовинами.

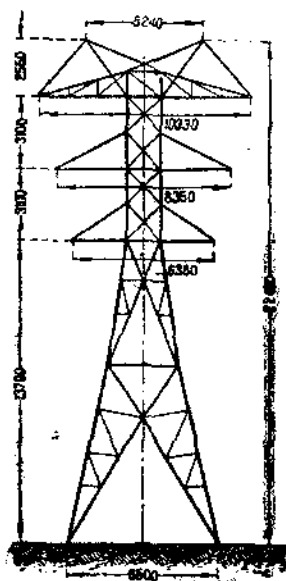


Фиг. 214-а.

Двойная линия передачи 115 кВ на металлических опорах американского типа.



Фиг. 214-б.



Фиг. 214-в.

Шесть проводов — бронза 95 мм<sup>2</sup> и два троса — сталь 50 мм<sup>2</sup>. Расположение проводов — треугольником (фиг. 217).

Расстояние между проводами по горизонтали: 6,00; 8,00 и 6,00 м, а по вертикали 5,00 м. Высота подвеса нижнего провода над уровнем бетонного основания 39,500 м. Общая высота опоры над фундаментом 52,00 м. Расстояние между проводом и тросом по вертикали 2,50 м. Вес опоры 14250 кг.

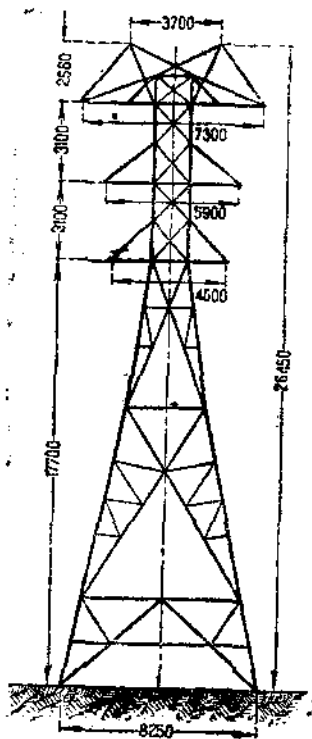
В виде вариантного типа на двойных линиях 115 кВ применяются промежуточные и анкерные опоры немецкого типа с узкой базой и общим бетонным основанием.

При всех основных размерах и габаритах, аналогичных опорам американского типа 115 кВ, вес опор немецкого типа меньше, чем у опор американского типа: промежуточной 2370 кг и анкерной 4160 кг (фиг. 218 и 219).

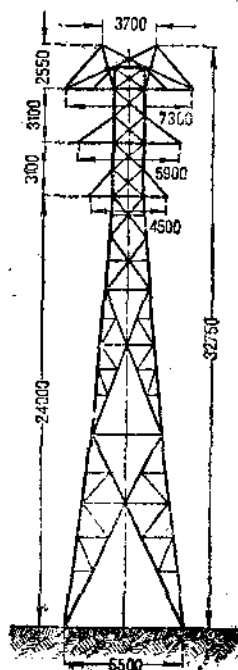
Эти опоры дают экономию в металле за счет значительного увеличения количества бетонных работ на линиях.

Выбор типов промежуточной и анкерной опор для двойных линий 115 кВ производится в зависимости от возможностей получения металла и цемента.

**6. Обыкновенная линия передачи 115 кВ на смешанных опорах.** Промежуточные — деревянные, анкерные — угловые и специальные — металлические (фиг. 219а).



Фиг. 215. Анкерная повышенная на 4 м опора для линии передачи 115 кВ

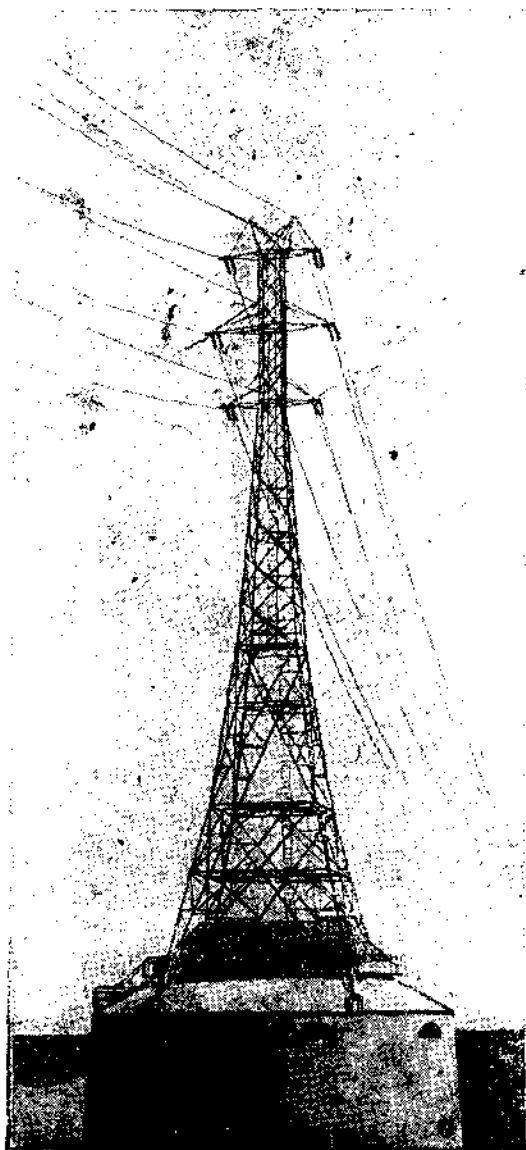


Фиг. 216. Специальная переходная опора для линии передачи 115 кВ высотой 32,75 м

Нормальный пролет 225 м. Тяжение —  $\frac{1}{4}$  временного сопротивления. Три провода СА-95 или СА-70, медь 95 мм<sup>2</sup> или медь 70 мм<sup>2</sup> и два троса — сталь 50 мм<sup>2</sup> (на подходах к подстанциям). Расположение проводов — горизонтальное. Расстояние между проводами 4,0 м. Высота траверсы: на промежуточных опорах 13,0 м при общей высоте опоры, равной 13,5 м, и на анкерной и угловой опорах 11,5 м при общей их высоте 12,9 м.

Промежуточная опора для линий этого типа выполняется разрезной на двух пасынках со стяжными болтами (в случае провода

СА-70 или медь 70 мм<sup>2</sup> без стяжек) и продольными подъемными дротями (фиг. 220). Вся опора из пропитанной заводским способом древесины. Объем древесины 2,95 м<sup>3</sup>.



Фиг. 217. Специальная переходная опора для линии передачи 115 кВ высотой 52 м

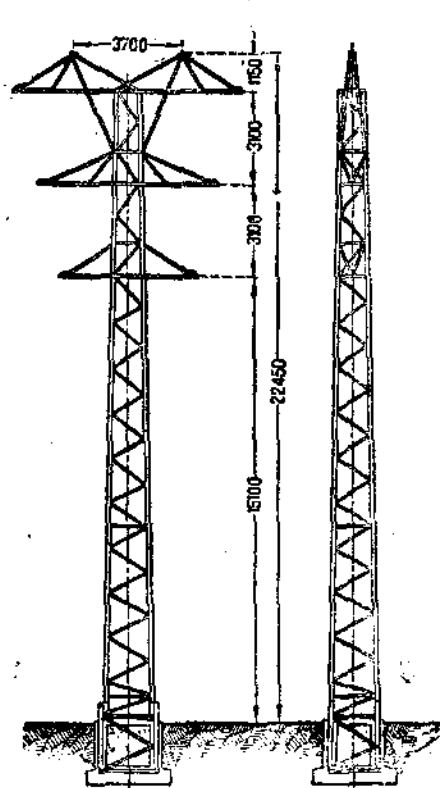
Анкерные и угловые опоры для линий этого типа выполняются металлическими в виде пространственных конструкций американского



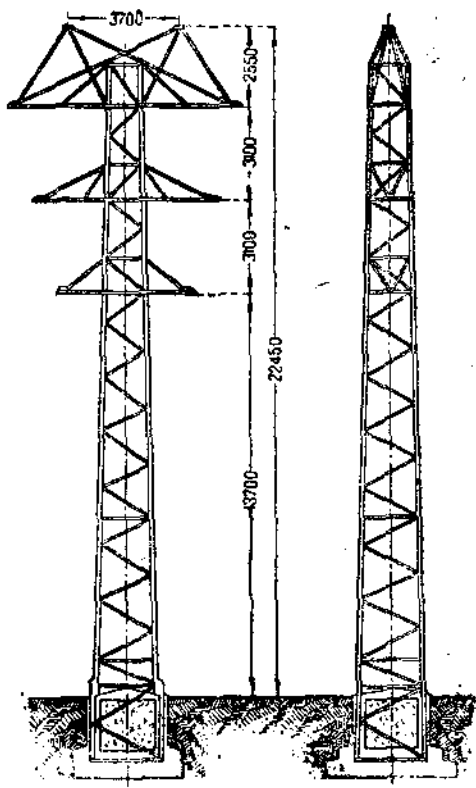
типа с разъемными основаниями: для анкерной опоры в виде четырех металлических подножников и для угловой опоры в виде четырех бетонных ступенчатых фундаментов с анкерными болтами и крестовинами.

Вес анкерной опоры—2975 кг и угловой—2930 кг (фиг. 221 и 222).

Специальная анкерная опора американского типа для транспозиции проводов для передачи указанного выше типа имеет разъемное основание в виде четырех металлических подножников, установленных



Фиг. 218. Промежуточная опора немецкого типа для двойной линии передачи 115 кв

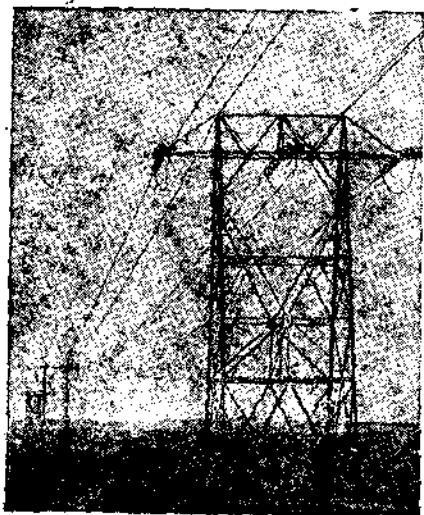


Фиг. 219. Анкерная опора немецкого типа для двойной линии передачи 115 кв

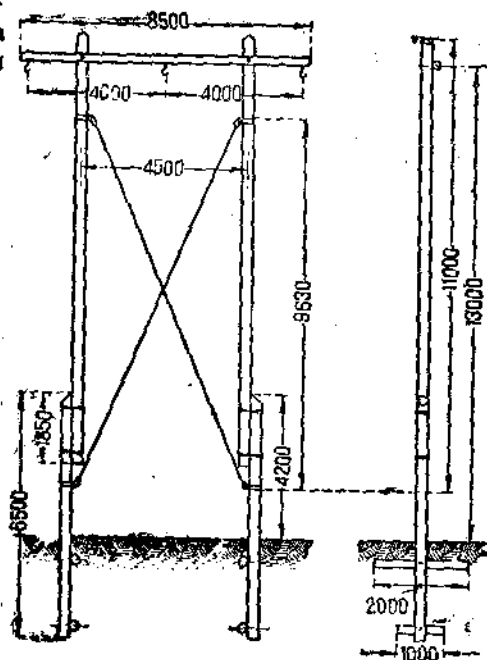
в земле (фиг. 223). Высота подвеса проводов 11,50 м. Общая высота опоры вместе с транспозиционной надстройкой 15,90 м. Вес опоры 3270 кг.

При установке транспозиционных опор на одинарных линиях передач 115 кв с горизонтальным расположением проводов следует обращать внимание на правильное положение кронштейна для отводной петли относительно оси трассы. Это положение кронштейна заранее задается в зависимости от фазировки системы линий и подстанций и определяет направление скрутки проводов (по часовой стрелке или наоборот).

Специальная анкерная опора для перехода ordinarily линии передачи 115 кВ через судоходные реки и каналы. Устанавливается опора этого типа на особые быки-ледорезы, возвышающиеся над уровнем земли в зависимости от уровня весенних вод и представляющие собой бетонные или бутовой кладки фундаменты в форме треугольника, трапеции, овала с анкерными болтами и крестовинами. Три провода — СА-95 или СА-70 с горизонтальным расположением на расстоянии друг от друга, равном 9 м; два троса — сталь 50 мм<sup>2</sup>.



Фиг. 219-6. Ordinary линия передачи 115 кВ на смешанных опорах



Фиг. 220. Промежуточная деревянная опора для ordinary линий передачи 115 кВ

Высота подвеса проводов над уровнем фундамента 27,40 м. Общая высота опоры над фундаментом равна 30,40 м. Вес опоры 6 400 кг (фиг. 224).

Специальная анкерная опора переходного типа для одиночной линии 115 кВ с горизонтальным расположением проводов во всем аналогична предыдущему типу опор, но выше на 10 м. Высота подвеса проводов над уровнем фундамента 37,8 м. Общая высота опоры над фундаментом равна 40,80 м. Вес опоры 9,720 кг (фиг. 225).

**7. Ordinary линия передачи 115 кВ на деревянных опорах из пропитанной заводским способом древесины.**

Нормальный пролет 200—225 м. Тяжение —  $\frac{1}{2}$  временного сопротивления. Три провода — СА-95 или медь 95 мм<sup>2</sup>, СА-70 или медь 70 мм<sup>2</sup> (для СА-50 и меди 50 мм<sup>2</sup> нормальный пролет 190 м) и трос — сталь 50 мм<sup>2</sup> на подходах к подстанциям. Расположение проводов — горизонтальное. Расстояние между проводами 4 м, высота траверсы на промежуточных опорах 13,1 м и на анкерных и угловых — 11,5 м.

а) Промежуточная опора для линий этого типа представляет собой П-образную конструкцию на двух пасынках с подземными продольными ригелями.

В случае подвески провода СА-95 или медь 95 мм<sup>2</sup> применяются внутренние стяжные болты на хомутах или скобах.

Объем древесины 2,95 м<sup>3</sup> (фиг. 226).

б) Анкерная опора для линий передач этого типа представляет собой АП-образную жесткую конструкцию на четырех пасынках в плоскости П с поперечной диафрагмой в середине.

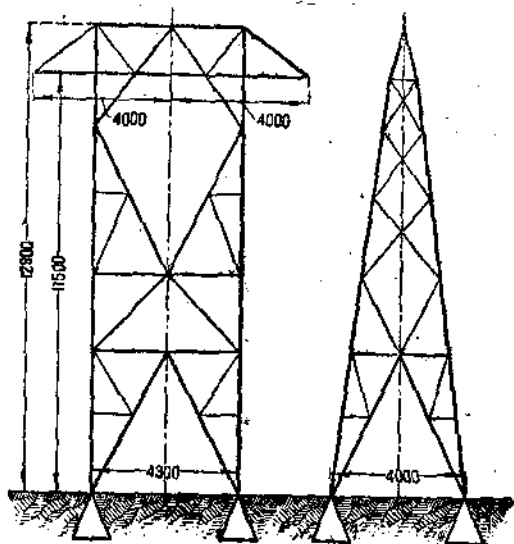
Объем древесины 5,03 м<sup>3</sup> и вес железа 72 кг (фиг. 227).

в) Угловая опора для обычных деревянных линий 115 кв представляет собой также АП-образную жесткую конструкцию на четырех пасынках в плоскости П с внутренними подкосами и подземными ригелями также в плоскости П.

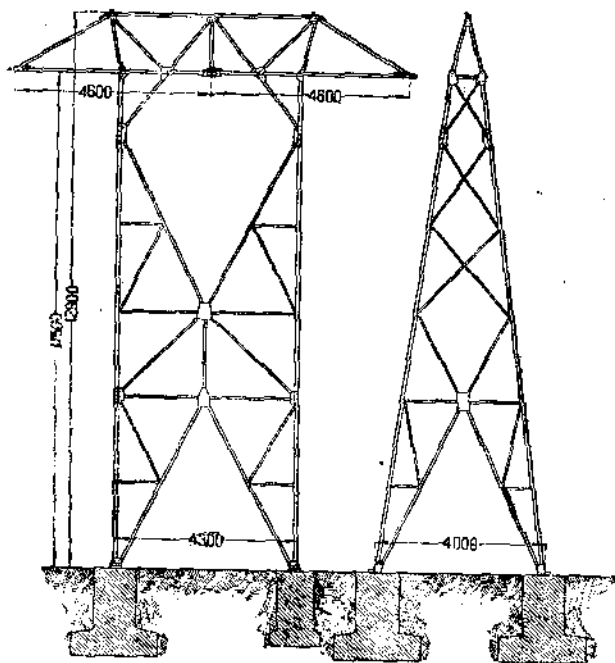
Объем древесины 12,1 м<sup>3</sup>. Вес железа 144 кг (фиг. 228).

г) Специальная повышенная на 4 м анкерная АП-образная переходная опора жесткого типа для одинарной линии 115 кв (фиг. 229) применяется на переходах через насыпи железных дорог, высокие линии связи и пр.

Опора этого типа имеет внутренние раскосы и подземные ригели в плоскости П и две поперечные диафрагмы в середине опоры.



Фиг. 221. Анкерная металлическая опора для обычных линий передач 115 кв

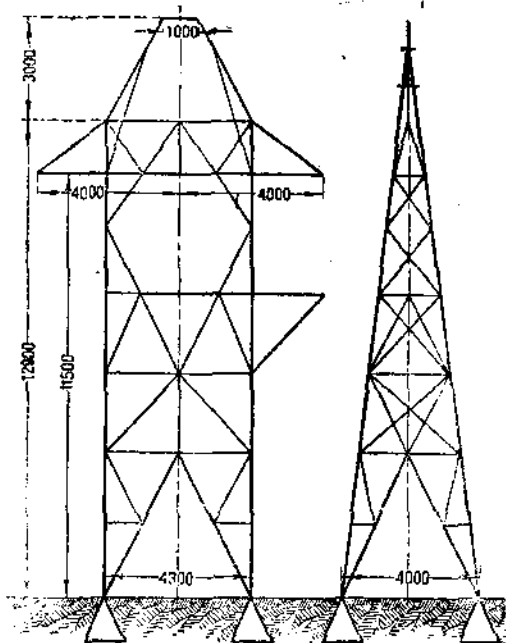


Фиг. 222. Угловая металлическая опора для обычных линий передач 115 кв

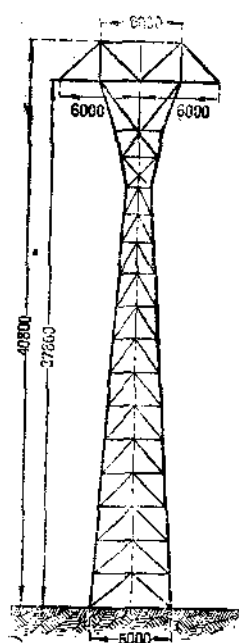
Высота подвеса проводов 15,50 м. В случае применения опоры на углу опора имеет наружный нижний подкос.

Объем древесины 16 м<sup>3</sup>. Вес железа 278 кг.

В числе специальных деревянных опор для линий 115 кв имеются опоры транспозиционные, имеющие специальную надстройку для скрутки проводов и концевые, устанавливаемые на концах линий передач и отличающиеся от нормальных анкерных опор жесткого типа лишь большим диаметром бревен и несколькими лишними раскосами.



Фиг. 223. Специальная опора для транспозиции проводов на обыкновенной линии передачи 115 кв



Фиг. 224. Специальная переходная опора для обыкновенной линии передачи 115 кв высотой 30 м

**8. Двойная линия передачи 38 кв на металлических опорах немецкого типа с неразъемными основаниями, устанавливаемыми на бетонные подушки с основанием в виде бетонных ступенчатых фундаментов (пустотелых внутри).**

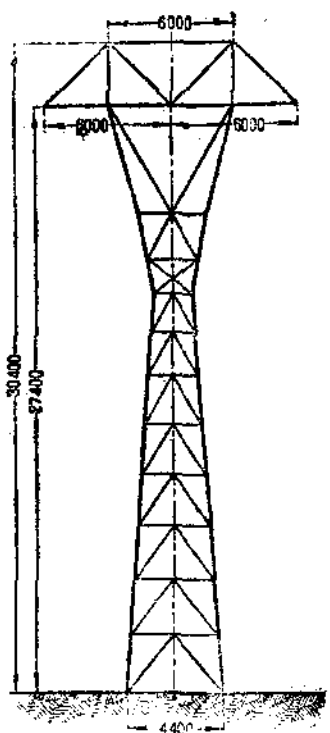
Нормальный пролет 200 м.

Расположение проводов — обратной елкой. Шесть проводов СА-70 или медь 70 мм<sup>2</sup> (при подвеске провода СА-50 или медь 50 мм<sup>2</sup> нормальный пролет 170 м) и один трос — сталь 50 мм<sup>2</sup>. Расстояние между проводами: по горизонтали 2,8; 3,5 и 4,2 м и по вертикали 1,3 м. Высота траверсы нижнего провода: на промежуточных опорах 11,65 м и на анкерных опорах 10,9 м. Общая высота опор над уровнем земли: промежуточной и анкерной опор 51,75 м. Вес опор: промежуточной 1650 кг, анкерной 2870 кг (фиг. 230).

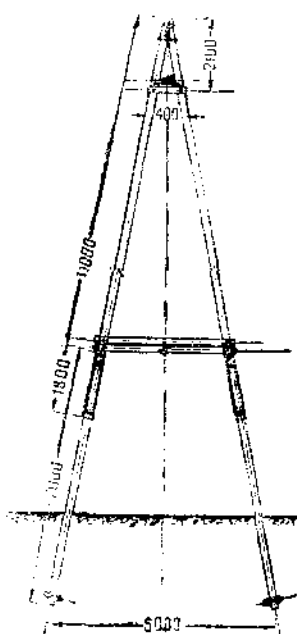
9. **Ординарная линия передачи 30 кв на деревянных опорах.** Нормальный пролет 120 м, три провода СА-70 или медь 70 мм<sup>2</sup>. На подвесных изоляторах. Расчетное тяжение— $\frac{1}{3}$  временного сопротивления. Расположение проводов — треугольником.

а) Промежуточная опора на линиях 30 кв этого типа выполняется в виде одиночного столба („свечки“) с высотой подвеса нижнего провода 8,70 м на металлических траверсах из углового или полосового железа (фиг. 231).

Объем древесины 1 м<sup>3</sup>.

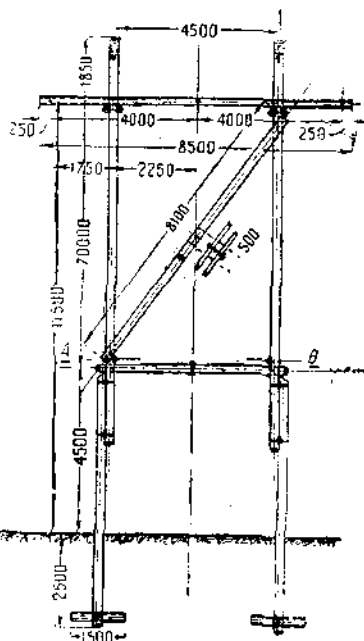


Фиг. 225-а.



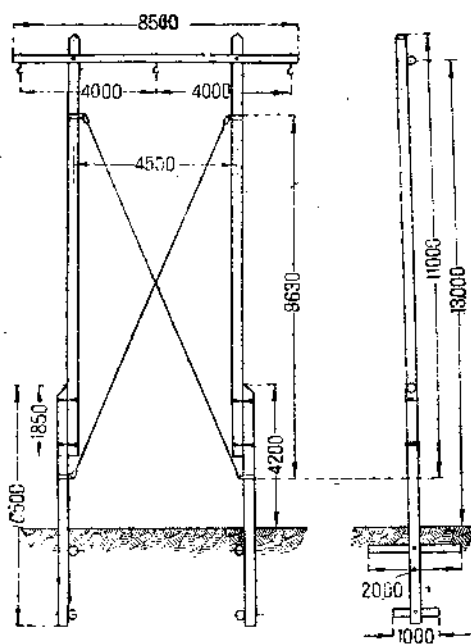
Фиг. 225-б.

Специальная переходная опора для ординарной линии передач 115 кв высотой 40,8 м

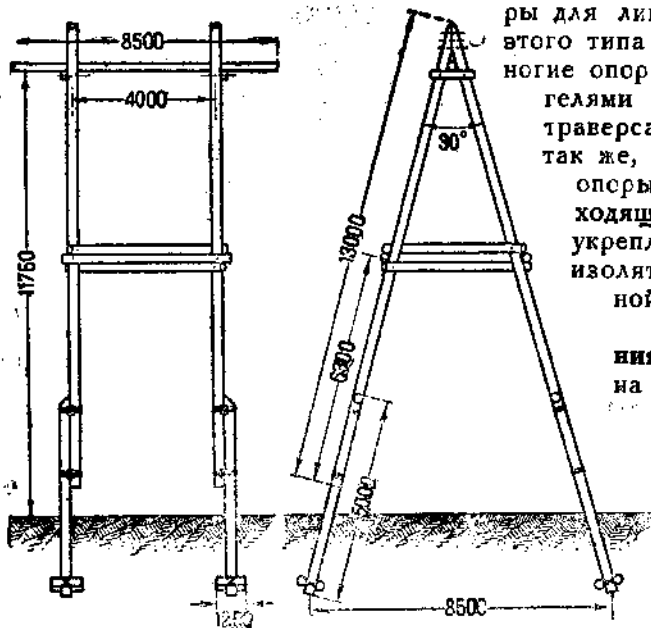


6) В целях увеличения длины пролета одинарной линии 30 кв, следовательно и уменьшения количества изоляторов и арматуры на 1 км линии передачи, применяется промежуточная одиночная опора разрезная (фиг. 232) на двух пасынках 8,5 м.

Нормальный пролет—175 м. Расположение проводов — треугольником. Расстояние между проводами по вертикали 0,95 м и по горизонтали 1,6 м. Высота траверсы нижнего провода над уровнем земли 9,30 м. Полная высота опоры 15,00 м, включая и подземную часть. Объем древесины 1,6 м<sup>3</sup>. Приблизительный вес железа 61,5 кг.



Фиг. 226. Промежуточная опора для деревянной линии передачи 115 кв



Фиг. 227. Анкерная опора для линии передачи 115 кв на деревянных опорах

Кроме того, этот тип опор очень удобен на болотистых участках линий передач благодаря возможности раздельной установки пасынков как свай и подъемки самого столба.

в) Анкерная А-образная (вдоль линии) опора для линий передачи 30 кв указанного типа (фиг. 233) выполняется без пасынков с подземным ригелем.

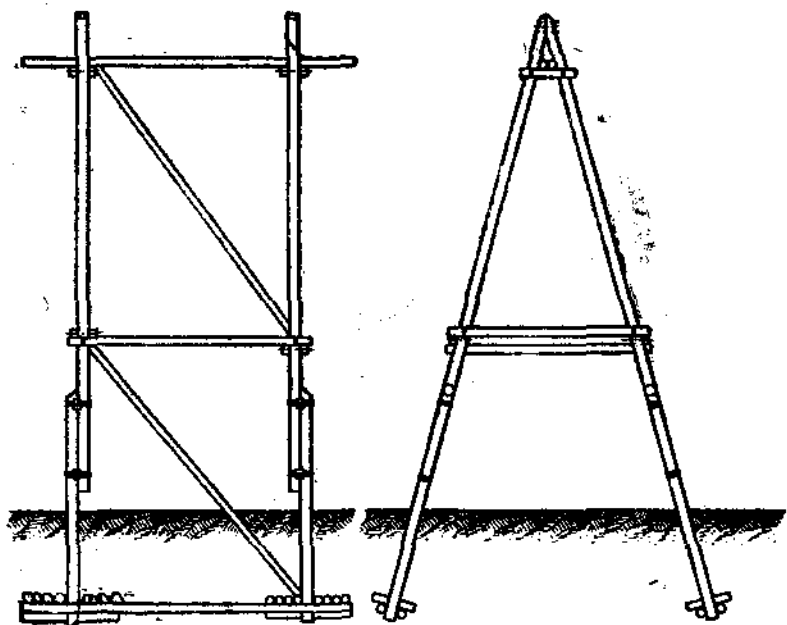
Нормальный пролет 120 м. Расположение проводов — треугольником. Расстояние между проводами по вертикали 1,20 м и по горизонтали 1,40 м.

Высота траверсы нижнего провода 9,30 м. Общая высота опоры 12,65 м, включая и подземную часть. Объем древесины 1,95 м<sup>3</sup>. Примерный вес железа 67 кг.

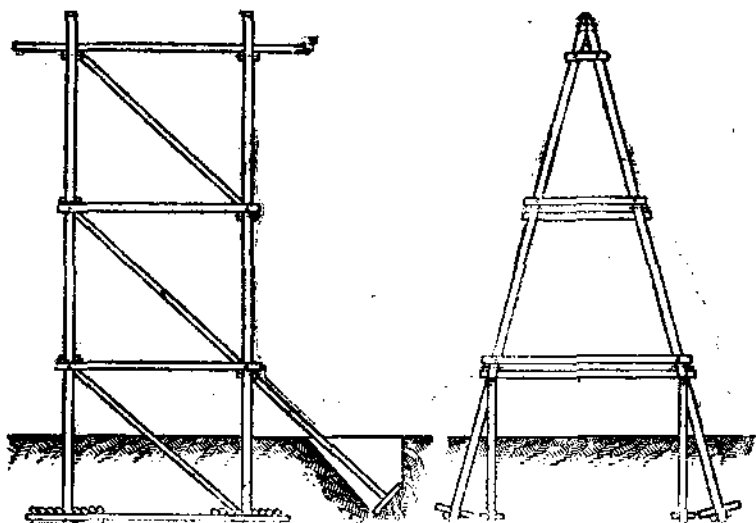
Петля верхнего провода проходит сверху опоры и укрепляется на штыревом изоляторе на специальной скобе.

г) В качестве угловой опоры для линии передачи 30 кв этого типа применяются трехногие опоры с подземными ригелями и металлическими траверсами (верхний провод так же, как и у анкерной опоры, имеет петлю, проходящую сверху опоры укрепленную на штыревом изоляторе на специальной скобе).

**10. Обыкновенная линия передачи 30 кв на деревянных опорах.** Нормальный пролет 215 м, три провода СА-70 или медь 70 мм<sup>2</sup>. На подвесных изоляторах. Расчетное тяжение — ½ временного сопротивления на разрыв. Горизон-



Фиг. 228. Угловая опора для линии передачи 115 кВ на деревянных опорах

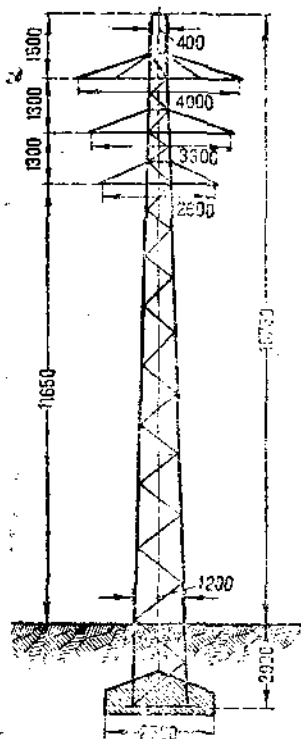


Фиг. 229. Специальная повышенная на 4 м деревянная опора для линий передач 115 кВ

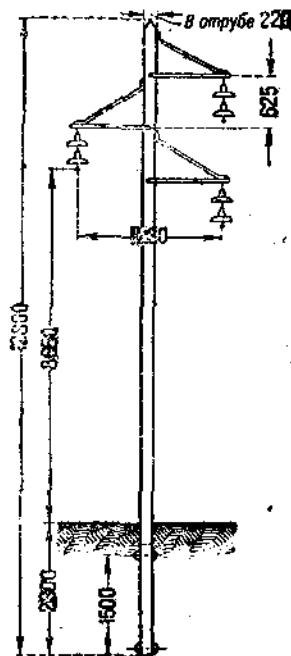
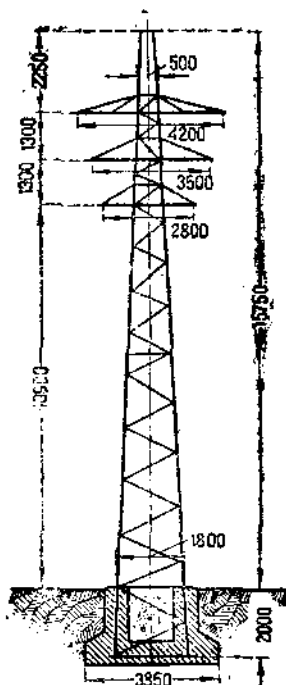
тальное расположение проводов. Комплект опор, применяемых на линиях 30 кВ этого типа состоит из следующих опор.

а) Промежуточная П-образная опора (фиг. 234), разрезная, на двух пасынках с продольными подземными ригелями.

Горизонтальное расположение проводов. Расстояние между проводами 3,00 м. Расстояние между тросами (в случае их применения) 3,00 м. Расстояние между проводами и тросами (по вертикали) 1,2 м.



Фиг. 230. Двойная линия передачи 38 кВ на металлических опорах



Фиг. 231. Промежуточная одиночная опора для обыкновенной линии 30 кВ

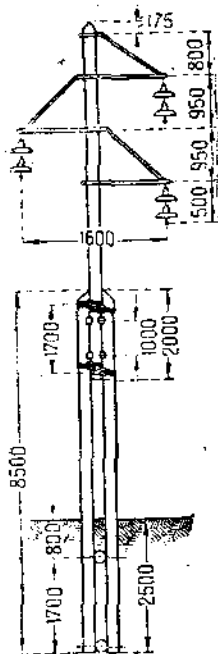
Высота точки подвеса провода 11,5 м. Общая высота опоры 13,00 м над уровнем земли. Объем древесины 2,80 м<sup>3</sup>; примерный вес железа 27,5 кг.

б) Анкерная АП-образная опора жесткого типа (фиг. 235) разрезная, на четырех пасынках, с продольными ригелями и средней поперечной диафрагмой. Пасынки поперек линии в плоскости П.

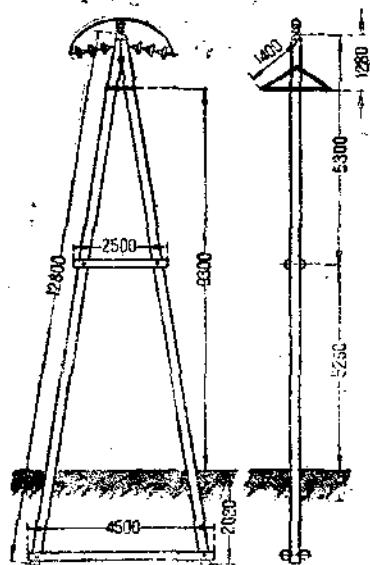
Горизонтальное расположение проводов. Расстояние между проводами 8,00 м. Высота подвеса провода над уровнем земли 11,75 м. Общая высота опоры 10,00 м над уровнем земли. Объем древесины 4,8 м<sup>3</sup>; вес железа 72 кг.

Угловая АП-образная опора жесткого типа (фиг. 236), разрезная, на 8-м пасынках, с подземными ригелями и внутренними подкосами

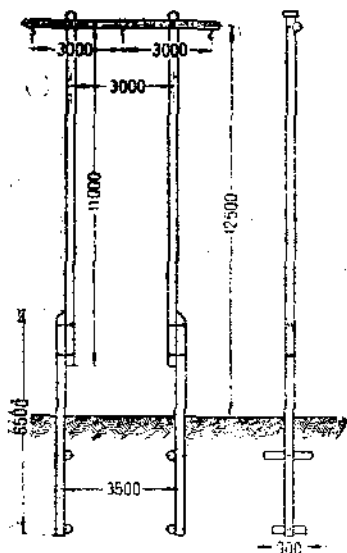




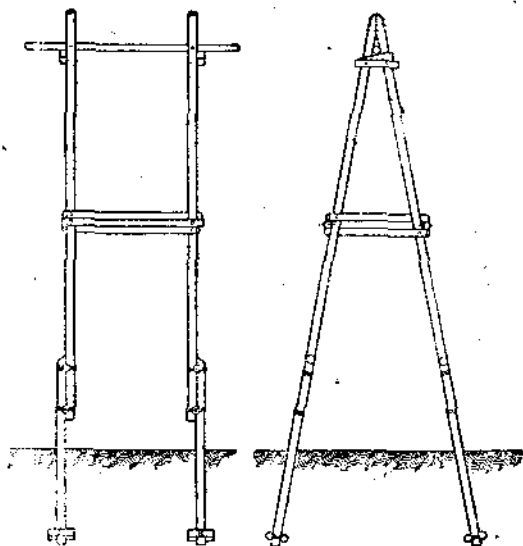
Фиг. 232. Промежуточная опора для обычной линии 30 кв на насыпках



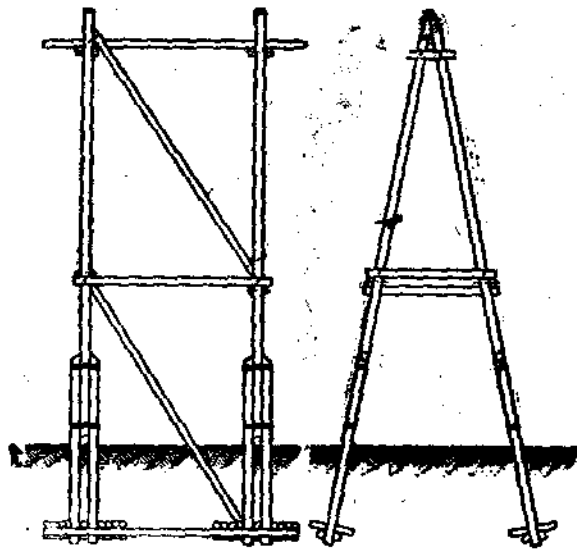
Фиг. 233. Анкерная А-образная опора для обычной линии передачи 30 кв



Фиг. 234. Промежуточная П-образная опора для линии передачи 30 кв на насыпках



Фиг. 235. Анкерная АП-образная опора для линии передачи 30 кв

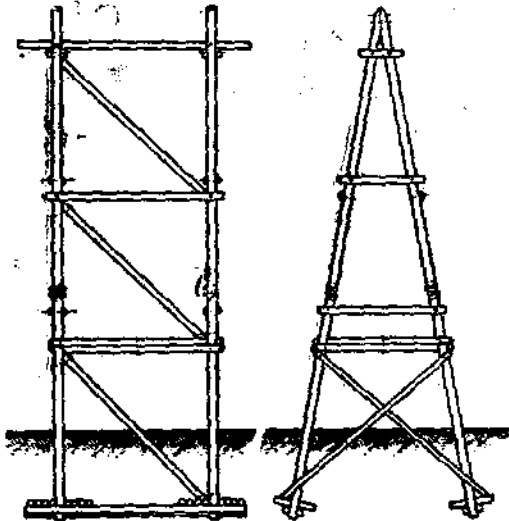


Фиг. 236. Угловая АП-образная опора для линии передачи 30 кВ

в положении П. Пасынки (по два на ногу) также в плоскости

В середине опоры поперечная диафрагма. Горизонтальное рас-

ложение проводов. Расстояние между проводами 3,50 м. Высота по-  
веса провода 11,85 м. Общая высота опоры 13,00 м над уровнем земли. Объем древесины 10,7 м<sup>3</sup>. Вес железа 150 кг.



Фиг. 237. Специальная переходная опора для обычной линии передачи 30 кВ на деревянных опорах

Общая высота опоры 20,00 м, включая и подземную часть. Объем древесины 15,2 м<sup>3</sup>. Вес железа 230 кг.

Гульбе

Стр.

9

33

38

49

61

83

92

92

92

104

131

146

Гульбе

Гульдэнбальк „Сооружение линий электропередач высокого напряжения“

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.:	Строка:	Напечатано:	Следует:
9	Табл. 1, п. 3 в графе „Тяжение“	$\frac{1}{3}$ пров. времен. сопротивл.	$\frac{1}{3}$ времен. сопротивл.
33	22 снизу	Lh	fh
38	12 сверху	условий	условной
49	На фиг. 29 вверху	Размер 111·18 показывает длину приведенного пролета, поэтому правая стрелка этого размера должна быть расположена немного правее.	
61	21 снизу	минеральной	минимальной
83	11 .	часть,	часто
92	20 .	(фиг. 44)	(фиг. 45)
92	4 .	ригелей (фиг. 45).	ригелей.
92	2 .	см. фиг. 89),	см. фиг. 44),
104	3 .	тощий,	жирный,
131	1 сверху	до 1,5 т	до 4,5 т
146	1 .	опоры дующим	опоры протекать следующим