Методы контроля, испытания состояния воздушных линий электропередачи

Выполнил студент гр. 2881м: Бахтигареев А.Э.

1. Контроль под напряжением состояния подвесных тарельчатых фарфоровых изоляторов в изолирующих подвесках

- Контроль осуществляется с помощью изолирующих штанг различной конструкции. При контроле проверяется электрическая прочность изоляторов.
- Изолирующие штанги для проверки электрической прочности изоляторов состоят из изолирующей части и измерительной головки.
- Изолирующая часть штанг состоит из бакелитовых трубок длиной 1-2 м, соединяемых между собой металлическими втулками на резьбе. Наибольшая по диаметру трубка является ручкой-держателем и снабжена ограничительным кольцом.
- В зависимости от конструкции измерительной головки штанги подразделяются на:

1. штанги с постоянным искровым промежутком,
2. штанги с переменным искровым промежутком,
3. штанги с измерительным прибором

2. Контроль состояния проводов и грозозащитных тросов

- В процессе эксплуатации ВЛ контроль осуществляется:

1. при осмотрах ВЛ без подъема на опоры;
2. при верховых осмотрах с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах и дистанционных распорках.

- Визуально невооруженным глазом или с применением бинокля выявляются следующие неисправности:

1. оборванные (лопнувшие) или перегоревшие проволоки,
2. следы перекрытия, оплавления или вспучивание верхнего повива ("фонари"), узлы;
3. фиксируются число оборванных, перегоревших проволок, характер их обрыва, степень коррозии стальной части проводов и тросов.

- Верховые осмотры проводов и грозозащитных тросов проводятся как на отключенных ВЛ, так и на ВЛ, находящихся под напряжением, с применением специальных изолирующих устройств.
- При верховых осмотрах с выборочной выемкой проводов и тросов из поддерживающих зажимов определяются повреждения их из-за вибрации, пляски, воздействия токов нагрузки и токов короткого замыкания, истирания плашками зажимов, повреждения проводов от удара по ним дистанционных распорок (в расщепленных проводах фаз или расщепленных тросах). При выявлении повреждений производится проверка состояния проводов и тросов на всех опорах ВЛ (или участка ВЛ).
- Провода (тросы) в пролете могут осматриваться персоналом с непосредственным передвижением по ним (при расщепленных на 3 и более проводах фаз) или с помощью тележек, перемещаемых по проводам (тросам).
- На расщепленных проводах (тросах) необходимо проверять состояние провода (троса) в местах установки зажимов распорок, на участках между зажимами распорок, около гасителей вибрации.

3. Контроль прессуемых соединителей сталеалюминиевых проводов с помощью индикатора ИПС

- Контроль качества соединения сталеалюминиевых проводов сечением от 240 до 800 мм2 на отключенных ВЛ осуществляется с помощью индикатора ИПС (рис. 1) путем определения положения стального сердечника прессуемых соединительных зажимов.
- Корпус 1 индикатора выполнен из капралона, а основание 6 — из алюминия. В корпусе имеются два боковых застекленных отверстия для наблюдения за стрелкой указателя стали.
- Внутри корпуса в цилиндрическом бронзовом кольце шарнирно закреплен в горизонтальном положении магнит 3, представляющий собой цилиндр, сошлифованный с нижней стороны; сверху к магниту прикреплена стрелка 2, окрашенная в красный цвет. Ось вращения магнита проходит через его центр тяжести. В нерабочем состоянии магнит фиксируется с помощью винта 4.

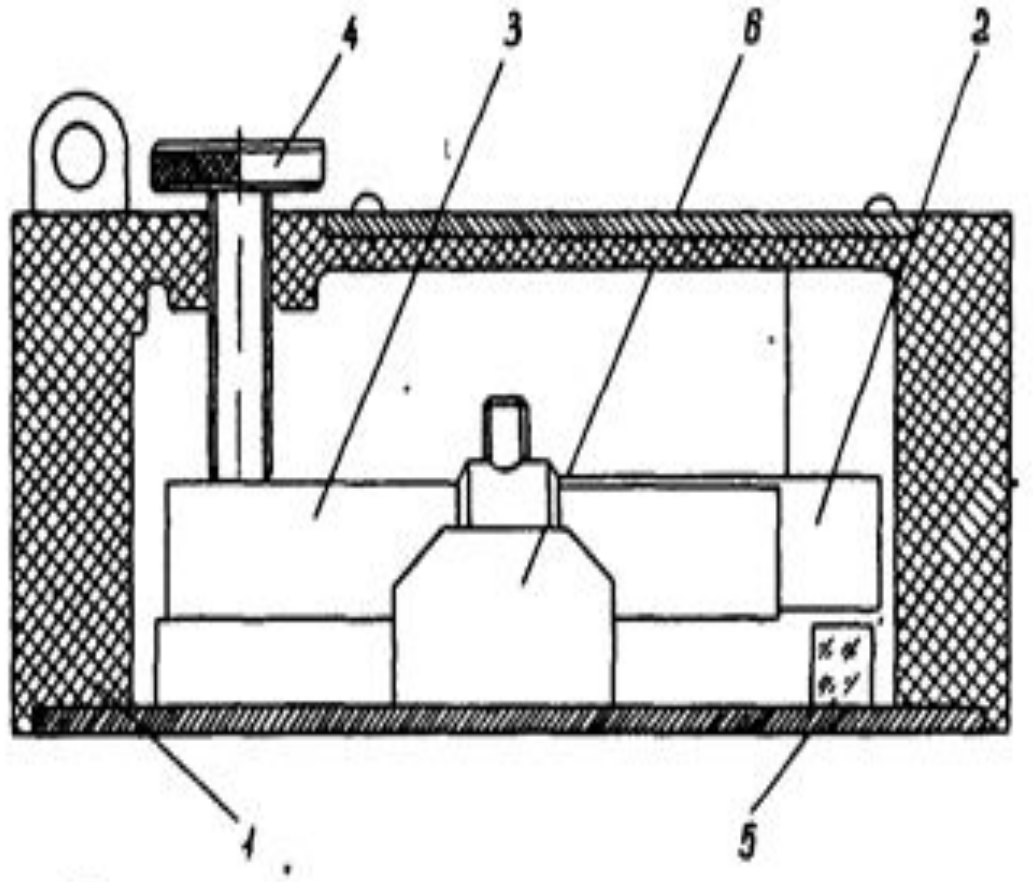

Рис. 1. Индикатор положения соединителей проводов ИПС:

1 — корпус; 2 — стрелка указателя стали; 3 — магнит; 4 — винт; 5 — застекленное отверстие; 6 — основание узла крепления магнита

- Работа индикатора основана на изменении магнитного поля постоянного магнита в месте наложения стальной части соединительного зажима типа САС на стальной сердечник соединяемых сталеалюминиевых проводов.
- При контроле соединительного зажима с помощью индикатора ИПС он приводится в рабочее положение, для чего магнит необходимо освободить, вывернув фиксирующий винт до упора.
- Индикатор плотно накладывается сверху на алюминиевый корпус зажима (при этом продольная, большая ось его совпадает с осью зажима) и перемещается вдоль него от торцов к середине с одной и другой стороны. При пересечении месторасположения торца стальной гильзы зажима магнит индикатора притягивается и стрелка закрывает смотровые отверстия в корпусе. Операция повторяется два-три раза с каждой стороны. На поверхности зажима каждый раз делается отметка карандашом, указывающая место срабатывания индикатора.
- Середина (половина) расстояния между двумя ближайшими отметками будет соответствовать положению торца стальной части зажима.
- Измерив и сравнив расстояния от концов алюминиевого корпуса зажима до полученных в результате контроля отметок, можно судить о положении стального сердечника внутри зажима.
- Если стальной сердечник спрессованного соединительного зажима расположен несимметрично по отношению к алюминиевому корпусу, то зажим считается дефектным и должен отбраковываться.

4. Контроль состояния контактных, болтовых соединений проводов с помощью измерительной штанги

- Контроль состояния контактных болтовых "соединений проводов в петлях и пролетах ВЛ осуществляется на линиях, находящихся под нагрузкой, электрическими измерениями".
- Измерения производят измерительной штангой с головкой, имеющей милливольтметр. Головка состоит из бакелитовой трубки с двумя металлическими электродами на концах, которые накладываются на соединение или на участок провода. Электроды подсоединены к милливольтметру. Головка обычно закрепляется на конце измерительной штанги, изолирующая часть которой рассчитана, на напряжение ВЛ. Милливольтметр головки имеет несколько пределов измерения в зависимости от значения тока, протекающего по болтовому соединению и проводу ВЛ. Отсчет ведется по числу делений на шкале.
- Электрические измерения болтовых соединений проводов с помощью измерительных штанг заключаются в измерении падения напряжения на соединении и целом участке провода.
- Отношение падения напряжения на соединении к падению напряжения на целом участке провода называется коэффициентом дефектности.
- Контактные болтовые соединения проводов бракуются, если падение напряжения на участке соединения более чем в 2 раза превышает падение напряжения на участке целого провода той же длины.

5. Контроль состояния деталей деревянных опор

- Контроль заключается в проверке древесины на загнивание. При этом производится качественная оценка древесины, производящаяся путем внешнего осмотра и простукивания всей детали, и количественная — путем измерения глубины загнивания в опасном сечении.
- Опасные сечения деревянных опор приведены на рис. 2.
- Осмотром определяется наличие наружного кругового загнивания древесины и местного загнивания (отдельных очагов гнили и трещин, где может возникнуть глубокое и быстрое загнивание).
- Простукиванием определяется наличие внутреннего загнивания: чистый, звонкий звук характеризует здоровую древесину, глухой звук указывает на наличие в ней загнивания.
- Простукивание рекомендуется производить в сухую и неморозную погоду, так как при простукивании влажной мерзлой древесины звук искажается. Простукивание производится молотком массой 0,4-0,5 кг.
- Измерения глубины загнивания следует производить в трех точках окружности детали под углом 120° — для деталей, расположенных вертикально или наклонно (приставки, стойки, подкосы, раскосы), и в двух точках окружности (сверху в месте наибольшего загнивания и внизу против первого) — для деталей, расположенных горизонтально (траверсы, распорки и т.п.).
- Первое измерение по окружности вертикально расположенных деталей производится в месте предполагаемой после осмотра и простукивания наибольшей глубины загнивания.
- Определение, степени загнивания деревянных опор у основания производится после полного просыхания поверхности земли; при определении степени загнивания древесины опоры ниже уровня земли на 30-40 см должны быть вырыты ямки вокруг пасынка.

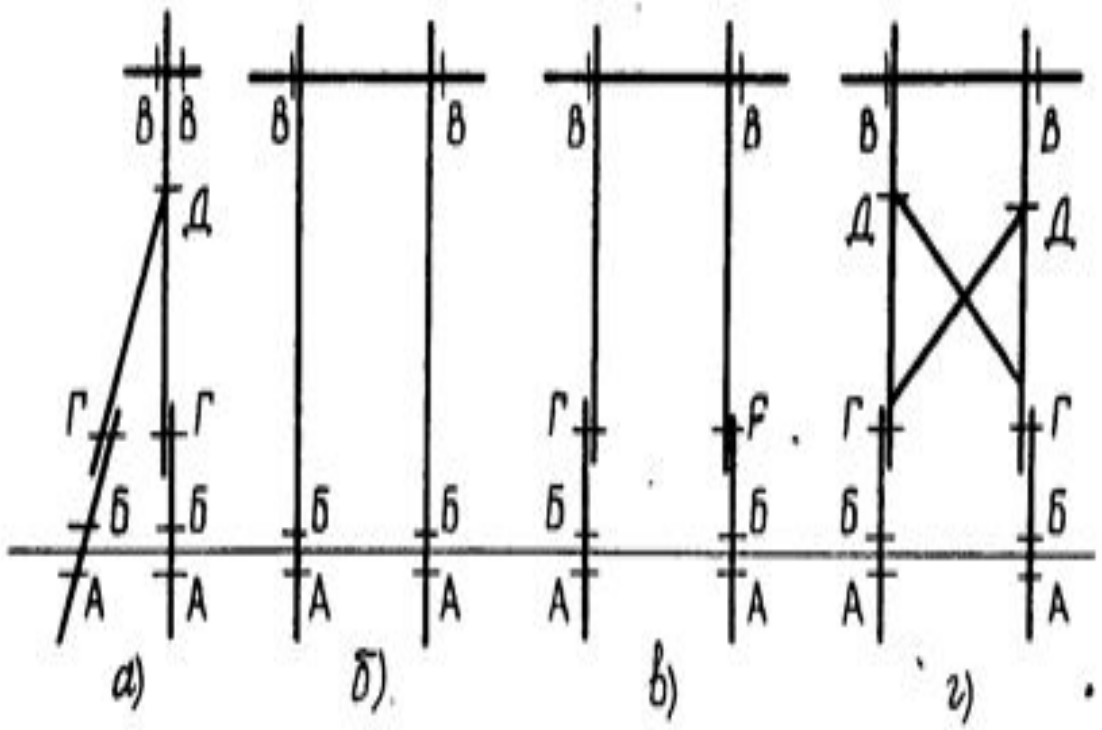

Рис. 2. Опасные сечения деревянных опор:

а — одностоечная опора с подкосом; *б* — П-образная опора без приставок; *в* — П-образная опора с приставками; *г* — П-образная опора с раскосами.

А — на глубине 30-40 см ниже уровня земли; Б — на уровне земли; В — на траверсе в месте сочленения ее со стойкой; Г — у верхних бандажей; Д — в местах закрепления раскосов, распорок и подкосов

6. Контроль состояния металлоконструкций и антикоррозионного лакокрасочного покрытия

- В период эксплуатации ВЛ контроль осуществляется путем их осмотров и обследований.
- Осмотры проводятся с целью качественной уценки состояния металлоконструкций и защитного лакокрасочного покрытия.
- При осмотре выявляются следующие неисправности и дефекты:

1. деформация элементов опоры;
2. дефекты сварных швов;
3. коррозия деталей опоры;
4. дефекты болтовых и заклепочных соединений;
5. разрушение лакокрасочного или цинкового покрытия;
6. неплотное прилегание элементов опоры, несоответствие диаметров гаек диаметрам анкерных болтов, отсутствие гаек на анкерных болтах;
7. повреждения металлоконструкций.

- По результатам осмотров определяется необходимость в проведении обследования.
- При обследовании кроме качественной оценки производится определение количественных характеристик неисправностей путем измерений выявленных дефектов и повреждений с помощью различных инструментов и приборов.
- На основе результатов обследования даются рекомендации по восстановлению и дальнейшей эксплуатации металлоконструкций.
- Детальный осмотр металлоконструкций опор ВЛ, проводимый при обследовании, следует начинать с основания опоры, постепенно поднимаясь вверх по стволу опоры. При этом производится очистка обследуемых конструктивных элементов от пыли и грязи (в основном это касается башмаков опорных зон), а также от краски и продуктов коррозии. Одновременно производятся необходимые измерения.

7. Контроль состояния железобетонных опор и приставок

- Контроль включает следующие технические мероприятия: осмотры, проверки состояния опор и приставок, обследования, испытания для определения механических характеристик конструкций.
- При осмотрах выявляются следующие неисправности и дефекты железобетонных опор и приставок:

1. наклоны вдоль и поперек ВЛ;
2. кривизна (прогиб) стоек;
3. оседание или выдавливание из грунта;
4. недозаглубление;
5. отсутствие защиты от песковыдувания и от действия агрессивных вод;
6. деформация отдельных частей;
7. раковины, щели, трещины, сколы, выколы, пробоины, шелушение, осыпание, выщелачивание бетона, обнажение арматуры, отсутствие гидроизоляции;
8. повреждение металлических частей.

- На основании результатов осмотров и проверок определяется необходимость в проведении обследования опор (приставок).
- Целью обследования является определение количественных характеристик неисправностей, разработка рекомендаций по восстановлению и дальнейшей эксплуатации опор (приставок).

8. Контроль габаритов и стрел провеса проводов и тросов

- Стрела провеса проводов и тросов, габариты линии до земли или пересекаемых объектов измеряют при приемке линии в эксплуатацию для проверки правильности монтажа и в процессе эксплуатации, когда стрелы провеса и габариты могут изменяться за счет вытяжки проводов, проскальзывания проводов в подвесных и натяжных болтовых зажимах, в результате изменения длины гирлянды при замене дефектных изоляторов, наклонов опор, изменения конструкции опор при ремонтных и реконструктивных работах на линии.
- При измерениях расстояний от проводов до поверхности земли и различных объектов, а также стрел провеса следует фиксировать температуру воздуха. Полученные при измерениях фактические значения путем расчетов или с помощью специальных таблиц приводятся к температуре, при которой получаются наибольшие стрелы провеса, которые сопоставляются с проектными данными и допусками, приведенными в нормативно-технических документах.

ИЗМЕРЕНИЕ ГАБАРИТА ИЛИ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА ПРОВОДА (ТРОСА) ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ ПОВЭ

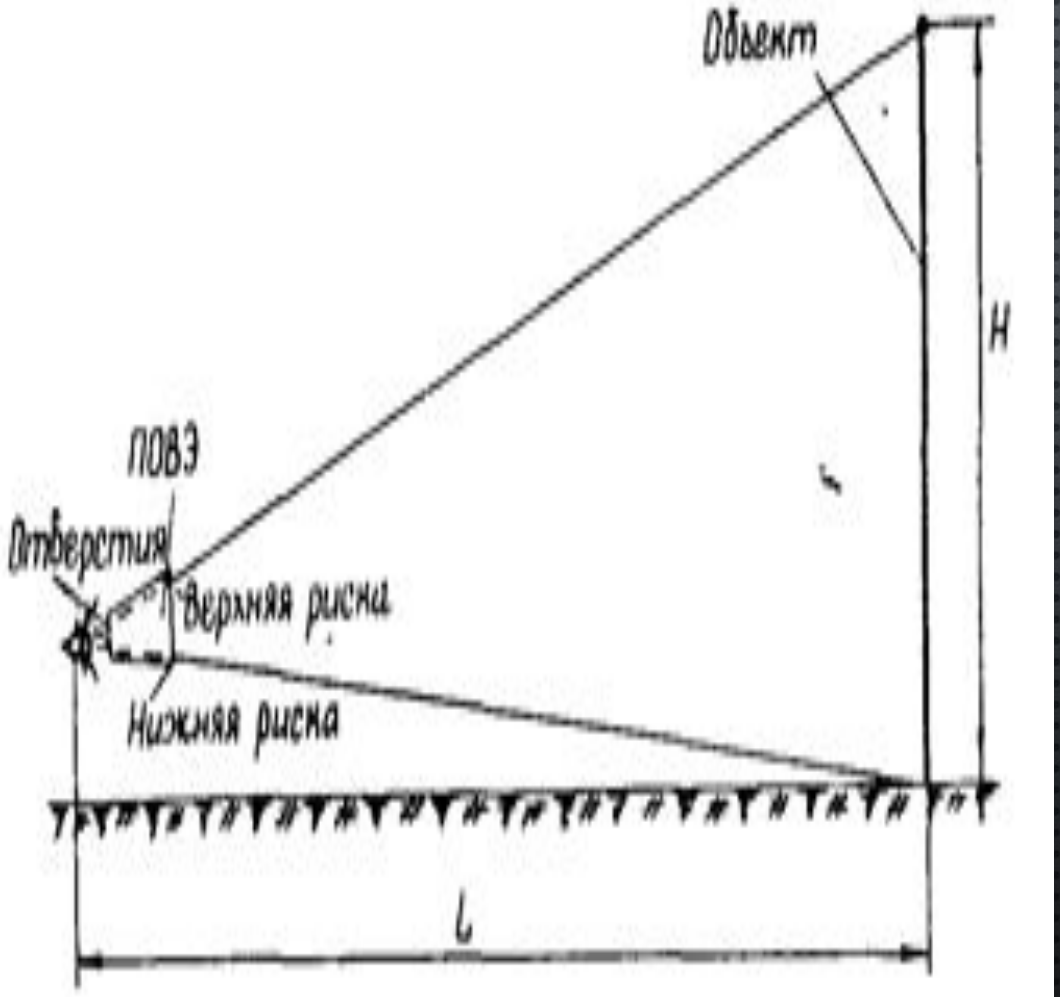

Рис. 3. Схема измерения высоты объекта с помощью ПОВЭ

- Простым и удобным прибором для измерения стрелы провеса или габарита провода до земли (рис. 3) является приспособление для определения высот элементов ПОВЭ (карманный высотомер).
- Прибор представляет собой плоскую коробку, имеющую форму равностороннего треугольника. В основание треугольника вставлено стекло, на котором нанесены две риски. В вершине треугольника имеются два отверстия, через которые производится визирование.
- Для определения высоты измеряемого объекта (высоты дерева под проводами, высоты опоры или подвески провода на опоре) наблюдатель удаляется от него, держа приспособление отверстиями у глаз, на такое расстояние, при котором риски на стекле совпадают: верхняя — с вершиной объекта, нижняя — с его основанием; затем измеряется рулеткой расстояние от объекта до наблюдателя (L). Искомая высота (H) равняется половине этого расстояния.
- Для определения высоты провода над землей под проводом в месте измерения забивается колышек. Затем наблюдатель удаляется от линии в направлении, перпендикулярном к ней, держа приспособление отверстиями у глаз на расстояние, при котором риски совпадают, верхняя — с проводом, нижняя — с основанием колышка. Измеряется расстояние от наблюдателя до колышка. Габарит провода в месте измерения равен половине этого расстояния.
- Для определения стрелы провеса провода измеряется сначала высота подвески провода на опоре, как указано выше, затем наименьший габарит над землей и находят их разность.
- Погрешность измерений ПОВЭ при высоте объектов или габаритах до 50 м не превышает 4%, что является допустимым.

ИЗМЕРЕНИЕ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА ПРОВОДА (ТРОСА) ВИЗИРОВАНИЕМ С ПОМОЩЬЮ ДВУХ РЕЕК

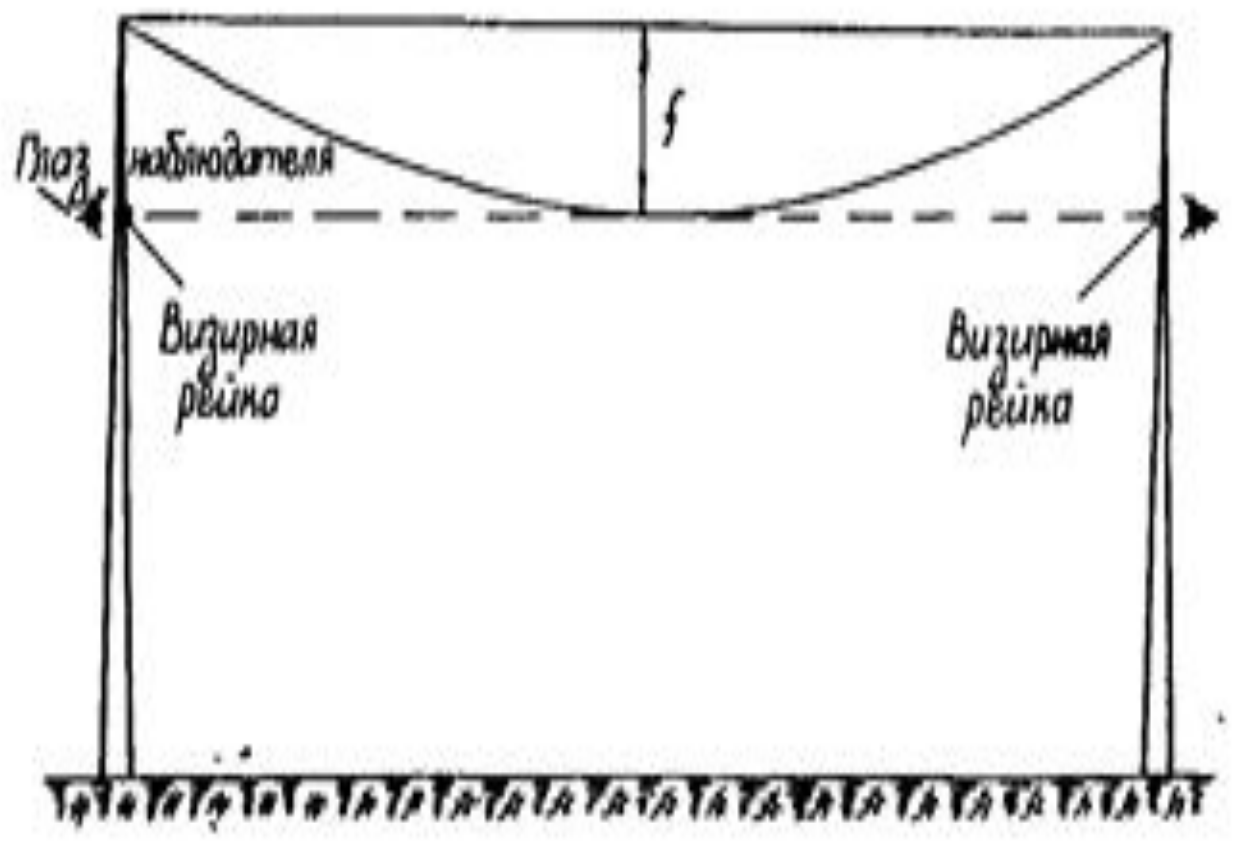

Рис. 4. Схема измерения стрелы провеса визированием

- На стойках опор, в пролете между которыми измеряется стрела провеса, от точки подвеса провода отмеряется расчетное значение стрелы провеса для данной длины пролета и температуры окружающего воздуха, и в этих местах на опорах закрепляются горизонтальные рейки (рис. 4). Расположившись на опоре таким образом, чтобы глаз оказался на уровне одной из реек, монтер смотрит на рейку соседней опоры. При расчетной стреле провеса низшая точка провода должна находиться на прямой линии, соединяющей обе визирные рейки.
- При отклонении действительной стрелы провеса провода от расчетной следует перемещать одну из реек вверх или вниз до тех пор, пока низшая точка провода не совпадет с прямой линией, соединяющей обе визирные рейки. В этом случае измеряемое значение стрелы провеса будет равно полусумме расстояний от уровня подвеса провода до реек на соседних опорах.
- При горизонтальном расположении проводов на опорах визирование среднего провода удобнее производить, закрепляя рейки на одной опоре на левой стойке, а на другой — на правой.

ИЗМЕРЕНИЕ СТРЕЛ ПРОВЕСА ТЕОДОЛИТОМ

- Наиболее точно стрелы провеса могут быть измерены с помощью теодолита.
- Теодолит устанавливается на расстоянии 50-60 м от линии, так чтобы расстояния от прибора до вертикальных проекций низшей точки провода и точки подвеса провода на опоре (R1 и R2) были примерно одинаковы (рис. 5). Эти расстояния тщательно измеряются с помощью рулетки или с помощью теодолита и рейки.
- Вертикальная визирующая ось теодолита направляется на точку подвеса провода на опоре и производится отсчет превышения этой точки над горизонтальной осью прибора (угол в). Аналогично производится отсчет превышения низшей точки провода над горизонтальной осью прибора (угол а). По полученным отсчетам определяется стрела провеса провода как разность подсчитанных значений.

$$h_1 = R_1 \cdot \mathrm{tg}\beta;\ h_2 = R_2 \cdot \mathrm{tg}\alpha;\ f = h_1 - h_2.$$

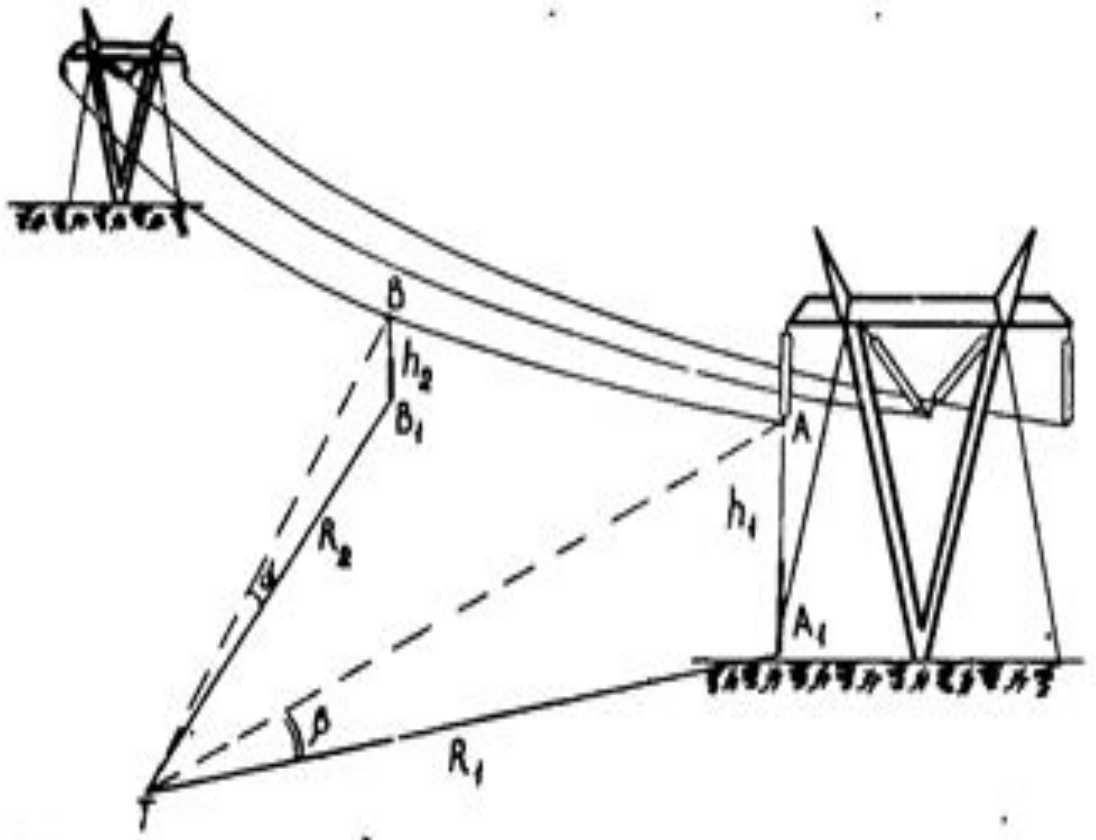

Рис. 5. Измерение стрел провеса с помощью теодолита:

А — точка подвеса провода на опоре; A_1 — проекция точки А на землю; В — низшая точка провода в пролете; B_1 — проекция точки В на землю; Т — точка установки теодолита; R_1 и R_2 — расстояния от теодолита до точек А и В соответственно; h_1 — высота подвеса провода на опоре; h_2 — высота точки В

9. Контроль тяжения в оттяжках опор линий электропередачи методом свободных колебаний

- Метод основан на зависимости между периодом свободных однополуволновых поперечных колебаний оттяжки (т) и величиной тяжения в ней Т:
- $$\tau = 2\sqrt{\frac{lG}{gT}},$$
- где / — длина оттяжки, м;
- G — масса оттяжки, кг;
- g — ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с.
- По этой формуле до начала измерений строится график или подсчитывается таблица зависимости тяжения в оттяжке от времени десяти колебаний оттяжки при ее диаметре до 50 мм и длине 15-35 м. Для оттяжки каждого типа будет иметь место своя зависимость.
- В массу G тросовых оттяжек входит масса самой оттяжки и смазки ЗЭС, если оттяжки смазаны. Для ориентировки можно принять расход смазк.1 15 г на погонный метр троса.
- Масса стержневых оттяжек устанавливается по данным, приведенным в рабочих чертежах. Анкерные болты и детали крепления оттяжек при расчетах не учитываются. Оттяжки должны быть свободны от гололеда.
- Тяжение в оттяжке для построения графика или составления таблицы задается произвольно, например, 1,0 т, 1,5 т, 2,0 т, 2,5 т, ... 5,0 т.
- Операции по определению тяжения в оттяжках выполняются в следующей последовательности:

1. возбуждаются в оттяжке свободные однополуволновые колебания;
2. определяется секундомером время десяти полных колебаний;
3. определяется по этому времени, с помощью графика или таблицы, значение тяжения в оттяжке.

- Свободными однополуволновыми колебаниями оттяжки являются колебания, имеющие в любой момент времени форму полуволны синусоиды. Такие колебания оттяжки легко вызываются, если ее раскачать, взявшись за нее рукой на расстоянии 1,0-1,5 м от анкерных болтов.

- Свободные однополуволновые колебания оттяжки следует вызывать в направлении, перпендикулярном действию собственной массы (рис. 6). Если при этом возникнут колебания высших гармонических составляющих, которые сделают невозможным установить время десяти свободных однополуволновых колебаний, оттяжку следует остановить и вновь раскачать.
- Рекомендуется после раскачивания оттяжки не отпускать ее, а, попав в такт свободных однополуволновых колебаний, слегка поддерживать ее. Это устранит появление колебаний других гармонических составляющих и бегущих волн и уменьшит затухание основных колебаний.
- При определении времени десяти колебаний рекомендуется начинать счет с нуля, вести счет вслух, причем на счете "нуль" включать секундомер, а на счете "десять" выключить его. За одно полное колебание следует считать промежуток между двумя ближайшими одинаковыми фазами или положениями оттяжки. Так, если секундомер включен при крайнем правом положении оттяжки, то после того, как она снова займет это же положение, можно считать, что оттяжка совершила одно полное однополуволновое колебание.

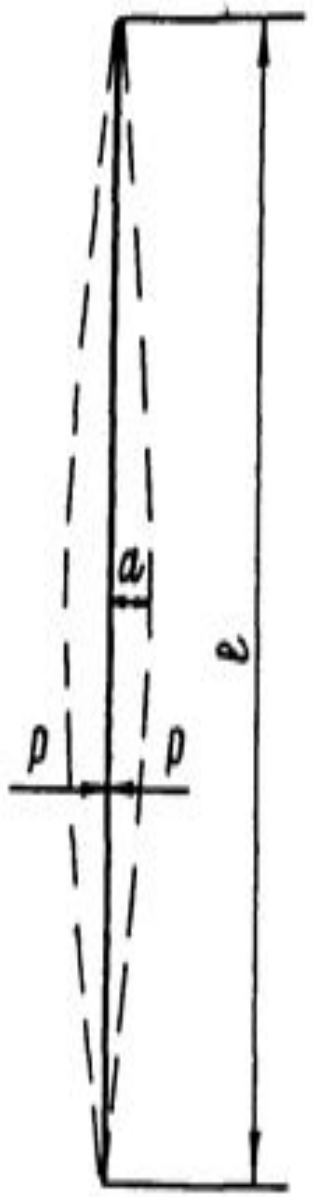

Рис. 6. Характер свободных однополуволновых колебаний оттяжки и направление возмущающих сил:

l — длина оттяжки; а — амплитуда колебания; Р — возмущающая колебания сила