***2.2.7.Лабораторная работа по механическому расчету опор***

Силы, воздействующие на опоры воздушных линий электропередачи и их основания, называются нагрузками. Расчет металлических опор производится по методу предельных состояний, то есть учитываются состояния, при достижении которых конструкция опоры перестает удовлетворять предъявляемым к ней требованиями по условиям эксплуатации [12, 13].
Предельные состояния подразделяются на две группы: группа 1: возможность дальнейшей эксплуатации полностью исключена (потеря устойчивости).
группа 2: эксплуатация возможна, но с ограничениями. Возможность возникновения предельного состояния зависит от:

1. механических свойств материалов конструкций или физических свойств грунта;
2. условий работы конструкций;
3. изменчивости нагрузок.

Мера изменчивости нагрузок называется коэффициентом перегрузки n [Приложение 2, табл. 2.5].
Нагрузки, соответствующие условиям эксплуатации опоры, называются нормативными нагрузками. К ним относятся все нагрузки, рассмотренные при расчете провода на прочность (параграф 2.3).
В расчетах опор и их оснований помимо нормативных нагрузок используют расчетные, получаемые путем умножения нормативных нагрузок на коэффициенты n [Приложение 2, табл. 2.5]. Коэффициенты определены в зависимости от режима работы воздушной линии.
Согласно [13] различают три режима, которые могут быть в процессе монтажа и эксплуатации воздушных линий.
Режим 1 - нормальный. Нормальным режимом называется работа линии при необорванных проводах и тросах. В этом режиме на опоры и их основания действуют следующие виды нагрузок (рис. 2.53, а, б):

1. постоянные: собственный вес опор Gоп [6, стр. 30-51, табл. 1.25-1.45], изоляторов G г [6, стр. 65-68, табл. 1.64-1.67], проводов G п и тросов G т без гололеда [6, стр. 53-59, табл. 1.47-1.57]; нагрузки от тяжений проводов ΔΤ п и тросов ΔΤ т при среднегодовой температуре и отсутствии гололеда и ветра;
2. кратковременные: от давления ветра на провода Qп, тросы Q т и опоры; от веса гололеда на проводах и тросах.

Работа линии в нормальном режиме происходит в течение большей части времени их эксплуатации, поэтому принимаемые в нормальном режиме нагрузки называют основными сочетаниями.
Режим 2 - аварийный. Аварийным режимом работы называется работа линии при обрыве проводов и тросов. Продолжительность воздействия нагрузок аварийного режима сравнительно невелика, поэтому в расчетах по аварийному режиму расчетные нагрузки и нормативные тяжения проводов умножаются коэффициенты. Схемы нагрузок на опоры в аварийном режиме приведены на рис. 2.54, а, б.
Режим 3 - монтажный. Монтажным режимом работы называется работа конструкции в условиях монтажа опор, проводов и тросов. Сочетания нагрузок в монтажном режиме относят к числу основных.

Рис. 2.53. Схемы нагрузок на опору в нормальном режиме работы воздушной линии: а - на промежуточную двухцепную; б - на анкерную

Рис. 2.54. Схемы нагрузок на опору в аварийном режиме работы воздушной линии: а - на промежуточную одноцепную; б - на анкерную

Опоры воздушных линий электропередачи отличаются от всех остальных инженерных сооружений, так как размеры инженерных сооружений определяются вертикальными нагрузками от собственного веса и полезными технологическими нагрузками, для которых предназначены сооружения. Основными нагрузками, определяющими размеры элементов опор и фундаментов, являются горизонтальные, а дополнительными - вертикальные.

Горизонтальные нагрузки состоят из:

1. ветровой нагрузки на конструкцию опоры. Для нормальных стальных опор высотой до 50 м полная ветровая нагрузка определяется по формуле:

Pоп = Сх·Qн · S ·β,                                                                            (2.66)
где S - площадь проекции конструкции по наружному обмеру с наветренной стороны на плоскость, перпендикулярную направлению ветра, м2;
β - коэффициент, учитывающий динамическое воздействие порывов ветра: для стальных свободностоящих опор β = 1,5; для опор на оттяжках β = 1,65; для деревянных и железобетонных опор β = 1,65.

1. ветровой нагрузки на провода и тросы (параграф 2.3);
2. нагрузки от тяжения проводов и тросов.

Нагрузки от тяжения проводов и тросов определяют по выражению:
T = F · σ, (2.67)
где F - сечение провода, мм ;
σ - напряжение в проводе, определяемое из механического расчета, даН/мм2.
К вертикальным нагрузкам относят:

1. собственный вес опоры [6, стр. 30-51, табл. 1.25-1.45];
2. вес гирлянд изоляторов с арматурой [6,стр.65-68, табл.1.64-1.67];
3. вес проводов и тросов (параграфы 2.3 и 2.8);
4. вес монтера с монтажными приспособлениями. Нормативный вес монтажных приспособлений и монтера с инструментом принимается: для всех опор воздушных линий 500 кВ - 250 даН; для промежуточных опор линий 35-330 кВ с подвесными изоляторами - 150 даН; для анкерных опор - 200 даН; для всех опор линий со штыревыми изоляторами - 100 даН.

Пример 2.11
Пользуясь данными и результатами расчетов предыдущих примеров, определить нормативные и расчетные нагрузки на промежуточную металлическую опору П220-2 в нормальном режиме работы воздушной линии для дальнейшего выбора и проверки фундамента под опору.
Решение
1. Определим нормативные нагрузки.
На промежуточную опору в нормальном режиме работы воздушной линии действуют нагрузки, показанные на рис. 2.53, а:

1. постоянные нагрузки:

собственный вес опоры [6, стр. 40, табл. 1.34] 
собственный вес гирлянд изоляторов [6, стр. 65, табл. 1.65]

где nг - количество гирлянд изоляторов на опоре, шт;
Gг - вес одной гирлянды изоляторов, кг (пример 2.6);
собственный вес провода на весовой пролёт
lвес = 335 м, (пример 2.6); собственный вес 1 м провода Mп = 0,997 кг/м (даН/м) (пример 2.1), тогда с учетом двух цепей и трехфазной системы получим:
собственный вес троса на весовой пролёт
собственный вес 1 м троса - Mт = 0,6274 кг/м (даН/м) (пример 2.10), тогда

итого по постоянным нормативным нагрузкам


1. кратковременные нагрузки:

нагрузка от давления ветра на провода без гололеда (ветер направлен перпендикулярно оси линии)
с учетом трехфазной системы и двух цепей воздушной линии получим:

где р 4 - единичная горизонтальная нагрузка от давления ветра на провод, свободный от гололеда, даН/м (пример 2.1);
нагрузка от давления ветра на трос без гололеда определим единичную нагрузку от давления ветра на трос без гололеда, воспользовавшись расчетом одноименной удельной нагрузки (пример 2.10)

нагрузка от веса гололеда на проводах
с учетом трехфазной системы и двух цепей воздушной линии получим:

где р 2 - единичная нагрузка от массы гололедных отложений, даН/м (пример 2.1);
нагрузка на трос от веса гололеда
определим единичную нагрузку от массы гололедных отложении на трос, воспользовавшись расчетом одноименной удельной нагрузки (пример 2.10)

нагрузка от давления ветра на конструкцию опоры
ветровая нагрузка на конструкцию опоры определяется по формуле (2.66):
где Cx = 1,1 - аэродинамический коэффициент (пример 2.1);
Qн = 65 даН/м - скоростной напор ветра (пример 2.1);
S = 5,4 · 22,5 +1,4 · (6,5 + 6,5 + 5,5) = 147,4 м - площадь проекции конструкции по наружному обмеру с наветренной стороны на плоскость, перпендикулярную направлению ветра: 5,4 м - ширина базы опоры у основания; 22,5 м - высота опоры до нижней траверсы; 1,4 м - средняя ширина ствола опоры от нижней траверсы до верхушки тросостойки; 6,5 + 6,5 + 5,5 м - размеры опоры от нижней траверсы до средней, от средней до верхней и от верхней до верхушки тросостойки, соответственно, (Приложение 2, рис. 2.12, б).
β = 1,5 - коэффициент, учитывающий динамическое воздействие порывов ветра (параграф 2.9.4);
итого по кратковременным нормативным нагрузкам

2. Определим расчетные нагрузки.
Расчетные нагрузки получают путем умножения нормативных нагрузок на коэффициенты перегрузки в нормальных и аварийных режимах - n [Приложение 2, табл. 2.5]:
нагрузка от собственного веса конструкций опор, гирлянд изоляторов, веса проводов и тросов

нагрузка от веса гололеда на проводах и тросах

нагрузка от давления ветра на конструкцию опоры при наличии гололеда на проводах и тросах

нагрузка от давления ветра на провода и тросы, свободные от гололеда

итого по расчетным нагрузкам


http://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/proektirovanie-mehanicheskoy-chasti-vl-21.html