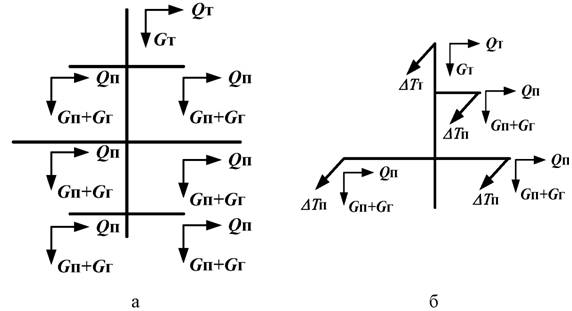
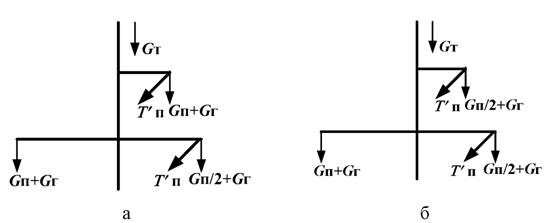
***2.2.7.Лабораторная работа по механическому расчету опор***

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] http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-22_0003.jpg  
собственный вес гирлянд изоляторов [6, стр. 65, табл. 1.65]  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-24_0003.jpg  
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:http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-26_0003.jpg  
собственный вес троса на весовой пролёт  
собственный вес 1 м троса - Mт = 0,6274 кг/м (даН/м) (пример 2.10), тогда  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-28_0003.jpg  
итого по постоянным нормативным нагрузкам  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-30_0003.jpg

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:  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-32_0003.jpg  
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)  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-34_0003.jpg  
нагрузка от веса гололеда на проводах  
с учетом трехфазной системы и двух цепей воздушной линии получим:  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-36_0003.jpg  
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)  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-38_0003.jpg  
нагрузка от давления ветра на конструкцию опоры  
ветровая нагрузка на конструкцию опоры определяется по формуле (2.66):http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-40_0003.jpg  
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  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-42_0003.jpg  
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  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-44_0003.jpg  
нагрузка от веса гололеда на проводах и тросах  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-46_0003.jpg  
нагрузка от давления ветра на конструкцию опоры при наличии гололеда на проводах и тросах  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-48_0003.jpg  
нагрузка от давления ветра на провода и тросы, свободные от гололеда  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-50_0003.jpg  
итого по расчетным нагрузкам  
http://leg.co.ua/images/knigi/oborud/proektirovanie-vl/vl-52_0003.jpg

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