

ЛЕКЦИЯ 7

Опоры воздушных линий электропередачи

7.1. Общая характеристика воздушных линий электропередачи

Основными элементами ВЛ являются:

- строительные конструкции опор: деревянные, металлические, железобетонные;
- токоведущие провода: стальные, сталеалюминевые, алдреевые и т.д.
- грозозащитные тросы;
- фундаменты: сборные железобетонные (подножки), монолитные, свайные; фундаменты под оттяжки;
- оттяжки;
- изоляторы: фарфоровые, стеклянные, полимерные;
- несущая арматура: соединительные скобы, пальцы; поддерживающие и натяжные зажимы; муфты для опрессовки проводов и т.д.;
- второстепенная арматура: фазовые распорки, гасители вибрации, различного рода экраны и т.д.

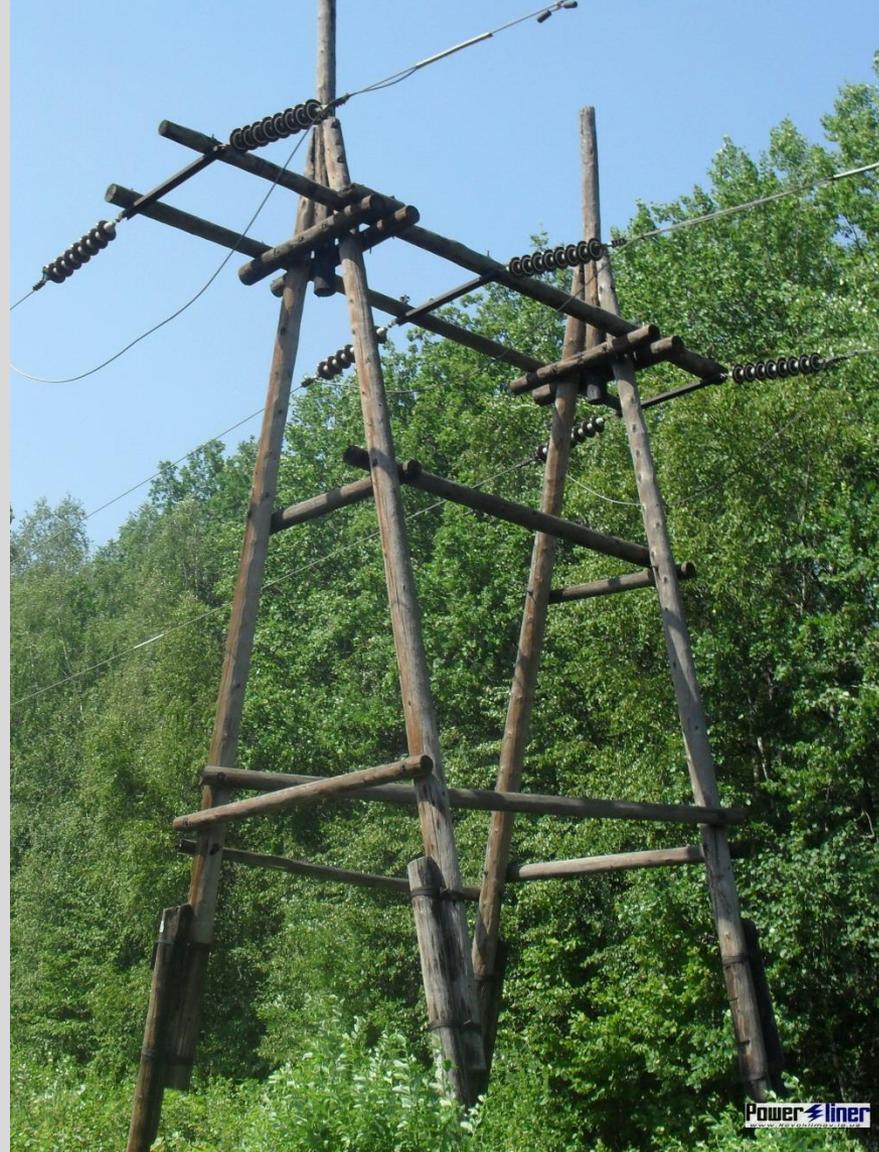


Рис. 7.1. Основные элементы ВЛ:

а – деревянная П-образная опора ЛЭП 110кВ; б – деревянная АП-образная опора ЛЭП 110кВ

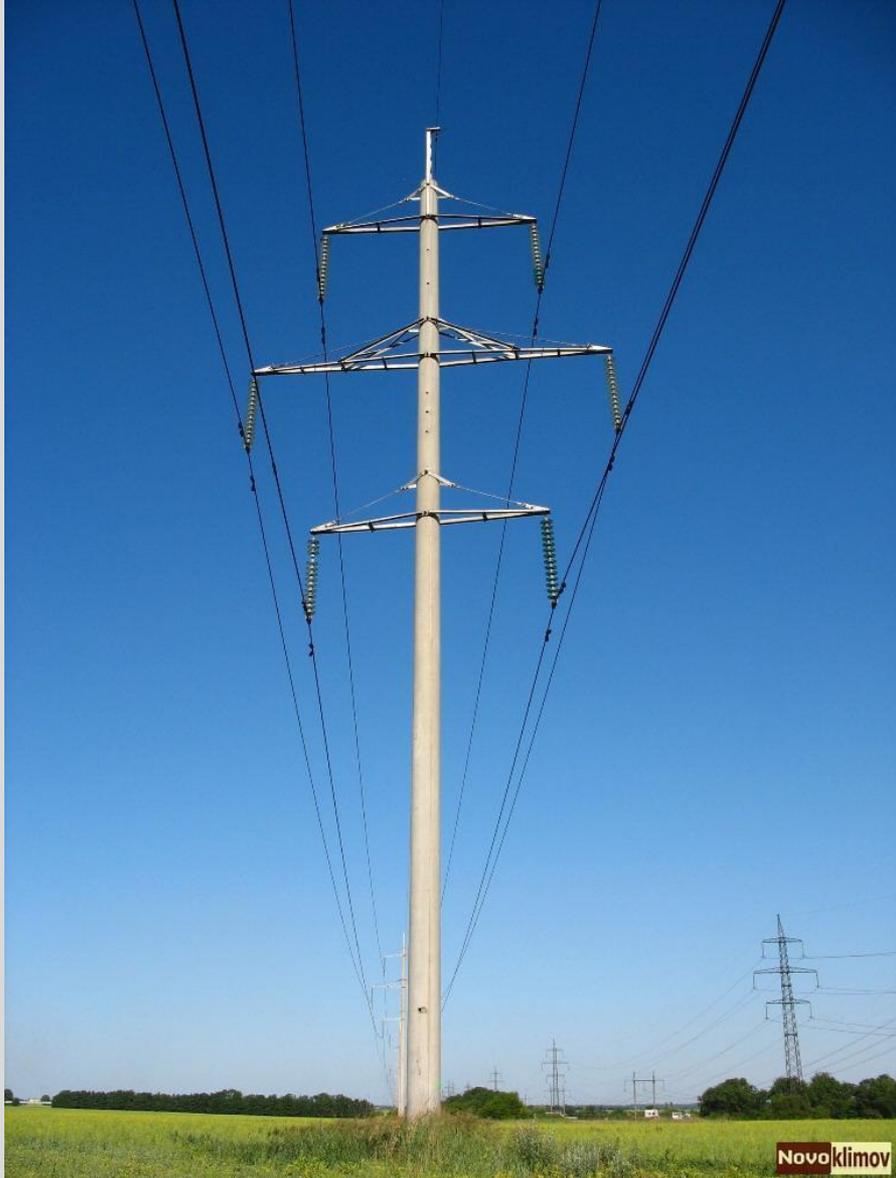


Рис. 7.2. Основные элементы ВЛ:

а – железобетонная промежуточная опора ЛЭП 110кВ; б – железобетонная анкерная трехстоечная опора ЛЭП 6-10кВ

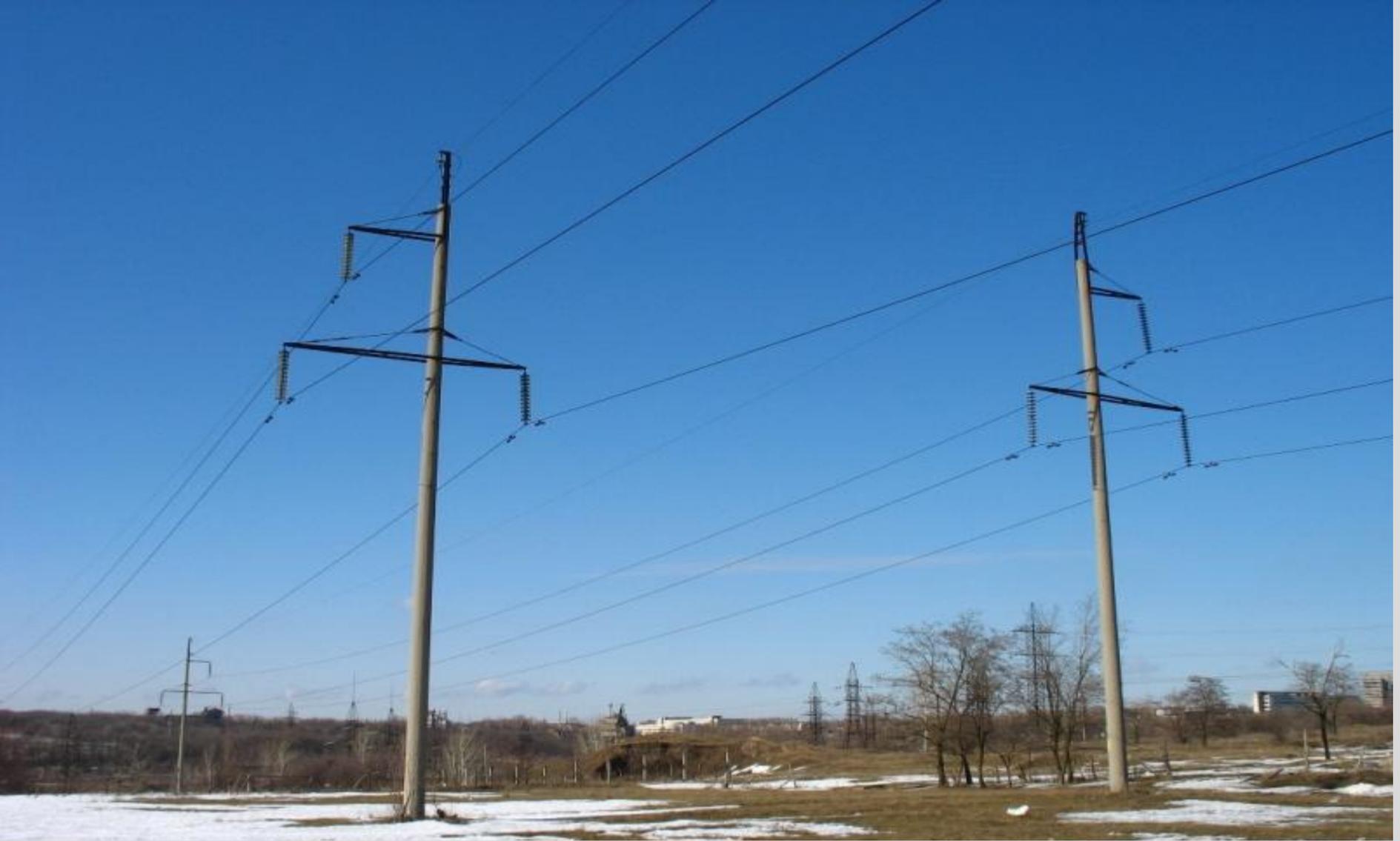


Рис. 7.3. Железобетонная промежуточная одноцепная опора ЛЭП 150кВ

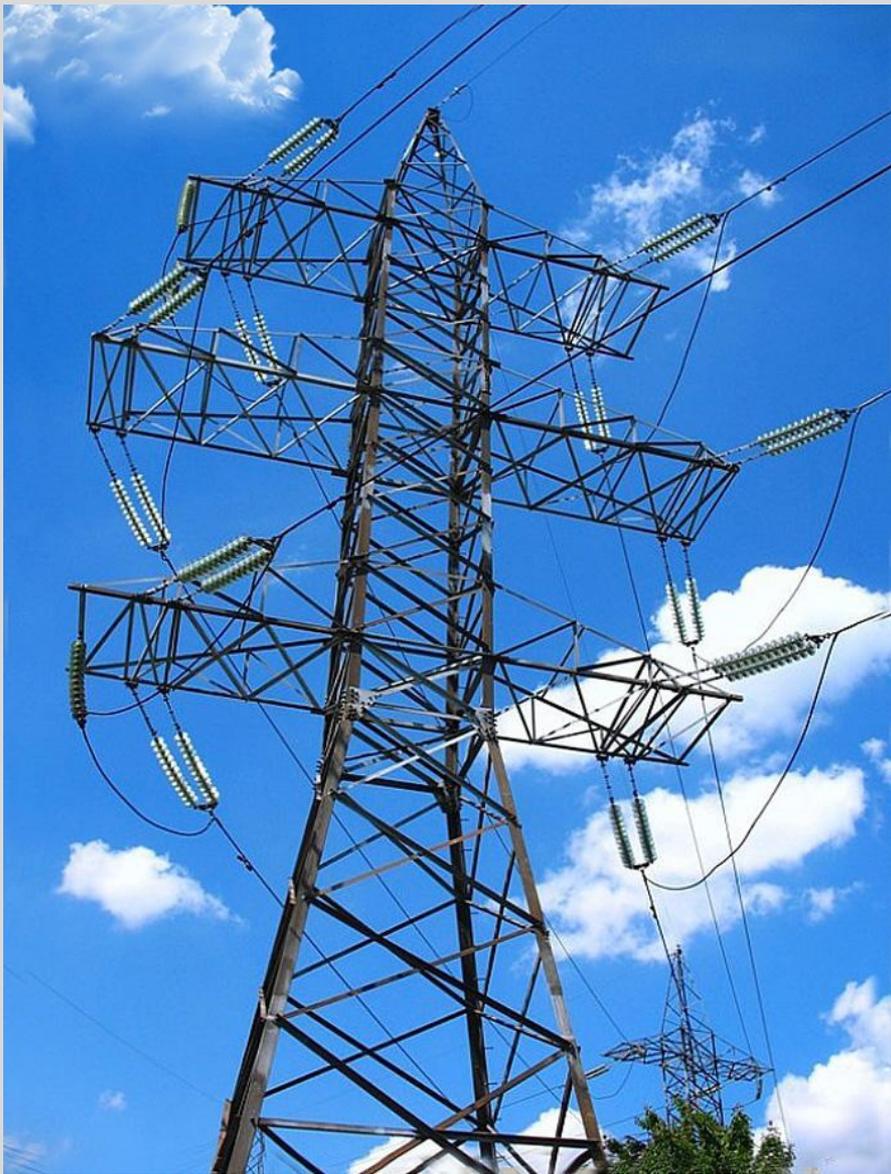


Рис. 7.4. Металлические опоры ЛЭП:

а) анкерно-угловая; б) промежуточная опора

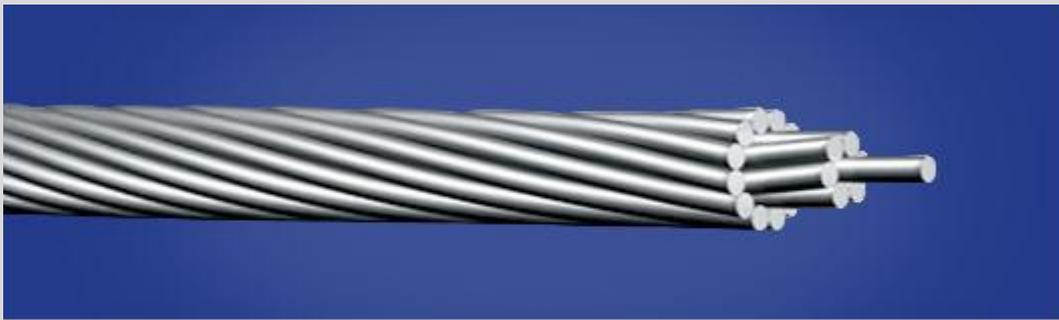


Рис. 7.5. Основные элементы ВЛ:

а – сталеалюминиевый токоведущий трос; **б** – алюминиевый токоведущий трос;

в – грозозащитный стальной трос



Рис. 7.6. Фундаменты под опоры ВЛ:

а – грибовидный с наклонной стойкой; **б** – грибовидный с вертикальной стойкой



Рис. 7.6. Натяжная гирлянда концевой опоры ЛЭП



Рис. 7.7. Несущая арматура опор ЛЭП



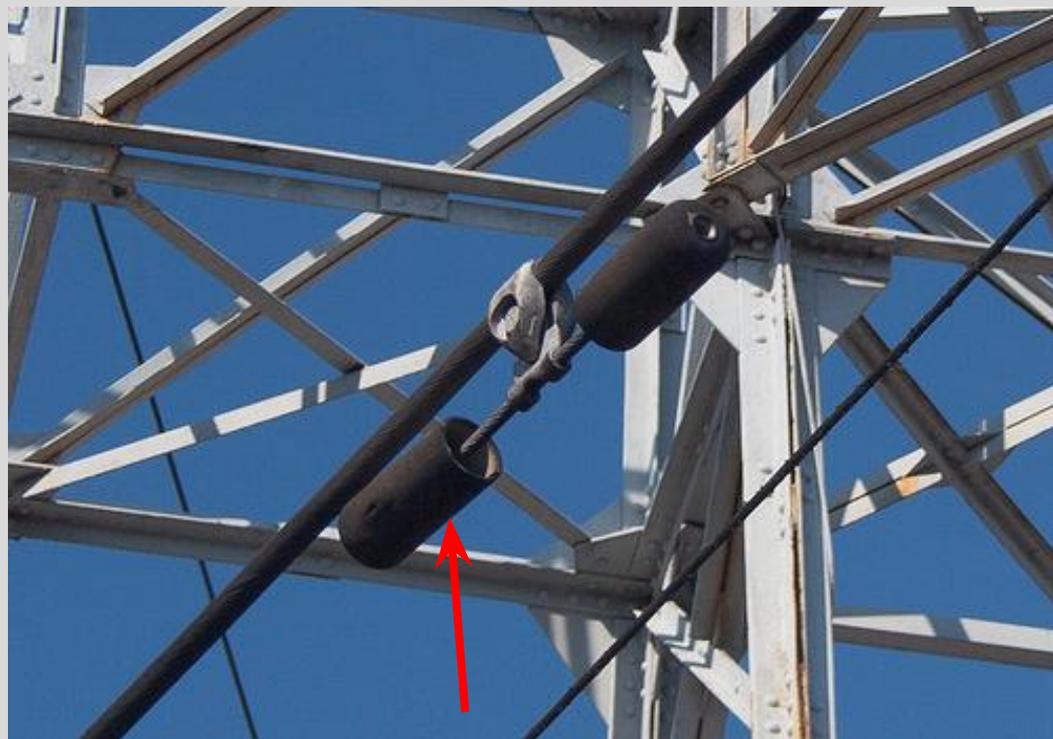
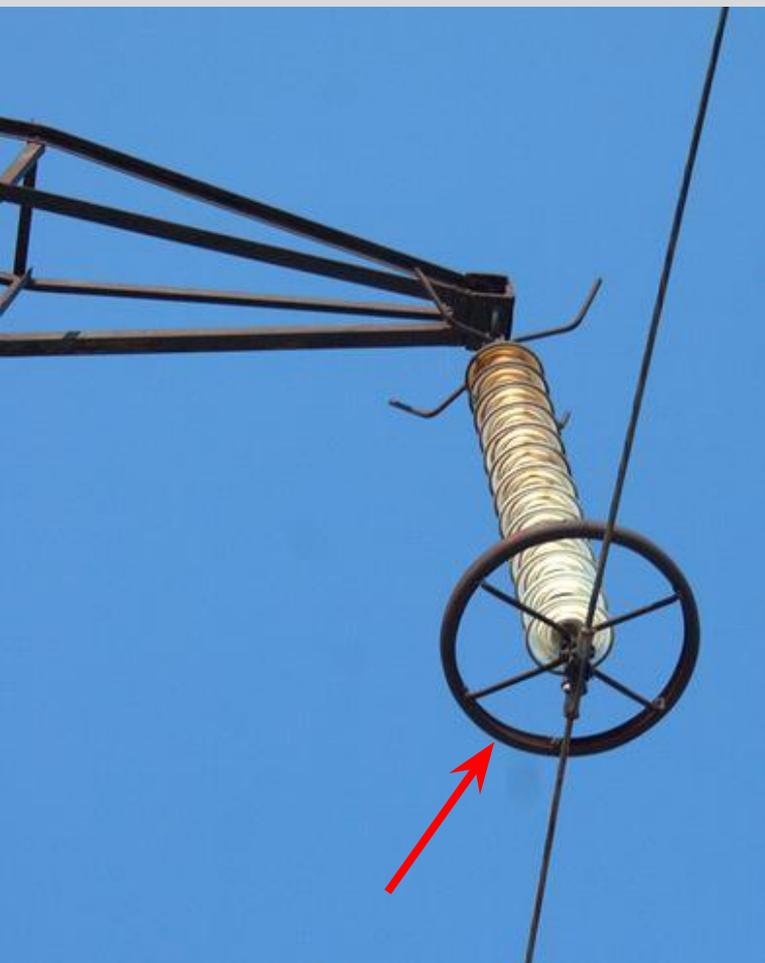


Рис. 7.8. Второстепенная арматура опор ЛЭП:

а) защитный экран; б) гаситель вибраций

7.2. Классификация опор воздушных линий электропередачи

В зависимости от назначения различаются:

- промежуточные опоры, предназначенные для свободной подвески проводов на штыревых изоляторах или подвесных гирляндах изоляторов. Эти опоры в нормальном режиме работы линий не воспринимают усилий, направленных вдоль линии;
- анкерные опоры, предназначенные для закрепления на них проводов и тросов через натяжные гирлянды изоляторов или штыревые изоляторы; эти опоры воспринимают полное натяжение проводов и тросов;
- угловые опоры, обеспечивающие возможность изменения направления воздушной линии в определенных точках трассы; угловые опоры могут быть как анкерные, так и промежуточные;
- концевые опоры, ограничивающие линию электропередачи у порталов подстанций; это анкерные опоры, рассчитанные на одностороннее натяжение проводов и тросов;
- специальные опоры – это анкерные или промежуточные опоры, установленные на определенных участках (переходные, транспозиционные, отпаечные и т. п.).

В зависимости от конструктивного исполнения различают:

- по расположению проводов – опоры с вертикальным, горизонтальным и треугольным расположением проводов одной цепи;
- по количеству цепей на опоре – одноцепные, двухцепные, трехцепные и т. д.;
- по конструкции опоры – одностоечные, порталные, опоры с оттяжками, опоры типа «рюмка» и т. д.;
- по характеристике основания – узкобазые и широкобазые.

Материалом для изготовления деталей опоры служат древесина, металл и железобетон. В зависимости от того, из какого материала выполнены основные элементы опоры, их подразделяют на деревянные, металлические и железобетонные.

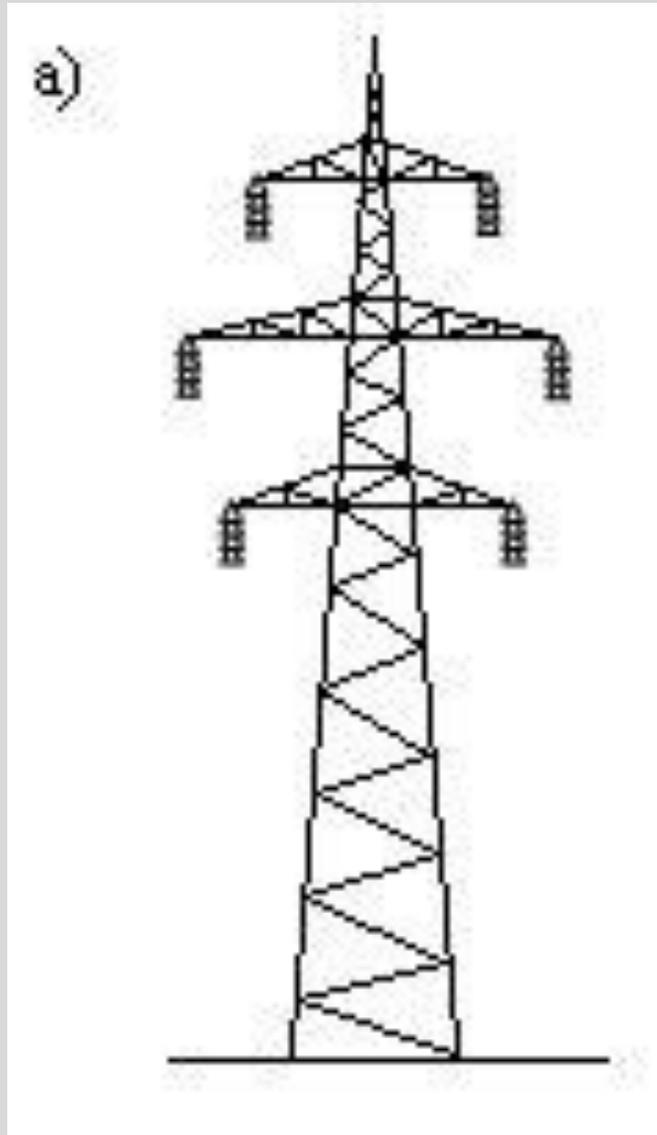


Рис. 7.9. Двухцепная одностоечная узкобазая опора с вертикальным расположением проводов

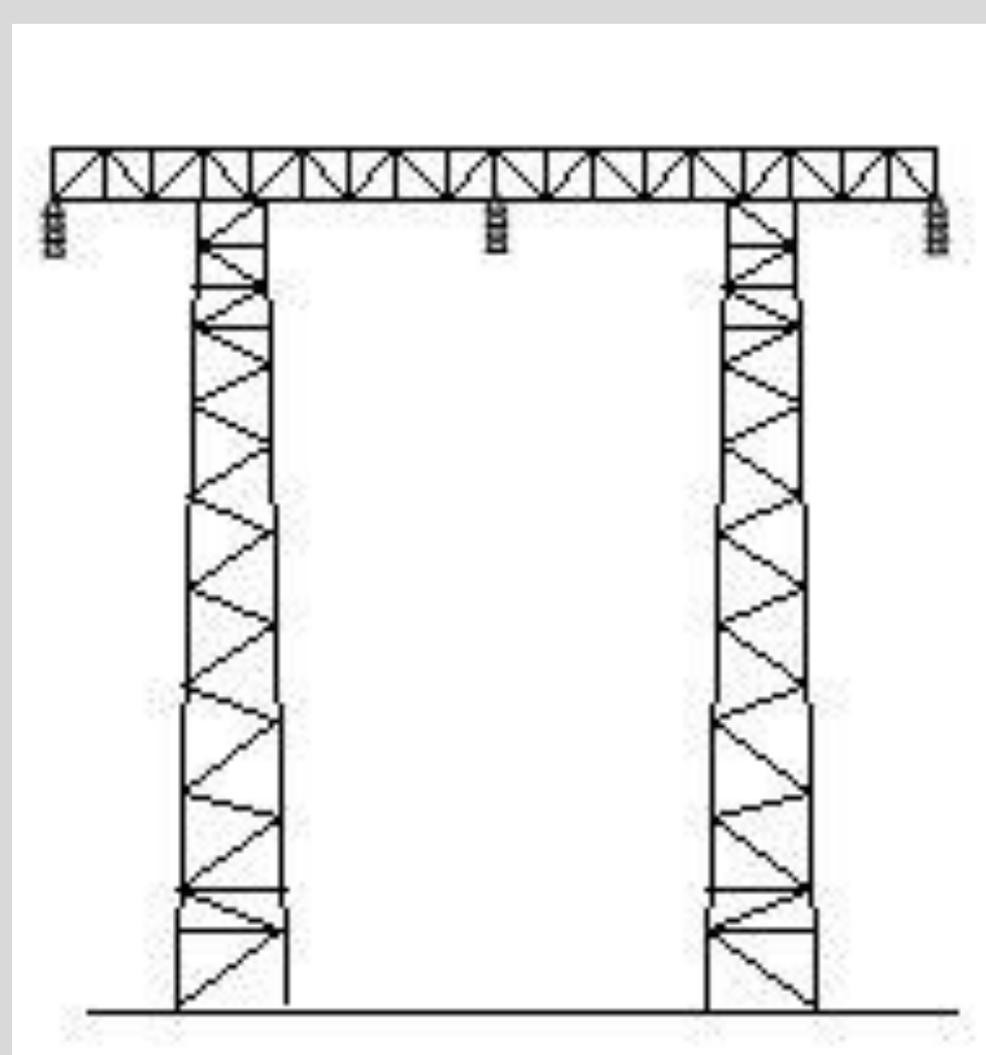


Рис. 7.10. Одноцепная опора порталного типа с горизонтальным расположением проводов

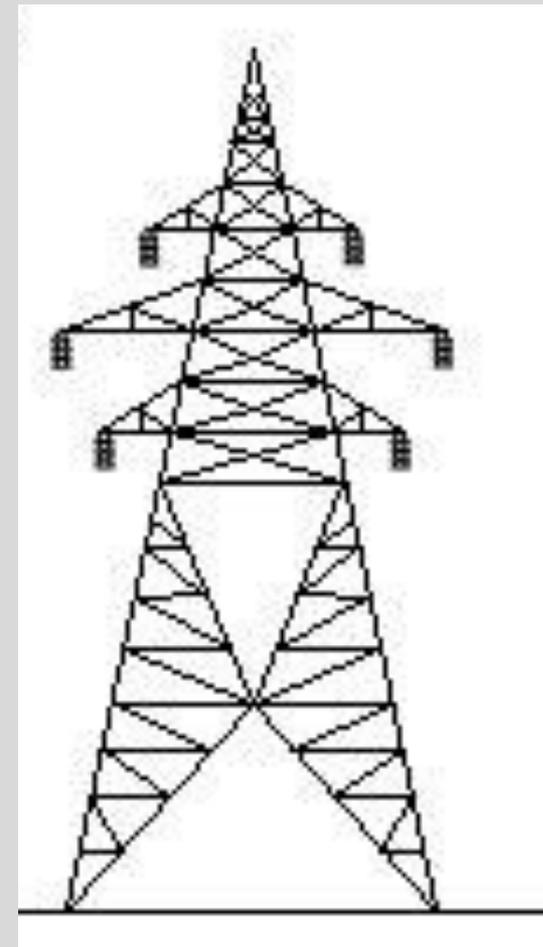


Рис. 7.11. Двухцепная одностоечная широкобазая опора с вертикальным расположением проводов

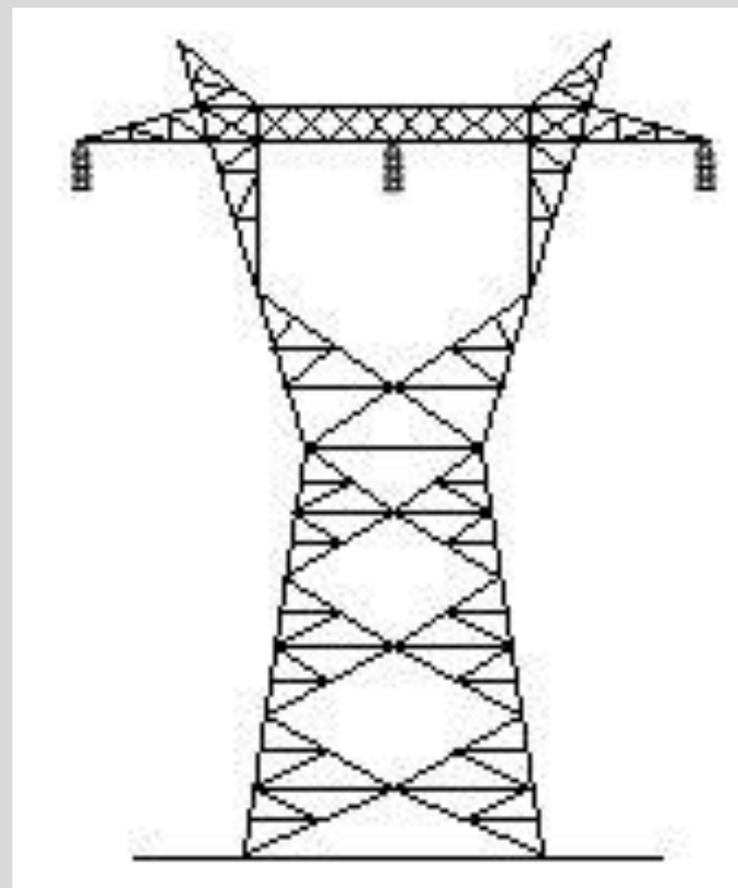


Рис. 7.12. Одноцепная опора башенного типа с горизонтальным расположением проводов

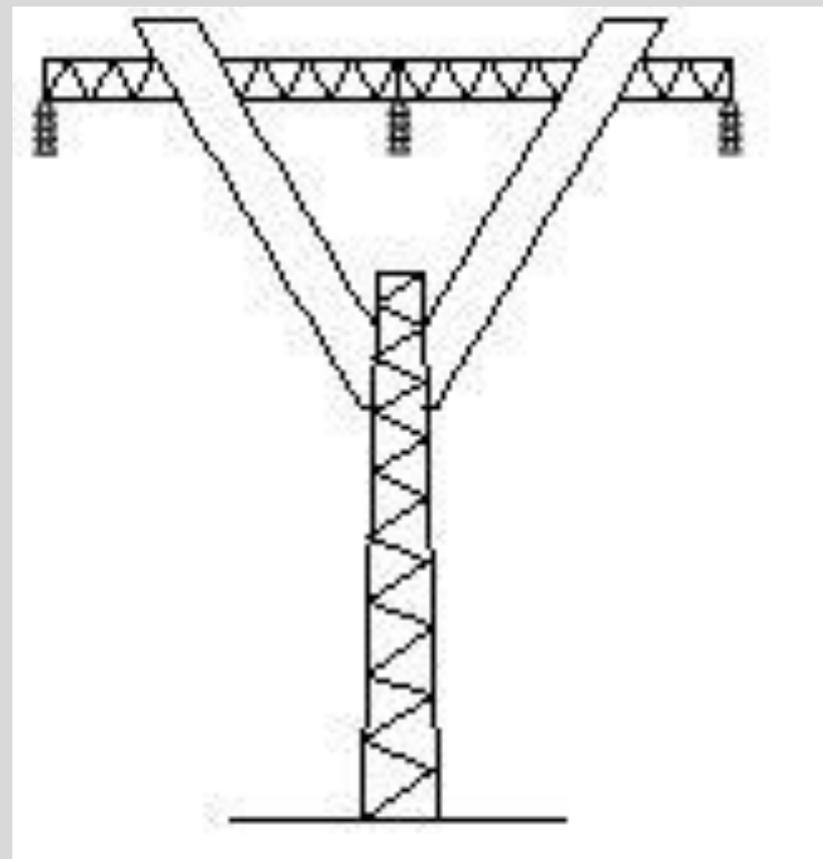


Рис. 7.13. Одноцепная опора типа «Рюмка» с горизонтальным расположением проводов, узкобазая

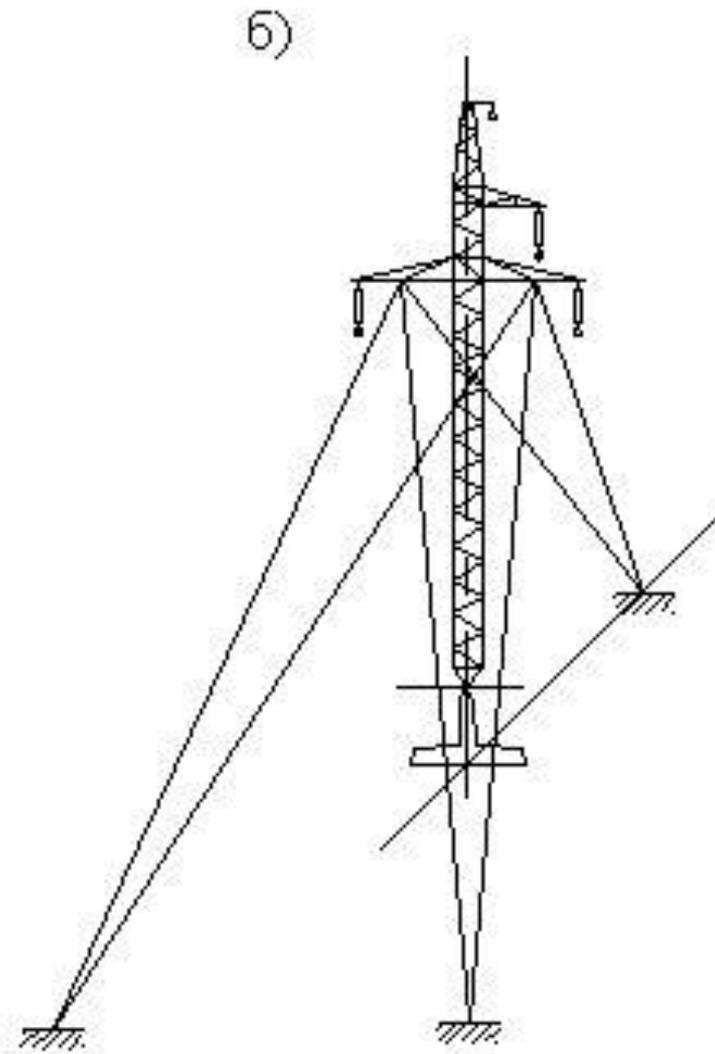
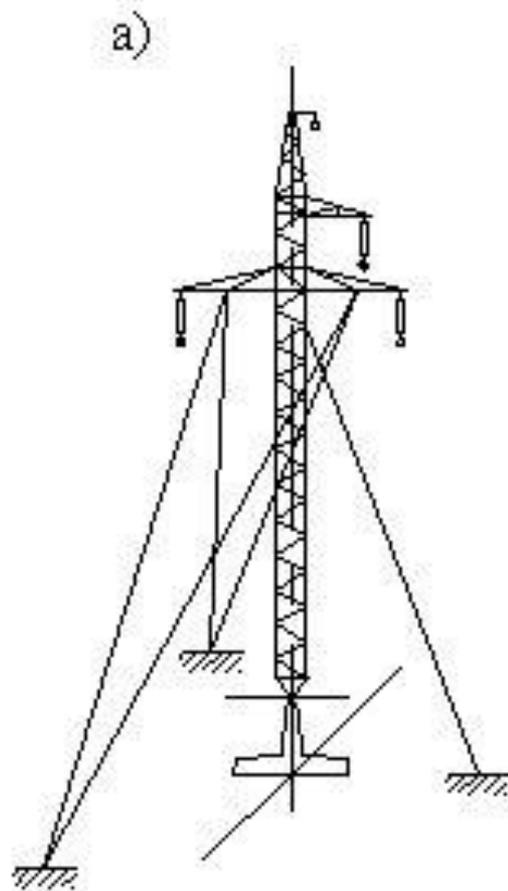


Рис. 7.14. Конструктивные схемы промежуточных опор линий электропередачи на оттяжках: а) одностоечная опора 110-330 кВ с двумя расщепленными и одной одиночной оттяжкой; б) одностоечная опора 500 кВ с тремя расщепленными оттяжками

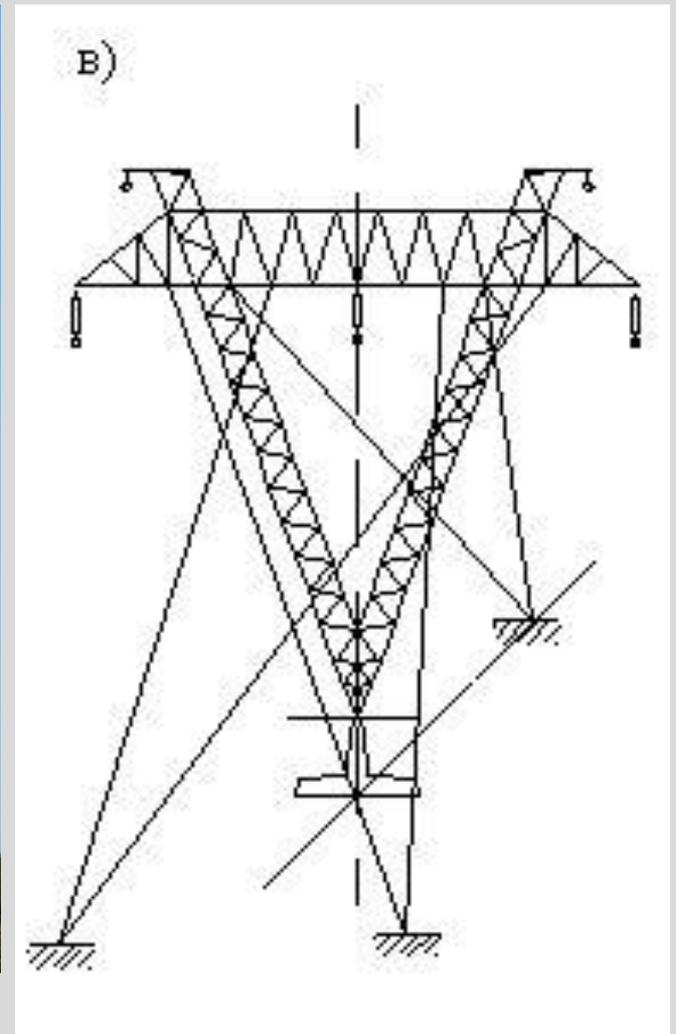
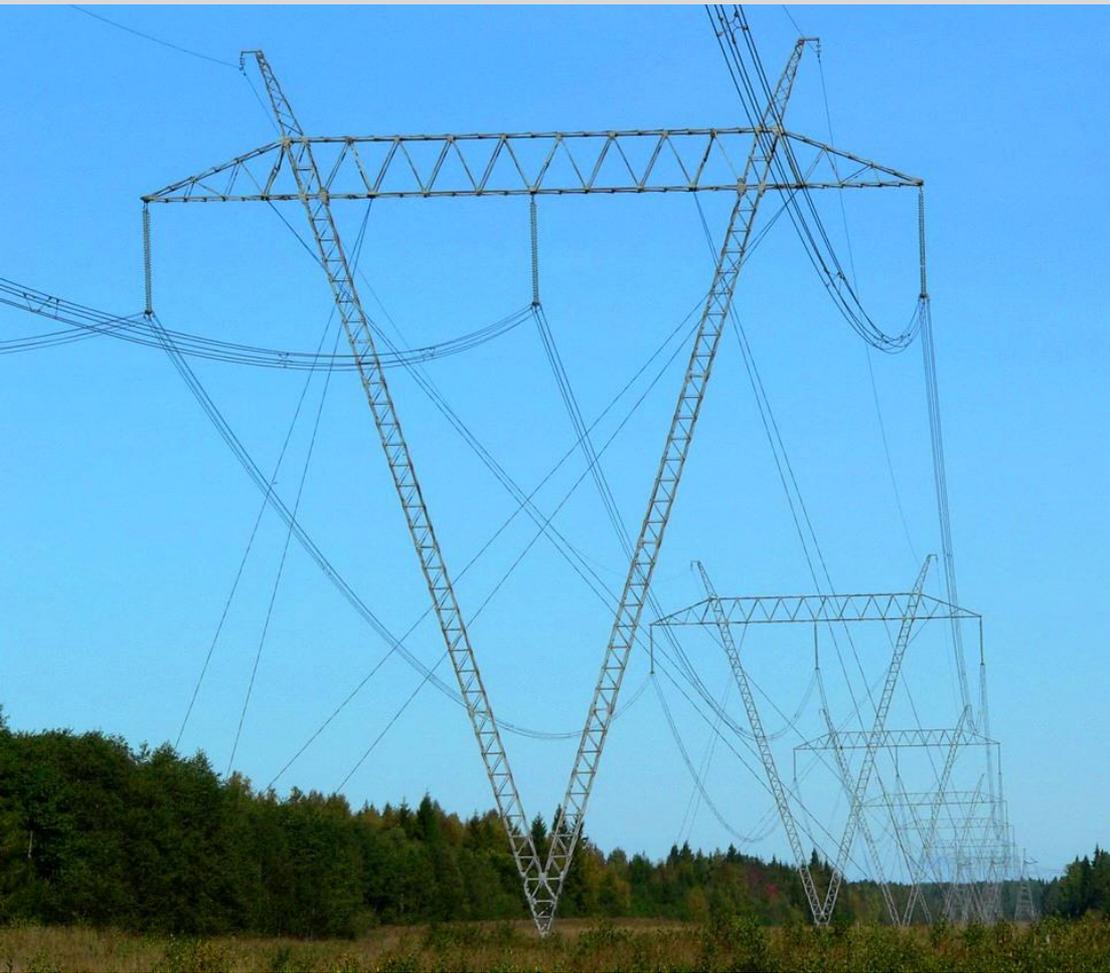


Рис. 7.15. Конструктивные схемы промежуточных опор линий электропередачи на оттяжках: в) V-образная опора 500 кВ с тремя расщепленными оттяжками

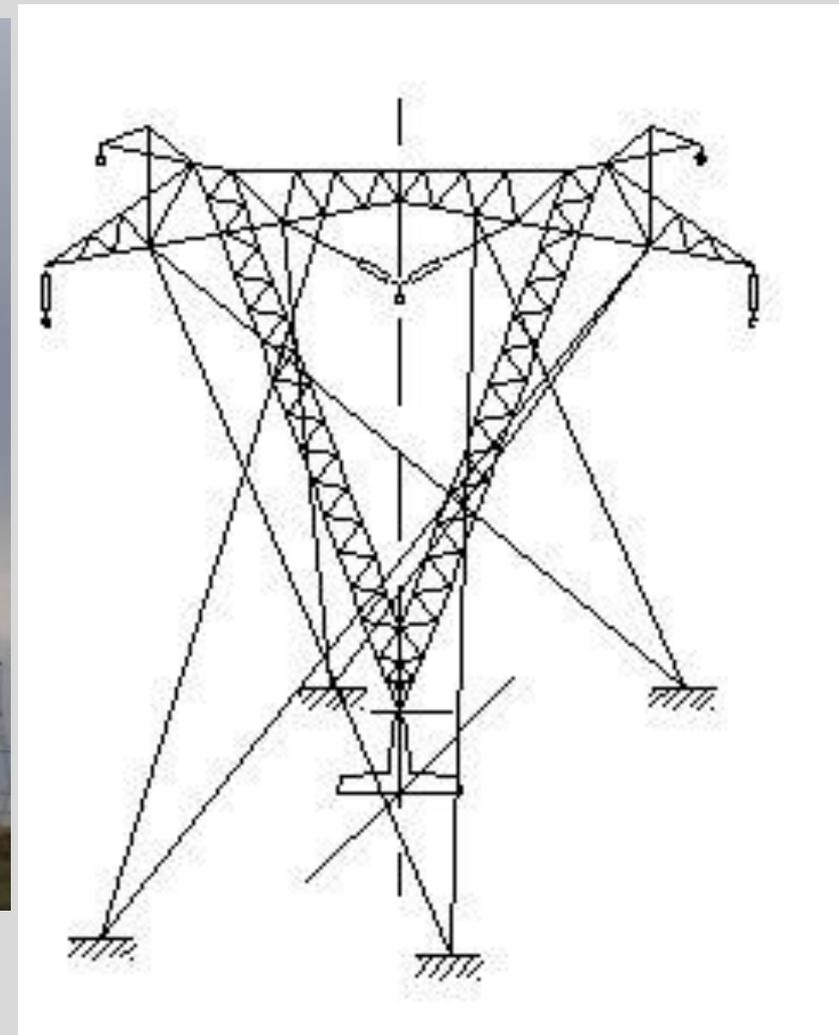
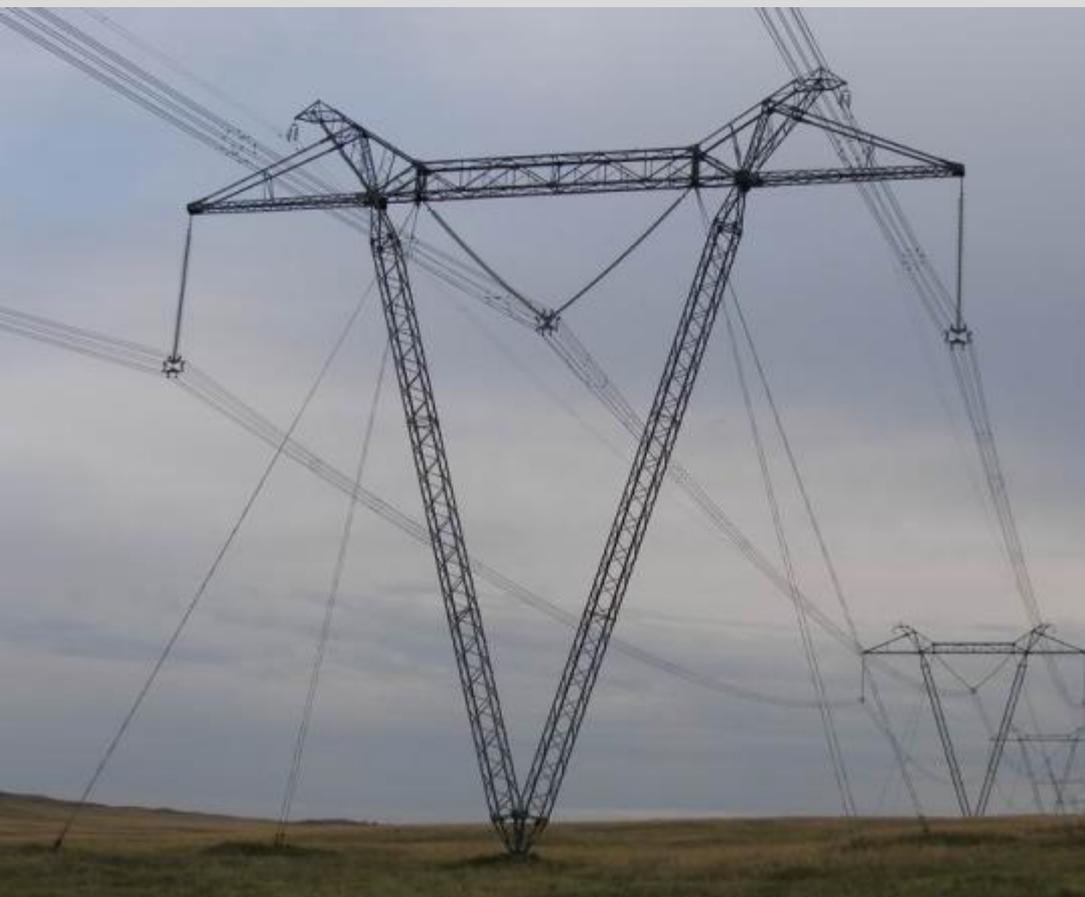


Рис. 7.16. Конструктивные схемы промежуточных опор линий электропередачи на оттяжках: г) V-образная опора 1150 кВ с четырьмя расщепленными оттяжками



Рис. 7.18. Двухцепные анкерно-угловая металлическая опора ВЛ 220кВ (слева) и промежуточная железобетонная опора ВЛ 110 кВ (справа)

7.3. Классификация нагрузок и воздействий

Нагрузки подразделяются по длительности воздействия на:

- постоянные (нагрузки от собственного веса конструктивных элементов линии, т.е. от веса опоры, изоляторов, проводов и тросов без гололеда, а также тяжения проводов и тросов при среднегодовой температуре и отсутствии ветра и гололеда);
- кратковременные (от давления ветра на провода, тросы и опоры, нагрузки от веса гололеда на проводах и тросах, нагрузки от тяжения проводов и тросов сверх их значения при среднегодовой температуре и нагрузки, возникающие в процессе монтажа);
- аварийные (особые нагрузки, возникающие при обрыве проводов и тросов линии, а также при сейсмических воздействиях.).

Работа линии при необорванных проводах и тросах, и воздействии указанных выше постоянных и кратковременных нагрузок (за исключением монтажных) называется **нормальным режимом работы линии.**

Аварийным режимом называется работа линии, при обрыве проводов и тросов, т. е. при воздействии особых нагрузок.

Монтажным режимом называется работа конструкций в условиях монтажа опор, проводов и тросов.

В расчетах опор учитывают нагрузки:

А. Горизонтальные:

- 1) ветровая нагрузка на конструкцию опоры;
- 2) ветровая нагрузка на провода и тросы;
- 3) нагрузки от тяжения проводов и тросов.

Б. Вертикальные:

- 1) собственный вес опоры;
- 2) вес гирлянды изоляторов (с арматурой);
- 3) вес проводов и тросов;
- 4) монтажные нагрузки (вес монтера с монтажными приспособлениями).

Для промежуточных прямых опор учитываются следующие расчетные режимы:

1. *Нормальный режим.* Провода и тросы не оборваны, гололеда нет, ветер максимальной скорости, направлен перпендикулярно к линии, температура $t=-5^{\circ}\text{C}$.

1а. *Нормальный режим.* Провода и тросы не оборваны, гололеда нет, ветер максимальной скорости, направлен под углом 45° к линии, температура $t=-5^{\circ}\text{C}$.

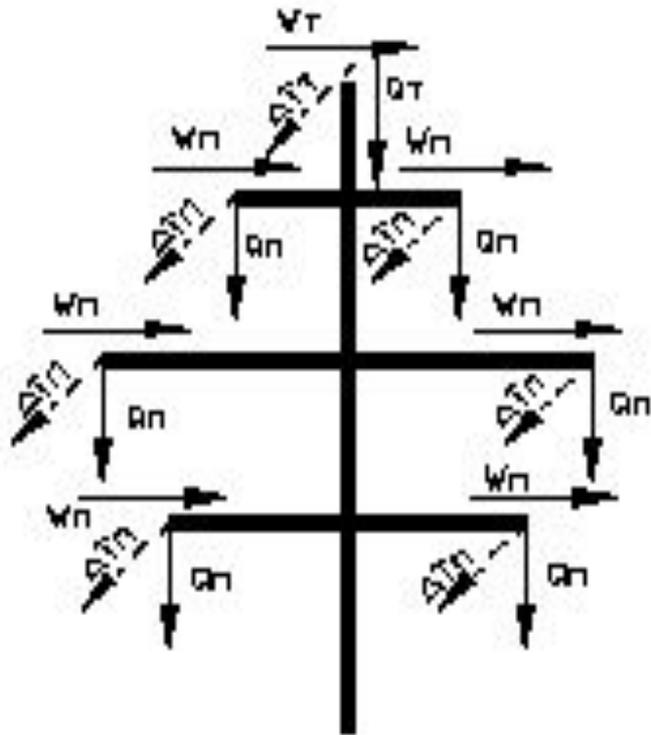


Схема загрузки №1

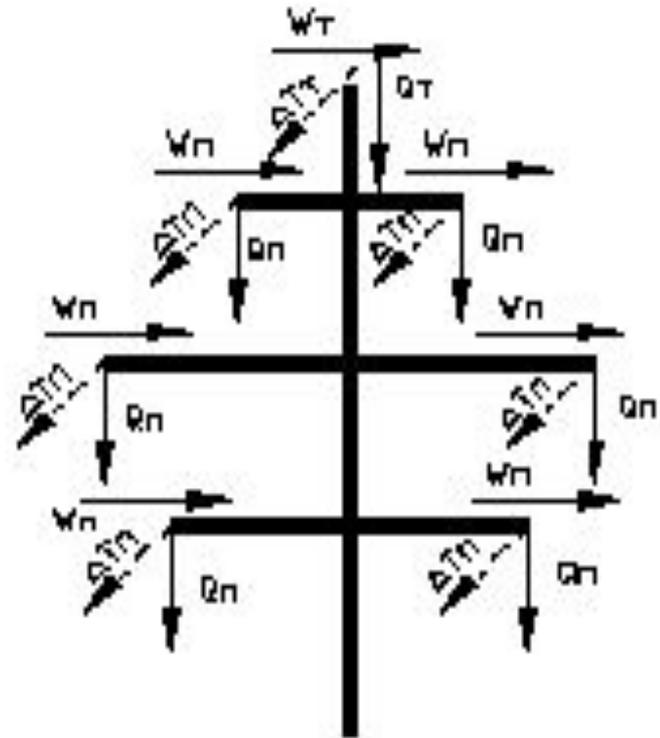


Схема загрузки №1а

2. *Нормальный режим.* Провода и трос не оборваны, покрыты гололедом, скорость ветра равна 50% максимальной (скоростной напор 0,25 максимального). Температура $t = -5^{\circ}\text{C}$.

3. *Аварийный режим.* Оборван провод (или провода) одной фазы, тросы не оборваны, гололеда и ветра нет. В расчете считают оборванными поочередно все провода, при этом анализируют наибольшее усилие в рассматриваемых элементах. Среднеэксплуатационная температура.

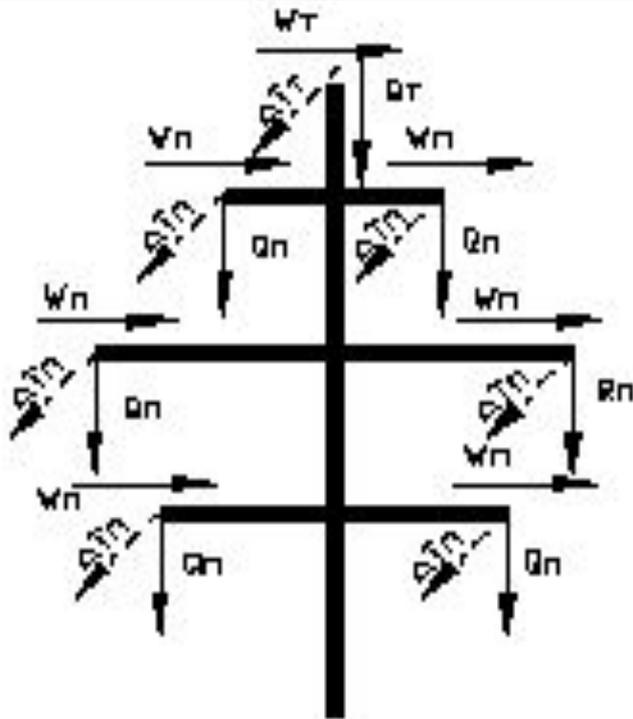


Схема загрузки №2

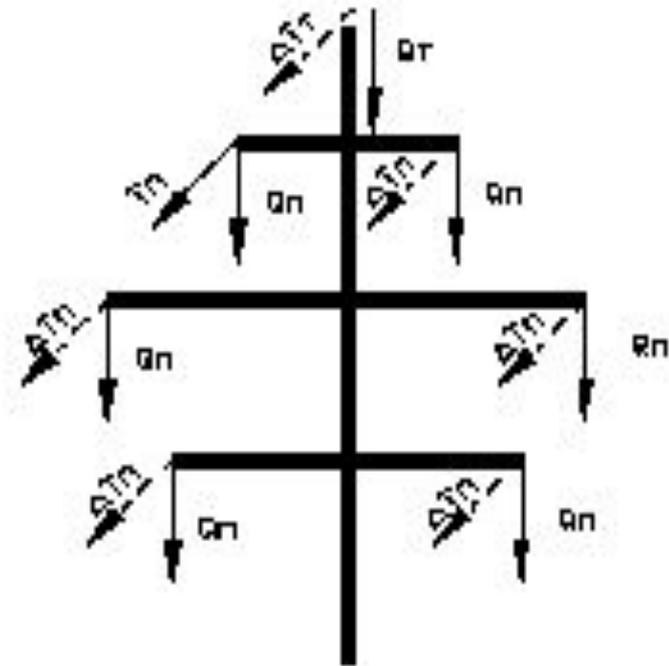


Схема загрузки №3

Для анкерно-угловых опор:

1. *Нормальный режим.* Провода и тросы не оборваны, гололеда нет, ветер максимальной скорости, направлен перпендикулярно к линии, температура $t=-5^{\circ}\text{C}$.

2. *Нормальный режим.* Провода и трос не оборваны, покрыты гололедом, скорость ветра равна 50% максимальной (скоростной напор 0,25 максимального). Температура $t=-5^{\circ}\text{C}$.

3. *Аварийный режим.* Оборван провод (или провода) одной фазы, тросы не оборваны, гололеда и ветра нет. В расчете считают оборванными поочередно все провода, при этом анализируют наибольшее усилие в рассматриваемых элементах. Среднеэксплуатационная температура.

4. *Аварийный режим.* Оборван один трос, провода не оборваны, гололеда и ветра нет, среднеэксплуатационная температура.

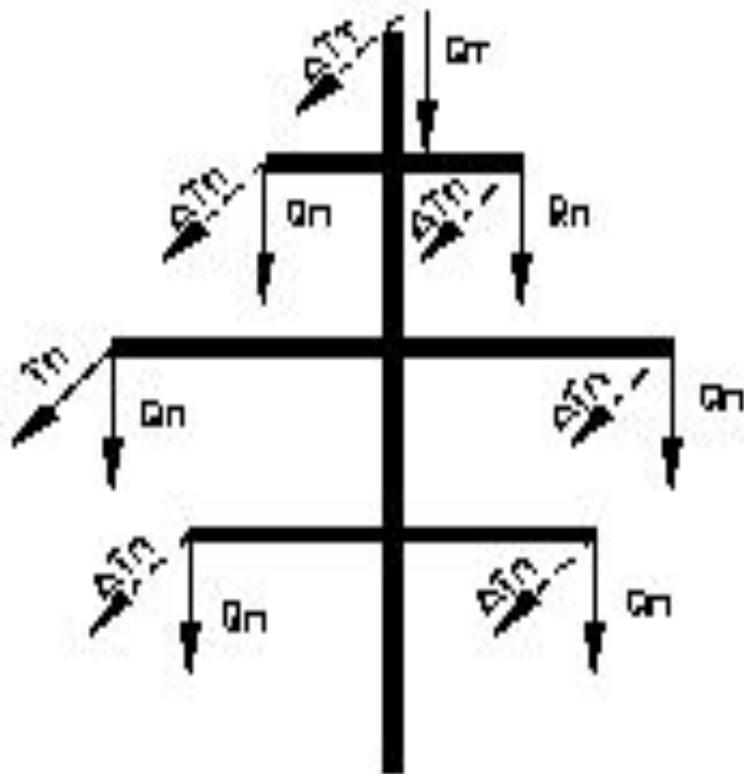


Схема загрузкижения №(3)

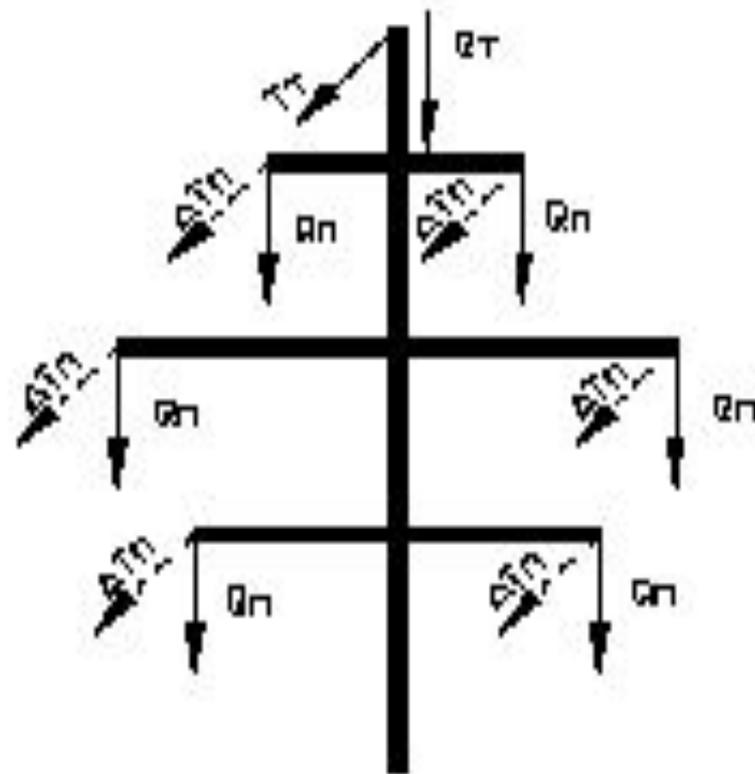


Схема загрузкижения №4

Рис. 7.19. Схемы приложения нагрузок, согласно принятым расчетным комбинациям

7.4. Конструкции металлических опор ВЛ

Металлическая опора

состоит:

- ствола опоры 1;
- траверс 2;
- тросостоек;
- фундамента.

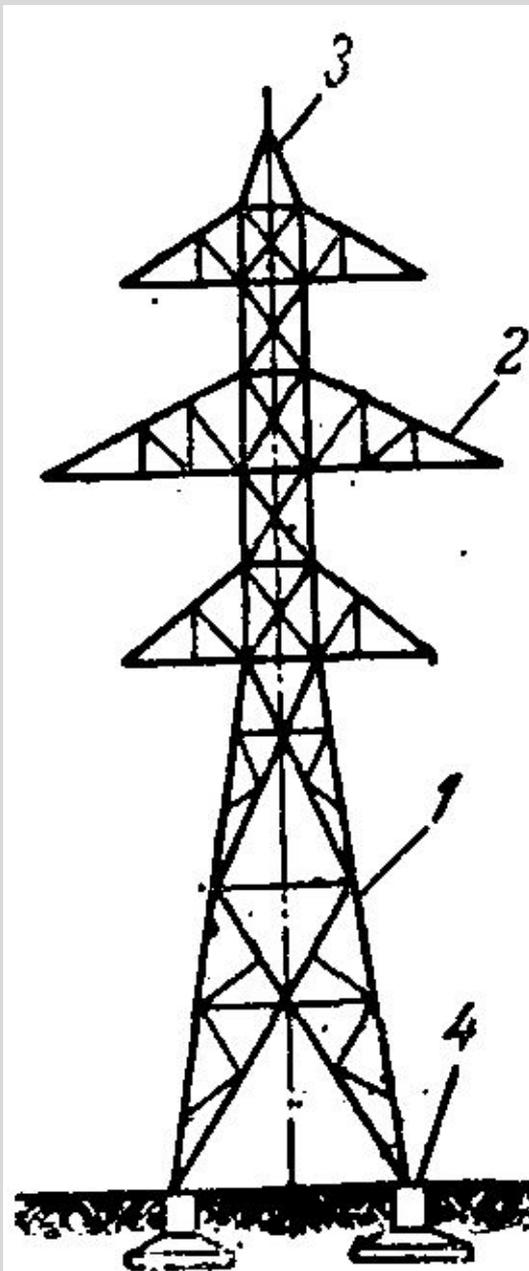
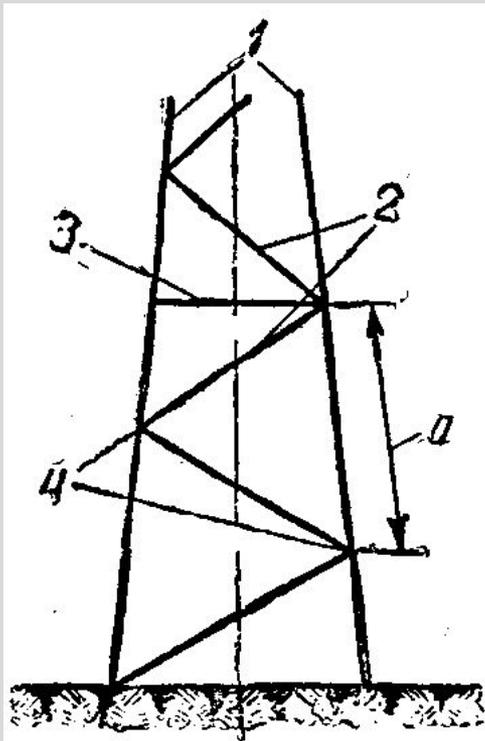


Рис. 7.20. Основные конструктивные элементы металлических опор

Каждая секция состоит:

- а) четырех основных стержней, называемых поясами 1; пояса работают на изгиб и растяжение (сжатие);
- б) системы вспомогательных стержней или решетки 2, связывающей между собой пояса; стержни решетки обычно работают на кручение;
- в) нескольких горизонтальных связей, называемых диафрагмами 3; они необходимы для обеспечения пространственной неизменяемости формы поперечного сечения колонны.



Места соединения стержней решетки с поясом или между собой называются узлами 4. Центром узла называют точку пересечения продольных осей стержней. Часть пояса, расположенная между двумя соседними узлами, называется панелью, а расстояние между центрами этих узлов – длиной панели a .

Рис. 7.21. Элементы металлоконструкций

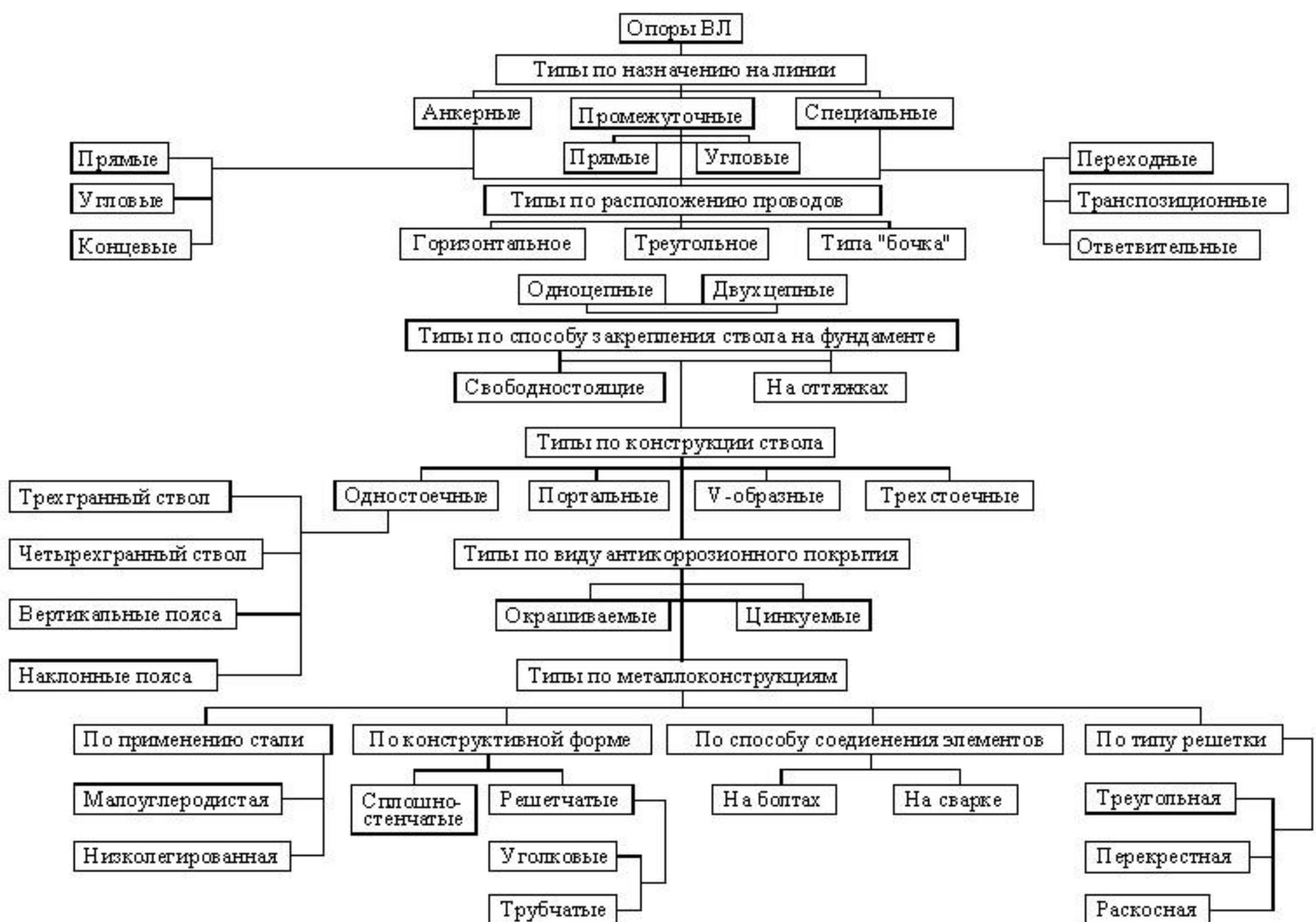


Рис. 7.22. Классификационная схема металлических опор ВЛ