**Специальность: Электроснабжение (по отраслям)**

**Курс: III , группа Э 179**

**Дисциплина (МДК) МДК 03.01**

**ФИО преподавателя: Фаттахов Л.Ф.**

**Тема. Природа возникновения и виды атмосферных перенапряжений**

Безопасность персонала, обслуживающего электроустановки, во многом зависит и от состояния изоляции эксплуатируемого обо­рудования. В процессе работы электроустановки подвергаются воз­действию ряда негативных факторов, в результате чего могут вый­ти из строя. Одним из таких факторов являются перенапряжения.

*Перенапряжение* — это любое напряжение, превышающее по ам­плитуде или максимальному значению наибольшее рабочее напря­жение на изоляции и элементах электрической цепи.

По источникам возникновения перенапряжения принято под­разделять на внешние, или атмосферные, вызванные природными явлениями, и внутренние, или коммутационные.

*Атмосферные перенапряжения* по причине своего возникнове­ния делятся на прямые (при прямом ударе молнии в поражаемый объект) и индуктированные (при ударе молнии в непосредствен­ной близости от объекта).

*Коммутационные перенапряжения* могут быть вызваны различ­ными причинами:

* включением или отключением электрических цепей;
* изменением параметров электрических цепей;
* горением перемежающейся дуги при неотключенных одно­фазных замыканиях на землю;
* резонансными явлениями в электроустановках.

Проблемы причин и последствий коммутационных перенапря­жений подробно изложены в учебной литературе.

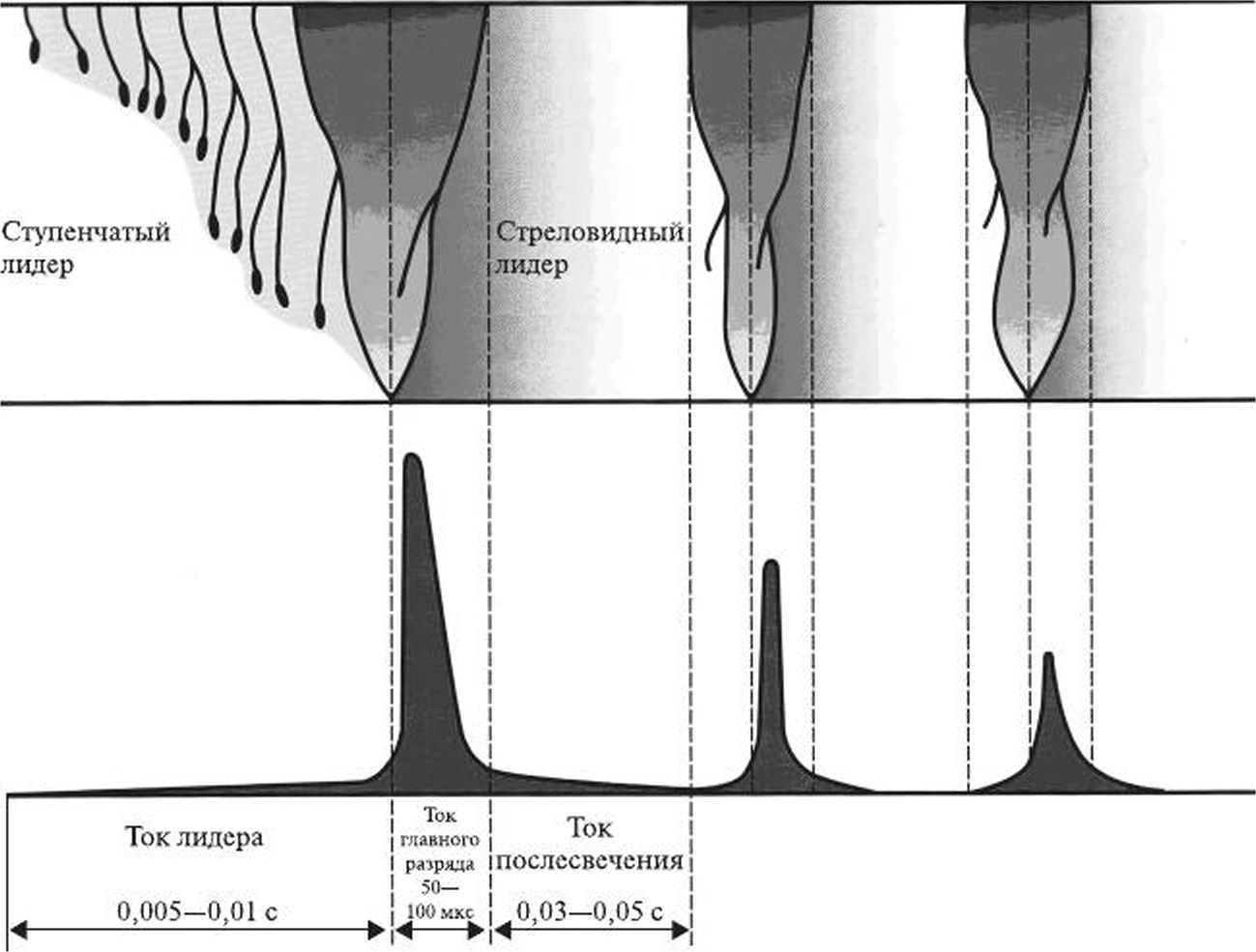
*Природа атмосферных перенапряжений.* Атмосферные перена­пряжения возникают в электроустановках при грозовых разрядах и делятся, как уже было сказано, на индуктированные и прямо­го удара молнии.

Причина атмосферных перенапряжений — это протекание че­рез пораженный объект больших токов молнии и, как следствие, возникновение на нем высоких потенциалов.

Потенциалы облаков могут достигать десятков миллионов вольт. Разряд облака на землю может быть как положительным, так и от­рицательным, но более 70 % из них отрицательные. Разряд начи­нается с облака и протекает следующим образом (рис. 5.1). До­пустим, что в какой-то момент времени напряженность электри­ческого поля достигает значения пробивной. Это вызывает удар­ную ионизацию воздуха. К земле движется канал-лидер ступенями по 40—50 м с паузами между ними по 30—90 мкс (из-за большо­го сопротивления облака при нарастании тока в лидере потенциал на его фронте уменьшается и разряд затормаживается). Канал ли­дера обладает высокой проводимостью и заполнен зарядами оди­накового с облаком знака. При достижении лидером земли на ее поверхности индуцируются заряды, имеющие полярность, противоположную полярности облака. Между землей и облаком образуется канал, подготовленный лидером. При этом нейтрализация зарядов в канале лидера развивается от земли к облаку, и возникает главный разряд, сопровождаемый основным током молнии и ярким свечением.

*1 -й импульс 2-й импульс*

*Главный разряд Послесвечение 2-й главный разряд 3-й импульс*

**

*Рис. 5.1. Развитие разряда молнии*

Иногда с земли возникает встречный лидер, предшествующий главному разряду. За один разряд нейтрализуется только часть облака, и через 0,03—0,05 с процесс повторяется до 40 отдельных разрядов. При повторных разрядах лидер уже нс ступенчатый, а стреловидный и движется со значительной скоростью.

Перенапряжения прямого удара молнии. К электрическим параметрам молнии относятся:

— полярность заряда (в 70—90 % случаев заряд отрицательный);

— амплитуда тока молнии, которая может изменяться в пределах от 1—2 до 220 кА. Кривая вероятности возникновения для различных значений амплитуд представлена на рис. 5.2;

— форма волны тока молнии (рис. 5.3);

— крутизна фронта тока молнии или скорость нарастания тока, которая определяется как отношение приращения тока молнии за промежуток времени к этому отрезку времени. Максимальное значение скорости нарастания тока молнии достигает значения 50 кА/мкс;

— волновое сопротивление канала молнии — 300 Ом.

При прямом ударе молнии в ВЛ, контактную сеть и т.д. возникают очень высокие напряжения, так как ток молнии весьма значителен. На рис. 5.4 представлена схема распространения перенапряжения при прямом ударе молнии.

Волна тока молнии переходит на волновое сопротивление объекта. Так как сопротивление земли принято считать равным нулю, то при переходе с любого волнового сопротивления на сопротивление, равное нулю, ток волны возрастает в два раза. Поэтому процесс при ударе молнии можно представить как переход волны из канала молнии с волновым сопротивлением ZM в линию с волновым сопротивлением, эквивалентным сопротивлению двух параллельно соединенных линий.

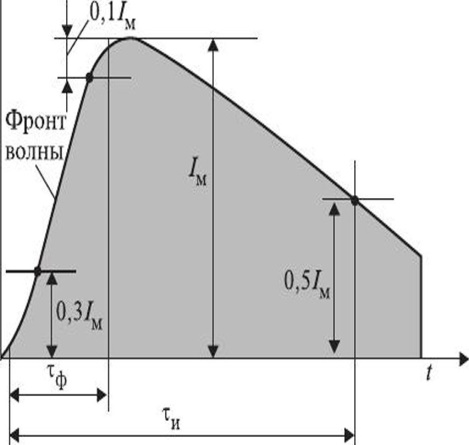


Рис. 5.3. Форма и параметры импульса тока молнии:

Тф — длина фронта волны тока; ти — длина импульса тока

Перенапряжения, возникающие при прямом ударе молнии, достигают 5000—4100 кВ. При косоугольном фронте волны тока напряжение на пораженном участке линии нарастает, пока не перекрывается изоляция и волновое сопротивление резко уменьшается.

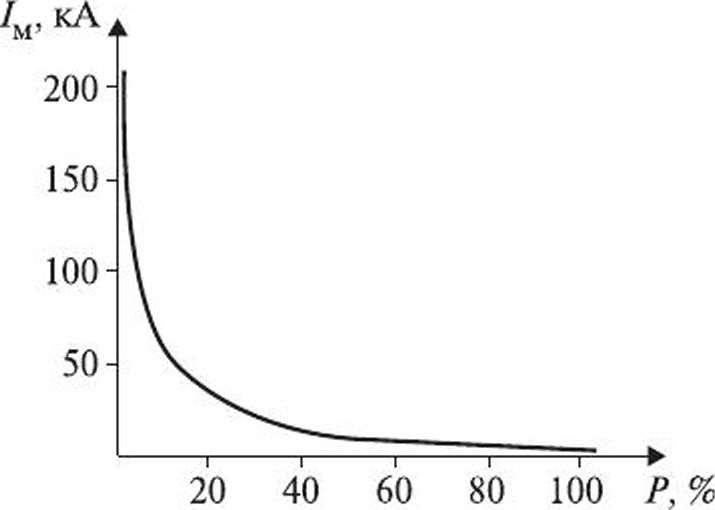
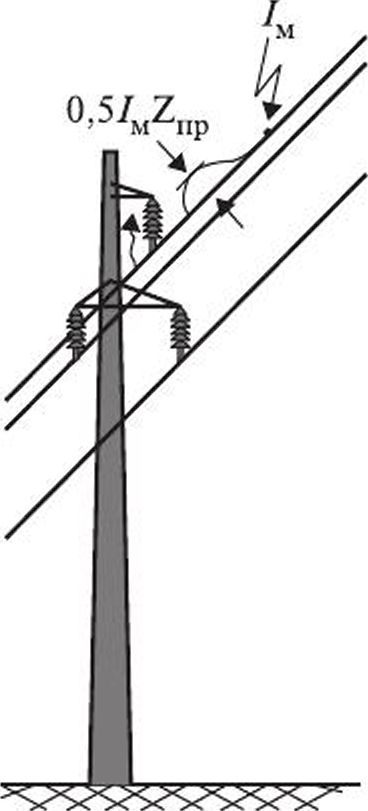


Рис. 5.2. Кривая вероятности возникновения тока молнии:

*Р* — вероятность возникновения амплитуды тока (напряжения) /м

**

*Амплитуда перенапряжения будет опре­деляться уровнем изоляции линии до ее пе­рекрытия и эквивалентным сопротивлени­ем после перекрытия изоляции.*

*Уровень изоляции* — это наименьшее пе­рекрываемое или пробиваемое напряже­ние, который определяется типом и ко­личеством изоляторов, расстоянием меж­ду проводами и заземленными частями, а также типом опор.

*Индуктированные перенапряжения.* Пе­ренапряжения в линии могут возникать при разряде облака на посторонний объект. В момент разрушения электрического поля облака и лидерного канала. Ког­да лидер движется к земле, в окружающей среде возникает элек­трическое поле. Электростатическая индукция вызывает наведе­ние зарядов противоположного лидеру знака, что изображено на рис. 5.5. В момент достижения лидером земли электрическое поле разрушается из-за нейтрализации зарядов, поэтому индуцирован­ные на провода заряды освобождаются и распространяются вдоль линии волнами перенапряжения.

В редких случаях индуктированные перенапряжения достига­ют 500-600 кВ.

Индуктированные перенапряжения часто представляют собой серию волн, следующих одна за другой. Это объясняется тем, что грозовой разряд протекает чаще всего в виде ряда последователь­ных ударов. При этом волны преломляются и отражаются от уз­ловых точек линии, накладываются одна на другую и т.д. Таким образом, возникают *блуждающие волны,* перемещающиеся в линии до тех пор, пока они не найдут ослабленной изоляции или пока не затухнут.



Рис. 5.5. Развитие индуктированного перенапряжения

*Список литературы*

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО 153-34.21.122-2003.

2. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М – 016-2001. РД 153-34.0 – 03.150 - 00

3. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителя.

*Контрольные вопросы:*

1. Чем вызываются прямые атмосферные перенапряжения?
2. Чем вызываются индуктированные атмосферные перенапря­жения?

***Примечание****:*

*Решения сдать в электронном формате до 31.03.2020 на электронную почту lenarfattahov85@mail.ru*