



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



FAN: ТЕХНИКА ВЫСОКИХ
НАПРЯЖЕНИЙ

ТЕМА

11

ГРОЗОВЫЕ
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ



Музафаров Шавкат Мансурович

Профессор кафедры
“электроснабжение и возобновляемые
источники энергии”



План лекции:

- Условия возникновения
- Функции распределения молний.
- Грозозащитные заземления
- Грозозащита ЛЭП.

Различают три основных типа грозовых разрядов: 1) линейная молния — имеет вид яркой узкой полосы между облаком и землей, между облаками или между отдельными скоплениями объемных зарядов внутри облака; 2) шаровая молния — имеет вид ярко светящегося подвижного выпуклого относительно устойчивого сгустка плазмы, возникающего и исчезающего по мало изученным в настоящее время причинам; 3) тихие разряды — корона, возникающая на выступающих заземленных предметах вследствие высоких напряженностей поля во время грозы.

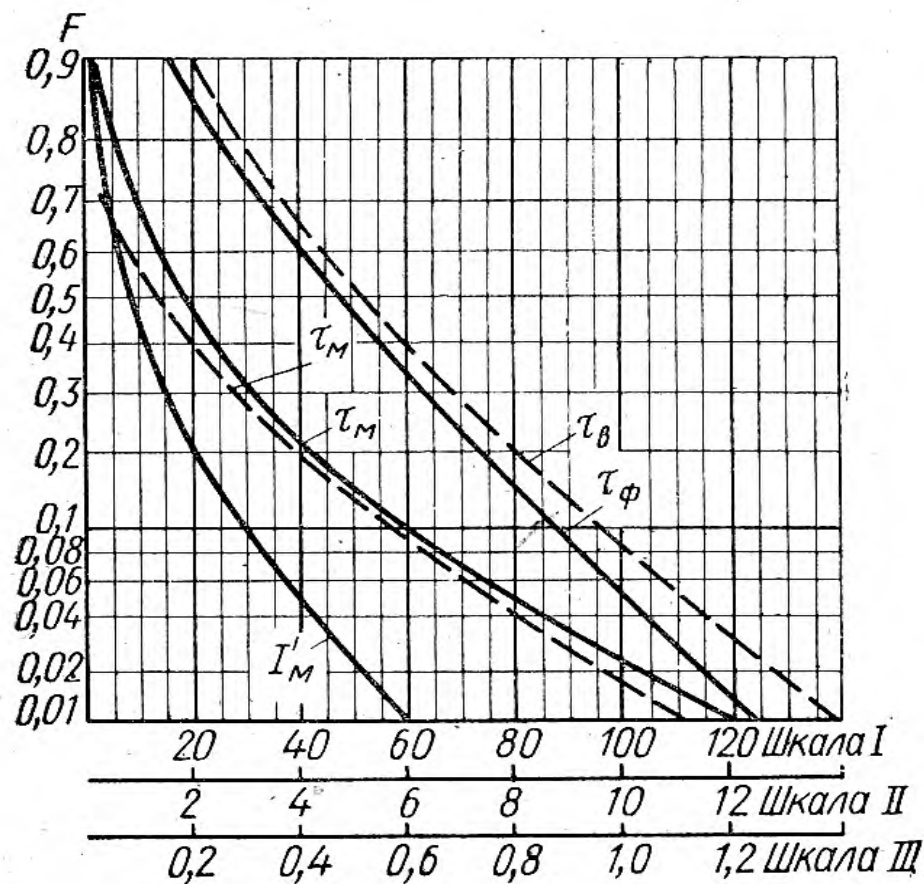


Рис. 14.2. Функции распределения параметров x молнии $F(x) = P(X \geq x)$, где x — параметры:

I_M, I'_M, τ_θ — соответственно амплитуда в $ка$, крутизна фронта в $ка/мксек$, длина волны в $мксек$ по шкале I на оси абсцисс; τ_ϕ — длина фронта в $мксек$ по шкале II; τ_M — общая длительность молнии в $сек$ по шкале III [на рисунке τ_M (сплошная линия) означает I_M]

§ 14.2. ГРОЗОЗАЩИТНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Заземление опор, молниеотводов, разрядников и других элементов является необходимым условием эффективной грозозащиты электрических сетей. Чем меньше сопротивление заземления, тем ниже величина грозовых перенапряжений, воздействующих на изоляцию.

Величину импульсного сопротивления заземления можно оценить по приближенной формуле

$$R_i = \frac{U_{i\max}}{I_{i\max}} \approx \left[\sum_{k=1}^n \frac{m_k \eta_k}{\alpha_k R_k} \right]^{-1}, \quad (14.5)$$

где $U_{i\max}$ — максимальное значение импульсного напряжения в месте ввода тока по отношению к бесконечно удаленной земле; $I_{i\max}$ — максимальное значение импульсного тока, протекающего через заземление; m_k — число заземлителей k -го типа; η_k — коэффициент использования k -го заземлителя при импульсном токе; α_k — импульсный коэффициент заземлителя k -го типа; R_k — стационарное сопротивление единичного заземлителя k -го типа при токе 50 гц, вычисляемое по следующим формулам:

1) вертикальный заземлитель (стальная труба, стержень)

$$R_{\text{т}} = \frac{\rho_3}{2\pi l} \ln \left[\frac{4l}{d} \cdot \frac{2h+l}{4h+l} \right]; \quad (14.6)$$

2) горизонтальный заземлитель (полоса)

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_3}{\pi l} \ln \frac{1,5l}{\sqrt{bh}}; \quad (14.7)$$

3) железобетонный фундамент

$$R_{\text{ф}} = \frac{\rho_3 \kappa_6}{2\pi h} \ln \frac{4h}{b}, \quad (14.8)$$

где ρ_3 — расчетное удельное сопротивление грунта при низких напряжениях поля E_3 ; l — длина трубы или полосы; h — глубина верхнего конца трубы, полосы или нижнего конца фундамента от поверхности земли; b — ширина полосы или фундамента; d — диаметр трубы, стержня; κ_6 — коэффициент, учитывающий сопротивление бетона, покрывающего фундамент (обычно $\kappa_6 \approx 1,7$).

Грунт представляет собой сложный конгломерат проводящих и слабопроводящих частиц, увлажненных электролитом (вода с примесью солей). При малых напряжениях электрического поля удельное сопротивление земли $\rho_3 = \text{const}$ и имеет место линейная зависимость

$$E_3 = j_3 \rho_3,$$

где j_3 — плотность тока в земле.

Эти два фактора (снижение $\rho_i < \rho_3$ и индуктивное падение напряжения вдоль заземлителей) приводят к тому, что импульсное сопротивление заземления может оказаться меньше стационарного R_3 (при коротких заземлителях, большом импульсном токе и высоком ρ_3) или больше R_3 (при протяженных заземлителях, малом импульсном токе и низком ρ_3). Это учитывается импульсным коэффициентом заземлителей α_i . Для типовых заземлителей значения α_i , полученные экспериментально, приведены в табл. 14.1.

Таблица 14.1

Удельное сопротивление грунта ρ_3 , Ом·м	Типы заземлителей	Значения α_i при токах молнии, ка (длина фронта тока молнии $\tau_{\phi} = 3 \div 5$ мксек)	
		5	40
100	Единичный горизонтальный заземлитель длиной l , м,		
	10	1,05	0,80
	20	1,20	0,95
	Единичный вертикальный заземлитель длиной $l = 2 \div 3$ м	0,90	0,60
500	Единичный горизонтальный заземлитель длиной l , м,		
	10	0,80	0,45
	20	0,90	0,60
	Единичный вертикальный заземлитель длиной $l = 2 \div 3$ м	0,70	0,30
1000	Единичный горизонтальный заземлитель длиной l , м,		
	10	0,60	0,35
	20	0,80	0,50
	60	1,20	0,95
	Единичный вертикальный заземлитель длиной $l = 2 \div 3$ м	0,55	—

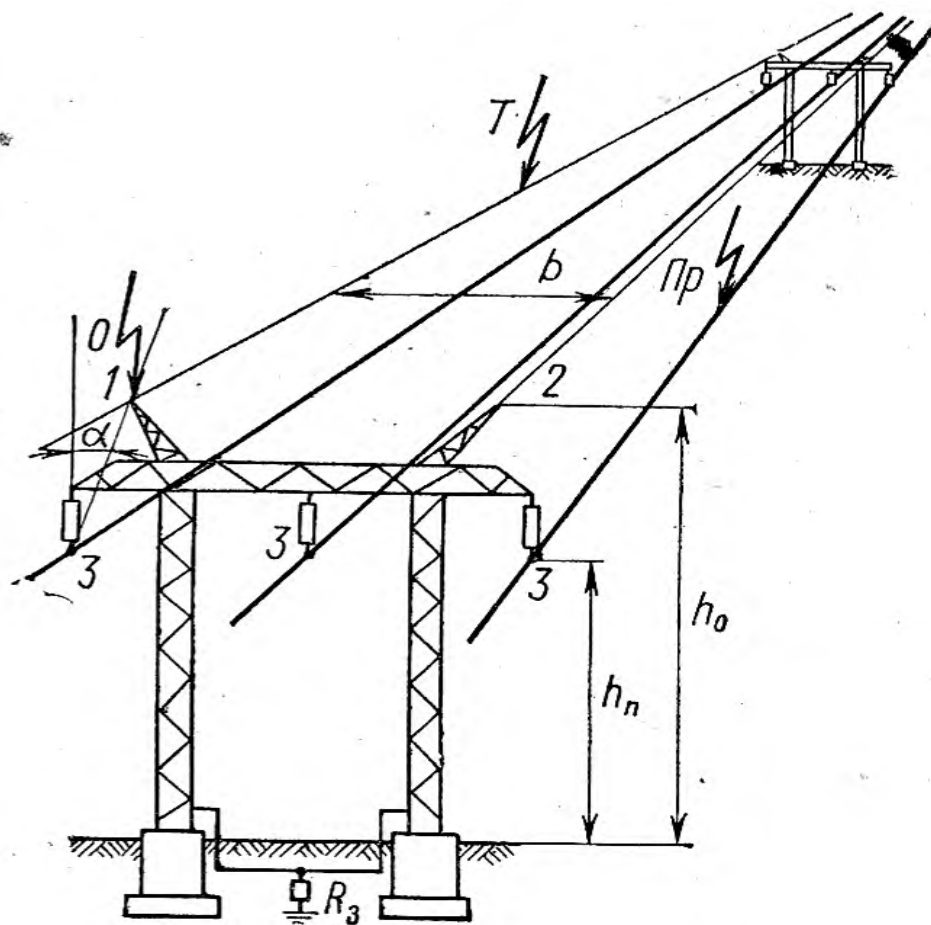


Рис. 14.3. Линия электропередачи с защитными тросами:

O — удар молнии в опору; T — удар молнии в трос; $Пр$ — удар молнии в провод (прорыв мимо тросов)

Литература:

1. Alston, L.L., High Voltage Technology, Oxford University Press, Oxford (2007).
2. Seely, S., Electromagnetic Fields, McGraw-Hill, New York (2003).
3. Kuffej, E. and Zaengl, W.S., High Voltage Engineering Fundamentals, Pergamon Press, Oxford (2004).
4. Hamidov N. Yuqori kuchlanish texnikasi va izolytsiya.- T.: «Fan va texnologiya», 2012, 200 b.
5. Г.Н. Александров, В.Л. Иванов М.В. Костенко Техника высоких напряжений. Под редак. М.В. Костенко. М.: Высшая школа.1993.- 528 с.



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



Благодарю за внимание



Музафаров Шавкат Ма

Профессор кафедры
“электроснабжение и возобновляемые
источники энергии”



+ 998 71 237 1957



+998909030779

