

УДК 621.316.9

УГЛОВОЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ ЗОН МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Мисюкевич Н.С., к.т.н., доцент

Разработан угловой метод определения высоты зоны защиты, который удобно использовать при проектировании зон защиты Б стержневых и тросовых молниеотводов, а также для экспертизы принятых решений по молниезащите зон А и Б как в проектных материалах, так и на местности, что может широко применяться в практике деятельности органов государственного пожарного надзора.

Разработан угловой метод определения высоты зоны защиты, который удобно использовать при проектировании зон защиты Б стержневых и тросовых молниеотводов, а также для экспертизы принятых решений по молниезащите зон А и Б как в проектных материалах, так и на местности, что может широко применяться в практике деятельности органов государственного пожарного надзора. Защищаемое пространство располагается под углом к вертикальной мачте молниеотвода:

- для стержневого молниеотвода при зоне А от $43,3^{\circ}$ до $52,2^{\circ}$;
- для тросового молниеотвода при зоне А от 49° до $57,7^{\circ}$;
- для стержневого молниеотвода при зоне Б $58,477823^{\circ}$;
- для тросового молниеотвода при зоне Б $61,578791^{\circ}$.

Анализ конфигурации зон молниезащиты показывает, что для зоны А угол наклона кривой, соединяющей точки на границе зоны защиты и высоту зоны защиты, изменяется в зависимости от высоты интересующего нас сечения в горизонтальной плоскости. Данный угол наклона остается неизменным на одинаковом расстоянии от верхней точки зоны защиты вне зависимости от высоты молниеотвода.

Математический анализ массива данных зон защиты молниеотводов показал, что все типы молниеотводов отличаются тем, что угол наклона боковой области зоны защиты к поверхности земли зависит от типа молниеотвода, вида зоны защиты и составляет:

- для стержневого молниеотвода при зоне А от $37,8^{\circ}$ до $46,7^{\circ}$;
- для тросового молниеотвода при зоне А от $32,3^{\circ}$ до 41° ;
- для стержневого молниеотвода при зоне Б $31,524177^{\circ}$;

- для тросового молниеотвода при зоне Б 28,421409⁰.

Шаг между значениями высот в 1 м для зоны А, соответствует необходимым исходным данным для выбора высоты молниезащиты. Массивы данных значений угла наклона для зоны А стержневого и тросового молниеотводов приведены в таблицах 1 и 2 соответственно. Они предназначены для определения границы зоны защиты при проектировании. Для получения точки (точек) расположения высоты зоны защиты от наиболее выступающих в плане частей объекта проводят вверх линии под углом, определенным по таблицам 1 или 2 до их пересечения между собой (для тросового молниеотвода) или с вертикальной линией, находящейся на минимально допустимом от здания расстоянии (для стержневых молниеотводов). Таким образом, определяются места рационального размещения опор молниеотводов. Для двойных и многократных стержневых и тросовых молниеотводов учитывается также область, входящая во внутреннюю зону защиты. При этом высота зоны защиты отдельного молниеотвода будет находиться ниже точки пересечения линий.

Для решения обратной задачи (экспертной оценки соответствия зон молниезащиты), зная высоту молниеотвода, определяют высоту зоны защиты, а из верхней точки (точек) зоны защиты проводят линии в направлении наиболее выступающих в плане областей объекта под углами, соответствующими углам наклона наружной поверхности зоны защиты к вертикали. Массивы данных значений угла наклона для зоны А стержневого и тросового молниеотводов приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 1

Углы наклона зоны защиты А стержневого молниеотвода
к горизонтальной поверхности

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты
1	37,813	32	39,741	63	41,8378
2	37,873	33	39,806	64	41,908
3	37,933	34	39,871	65	41,979
4	37,993	35	39,936	66	42,05
5	38,053	36	40,001	67	42,122
6	38,113	37	40,067	68	42,193
7	38,174	38	40,133	69	42,265
8	38,234	39	40,199	70	42,337
9	38,295	40	40,265	71	42,409
10	38,356	41	40,331	72	42,481
11	38,417	42	40,398	73	42,553
12	38,479	43	40,4645	74	42,626
13	38,54	44	40,5314	75	42,699
14	38,602	45	40,5985	76	42,772
15	38,664	46	40,6658	77	42,845
16	38,726	47	40,7332	78	42,918
17	38,788	48	40,8008	79	42,992
18	38,85	49	40,8686	80	43,066
19	38,913	50	40,9366	81	43,14
20	38,975	51	41,0048	82	43,214
21	39,038	52	41,0732	83	43,289
22	39,101	53	41,1418	84	43,363
23	39,164	54	41,2105	85	43,438
24	39,228	55	41,2794	86	43,513
25	39,291	56	41,3486	87	43,589
26	39,355	57	41,4179	88	43,664
27	39,419	58	41,4874	89	43,74
28	39,483	59	41,5571	90	43,816
29	39,547	60	41,627	91	43,892
30	39,611	61	41,6971	92	43,968
31	39,676	62	41,7673	93	44,045

Продолжение табл. 1

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты
94	44,122	105	44,98	116	45,8653
95	44,199	106	45,0595	117	45,9471
96	44,276	107	45,1391	118	46,0292
97	44,353	108	45,2189	119	46,1114
98	44,431	109	45,2989	120	46,1939
99	44,509	110	45,3792	121	46,2766
100	44,587	111	45,4596	122	46,3596
101	44,665	112	45,5403	123	46,4428
102	44,743	113	45,6212	124	46,5262
103	44,822	114	45,7024	125	46,6098
104	44,901	115	45,7837	126	46,6937

Таблица 2

Углы наклона зоны защиты А тросового молниеотвода
к горизонтальной поверхности

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны за- щиты	Угол защиты
1	32,309	15	33,119	29	33,967
2	32,365	16	33,179	30	34,029
3	32,422	17	33,238	31	34,091
4	32,479	18	33,298	32	34,153
5	32,537	19	33,357	33	34,216
6	32,594	20	33,418	34	34,278
7	32,652	21	33,478	35	34,341
8	32,709	22	33,538	36	34,405
9	32,767	23	33,599	37	34,468
10	32,826	24	33,66	38	34,532
11	32,884	25	33,721	39	34,595
12	32,943	26	33,782	40	34,659
13	33,001	27	33,843	41	34,724
14	33,06	28	33,905	42	34,788

Продолжение табл. 2

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защиты	Угол защиты
43	34,853	71	36,751	99	38,835
44	34,918	72	36,822	100	38,913
45	34,983	73	36,894	101	38,991
46	35,048	74	36,965	102	39,07
47	35,113	75	37,037	103	39,149
48	35,179	76	37,109	104	39,228
49	35,245	77	37,181	105	39,307
50	35,311	78	37,254	106	39,387
51	35,378	79	37,327	107	39,467
52	35,444	80	37,4	108	39,547
53	35,511	81	37,473	109	39,627
54	35,578	82	37,546	110	39,708
55	35,645	83	37,62	111	39,789
56	35,713	84	37,694	112	39,871
57	35,78	85	37,768	113	39,952
58	35,848	86	37,843	114	40,034
59	35,916	87	37,918	115	40,116
60	35,985	88	37,993	116	40,199
61	36,053	89	38,068	117	40,282
62	36,122	90	38,143	118	40,365
63	36,191	91	38,219	119	40,448
64	36,26	92	38,295	120	40,531
65	36,33	93	38,372	121	40,615
66	36,399	94	38,448	122	40,699
67	36,469	95	38,525	123	40,784
68	36,539	96	38,602	124	40,869
69	36,61	97	38,679	125	40,954
70	36,68	98	38,757	126	41,039

Таблица 3

Углы наклона зоны защиты А стержневого молниеотвода
к вертикали

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты
1	52,187	32	50,259	63	48,162
2	52,127	33	50,194	64	48,092
3	52,067	34	50,129	65	48,021
4	52,007	35	50,064	66	47,95
5	51,947	36	49,999	67	47,878
6	51,887	37	49,933	68	47,807
7	51,826	38	49,867	69	47,735
8	51,766	39	49,801	70	47,663
9	51,705	40	49,735	71	47,591
10	51,644	41	49,669	72	47,519
11	51,583	42	49,602	73	47,447
12	51,521	43	49,535	74	47,374
13	51,46	44	49,469	75	47,301
14	51,398	45	49,402	76	47,228
15	51,336	46	49,334	77	47,155
16	51,274	47	49,267	78	47,082
17	51,212	48	49,199	79	47,008
18	51,15	49	49,131	80	46,934
19	51,087	50	49,063	81	46,86
20	51,025	51	48,995	82	46,786
21	50,962	52	48,927	83	46,711
22	50,899	53	48,858	84	46,637
23	50,836	54	48,79	85	46,562
24	50,772	55	48,721	86	46,487
25	50,709	56	48,651	87	46,411
26	50,645	57	48,582	88	46,336
27	50,581	58	48,513	89	46,26
28	50,517	59	48,443	90	46,184
29	50,453	60	48,373	91	46,108
30	50,389	61	48,303	92	46,032
31	50,324	62	48,233	93	45,955

Продолжение табл. 3

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты	Высота зоны защи- ты	Угол защиты
94	45,878	105	45,02	116	44,135
95	45,801	106	44,94	117	44,053
96	45,724	107	44,861	118	43,971
97	45,647	108	44,781	119	43,889
98	45,569	109	44,701	120	43,806
99	45,491	110	44,621	121	43,723
100	45,413	111	44,54	122	43,64
101	45,335	112	44,46	123	43,557
102	45,257	113	44,379	124	43,474
103	45,178	114	44,298	125	43,39
104	45,099	115	44,216	126	43,306

Таблица 4

Углы наклона зоны защиты А тросового молниеотвода
к вертикали

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны за- щиты	Угол защиты
1	57,691	15	56,881	29	56,033
2	57,635	16	56,821	30	55,971
3	57,578	17	56,762	31	55,909
4	57,521	18	56,702	32	55,847
5	57,463	19	56,643	33	55,784
6	57,406	20	56,582	34	55,722
7	57,348	21	56,522	35	55,659
8	57,291	22	56,462	36	55,595
9	57,233	23	56,401	37	55,532
10	57,174	24	56,34	38	55,468
11	57,116	25	56,279	39	55,405
12	57,057	26	56,218	40	55,341
13	56,999	27	56,157	41	55,276
14	56,94	28	56,095	42	55,212

Продолжение табл. 4

Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защиты	Угол защиты	Высота зоны защиты	Угол защиты
43	55,147	71	53,249	99	51,165
44	55,082	72	53,178	100	51,087
45	55,017	73	53,106	101	51,009
46	54,952	74	53,035	102	50,93
47	54,887	75	52,963	103	50,851
48	54,821	76	52,891	104	50,772
49	54,755	77	52,819	105	50,693
50	54,689	78	52,746	106	50,613
51	54,622	79	52,673	107	50,533
52	54,556	80	52,6	108	50,453
53	54,489	81	52,527	109	50,373
54	54,422	82	52,454	110	50,292
55	54,355	83	52,38	111	50,211
56	54,287	84	52,306	112	50,129
57	54,22	85	52,232	113	50,048
58	54,152	86	52,157	114	49,966
59	54,084	87	52,082	115	49,884
60	54,015	88	52,007	116	49,801
61	53,947	89	51,932	117	49,718
62	53,878	90	51,857	118	49,635
63	53,809	91	51,781	119	49,552
64	53,74	92	51,705	120	49,469
65	53,67	93	51,628	121	49,385
66	53,601	94	51,552	122	49,301
67	53,531	95	51,475	123	49,216
68	53,461	96	51,398	124	49,131
69	53,39	97	51,321	125	49,046
70	53,32	98	51,243	126	48,961

Для зоны Б значения углов наклона постоянны:

- для стержневого молниеотвода при зоне Б 58,47582⁰;
- для тросового молниеотвода при зоне Б 61,57859⁰.

Если объект оказывается внутри зоны защиты, значит, его защита от прямых ударов молнии обеспечивается.