

Приложение N 21
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

РАССТОЯНИЯ, БЕЗОПАСНЫЕ ПО РАЗЛЕТУ ОТДЕЛЬНЫХ КУСКОВ ПОРОДЫ

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

Линия наименьшего сопротивления W, м	Расстояния, безопасные по разлету отдельных кусков породы при взрывании на выброс и сброс			
	1.0	1.5	2.0	2.5 - 3.0
1.5	200	300	350	400
2	200	400	500	600
4	300	500	700	800
6	300	600	800	1000
8	400	600	800	1000
10	500	700	900	1000
12	500	700	900	1200
15	600	800	1000	1200
20	700	800	1200	1500
25	800	1000	1500	1800
30	800	1000	1700	2000

Примечание.

При взрывании на косогорах или в условиях превышения верхней отметки взрываемого участка над участками границы опасной зоны безопасное расстояние должно быть увеличено в соответствии с пунктом 832 настоящих Правил.

Приложение N 22
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

**ЗНАЧЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТОВ K_v И k_v ДЛЯ РАСЧЕТА РАССТОЯНИЙ, БЕЗОПАСНЫХ
ПО ДЕЙСТВИЮ УВВ ПРИ ВЗРЫВЕ**

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

Степень повреждения	Возможные последствия	Наружный заряд			Заряд, углубленный на свою высоту			n = 3
		Q, т	k _B	K _B	Q, т	k _B	K _B	k _B
1.	Отсутствие повреждений	< 10 > 10	50 - 150 -	- 400	< 20 > 20	20 - 50 -	- 200	3 - 10 -
2.	Случайные повреждения застекления	< 10 > 10	10 - 30 -	- 60 - 100	< 20 > 20	5 - 12 -	- 50	- 1 - 2
3.	Полное разрушение застекления. Частичное повреждение рам, дверей, нарушение штукатурки и внутренних легких перегородок	< 10 > 10	5 - 8 -	- 30 - 50	- -	- 2 - 4	- -	- 0,5 - 1
4.	Разрушение внутренних перегородок, рам, дверей, барачков, сараев	-	2 - 4	-	-	1 - 2	-	Разрушение в пределах воронки
5.	Разрушение малостойких каменных и деревянных зданий, опрокидывание железнодорожных составов	-	1,5 - 2	-	-	0,5 - 1	-	-

Примечание. Утратило силу. - Приказ Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518.

Приложение N 23
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору

**ДОПУСТИМЫЕ РАССТОЯНИЯ
ПО ДЕЙСТВИЮ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ОТ СКЛАДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ
МАТЕРИАЛОВ И АНАЛОГИЧНЫХ МЕСТ ХРАНЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДО РАЗЛИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Примерный перечень объектов, до которых рассчитываются безопасные расстояния	Условия расположения хранилищ (площадок) складов взрывчатых материалов и тому подобных мест хранения взрывчатых материалов	Расчетные формулы	Минимально допустимые расстояния до объектов (м) при массе взрывчатых веществ, кг											
			500	1 * 10 ³	2 * 10 ³	4 * 10 ³	1 * 10 ⁴	1,5 * 10 ⁴	2,5 * 10 ⁴	5 * 10 ⁴	7,5 * 10 ⁴	1 * 10 ⁵	2 * 10 ⁵	2,5 * 10 ⁵
1. Отдельные здания и сооружения, авто- и железные дороги с небольшим движением, прочные по сопротивляемости действию ударной воздушной волны сооружения (железобетонные и стальные мосты, элеваторы, углемойки)	Углубленные (обвалованные)	$r_b = \sqrt{Q}$	20	30	40	65	100	120	160	220	270	320	450	500
	Открыто расположенные	$r_b = 2\sqrt{Q}$	45	60	90	130	200	240	320	450	550	630	900	1000
2. Населенные пункты, авто- и железнодорожные магистрали, крупные	Углубленные (обвалованные)	$r_b = 2\sqrt{Q}$	45	60	90	130	200	240	320	450	550	630	900	1000
	Открыто	$r_b = 5\sqrt{Q}$	100	160	220	320	500	740	880	110	1250	1400	1750	1900

водные пути, заводы, фабрики, склады взрывчатых огнеопасных материалов, сооружения государственного значения	расположенные	при $Q \leq 10$ т $r_b = 30\sqrt[3]{Q}$ при $Q > 10$ т								0				
3. Объекты, для которых допустимы только случайные повреждения застекления	Углубленные (обвалованные) Открыто расположенные	$r_b = 10\sqrt{Q}$ при $Q \leq 10$ т $r_b = 60\sqrt[3]{Q}$ при $Q > 10$ т	220	320	450	630	1000	1500	1750	2200	2500	2800	3500	3800

Приложение N 24
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

ЗНАЧЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТА K_o ДЛЯ РАСЧЕТА РАССТОЯНИЙ, БЕЗОПАСНЫХ
ПО ПЕРЕДАЧЕ ДЕТОНАЦИИ

Взрывчатые материалы	Местоположение	Взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры без	Взрывчатые вещества с содержанием нитроэфиров 40% и	Тротил	Детонаторы
----------------------	----------------	---	---	--------	------------

		нитроэфиров и взрывчатые вещества с содержанием нитроэфиров до 40%, детонирующий шнур (изделия, содержащие ДШ)		более					
		О	У	О	У	О	У	О	У
Активный заряд		Пассивный заряд							
взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры с содержанием нитроэфиров до 40% Детонирующий шнур, (изделия, содержащие ДШ)	Открытый	0,8	0,5	1,1	0,8	1,3	1	0,8	0,5
	Углубленный	0,5	0,3	0,8	0,5	1	0,6	0,5	0,3
взрывчатые вещества с содержанием нитроэфиров 40% и более	Открытый	1,6	1	2,3	1,6	2,5	2	1,6	1
	Углубленный	1	0,6	1,6	1	2	1,3	1	0,6
Тротил	Открытый	1,3	1	1,6	1,3	1,9	1,4	1,3	1
	Углубленный	1	0,6	1,3	0,9	1,4	0,8	1	0,7
Детонаторы	Открытый	0,4	0,25	0,75	0,5	0,7	0,6	0,4	0,25
	Углубленный	0,25	0,2	0,5	0,4	0,6	0,4	0,25	0,2

Примечание. У - углубленный заряд; О - открытый заряд.

к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

**ЗНАЧЕНИЯ
ДОПУСТИМЫХ РАССТОЯНИЙ ПО ПЕРЕДАЧЕ ДЕТОНАЦИИ
МЕЖДУ ХРАНИЛИЩАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ (r_0)**

Расчет произведен по формуле (19) при $b = 1,6$ м

Активный заряд	K_0	Пассивный заряд	Безопасные расстояния по передаче детонации (м) при вместимости хранилища (массе взрывчатых материалов), т						
			10	25	60	120	240	420	
взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры с нитроэфирами до 40%		взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры с нитроэфирами до 40%							
Открытый	0,8	Открытый	20	27	36	45	56	68	
То же	0,5	Углубленный	12	17	22	28	35	43	
Углубленный	0,5	Открытый	12	17	22	28	35	43	
То же	0,3	Углубленный	7	10	14	17	21	26	
взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры с нитроэфирами до 40%		Тротил							
Открытый	1,3	Открытый	32	43	58	73	91	110	

То же	1	Углубленный	25	33	44	56	70	85
Углубленный	1	Открытый	25	33	44	56	70	85
То же	0,6	Углубленный	15	20	27	34	42	51
Тротил		взрывчатые вещества на основе аммиачной селитры с нитроэфирами до 40%						
Открытый	1,3	Открытый	32	43	58	73	91	110
То же	1	Углубленный	25	33	44	56	70	85
Углубленный	1	Открытый	25	33	44	56	70	85
То же	0,6	Углубленный	15	20	27	34	42	51
Тротил		Тротил						
Открытый	1,9	Открытый	46	63	84	106	133	160
То же	1,4	Углубленный	34	46	62	78	98	118
Углубленный	1,4	Открытый	34	46	62	78	98	118
То же	0,8	Углубленный	20	27	36	45	56	68

Приложение N 26
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

**ПОРЯДОК
ПРИСВОЕНИЯ И НАНЕСЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ
ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ И КАПСЮЛЕЙ-ДЕТОНАТОРОВ**

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

1. В каждой организации должна быть составлена рабочая инструкция по присвоению и нанесению индивидуальных индексов электродетонаторам и капсулям-детонаторам.

2. Рабочая инструкция должна соответствовать требованиям настоящих Правил, а также учитывать особенности применяемых технических средств и условий ведения взрывных работ в организации. В инструкции должны быть отражены места проведения работ, порядок нанесения индивидуальных индексов, хранения средств инициирования с нанесенными индивидуальными индексами и устройств для нанесения индивидуальных индексов, а также возврата данных средств инициирования.

3. Разработанная рабочая инструкция подлежит утверждению руководителем (техническим руководителем) организации.

4. Для нанесения индивидуальных индексов на электродетонаторы и капсули-детонаторы обжимным способом должны применяться устройства, допущенные к применению в установленном порядке.

5. Работы по нанесению индивидуальных индексов должны осуществляться в соответствии с инструкцией (руководством) по эксплуатации обжимного устройства.

6. Нанесение индивидуальных индексов обжимным способом должно осуществляться при наличии ограждающего устройства (щитка), обеспечивающего безопасность оператора в случае взрыва изделия.

7. Обжимное устройство должно быть укреплено на основании (столе, тумбе).

8. При применении обжимного способа нанесения индивидуальных индексов основание обжимного устройства (стол, тумба), само устройство и щиток должны быть заземлены. Сопротивление заземления должно быть не более 100 Ом.

9. Нанесение индивидуальных индексов на электродетонаторы с помощью устройств обжимного типа должно производиться на 1,0 - 3,0 мм ниже нижнего зига заводской обжимки гильзы (соединения капсуля-детонатора с электровоспламенителем).

10. Нанесение индивидуальных индексов на капсули-детонаторы должно осуществляться до изготовления зажигательных трубок. При применении устройств обжимного типа нанесение индивидуальных индексов может проводиться одновременно с обжимом дульца капсуля-детонатора вокруг огнепроводного шнура (изготовлением зажигательной трубки).

11. Индивидуальные индексы должны быть нанесены, таким образом, чтобы обеспечивалось однозначное прочтение символов (букв и цифр) без нарушения герметичности электродетонатора и целостности гильзы капсуля-детонатора. В случае появления трещин во внешней оболочке изделий они должны быть уничтожены в соответствии с требованиями настоящих Правил.

12. Работы по нанесению индивидуальных индексов средств инициирования необходимо проводить в помещении, отдельном от мест хранения взрывчатых материалов.

13. При нанесении индивидуальных индексов на средства инициирования непосредственно в подземной раздаточной камере ВМ местом расположения обжимного устройства может служить рабочий стол раздатчика, отгороженный от мест хранения взрывчатых материалов. Это требование является необязательным, если средства взрывания и взрывчатые вещества хранятся в металлических шкафах.

14. При установке на столе нескольких обжимных устройств они должны быть отделены друг от друга деревянными перегородками толщиной не менее 10 см или металлическими листами толщиной не менее 5 мм.

15. На гильзы электродетонаторов и капсулей-детонаторов должны наноситься шесть индексов:

два цифровых индекса обозначают код субъекта Российской Федерации;

два буквенных индекса слева от цифровых обозначают номер организации;

два буквенных индекса справа от цифровых обозначают номер взрывника.

Буквенные обозначения порядковых номеров организаций-потребителей и взрывников указаны в таблице N 1 настоящего приложения.

Коды субъектов Российской Федерации указаны в таблице N 2 настоящего приложения.

16. При ведении взрывных работ группой взрывников допускается производить нанесение на средства инициирования индивидуального индекса старшего взрывника, ответственного по наряду-путевке за взрывчатые материалы.

17. Для каждого взрывника должен быть определен индивидуальный буквенный индекс, который запрещено присваивать другому взрывнику.

18. Средства инициирования с неправильно нанесенным индивидуальным индексом, а также с нечитаемыми символами подлежат уничтожению. Средства инициирования с нанесенным индивидуальным индексом подлежат уничтожению также и в случае увольнения взрывника из организации или перевода его на другую работу.

19. Нанесение индивидуальных индексов на электродетонаторы и капсули-детонаторы должно производиться на складе ВМ, за исключением следующих случаев:

при обслуживании взрывников в подземных раздаточных камерах ВМ нанесение индивидуальных индексов на средства инициирования допускается осуществлять непосредственно в раздаточной камере;

при разовых, эпизодических, сезонных взрывных работах допускается производить нанесение индивидуальных индексов на средства инициирования в отдельных приспособленных помещениях, палатках или под навесом, а при работах передвижного характера - под открытым небом за пределами опасной зоны и не ближе 25 м от места хранения взрывчатых материалов.

20. Средства инициирования с нанесенными на них индивидуальными индексами на время отпуска, командировки или болезни взрывника могут храниться на расходном складе ВМ не более двух месяцев. По истечении этого срока, а также в случае появления коррозии на гильзах средств инициирования последние должны быть уничтожены в соответствии с требованиями настоящих Правил.

21. К операции по нанесению индивидуальных индексов на средства инициирования должны допускаться взрывники, раздатчики и заведующие расходными складами ВМ, назначенные для проведения этих работ распорядительным документом организации.

22. Лица, допущенные к нанесению индивидуальных индексов на средства инициирования, должны изучить рабочую инструкцию и пройти инструктаж с подписью в журнале инструктажа.

Таблица N 1

**Таблица буквенных обозначений номеров
предприятий-потребителей и взрывников**

	А	Б	В	Д	Е	Ж	И	К	М	Р	С	Ю	Ф	Я	Ш	Э	Т	У	Л	Н	З	Ц	Ч	Г	П	Х
А	Х	01	03	07	13	21	31	43	57	73	91	111	133	157	183	211	241	273	307	343	381	421	463	507	553	601
Б	02	Х	04	08	14	22	32	44	58	74	92	112	134	158	184	212	242	274	308	344	382	422	464	508	554	602
В	06	05	Х	09	15	23	33	45	59	75	93	113	135	159	185	213	243	275	309	345	383	423	465	509	555	603
Д	12	11	10	Х	16	24	34	46	60	76	94	114	136	160	186	214	244	276	310	346	384	424	466	510	556	604
Е	20	19	18	17	Х	25	35	47	61	77	95	115	137	161	187	215	245	277	311	347	385	425	467	511	557	605
Ж	30	29	28	27	26	Х	36	48	62	78	96	116	138	162	188	216	246	278	312	348	386	426	468	512	558	606
И	42	41	40	39	38	37	Х	49	63	79	97	117	139	163	189	217	247	279	313	349	387	427	469	513	559	607
К	56	55	54	53	52	51	50	Х	64	80	98	118	140	164	190	218	248	280	314	350	388	428	470	514	560	608
М	72	71	70	69	68	67	66	65	Х	81	99	119	141	165	191	219	249	281	315	351	389	429	471	515	561	609
Р	90	89	88	87	86	85	84	83	82	Х	100	120	142	166	192	220	250	282	316	352	390	430	472	516	562	610
С	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	Х	121	143	167	193	221	251	283	317	353	391	431	473	517	563	611
Ю	132	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	Х	144	168	194	222	252	284	318	354	392	432	474	518	564	612
Ф	156	155	154	153	152	151	150	149	148	147	146	145	Х	169	195	223	253	285	319	355	393	433	475	519	565	613
Я	182	181	180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	Х	196	224	254	286	320	356	394	434	476	520	566	614
Ш	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	Х	225	255	287	321	357	395	435	477	521	567	615
Э	240	239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	Х	256	288	322	358	396	436	478	522	568	616
Т	272	271	270	269	268	267	266	265	264	263	262	261	260	259	258	257	Х	289	323	359	397	437	479	523	569	617
У	306	305	304	303	302	301	300	299	298	297	296	295	294	293	292	291	290	Х	324	360	398	438	480	524	570	618
Л	342	341	340	339	338	337	336	335	334	333	332	331	330	329	328	327	326	325	Х	361	399	439	481	525	571	619

Н	380	379	378	377	376	375	374	373	372	371	370	369	368	367	366	365	364	363	362	X	400	440	482	526	572	620
З	420	419	418	417	416	415	414	413	412	411	410	409	408	407	406	405	404	403	402	401	X	441	483	527	573	621
Ц	462	461	460	459	458	457	456	455	454	453	452	451	450	449	448	447	446	445	444	443	442	X	484	528	574	622
Ч	506	505	504	503	502	501	500	499	498	497	496	495	494	493	492	491	490	489	488	487	486	485	X	529	575	623
Г	552	551	550	549	548	547	546	545	544	543	542	541	540	539	538	537	536	535	534	533	532	531	530	X	576	624
П	600	599	598	597	596	595	594	593	592	591	590	589	588	587	586	585	584	583	582	581	580	579	578	577	X	625
Х	650	649	648	647	646	645	644	643	642	641	640	639	638	637	636	635	634	633	632	631	630	629	628	627	626	X
	А	Б	В	Д	Е	Ж	И	К	М	Р	С	Ю	Ф	Я	Ш	Э	Т	У	Л	Н	З	Ц	Ч	Г	П	Х

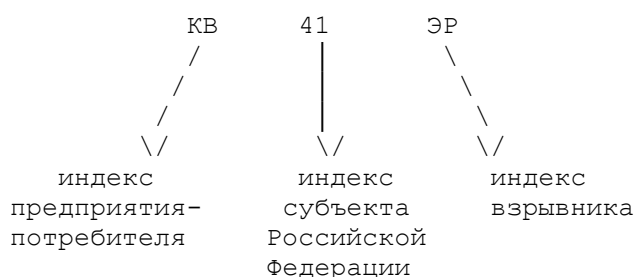
Перечень индексов субъектов Российской Федерации для присвоения индивидуальных индексов средствам инициирования

N	Наименование субъектов Российской Федерации	Индекс
1.	Республика Башкортостан	01
2.	Республика Бурятия	02
3.	Республика Дагестан	03
4.	Кабардино-Балкарская Республика	04
5.	Республика Калмыкия	05
6.	Республика Карелия	06
7.	Республика Коми	07
8.	Республика Марий Эл	08
9.	Республика Мордовия	09
10.	Республика Северная Осетия - Алания	10
11.	Республика Татарстан	11
12.	Республика Тыва	12
13.	Удмуртская Республика	13
14.	Республика Ингушетия, Чеченская Республика	14
15.	Чувашская Республика	15
16.	Республика Саха (Якутия)	16
17.	Алтайский край, Республика Алтай	17
18.	Амурская область	18
19.	Архангельская область, Ненецкий АО	19
20.	Астраханская область	20
21.	Белгородская область	21
22.	Брянская область	22
23.	Владимирская область	23

24.	Волгоградская область	24
25.	Вологодская область	25
26.	Воронежская область	26
27.	Ивановская область	27
28.	Иркутская область	28
29.	Калининградская область	29
30.	Калужская область	30
31.	Камчатский край	31
32.	Кемеровская область	32
33.	Кировская область	33
34.	Костромская область	34
35.	Краснодарский край, Республика Адыгея	35
36.	Красноярский край, включая г. Норильск (Норильский промышленный район)	36
37.	Курганская область	37
38.	Курская область	38
39.	Ленинградская область, Санкт-Петербург	39
40.	Липецкая область	40
41.	Магаданская область	41
42.	Московская область	42
43.	г. Москва	43
44.	Мурманская область	44
45.	Нижегородская область	45
46.	Новгородская область	46
47.	Новосибирская область	47
48.	Омская область	48
49.	Оренбургская область	49
50.	Орловская область	50

51.	Пензенская область	51
52.	Пермский край	52
53.	Приморский край	53
54.	Псковская область	54
55.	Ростовская область	55
56.	Рязанская область	56
57.	Самарская область	57
58.	Саратовская область	58
59.	Сахалинская область	59
60.	Свердловская область	60
61.	Смоленская область	61
62.	Ставропольский край	62
63.	Тамбовская область	63
64.	Тверская область	64
65.	Томская область	65
66.	Тульская область	66
67.	Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ	67
68.	Ульяновская область	68
69.	Хабаровский край, Еврейская автономная область	69
70.	Челябинская область	70
71.	Забайкальский край	71
72.	Ярославская область	72
73.	Чукотский автономный округ	73
74.	Республика Хакасия	74
75.	Карачаево-Черкесская Республика	75
76.	г. Севастополь	79
77.	Республика Крым	80

Пример нанесения индивидуальных индексов на гильзах ЭД и КД



При этом первая цифра в обозначении номеров соответствует буквам, расположенным в вертикальном столбце:

КВ = 54; ЭР = 231.

Приложение N 27
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

ПЕРЕЧЕНЬ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ИЗБИТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ФРОНТЕ УВВ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ОБЪЕКТОВ

NN п. п.	Наименование	Разрушающее давление, кПа
1.	2	3
1.	Остекление	2
2.	Деревянные перемычки	10
3.	Вентиляционные трубопроводы	15
4.	Электрооборудование	20
5.	Электросети	30
6.	Вентиляторы местного проветривания	40
7.	Лебедки (массой до 1 т)	40

8.	Кирпичные перемычки (толщиной 0.2 ... 0.4 м)	50
9.	Люки, воздушные трубы	60
10.	Контактный провод	80
11.	Вагонетки, обращенные к взрыву:	
	- торцом	140
	- боком	50
12.	Проходческие машины	140
13.	Деревянная крепь	80
14.	Арочная крепь	150
15.	Бетонная перемычка	200 ÷ 400
16.	Железобетонная стена (толщиной 0.25 м)	280 ÷ 350
17.	Рельсовый путь	700

Приложение N 28
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ВЫРАБОТКИ

Условия закрепления выработки	Коэффициент шероховатости β
Незакрепленные	
Пройденные по простиранию	0.02 ÷ 0.25
Пройденные вкрест простирания; волна движется в направлении:	
- обратном падению пород	0.04 ÷ 0.045

- по падению пород	0.022 ÷ 0.028
Выработки с неровной почвой и люками	0.045 ÷ 0.063
Закрепленные	
- бетоном	0.010 ÷ 0.015
- неполными крепежными рамами	0.025 ÷ 0.034
- арочной крепью	0.04 ÷ 0.06
- торкретбетоном	0.02 ÷ 0.025
- арочной крепью с люками для выпуска руды	0.05 ÷ 0.07

При движении УВВ по выработкам с различными видами крепи среднее значение коэффициента β_{cp} определяется по формуле:

$$\beta_{cp} = \frac{\beta_1 R_1 + \beta_2 R_2 + \dots + \beta_n R_n}{R},$$

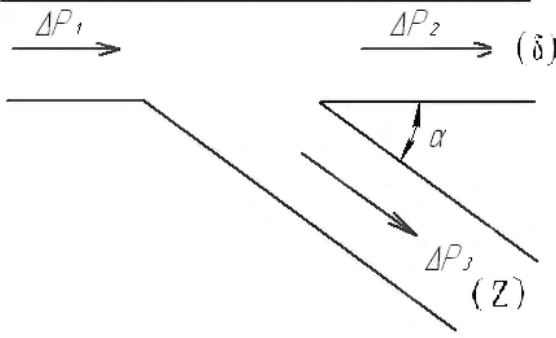
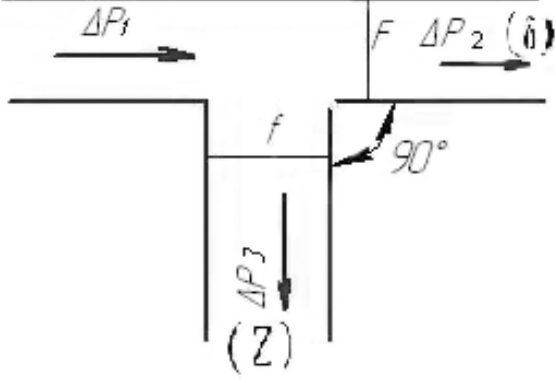
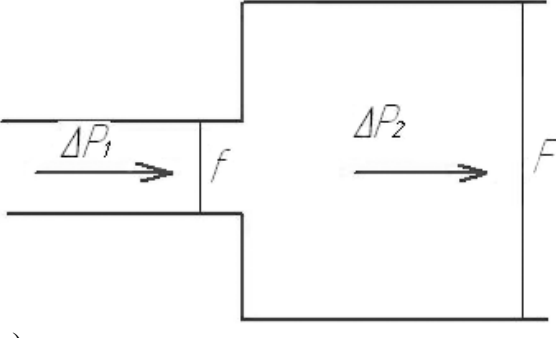
где $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ - соответственно коэффициенты шероховатости выработок, по которым проходит УВ;

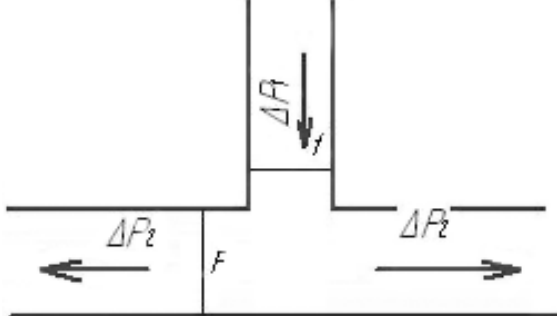
$R_1, R_2 \dots R_n$ - соответственно длины выработок для различных коэффициентов шероховатости ($\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$), м.

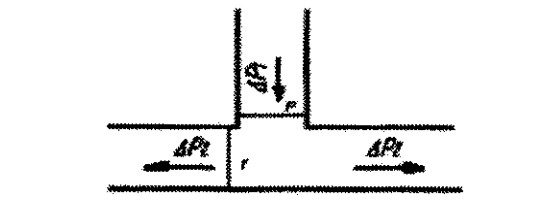
Приложение N 29
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В УВВ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

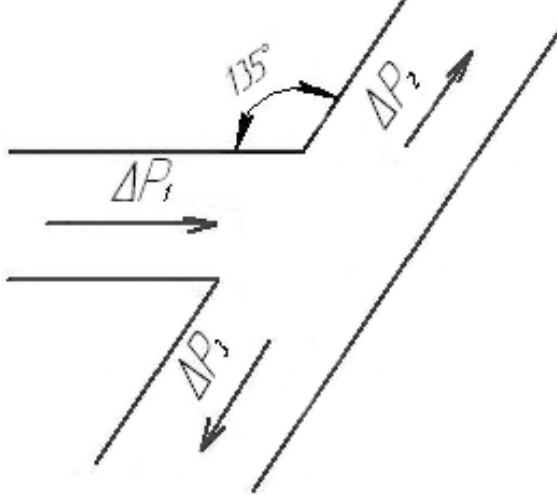
(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

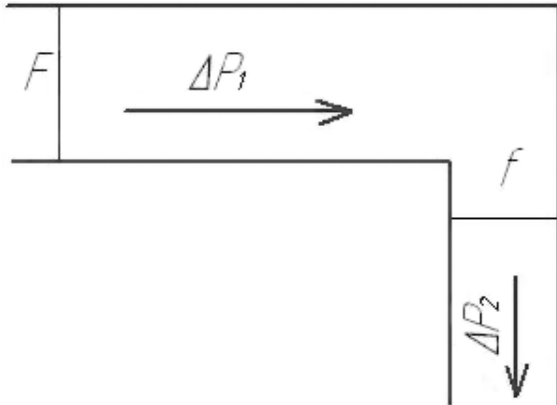
Вид местного сопротивления	Коэффициенты ослабления					
<p>a)</p> 	при одинаковом сечении выработок $Z = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_3}$					
	α°	45°	90°	135°	175°	
	Z	2,3	2,7	3,1	3,4	
	$\delta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	α°	45°	90°	135°	175°	
δ	1,5	1,25	1,2	1,1		
<p>б)</p> 	при различных сечениях выработок: $E = \frac{f}{F}; Z = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_3}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	Z	2,7	2,4	2,2	1,9	1,75
	$\delta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
δ	1,25	1,2	1,15	1,1	1,05	
(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)						
<p>в)</p> 	$E = \frac{f}{F}; Z = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	Z	1	1,13	1,35	1,9	3,0

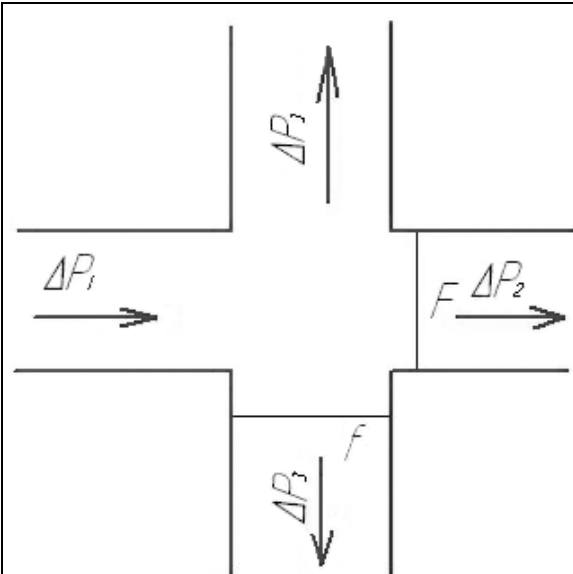
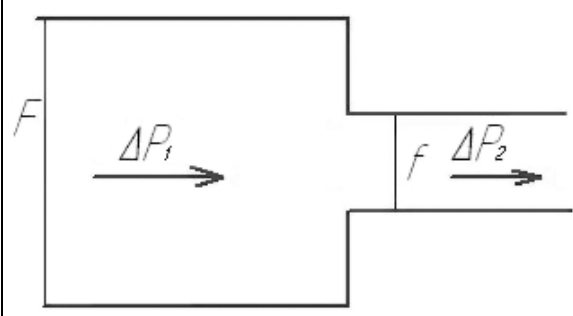
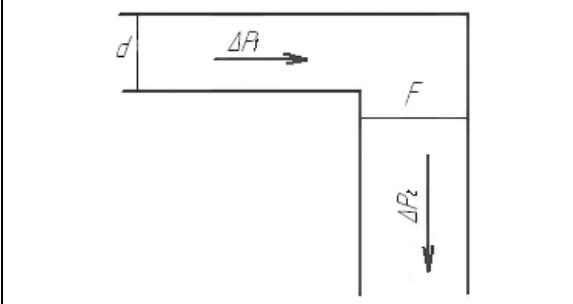
 <p>г)</p>	$E = \frac{f}{F}; \theta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	<i>E</i>	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	<i>θ</i>	1,9	2,1	2,5	3,3	6,0

 <p>д)</p>	$E = \frac{f}{F}; \theta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	<i>E</i>	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	<i>θ</i>	1,9	1,4	1,25	1,0	0,75

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

 <p>е)</p>	при одинаковом сечении выработок $\theta' = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_3} = 4,0; \theta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = 1,3$				
--	---	--	--	--	--

 <p>ж)</p>	$E = \frac{f}{F}; \theta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	<i>E</i>	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	<i>θ</i>	1,2	1,0	0,91	0,77	0,7

 <p>3)</p>	$E = \frac{f}{F}; Z = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_3}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	K	4	3,3	2,9	2,5	2,0
	$\delta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	δ	1,65	1,5	1,3	1,2	1,1
 <p>и)</p>	$E = \frac{f}{F}; \Omega = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	Ω	1	0,92	0,85	0,8	0,75
 <p>к)</p>	$E = \frac{f}{F}; \theta = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}$					
	E	1	0,8	0,6	0,4	0,2
	θ	1,2	1,3	1,65	2,0	3,0

Приложение N 30
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

ЗОНЫ ЗАЩИТЫ МОЛНИЕОТВОДОВ

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

1. Одиночный стержневой молниеотвод

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус см. приложение N 33 к настоящим Правилам (далее - приложение N 33), рисунок 7, вершина которого находится на высоте $h_0 < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0 . Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x .

Зона защиты одиночных стержневых молниеотводов имеет следующие размеры:

$$h_0=0,85h,$$

$$r_0=(1,1-0,002h)h,$$

$$r_x=(1,1-0,002h)*\left(h-\frac{h_x}{0,85}\right) \quad (1)$$

2. Двойной стержневой молниеотвод

2.1. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой h показана на рисунке 8 приложения N 33. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов. Размеры h_0 , r_0 , r_{x1} , r_{x2} определяются по формулам (1) главы XII настоящих Правил для обоих типов зон защиты.

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода имеет следующие габариты:

$$\text{при } L \leq h \quad h_c=h_0; r_{cx}=r_x; r_c=r_0; \quad (2)$$

$$\text{при } L > h \quad \begin{cases} h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h) * (L - h) \\ r_{cx} = r_0 * \frac{h_c - h_x}{h_c}; r_c = r_0 \end{cases} \quad (3)$$

Зона защиты существует при $L \leq 3h$. При $L > 3h$ стержневые молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

2.2. Зона защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты h_1 и h_2 приведена на рисунке 9 приложения N 33. Торцевые области этой зоны определяются как зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов соответствующей высоты, и размеры h_{01} , h_{02} , r_0 , r_{02} , r_{x1} , r_{x2} вычисляются по формулам (1) приложения 30 к настоящим Правилам для обоих типов зон защиты. Остальные размеры зоны определяются по формулам:

$$r_c = \frac{r_{01} + r_{02}}{2}; \quad h_c = \frac{h_{c1} + h_{c2}}{2}; \quad r_{cx} = r_c * \frac{h_c - h_x}{h_c}, \quad (4)$$

где h_{c1} и h_{c2} вычисляются по формулам (2) и (3). Для разнорысокого двойного стержневого молниеотвода зона защиты существует при $L \leq 3h_{\min}$.

3. Многократный стержневой молниеотвод

Зона защиты многократных стержневых молниеотводов равной высоты определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов (приложение N 33, рисунок 10).

Основное условие защищенности одного или группы сооружений высотой h_x с надежностью 99,5% - выполнение неравенства $r_{cx} > 0$ для всех попарно взятых молниеотводов (r_{cx} определяется по формулам (2) и (3)).

4. Одиночный тросовый молниеотвод

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода приведена на рисунке 11 приложения N 33, где h - высота троса в точке наибольшего провеса. С учетом стрелы провеса при известной высоте опор h_{on} высота стального троса площадью сечения 35 - 50 мм² определяется при длине пролета $L < 120$ м как $h = h_{on} - 2$ м, а при $L = 120 - 150$ м как $h = h_{on} - 3$ м.

Зона защиты одиночных тросовых молниеотводов имеет следующие размеры:

$$h_0 = 0,85h,$$

$$r_0 = (1,35 - 0,0025h)h, \quad (5)$$

$$r_x = (1,35 - 0,0025h) * \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right)$$

5. Двойной тросовый молниеотвод

Зона защиты двойного тросового молниеотвода показана на рисунке 12 приложения 33. Размеры r_0 , h_0 , r_x определяются по формулам (5).

Остальные габариты зоны защиты определяются по формулам:

$$\text{при } L \leq h \quad h_c = h, \quad r_{cx} = r_x, \quad r_c = r_0; \quad (6)$$

$$\text{при } L > h \quad \begin{cases} h_c = h_0 - (0,14 + 5 * 10^{-4} h) * (L - h); \\ r_x = \frac{L}{2} * \frac{h_0 - h_x}{h_0 - h_c}; \quad r_c = r_0; \quad r_{cx} = r_0 * \frac{h_c - h_x}{h_c} \end{cases} \quad (7)$$

Зона защиты существует при $L \leq 3h$.

6. Конструктивное выполнение молниеотводов

6.1. Опоры, молниеприемники и токоотводы

6.1.1. Опоры молниеотводов следует выполнять из стали любой марки, железобетона или древесины (приложение N 33, рисунок 13). Металлические трубчатые опоры допускается изготавливать из некондиционных стальных труб. Металлические опоры должны быть предохранены от коррозии. Окрашивать контактные поверхности в соединениях не допускается, деревянные опоры и пасынки должны предохраняться от гниения пропиткой антисептиками.

6.1.2. Опоры стержневых молниеотводов необходимо рассчитывать на механическую прочность как свободно стоящие конструкции, а тросовые - с учетом натяжения троса и ветровой нагрузки на трос, без учета динамических усилий от токов молнии в обоих случаях.

6.1.3. К верхнему концу опоры 1 прикрепляется молниеприемник 2, выступающий над опорой не более чем на 1,5 м (приложение N 33, рисунок 13). Молниеприемник соединяется токоотводом 3 с заземлением 4 и крепится к столбу скобами 5. Для больших хранилищ применяются сложные опоры.

Для увеличения срока службы деревянные опоры можно устанавливать на рельсовые или железобетонные приставки.

Размеры деревянных опор

Высота молниеотвода, м	9	11	13	14	16	18	20	22
Высота составных деревянных частей опоры, м:								
верхней а	6	7	8	9	10	11	12	13
нижней b	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5

6.1.4. Использование деревьев в качестве опор для молниеприемников не допускается.

6.1.5. Площадь сечения стального молниеприемника стержневого молниеотвода должна быть не менее 100 мм² (приложение N 33, рисунок 14). Длина молниеприемника должна быть не менее 200 мм. Молниеприемники следует защищать от коррозии оцинкованием, лужением или покраской.

6.1.6. Молниеприемники тросовых молниеотводов необходимо выполнять из стального многопроводного оцинкованного троса площадью сечения не менее 35 мм².

6.1.7. Соединение молниеприемников с токоотводами должно выполняться сваркой, а при невозможности применения сварки - болтовым соединением с переходным электрическим сопротивлением не более 0,05 Ом.

Соединение стальной кровли с токоотводами может выполняться зажимами (приложение N 33, рисунок 15). Площадь контактной поверхности в соединении должна быть не менее удвоенной площади сечения токоотводов.

6.1.8. Токоотводы, переемычки и заземлители необходимо выполнять из фигурной стали с размерами элементов, не менее указанных в приложении N 32 к настоящим Правилам.

6.2. Заземляющие устройства

6.2.1. По расположению в грунте и форме электродов заземлители делятся на:

а) углубленные - из полосовой (площадь сечения 40 х 4 мм) или круглой (диаметром 20 мм) стали, укладываемые на дно котлована в виде протяженных элементов или контуров по периметру фундаментов. В грунтах с электрическим удельным сопротивлением $\rho \geq 500$ Ом*м в качестве углубленных заземлителей может использоваться арматура железобетонных свай и железобетонных фундаментов других видов;

б) горизонтальные - из полосовой (площадь сечения 40 х 4 мм) или круглой (диаметром 20 мм) стали, уложенные горизонтально на глубине 0,6 - 0,8 м от поверхности земли или несколькими лучами, расходящимися из одной точки, к которой присоединяется токоотвод;

в) вертикальные - из стальных, вертикально ввинчиваемых стержней (диаметром 32 - 56 мм) или забиваемых электродов из угловой (40 х 40 мм) стали. Длина ввинчиваемых электродов должна приниматься 3 - 5 м, забиваемых - 2,5 - 3 м. Верхний конец вертикального заземлителя должен быть заглублен на 0,5 - 0,6 м от поверхности земли;

г) комбинированные - вертикальные и горизонтальные, объединенные в общую систему. Присоединение токоотводов следует проводить в середину горизонтальной части комбинированного заземлителя.

В качестве комбинированных следует применять сетки с глубиной заложения 0,5 - 0,6 м или сетки с вертикальными электродами. Шаг ячеек сетки должен быть не менее 5 - 6 м;

д) пластинчатые - для судов с взрывчатыми материалами, корпуса которых изготовлены из непроводящего материала.

6.2.2. Все соединения электродов заземлителей между собой и с токоотводами должны проводиться сваркой. Длина сварочного шва должна быть не менее двойной ширины свариваемых полос и не менее 6 диаметров свариваемых круглых проводников.

Болтовой контакт допускается только при устройстве временных заземлителей и в местах соединения между собой отдельных контуров, выполненных в соответствии с пунктом 882 настоящих Правил.

Площадь сечения соединительных полос заземлителей должна быть не менее указанной указанных в приложении N 32 к настоящим Правилам.

6.2.3. Проектирование заземлителей должно вестись с учетом неоднородности грунта.

6.2.4. Конструкция заземлителей выбирается в зависимости от требуемого импульсного сопротивления с учетом структуры и электрического удельного сопротивления грунта, а также удобства ведения работ по их укладке. Типовые конструкции заземлителей и значения их сопротивления растеканию тока промышленной частоты R_{\sim} , Ом, приведены ниже.

В грунтах с электрическим удельным сопротивлением менее 500 Ом*м следует использовать

заземлители горизонтального или вертикального типа. При грунтах неоднородной проводимости следует применять горизонтальные заземлители, если электрическое удельное сопротивление верхнего слоя грунта меньше нижнего, и вертикальные заземлители, если проводимость нижнего слоя лучше, чем верхнего.

6.2.5. Каждый заземлитель характеризуется своим импульсным сопротивлением, т.е. сопротивлением растеканию тока молнии R_u .

Импульсное сопротивление заземлителя может существенно отличаться от сопротивления R_{\sim} , получаемого обычно принятыми способами. Его величина определяется по формуле:

$$R_u = \alpha R_{\sim}, \quad (8)$$

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

где α - импульсный коэффициент, зависящий от параметров тока молнии, электрического удельного сопротивления грунта и конструкции заземлителя.

Предельные длины горизонтальных заземлителей, гарантирующих $\alpha \leq 1$ при разных удельных сопротивлениях грунта ρ , приведены ниже.

ρ , Ом*м	До 500	500	1000	2000	4000
$l_{пр}$, м	25	35	50	80	100

Заземлители большей длины практически не отводят импульсный ток на участке, превышающем $l_{пр}$.

Значения импульсного коэффициента при разных удельных сопротивлениях грунта приведены в приложении N 31 к настоящим Правилам.

(с изменениями, внесенными Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

Импульсные коэффициенты определены для значений амплитуды тока молнии 60 кА и крутизны 20 кА/мкс.

6.2.6. После монтажа заземлителей расчетное сопротивление растеканию должно быть уточнено непосредственным замером. Измерения следует проводить летом в сухую погоду.

Соединение между собой отдельных заземлителей молниеотводов стальной полосой допускается в грунтах с электрическим удельным сопротивлением $\rho > 500$ Ом*м.

Если измеренное сопротивление заземлителей превышает расчетное, то в грунтах с электрическим удельным сопротивлением 500 Ом*м и более необходимо соединять между собой заземлители молниеприемников соседних хранилищ при расстоянии между ними не более указанных в пункте 880 настоящих Правил.

7. Молниезащита плавучих судов с взрывчатыми материалами

7.1. Молниезащита плавучих судов должна осуществляться посредством установки на каждой

мачте молниеотводов с учетом следующих положений:

7.2. Если корпус судна и мачта изготовлены из металла и имеют надежный электрический контакт, а на топе металлической мачты нет никакого электрического или электронного оборудования, эта мачта обеспечивает защиту от действия молнии.

7.3. Если корпус и мачта изготовлены из металла и имеют надежный электрический контакт, а на топе металлической мачты установлено какое-либо электрическое или электронное оборудование, на мачте должен быть установлен молниеприемник, возвышающийся над этим оборудованием не менее чем на 300 мм.

7.4. Если корпус судна изготовлен из непроводящего материала, а мачта из металла, на части корпуса, находящейся в воде, должен устанавливаться заземляющий лист, к которому присоединяется мачта. В случае, когда на топе мачты установлено какое-либо электрическое или электронное оборудование, должно быть выполнено требование пункта 7.2 настоящего приложения.

7.5. Если мачта изготовлена из дерева или другого непроводящего материала, на ней должен быть установлен молниеприемник, возвышающийся также не менее чем на 300 мм над любым устройством, находящимся на топе мачты.

Молниеприемник должен быть соединен с помощью токоотвода с металлическим корпусом судна или с заземляющим листом на судах с непроводящим корпусом.

7.6. Молниеприемник для установки на мачтах должен представлять собой металлический стержень диаметром не менее 12 мм. В качестве материала могут применяться медь, медные сплавы или сталь, защищенная металлическим антикоррозийным покрытием.

7.7. В качестве токоотвода на судах следует использовать шину, трос, прут или провод из меди площадью сечения не менее 70 мм² или стали площадью сечения не менее 100 мм², при этом токоотвод должен быть защищен от коррозии.

7.8. Токоотводы должны прокладываться по наружной стороне мачт и надстроек.

7.9. На судах с корпусом из непроводящего материала в качестве заземлителей необходимо применять листы из углеродистой стали площадью не менее 1,5 м² и толщиной 5 - 6 мм, погруженные в воду при любой осадке и наибольшем допустимом крене судна.

7.10. Соединения между молниеприемником, токоотводом и заземлителем должны выполняться сваркой или болтовыми зажимами. В случае применения болтовых зажимов площадь контактной поверхности между токоотводом и молниеприемником или заземлителем должна быть не менее 100 мм² для меди и ее сплавов и 1000 мм² для стали.

7.11. Если судно оборудовано заваливающимися мачтами, между стандарсом и стойкой мачты должна быть установлена гибкая перемычка на токоотводе площадью сечения не менее 70 мм² для меди и 100 мм² для стального многожильного проводника.

8. Проектирование и приемка молниезащиты складов взрывчатых материалов

8.1. Проект должен содержать:

план склада со всеми прилегающими к нему сооружениями;

расчет зон защиты от прямых ударов с обоснованием и размерами всех молниезащитных элементов;

расчет защиты от вторичных воздействий молнии (если это требуется) или мотивировку нецелесообразности ее выполнения;

рабочие чертежи всех конструкций;

спецификацию материалов.

8.2. Смонтированные молниезащитные устройства могут быть введены в эксплуатацию только после приемки их комиссией в установленном порядке.

9. Проверка молниезащиты

9.1. Молниезащита должна проверяться в предгрозовой период, но не реже одного раза в год, а также после выявления повреждений комиссией, назначенной руководителем (техническим руководителем) организации, в составе: энергетика (электромеханика) или лица, выполняющего его обязанности, заведующего складом взрывчатых материалов, руководителя взрывных работ, в ведении которого находится склад.

Наружный осмотр молниезащитных устройств периодически, но не реже одного раза в месяц, проводится заведующим складом.

В проверку молниезащиты входит:

а) наружный осмотр молниезащитных устройств;

б) измерение сопротивления заземлителей молниезащиты;

в) проверка переходного сопротивления контактов устройств защиты от вторичных воздействий молнии.

9.2. Измерение сопротивления заземлителей должно проводиться в период наибольшего просыхания грунта. В тех районах, где в период грозовой деятельности существует промерзший слой, измерение проводится при его оттаивании.

9.3. Результаты наружного осмотра молниезащиты оформляются актом, а результаты измерения сопротивления заземлителей заносятся в ведомость состояния заземлителей молниезащиты по прилагаемой форме.

Ведомость состояния заземлителей молниезащиты
на складе взрывчатых материалов
(введена Приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 N 518)

I. Основные технические данные о заземлителях

Ном ер хран	Номе р зазем	Дата соору жени	Констру кция заземли	Состояние погоды		Спос об изме	Электричес кое удельное	Сопротивление растеканию тока, Ом
				до	во			

или ща	лител я на схеме	я зазем ления	теля, номер чертежа	измер ения	время измер ения	рени я	сопротивле ние грунта, Ом * м	расче тное	измер енное	импул сное
-----------	------------------------	---------------------	---------------------------	---------------	------------------------	-----------	-------------------------------------	---------------	----------------	---------------

Технические данные внес _____
(должность, фамилия, инициалы, подпись)

Измерения произвел _____
(должность, фамилия, инициалы, подпись)

II. Результаты осмотра молниезащиты и измерений

Ном ер хран или ща	Номер заземл ителя на схеме	Дата измерен ия и осмотра устройс тва	Результат ы наружного осмотра устройств а	Состояние погоды		Способ измерен ия	Сопротивление растеканию тока, Ом		Закл ючен ие
				до измер ения	во время измерен ия		измере нное	импуль сное	

Осмотр и измерения произвели

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

(должность, фамилия, инициалы, подпись)

9.4. Наружным осмотром молниезащитных устройств (с обязательным применением бинокля) должно определяться состояние молниеприемников, токоотводов, мест пайки и соединений, опорных мачт и надземных частей защиты от вторичных воздействий молнии.

9.5. При осмотре молниеприемников необходимо установить целостность конического наконечника, состояние его полуды, надежность и плотность соединения с токоотводом, наличие ржавчины, чистоту поверхностей в соединениях на болтах.

Молниеотвод с оплавившимся или поврежденным коническим наконечником и поврежденный ржавчиной более чем на 1/3 площади поперечного сечения должен быть заменен новым.

Поврежденные полуда, оцинковка должны быть восстановлены, ржавчина с контактных поверхностей удалена и слабые соединения закреплены.

9.6. При осмотре токоотводов определяются отсутствие перегибов и петель, целостность и плотность соединений, отсутствие ржавчины и повреждений.

Токоотводы, поврежденные ржавчиной, если их площадь сечения остается менее 50 мм², должны быть заменены новыми.

9.7. Осмотром деревянных опорных мачт определяется степень поражения гниlostными грибами, если она достигает 1/3 площади сечения, мачты должны быть заменены новыми.

9.8. При осмотре наземных частей защиты от вторичных воздействий молнии, вызываемых электростатической индукцией, проверяются целостность сетки и токоотводов, плотность и надежность их соединений, степень повреждения ржавчиной.

При повреждении ржавчиной сетки и токоотводов до площади сечения более 16 мм² поврежденные участки должны быть заменены.

9.9. При проверке устройств защиты от вторичных воздействий определяются целостность переключателей, их состояние и измеряется переходное сопротивление контактов, которое должно быть не более значения, указанного в пункте 883 настоящих Правил. При этом следует проверять связь всех заземляемых элементов с заземлителями защиты от вторичных воздействий.

9.10. Измерение сопротивления заземлителей молниезащиты должно проводиться специальными электроизмерительными приборами или методом трех измерений вольтметра-амперметра при высоком удельном сопротивлении грунтов. Сопротивление стыков надлежит измерять микроомметром. Измеренные сопротивления необходимо занести в ведомость состояния заземлителей молниезащиты на складе взрывчатых материалов по приведенной форме.

9.11. При измерении сопротивления заземлителей по трехэлектродной схеме следует применять схемы расположения токового Т и потенциального П электродов, приведенные на рисунке 16 приложения N 33. При $D > 40$ м размер α должен быть не менее D.

При $D < 40$ м размер $a = 40$ м. При $D = 10$ м размер $a = 20$ м.

Место расположения измерительных электродов нужно определять при проектировании молниезащиты. Измерительные электроды следует устанавливать при сооружении заземлителей молниезащиты.

В качестве вспомогательного заземления можно использовать один из заземлителей соседних молниеотводов, не связанный с измеряемым заземлителем.

9.12. Измерение сопротивления заземлителя может быть проведено способом трех измерений вольтметра-амперметра.

На рисунке 17 приложения N 33 показаны 4 отдельных заземлителя от четырех молниеотводов.

Измерение сопротивления (Ом) 3 заземлителей N 1, 2, 3 должно проводиться попарно:

измерение I	$R_1 + R_2 = a$
измерение II	$R_1 + R_3 = b$
измерение III	$R_2 + R_3 = c$

отсюда сопротивление (Ом) каждого заземлителя

$$R_1 = \frac{a + b - c}{2},$$

$$R_2 = \frac{a + c - b}{2},$$

$$R_3 = \frac{b + c - a}{2}$$

Для получения сопротивления (Ом) заземлителя N 4 проводятся еще два (четвертое и пятое) дополнительных измерения:

измерение IV $R_4 + R_3 = d$,

измерение V $R_4 + R_2 = e$,

отсюда сопротивление заземлителя N 4

$$R_4 = \frac{d + e - c}{2}, \text{ Ом}$$

В таком же порядке могут быть измерены сопротивления и других заземлителей, если они имеются.

При одном или двух заземлителях необходимо сделать два или одно вспомогательное заземление.

9.13. Для определения импульсного сопротивления R_1 заземлителя следует его измеренное сопротивление умножить на импульсный коэффициент α , принятый по приложению N 31 к настоящим Правилам в зависимости от типа заземлителя и удельного сопротивления грунта.

Удельное сопротивление грунта должно быть измерено на стадии предпроектных изысканий. В условиях эксплуатации и реконструкции измерение проводится по четырехэлектродной схеме с применением мегомметра. Расчетное значение ρ определяется по формуле $\rho = 2\pi R I K_c$, где R - показание прибора, Ом; l - расстояние между электродами, м; K_c - сезонный коэффициент промерзания (высыхания) грунта.

9.14. Пример расчета молниезащиты склада взрывчатых материалов приведен ниже.

Необходимо осуществить молниезащиту хранилища взрывчатых материалов следующих размеров: длина 50 м, ширина на уровне крыши 16 м, высота до конька крыш тамбуров 4,7 м, расстояние от оси хранилищ до дверей тамбуров 11,1 м. Здание деревянное. Расчетное электрическое удельное сопротивление грунта 450 Ом*м. Требуемое импульсное сопротивление заземлителя молниеотвода $R_u = 10$ Ом.

Защиту от прямых ударов молнии наиболее рационально осуществить двойным стержневым молниеотводом, расположив его у торцевых сторон хранилища.

Наименьшее допустимое расстояние по воздуху S_v от стержневого молниеотвода до хранилища (приложение N 33, рисунок 3) при сопротивлении заземлителя $R_u = 10$ Ом составляет $S_v \approx 4$ м. С учетом проезда автомашин расстояние от молниеотвода до хранилища принимается

5 м. Расстояние между молниеотводами составит $L = 50 + 2 * 5 = 60$ м.

Для обеспечения надежной защиты хранилища взрывчатых материалов от прямых ударов молнии необходимо, чтобы все части хранилища вписывались в зону защиты, образуемую двойным стержневым молниеотводом высотой h (приложение N 33, рисунок 18).

Из условия существования зоны защиты двойного стержневого молниеотвода (пункт 2.1.) определим необходимую высоту молниеотвода

$$h = \frac{L}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ м}$$

По формулам (1) определим основные габариты торцевой зоны защиты как зоны одиночных стержневых молниеотводов.

Вершина конуса зоны защиты находится на высоте

$$h_0 = 0,85, h = 0,85 * 20 = 17 \text{ м.}$$

Зона защиты на уровне земли образует круг радиусом

$$r_0 = (1,1 - 0,002h) h = (1,1 - 0,002 * 20) * 20 = 21,2 \text{ м.}$$

Горизонтальное сечение зоны защиты в наиболее удаленной $r_y = 11,1$ м от оси хранилища точки на высоте конька крыш тамбуров $h_x = 4,7$ м представляет собой круг радиусом

$$r_x = (1,1 - 0,002h) * (h - \frac{h_x}{0,85}) = (1,1 - 0,002 * 20) * (20 - \frac{4,7}{0,85}) = 15,35 \text{ м}$$

Зону защиты двойного стержневого молниеотвода определим по формулам (3).

Вершина конуса зоны защиты двойного стержневого молниеотвода находится на высоте

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 * 10^{-4} * h) * (L - h) = 17 - (0,17 + 3 * 10^{-4} * 20) * (60 - 20) = 9,96 \text{ м}$$

На уровне земли $r_c = r_0 = 21,2$ м.

Радиус r_{cx} зоны защиты двойного стержневого молниеотвода на высоте $h_x = 4,7$ м в наиболее удаленной точке от оси хранилища составит:

$$r_{cx} = r_0 \frac{h_c - h_x}{h_c} = 21,2 * \frac{9,96 - 4,7}{9,96} = 11,2 \text{ м,}$$

что превышает расстояние $r_y = 11,1$ м.

Произведя аналогичные графические построения, легко убедиться, что все части хранилища вписываются в зону защиты двойного стержневого молниеотвода высотой $h = 20$ м.

Опоры молниеприемников выполняются согласно пунктам 6.1.1 - 6.1.3.

Заземлители устраиваются у основания каждого молниеотвода. В нашем примере импульсное сопротивление для грунтов с электрическим удельным сопротивлением 450 Ом*м составляет $R_u = 10 \text{ Ом}$. Оно определяется также расстоянием в земле от заземлителя до предметов, имеющих связь с хранилищем. Таким предметом, связанным с хранилищем, является заземлитель вторичных воздействий, выполненный из полосовой стали, укладываемый в землю вокруг хранилища на расстоянии $0,8 \text{ м}$ от его стен. Следовательно, импульсное сопротивление заземлителя молниеотводов должно быть не более (см. пункт 880 настоящих Правил).

$$R_u \leq \frac{S_3}{0,5} = \frac{5,0}{0,5} = 10 \text{ Ом}$$

В качестве заземлителя молниеотводов принимаем горизонтальный трехлучевой с длиной луча $l = 20 \text{ м}$, выполненный из полосовой стали $40 \times 4 \text{ мм}$ и находящийся на глубине $0,8 \text{ м}$ от поверхности земли.

Сопротивление растеканию тока промышленной частоты такого заземлителя, согласно таблице, приведенной ниже в данном приложении, после интерполяции составит $R_u = 15,3 \text{ Ом}$.

Импульсный коэффициент α определяем по приложению N 31 к настоящим Правилам. Для горизонтального заземлителя в грунте с удельным сопротивлением $\rho = 450 \text{ Ом*м}$ импульсный коэффициент $\alpha \approx 0,6$.

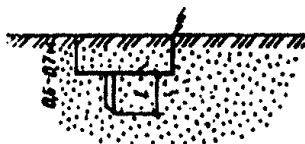
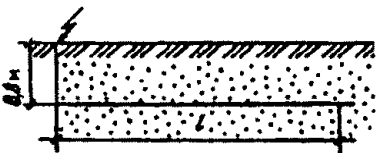
При принятых электрическом сопротивлении грунта и конструкции заземлителя замеренному приборами сопротивлению растекания $15,3 \text{ Ом}$ будет соответствовать импульсное сопротивление заземлителя.

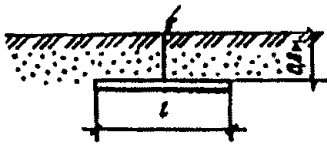
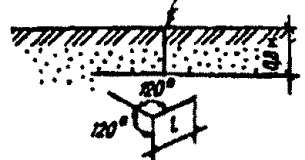
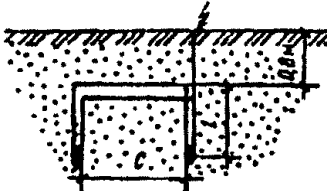
$$R_u = \alpha R_1 = 0,6 * 15,3 = 9,18 \text{ Ом}$$

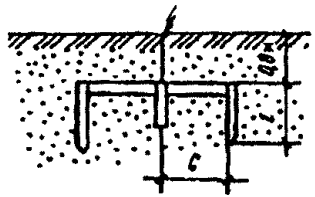
Ввиду наличия в хранилище металлических предметов, а также кабельной подводки освещения необходимо предусмотреть защиту от вторичных воздействий.

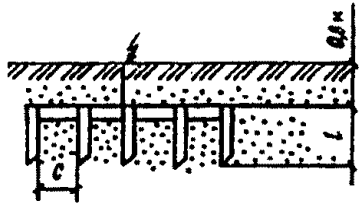
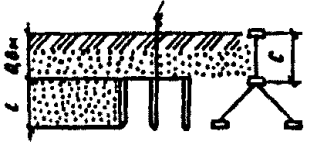
Защита от вторичных воздействий осуществляется наложении на здание хранилища сетки из стальной проволоки. Проволока прокладывается по коньку и краям крыши и присоединяется к заземлителю защиты от вторичных воздействий посредством 14 вертикальных спусков. К этому же заземлителю присоединяются оболочки и броня кабеля освещения.

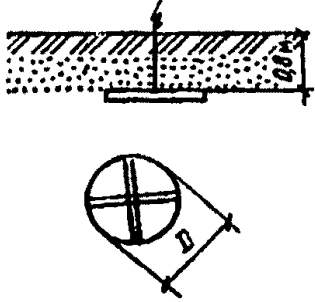
Типовые конструкции заземлителей и значения их сопротивления растеканию тока промышленной частоты

Рисунки	Тип	Материал	Значение сопротивления (Ом) растеканию тока промышленной частоты при различных электрических удельных сопротивлениях грунта, Ом*м			
			50	100	500	1000
1	2	3	4	5	6	7
	Вертикальный стержневой	Сталь угловая 40 х 40 х 4 мм				
		$l = 2$ м	19	38	190	380
		$l = 3$ м	14	28	140	280
		Сталь круглая диаметром 10 - 20 мм:				
		$l = 2$ м	24	48	240	480
		$l = 3$ м	17	34	170	340
$l = 5$ м	14	28	140	280		
	Горизонтальный полосовой	Сталь полосовая 4 х 40 мм				
		$l = 2$ м	22	44	220	440
		$l = 5$ м	12	24	120	240
		$l = 10$ м	7	14	70	140
		$l = 20$ м	4	8	40	80
		$l = 30$ м	3,2	6,5	35	70
	Горизонтальный полосовой с вводом тока	Сталь полосовая 4 х 40 мм				

	в середину	$l = 5 \text{ м}$ $l = 10 \text{ м}$ $l = 12 \text{ м}$ $l = 24 \text{ м}$ $l = 32 \text{ м}$ $l = 40 \text{ м}$	9,5 5,85 5,4 3,1 Не применяется То же	19 12 11 6,2 Не применяется То же	95 60 54 31 24 20	190 120 110 62 48 40
	Горизонтальный трехлучевой	Сталь полосовая 4 x 40 мм $l = 6 \text{ м}$ $l = 12 \text{ м}$ $l = 16 \text{ м}$ $l = 20 \text{ м}$ $l = 32 \text{ м}$ $l = 40 \text{ м}$	4,6 2,6 2 1,7 Не применяется То же	9 5,2 4 3,4 Не применяется То же	45 26 20 17 14 12	90 50 40 34 28 24
	Комбинированный двухстержневой	Сталь угловая 40 x 40 мм, сталь полосовая 4 x 40 мм: $C = 3 \text{ м}; l = 2,5 \text{ м}$ $C = 3 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$ $C = 6 \text{ м}; l = 2,5 \text{ м}$ $C = 6 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$ Сталь круглая	7 6 5,5 4,5	14 12 11 9,1	70 60 55 45	140 120 110 90

		<p>диаметром 10 - 20 мм, сталь полосовая 4 х 40 мм:</p> <p>C = 3 м; l = 2,5 м</p> <p>C = 3 м; l = 3 м</p> <p>C = 5 м; l = 2,5 м</p> <p>C = 5 м; l = 3 м</p> <p>C = 3 м; l = 5 м</p> <p>C = 5 м; l = 5 м</p>	7,5	15	75	150	
			6,8	14	70	140	
			6	12	60	120	
			5,5	11	55	110	
			5,5	11	55	110	
			4	8	40	80	
	Комбинированный трехстержневой	<p>Сталь угловая 40 х 40 х 4 мм, Сталь полосовая 4 х 40 м:</p> <p>C = 3 м; l = 2,5 м</p> <p>C = 6 м; l = 2,5 м</p> <p>C = 7 м; l = 3 м</p>	4	8	40	80	
			3	6	30	60	
			2,7	5,4	27	55	
			<p>Сталь круглая диаметром 10 - 20 мм, сталь полосовая 4 х 40 мм:</p> <p>C = 2,5 м; l = 2,5 м</p> <p>C = 2,5 м; l = 2 м</p> <p>C = 5 м; l = 2,5 м</p> <p>C = 5 м; l = 3 м</p>	4,8	9,7	50	100
			4,4	8,9	45	90	
			3,5	7,1	36	70	
			3,3	6,6	33	65	

		$C = 6 \text{ м}; l = 5 \text{ м}$	2,7	5,4	27	55	
	Комбинированный пятистержневой	Сталь угловая 40 x 40 x 4 мм; Сталь полосовая 4 x 40 мм:					
		$C = 5 \text{ м}; l = 2 \text{ м}$	2,2	4,4	22	44	
		$C = 5 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$	1,9	3,8	19	38	
		$C = 7,5 \text{ м}; l = 2 \text{ м}$	1,8	3,7	18,5	37	
		$C = 7,5 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$	1,6	3,2	16	32	
		Сталь круглая диаметром 10 - 20 мм, сталь полосовая 4 x 40 мм:					
		$C = 5 \text{ м}; l = 2 \text{ м}$	2,4	4,8	24	48	
		$C = 5 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$	2	4,1	20,5	41	
		$C = 7,5 \text{ м}; l = 2 \text{ м}$	2	4	20	40	
		$C = 7,5 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$	1,7	3,5	17,5	35	
		$C = 5 \text{ м}; l = 5 \text{ м}$	1,9	3,8	19	38	
		$C = 7,5 \text{ м}; l = 5 \text{ м}$	1,6	3,2	16	32	
	Комбинированный четырехстержневой	Сталь угловая 40 x 40 x 4 мм, сталь полосовая 4 x 40 мм:					
		$C = 6 \text{ м}; l = 3 \text{ м}$	2,1	4,3	21,5	43	
	Горизонтальный	с	Сталь полосовая 4 x 40				

	<p>вводом тока в центре</p>	<p>мм:</p> <p>D = 4 м</p> <p>D = 6 м</p> <p>D = 8 м</p> <p>D = 10 м</p> <p>D = 12 м</p>	<p>4,5</p> <p>3,3</p> <p>2,65</p> <p>2,2</p> <p>1,9</p>	<p>9</p> <p>6</p> <p>5,3</p> <p>4,4</p> <p>3,8</p>	<p>45</p> <p>33</p> <p>26,5</p> <p>22</p> <p>19</p>	<p>90</p> <p>66</p> <p>53</p> <p>44</p> <p>38</p>
---	-----------------------------	---	---	--	---	---

Приложение N 31
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

**ЗНАЧЕНИЯ
ИМПУЛЬСНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРИ РАЗНЫХ УДЕЛЬНЫХ
СОПРОТИВЛЕНИЯХ ГРУНТА**

Тип заземлителя	Значение импульсного коэффициента при электрическом удельном сопротивлении $\rho_{\text{грунта}}$, Ом*м				
	До 100	100	500	1000	2000 и более
Вертикальный	0,9	0,9	0,7	0,5	0,35
Горизонтальный	0,9	0,8	0,6	0,4	0,3
Комбинированный	0,9	0,7	0,5	0,3	-

Приложение N 32
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

Вид	Место расположения токоотвода	
	Снаружи здания на воздухе	В земле

Круглые токоотводы и перемычки диаметром, мм	6	-
Круглые вертикальные электроды диаметром, мм	-	10
Круглые горизонтальные электроды диаметром, мм <*>	-	10
Прямоугольные (из квадратной и полосовой стали):		
площадь сечения, мм ²	48	160
толщина, мм	4	4
Из угловой стали:		
площадь сечения, мм ²	-	160
толщина полки, мм	-	4
Трубы стальные с толщиной стенок, мм	-	3,5

<*> Применяются только для углубления заземлителей и выравнивания потенциалов внутри зданий.

Приложение N 33
к Федеральным нормам и правилам
в области промышленной безопасности
"Правила безопасности при взрывных
работах", утвержденным приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 16 декабря 2013 г. N 605

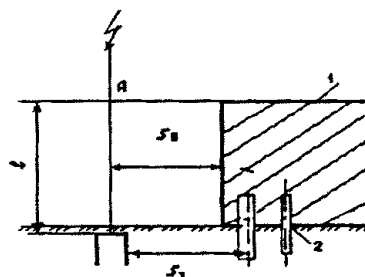


Рисунок 1. Отдельно стоящий стержневой молниеотвод: 1 - протяженность токопровода от точки А до заземлителя; S_b - наименьшее допустимое расстояние до защищаемого сооружения; S_z - наименьшее допустимое расстояние от заземлителя до металлических коммуникаций; 1 - защищаемое сооружение; 2 - металлические коммуникации

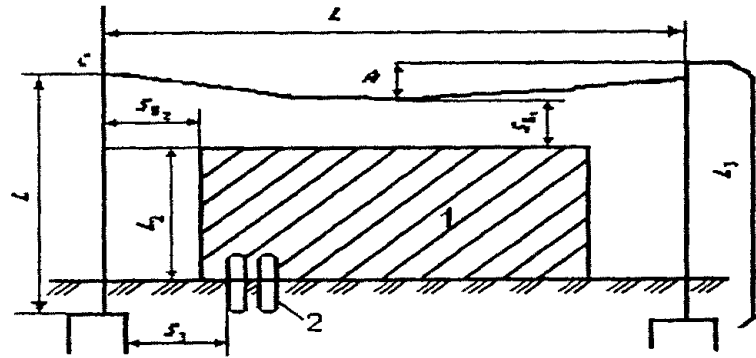


Рисунок 2. Отдельно стоящий тросовый молниеотвод: 1 - расстояние между молниеотводами; l_1, l_3 - протяженность токопроводов; l_2 - высота защищаемого сооружения; $S_{в1}, S_{в2}$ - наименьшие допустимые расстояния от тросового молниеотвода соответственно в точках А и С до защищаемого сооружения; S_3 - наименьшее допустимое расстояние от заземления до металлических коммуникаций; 1 - защищаемое сооружение; 2 - металлические коммуникации

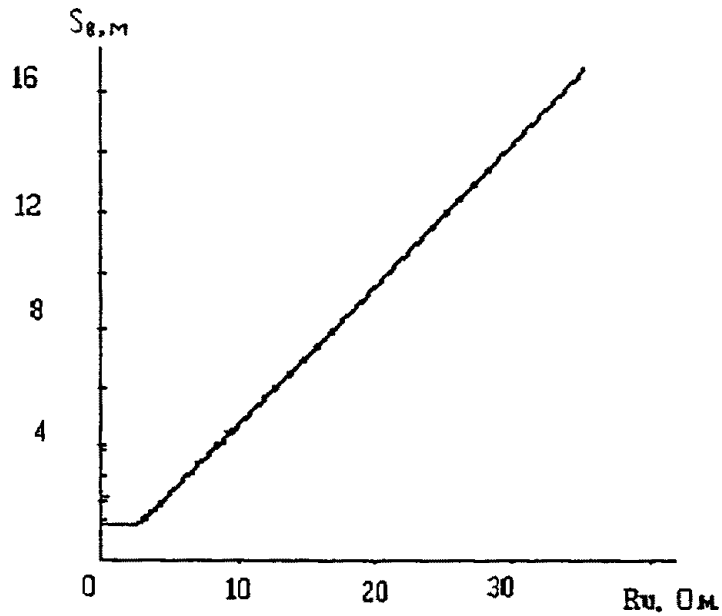


Рисунок 3. Наименьшие допустимые расстояния от стержневого молниеотвода до защищаемого сооружения

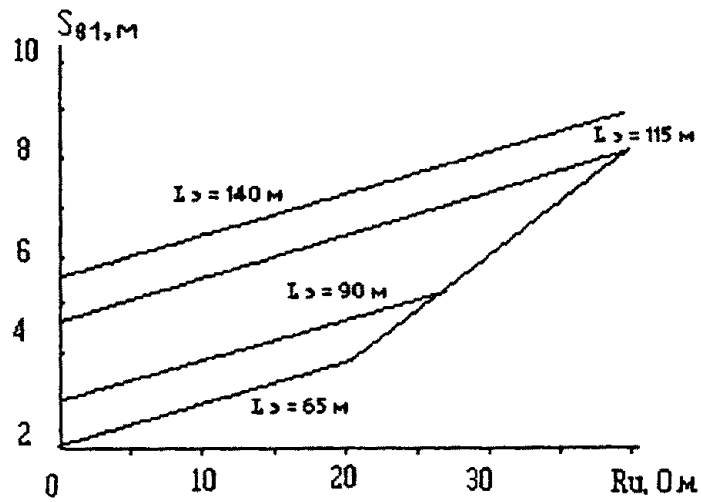


Рисунок 4. Наименьшие допустимые расстояния от троса в середине пролета до защищаемого сооружения

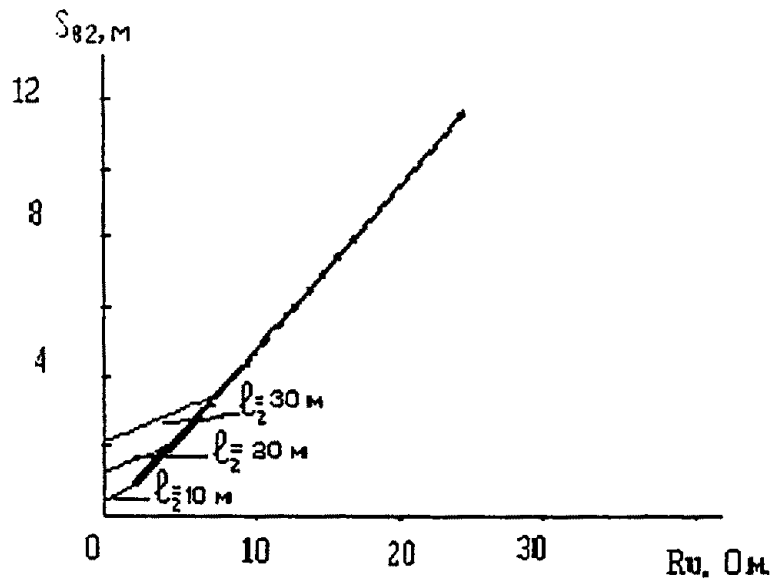


Рисунок 5. Наименьшие допустимые расстояния от молниеотвода до защищаемого сооружения

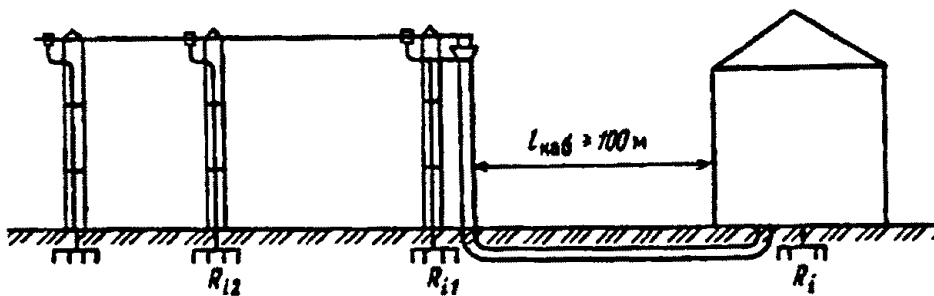


Рисунок 6. Схема защиты от заноса высоких потенциалов в хранилище

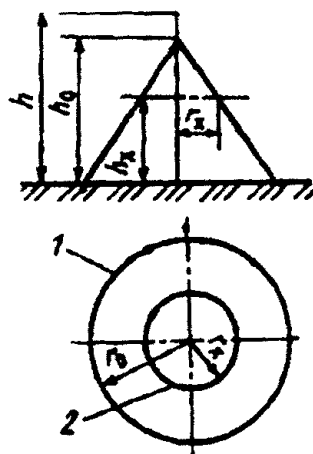


Рисунок 7. Схема зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода: 1, 2 - границы зоны защиты на уровнях соответственно земли и высоты защищаемого сооружения

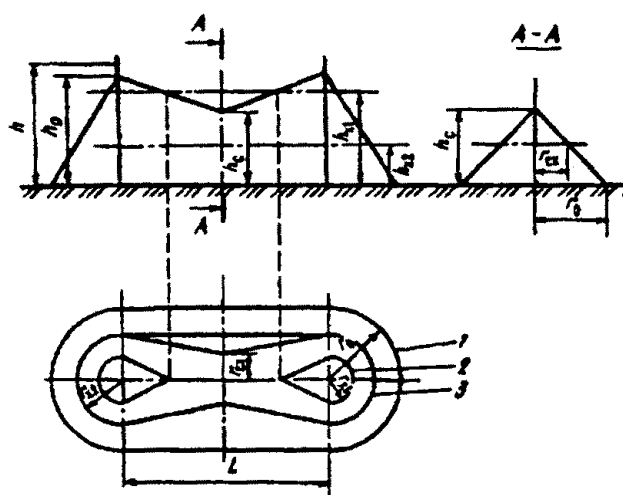


Рисунок 8. Схема зоны защиты двойного стержневого молниеотвода: 1, 2, 3 - границы зоны защиты на уровнях соответственно земли и высоты защищаемого сооружения

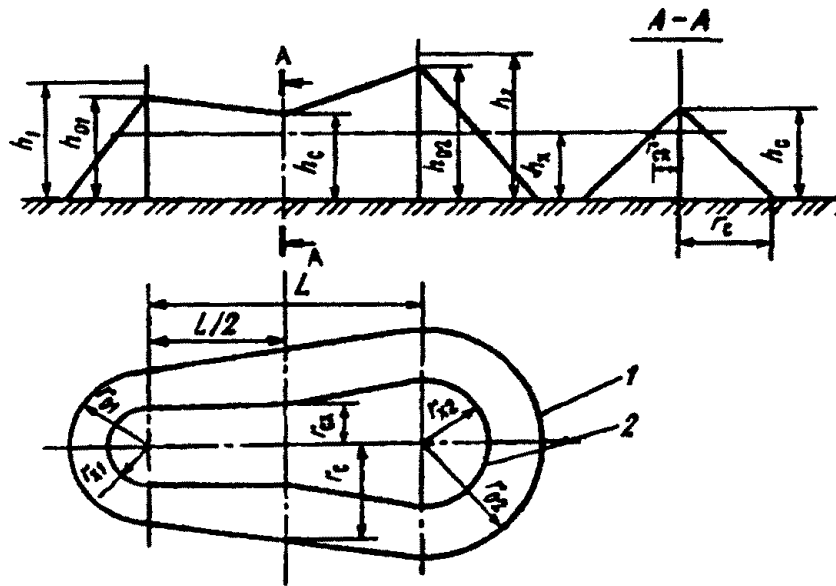


Рисунок 9. Схема зоны защиты двух стержневых молниеотводов разной высоты: 1, 2 - границы зон защиты на уровнях соответственно земли и высоты защищаемого сооружения

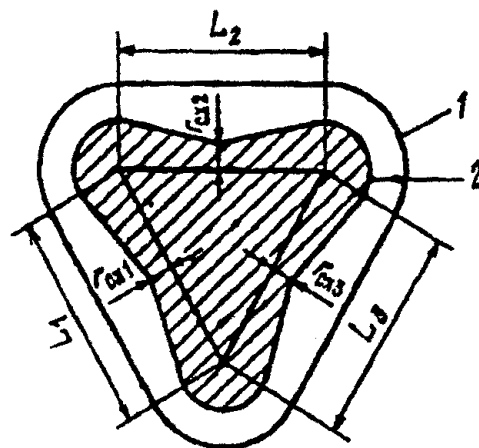


Рисунок 10. Схема зоны защиты (в плане) многократного стержневого молниеотвода: L_1, L_2, L_3 - расстояния между молниеотводами; 1, 2 - границы зон защиты на уровнях соответственно земли и высоты защищаемого сооружения

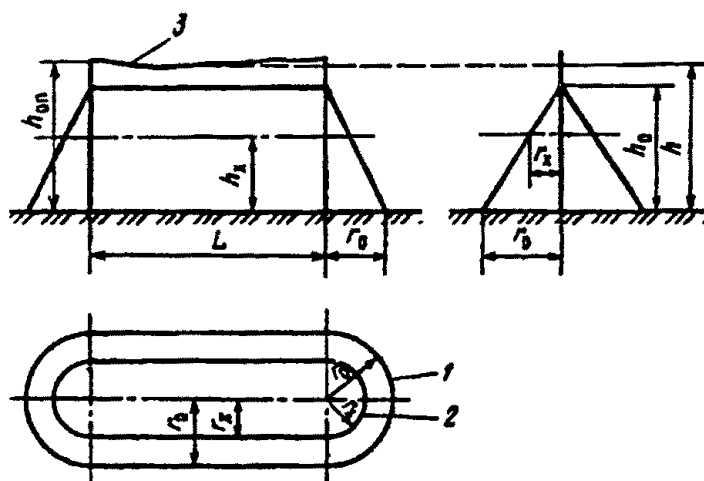


Рисунок 11. Схема зоны защиты одиночного тросового молниеотвода: 1, 2 - границы зон защиты на уровне соответственно земли и высот защищаемого сооружения; 3 - трос

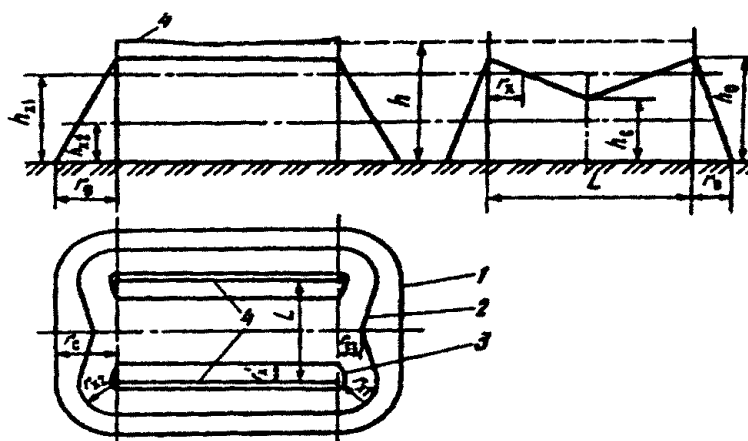


Рисунок 12. Схема зоны защиты двойного тросового молниеотвода: 1, 2, 3 - границы зон защиты на уровнях соответственно земли и высот защищаемого сооружения; 4 - трос

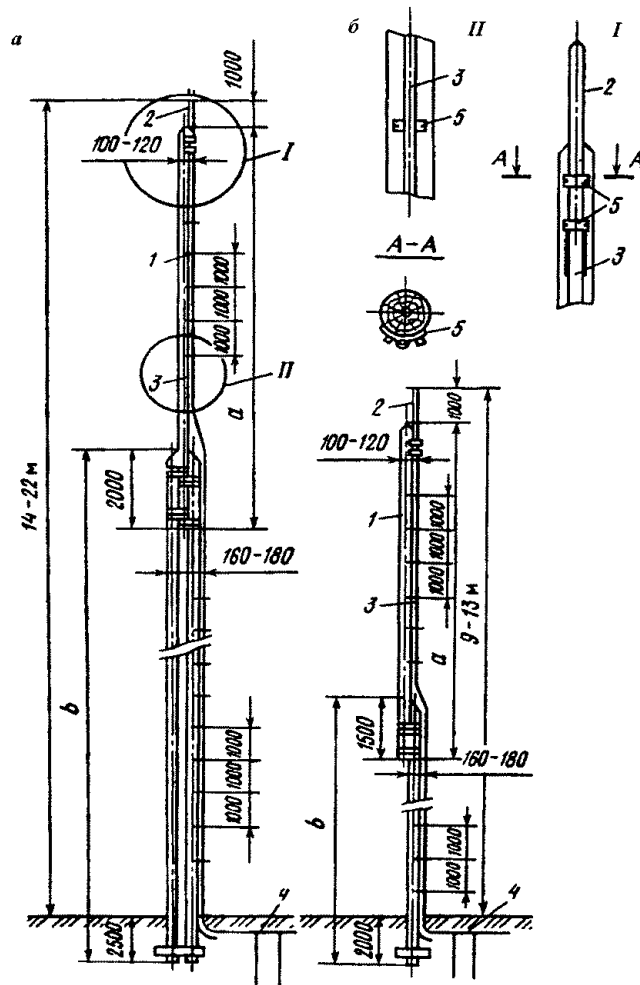


Рисунок 13. Устройство стержневых молниеотводов на деревянных опорах: а - двух; б - одной

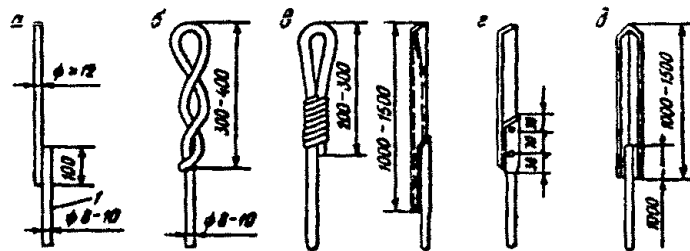


Рисунок 14. Конструкции молниеприемников из круглой стали (а), стальной проволоки диаметром 2 - 3 мм (б), стальной трубы (в), полосовой стали (г), угловой стали (д): 1 - токоотвод

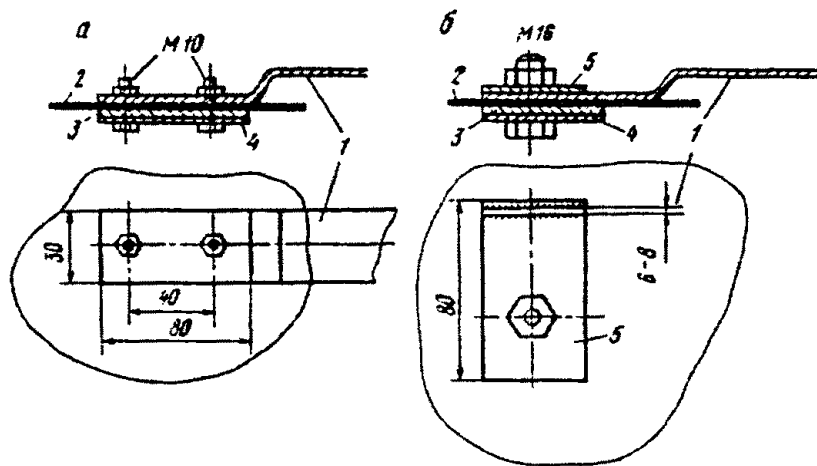


Рисунок 15. Зажим для присоединения плоского (а) и круглого (б) токоотводов к металлической кровле: 1 - токоотвод; 2 - кровля; 3 - свинцовая прокладка; 4 - стальная пластина; 5 - пластина с приваренным токоотводом.

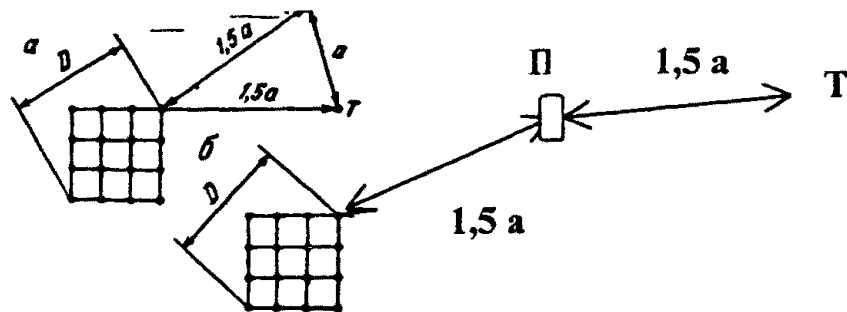


Рисунок 16. Двухлучевая (а) и однолучевая (б) схемы расположения электродов при измерении сопротивлений сложных заземлений и одиночных горизонтальных полос: П - потенциальный электрод; Т - токовый электрод

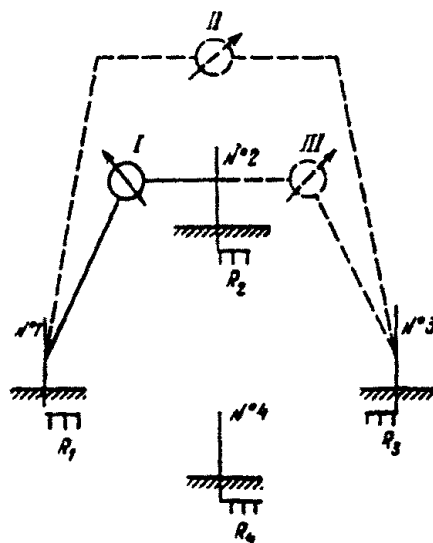


Рисунок 17. Схема измерения сопротивления заземлителей способом трех измерений

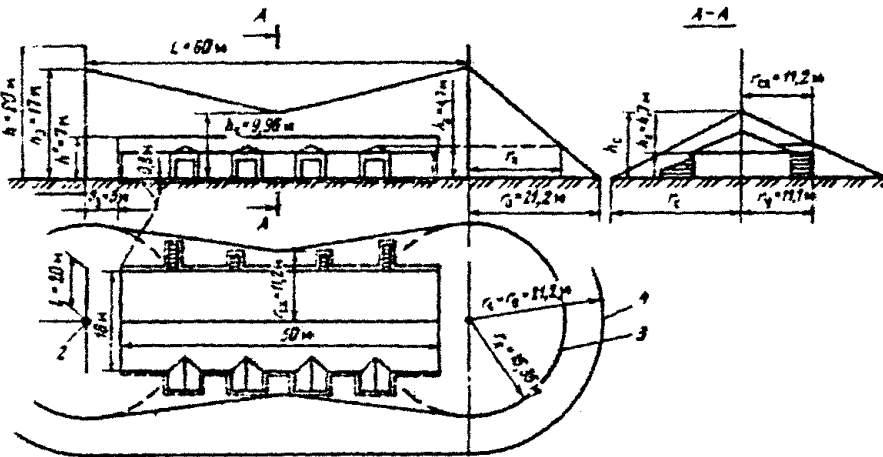


Рисунок 18. Схема к примеру расчета молниезащиты хранилища взрывчатых материалов: 1, 2 - заземлители соответственно вторичного воздействия и молниеотвода; 3, 4 - границы зон защиты на уровнях соответственно высоты защищенного сооружения и земли