

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**ҒИМАРАТТАР МЕН ИМАРАТТАРДЫ НАЙЗАҒАЙДАН
ҚОРҒАУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ**

**УСТРОЙСТВО МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

ҚР ЕЖ 2.04-103-2013*
СП РК 2.04-103-2013*

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму
министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық
істері комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития
Республики Казахстан

Нұр-Сұлтан 2019

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «Монолитстрой-2011» ЖШС
- 2 ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 БЕКІТІЛГЕН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «Монолитстрой-2011»
- 2 ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ :** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства Национальной экономики Республики Казахстан от 29.12.2014 № 156-НҚ с 1 июля 2015 года

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатысыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің техникалық және лингвистикалық тексеру жүргізу тапсырмасына (2016 жылғы 7 қарашадағы № 38-02-5-1542 хаты) сәйкес құжат мәтіні өзгертілді.

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 2019 жылғы 02 қыркүйектегі №129-НҚ және 2019 жылғы 06 қарашадағы №178-НҚ бұйрығына сәйкес өзгертулер мен толықтырулар енгізілді.

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан

Текст документа откорректирован в соответствии с поручением Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики Республики Казахстан (письмо № 38-02-5-1542 от 7 ноября 2016 года) по технической и лингвистической проверке.

Внесены изменения и дополнения в соответствии с приказом Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 02 сентября 2019 года №129-НҚ и от 06 ноября 2019 года №178-НҚ.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	V
1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ.....	1
2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	1
3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР	2
4 НАЙЗАҒАЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӘСЕРІ.....	3
4.1 Жалпы ереже.....	3
4.2 Найзағай түрлері.....	4
4.3 Найзағай дәрежесінің әсері	4
4.4 Найзағай тоғының параметрлері	4
4.5 Найзағай әсері нәтижесіндегі зақымданулар.....	7
4.5.1 Ғимараттар мен құрылыстардың зақымдануы.....	7
4.5.2 Зақымдалу типтері	10
5 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ШАРАЛАРЫ.....	10
5.1 Ғимараттарды, имараттарды найзағайдан қорғау критерийлері	10
5.1.1 Найзағайдан қорғау деңгейлері	11
5.1.2 Найзағайдан қорғау аймақтары	12
5.1.3 Ғимараттар мен имараттарды қорғау.....	13
6 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ТҮРЛЕРІ.....	14
6.1 ЕСЭ радиоактивті жүйесі	16
6.2 Радиоактивті емес терминалдар.....	16
7 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРЫЛЫМДАУ ӘДІСТЕРІ.....	17
7.1 Сырғанайтын сфера әдісі.....	20
7.2 Найзағайдан қорғауды есептеудің электр геометриялық әдісі.....	20
8 ЕРТЕ СТРИМЕРЛІ ЭМИТТЕР (ЕСЭ) ЖҮЙЕСІ.....	23
8.1 Найзағайдан қорғаудың сыртқы жүйелері.....	23
8.1.1 Найзағай қабылдағыштар.....	24
8.1.2 Найзағай қашыртқылар	26
8.1.3 Маңдайшалар	27
8.1.4 Жерге тұйықтау жүйесі	29
8.1.5 Найзағайдан қорғау жүйесінің компоненттері.....	30
8.1.6 Найзағайдан қорғау жүйесінің материалдары және олардың өлшемдері.....	31
8.2 Найзағайдан қорғаудың ішкі жүйесі	32
8.2.1 Потенциалдарды теңестіру жүйесі.....	33
8.2.2 Найзағайдан қорғаудың сыртқы жүйесін электр оқшаулау	34
8.3 Найзағайдан қорғау жүйесін техникалық қамтамасыз ету және тексеру	35
9 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУДЫҢ АРНАЙЫ ШАРАЛАРЫ	36
9.1 Антенналар	36
9.2 Зауыт құбырлары.....	36
9.3 Жанғыш және жарылғыш материалдар қоймасы	37
9.4 Діни құрылыстар	37

ҚР ЕЖ 2.04-103-2013*

9.5 Ашық алаңқайлар, демалыс орындары, ағаштар	38
9.6 Қосымша қорғаныс шаралары	38
10 ӨРТКЕ ҚАРСЫ ЖӘНЕ ЖАРЫЛЫСҚА ҚАРСЫ ТАЛАПТАР	39
11 ЖЕРГЕ ТҰЙЫҚТАЛУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН ТЕКСЕРУ, СЫНАУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУҒА БЕРУ БОЙЫНША ҚҰЖАТТАМАЛАР	39
12 БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ	41
А қосымшасы (ақпараттық) Сырғанайтын сфера әдісі	43
Б қосымшасы (ақпараттық) Найзағай әсерінен қорғау аймағы	44
В қосымшасы (ақпараттық) Найзағай әсерінен екі қорғау аймағын біріктіру	46
Г қосымшасы (ақпараттық) Ғимараттар мен құрылыстардың найзағаймен зақымдалуы және найзағай әрекетінің қарқындылығын сипаттау	47
КІТАПНАМА	49

КІРІСПЕ

Осы ережелер жинағы мемлекетаралық нормативтік құжаттар жүйесі аясында ерікті қолданылатын құжат болып табылады және ғимараттар мен құрылыстарды найзағайдан қорғауды жобалау талаптарын орнатады, Қазақстан Республикасының «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентіне сәйкес.

Осы ережелер жинағы түрлі тағайындаулы ғимарат және нысанды жобалау, реконструкциялау, жөндеу және оларға инженерлік коммуникациялар өткізілуі барысында найзағайдан қорғау қондырғыларына талаптарды регламенттейді.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ҒИМАРАТТАР МЕН ИМАРАТТАРДЫ НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ
ҚҰРЫЛҒЫСЫ
УСТРОЙСТВО МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Енгізілген күні - 2015-07-01

1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ

1.1 Осы ережелер жинағы құрылыстарды (ғимарат, имарат, құрал-жабдықтар мен материалдарды) және ашық жерлерді (спорттық және туристік алаңдарды, ашық қоймаларды) сыртқы және ішкі найзағайдан қорғау және жарылыстардан, өрттен және қирап-бүлінуден сақтандыру ісін қамтамасыз етуге және найзағай кезінде адамдар мен жануарлардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған шаралар мен құрылғылардың қажетті кешенін белгілейді.

1.2 Осы ережелер жинағы электр беру желілерін, электр станциялары мен қосалқы станциялардың электр бөлігін, байланыс желілерін, радио- және теледидар антенналарын, телеграф, телефон және радио тарату желілерін найзағайдан қорғауды жобалау мен орнатуға жүрмейді. Осы ережелер жинағы қолданылатын жабдықтар, құрылғылар мен қондырғылардың ерешелігіне сәйкес ғимараттар мен имараттардың ішінде найзағайдан қорғаудың қосымша құралдарын пайдалануға жол береді.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы ережелер жинағын қолдану үшін келесі нормативтік сілтемелік құжаттар пайдаланылады:

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2010 жылғы 17-қарашадағы №1202 қаулысымен бекітілген «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті;

ҚНЖЕ 2.01.07-85* Жүктемелер мен әсерлер.

ҚР ҚНЖЕ 2.02-05-2009 Ғимараттар мен құрылыстардың өрт қауіпсіздігі.

ҚР ҚН 4.04-23-2004 Тұрғын және қоғамдық ғимараттарды электрмен жабдықтау.
Жобалау нормалары.

ЭОЕ «Электр қондырғыларын орнату ережелері»

Ескертпе – Осы мемлекеттік нормативті пайдалану кезінде ағымдағы жылдағы ахуал бойынша «Стандарттау жөніндегі мемлекетаралық нормативтік құжаттардың көрсеткіші», «Қазақстан Республикасы аумағында қолданылатын сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізімі» атты жыл сайын басып шығарылатын ақпараттық көрсеткіштер бойынша сілтемелік стандарттар мен нормативтік құжаттардың қолданылуын тексеру мақсатына сай болады.

Ресми басылым

Егер сілтемелік құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормаларды пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу қажет. Егер сілтемелік құжат ауыстырылмастан, алып тасталған болса, онда оған сілтеме жасалатын ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлікте қолданылады.

3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Осы ережелер жинағында тиісті анықтамалары бар келесі терминдер қолданылады:

3.1 Найзағайдың тура түсуі (найзағаймен зақымдалу): Найзағай каналының ғимаратпен немесе құрылыспен, ол арқылы найзағай тоғы өтетін тікелей байланысы (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен құрылыстарға найзағайдан қорғау құрылғылары бойынша нұсқаулық»).

3.2 Найзағайдың екінші рет күркіреуі: Құрылыстың металл элементтеріне, найзағайдың жақын дәрежелерімен туындаған және қорғалатын нысан ішінде ұшқындау қауіпін төндіретін тұйықталмаған металл контурларда мүмкіндікті дәлдеу (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен құрылыстарға найзағайдан қорғау құрылғылары бойынша нұсқаулық»).

3.3 Жоғары мүмкіндік бораны: Қорғалатын нысан ішінде ұшқындау қауіпін төндіретін және найзағайдың тура және жақын күркіреуі кезінде туындайтын электр мүмкіндіктердің (жер асты, жердегі және жер үстіндегі құбырлармен, желілермен және т.б.) тартылған металл коммуникациясы бойынша қорғалатын ғимараттар мен құрылыстарды көшіру (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен құрылыстарға найзағайдан қорғау құрылғылары бойынша нұсқаулық»).

3.4 Найзағайдан қорғаудың белсенді жүйелері: Ерте үлгі эмиттерді қолдану жүйесі (IEC 61024-1-1. Халықаралық стандарт. «Найзағайдан қорғаныс құрылғысы. 1 бөлім: Жалпы принциптер. 1 тарау: А Басшылығы – Найзағайдан қорғау жүйесі үшін қорғаныс деңгейін таңдау (НҚЖ)»).

3.5 Ерте стримерлі эмиттер: Стандартты (пассивті) найзағай қабылдағышқа қарағанда болжамды тез жоғарғы көбейгіш стример құрайтын болып қалыптасқан немесе құрылғымен жабдықталған найзағай қабылдағыш (найзағайлы өзекше) болып табылады. (NFC 17-102). Францияның ұлттық стандарты. «Найзағайдан қорғау жүйесі. Найзағай қабылдағыштардың ерте стримерлі эмиссиясын (ЕСЭ) пайдаланумен найзағайдан құрылымдар мен ашық алаңқайларды қорғау».

3.6 Стример және лидер: Стример лидердің ұшында болады және кезекті ыстық (лидерлі) разряд үшін негіз қалыптастыратын салқын разряд болып табылады. (NFC 17-102. Францияның ұлттық стандарты. «Найзағайдан қорғау жүйесі. Найзағай қабылдағыштардың ерте стримерлі эмиссиясын (ЕСЭ) пайдаланумен найзағайдан құрылымдар мен ашық алаңқайларды қорғау»).

3.7 Найзағай қабылдағыш: Найзағай күркіреуін қабылдайтын құрылғы.

(IEC 61024-1-1. Халықаралық стандарт. «Құрылымдарды найзағайдан қорғау. 1 бөлім: Жалпы принциптер. 1 тарау: А Басшылығы - Найзағайдан қорғау жүйесі үшін қорғаныс деңгейін таңдау (НҚЖ)»)

3.8 Найзағай бұрғыштары: Жерге найзағай тоғын бұру құралдары.

(ИЕС 61024-1-1. Халықаралық стандарт. «Құрылымдарды найзағайдан қорғау. 1 бөлім: Жалпы принциптер. 1 тарау: А Басшылығы - Найзағайдан қорғау жүйесі үшін қорғаныс деңгейін таңдау (НҚЖ)»).

3.9 Қорғаныс деңгейі: Тиімділігін көрсететін найзағайдан қорғау жүйесінің классификациясы. (ИЕС 61024-1-1. Халықаралық стандарт. «Құрылымдарды найзағайдан қорғау. 1 бөлім: Жалпы принциптер. 1 тарау: А Басшылығы - Найзағайдан қорғау жүйесі үшін қорғаныс деңгейін таңдау (НҚЖ)»).

3.10 Найзағай бұрғышты қорғау аймағы: Ішіндегі ғимараттар немесе құрылыстар тура найзағай күркіреуінен қорғалатын кеңістік. (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен имараттарды найзағайдан қорғау құрылғысы бойынша нұсқаулықтар»).

3.11 Оқшау тұрған найзағай бұрғыштар: Құрғалатын нысандардан кейбір қашықтықтарда жерде орнатылған тіректер (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен құрылыстарды найзағайдан қорғау құрылғысы бойынша нұсқаулықтар»).

3.12 Найзағайдан қорғауды жерге қосқыш: Металл корпустарда, жабдықтарда, коммуникацияларда жақын найзағай разрядтары кезінде туындайтын тоқ күшінің артуын шектеу немесе найзағай тогын жерге бұру үшін арналған жерге көмілген бір немесе бірнеше өткізгіш (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен имараттарды найзағайдан қорғау құрылғысы бойынша нұсқаулықтар»).

3.13 Табиғи жерге қосқыш: Ғимараттар мен имараттардың жерге көмілген металл және темір бетонды құрылымдары.

3.14 Жасанды жерге қосқыш: Арнайы жерге орналастырылған сызықты немесе дөңгелек құрыштар; тік және көлденең өткізгіштерден тұратын жинақталған құрылымдар (БҚ 34.21.122-87 «Ғимараттар мен имараттарды найзағайдан қорғау құрылғысы бойынша нұсқаулықтар»).

4 НАЙЗАҒАЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ ӘСЕРІ

4.1 Жалпы ереже

4.1.1 Найзағай – әдетте күн күркіреу дауылдары кезінде пайда болатын электр разрядының түрі. Разрядтар күркіреу бұлттар мен жердің арасында, екі бұлт арасында, бұлттар арасында, бұлттар ішінде, бұлттардан ашық кете отыра пайда болады. Найзағайлардың түрлі формалары – жіпшелер, ширақтар, жолақтар, таяқшалар, цилиндр тәрізді.

4.1.2 Найзағай сипаттамасы 25 кА жуық шамамен орта мәнді 50% бар 400 кА жететін тоқ деңгейлерінен тұрады. Сызықты найзағайдың ұзындығы 20 км және одан артыққа жете алады. Найзағай каналдары 2-3 км ұзындықты тармақтарына ие. Канал диаметрі 10-нан 45 см дейін жетеді. Найзағай ойнау ұзақтығы секундтың ондық үлесін құрайды. Найзағайдың орташа ойнау жылдамдығы 150 км/сағ. Найзағайдағы плазма температурасы 10000⁰С жоғары. Күркіреу бұлтының ішіндегі электр жолағының кернеуі 100- ден 300 вольт/см дейін жетеді. Найзағай бұлтының орташа заряды 30-50 кулонды құрайды. Найзағайдың әр разрядында электрлік 1-ден 10 кулонға дейін тасымалданады.

4.2 Найзағай түрлері

Найзағай түрлері ракета формалы, жұпты және шар тәріздіге бөлінеді.

4.2.1 Ракета тәрізді найзағай өте сирек кездеседі. Ол 1-1,5 секундқа созылады және бұлттар арасында баяу разрядты көрсетеді.

4.2.2 Тікенектүкті найзағайдың жалпы ұзақтығы 0,5 секунд және диаметрі 7 см шамасындағы жарқырап тұрған тікенек түрінде бұлттар фонында көзге көрінеді.

4.2.3 Шар тәрізді найзағай көп жағдайда жер бетінде 10-20 см, ал бұлт биіктіктерінде 10 м дейін диаметрлі сфера тәрізді болып көрінеді.

Жерде әр секунд сайын орташа сызықты найзағайдың 100 разряды байқалады, күркіреуге барлық Жер масштабынан шығындалатын орташа қуат 1018 эрг/сек.-қа тең. Күркіреу бұлтында бөлінетін конденсация энергиясының орташа өлшемі 30 км² шамасы негізделу алаңқайымен, жаңбыр кезінде орташа қарқындылығы шамамен 1021 эрг құрайды. Яғни, күркіреу бұлтынан жауын-шашын түсу кезінде бөлінетін энергия оның электр энергиясынан айтарлықтай басым болып табылады.

4.3 Найзағай дәрежесінің әсері

4.3.1 Найзағай байланыс нүктесінің айналасындағы материалдарда: а) жылу қабілеті, б) найзағай каналынан жылу бөлу және с) Джоульдік қызумен байқалады. Радиусты акустикалық толқын механикалық зақымдалуларға алып келеді. Магниттік қысымы – 200 Ка үшін 6000 атмосфераға дейін, найзағайлар – тоқ шаршысына пропорционалды және зақымдану нысаны диаметрінің шаршысына кері пропорционал (G. A. Odam, GAO Cosiltancy, 1996). Бейөткізгіш ойық нәтижесінде ұшқынды разрядтар пайда болады. Ыстық ұшқындар балқытылған материал тамшылары байланыс орындарында ыстық нүктелерден шашырау арқылы туындайды. Тұйық кеңістікте ауаның тез қызуы нәтижесінде доға разрядты жару көлемді нысандарды бөлшектерге бөлді (бетонды немесе тастан). Нысанның электр сымына найзағай өткізгіштен кернеуді тасымалдау сыйымдылық байланыс, индукциялық байланыс немесе кедергі арқылы жүргізіледі (яғни, оқшаулау ойығы жолымен). Сөнудің беткі әсерін жоғалтудан немесе экрандаудан тасымалдау импедансы қоректену күші жолағында және байланыста кедергілердің анықталуына алып келеді. Өзара байланыс тұйықталған контурда кернеу тудырады, бұл басқа байланыс контурларында тоқтың пайда болуын тудырады.

4.4 Найзағай тоғының параметрлері

4.4.1 Осы бөлімде найзағайдан қорғаудың орт деңгейі қарастырылған (I, II, III, и IV). Найзағайдан қорғаудың әр деңгейі үшін максималды (1-5-кестелер) және минималды найзағай тоғының параметрлері белгіленген (б).

Тоқ импульсінің формасы келесідей белгіленеді:

$$I(t) = [I(t/t_1)^{10} \times \exp (-t/t_2)] / h \times [1 + (t/t_1)^{10}], \quad (1)$$

мұнда I – максималды ток;

h – максималды ток мәнін реттейтін коэффициент;

t - уақыт;

t_1 – фронт үшін үздіксіз уақыт;

t_2 – бәсеңдеу үшін үздіксіз уақыт.

4.4.2 Найзағай тогы параметрлерінің максималды мәні найзағайдан қорғау жүйесін (НҚЖ) сынау параметрлерін немесе оның жеке компоненттерін ж.т.б. анықтау, қауіпті ұшқынның алдың алу үшін арақашықтықты бөлетін БАҚҚ нормалық разрядтық токпен, найзағаймен байланыса алатын резервуар корпустерін және металл шатырлардың қалыңдығын, өткізгіш кесінділерін есептеу үшін қолданылады.

1-кесте – Найзағай тогының бірінші импульс параметрлері

Ток параметрі	Қорғау деңгейі		
	I	II	III, IV
Максималды ток I , кА	200	150	100
Фронт ұзақтығы T_1 , мкс	10	10	10
Жартылай бәсеңдеу уақыты T_2 , мкс	350	350	350
Импульстағы қуат $Q_{\text{сумм}}$, Кл	100	75	50
Импульстағы салыстырмалы энергиясы W/R , МДж / Ом	10	5,6	2,5

2-кесте – Найзағай тогы ұзақтығымен импульс аралығындағы параметрлері

Ток параметрі	Қорғау деңгейі		
	I	II	III, IV
Максималды ток I , кА	50	37,5	25
Фронт ұзақтығы T_1 , мкс	0,25	0,25	0,25
Жартылай бәсеңдеу уақыты T_2 , мкс	100	100	100
Орташа құлдылығы a , кА / мкс	200	150	100

3-кесте – Найзағай тогы импульсінің келесі параметрлері

Ток параметрі	Қорғау деңгейі		
	I	II	III, IV
Қуат $Q_{\text{длит}}$ * Кл	200	150	100
Ұзақтығы T , с	0,5	0,5	0,5
* $Q_{\text{длит}}$ – найзағай тогының екі импульсі аралығындағы кезеңдегі ұзақ токтың ағумен белгіленетін қуат			

4-кесте – Найзағай толық разрядының параметрі

Параметрі	Қорғау деңгейі		
	I	II	III, IV
Толық қуат $Q_{\text{полн}}$, Кл	300	225	150

5-кесте – Найзағай тогының минималды параметрлері және қабылданған НҚҚ үшін жалған сфера радиусы

Көрсеткіш	Қорғау деңгейі			
	I	II	III	IV
Минималды ток I , кА	3	5	10	16
Жасанды сфера радиусы R , м	20	30	45	60

6-кесте – Табиғи найзағай параметрлері

Найзағай тогының параметрлері	Қорғау деңгейі			
	I	II	III	IV
1-4-кестелерінде берілген максималды шамадан кем болады.	0,99	0,98	0,97	0,97
5-кестеде берілген минималды шамадан кем болады	0,99	0,97	0,91	0,84

4.4.3 Найзағай тогы амплитудасының минималды мәні көмегімен найзағай қабылдағыштарды есептеу жүргізілетін және 0_v (Б Қосымшасы) найзағайдан қорғау аймақтарын анықталатын жасанды сфера радиусын орнату үшін пайдаланылады.

Найзағайдан қорғау құрылымы бойынша ғимараттар мен имараттарды жіктеу 7-кестеде берілген.

7-кесте – Найзағайдан қорғауды орнату бойынша ғимараттар мен имараттар құрылымы

Ғимараттар мен имараттар	Найзағайдан қорғау категориясы
1	2
<u>ЭОЕ</u> сәйкес В-I және В-II класс аймақтарына жататын ғимараттар мен имараттар немесе олардың бөліктері, бөлмелер	I
В-Ia, В-Iб, В-Ia кластары да	II
ЭОЕ сәйкес В-Iг класс аймағын құрайтын сыртқы қондырғылар	II
<u>ЭОЕ</u> сәйкес П-I, П-II, П-IIa класс аймақтарына жататын ғимараттар мен имараттар немесе олардың бөліктері, бөлмелер	III
<u>ЭОЕ</u> сәйкес П-I, П-II, П-IIa класс аймақтарына жататын ғимараттар, III-V дәрежесіндегі өртенбейтін ауылдық жерлерде орналасқан шағын имараттар.	III
ЭОЕ сәйкес П-III класс аймағын құрайтын сыртқы құрылғылар мен ашық қоймалар	III
ЭОЕ бойынша жарылыс- және өртке қарсы класс аймақтарына жатқызылатын ғимараттар жоқ III, IIIa, IIIб, IV, V дәрежесіндегі өртенбейтін ғимараттар мен имараттар	III

7-кесте – Найзағайдан қорғауды орнату бойынша ғимараттар мен имараттар құрылымы (жалғасы)

Ғимараттар мен имараттар	Найзағайдан қорғау категориясы
ЭОЕ бойынша жарылыс- және өртке қарсы класс аймақтарына жатқызылатын ғимараттар жоқ (IVa дәрежесіндегі өртенбейтін) жанатын жылытқышымен жеңіл металл құрылымдардан ғимараттар мен имараттар	III
ЭОЕ бойынша жарылыс- және өртке қарсы класс аймақтарына жатқызылатын ғимараттар жоқ ауылдық жерлерде орналасқан III-V дәрежедегі өртенбейтін құрылымдардың көбі.	III
Санау орталықтары, оның ішінде қала құрылыстарында орналасқан ғимараттар	II
III-V дәрежедегі өртенбейтін мал және құс шаруашылығы ғимараттары мен құрылыстары: ірі мүйізді қара мал мен шошқалар үшін 100 бастан және артық, қойлар үшін 500 бастан және артық, құстарға 1000 бастан және артық, жылқылар үшін 40 басқа және артық	III
Кәсіпорын мен қазандықтардың мұржалары мен басқа да құбырларына, 15 м және артық биіктіктері барлық мұнара мен мінбелерге	III
30 м биіктіктен астам ауылдық жерлердегі оқшау тұрған тұрғын және қоғамдық ғимараттар	III
Келесі белгілеулердегі III-V дәрежедегі өртенбейтін қоғамдық ғимараттар: мектепке дейінгі балалар мекемелері, мектептер мен мектеп-интернаттар, емдеу мекемелерінің стационарлары, ұйықтайтын корпусстар мен демалыс пен денсаулық сақтау мекемелерінің асханалары, мәдени-ағартушылық, әкімшілік мекемелер, вокзалдар, қонақүйлер, мейрамханалар мен кемпингтер	III
Ашық ойын-сауық мекемелері (ашық кинотеатрлардың көрермендер залы, ашық стадиондардың трибуналары ж.т.б.)	III
Тарих, сәулет және мәдениет ескерткіштері болып табылатын ғимараттар мен құрылыстар (мүсіндер, ескерткіштер ж.т.б.)	III

4.5 Найзағай әсері нәтижесіндегі зақымданулар

4.5.1 Ғимараттар мен құрылыстардың зақымдануы

4.5.1.1 Ғимараттар мен имараттарға әсер ететін найзағай ғимараттар мен имараттардың, ішкі жүйелерімен қоса ғимарат ішіндегі құрылғылардың зақымдалуына, және адамдардың денсаулығына зиян келтіру себебі болып табылады. Зақымдалу мен қиратулар ғимаратқа іргелес нысандарға көшеді. Көшу көлемі ғимараттың сипаттамасына және найзағай күркіреуіне байланысты.

4.5.1.2 Найзағайдың әсер ету дәрежесін анықтайтын ғимараттардың негізгі сипаттамалары болып табылады:

- ғимарат құрылымы (кірпіштен тұратын ғимарат қаңқасы, ағаштар, болаттар, бетондар мен темір бетондар);

- ғимарат іші (адамдар, жануарлар, тұтанғыш немесе тұтанғыш емес жарылғыш немесе жарылғыш емес материалдардың, төменгі және жоғарғы кернеу ұстайтын электр немесе электрондық жүйелердің болуы);

- оның функционалдық міндеттемелері (кеңсе, тұрғын ғимараттар, театр, ферма, мектеп, қонақүй, мұражай, әмбебап дүкен, түрме, шіркеу, фабрика, банк, өндірістік кәсіпорын, спорт құрылысы);

- ғимараттың коммуникациялық жүйесі (электр қамтамасыз ету желілер, телекоммуникациялық желілер, құбырлар);

- қауіптің таралу масштабы (эвакуация қиындатылған немесе үрей пайда болатын ғимараттар, сонымен қатар қоршаған орта немесе экология үшін қауіп төндіретін имараттар);

- қамтамасыз етілетін немесе қолданылатын шаралар (мысалы, дене зақымдалуын және адам өмірі үшін қауіпті, ішкі жүйе зақымдалударын төмендету бойынша).

4.5.1.3 Найзағай тогы кирату көзі болып табылады. Ғимараттың бұзылу нүктесіне байланысты келесі жағдайлар жасалады:

- S_1 – ғимараттағы найзағай күркіреуі;

- S_2 – ғимарат жанында найзағай күркіреуі;

- S_3 – ғимараттың энергиямен қамтамасыз ету жүйесінде найзағай күркіреуі;

- S_4 – ғимараттың энергиямен қамтамасыз ету жүйесі жанында найзағай күркіреуі .

4.5.1.4 Ғимараттағы найзағай күркіреуі келесі зардаптарға соқтырады:

- найзағай тогы бөлігінің өтуі мен резистивті және индуктивті байланыс нәтижесінде астам тырысу тудырған бастамшылық ұшқындардан өртке немесе жарылысқа;

- найзағайдың өзінің плазмалық ыстық доғасының ықпалы әсерінен, тоқ ықпалы әсерінен немесе доға түзілуде эрозия нәтижесінде туындаған электр қуаты әсерінен өртке және жарылысқа, лезде механикалық зақымдалуға;

- қадамдық кернеу мен жанасу кернеуінен денсаулыққа зиян келтіру.

4.5.1.5 Ғимараттағы энергиямен қамтамасыз ету жүйесіне найзағай күркіреуі келесі зардаптарға әкеліп соқтырады:

- энергиямен қамтамасыз ету жүйесі арқылы келетін найзағай тогы ықпалынан және астам тырысу ықпалынан туындаған ұшқындар өртке немесе жарылысқа;

- ғимаратқа берілетін және электр таратуға жалғанған желілерде туындайтын астам тырысу ықпалынан ішкі желілердің істен шығуына немесе зақымдалуына;

- энергиямен қамтамасыз етудің жалғанған жүйелері арқылы берілетін найзағай тоқтарынан туындаған ғимарат ішіндегі қадамдық кернеу мен жанасу кернеуінен денсаулыққа зиян келтіру.

Ғимараттың құбырына немесе оған жақын жерге түскен найзағай құбыр теңестіру үрдісі шиналарымен жалғанған жағдайда найзағай ғимаратқа үлкен зардап тигізбейді.

4.5.1.6 Найзағай жарқылы зақымдалудың үш негізгі типі болып табылады:

- D_1 - ұшқындармен қатар, найзағай тогы әсерінен (өрт, жарылыс, механикалық зақымдалулар, химиялық қалдықтарды төгу) дене жарақаттары;

- D_2 - қадамдық кернеу мен жанасу кернеуінен денсаулыққа зиян келуі;

- D_3 - найзағай разрядтарының электр магниттік импульстер әсері нәтижесінде ішкі жүйелердің зақымдалуы.

8-кесте – Қалыпты ғимараттарға найзағайдың әсері

Оның функционалдық міндеттеріне және/немесе құрамына сәйкес нысан типі	Найзағай әсері нәтижесінен зақымдалу түрі
Ферма	Алдымен – өрт және қауіпті кернеулік айырма, сонымен қатар мүліктің зақымдалуы. Одан кейін – жемді беру және желдеткішпен ж.т.б. электронды басқару жүйесінің істен шығуынан жануарлардың қырылу қаупімен электр қорегін жоғалту
Тұрғын үй	Электр құрылғыларының істен шығуы, мүліктің зақымдалуы, өрт. Әдетте найзағай күркіреуі орнында орналасқан немесе оның каналдары тиген заттардың шамалы зақымдалуы. Орнатылған электр немесе электрондық құрылғылар мен жүйелердің зақымдалуы (мысалы, теледидарлар, компьютерлер, модемдер, телефон дар ж.т.б.)
Банк, сақтандыру компаниясы, коммерциялық кеңсе және т.б.	Электр қамтамасыз етудің жоғалуы (мысалы, жарықтандыру), үрей туындау мүмкіндігі, сонымен қатар өртке қарсы іс-шараларда кедергі тудыратын өрт дабылы жүйесінің істен шығуы. Байланыстың үзілуі, деректердің жоғалуымен компьютерлердің істен шығуы
Театр, қонақүй, әмбебап дүкен, спорт имараты	Электр қамтамасыз етудің жоғалуы (мысалы, жарықтандыру), үрей туындау мүмкіндігі. Өртке қарсы іс-шараларда кедергі тудыратын өрт дабылы жүйесінің істен шығуы.
Өндірістік кәсіпорындар	Өндіріс жағдайына байланысты өнімді сатып алудан үлкен зардаптан болмашы зақымдалулардан өндіріс жағдайына байланысты қосымша сардар
Емхана, қарттар үйі, түрме	Байланыстың жоғалуы, науқас және қозғала алмайтын адамдарға көмек көрсетуде мәселе тудыратын деректердің жоғалуымен компьютердің істен шығуы
Байланыс құралдары, электр станциялар	Коммуналдық қызмет көрсетудің бұзылуы
Мұражай, сәулет ескерткіштері, шіркеулер	Орны толмас мәдени ескерткіштерді жоғалту
Химиялық зауыт, мұнай өндіру зауыты, атом электр станциясы, биохимиялық зертхана мен фабрика	Қоршаған орта үшін зиянды зардаптары бар өрт пен кәсіпорын жұмысының бұзылуы
Өрт қауіпі бар өндіріс	Қоршаған орта мен кәсіпорындар үшін өрт пен жарылыс салдары

4.5.2 Зақымдалу типтері

Осы ҚР ЕЖ зақымдалудың келесі типтері қарастырылуда:

- 1 – коммуналдық қызмет көрсетудің бұзылуы;
- 2 – адам өмірі үшін қауіп;
- 3 – орны толмас мәдени ескерткіштерді жоғалту;
- 4 – экономикалық зақымдалу (құрылыс құрылымдары және оның ішінде болатын жабдықтар, іс-әрекет және энергиямен қамтамасыз ету жүйесі).

1, 2, 3 зақымдалу типтері қоғамдық құндылықтарды жоғалту ретінде, ал 4 – экономикалық зақымдалу типі ретінде қарастырылады.

Ғимараттарда болатын зақымдалуларға 1, 2, 3, 4 жатады.

Энергиямен қамтамасыз ету жүйелеріне пайда болған зақымдалуларға 1, 4 жатады.

5 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ШАРАЛАРЫ

Дене жарақаттарын төмендетуге бағытталған найзағайдан қорғау шараларына жатады:

а) ғимараттар үшін, егер найзағайдан қорғау жүйесі орнатылған болса, онда найзағай потенциалын теңестіру адам өмірі үшін өрт- және жарылыс қауіпін төндіру бойынша маңызды шара

ә) энергиямен қамтамасыз ету жүйесі үшін – экрандалған өткізгіш. Жер астындағы кабель үшін металл экран найзағайдан тиімді қорғаныс болып табылады.

Экран және экрандық жүйе жұмысында ақауларды төмендетуге бағытталған найзағайдан қорғау шараларына жатады:

а) найзағай разрядтарынан электр магниттік импульстің ғимараттарды найзағайдан қорғау жүйесі үшін:

- жерге беттестіру және біріктіру;
- электр жіберу желісінің трассасы;
- магниттік экрандау;
- найзағайдан қорғаудың каскадтық әдісі;

ә) энергиямен қамтамасыз ету жүйесі үшін – желінің ұшы мен соңында түрлі орналасу орындарында астам таралуды тежегіштер.

Құрылғыларды оқшаулаудың жоғары ұстамды кернеуі мен кабельдері астам таратудан зақымдалуға қарсы тиімді найзағайдан қорғау шарасы болып табылады.

5.1 Ғимараттарды, имараттарды найзағайдан қорғау критерийлері

Ғимараттарды, имараттарды және энергиямен қамтамасыз ету жүйесін найзағайдан қорғау ғимаратқа жалғанған, энергиямен қамтамасыз ету жүйесін экранға кіру нүктесінде жалғауды қамтамасыз ету және жерге беттестірілген, тұтас және толығымен экранға шығатын нысанды қоршау. Бұл найзағай тогының зақымдалуын және онымен байланысты қоршалатын нысандағы электр магниттік белдеуді және тоқ әсерінен қауіпті ұшқын разрядтарының, жылу және электр динамикалық әсерлерінің түсуін және ішкі жүйенің астам таралуын болдырмайды [8].

Экран тұтастығының болмауы немесе сәйкес келмейтін қалыңдығы найзағай тогының нысанға кіруіне ықпал етеді, бұл ретте:

- ішкі жүйенің зақымдалуы;
- адам өмірі үшін қауіп және дене жарақаттары;
- энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің зақымдалуы.

5.1.1 Найзағайдан қорғау деңгейлері

Ғимараттар мен имараттардың түрлі нысандарын найзағайдан қорғау төрт деңгейге бөлінген.

5.1.1.1 I деңгейге газдардың, булардың, шаңдардың тамшылардың жарылыс қауіпі бар концентрациялары туындауы және барлық мүмкін өндірістік кәсіпорындар жатады. Найзағаймен кез келген зақымдалу жарылыс тудыра отырып, нысанға ғана емес, сондай – ақ жақын орналасқандарға жоғары қауіпті бұзылулар мен зардаптар тудырады.

5.1.1.2 II деңгейге жарылыс қауіпі бар концентрациялар нормалық техникалық режимнің бұзылуы, сонымен қатар құрамында жарылыс қауіпі бар сұйықтық пен газдар бар сыртқы қондырғылар нәтижесінде анықталатын өндірістік ғимараттар мен құрылыстар жатады. Осындай нысандар үшін найзағай күркіреуі сыртқы қондырғыларға технологиялық апаттар немесе тыныс алу немесе апаттық клапандардың іске қосылу сәйкестігі кезінде ғана жарылыс қауіпін төндірді. Қазақстан Республикасы территориясында күн күркіреу ұзақтығының қысқа болуы арқасында бұл жағдайдың сәйкестігі айтарлықтай аз.

5.1.1.3 III, IV деңгейге салдары, зардаптары жарылыс қауіпі бар ортаға қарағанда аз материалдық зардапқа байланысты нысандар жатады. Мұнда өрт қауіпі бар бөлмелермен немесе өртке тұрақтылығы төмен құрылыс құрылымдары бар ғимараттар мен құрылыстар жатады, оларға найзағайдан қорғау талаптары нысанның зақымдалу ықтималдығы артқан сайын ұлғаяды. Бұдан басқа, III, IV деңгейлерге адамдар мен жануарларға зақымдалуы электр әсері қауіпін төндіретін нысандар жатады. Зәулім қоғамдық ғимараттар, мал шаруашылығы құрылымдары, құбыр типіндегі биік құрылыстар, мұнаралар, ескерткіштер. Соңғысы III, IV деңгейлерге тез тұтанғыш құрылымдарды өте жиі қолданатын ауылдық жерлердегі ұсақ құрылыстар жатады. Бұл нысандарға күн күркіреумен туындайтын өрттің айтарлықтай үлесі тиісілі. Құрылыстар құнының төмендігінен олардың найзағайдан қорғалуы айтарлықтай материалдық шығындарды талап етпейтін жеңіл тәсілдермен орындалады.

5.1.1.4 Қорғаныс деңгейін анықтау шамалас бағасы болып табылатын жоғарыда сипатталған ғимараттар мен құрылыстар классификациясы бойынша, немесе осы параметрлерді міндетті өлшеуге байланысты қиындық тудыратын найзағай параметрлерін сипаттау бойынша (9-кесте), немесе найзағайдың статистикалық параметрлерін есептеумен салыстырылатын найзағайдан қорғау тиімділігі бойынша (10-кесте) жасалған болуы мүмкін.

9-кесте – Найзағай тогы параметрлері мен қорғаныс деңгейі арасындағы теориялық тәуелділік

Найзағай параметрлері	Қорғаныс деңгейі		
	I	II	III, IV
Тоқ мәнінің шыңы, $I_{\text{макс.}}$ (кА)	200(2,8)	150(9,5)	100(14,7)
Жалпы заряд $Q_{\text{жалпы}}$	300	225	150
Импульс заряды, $Q_{\text{имп}}$ (К)	100	75	50
Энергия үлесі, E_s (кДж/Ом)	10000	5600	2500
Орташа құламалық, $dI_{\text{имп}}/dt$ [30/90%] (кА/мкс)	200	150	100

Ескертпе - Жақшаға алынған деректер құрылғыны сынау кезінде алынған практикалық мәні көрсетіледі.

10-кесте – Найзағайдан қорғау жүйесінің тиімділігі мен қорғаныс деңгейінің онымен сәйкестігі

Қорғаныс деңгейі	Тиімділігі (E)СЗМ
I	$0,95 < E < -0,98$
II	$0,80 < E < -0,95$
II	$0 < E < -0,80$

5.1.2 Найзағайдан қорғау аймақтары

Найзағайдан қорғау аймақтары найзағайдан қорғау шараларымен анықталады. Мысалы, найзағайдан қорғау жүйесімен, магниттік экрандармен, экрандалған өткізгішпен және астам таратудың шектелуімен [6].

Найзағайдың қауіптілігіне байланысты келесі найзағайдан қорғау аймақтары анықталады:

O_A аймағы – барлық нүктелері тура найзағай түсу және осы кезде пайда болған электр магниттік белдеу әсерінен нысан қоршаған орта аймағы.

O_B аймағы – сырттай найзағайдан қорғау жүйесімен қорғалған кеңістікте болғандықтан барлық нүктелері тура найзағай күркіреуінен зақымдалған нысанның сыртқы орта аймағы.

1-ші аймағы – нүктелері тура найзағай түсу әсеріне ұшырайтын нысанның ішкі аймағы. Бұл аймақта тоқ барлық тоқ өткізу бөліктерінде O_A мен O_B аймақтарымен салыстырғанда айтарлықтай аз мәнге ие. Құрылыс құрылымдарының экрандалу қасиеті есебінен O_A мен O_B аймақтарымен салыстыру бойынша электр магниттік белдеуде де төмендетілген.

Басқа аймақтар (2 және т.б.) – тоқты азайту және/немесе электр магниттік белдеуді кеміту талап етілсе орындалады, аймақтардың параметрлеріне талаптар нысандарының түрлі аймақтарын қорғау бойынша талаптарға сәйкес орнатылады.

Қорғалатын кеңістіктерді найзағайдан қорғау аймақтарына жалпы бөлу принципі Б Қосымшасында берілген.

Аймақ шекараларында коммуникация мен металл элементтері шекарасын барлық кесіп өтетіндерді экрандау және біріктіру бойынша шараларды жүзеге асыру.

Экрандық біріктіру көмегімен 1 аймақтың бөлінген екі кеңістігі ортақ зонаны құрай алады (В Қосымшасы).

5.1.3 Ғимараттар мен имараттарды қорғау

5.1.3.1 Найзағайдан қорғау – апаттан, оларға найзағай түсу кезіндегі өрттен оларды қорғау үшін өндірістік және азаматтық құрылыстарда қабылданатын іс-шаралар мен қорғаныс құрылғысының жүйесі.

5.1.3.2 Найзағай әсерінен зақымдалудан қорғау ғимаратта орнатылған өндіріс типінен және атмосфералық орташа жылдық күн күркіреу әрекетіне байланысты [1]. Күн күркіреу ғимараттар мен имараттардың жылына найзағайдан күтілетін зақымдалу санымен бағалануы мүмкін:

$$N = (l + 6h)(b + 6h)n \cdot 10^{-6} , \quad (2)$$

мұнда l , b — қорғалатын имараттың ұзындығы мен ені (немесе күрделі конфигурация ғимараттары үшін ең төмен сипатталған төртбұрыштың), м;

h — құрылыстың ең жоғарғы биіктігі, м;

n — 1 км² жер бетіне түскен найзағайдың орташа жылдық саны (осы географиялық – физикалық жерде).

Ғимараттар мен өндірістік имараттарды найзағай тоғынан қорғау үшін найзағай бұрғыштар (күн күркіреуді бұрғыштар) орнатылады. Олар найзағайды қабылдайды және оны жерге бағыттайды.

5.1.3.3 Тура найзағай түсуден қорғау құрылғыларын және найзағай бұрғыш типтерді таңдау кезінде экономикалық және нысанның технологиялық, конструктивтік ерекшеліктерін ескеру қажет. Барлық мүмкін жағдайда жақын орналасқан биік құрылыстарды жеке тұрған найзағай бұрғыштар ретінде пайдалану қажет, ал ғимараттың конструктивті элементтері мен құрылыстарды, мысалы, металл шатырларды, металл және темір каллоналар мен фундаменттерді – найзағай қабылдағыштар, тоқ бұрғыштар және жерге беттестіргіштер ретінде пайдалану қажет.

5.1.3.4 Атмосфера электрі әсерінен ғимараттар мен құрылыстарды қорғау деңгейі бойынша найзағайдан қорғау үш категорияға бөлінеді [2].

Найзағайдан қорғау категориясы анықталады: ғимарат пен құрылыс міндеттемесінен, күн күркіреудің орташа жылдық ұзақтығынан, сондай-ақ жылына найзағайдан зақымдалған ғимараттар мен имараттардың күтілетін санынан.

Найзағайдан қорғаудың I және II категориясына жататын ғимараттар мен құрылыстар найзағайдың тура түсуінен, найзағайдың екінші рет пайда болуынан және жердегі (жердің бетіндегі) және жердің астындағы металл коммуникациялар арқылы жоғары үрдісті енгізуден қорғалуы қажет; жер беті (жердегі) коммуникациялар арқылы III деңгейге жатқызылғандар.

6 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ТҮРЛЕРІ

Найзағайдан қорғау ішкі және сыртқы болып бөлінеді.

6.1 Сыртқы найзағайдан қорғау – құрылысты зақымдалудан және өрттерден, сондай-ақ ғимараттың іші мен сыртындағы адамдарды да қорғай отырып, найзағайларды қабылдау мен жерге бұруды қамтамасыз етеді.

6.2 Ішкі найзағайдан қорғау – желіде астам тарату туындайтын электр техникалық және электронды құрылыстар қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін арналған және импульстік астам таратудан (ИАҚК) қорғау құрылғылардың өзіндік құнын ұсынады.

Сыртқы найзағайдан қорғау белсенді немесе бәсең (классикалық) бола алады.

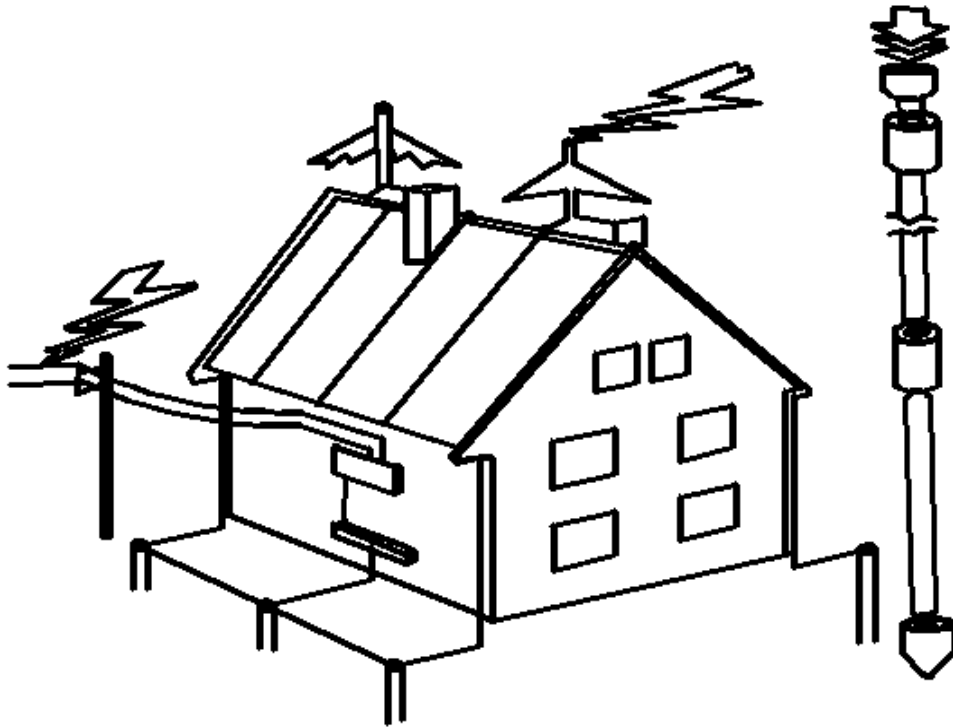
Белсенді жүйеде күн күркіреу кезінде айналасындағы ауаны иондайтын, қорғану аймағын едәуір ұлғайтатын найзағай қабылдағыш пайдаланылады.

Активті найзағай қабылдағыш ғимараттың ең биік нүктесінен 1м жоғары орнатылады және құрылыс көркін іс жүзінде бұрмаламайды. Оған үлкен қорғау аймағы, сондай-ақ мардымсыз материалдық сыйымдылықта тән.

6.3 Найзағайдан қорғаудың пассивті жүйесі ғимараттың іргелі бөліктері мен шатырында орнатылған металл элементтерін найзағай қабылдағыш ретінде пайдалануды білдіреді. Оларға найзағай қабылдайтын торлар мен арқандар (өндірістік имараттарды қорғау үшін жиі қолданылатын), сонымен қатар металлды өзекшелі найзағай бұрғыштар жатады.

Тегіс немесе сәл өңес шатыры бар ғимараттар мен имараттар үшін найзағай қабылдағыш тор (Фарадей торы) кеңінен қолданылады.

Найзағай қабылдағыш тор диаметрі 6 мм кем емес болат сымнан жасалған және шатыр үстінен немесе өртенбейтін немесе өртенуі қиын жылытқыш немесе гидролизация астына салынған болуы қажет. Тордағы ұяшықтар қадамдары 6×6 м артық болмауы керек. Тор түйіндері балқытып біріктірілген болуы қажет. Шатырдан шығатын металл элементтер (құбырлар, шахталар, желдеткіш құрылғылар) найзағай қабылдағыш торға, ал шығып тұратын қосымша найзағай қабылдағышпен жабдықталған металл емес элементтер де найзағай қабылдағыш торға жалғануы қажет. Бірақ торды пайдалану мүмкін емес жерлерде найзағай каналдарымен байланыс мүмкін аймақтарда орналастқан найзағай қабылдағыштардан, тоқ бұрғыштардан (айтарлықтай үлкен аралықта жермен беттесетін өткізгіштен) және әдетте жерге көмілген көлденең және тік өткізгіштер түріндегі жерге беттестіргіштен тұратын өзекшелі найзағай бұрғыштар пайдаланылады (1-сурет). Егер жердің төтеп беру үлесі үлкен болса, тік жермен беттестіргіштің ұзындығы артады.



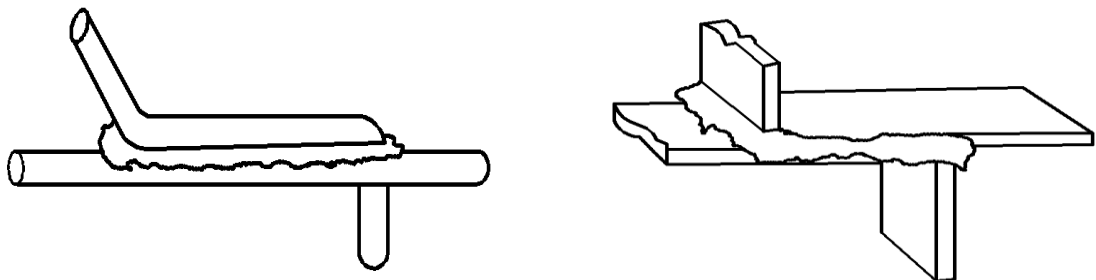
1-сурет – жерге беттестіру және үйді найзағайдан қорғау сызбасы

Найзағайды бұру элементтерін салмақ түсіретін конструкцияларға бекітеді және өзара байланыстырады. Жердегі нысанның найзағайдан зақымдалу ықтималдығы оның биіктігі артқан сайын өсетіндіктен найзағай қабылдағыш неғұрлым жоғары немесе қорғалатын нысанның өзінде не ғимараттың қасында жеке құрылыс ретінде орналастырылады.

Тұрғын ғимараттары мен өндірістік құрылыстарды қорғау үшін өзекшелі найзағай бұрғыш кеңінен қолданылады. Олардың артықшылығы шатырдағы құбырларды, желдету жүйесін және т.б. қабылдағышпен бекіту мүмкіндігі болып табылады.

Жерге беттестіру үшін көлденең және тік өткізгіштер пайдаланылады. Көлденең жерге беттестіргіштер 160 мм^2 кем емес болат сыздардан немесе шыбықтардан жасалады. «Ауа-топырақ» учаскелерінде күшті бұзылуларды жою үшін оларды эмальмен екі қабат бояу арқылы бетін екі қабат алдын ала тегістеу жолымен шекара бөлігінен екі ортаға әр жақты 100 мм ұзындықпен оқшаулау үшін жерге беттестіру өңістері қажет.

Жерге беттестіріліп салынатын барлық өткелдер мен біріктірулер атқылау арқылы балқытып біріктірумен жасалады (2-сурет).



2-сурет - Тұйықтаудың болат элементтері

Балқытылып біріктіру тігісін тұтас етіп жасайды. Біріктіру ұзындығы төртбұрыш кезінде – екі жақты енді және дөңгелекті кесу кезінде жерге беттестіру алты диаметрден кем болмауы қажет. Жерге беттестірудің болат элементтерін балқытып біріктіру орны жабын арқылы коррозиядан қорғайды.

Тігінен беттестіру ұзындығы 3-5 м құрайды. Электр төтеп беру жоғары үлесімі топырақтарда олардың ұзындығы айтарлықтай артық болуы мүмкін.

6.1 ЕСЭ радиоактивті жүйесі

Найзағайдан қорғаудың радиоактивті жүйелері ерте стримерлі эмиссия (ЕСЭ) мен радиоактивті сәуле шығару принциптеріне негізделген.

Ерте стримерлі эмиттер құрылғымен жабдықталған немесе стандартты найзағай қабылдағыштарға қарағанда жоғары көбейетін стримерлерді тезірек түзетін найзағай қабылдағыш (найзағай өзекшесі) болып табылады. Бұл стример найзағай түсуінің төменгі көбейетін лидерімен жалғанады.

Радиоактивті жүйе терминалдың (найзағай қабылдағыштың) жақын биіктігінде орналасқан, жабдықталған көзі, найзағай қабылдағыш болып табылады. Қабылданатын радиоактивті материалдар ұзақ өмір уақытына қатысты α -бөлшекті әлсіз эмитерлер болып табылады. Бұл найзағай қабылдағыштар күн күркіреу кезінде немесе қалыпты кездері найзағай қабылдағыштың жақын маңында ауа молекулаларын үздіксіз ионизациялайды. Жұмыс принципі бойынша изотоп оң ион (аноин) қалдыра отыра электрон шығаратын атымды қағады. Бұл аниондар туындайтын көздер ион санының соқтығысу жолымен тізбек реакциясын тудыра жоғары бұлттарға көшеді.

6.2 Радиоактивті емес терминалдар

Бұл жүйелер найзағай қабылдағыштар күшті электр белдеуінің әсерінде болғанда атқылайтын ұшқындар терминдердің арнайы формалары немесе найзағай қабылдағыштар көмегімен арттырылған қорғаныс радиусын иеленуге шоғырланған. Бұл ұшқындар соңында ионизациялаудың артуын тудырады.

Бұл құрылғылар электр белдеуі артқан кезде заряд жинай отырып, конденсатор ретінде жұмыс істейді. Лидер алаңқайға жақындаған кезде электрондық белдеу айтарлықтай артады, бұл құрылғы ұшқын тудырады, тәж түзеді және ұжымдық стример артады:

Мұндай құрылғылардың артықшылықтары:

- қорғаныс радиустарының үлкен таңдауы;
- жақсартылған максималды тиімділік;
- ортақ автономия;
- сенімділік пен төзімділік;
- радиоактивті емес технология.

7 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРАСТЫРУ ӘДІСТЕРІ**7-1 Найзағайдан қорғау жүйесінің әдістері**

Бұл әдіс әрбір терминал ұсынатын қорғау саласына негізделген, найзағайдан қабылдағыш үшін ең қолайлы орындарды анықтау үшін қолданылатын найзағайдан қорғауды құрастыру әдісі болып табылады. Ең танымал әдістер-қорғау конусының әдістері, Фарадей клеткалары және сырғанайтын сфералар.

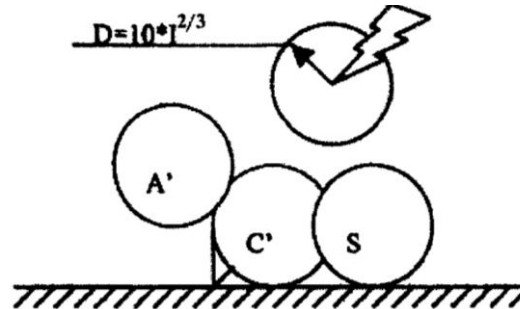
Қорғау конус әдісі сирек қолданылады және физикалық емес әдіс болып табылады. Негізінен, ол пассивті найзағайдан қорғау жүйелері үшін қолданылады.

Фарадей клеткасының әдісі, сондай-ақ пассивті найзағайдан қорғау жүйесі үшін қолданылады, алайда бұл әдіс бойынша қолданылатын металл жолақтар найзағай кез келген басқа жақын нүктеге артық тиюге ұшырайтынына кепілдік бермейді.

Конструкциялық материалдардың диэлектрлік қасиеттері найзағайдың жарқылы болжанбаған салдары бар құрылымдалған болаттың жақын элементіне өтуі мүмкін. Сонымен қатар, телекоммуникациялық тарелкалар сияқты объектілерді қорғау іс жүзінде мүмкін емес.

Электргеометрлік үлгіге сәйкес қарапайым қазықша жағдайында найзағайдың соғу нүктесі жер бетіндегі объектпен анықталады, ол төмен бағытталған көшбасшыдан D дистанциясында бірінші болып орналастырылады, тіпті бұл объект тегіс (топырақты) болса да. Сондықтан найзағайдың әсерін, егер төмен бағытталған көшбасшының басы бар d радиусымен жалған сала болса, қорғалатын құрылыстың бойымен қатаң қозғалса да қарастыруға болады.

Биіктігі h , қарапайым қазықшаны қарастыра отырып, жазық бетіне қатысты (шатыр ғимараттар, жер беті және т. б.), найзағайдың түсу мүмкіндігі бар үш нүкте.

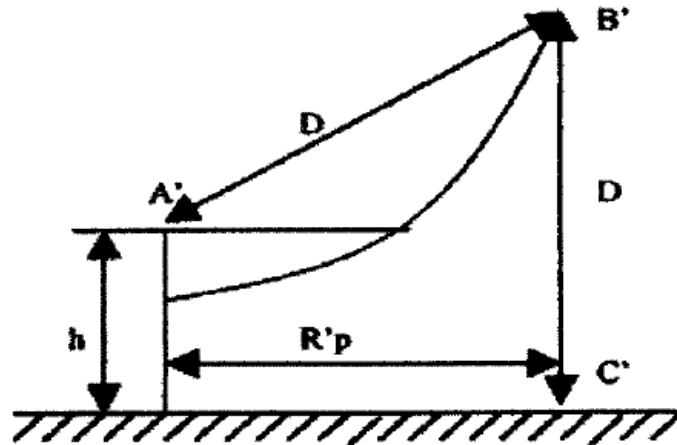


2-1 сурет-Сырғанайтын сала әдісі

Егер сала тек «А» тік қаңқаға қатысты болса, онда тік қаңқасы соққы нүктесі болады.

Егер сала тегіс бетке қатысты болса және тік тесікке қатысты болмаса, соққы нүктесі жердің S бетінде ғана болады.

Егер сала қарапайым тік қаңқаға және анықтамалық бетке бір мезгілде қатысты болса, онда екі соққы нүктесінің мүмкіндігі бар: «А» және «С», бірақ найзағай дәрежесі ешқашан жабық алаңға соқпайды.



2-2 сурет - Пассивті стержень

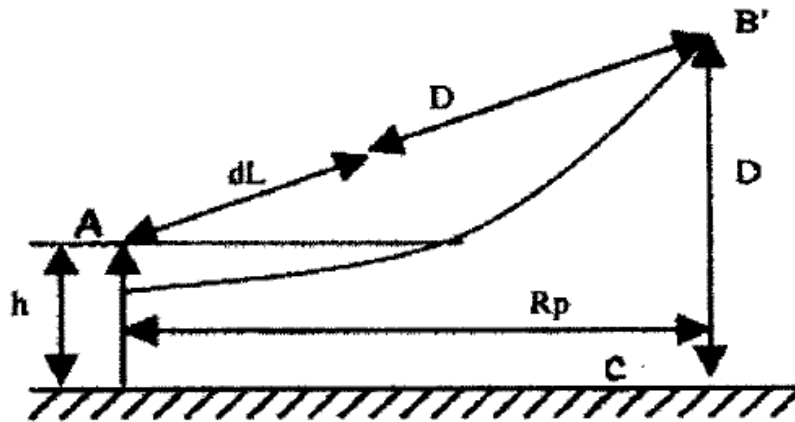
Егер пассивті стержень жоғарғы көшбасшы бастамаған болса, онда

$$R_p, p = [h \cdot (2D - h)]^{1/2}, \quad (2-1)$$

бұл кезде орындалады

$$h < 2D, \quad (2-1a)$$

Белсенді найзағай тартқышты қолданған жағдайда (сурет.2-3):



Сурет 2-3-Белсенді стержень

$$R_{p.a.} = [h \cdot (2D - h) + dL \cdot (2D + dL)]^{1/2}, \quad (2-2)$$

бұл кезде орындалады

$$h < dL + 2D, \quad (2-2a)$$

$R_{p.a.}$ мәндерін мына мәндермен салыстыру ұсынылады

$$R_{p.p.} = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h, \quad (2-2б)$$

Егер $R_{p.a.} < R_{p.p.}$ болса, онда $R_{p.p.}$ мәндері бойынша, $R_{p.a.}$ орнына қойылатын (2-2), h есептеледі

мұнда D - соққы қашықтығы (токтардың ең жоғарғы мәндері бойынша:

I-қорғаныс деңгейі - $D=20$ м, $I_{макс}=2,8$ кА;

II-қорғаныс деңгейі - $D=45$ м, $I_{макс}=9,5$ кА;

III-қорғаныс деңгейі - $D=60$ м, $I_{макс}=14,7$ кА), м,

dL - жоғарғы көшбасшының бастамасы, м, мына түрде анықталады

$$dL = v \cdot dT, \quad (2-3)$$

(dL өндірушімен найзағайдан қорғау жүйесінің әрбір модификациясы үшін зертханада сынау кезінде анықталады)

h - бұл пьезоэлектрлік найзағайдың үстіңгі бетінің биіктігі, м

R_p - бұл найзағай тартқыштың қорғаныш радиусы, м

v - жоғарғы көшбасшының бастамашылық жылдамдығы, м / мкс

dT - оның бастамашылық уақыты, мкс –да

Алынған деректер Қазақстан Республикасында сертификаттаудан өткен белсенді найзағайдан қорғау жүйелерін таңдау үшін пайдаланылады.

10-1 және 10-2 кестелері бойынша активті найзағайдан қорғау жүйесін таңдау нұсқасы көрсетілген.

10-1-кестесі пьезоэлектрлік найзағай қабылдағыштар үшін. Жел жүктемесі 0,40 кгс/м² асатын аймақтар үшін қолданылады. 10-2-кестесі импульстік кернеу жүйелері үшін.

Мысалы: I қорғаудың талап етілетін деңгейі, пьезоэлектрлік найзағайдың үстіңгі нүктесінің жоғарғы нүктесі, ол қорғалуы тиіс - $h(m) = 6$, найзағайдың есептік қорғаныс радиусы - $R_p(m) = 63$

10– 1 кесте-Қорғаныс радиусының (R_p) әртүрлі қорғаныс деңгейлері үшін (N_p), активті пьезоэлектрлік найзағайдан қорғау жүйелері үшін құрылыс биіктігіне (h) тәуелділігі

$R_p(M)$	SE6 $dL=15$ м			SE9 $dL=30$ м			SE12 $dL=45$ м			SE15 $dL=60$ м		
$h(m) \backslash N_p$	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	13	18	20	19	25	28	25	32	36	31	39	43
4	25	36	41	38	51	57	51	65	72	63	78	85
6	32	46	52	48	64	72	63	81	90	79	97	107
8	33	47	54	49	65	73	64	82	91	79	98	108
10	34	49	56	49	66	75	64	83	92	79	99	109
20	35	55	63	50	71	81	65	86	97	80	102	113
30	35	58	69	50	73	85	65	89	101	80	104	116
60	35	60	75	50	75	90	65	90	105	80	105	120

**10-2-кесте-Қорғаныс радиусының (R_p) әртүрлі қорғаныс деңгейлері (N_p),
импульстік кернеудегі найзағайдан қорғаудың белсенді жүйелері үшін құрылыс
биіктігінен (h) тәуелділігі**

$R_p(M)$	Satelit 3-25			Satelit 3-45			Satelit 13-60		
$h(m) \backslash N_p$	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	17	23	26	26	34	36	32	34	44
3	25	34	39	38	48	50	48	48	65
4	34	46	52	50	64	72	64	64	87
5	42	57	65	63	81	89	79	81	107
6	43	58	66	63	81	90	79	81	107
10	44	61	69	64	83	92	79	83	109
15	45	63	72	65	85	95	80	85	111
20	45	65	75	65	86	97	80	86	113
45	45	70	84	65	90	104	80	90	119
60	45	70	85	65	90	105	80	90	120

(Толықтырылды – ҚТҮКШК 06.11.2019 ж. №178-НҚ бұйрық).

7.1 Сырғанайтын сфера әдісі

Сырғанайтын сфера әдісі қорғалатын нысан айналасында есепті сфера қозғалатындығынан тұрады. Нысанмен жанасу нүктелері сфера мен жер беті арасындағы кеңістік қорғаныс аймағы болып табылады.

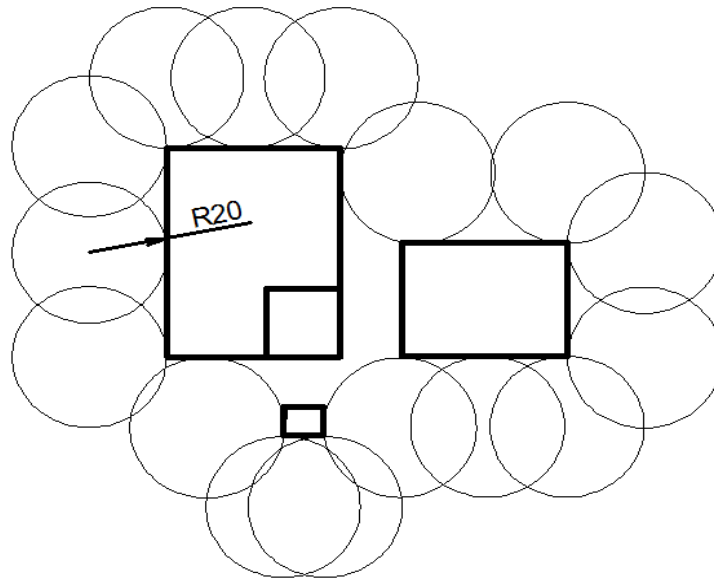
Күрделі құрылыстар үшін найзағайдан қорғауды орындау қажет жағдайларда, мысалы, түрлі биіктіктегі жақын тұрған бірнеше құрылыстарда найзағай түсуден қорғауды талап ететін үсті мен нүктелерін анықтау үшін сырғанайтын сфера әдісі пайдаланылады.

Бұл әдісті пайдалану үшін 3-суретте берілгендей құрылым төңірегінде сырғанап жүрген сфераны көз алдына елестету қажет.

3-суретте көрнекі түрде найзағай түсуден қорғаныс қажет үстілер мен нүктелер берілген, олар қою жолақтармен (қызыл) белгіленген.

7.2 Найзағайдан қорғауды есептеудің электр геометриялық әдісі

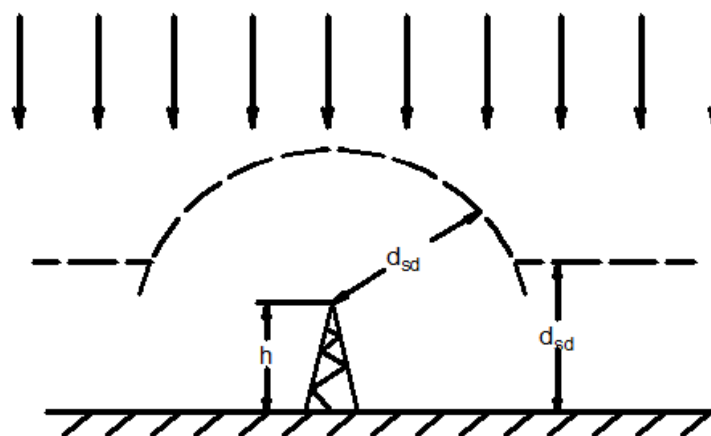
7.2.1 Электр геометриялық әдісте күркіреу бұлттарынан найзағайдың жерге қарай болжанбаған өндірістік және практикалық траектория бойынша қозғала бастайтыны қабылданған. Көптеген фотосуреттер бұны растайды, ал ұзын ұшқын физикасы зерттеулерге түсінік береді. Бұлт пен жер арасындағы орташа электр белдеуі 1 кВ/см жетпейді, бұл қалыпты атмосфералық жағдайлар кезінде ауаны ионизациялау үшін қажетті 30 кВ/см-ден әлде қайда аз. Найзағайдың плазмалық каналы өзінің электр заряды есебінен өз басында белдеудің күрт өсуінің арқасында ғана артады.



3-сурет – Жасанды сфера радиусы, қорғаныс деңгейінен тандаймыз

Бұл зарядтың кездейсоқ флюктациясы найзағай территориясының кездейсоқ ауытқуын болжайды. Жер беті жағдайына канал басында әсер етпейді. Жерге беттестірілген ішкі белдеулердің ұшталуы өте жоғары көтерілмейді; олар нысан биіктігін өлшейтін ұзындықта айтарлықтай байқалады. Найзағай каналының басынан жер бетіне немесе жердегі нысандарға дейін ағылшын терминологиясында striking distance (сөзбе сөз – түсу қашықтығы) деп аталатын, бірақ орыс әдебиетінде мағынасы жағынан неғұрлым жарқын термин «тартылу арақашықтығы» жиі қолданылатын арақашықтықтың кейбір d_{sd} тәуекел арақашықтыққа дейін қысқарған кезде жағдай күрт өзгереді.

Нысанды өзіне ілгеріге жобаланған найзағайларды тартады, сонда d_{sd} радиусты сфераның бір бөлігі жер бетіне немесе жердегі нысан үстіне қысқа арақашықтық бойынша өтеді.



4-сурет – электр геометриялық әдіс бойынша нысанға түскен найзағай санын бағалау

4-сурет жерге түскен және найзағай бұрғышпен қайтарылған найзағайлар үлесін анықтауға мүмкіндік беретін геометриялық тізбектер санын көрсетеді.

7.2.2 Электр геометриялық әдісті шетелде пайдаланып келеді. Ұшқын ұзындығын зерттеушілерге ұзын ауа арақашықтықтарының жойқын кернеуінің айтарлықтай шашырауы туралы өте жақсы белгілі. Ұзындығы бойынша 10 – 20% ажыратылатын екі арақашықтық зертханада жасалса және бір уақытта оларға жоғары кернеуді жіберсе аз арақашықтықтар жиі соғатын болады. Яғни, ұшқын разряды зертханада да қысқа арақашықтық ерекшеліктері зерттеушілерге өте жақсы таныс [12].

Жердегі құрылыстарды пайдалану тәжірибесінен белгіленген кез келген есептеу моделі найзағай әрекетінің барлық басты ерекшеліктерін іске асыруы қажет. Электр геометриялық әдісте жалғыз өзекшелі нысан мен талдау нандырады (4-сурет). Қарапайым геометриялық құрылымдармен оның тартылу аймағы:

$$S_{on} = \pi h(2d_{sd} - h), \quad (3)$$

және h нысан биіктігіне тура пропорционалды неғұрлым баяу өседі.

ХЭК ИЕС 62305 найзағайдан қорғау бойынша стандартта енгізілген және пайдалану тәжірибесінен алынған шаршы бейімделгіштен бұл айтарлықтай ерекшеленеді. Электр магнитті әдістің басқа салдары ретінде $h^3 dsd$ кезінде нысан биіктігінен найзағай түсу санының толығымен тәуелсіздігін санауға тура келеді, бұл тәжірибеге қайшы келеді. Расында қорғау аймаған құру кезінде электр магниттік әдіс dsd айтарлықтай аз мәнімен анықтауы қажет екендігіне көз жеткізу қиын емес. Ол үшін dsd қатынасты (3) мәнді $S_{att} = pr 02$ екендігін назарға алып шешу жеткілікті. Сонда:

$$d_{sd} = \frac{1}{2} \left(h + \frac{r_0^2}{h} \right), \quad (4)$$

dsd мәні электр геометриялық әдісте найзағай бұру биіктігіне тәуелді емес болғандықтан, есептеу үшін кез келген қол жетімді h және r_0 оған сәйкес қорғаныс радиусын (4) енгізу жеткілікті, соңғыны анықтау үшін пайдаланылған, мысалы, 4-суреттегі мәліметтер. Сонда $h = 30$ м кезіндегі қорғаныстың III деңгейі үшін $r_0 = 22,2$ және сәйкесінше $dsd = 23,2$ м аламыз.

Сырғанайтын сфера әдісі әлемдік стандартта ең кеңінен таралған болып табылады. Ол электр геометриялық модельге (ЭГМ) негізделген. ЭГМ түсу қашықтығын алдағы нағыз тоқ соғумен (5) байланыстырады. Бұл әдісті қолдану үшін көз алдына құрылым бойынша сырғанап жүрген сфераны елестету қажет. Үстіндегі барлық байланыстыратын нүктелер қорғалмаған көлемдер жойылмағанға дейін қорғанысты талап етеді деп болжанады (А Қосымшасы).

Осы найзағай бұрғыштар оларды жақын қашықтықта ғана іліп ала алатын қарапайым өзекшелі найзағай бұрыштармен салыстыру бойынша төлем интенсивтілігімен (2-ден 5кА дейін) разряд кезінде жоғары кепілдіктер ұсынады:

$$D = 10 \cdot I^{2/3}, \quad (5)$$

мұнда D – найзағайдың түсу қашықтығы, в кА

I – бірінші түсудің максималды импульсті тогы, в кА.

8 ЕРТЕ СТРИМЕРЛІ ЭМИТТЕР (ЕСЭ) ЖҮЙЕСІ

8.1 Найзағайдан қорғаудың сыртқы жүйелері

Найзағайдан қорғау сыртқы жүйесінің (НҚЖ) найзағай қабылдағыштан, ток бұрғыштардан және жерге беттестіргіштерден тұрады. Арнайы дайындау жағдайында олардың материалдарымен өлшемдері 11-кесте талаптарына сәйкес жасалуы қажет.

11-кесте – Сыртқы НҚЖ минималды кесу элементтері мен материалы

Қорғаныс деңгейі	Материал	кесу, мм ²		
		Найзағай қабылдағыш	струмовидв в д в	Жерге беттестіру
I-IV	Болат	50	50	100
I-IV	Алюминий	70	25	әлбетте
I-IV	Мыс	35	16	50
Ескертпе - Берілген деректер жоғары коррозия немесе механикалық әсерге байланысты арттырылған болуы мүмкін				

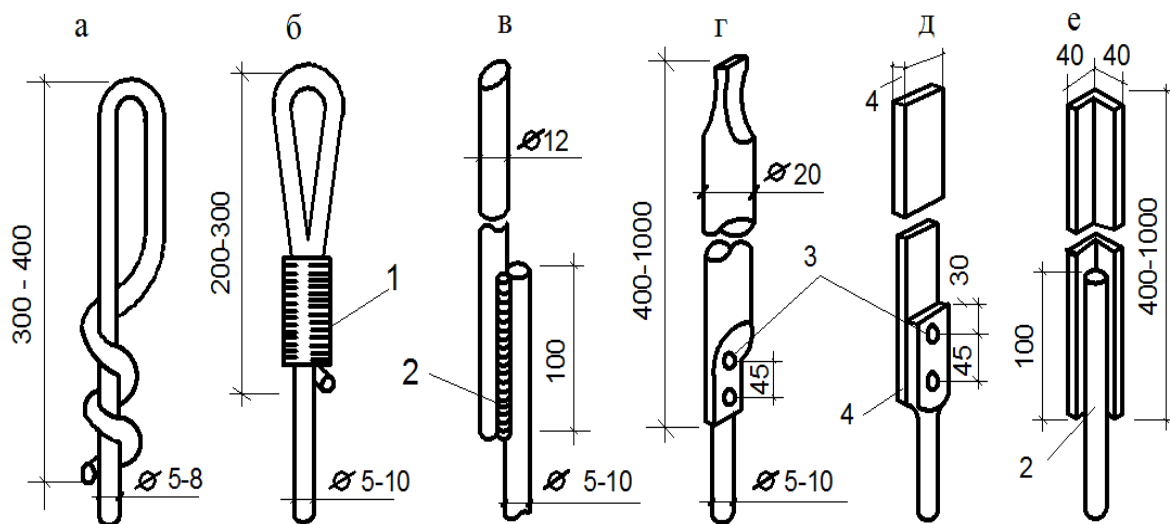
Өзекшелі найзағай бұрғыштардың тіректері конструкция бойынша бос тұратын механикалық төзімділікке есептелген, ал арқанды найзағай бұрыштардың тіректері – арқанның созылуын есептеумен және оған жел мен мұз катуды барлығына есептелген жалғыз тұрған найзағай бұрғыштардың тіректері болаттан, темір бетонна немесе ағаштан жасалған есептерге сәйкес орындалуы мүмкін.

8.1.1 Найзағай қабылдағыштар

Найзағай қабылдағыш – шатыр құрылысы элементінде немесе салынатын дінгек үстінде бекітілген ұшар басының болатты өзекшесі (мысалы, құбырда немесе фронтонда, 5-сурет)

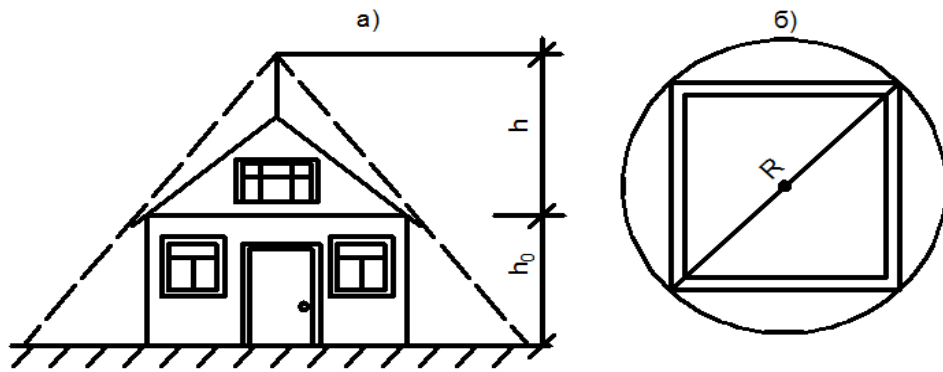
Егер найзағай қабылдағыштың ұшар басында биіктігімен және 90° шамасындағы ұзындықтағы бұрышпен конусты көз алдына елестетсе, онда конустың ішінде қалғандардың бәрі найзағай бұрыштың қорғанысында болады. Шамалап, егер үйдің көлденең R радиусының шеңберіне кіретін болса, онда найзағай қабылдағыш үй қабырғаларының үстінде $H(m) = R(m)$ биіктігіне іліну керек деп санауға болады.

Мысалы 10×10 м шаршы кесінді үшін үйдің көлденеңі шамамен 14 м, ол 6-суретте көрсетілген сияқты толығымен конуска енген болса. Ал егер шатыр екі өңісті болса, оның фронтондары қорғаныс конусына кірмейді.



1 — пропайкамен мырышталған сымнан бандаж; 2 — балқытып біріктіру; 3 — тойтарма

5-сурет – Мырыш сымдардан (а, б), шыбықтан (в), су жүргізетін құбырдан (г), болат жолақтан және көмір түйірінен (д, е) (мм өлшемдегі) найзағай қабылдағыштар

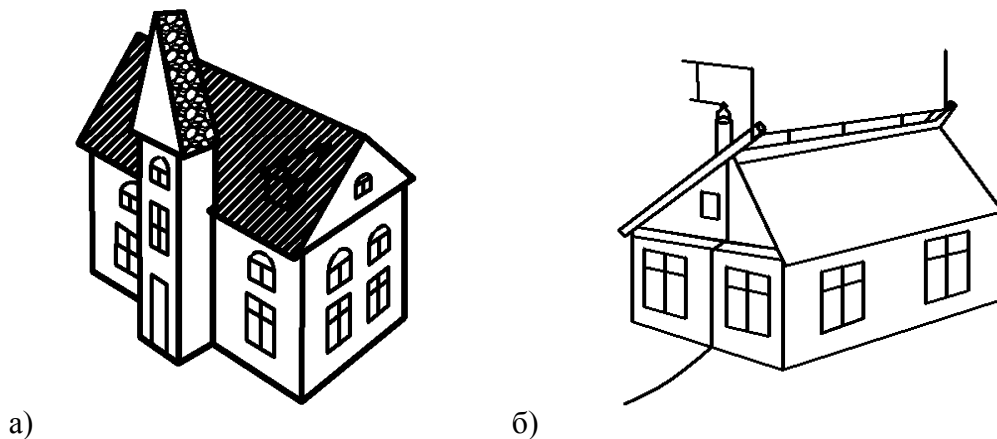


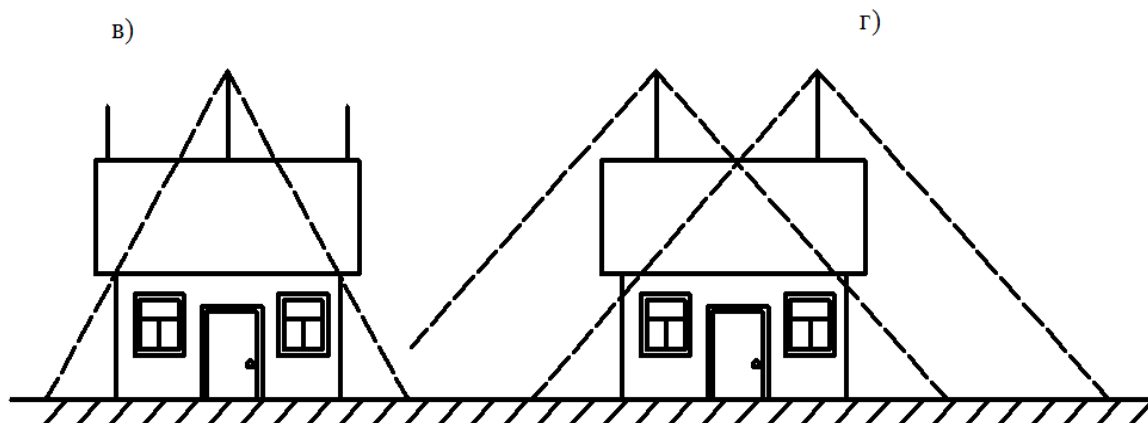
h_0 — қабырғалар биіктігі; h — қабарғалар үстіндегі найзағай қабылдағыштардың биіктігі; R — үй көлденеңінен кіретін шеңбер радиусы; үзік-үзік сызықпен қорғаныс конусы берілген

6-сурет – Жобадағы (б) үй көлденеңі мен күн күркіреуді бұрғыштың (а) қорғаныс аймағы

Екі найзағай бұрғышын қоюға болады, олардың конустары шатырды толығымен қамтиды (7-сурет). Айтпақшы, бұл ұзын тор үйлер үшін де жақсы шешім: бір кескін жағдайымен салыстыру бойынша биік құрылымдарды азайтуға мүмкіндік береді. Кішкентай найзағай бұрғыштармен жеке бұрғыштарды қорғауды жасауға болады. [11].

Металл шатырдың өзі найзағай бұрғыш ретінде пайдаланылады. Бұл жағдайларда екі өңісте жерге беттестірілген тоқ бұрғыштармен біріктірілген болуы қажет (12-кесте).





а — үйдің ең биік бөлігіндегі найзағай бұрғыш; б — көлденең (арқанды) найзағай бұрғыш; в — фронтондардағы қосымша найзағай қабылдағыштар; г — екі тартылған найзағай қабылдағыштар

7-сурет – Күн күркіреуді бұрғыштардың түрлі құрылымдары

12-кесте – Байланыстырушы өткізгіштер

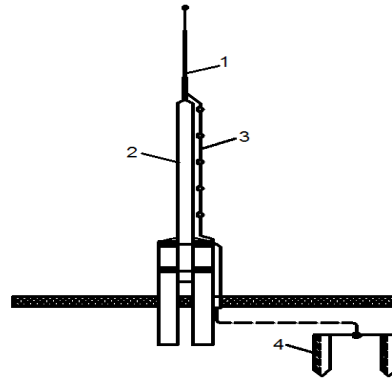
Материал	Ескертулер	Минимальды өлшемдері
Таза немесе қалайыланған электр мысы	Жақсы өткізетіндігімен және коррозияға төзімділігімен ұсынылады	Жолақтар: 30 мм • 2 мм Шыбық: Ø 8 мм Қаптамалы кабель: 30 • 3,5мм ²
Даттанбайтын болат	Коррозияға ұшырайтын кейбір кездері ұсынылады	Жолақтар: 30 мм • 2 мм Шыбық: Ø 8 мм
Алюминий	Алюминді беттерде пайдаланылуы қажет (қаптау, қапталған қабырғалар)	Жолақтар: 30 мм • 3 мм Шыбық: Ø 10 мм

8.1.2 Найзағай қашыртқылар

8.1.2.1 Найзағай бұрғыш найзағайдың тура түсуін қабылдайтын және найзағай тоғын жерге бұратын, қорғалатын нысан орнатылатын құрылғы. Типіне қарамастан барлық найзағай бұрғыштар келесі негізгі элементтерден тұрады (8-сурет): 1 найзағайдың тура түсуін қабылдайтын найзағай қабылдағыш; найзағай қабылдағышты орнату үшін арналған 2 салмақ түсіретін конструкция; найзағай тоғын жерге бағыттайтын және найзағай қабылдағыш пен тоқ бұрғыштың жермен байланысын қамтамасыз ететін 4 жерге беттестіргіш.

8.1.2.2 Қазіргі заманғы тәжірибеде найзағай қабылдағыштар найзағай бұрғыштардың келесі типтерін қолданады: өзекшелі (8-сурет); арқанды және антенналы (9а-сурет) және тор қабықты (9б-сурет). Одан басқа, кейбір жағдайларда ғимараттарды кешенді қорғау үшін найзағай бұрғыштардың құрамдастырылған типтерін (мысалы, арқанды – өзекшелі, 9в) қолданады.

Айтарлықтай жоғары деңгейлі сенімділікке ие тор қабықты найзағай бұрғыштар III деңгейлі ғимараттарды қорғау кезінде кеңінен қолданылады. Кейбір жағдайларда олар өздерінің экономды көрсеткіштерімен (салыстырмалы түрде металлдардың аз шығыны, темір бетонды конструкциялардың болмауы, өндірудегі қарапайымдылық, бөлшектеу және пайдалану) арқанды және өзекшелі найзағай бұрғыштардан асып түседі.



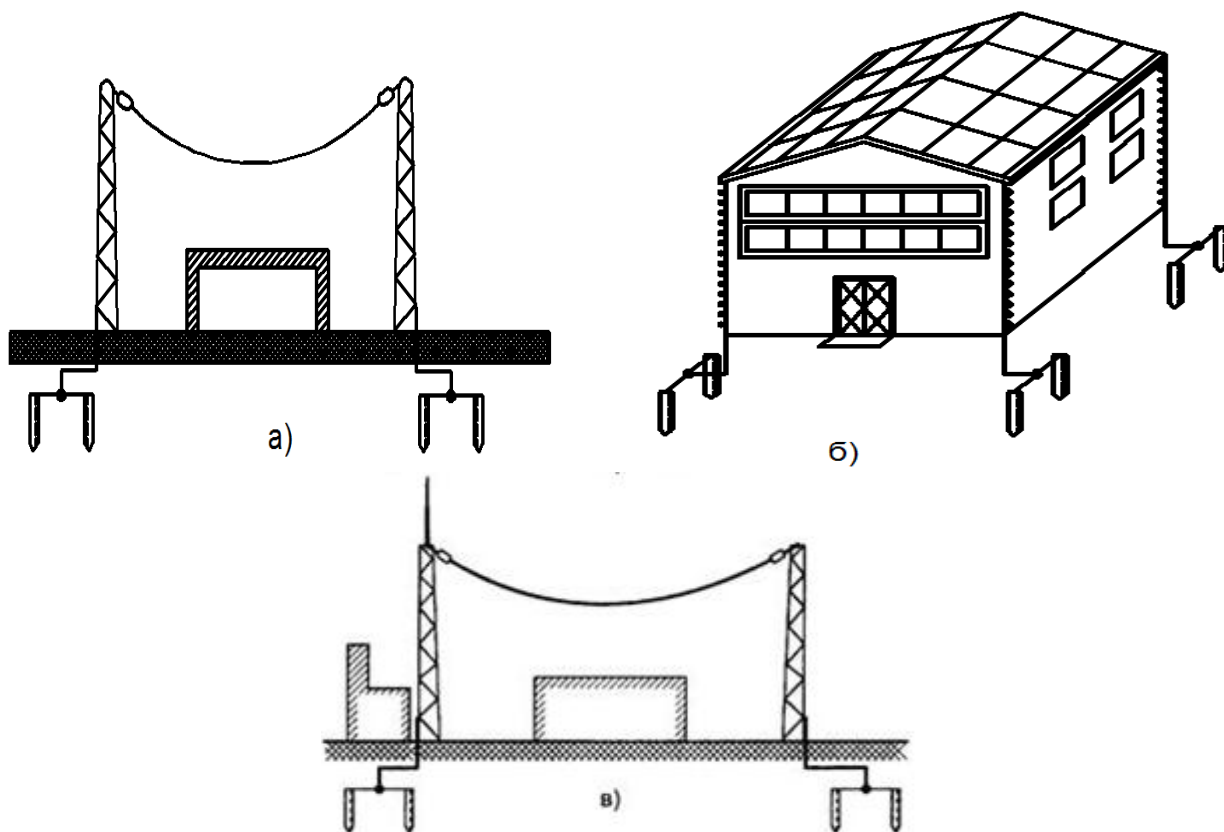
8-сурет – Өзекшелі дара тұрған найзағай бұрғыш

Әрекет ету кезінде өзекшелі және арқанды найзағай бұрғыштар дара, екі жақты және бірнеше болып бөлінеді (бір бойда орналасқан үштен кем емес найзағай бұрғыштардың әрекет етуі).

8.1.3 Маңдайшалар

Найзағайдан қорғау жүйесі дұрыс орнатылған маңдайшаларсыз жұмыс істемейді. Нысанға кіретін (мысалы, электр желілер, су және газ құбырлары, байланыс желісі, желдеткіштердің ауа енгізуі, сапа көрсеткішіне жеткізу, темір жол рельстері, құбырлар, ысырылатын есіктер, асылмалы көпірлі крандар, сүйеніштер және т.б.) барлық металл өткізгіштер жердің бір потенциалына жалғануы қажет.

Маңдайшамен жалғану әсіресе беттік орындарда балқытылып біріктірілген болуы қажет. Себебі механикалық жалғанулар коррозия және дене жарақаттарына зақымдалады. Сенімді электр қамтамасыз ету кепілдігі үшін маңдайшалардың (максималды 10 МОм) қарсылықтарын жиі өлшеу мен инспекциялау ұсынылады.



9-сурет – Арқанды және тор қабықты найзағай бұрғыштар

Егер эквипотенциалды біріктірулер қолданылмаса, қауіпті разряд туындамайтын минималды арақашықтық қауіпсіз S арақашықтық болып саналады және таңдалып алынған қорғау деңгейінен, найзағай бұрғыштар санынан және металл заттан жерге беттестіру нүктесіне жалғану қашықтығына байланысты:

$$S = n k_j I / k_m, \quad (6)$$

мұнда n – әрбір найзағай қабылдағыш үшін найзағай бұрғыштардың санын есептеу факторы:

$n=1$ бір өткізгіш үшін,

$n=0,6$ екі өткізгіш үшін,

$n=0,4$ үш және оданда көп өткізгіштер үшін;

k_j – қорғау деңгейін есептеу факторы:

$k_j=0,1$ I қорғау деңгейі үшін,

$k_j=0,075$ II қорғау деңгейі үшін,

$k_j=0,05$ III қорғау деңгейі үшін;

k_m – ілмек (шынжыр) ұштары арасында пайдаланылатын материалды тіркеу факторы:

$k_m=1$ ауа үшін,

$k_m=0,52$ қатты металл емес материал;

I – металл заттан жерге беттестіруге немесе эквипотенциалды жақын нүктесіне жалғау нүктесіне дейінгі тік қашықтық.

Эквипотенциалдық біріктірулерге келесі орналастырулар тән.

а) жер бетінде және жер астында;

б) егер жерге беттестіру құрылымдары біріктірілмесе, онда қауіпсізден жақын қашықтықта. Егер НҚЖ қорғалатын құрылымнан оқшауланса, онда эквипотенциалдық біріктіру топырақ деңгейінде ғана жасалған болуы қажет;

в) $S=3m$ газ өткізу құбырлары жағдайларында.

8.1.4 Жерге тұйықтау жүйесі

Жерге беттестіру жүйесі (13-кесте) төмен қарсылыққа ие болуы керек. Найзағай импульсі үшін жерге беттестіру жүйесі толқын енгізуші ретінде болады, сондықтан да оған толқындарды тарату теориясы қолданылады.

13-кесте – Материалдар мен жерге беттестірудің минималды өлшемдері

Материал	Ұсыныстар	Минималды өлшемдері
Таза немесе қалайыланған электр мысы	Жақсы өткізетіндігімен және коррозияға төзімділігімен ұсынылады	Жолақтары: 30 мм • 2 мм Шыбығы: Ø 8 мм Кесу сымынан тор 10 шаршы мм Қатты өзекше: Ø 15 мм, Ұзындығы 1 м Құбыр: Ø 25 мм, ұзындығы 1 м
Мыс жабынымен болат		Жолақтары: 30 мм • 2 мм Шыбығы: Ø 10 мм Өзекшесі: Ø 15мм
Даттанбайтын болат	Кейбір коррозиялы топырақтарда ұсынылады	Жолақтары: 30 мм • 2 мм Шыбығы: Ø 10 мм Өзекшесі: Ø 15мм
Мырышталған болат	Төмен коррозиялық тұрақтылығы бойынша кейбір уақытша қондырғылар үшін қорда ұсталады	Жолақтары: 30 мм • 2мм Шыбығы: Ø 10 мм Өзекшесі: Ø 19 мм, длиной 1 м

Жердің қарсыласуын азайту үшін келесі әдістер қолданылады:

а) өтуін арттыру үшін жерге беттестіру электродтарымен бірге жерге кальций немесе натрий хлориді көміледі. Өткізгіш пен тұз бірнеше жылдан кейін ауыстыруды талап етеді. Ауыстырумен байланысты еңбек көлемі мен шығындарды азайту үшін химиялық толтыратын өзекше жасалған;

б) жерге беттестіру электродтарының жүйесі көмілгенге дейін пластика тәрізді материалмен оралады. Бұл кезде жер мен ғимарат құрылымын қамтитын электрлі жерге беттестіру жүйесі арасындағы потенциалдардың айырымы кемиді.

8.1.5 Найзағайдан қорғау жүйесінің компоненттері

Найзағайдан қорғау жүйесінің (НҚЖ) компоненттері 14-кестеде берілген материалдардан дайындалады. Бекіту үшін металл емес материалдардан жасалған компоненттерді қолданады.

Электр динамикалық күштердің немесе кездейсоқ механикалық әсерлерден (мысалы, қар қабатының түсуі, діріл, жылу татару және т.б.) әсерінен өткізгіштердің бекітілуінің әлсіреуі немесе кез келген үзілуді болдырмау үшін найзағай қабылдағыштар мен тоқ бұрғыштары қатты бекітілуі қажет.

Біріктіру қатты дәнекер дәнекерлеушімен, кеңірдектелген балқытып біріктірумен, фальцетті біріктірумен, болтты бекітумен немесе бұрандалаумен жасалған болуы тиіс.

14-кесте – Найзағайдан қорғау жүйесінің материалдары және пайдалану жағдайы

Материал	Пайдалану			Тоттану		
	Ашық кеңістікте	жерде	бетонда	қарсыласу	Есебінен өседі	Гальвандық байланыспен жойылған болуы мүмкін
Мыс	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Жабын ретінде Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Жабын ретінде Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Көп отрада жақсы	Қышқылды заттар	-
Ыстық әдіспен қалайылған болат	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Тұтас өткізгіш	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Ауада, бетонда және жемісті топырақта жарамды	Хлоридтің көп мөлшері	Мыс
Тот баспайтын болат	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Көп отрада жақсы	Хлоридтің көп мөлшері	-
Алюминий	Тұтас өткізгіш Қөп жильді өткізгіш	Қолданылмайды	Қолданылмайды	Күкірт пен хлоридтің төменгі концентрациясы кездесетін атмосферада жақсы	Сілтілі ерітінділерде	Мыс
Қорғасын	Жабын ретінде тұтас өткізгіш	Жабын ретінде тұтас өткізгіш	Қолданылмайды	тұздың төменгі концентрациясы кездесетін атмосферада жақсы	Қышқыл топырақтарда	Мыс Даттанбайтын болат

8.1.6 Найзағайдан қорғау жүйесінің материалдары және олардың өлшемдері

Найзағайдан қорғау материалдары және олардың өлшемдері НҚЖ, не қорғалатын ғимараттың коррозияға ұшырау ықтималдығын ескере отырып қолданылады.

Жерге беттестіргіштердің конфигурациялары мен минималды өлшемдері 15-кестеде берілген.

15-кесте – Жерге салынған жер тартқылар мен жер тартқы жетектердің минималды өлшемдері

Материал	Беттік	Пішін	Минималды өлшемдері				
			Диаметр, мм	Көлденең қима ауданы, мм ²	Қалыңдығы, мм	Жабын қалыңдығы	
Қара болат	жабынсыз	Тікбұрышты ¹⁾	-	100	4	-	-
		бұрышты	-	-	4	-	-
		Құбырлы	32	-	3,5	-	-
		5 м артық емес верикальды жерге беттестіру үшін дөңгелекті	12	-	-	-	-
		5 м артық емес верикальды жерге беттестіру үшін дөңгелекті	16	-	-	-	-
		Көлденең жерге беттестіру үшін дөңгелекті	10	-	-	-	-
Болат	Ыстық әдіспен қалайыланған ²⁾ немесе даттанбайтын ^{2),3)}	Тікбұрышты	-	90	3	63	70
		Бұрышты	-	90	3	63	70
		5 м артық емес тік жерге беттестіру үшін дөңгелекті	12	-	-	63	70
		Көлденең жерге беттестіру үшін дөңгелекті	10	-	-	-	50 ⁴⁾
		Құбырлы	25	-	2	47	55
	Мыс қабыршақта	Жерге беттестірудің терең электродтары үшін дөңгелек өзекшелер	15	-	-	2000	-

**15-кесте – Жерге салынған жер тартқылар мен жер тартқы жетектердің
минималды өлшемдері (жалғасы)**

Материал	Беттік	Пішін	Минималды өлшемдері				
			Диаметр, мм			Жабын қалыңдығы	
						Бірлік мәні, мкм	Орташа мәні, мкм
	Электр химиялық мыс жабынымен	Жерге беттестірудің терең электродтары үшін дөңгелек өзекшелер	14	-	-	240	250
Мыс	Жабынсыз ¹⁾	Тікбұрышты	-	50	2	-	-
		Көлденең жерге беттестіру үшін дөңгелек өзекшелер	-	25 ¹⁾	-	-	-
		Арқан	1,8 әр сым үшін	25	-	-	-
		Құбырлы	-	-	2	-	-
	Қалайылау	Арқан	1,8 әр сым үшін	25	-	-	-
	Қалайыланған	Тікбұрышты	-	50	2	20	40

¹⁾ Арқалық немесе дөңгелек шеттермен жолақтар кесу.

²⁾ Бетонға салынған электродтар үшін де пайдаланылуы мүмкін.

³⁾ Жабынсыз қолданылады.

⁴⁾ Қазіргі техникалық мүмкіндіктерге келетін сәйкес жабын қалыңдығы 50 мкм үздіксіз ыстық мырышпен қаптау жағдайында.

8.2 Найзағайдан қорғаудың ішкі жүйесі

Найзағайдан қорғаудың ішкі жүйесі (НҚЖ) ішінде немесе ғимараттардың өту бөліктерінде ағатын тоғынан қорғалатын ғимаратта қауіпті ұшқындаудың туындауын болдырмауы қажет.

Қауіпті ұшқындаулар сыртқы НҚЖ мен басқа компоненттер арасында туындауы мүмкін, мысалы, металл құрылғылар, ішкі жүйелермен, ғимаратқа жалғанған сыртқы тоқ жүргізетін бөліктер мен желілер арасында.

Жарылыс қауіпімен ғимаратта туындаған ұшқындар әрқашан қауіп төндіреді. Бұл жағдайларда қосымша найзағайдан қорғау шаралары талап етіледі.

Түрлі бөліктер арасындағы қауіпті ұшқындауларды найзағай потенциалдарын теңестіру, бөліктер арасында электрлік оқшаулама есебінен болдырмауға болады.

8.2.1 Потенциалдарды теңестіру жүйесі

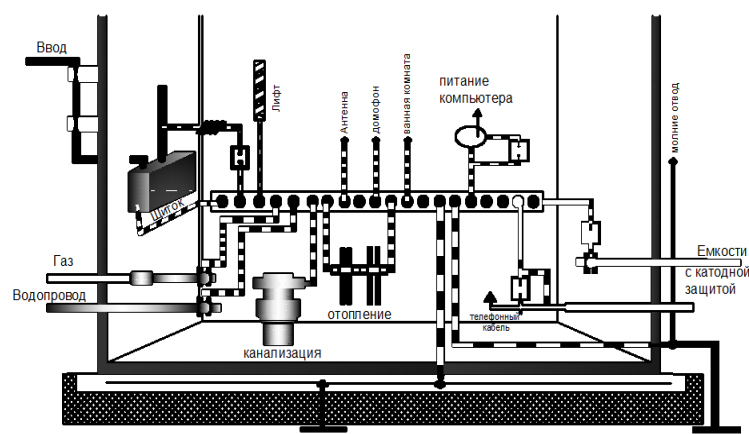
8.2.1.1 Потенциалдарды теңестіру жүйесін орындау ережесі ХЭК 364-4-41 және 7 – басылымдағы ЭОЕ 1.7.82, 1.7.83, 7.1.87, 7.1.88 тт анықталған. Бұл ережелер жерге беттестіруге жататын барлық өткізгіштерді ортақ шинаға біріктіруді қарастырады (10-сурет) 11-суретте тұрғын үйді электр орнатуда потенциалдарды теңестіру жүйесін орындау мысалы берілген.

8.2.1.2 Ғимаратқа кіре берісте келесі берілген бөліктерді біріктіру жолымен потенциалдарды теңестіру жүйесі орындалады

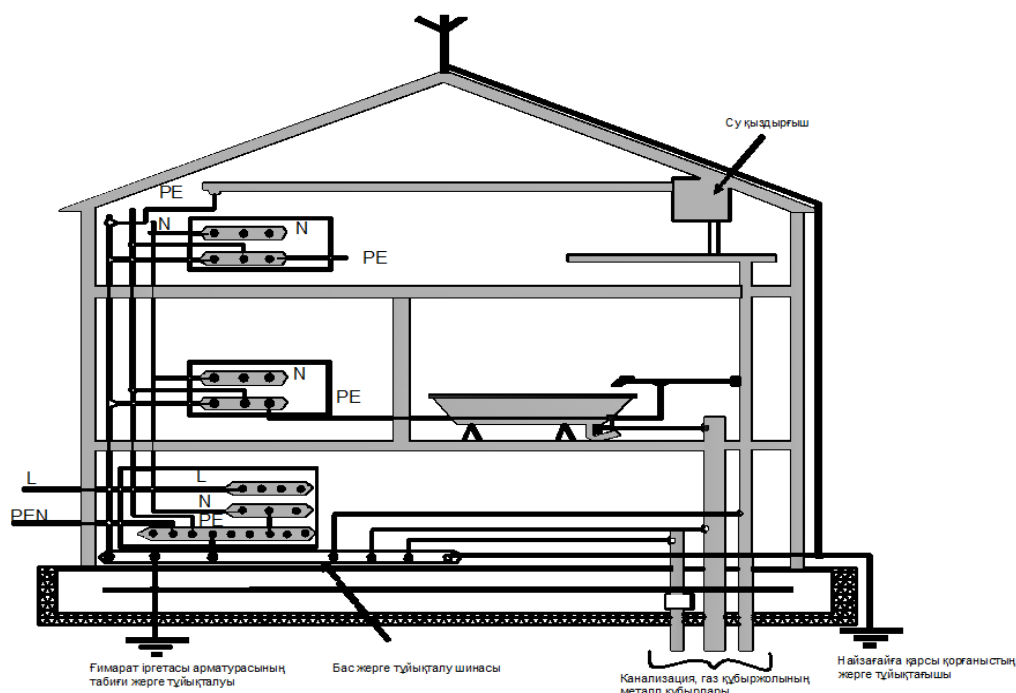
- негізгі (магистральді) қорғаныс өткізгіші;
- негізгі (магистральді) жерге беттестіру өткізгіші немесе негізгі жерге беттестіру қысқышы;

-ғимарат пен ғимараттар арасындағы болат коммуникациялық құбырлар, құрылыс құрылымдарының металл бөліктері, найзағай қорғаныштары, орталық жылу жүйесі, баға көрсеткішіне жеткізі мен желдату. Осындай бөліктер ғимаратқа кіре берісте өзара біріктірілуі қажет.

8.2.1.3 Ванна және душ бөлмелері үшін потенциалдарды қосымша теңестіру жүйесі міндетті болып табылады және бөлме сыртына шығатын жақтық өтпелі бөліктердің қосылуын қадағалауы қажет. Егер нөлдік қорғаныс өткізгіштерімен потенциалдарды теңестіру жүйесін қосумен электр құрылғысы болмаса, онда потенциалдарды теңестіру жүйесін кіреберістегі РЕ шинасына (қысқышына) қосу қажет. Еденге замонологияланған қызатын элементтер жерге беттестірілген металл тормен немесе жерге беттестірілген металл қабықшамен жабылған, потенциалдарды теңестіру жүйесіне қосылған болуы қажет. Сауналар, ванналар мен душ бөлмелері үшін жергілікті потенциалдарды теңестіру жүйесін қолдануға тиым салынады.



10-сурет - Потенциалдарды теңестіру жүйесін орындау мысалы



11-сурет - TN-C-S жүйесімен ғимараттарға электр орнатуда потенциалдарды теңестіруді орындау мысалы

8.2.2 Найзағайдан қорғаудың сыртқы жүйесін электр оқшаулау

Найзағай қабылдағыш немесе тоқ бұрғыш және ғимараттың (имараттың) металл бөліктерімен, металл қордырғылар мен ішкі жүйелер арасында электр оқшаулау қауіпсіз s қашықтығы өлшемі бойынша бөліктер арасында күшейтетін d саңлауларын қамтамасыз ету кеңістігімен жүргізіледі:

$$S = k_i \frac{k_c}{k_m} l, \quad (7)$$

мұнда k_i НКЖ таңдалған класына байланысты (16-кесте);

k_c тоқ бұрғышқа бағытталған найзағай тоғына байланысты (17-кесте);

k_m электрлік оқшаулама материалына байланысты (18-кесте);

l – қауіпсіз қашықтық қарастырылатын нүтеден потенциалдарды теңестірудің жақын нүктесіне дейін m тоқ бұрғыш немесе найзағай қабылдағыштың ұзындығы

16-кесте – Сыртқы найзағайдан қорғай жүйесін оқшаулау.
 k_i коэффициентінің мәні

Найзағайдан қорғау жүйесінің класы	k_i
I	0,08
II	0,06
III-IV	0,04

**17-кесте – Сыртқы найзағайдан қорғай жүйесін оқшаулау.
k_c коэффициентінің мәні**

Тоқты бұру саны, n	k _c
1	1
2	1...0,5
4 және артық	1...1/n

**18-кесте – Сыртқы найзағайдан қорғай жүйесін оқшаулау.
k_m коэффициентінің мәні**

Материал	k _m
Әуе	1
Бетон, кірпіш	0,5

8.3 Найзағайдан қорғау жүйесін техникалық қамтамасыз ету және тексеру

Найзағайдан қорғау жүйесін тексеру мақсаты келесілерді растау болып табылады:

- НҚЖ барлық талаптарған жауап беретін жобаға сәйкес келеді;
- оның барлық компоненттері жақсы жағдайда және өз қызметтерін орындайды, коррозия жоқ;

- жақында қосылған электр тасымалдаулар немесе конструкциялар НҚЖ қосылған.

Тексеру келесі үлгіде жүргізіледі:

- ғимаратты салу барысында қыстырылған электродтардың болуын бақылау үшін;
- НҚЖ орнатқанан кейін;
- қорғалатын ғимаратты есептеумен анықталған, яғни коррозиямен және НҚЖ кластарымен мәселелерге байланысты уақыт аралығында периодты;
- өзгеріс немесе жөндеуден кейін немесе ғимаратқа найзағай түскені анықталғанан кейін.

Үнемі зерттеу барысында келесілерді тексеру ерекше маңызды:

- жағдайының төмендеуі мен найзағай қабылдағыш, өткізгіш бен байланыс элементтерінде коррозияның болуы;
- жерге беттестірілетін электродтар коррозиясын;
- жерге беттестіру жүйесі үшін қарсыласу үлесінің мәні;
- байланыс, потенциалдарды теңестіру және нығайтқыш құралдардың жағдайын.

Үнемі тексерулер НҚЖ сенімді қамтамасыз етудің маңызды жағдайлары болып табылады. Ғимарат иесі анықталған көп ұзартпай жою қажет келеңсіздіктер туралы хабардар болуы қажет.

9 НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУДЫҢ АРНАЙЫ ШАРАЛАРЫ

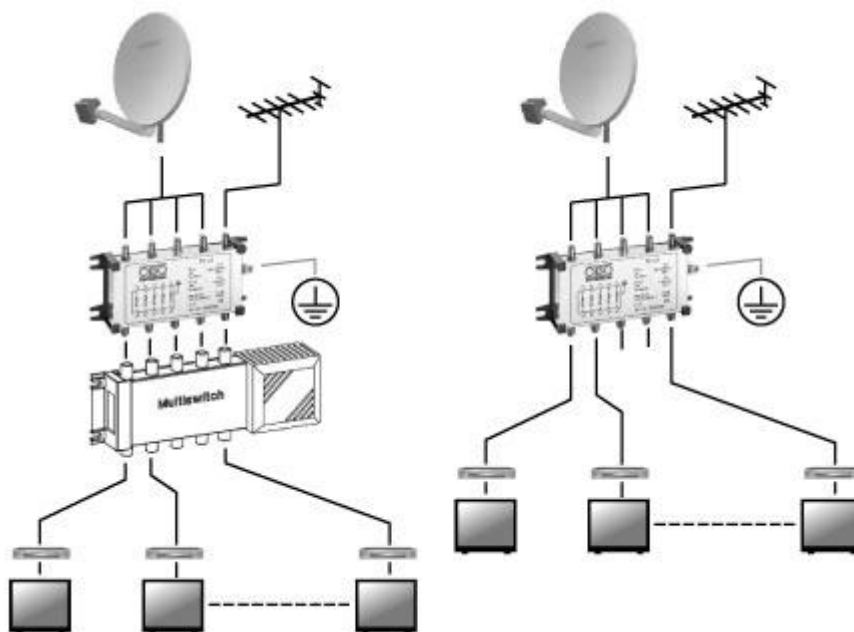
9.1 Антенналар

Антенналық кескін егер қорғалатын аймақтан тыс немесе басқа шатырда болмаса, онда толқындық қорғау құрылғысы немесе найзағай бұрғыш ұшқынды арақашықтық арқылы жалғанған.

Сүйемелдеу кескіні келесі жағдайларда қолданылуы мүмкін:

- тіректің жалпы кескіні тартуларға мұқтаж емес, адекватты орналасқан құбырлардан тұрады;
- ЕСЭ найзағай бұрғышы кескін шыңына жалғанған;
- ЕСЭ найзағай қабылдағыштық шыңы кемінде 2 м жақын антеннадар жоғары орналасқан;
- антеннаның коаксильді кабелі антенна кескінінің ішінде орналастырылған.

Соңғы аспап алдында күн күркіреу разряднигін орнату сенімді қорғаныс әдісі болып табылады (12-сурет). Астам тарту сәтінде қорғаныс құралы антеннаның қорек желісі мен электр желісінің арасында қысқа байланыс орнатады (L, N, PE сымдары). Бұл ретте астам тартудан арнайы элементтерді қорғау аспап алдында – қорғалатын нысанның жақындалуын жабу орнын құрайды.



12-сурет – Қорғаныс сызбасының блогы берілген антенна

9.2 Зауыт құбырлары

Қосымша ауаның ионизациялауын тудыратындықтан түтін мен ыстық газдар найзағай түсуді қоздырады.

Құбырдың жоғарғы бөлігінде коррозиялық атмосферамен жоғары температура үшін сәйкес келетін материалдардан ЕСЭ найзағай қабылдағышы орнатылады. Олар үрленетін жақтан орналасады.

Газдар, булар мен жарылыс қауіпі бар концентрациялар үшін тіке құбырлар бар ғимараттар мен имараттар болған кезде найзағай бұрғыштарды қорғау аймағына 5 м жарты шар радиусымен қоршалған құбыр кезегінде кеңістік болуы қажет.

Қалпақтармен немесе «гусактармен» жабдықталған газ бұрғыштар мен дем алатын құбырлар үшін найзағай бұрғыштарды қорғау аймағына Н цилиндрлік биіктікпен және R радиусымен шектелген құбыр кезегінде кеңістік болуы қажет:

-ауадар ауыр газдар үшін қондырғы ішіндегі артық қысым кезінде 5,05 кПа (0,05 ат) $H=1$ м, $R=2$ м; 5,05-25,25 кПа (0,05-0,25 ат) $H=2,5$ м, $R=5$ м кем;

- ауадар жеңіл газдар үшін қондырғы ішіндегі артық қысым кезінде 25,25 кПа $H=2,5$ м, $R=5$ м кем; артық 25,25 кПа $H=5$ м, $R=5$ м.

40 метр және артық дем алатын құбыртал үшін үрленетін және үрленбейтін жақтарында диаметрлі орналастырылған кемінде екі найзағай бұрғыш орнатылуы қажет. Бұл найзағай бұрғыштар жоғарғы ұшында және көлденең өткізгіштер көмегімен дем алатын құбырлар негізінде жалғанған. Әр найзағай бұрғыш жерге беттестірілген болуы шарт.

9.3Жанғыш және жарылғыш материалдар қоймасы

Ыстық сұйықтықтан тұратын сыйымдылықтар жерге беттестірілген болу қажет. ЕСЭ найзағай қабылдағыштары сыйымдылықтан көлденең және тік сыйымдылықтан 8 м кем емес және ашық құю мен су толтыру үшін сәйкесінше ашық құю және су толтыру орнынан 20 м қашықтықта болатын кескін, бақан, пилондар және басқа да құрылымдар кескінге көтерілген болуы қажет. Найзағай бұрғыш және жерге беттестіру жүйесі эквипотенциалды болуы қажет.

Найзағай бұрғыштан жарылыс қауіпі бар ғимараттар мен құрылыстарға дейін минимальды қолжетімді қашықтық ЭОЕ 15-кестесіне сәйкес анықталады. НҚЖ өрт қауіпі бар аймақтарына жақын жерлерде аймақ кластарына сәйкес, бірақ ЭОЕ сәйкес осы зоналардан 5 м кем орнатылады.

9.4 Діни құрылыстар

Сүмбілер, мұнаралар, минареттер мен дабыл қаққыштар найзағай түсу қауіпімен зақымдалған. Биік шығыңқы бөліктер ЕСЭ қабылдағыштармен, бас мұнараға бойынша орнатылған найзағай бұрғыштармен қорғалған болуы тиіс.

Екінші найзағай бұрғыш егер бір немесе одан көп төмендегі келесі жағдайлар болса неф (биіктегі бөлікке жапсарламстыра салу) жоталары бойынша салынған болуы мүмкін:

- жалпы биіктігі 40 метрден асады;
- ұзындығына байланысты неф биік бөлігін қорғау аймағынан тысқары созылады.

Екінші найзағай бұрғыш бірінші найзағай бұрғышқа және биіктік бөлік шыңындағы найзағай қабылдағышқа жалғанған болуы қажет.

Ғимараттың сыртындағы және ішіндегі барлық металл заттар, ЕСЭ жүйесі және ғимараттың жерге беттестірілуінің жалпы контуры эквипотенциалды болуы қажет.

9.5 Ашық алаңқайлар, демалыс орындары, ағаштар

Ойын алаңдары, лагерьлер, автотұрақтар, жүзу бассейндері, тректер, автодромдар, демалыс саябақтары ж.т.б. ЕСЭ жүйесімен жабдықталады.

ЕСЭ найзағай қабылдағыштары флагштоқтарға, жарықтандыру кескіндеріне, пилондар немесе басқа биіктік құрылымдарға орнатылады. ЕСЭ жүйелерінің саны мен орналасуы осы нұсқаулық ережесіне сәйкес қорғалған болуы қажет беттік алаңқайлар мен типке байланысты.

Найзағай түсу қауіпі жақын құрылымдар үшін қауіп төндіретін орындарда, сондай – ақ тарихи және эстетикалық ескерткіштер, ағаш үшін оның шыңына ЕСЭ найзағай қабылдағышын орнату көмегімен қорғалған болуы мүмкін.

Бөлшектеу кезінде ағаштың бас бағанына қамыттың көмегімен бекітілген иілгіш кабель түріндегі найзағай бұрғыш пайдаланылуы мүмкін.

9.6 Қосымша қорғаныс шаралары

Металл емес қабықшалы кабельді пайдалану кезінде жерге беттестірілген металл құбырларға орнатылулары қажет.

Жердегі оржолдарда салынған немесе 20 м артық ұзындықта ашық әдіспен салынған металл қалқанды кабельдерді немесе құбырды пайдалану кезінде борня мен кабельдің немесе құбырдың металл қабықшасы (бар болған жағдайда) тіректің немесе ғимараттың металл конструкциясымен және басқадан – құрылысты жерге беттестіргішпен электр байланысы болуы қажет[3].

Қорғалатын аймақта орналасқан металл конструкциялар мен жабдықтардың корпустары, құрылғылар мен құралдар дара жерге беттестіргішке немесе ғимараттың темір бетонды фундаментиіне жалғанған болуы қажет.

Ғимараттар мен имараттардың ішінде құбыр өткізгіштер мен басқа созылған металл конструкциялары арасында олардың өзара жақындасу орындарында әр 20 м сайын кемінде 10 см қашықтықта 5 мм кем емес диаметрмен болат сымынан немесе 24 мм кем емес болат кесту жолағымен маңдайшаларды қосу немесе балқытып біріктіру қажет.

Ғимараттар мен имараттардың ішінде құбыр өткізгіштер мен басқа созылған металл конструкциялары біріктіруде әр байланысқа 0,03 Ом-нан артық емес ағымдық қарсыласумен қамтамасыз етілуі қажет.

Кабельдер мен құрылғылар экрандау немесе жерге тоқты бұру үшін разрядниктерді қолдану көмегімен найзағай әсері нәтижесінде астам таратудан қорғалған болуы қажет. Әдеттегі найзағай түсілер $1,25 \cdot 10^8$ В кернеу және 20 кА жоғары тоқ кезінде шамамен $3 \cdot 10^{12}$ Вт қуатқа ие болады. Тестілеу мен найзағайдан қорғау құрылғыларымен окшауламалық өзара байланысын жүзеге асыру астам таратуы импульсі ретінде 1,2 х 50 стандартты толқынның найзағай кернеу қолдану жолымен, яғни 1,2 х 50 микросасудты толқында максимум 1,2 мкс жетеді, ал төмендеу максималды кернеу мәнінің 50 мкс-тен артуымен жеңілдетілген болуы мүмкін.

10 ӨРТКЕ ҚАРСЫ ЖӘНЕ ЖАРЫЛЫСҚА ҚАРСЫ ТАЛАПТАР

10.1.1 Кәсіпорныдардың электр желілері мен электр құрылғылары қолданыстағы нормативтік құжаттардың өртке қарсы талаптарына жауап берулері қажет.

10.1.2 Кәсіпорындарда электр құрылғыларын пайдалану кезінде өрт қауіпсіздігі келесілерді қамтамасыз етуі қажет:

Электр құрылғысын қорғаудың дұрыс деңгейін таңдау.

Қысқа тұйықталу мен артық жүктелуден электр аппараттары мен өткізгіштерін қорғау.

Электр қабылдағыштарын жерге беттестіру.

Қауіпсіз қызу бойынша өткізгіштерді кесуді таңдау, сондай-ақ электр энергия канализациялары кезінде өртке қарсы талаптарды сақтау.

Өртке қарсы құрылғыларды сенімді электр қамтамасыз ету.

Электр құрылғыларды пайдалану кезіндегі ұйымдастырушы – техникалық іс-шаралар (профилактикалық жөндеу, сынау, қамтамасыз ету және т.с.с.).

10.1.3 Жарылыс қауіпі бар аймақтардағы ауыспалы және тұрақты тоқтың барлық кернеулер кез келген электр құрылғы класы жерге беттестірілген (нөлденген) болуы қажет. Металл конструкцияларға электр құрылғыларын орнату кезінде жерге беттестірілетін және қорғаныс өткізгіштері электр құрылғысы корпусына – корпустағы жерге беттестіргіш қысқыштарға немесе енгізу құрылғысының жерге беттестіру (нөлдік) қысқышына тікелей жалғанған болуы қажет.

Нөлдік қорғаныс «жерге беттестіру» өткізгіштері ретінде сол үшін арнайы тағайындалған өткізгіштер қолданылуы қажет. Осы мақсаттарға ғимараттар конструкциясын электр өткізгіш болат құбырлар, металл қабықшалар мен кабель бронялары және т.с.с. қосымша іс-шара ретінде ғана жіберіледі. Жерге беттестіру магистральдары жерге беттестіруге екі жақ орындардан кем емес және жарылыс қауіпі бар қарама – қарсы ұштарынан мүмкіндігінше бекітілген болуы қажет.

10.1.4 Жыл сайын күн күркіреу маусымының алдында ғимараттар мен имараттарды найзағайдан қорғау жерге беттестірулердің қарсыласуын өлшеу жүргізілуі қажет.

11 ЖЕРГЕ ТҰЙЫҚТАЛУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫН ТЕКСЕРУ, СЫНАУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУҒА БЕРУ БОЙЫНША ҚҰЖАТТАМАЛАР

Жерге тұйықталу құрылғылары электр тогымен зақымдалудан адамдарды қорғауды қамтамасыз ету, электр құрылғыларын қорғау, сонымен қатар жұмысты пайдалану режимі талаптарына сәйкес келуі қажет.

Оқшауламаның бұзылуы салдарынан кернеу туындауы мүмкін электр құрылғылары мен электр жабдықтарының барлық металл бөліктері ЭОЕ талаптарына сәйкес жерге беттестірілген немесе нөл сымына қосылуы қажет.

11.1 Бөлшектеу ұйымының электр құрылғыларын жерге беттестіру құрылғыларында пайдалануға тапсыру кезінде келесілер ұсынылуы қажет:

- жерге беттестіру құрылғысына бекітілген жобалық-техникалық құжаттама;
- жерге беттестіру құрылғысын пайдалану сызбасы;

ҚР ЕЖ 2.04-103-2013*

- жерге беттестіру құрылғы элементтерінің негізгі параметрлері (материал, профиль, сызықтық өлшемдер);

- жасырын жұмыстарды орындау актілері;
- қабылдау тапсыру сынақтарының хаттамалары.

11.2 Жерге беттестіру құрылғысының техникалық жағдайын анықтау үшін жиі жүргізіледі:

- жерге беттестіру құрылғысының көрнекі бөлігін сыртқы бақылау;

- жерге беттестіру мен жерге беттестіру элементтері арасында тізбекті тексерумен бақылау (жерге беттестіру өткізгіштерінде қанағаттандырмайтын байланыстар мен ойыстардың болмауы);

- жерге беттестіру құрылғыларының қарсылық өлшемдері;

- жерде орналасқан жерге беттестіргіш элементтерді бақылау үшін топырақты таңдамалы қазу;

- 1000 В жоғары электр тасмалдау кернеуі желілерін тіреу үшін топырақтың қарсыласуы;

- жанасу кернеуі нормаларына сәйкес орындалған жерге беттестіру құрылғыларының электр құрылғыларда жанасу кенеуін өлшеу;

- оқшауламалық нейтратпен 1000 В дейін электр құрылғылардағы сақтандырғыштарды тексеру;

- «фаза-нөл» ілмектерінің толық қарсыласуын немесе корпусқа тоқты бір фазалы тұйықталуын немесе санырау жерге беттестірілген 1000 В дейінгі электр құрылғыларда өлшеу.

11.3 Пайдаланудағы әр бір жерге беттестіргіште өзіне келесілерді қосатын куәлігі болуы қажет:

- пайдалануға берілген жылы;
- жерге беттестіргішті қолдану сызбасы;
- негізгі техникалық сипаттамалар;
- құрылғы жағдайын тексеру нәтижесі туралы;
- бақылау және ақаулар анықтау тізімдемесі
- осы құрылғыға енгізілген өзгертулер мен жөндеулер.

11.4 Топырақты қазумен таңдамалы тексерулер жүргізілуі қажет:

-күш трансформаторларына нейтралдарға және автотрансформаторларға, қысқа тұйықталуларға, шунтирлейтін реакторларға, дөңес сөндіруші жерге беттестіргіштерді енгізуге, разрядниктерге, астам тартылуды тежегіштерге жақын – қосалқы станцияларға;

- жерге беттестіргішпен 2 % тіректе – ПЛ- ге.

11.5 Жанасу кернеуін өлшеу бөлшектеу, қайта жабдықтау және жерге беттестіргіш құрылғыны күрделі жөндеуден кейін жасалу қажет, бірақ кемінде 6 жылда бір рет. Сонымен қатар, кәсіпорындарда жыл сайын өткізу қажет: электр құрылғыларын жерге беттестірумен жерге ағатын бір фазалы КЗ тоғын нақтылау, оларды ЭОЕ талаптарымен салыстыру.

11.6 Жерге беттестірілетін қарсыласудың көлемі ЭОЕ талаптарымен анықталған деңгейде сақталуы тиіс.

12 БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Диагностикалық бақылаудың қазіргі заманғы әдістері қорғау жүесіндегі жеке құрылғылардың жұмыс қабілетін және зақымдалған нысан бойынша найзағай түсу жолын анықтауын дәлелдей алады. Найзағай тоғының өтуін тіркеу қадағалары найзағай бұрғыштарында орнатылуы мүмкін. Үнемі инспекциялау мен сынау НҚЖ жұмыс жағдайында сақтау бойынша белгіленген бағдарламаның бөлігі болуы қажет. Бұл бағдарламасыз НҚЖ тиімсіз болып қалуы мүмкін.

НҚЖ компонентері уақыт өте коррозия, метео жағдайлар, механикалық зақымдалу мен найзағай әсерінен тиімділігін жоғалтады.

12.1 Көзбен шолу арқылы бақылау

Бұл тексерудің мақсаты НҚЖ жағдайының осы нұсқаулық ережелеріне сәйкес келуі:

- ЕСЭ найзағай қабылдағышы қорғалатын алаңқайдан 2 м биіктікте орналастырылады және оны қамтиды;
- материалдар, құралдар мен бақылау тәсілдері осы нұсқаулық ережесіне және басқа стандарттарға сәйкес келеді;
- өткізгіштер тиісті үлгіде салынған, орналастырылған және таратылған;
- барлық қауіпсіз арақашықтықтар сақталған және эквипотенциалдық біріктірулер қамтамасыз етілген;
- жерге беттестіру жүйелерінің қарсыласу мәндері нормаға сәйкес келеді;
- жерге беттестіргіштің барлық жүйелері өзара байланыстырылған.

12.2 Инспекция графигі

Инспекция жиілігі қорғау деңгейімен анықталады (I – ең жоғары, II – жоғары, III - стандартты) (19-кесте).

19-кесте – Жылына инспекция жиілігі

	Қалыпты жағдай	Коррозиялық орта
I деңгей	1/2	1
II деңгей	1/3	1/2
III деңгей	1/3	1/2

НҚЖ құрылым, жөндеу және найзағай түсуден кейінгі ұсыныстарда инспекциялануы қажет.

Көзбен шолу бақылауы келесі парметрлерді қамтамасыз ету үшін орындалуы қажет:

- төмен кеңейту немесе қорғалатын құрылымның модификациясы найзағай түсуден қорғау бойынша қосымша шараларды талап етпейді;
- өткізгіштердің электр құндылығы сақталған;
- барлық бекіту элементтері түзелген жағдайда;
- еш бір бөлігі коррозиямен бұзылмаған;

ҚР ЕЖ 2.04-103-2013*

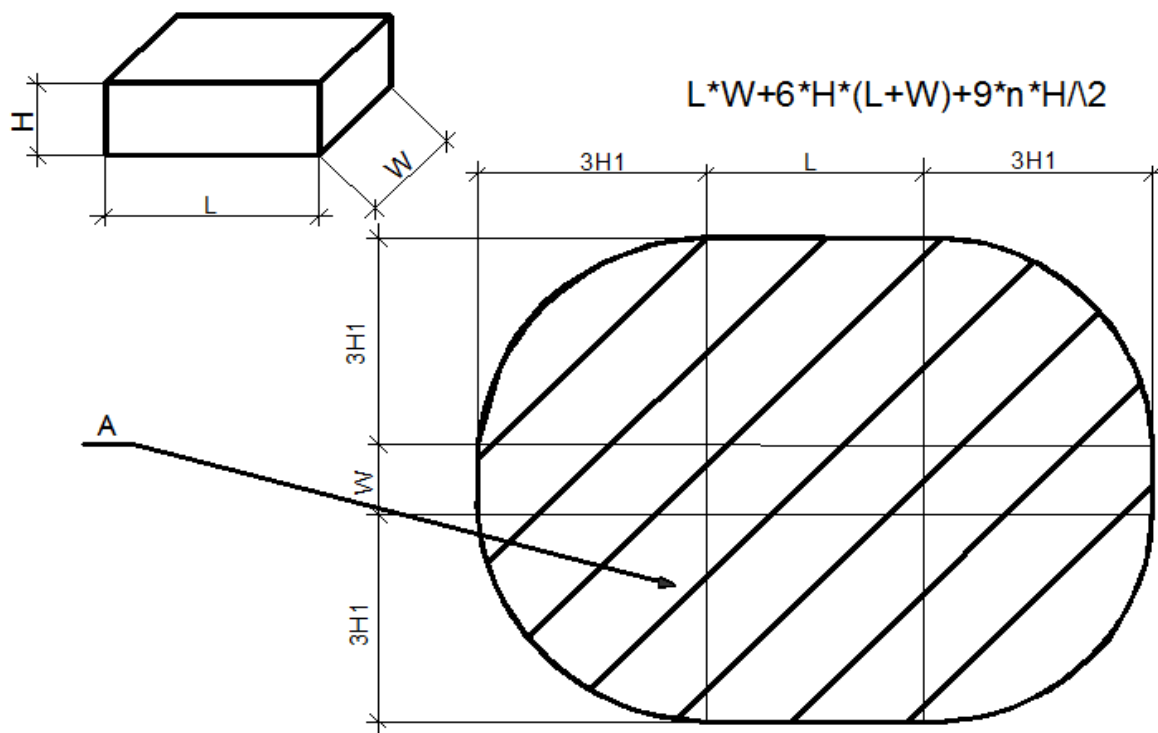
- қауіпсіз қашықтықтар сақталған және эквипотенциалды біріктіру жеткілікті және жақсы жағдайда.

График бойынша өткізілген әрбір инспекция жүзеге асырылуы қажет анықталған ақаулар мен шаралар жөнінде барлық мәліметтен тұратын мәліметтер егжей-тегжейлі есеп болып саналады.

Жоспарлы инспекция кезінде анықталған барлық ақаулар НҚЖ жұмыс істеу қабілетін сақтап тұру үшін мүмкіндігінше тез жойылуы қажет.

А қосымшасы
(ақпараттық)

Сырғанайтын сфера әдісі



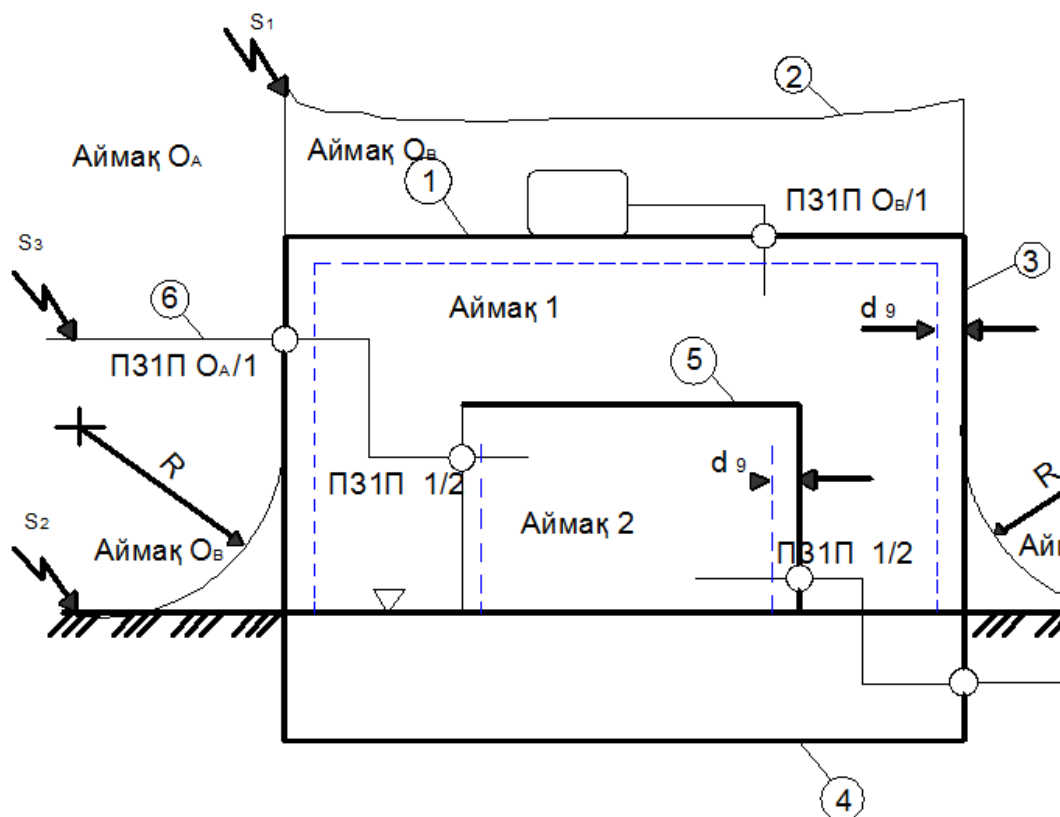
А.1-суреті – Тікбұрышты ғимарат

Нысандар үшін найзағайларды іріктеудің эквивалентті ауданы нысан тәрізді найзағайдың түзу разрядтарының жылдық жиілігіне ие.

Б қосышасы
(ақпараттық)

Найзағай әсерінен қорғау аймағы

- 1 - ғимарат (1 аймақ экраны)
- 2 – найзағай қабылдағыш (жүйенің әуедегі жалғасы)
- 3 – тік жүйе өткізгіші
- 4 – жергеді жүйе жалғасы
- 5 - кеңістік (2 аймақ экраны)
- 6 – ғимаратқа байланыс немесе электр тасмалдау желілерін енгізу



- S_1 – найзағай қабылдағышқа найзағай разряды
- S_2 – ғимараттағы разряд
- S_3 – ғимаратқа ауа енгізу разряды
- S_4 – ғимаратқа кабельдік енгізу разряды
- R – жасанды сфера радиусы
- D_s – өте биік магнит белдеуіне қарсы қауіпсіз қашықтық

Жер деңгейі

- НҚЖ бірлесе орнатумен эквипотенциалды біріктіру

0_A аймағы – тура түсу, толық найзағай тоғы, толық магниттік белдеу

0_B аймағы – тура түсуден зақымдалмаған найзағайдың бөліктік тоғы немесе индукцияланған толық магниттік белдеу

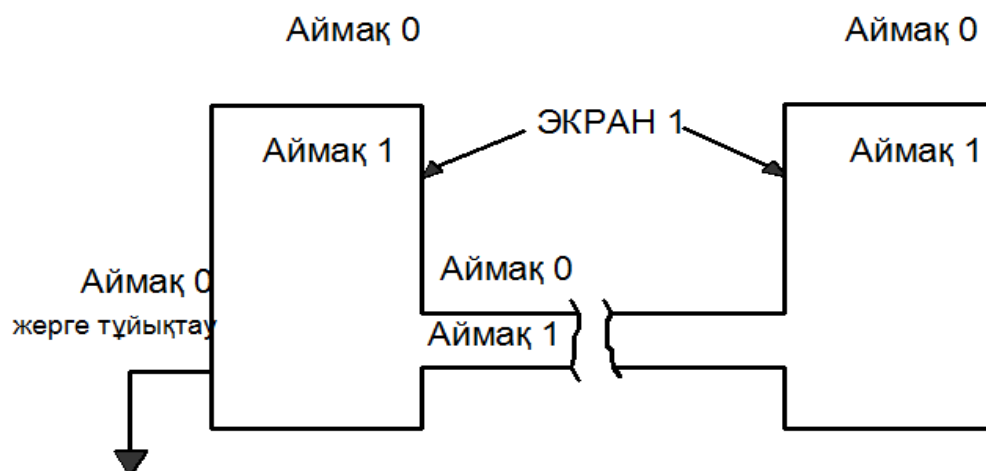
1 аймағы – тура түсуден зақымдалмаған шектелген найзағай тоғы немесе немесе индукцияланған әлсіз магниттік

2 аймағы – тура түсуден зақымдалмаған индукцияланған токар, кейін әлсіреген магниттік белдеулер

1 және 2 аймақтар ішіндегі қорғаныс клемі D_S арақашықтығын ескерулері қажет.

В қосымшасы
(ақпараттық)

Найзағай әсерінен екі қорғау аймағын біріктіру

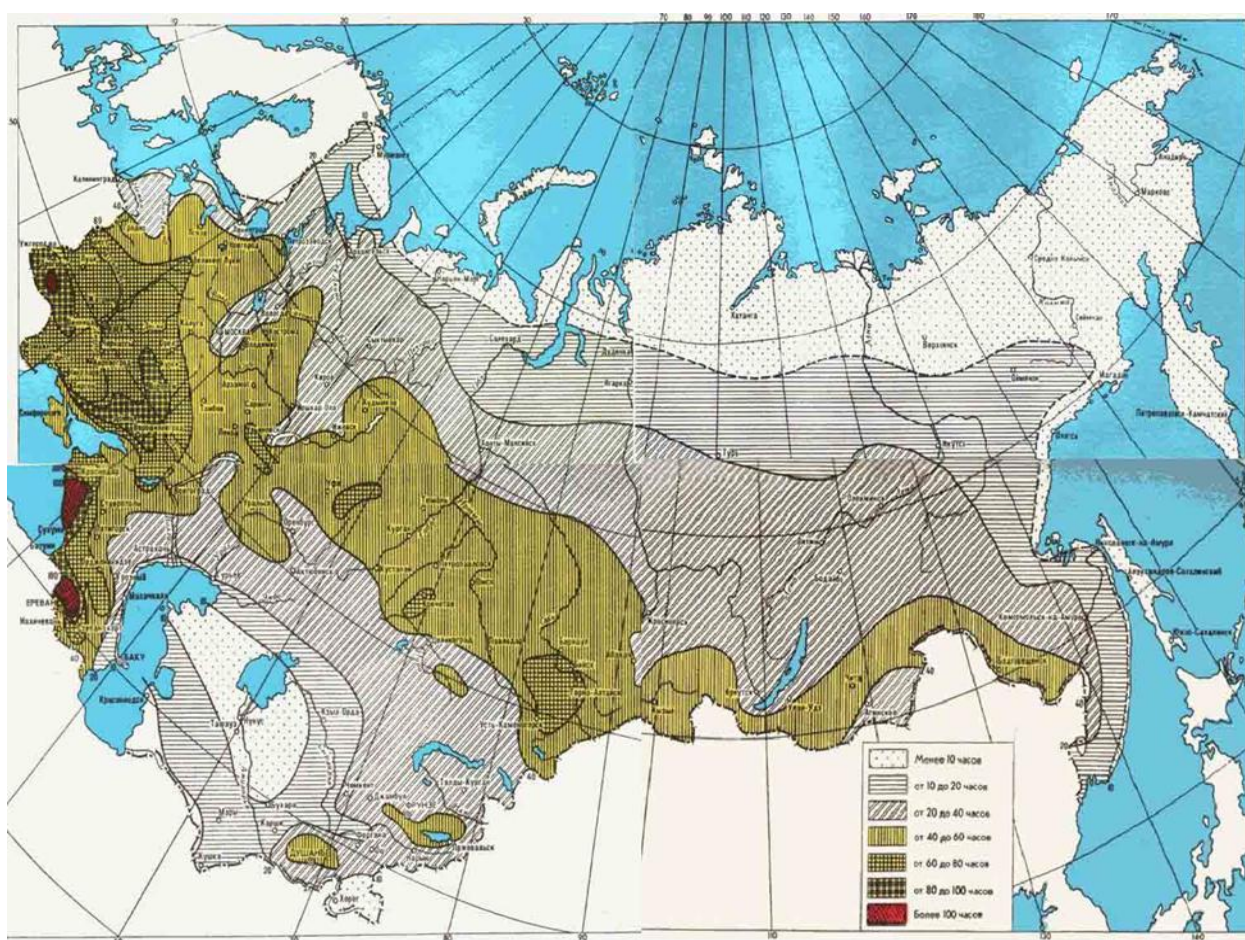


Аймақ 0 – тікелей соққы, толық найзағай тоғы.

Аймақ 1 - тікелей соққыға бейімделмеген.

Г қосымшасы*(ақпараттық)***Ғимараттар мен құрылыстардың найзағаймен зақымдалуы
және найзағай әрекетінің қарқындылығын сипаттау**

Қазақстан Республикасы территориясында өндірістік пункттерде орташа жылдық найзағай ұзақтығы карта бойынша (суретті қараңыз) немесе найзағай ұзақтығының ҚР облыстарының аудандық карталарында немесе ғимараттар мен құрылыстардың жақын орналасқан жерінен орташа көп жылдық метеостанция деректері бойынша (шамамен 10 жыл) анықталады.

**Қазақстан Республикасы территориясы үшін сағатпен
найзағайдың орташа жылдық ұзақтығы картасы**

ҚР ЕЖ 2.04-103-2013*

Жылына найзағаймен зақымдалған күтілетін N санын есептеу формула бойынша жүргізіледі:

- шоғырланған ғимараттар мен имараттар үшін (түтін құбырлары, мұнаралар, мінбелер)

$$N = 9\pi h^2 n \cdot 10^{-6}, \quad (\Gamma.1)$$

- тікбұрыш формадағы ғимараттар мен имараттар үшін

$$N = [(S + 6h)(L + 6h) - 7.7h^2]n \cdot 10^{-6}, \quad (\Gamma.2)$$

мұнда h – ғимараттардың және имараттардың ең үлкен биіктігі, м;

S, L. – ғимараттар мен құрылыстардың сәйкесті ұзіндігі мен ені, м;

n – ғимараттар мен құрылыстар орналасқан жерде жер бетінің (жердегі найзағай түсу тығыздығының үлесі) 1 км² жылдық орташа найзағай түсу саны.

S және L ретіндегі күрделі конфигурациялы ғимараттар мен имараттар үшін жоспарда ғимараттар мен имараттар түсірілген ең үлкен тікбұрыштың ұзындығы мен ені қарастырылады.

ҚР территориясындағы өндірістік пункт үшін n жерге найзағай түсі тығыздығының үлесі келесі тәсілмен орташа жылдық сағатына найзағай түсу ұзақтығынан анықталады:

Найзағайдың орташа жылдық ұзақтығы сағ.	n жерге найзағай түсу тығыздығының үлесі, I/км ²
10 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	4
60 - 80	5,5
80 - 100	7
100 және артық	8,5

КІТАПНАМА

- [1] IEC 62305-1:2006 Protection against lightning – Part 1: General principles (Атмосфералық электр қуатынан қорғау. 1-бөлім. Жалпы қағидаттар);
- [2] IEC 62305-2:2006 Protection against lightning – Part 2: Risk management (Атмосфералық электр қуатынан қорғау. 2-бөлім. Тәуекелдерді басқару);
- [3] IEC 62305-3:2006 Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Атмосфералық электр қуатынан қорғау. 3-бөлім. Құрылымның физикалық зақымдануы және қауіп);
- [4] IEC 62305-4:2006 Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures (Атмосфералық электр қуатынан қорғау. 4-бөлім. Құрылым ішіндегі электрлік және электронды жүйелер);
- [5] IEC 62305-5:2006 Protection against lightning – Part 5: Services (Атмосфералық электр қуатынан қорғау. 5-бөлім. Қуатпен жабдықтау жүйелері);
- [6] IEC 60079-10-1:2008 Жарылыс қауіпті орталар. 10-1-бөлім. Аймақтар жіктелімі. Жарылыс қауіпті газды орталар;
- [7] IEC 61643-1:2005 Төмен вольтті асқын кернеуге қарсы қорғаныс құралдары. 1-бөлім. Төмен вольтті қуат үйлестіруші жүйелерге қосылған, асқы кернеуге қарсы қорғаныс құралдары. Талаптар мен сынақтар;
- [8] NFC 17-100 Франция ұлттық стандарты «Найзағайдан қорғау жүйесі. Нысандарды/құрылымдарды жай разрядынан қорғау»;
- [9] NFC 17-102 Франция ұлттық стандарты «Найзағайдан қорғау жүйесі. Найағай қабылдағыштардың ерте стримерлік эмиссиясын (ЕСЭ) қолданумен құрылымдар мен ашық алаңдарды найзағайдан қорғау». NFC;
- [10] IEC-61024-1 (1990-04) «Құрылыстық конструкциялардың найзағайға қарсы қорғанысы. 1-бөлім. Негізгі қағидаттар»;
- [11] IEC-61312-1 (1995-05) «Электрлік-магнитті найзағай импульсіне қарсы қорғаныс. 1-бөлім. Негізгі қағидаттар»;
- [12] ТКП 336-2011 (02230) «Ғимараттардың, құрылыстардың және инженерлік коммуникациялардың найзағайдан қорғанысы» Беларусь Республикасының Энергетика министрлігі.

ӘОЖ 699.83

МСЖ 91.120.40

Негізгі сөздер: найзағай, найзағай түрлері, найзағай соққысы, найзағай әсері, найзағайдан қорғау шаралары, қорғаныс деңгейлері, жерге тұйықтағыштар, найзағай қабылдағыш, жайтартқыш, тоқбұрғыш, жалғастырғыш, найзағай қабылдау торы, электрлік-геометриялық әдіс, найзағайдан қорғайтын ішкі және сыртқы жүйе, потенциалдарды теңдестіру жүйесі, жерге тұйықтау құрылғылары

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	V
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	2
4 МОЛНИЯ И ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	3
4.1 Общие положения	3
4.2 Виды молнии	4
4.3 Эффекты молниевых разрядов.....	4
4.4 Параметры токов молнии	4
4.5 Повреждение в результате воздействия молнии.....	8
4.5.1 Повреждение зданий и сооружений	8
4.5.2 Типы ущерба.....	10
5 МЕРЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.....	11
5.1 Критерии молниезащиты зданий, сооружений	11
5.1.1 Уровни молниезащиты	11
5.1.2 Зоны молниезащиты	13
5.1.3 Защита зданий и сооружений.....	13
6 ВИДЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.....	14
6.1 Радиоактивная система РСЭ	16
6.2 Нерадиоактивные терминалы	17
7 МЕТОДЫ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.....	17
7.1 Метод катящейся сферы	20
7.2 Электрогеометрический метод расчета молниезащиты.....	21
8 СИСТЕМЫ РАННЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИИ (РСЭ).....	23
8.1 Внешние системы молниезащиты	23
8.1.1 Молниеприемники	25
8.1.2 Молниеотводы.....	27
8.1.3 Переключатели	28
8.1.4 Система заземления	29
8.1.5 Компоненты системы молниезащиты	30
8.1.6 Материалы системы молниезащиты и их размеры.....	31
8.2 Внутренняя система молниезащиты	34
8.2.1 Система уравнивания потенциалов	34
8.2.2 Электроизоляция внешней системы молниезащиты	35
8.3 Техническое обслуживание и проверка системы молниезащиты	36
9 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ.....	37
9.1 Антенны	37
9.2 Заводские трубы	37
9.3 Хранилища воспламеняемых и взрывчатых материалов	38
9.4 Религиозные постройки.....	39
9.5 Открытые площадки, зона отдыха, деревья	39
9.6 Дополнительные меры защиты.....	39

СП РК 2.04-103-2013*

10 ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ И ПРОТИВОВЗРЫВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	40
11 ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ПРОВЕРКЕ, ИСПЫТАНИЮ И СДАЧЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ.....	41
12 КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	42
Приложение А (информационное) Метод катящейся сферы	44
Приложение Б (информационное) Зоны защиты от действия молнии.....	45
Приложение В (информационное) Объединение двух зон защиты от действия молнии....	47
Приложение Г (информационное) Характеристики интенсивности грозовой деятельности и грозопоражаемости зданий и сооружений	48
БИБЛИОГРАФИЯ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий свод правил разработан в рамках реформирования нормативной базы строительной сферы и устанавливает требования к проектированию молниезащиты зданий и сооружений, в соответствии с техническим регламентом Республики Казахстан «Требования безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий».

Настоящий свод правил регламентирует требования к устройствам молниезащиты при проектировании, реконструкции, ремонте зданий и сооружений различного назначения и подводимых к ним инженерных коммуникаций.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

УСТРОЙСТВО МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
LIGHTNING PROTECTION APPLIANCES OF BUILDINGS AND
STRUCTURES

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий Свод правил устанавливает необходимый комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения внешней и внутренней молниезащиты и предохранения от взрывов, пожаров и разрушений строений (зданий, сооружений, оборудования и материалов) и открытых мест (спортивных и туристических площадок, открытых складов) и обеспечения безопасности людей и животных при воздействиях молнии.

1.2 Настоящий Свод правил не распространяется на проектирование и установку молниезащиты линий электропередач, электрической части электростанций и подстанций, контактных сетей, радио- и телевизионных антенн, телеграфных, телефонных, и радиотрансляционных линий. Настоящий Свод правил не исключает использование дополнительных средств молниезащиты внутри зданий и сооружений в соответствии со спецификой применяемого оборудования, устройств и приборов.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

Технический регламент РК «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» от 17 ноября 2010г. №1202.

СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия.

СНиП РК 2.02-05-2009 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

СН РК 4.04-23-2004* Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования.

ПУЭ «Правила устройства электроустановок»

Примечание - При пользовании настоящим государственным нормативом целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным «Перечню нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указателю нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан и «Указателю межгосударственных нормативных документов», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год.

Издание официальное

Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем Своде правил применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Прямой удар молнии (поражение молнией): Непосредственный контакт канала молнии со зданием или сооружением, сопровождающийся протеканием через него тока молнии (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

3.2 Вторичное проявление молнии: Наведение потенциалов на металлических элементах конструкции, оборудования, в незамкнутых металлических контурах, вызванное близкими разрядами молнии и создающее опасность искрения внутри защищаемого объекта (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

3.3 Занос высокого потенциала: Перенесение в защищаемое здание или сооружение по протяженным металлическим коммуникациям (подземным, наземным и надземным трубопроводам, кабелям и т.п.) электрических потенциалов, возникающих при прямых и близких ударах молнии и создающих опасность искрения внутри защищаемого объекта (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

3.4 Активные системы молниезащиты: Системы, использующие ранний примерный эмиттер (IEC 61024-1-1. Международный стандарт. «Защита конструкций от молний. Часть 1: Общие принципы. Раздел 1: Руководство А - Выбор уровней защиты для систем защиты от молний (СЗМ)»)

3.5 Ранний стримерный эмиттер: Является молниеприёмником (молниевым стержнем), который оснащён устройством или сформирован таким образом, что предположительно создаёт верхний размножающийся стример быстрее, чем стандартный (пассивный) молниеприёмник. (NFC 17-102). Национальный стандарт Франции. «Система молниезащиты. Защита структур и открытых площадей от молнии с использованием ранней стримерной эмиссии (РСЭ) молниеприёмников»

3.6 Стример и лидер: Стример находится на кончике лидера и является холодным разрядом, который образует основу для последующего горячего (лидерного) разряда. (NFC 17-102. Национальный стандарт Франции. «Система молниезащиты. Защита структур и открытых площадей от молнии с использованием ранней стримерной эмиссии (РСЭ) молниеприёмников»)

3.7 Молниеприёмник: Устройство, воспринимающее удар молнии (IEC 61024-1-1). Международный стандарт. «Защита конструкций от молний. Часть 1: Общие принципы. Раздел 1: Руководство А - Выбор уровней защиты для систем защиты от молний (СЗМ)».

3.8 Молниеотвод: Устройство, отводящее ток молнии в землю (IEC 61024-1-1). Международный стандарт. «Защита конструкций от молний. Часть 1: Общие принципы. Раздел 1: Руководство А - Выбор уровней защиты для систем защиты от молний (СЗМ)»

3.9 Уровень защиты: Классификация системы молниевой защиты, которая выражает её эффективность. (IEC 61024-1-1. Международный стандарт. «Защита конструкций от молний. Часть 1: Общие принципы. Раздел 1: Руководство А - Выбор уровня защиты для систем защиты от молний (СЭМ)»)

3.10 Зона защиты молниеотвода: Пространство, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

3.11 Отдельно стоящие молниеотводы: Это те, опоры которых установлены на земле на некотором удалении от защищаемого объекта (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

3.12 Заземлитель молниезащиты: Один или несколько заглубленных в землю проводников, предназначенных для отвода в землю токов молнии или ограничения перенапряжений, возникающих на металлических корпусах, оборудовании, коммуникациях при близких разрядах молнии. Заземлители делятся на естественные и искусственные (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

3.13 Естественные заземлители: Заглубленные в землю металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений.

3.14 Искусственные заземлители: Специально проложенные в земле контуры из полосовой или круглой стали; сосредоточенные конструкции, состоящие из вертикальных и горизонтальных проводников (РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»).

4 МОЛНИЯ И ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

4.1 Общие положения

4.1.1 Молния – вид электрического разряда, происходящего обычно при грозовых бурях. Разряды происходят между грозовым облаком и землей, между двумя облаками, внутри облака, уходить из облака в чистое небо. Молния имеет разнообразные формы – веревки, жгута, ленты, палки, цилиндра.

4.1.2 Характеристики молнии включают уровни токов, достигающих 400 кА с 50% средним значением около 25 кА. Длина линейной молнии составляет 20 км и более. Канал молнии имеет несколько ответвлений длиной 2 - 3 км. Диаметр канала молнии составляет от 10 до 45 см. Длительность существования молнии составляет десятые доли секунды. Средняя скорость движения молнии 150 км/с. Сила тока внутри канала молнии доходит до 200000 А. Температура плазмы в молнии превышает 10000°C. Напряженность электрического поля внутри грозового облака составляет от 100 до 300 вольт/см. Средний заряд грозового облака составляет 30 - 50 кулонов. В каждом разряде молнии переносится от 1 до 10 кулонов электричества.

4.2 Виды молнии

Виды молнии делятся на ракетообразную, четочную и шаровую.

4.2.1 Ракетообразная молния наблюдается очень редко. Она длится 1 - 1,5 секунд и представляет собой медленно развивающийся между облаками разряд.

4.2.2 Четочная молния имеет общую длительность 0,5 секунд и представляется глазу на фоне облаков в виде светящихся четок диаметром около 7 см.

4.2.3 Шаровая молния в большинстве случаев представляет собой сферическое образование диаметром у земной поверхности 10 - 20 см, а на высоте облаков до 10 м.

На Земле каждую секунду наблюдается в среднем около 100 разрядов линейной молнии, средняя мощность, которая затрачивается в масштабе всей Земли на образование гроз равняется 1018 эрг/сек. Энергия конденсации, выделяющаяся в грозовом облаке средних размеров с площадью основания около 30 км², при дожде средней интенсивности, составляет около 1021 эрг. То есть, энергия, выделяющаяся при выпадении осадков из грозового облака, значительно превышает его электрическую энергию.

4.3 Эффекты молниевых разрядов

4.3.1 Тепловой стресс материалов вокруг точки контакта молнии вызываются: а) тепловой проводимостью, б) тепловым излучением от канала молнии, и в) Джоулиевым нагреванием. Радиальная акустическая волна вызывает механическое повреждение. Магнитное давление - до 6000 атмосфер для 200 кА, молнии-пропорционально квадрату тока и обратно пропорционально квадрату диаметра пораженного объекта (G. A. Odum, GAO Cosiltancy, 1996). В результате диэлектрического пробоя возникают искровые разряды. Горячие искры, когда капли расплавленного материала выбрасываются из горячих точек в местах контакта. Взрывание дугового разряда, в результате быстрого нагревания воздуха в замкнутом пространстве, разбивало на части массивные объекты (бетонные или из камня). Передача напряжения от молниевых проводников к электрической цепи объекта происходит через емкостную связь, индукционную связь или же через сопротивление (т.е., путем пробивки изоляции). Из-за потери поверхностного эффекта затухания или экранирования, передаточный импеданс ведет к появлению помех в линиях силового питания и связи. Взаимная связь приводит к напряжению в замкнутом контуре, что вызывает появление тока в других, связанных контурах.

4.4 Параметры токов молнии

4.4.1 В настоящем разделе предусмотрены четыре уровня молниезащиты (I, II, III, и IV). Для каждого уровня молниезащиты установлены максимальные (табл. 1 ÷ 5) и минимальные (Табл. 6) параметры тока молнии.

Таблица 1 - Параметры первого импульса тока молнии

Параметр тока	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Максимум тока I , кА	200	150	100
Длительность фронта T_1 , мкс	10	10	10
Время полуспада T_2 , мкс	350	350	350
Заряд в импульсе $Q_{\text{сумм}}$, Кл	100	75	50
Удельный энергии в импульсе W/R , МДж / Ом	10	5,6	2,5

Таблица 2 - Параметры длительного тока молнии
в промежутке между импульсами

Параметр тока	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Максимум тока I , кА	50	37,5	25
Длительность фронта T_1 , мкс	0,25	0,25	0,25
Время полуспада T_2 , мкс	100	100	100
Средняя крутизна a , кА / мкс	200	150	100

Таблица 3 - Параметры последующего импульса тока молнии

Параметры тока	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Заряд $Q_{\text{длит}}$ * Кл	200	150	100
Продолжительность T , с	0,5	0,5	0,5
* $Q_{\text{длит}}$ - заряд, обусловленный длительным протеканием тока в период между двумя импульсами тока молнии.			

Форма импульсов тока равна:

$$i(t) = [I(t/t_1)^{10} \times \exp(-t/t_2)] / h \times [1 + (t/t_1)^{10}], \quad (1)$$

где I – максимум тока;

h – коэффициент, корректирующий значение максимума тока;

t – время;

t_1 – постоянное время для фронта;

t_2 – постоянное время для спада.

4.4.2 Максимальные значений параметров токов молнии используют для расчетов сечения проводников, толщины металлической кровли и корпусов резервуаров, которые имеют контакт с молнией, номинального разрядного тока устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), разделяющей расстояния для предотвращения опасного искрения, определение параметров испытания системы молниезащиты (СМЗ) и ее отдельных компонентов и т.д.

Таблица 4 – Параметры полного разряда молнии

Параметр	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Полный заряд $Q_{\text{полн}}$, Кл	300	225	150

Таблица 5 – Минимальные параметры тока молнии и радиусы фиктивной сферы для принятых уровней молниезащиты (УМЗ)

Показатель	Уровень защиты			
	I	II	III	IV
Минимальный ток I , кА	3	5	10	16
Радиус фиктивной сферы R , м	20	30	45	60

Таблица 6 – Параметры природных молний

Параметры тока молнии	Уровень защиты			
	I	II	III	IV
будут меньше, чем максимальные величины, приведенные в Табл. 1 ÷ 4	0,99	0,98	0,97	0,97
будут больше, чем минимальные величины, приведенные в Табл. 5	0,99	0,97	0,91	0,84

4.4.3 Минимальные значения амплитуды тока молнии используют для установки радиуса фиктивной сферы, с помощью которой проводится расчет молниеприемников и определяет зону молниезащиты $0_{\text{в}}$ (Приложение Б).

В Таблице 7 показана классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты.

Таблица 7 – Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты

Здания и сооружения	Категория молниезащиты
1	2
Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов В-I и В-II	I
То же классов В-Ia, В-Iб, В-Ia	II
Наружные установки, создающие согласно ПУЭ зону класса В-Iг	II
Здания и сооружения или их части, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов II-I, II-II, II-Ia	III

Таблица 7 – Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты
(продолжение)

Здания и сооружения	Категория молниезащиты
Расположенные в сельской местности небольшие строения III-V степеней огнестойкости, помещения которых согласно ПУЭ относятся к зонам классов П-I, П-II, П-Ia	III
Наружные установки и открытые склады, создающие согласно ПУЭ зону классов П-III	III
Здания и сооружения III, IIIa, IIIб, IV, V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	III
Здания и сооружения из легких металлических конструкций со сгораемым утеплителем (IVa степени огнестойкости), в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	III
Небольшие строения III-V степеней огнестойкости, расположенные в сельской местности, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	III
Здания вычислительных центров, в том числе расположенные в городской застройке	II
Животноводческие и птицеводческие здания и сооружения III-V степеней огнестойкости: для крупного рогатого скота и свиней на 100 голов и более, для овец на 500 голов и более, на птицы на 1000 голов и более, для лошадей на 40 голов и более	III
Дымовые и прочие трубы предприятий и котельных, башни и вышки всех назначений высотой 15 м и более	III
Отдельно стоящие жилые и общественные здания в сельской местности высотой более 30 м	III
Общественные здания III-V степеней огнестойкости следующего назначения: детские дошкольные учреждения, школы и школы-интернаты, стационары лечебных учреждений, спальные корпуса и столовые учреждений здравоохранения и отдыха, культурно-просветительные и зрелищные учреждения, административные здания, вокзалы, гостиницы, мотели и кемпинги	III
Открытые зрелищные учреждения (зрительные залы открытых кинотеатров, трибуны открытых стадионов и т.п.)	III
Здания и сооружения, являющиеся памятниками истории, архитектуры и культуры (скульптуры, обелиски и т.п.)	III

4.5 Повреждение в результате воздействия молнии

4.5.1 Повреждение зданий и сооружений

4.5.1.1 Молния, воздействующая на здание и сооружение, является причиной повреждения здания и сооружения, оборудования находящегося внутри здания, включая внутренние системы, и причинения вреда здоровью людей. Повреждения и разрушения распространяются на прилегающие к зданию объекты. Величина этого распространения зависит от характеристик самого здания и от ударов молнии.

4.5.1.2 Основными характеристиками зданий от воздействия молнии является:

- конструкция здания (каркас здания, состоящий из кирпича, дерева, стали, бетона и железобетона);
- внутри здания (люди, животные, наличие воспламеняемых или невоспламеняемых, взрывчатых или невзрывчатых материалов, электрических или электронных систем с низкими или высокими выдерживаемым напряжением);
- его функциональное назначение (офис, жилое здание, театр, ферма, школа, гостиница, музей, больница, универмаг, тюрьма, церковь, фабрика, банк, промышленное предприятие, спортивное сооружение);
- коммуникационные системы здания (линии электроснабжения, телекоммуникационные линии, трубопроводы);
- масштаб распространения опасности (здания, в которых эвакуация затруднена или может возникнуть паника, а также сооружения, представляющие опасность для окружающих среды или экологии);
- существующие или обеспечиваемые защитные меры (например, по снижению физического повреждения и опасности для жизни человека, повреждения внутренних систем).

4.5.1.3 Ток молнии является источником разрушения. В зависимости от точки поражения здания действуют следующие ситуации:

- S_1 – удар молнии в здание;
- S_2 – удар молнии вблизи здания;
- S_3 – удар молнии в системы энергоснабжения здания;
- S_4 – удар молнии вблизи систем энергоснабжения здания.

4.5.1.4 Удар молнии в здание приводит к следующим последствиям:

- пожару или взрыву, инициированных искрами, вызванными перенапряжениями в результате резистивной и индуктивной связи и протекания части токов молнии;
- мгновенному механическому повреждению, пожару и взрыву вследствие воздействия горячей плазменной дуги самой молнии, вследствие воздействия тока или вследствие электрического заряда, возникающего в результате эрозии в основании дуги;
- причинению вреда здоровью из-за напряжения прикосновения и шагового напряжения.

4.5.1.5 Удар молнии в систему энергоснабжения здания приводит к следующим последствиям:

- пожару и/или взрыву, вызванных искрами вследствие перенапряжений и воздействия токов молнии, приходящих через системы энергоснабжения;
- повреждению или выходу из строя внутренних систем вследствие пере напряжений, возникающих на подсоединенных линиях электропередачи и передаваемых на здание;
- причинению вреда здоровью из-за напряжения прикосновения и шагового напряжения внутри здания, вызванных токами молнии, передаваемых через подсоединенные системы энергоснабжения.

Молнии, ударяющие в трубопровод здания или вблизи него, не вызывает повреждений здания при условии, что трубопровод соединен с шиной уравнивания потенциалов.

Таблица 8 – Воздействия молнии на обычные здания

Тип объекта в соответствии с его функциональным назначением и/или содержанием	Виды повреждений в результате воздействия молнии
Ферма	Первоначально-пожар и опасные перепады напряжения, а также повреждение имущества. Затем – потеря электропитания с риском гибели животных из-за отказа электронной системы управления вентиляцией и подачи корма и т.д.
Жилой дом	Отказ электроустановок, повреждение имущества, пожар. Обычно небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или задетых ее каналом. Повреждение установленного электрического или электронного оборудования и систем (например, телевизоров, компьютеров, модемов, телефонов и т.д.)
Банк, страховая компания, коммерческий офис и т.д.	Потеря электроснабжения (например, освещения), вероятность возникновения паники, а также отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потеря средств связи, сбои компьютеров с потерей данных
Театр, гостиница, школа универмаг, спортивное сооружение	Потеря электроснабжения (например освещения), вероятность возникновения паники. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий
Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства, от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потер продукции
Больница, дом для престарелых людей, тюрьма	Потеря средств связи, сбои компьютеров с потерей данных, возникновение проблем в оказании помощи тяжелобольным и неподвижным людям

Таблица 8 – Воздействия молнии на обычные здания (продолжение)

Тип объекта в соответствии с его функциональным назначением и/или содержанием	Виды повреждений в результате воздействия молнии
Средства связи, электростанции	Нарушение коммунального обслуживания
Музеи, археологические памятники, церкви	Невосполнимая потеря культурных ценностей
Химический завод, нефтеперерабатывающий завод, атомная электростанция, биохимические лаборатории и фабрики	Пожар и нарушение работы предприятия с вредными последствиями для окружающей среды
Пожароопасные производства	Последствия от пожара и взрыва для предприятия и окружающей среды

4.5.1.6 Удар молнии является причиной трех основных типов повреждения:

- D₁- физическое повреждение (пожар, взрыв, механическое разрушение, выбросы химических веществ) вследствие воздействия тока молнии, включая искрение;

- D₂- причинение вреда здоровью из-за напряжения прикосновения и шагового напряжения;

- D₃- повреждение внутренних систем в результате воздействия электромагнитных импульсов разрядов молнии.

4.5.2 Типы ущерба

В настоящем СП РК рассматриваются следующие типы ущерба:

- 1– нарушение коммунального обслуживания;
 - 2 – угроза для жизни людей;
 - 3 – невосполнимая потеря культурных ценностей;
 - 4 – экономический ущерб (строительной конструкции и находящемуся внутри нее оборудованию, системе энергоснабжения и деятельности).

Типы ущерба 1, 2, 3 рассматриваются как потеря общественных ценностей, тип ущерба 4 – экономический ущерб.

К ущербам, произошедшим в зданиях, относятся 1, 2, 3,4.

К ущербам, возникающим в системе энергоснабжения, относятся 1, 4.

5 МЕРЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

К мерам молниезащиты, направленным на снижение физического повреждения, относятся:

а) для зданий, если установлена система молниезащиты, то уравнивание потенциалов молнии является важной мерой по снижению пожаро- и взрывоопасности и опасности для жизни людей.

б) для систем энергоснабжения - экранированная проводка. Для подземного кабеля эффективной молниезащитой является металлический экран.

К мерам молниезащиты, направленным на снижение сбоев в работе электрических и электронных систем, относятся:

а) для зданий система молниезащиты электромагнитного импульса от разрядов молнии, относящиеся следующие меры:

- заземление и соединение;
- трасса линии электропередачи;
- магнитное экранирование;
- каскадный метод молниезащиты;

б) для системы энергоснабжения-ограничители перенапряжения в разных местах расположения вдоль и в конце линии; магнитные экраны кабелей.

Высокое выдерживаемое напряжение изоляции оборудования и кабелей является эффективной мерой молниезащиты против повреждения из-за перенапряжения.

5.1 Критерии молниезащиты зданий, сооружений

Критерии молниезащиты зданий, сооружений и систем энергоснабжения является огораживание объекта заземленным, сплошным и полностью проводящим экраном. Это предотвращает прохождение тока молнии и связанного с ним электромагнитного поля в защищаемый объект и попадание в него опасных искровых разрядов, тепловое и электродинамическое воздействие тока и перенапряжения внутренних систем [8].

Отсутствие целостности экрана или несовпадающая толщина позволяют току молнии проникнуть в объект, вызывая при этом:

- повреждение внутренних систем;
- угрозу для жизни людей и физическое повреждение;
- повреждение систем энергоснабжения.

5.1.1 Уровни молниезащиты

Молниезащита различных объектов, зданий и сооружений делятся на четыре уровня.

5.1.1.1 К I уровню относятся производственные помещения, в которых находятся и образуются взрывоопасные концентрации газов, паров, пыли, волокон. Любое поражение молнией, вызывая взрыв, создает повышенную опасность разрушений и жертв не только для данного объекта, но и близко расположенных.

5.1.1.2 **К II уровню** отнесены производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы. Для таких объектов удар молнии создает опасность взрыва только при совпадении с технологической аварией или срабатыванием дыхательных или аварийных клапанов на наружных установках. Благодаря умеренной продолжительности гроз на территории Республики Казахстан вероятность совпадения этих событий достаточно мала.

5.1.1.3 **К III, IV уровню** относятся объекты, последствия, поражения которых связаны с меньшим материальным ущербом, чем при взрывоопасной среде. Сюда входят здания и сооружения с пожароопасными помещениями или строительными конструкциями низкой огнестойкости, причем для них требования к молниезащите ужесточаются с увеличением вероятности поражения объекта. Кроме этого, к III, IV уровню отнесены объекты, поражение которых представляет опасность электрического воздействия на людей и животных: большие общественные здания, животноводческие строения, высокие сооружения типа труб, башен, монументов. К III, IV уровню отнесены мелкие строения в сельской местности, где чаще всего используются сгораемые конструкции. На эти объекты приходится значительная доля пожаров, вызванных грозой. Из-за небольшой стоимости этих строений их молниезащита выполняется упрощенными способами, не требующими значительных материальных затрат.

5.1.1.4 Выбор уровня защиты по классификации зданий и сооружений, описанной выше, что является приблизительной оценкой или по характеристическим параметрам молнии (Табл. 9), связано с непосредственными измерениями этих параметров, либо по эффективности системы молниезащиты (Табл. 10), где статистические параметры молнии сравниваются с расчётными.

Таблица 9 – Теоретическая зависимость между параметрами тока молнии и уровнями защиты

Параметры молнии	Уровень защиты		
	I	II	III, IV
Пиковое значение тока, $I_{\text{макс.}}$ (кА)	200(2,8)	150(9,5)	100(14,7)
Суммарный заряд $Q_{\text{общ}}$	300	225	150
Заряд импульса, $Q_{\text{имп}}$ (К)	100	75	50
Удельная энергия, E_s (кДж/Ом)	10000	5600	2500
Средняя крутизна, $dI_{\text{имп}}/dt$ [30/90%] (кА/мкс)	200	150	100

Примечание - Данные в скобках указывают на практические значения, полученные при испытании оборудования.

**Таблица 10 – Эффективность систем молниезащиты
и соответствующие им уровни защиты**

Уровень защиты	Эффективность (E)СЗМ
I	$0,95 < E \leq 0,98$
II	$0,80 < E \leq 0,95$
III	$0 < E \leq 0,80$

5.1.2 Зоны молниезащиты

Зоны молниезащиты определяют системой молниезащиты, магнитными экранами, экранированными проводами и ограничителями перенапряжения [6].

В зависимости от опасности молнии выделяют следующие зоны молниезащиты:

Зона 0_A - зона внешней среды объекта, все точки которой подвергаются прямому удару молнии и влиянию возникающего при этом электромагнитного поля.

Зона 0_B - зона внешней среды объекта, точки подвержены прямому удару молнии, находятся в пространстве, защищенном внешней молниезащитной системой. В этой зоне действует полное электромагнитное поле.

Зона 1 - внутренняя зона объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии. В этой зоне токи во всех токопроводящих частях имеют значительно меньшее значение по сравнению с зонами 0_A и 0_B . Электромагнитное поле также снижено по сравнению с зонами 0_A и 0_B за счет экранирующих свойств строительных конструкций.

Другие зоны (2 и т.д.) - устанавливают, если требуется дальнейшее уменьшение тока и / или ослабление электромагнитного поля, требования к параметрам зон определяют в соответствии с требованиями по защите различных зон объекта.

Общие принципы разделения защищаемого пространства на зоны молниезащиты указаны в Приложении Б.

На границах зон осуществляют меры по экранированию и соединяют все пересекающие границу металлические элементы и коммуникации.

Две пространственно разделенные зоны 1 с помощью экранированного соединения образуют общую зону (Приложение В).

5.1.3 Защита зданий и сооружений

5.1.3.1 Молниезащита – система защитных устройств и мероприятий, применяемых в промышленных и гражданских сооружениях для защиты их от аварий, пожаров при попадании в них молнии.

5.1.3.2 Защита от поражения молнией зависит от типа производства, расположенного в здании, и от среднегодовой грозовой деятельности атмосферы [1]. Грозовая деятельность оценена ожидаемым количеством поражений молнией в год зданий и сооружений:

$$N = (l + 6h)(b + 6h)n \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где l , b — длина и ширина защищаемого сооружения (или наименьшего описанного прямоугольника для зданий сложной конфигурации), м;

h — наибольшая высота сооружения, м;

n — среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 поверхности земли (в данном географическом месте).

Для защиты зданий и промышленных сооружений от тока молнии устраивают молниеотводы (громоотводы). Они воспринимают молнию и отводят ее ток в землю.

5.1.3.3 При выборе средств защиты от прямых ударов молнии, типов молниеотводов необходимо учитывать экономические соображения, технологические и конструктивные особенности объектов. Во всех возможных случаях близкорасположенные высокие сооружения используют как отдельно стоящие молниеотводы, а конструктивные элементы зданий и сооружений, например металлическую кровлю, фермы, металлические и железобетонные колонны и фундаменты, — как молниеприемники, токоотводы и заземлители.

5.1.3.4 По степени защиты зданий и сооружений от воздействия атмосферного электричества молниезащита подразделяется на три категории [2].

Категория молниезащиты определяется: назначением зданий и сооружений, среднегодовой продолжительностью гроз, а также ожидаемым числом поражений зданий или сооружений молнией в год.

Здания и сооружения, отнесенные к I и II категориям молниезащиты, должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и заноса высокого потенциала через наземные (надземные) и подземные металлические коммуникации; отнесенные к III категории через наземные (надземные) металлические коммуникации.

6 ВИДЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

Молниезащита подразделяется на внешнюю и внутреннюю.

6.1 **Внешняя молниезащита** — обеспечивает перехват молнии и отвод её в землю, защищая как строения от повреждений и пожаров, так и людей, находящихся внутри или снаружи здания.

6.2 **Внутренняя молниезащита** - представляет собой совокупность устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) и предназначена для обеспечения безопасности электротехнического и электронного оборудования от возникающих перенапряжений в сети.

Внешняя молниезащита может быть активной или пассивной (классической).

В активной системе используется молниеприёмник, ионизирующий во время грозы воздух вокруг себя, значительно увеличивающий зону защиты.

Активный молниеприёмник устанавливается на 1 м выше самой высокой точки здания и практически не искажает облик строения. Ему присущи большая зона защиты, а также незначительная материалоемкость.

6.3 Пассивная система молниезащиты подразумевает использование в качестве молниеприёмника металлических элементов, установленных на кровле и выступающих частях здания. К ним относятся молниеприёмные сетки и тросы (чаще применяемые для защиты промышленных сооружений), а также металлические стержневые молниеотводы.

Для защиты зданий и сооружений, имеющих плоскую либо с незначительным уклоном крышу, широко применяется молниеприёмная сетка (клетка Фарадея).

Молниеприемная сетка выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю сверху или под несгораемые или трудносгораемые утеплитель или гидроизоляцию. Шаг ячеек сетки должен быть не более 6 х 6 м. Узлы сетки соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы (трубы, шахты, вентиляционные устройства) должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы оборудованы дополнительными молниеприемниками также присоединенными к молниеприемной сетке. Но там, где использование сетки невозможно, применяют стержневые молниеотводы, состоящие из молниеприёмника, расположенного в зоне возможного контакта с каналом молнии, токоотвода (заземляющего проводника достаточно большого сечения) и заземлителя, обычно в виде горизонтальных и вертикальных проводников, заглублённых в грунт (Рис. 1). Длину вертикальных заземлителей увеличивают, если удельное сопротивление грунта велико.

Элементы молниеотвода соединяют между собой и закрепляют на несущей конструкции. Поскольку вероятность поражения наземного объекта молнией растёт по мере увеличения его высоты, молниеприёмник располагается как можно выше или непосредственно на защищаемом объекте либо как отдельное сооружение рядом со строением.

Для защиты жилых зданий и промышленных сооружений широко используют Для защиты жилых зданий и промышленных сооружений широко используют стержневые молниеотводы. Их достоинством является возможность крепления с применением находящихся на крыше труб, систем вентиляции и т.п.

Для заземления используют горизонтальные и вертикальные проводники. Горизонтальные заземлители выполняют из стальных полос или прутков сечением не менее 160 мм². Заземляющие спуски, для исключения усиленного разрушения на участке «воздух – грунт», изолируют на длину 100 мм в обе стороны от границы раздела двух сред путём предварительного покрытия их двумя слоями грунтовки с последующей окраской эмалью в два слоя.

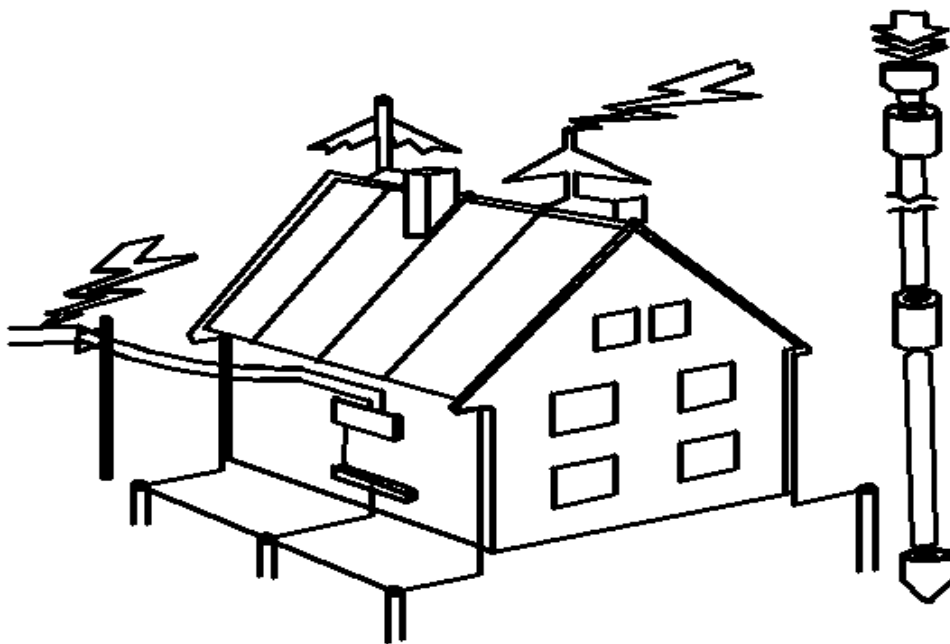


Рисунок 1- Схема заземления и молниезащиты дома

Все пересечения и соединения прокладываемых заземлителей выполняются сваркой внахлёт (Рисунок 2).

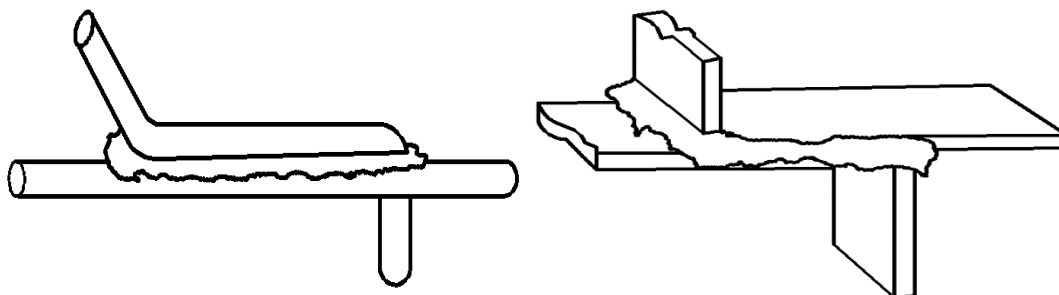


Рисунок 2- Стальные элементы заземления

Сварной шов делают сплошным. Длина нахлёста должна быть не менее шести диаметров заземлителя при круглом сечении и двойной ширины — при прямоугольном. Сварные соединения стальных элементов заземления защищают от коррозии покрытием мест соединения специальным составом.

Длина вертикальных заземлителей составляет 3 - 5 м. В грунтах с высоким удельным электрическим сопротивлением их длина может быть существенно больше.

6.1 Радиоактивная система РСЭ

Система активной молниезащиты, основаны на принципах ранней стримерной эмиссии (РСЭ) и радиоактивного излучения.

Ранний стримерный эмиттер является молниеприёмником (молниевым стержнем), который оснащён устройством или создаёт верхний размножающийся стример быстрее,

чем стандартный (пассивный) молниеприёмник. Этот стример соединяется с нижним размножающимся лидером молниевую удара.

Радиоактивная система является молниеприёмником, оснащённым источником, расположенным вблизи вершины терминала (молниеприёмника). Используемые радиоактивные материалы являются слабыми эмиттерами α -частиц с относительно долгими временами жизни. Эти молниеприёмники предположительно ионизируют непрерывно молекулы воздуха в ближайшей окрестности молниеприёмника в присутствии или в отсутствии грозы. По принципу работы, радиоактивный изотоп ударяет атом, который испускает электрон, оставляя положительный ион (анион). Эти анионы устремляются вверх к облаку, вызывая цепную реакцию, которая действует путём столкновений количество ионов, восходящих от источника.

6.2 Нерадиоактивные терминалы

Эти системы сконструированы для того, чтобы иметь увеличенный радиус защиты благодаря специфической форме терминала или молниеприёмников, которые выстреливают искры, когда молниеприёмник находится под влиянием сильного электрического поля. Эти искры вызывают усиленную ионизацию на кончике.

Эти устройства работают как конденсатор, собирая заряд при увеличении электрического поля. Когда лидер приближается к площадке, электрическое поле значительно возрастает, что вызывает искрение в устройстве, создаётся корона и инициируется коллективный стример.

Преимущества такого типа устройств:

- широкий выбор радиусов защиты;
- улучшенная максимальная эффективность;
- общая автономия;
- надежность и выносливость;
- нерадиоактивная технология.

***7 МЕТОДЫ СИСТЕМ МОЛНИЕЗАЩИТЫ**

***7-1 Методы систем молниезащиты**

Фундаментальным аспектом является метод конструирования молниезащиты, используемый для идентификации наиболее подходящих мест для молниеприёмников, основанный на области защиты, предоставляемой каждым терминалом. Наиболее известными методами являются методы конуса защиты, клетки Фарадея и катящейся сферы.

Метод конуса защиты редко применяется и является неколичественным физическим методом. В основном, он используется для пассивных систем молниезащиты.

Метод клетки Фарадея также используется для пассивных систем молниезащиты, однако это не дает гарантию, что металлические полосы, используемые в этом методе, подвергнутся удару молнии в предпочтение какой-либо другой близлежащей точке.

Диэлектрические свойства конструкционных материалов таковы, что вспышка молнии может перейти на близлежащий элемент структурированной стали с непредсказуемыми последствиями. Кроме того, защита таких объектов, как телекоммуникационные тарелки, является фактически невозможной.

В случае простого штыря в соответствии с электрогеометрической моделью, точка удара молнии определяется наземным объектом, который размещается первым на дистанции D от лидера направленного вниз, даже если этот объект плоский (грунтовый). Поэтому можно рассматривать воздействие молнии, как если бы фиктивная сфера радиусом D с головой лидера, направленного вниз, была проведена и строго двигалась вдоль защищаемого сооружения.

Рассматривая простой штырь, высотой « h », по отношению к плоской поверхности (крыша здания, поверхность земли и т.д.), имеется возможность трёх точек удара молнии.

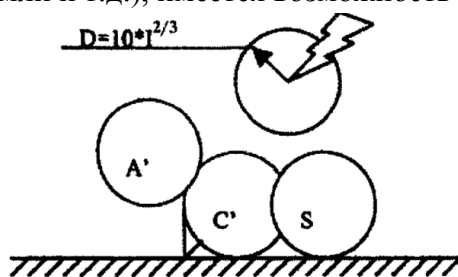


Рисунок 2-1 - Метод катящейся сферы

Если сфера касается только вертикального штыря «А», то вертикальный штырь будет точкой удара.

Если сфера касается плоской поверхности и не касается вертикального штыря, точка удара будет только на поверхности S земли.

Если сфера касается и простого вертикального штыря и справочной поверхности одновременно, то имеется возможность двух точек удара: «А» и «С», но молниевый разряд никогда не ударит в закрытую площадь.

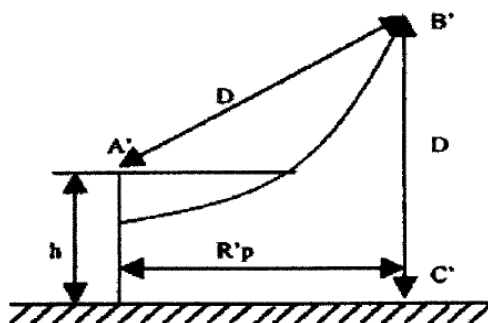


Рисунок 2-2 - Пассивный стержень

Если считать, что пассивный стержень не инициирует верхний лидер, тогда

$$R_{p,p} = [h \cdot (2D - h)]^{1/2}, \quad (2-1)$$

что выполняется при

$$h < 2D, \quad (2-1a)$$

В случае применения активного молниеотвода (рис.2-3):

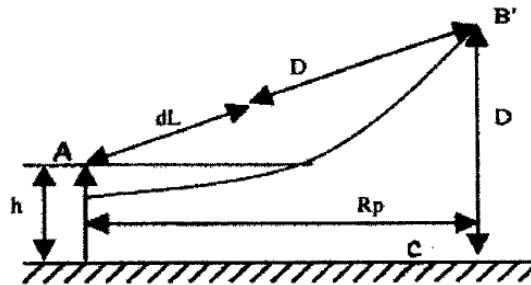


Рисунок 2-3 - Активный стержень

$$R_{p.a.} = [h \cdot (2D - h) + dL \cdot (2D + dL)]^{1/2}, \quad (2-2)$$

что выполняется при

$$h < dL + 2D, \quad (2-2a)$$

Рекомендуется сравнивать значения $R_{p.a.}$ со значениями

$$R_{p.p.} = (1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h, \quad (2-2б)$$

Если окажется, что $R_{p.a.} < R_{p.p.}$, то по значениям $R_{p.p.}$, подставляемых вместо $R_{p.a.}$ в (2-2), вычисляется h

где D - дистанция удара (по пиковым значениям токов:

I уровень защиты - $D=20$ м, $I_{\text{макс}}=2,8$ кА;

II уровень защиты - $D=45$ м, $I_{\text{макс}}=9,5$ кА;

III уровень защиты - $D=60$ м, $I_{\text{макс}}=14,7$ кА), в м,

dL - инициация верхнего лидера, в м, определяемая как

$$dL = v \cdot dT, \quad (2-3)$$

(dL определяется при испытаниях в лаборатории для каждой модификации системы молниезащиты производителем)

h - это высота вершины пьезоэлектрического молниеотвода над поверхностью, которая должна быть защищена, в м

R_p - это защитный радиус молниеотвода, в м

v - скорость инициации верхнего лидера, в м/мкс

dT - время его инициации, в мкс

Полученные данные, используются для подбора систем активной молниезащиты, прошедших сертификацию в Республике Казахстан.

В таблицах 10-1 и 10-2 как пример показан вариант подбора систем активной молниезащиты.

Таблица 10-1 для пьезоэлектрических молниеприёмников. Которые применимы для регионов, где ветровая нагрузка более 0,40 кгс/м². Таблица 10-2 для систем импульсного напряжения.

Пример: Требуемый уровень защиты I, расчётная верхняя точки пьезоэлектрического молниеотвода над поверхностью, которая должна быть защищена - $h(m) = 6$, расчётный защитный радиус молниеотвода - $R_p(m) = 63$

Таблица 10-1 - Зависимость радиуса защиты (R_p) от высоты сооружения (h) для разных уровней защиты (N_p), активных пьезоэлектрических систем молниезащиты

$R_p(M)$	SE6 dL=15 м			SE9 dL=30 м			SE12 dL=45 м			SE15 dL=60 м		
$h(m) \backslash N_p$	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	13	18	20	19	25	28	25	32	36	31	39	43
4	25	36	41	38	51	57	51	65	72	63	78	85
6	32	46	52	48	64	72	63	81	90	79	97	107
8	33	47	54	49	65	73	64	82	91	79	98	108
10	34	49	56	49	66	75	64	83	92	79	99	109
20	35	55	63	50	71	81	65	86	97	80	102	113
30	35	58	69	50	73	85	65	89	101	80	104	116
60	35	60	75	50	75	90	65	90	105	80	105	120

Таблица 10-2 - Зависимость радиуса защиты (R_p) от высоты сооружения (h) для разных уровней защиты (N_p), активных систем молниезащиты импульсного напряжения

$R_p(M)$	Satelit 3-25			Satelit 3-45			Satelit 13-60		
$h(m) \backslash N_p$	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2	17	23	26	26	34	36	32	34	44
3	25	34	39	38	48	50	48	48	65
4	34	46	52	50	64	72	64	64	87
5	42	57	65	63	81	89	79	81	107
6	43	58	66	63	81	90	79	81	107
10	44	61	69	64	83	92	79	83	109
15	45	63	72	65	85	95	80	85	111
20	45	65	75	65	86	97	80	86	113
45	45	70	84	65	90	104	80	90	119
60	45	70	85	65	90	105	80	90	120

(Дополнен – Приказ КДСиЖКХ от 06.11.2019 г. №178-НК).

7.1 Метод катящейся сферы

Метод катящейся сферы состоит в том, что вокруг защищаемого объекта перемещается расчетная сфера. Пространство между точками касания с объектом, сферой и поверхностью земли является защитной зоной.

В случае, когда необходимо выполнить молниезащиту для сложных структур, например, несколько рядом стоящих строений с различной высотой, то для определения поверхностей и точек, требующих защиты от удара молнии, используют метод катящейся сферы.

Чтобы применить этот метод, необходимо представить себе сферу, катящуюся вдоль структуры, как показано на Рис.3

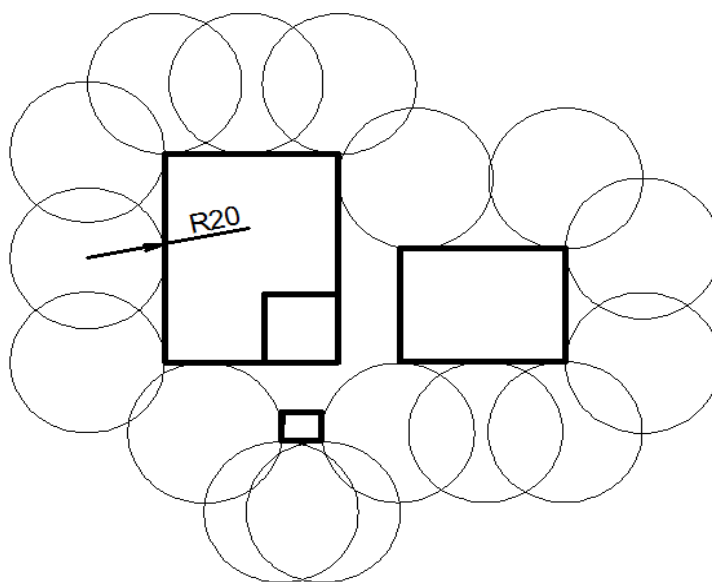


Рисунок 3- Радиус фиктивной сферы, выбираем исходя из уровня защиты

На Рисунке 3 наглядно видно, те плоскости и точки, которые нуждаются в защите от удара молнией, они выделены жирными линиями (красным).

7.2 Электрогеометрический метод расчета молниезащиты

7.2.1 В электрогеометрическом методе принято, что стартовавшая от грозового облака молния движется к земле по произвольной и практически не прогнозируемой траектории. Многочисленные фотографии подтверждают это, а физика длинной искры дает объяснение наблюдаемому. Среднее электрическое поле в промежутке облако-земля не достигает и 1 кВ/см, что много меньше 30 кВ/см, нужных для ионизации воздуха при нормальных атмосферных условиях. Плазменный канал молнии (нисходящий лидер) растет только благодаря резкому усилению поля у своей головки за счет собственного электрического заряда. Случайные флуктуации этого заряда предопределяют случайные

отклонения траектории молнии. На состоянии поверхности земли канал поначалу не реагирует. Искажения внешнего поля заземленными сооружениями не простираются далеко вверх; они реально заметны на длине, соизмеримой с высотой объекта. Положение резко меняется, когда расстояние от головки канала молнии до поверхности земли или наземных объектов сокращается до некоторого критического расстояния d_{sd} , которое называют в английской терминологии *striking distance* (дословно – ударное расстояние, но в научной литературе часто используют более близкий по смыслу термин “расстояние стягивания”).

Объект стягивает на себя те молнии, что проектировались на выступающую часть сферы радиусом d_{sd} и пойдет по кратчайшему расстоянию к земной поверхности или к поверхности наземного объекта.

Рисунок 4 демонстрирует чисто геометрические построения, которые позволяют определять доли молний, ударивших в землю и перехваченных молниеотводом.

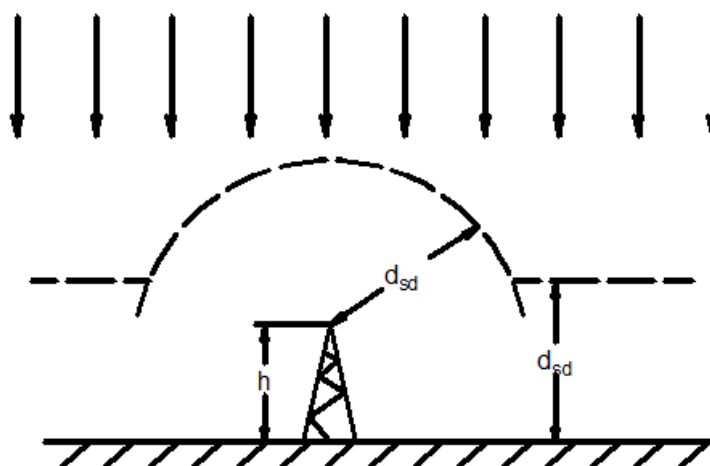


Рисунок 4 – Оценка числа ударов молнии в объект по электрогеометрической методике

7.2.2 Электрогеометрический метод продолжают использовать за рубежом. Исследователям длинной искры хорошо известно об очень существенном разбросе пробивных напряжений длинных воздушных промежутков. Если создать в лаборатории два промежутка, отличающихся по длине на 10 – 20%, и одновременно приложить к ним высокое напряжение от общего генератора, чаще будет пробиваться меньший из промежутков. Значит, искровой разряд даже в лаборатории не идет по кратчайшему расстоянию. Причудливость траекторий длинной искры известна исследователям очень хорошо [12].

Любая расчетная модель должна воспроизводить все главные особенности поведения молнии, что установлены из опыта эксплуатации наземных сооружений. В электрогеометрическом методе убеждает анализ простейшей ситуации с одиночным

стержневым объектом (Рис. 4). Из элементарных геометрических построений его площадь стягивания равна:

$$S_{on} = \pi h(2d_{sd} - h), \quad (3)$$

и растет даже несколько медленнее, чем прямо пропорционально высоте объекта h .

Это принципиально отличается от той квадратичной зависимости, что извлечена из опыта эксплуатации и введена в стандарт по молниезащите МЭК IEC 62305. Другим следствием электрогеометрического метода приходится считать полную независимость числа ударов молнии от высоты объекта при $h^3 d_{sd}$, что противоречит опыту. Действительно, нетрудно убедиться, что электрогеометрический метод при построении зон защиты вынужден оперировать весьма малыми значениями d_{sd} . Для этого достаточно разрешить выражение (3) относительно d_{sd} , приняв во внимание, что $S_{att} = \pi r_0^2$. Тогда:

$$d_{sd} = \frac{1}{2} \left(h + \frac{r_0^2}{h} \right), \quad (4)$$

Поскольку значение d_{sd} в электрогеометрическом методе не зависит от высоты молниеотвода, для вычисления достаточно ввести в (4) любое допустимое h и соответствующий ему радиус защиты r_0 , использован для определения последнего, например, данные Рис. 4. Тогда для III уровня защиты при $h = 30$ м получаем $r_0 = 22,2$ и соответственно $d_{sd} = 23,2$ м.

Метод катящейся сферы, без сомнения, является наиболее распространённым в мировых стандартах. Он основан на электрогеометрической модели (ЭГМ). ЭГМ связывает дистанцию удара с будущим пиковым ударным током (5). Чтобы применить этот метод, необходимо представить себе сферу, катящуюся вдоль структуры. Все контактирующие точки поверхности, предполагается, требуют защиты, пока существуют незащищённые объёмы (Приложение А).

Эти молниеотводы предлагают высокие гарантии во время разрядов с низкой интенсивностью (от 2 до 5 кА) по сравнению с простыми стержневыми молниеотводами, которые могут только перехватывать их на коротких дистанциях:

$$D = 10 \cdot I^{2/3} \quad (5)$$

где D – дистанция удара молнии, в кА

I – максимальный импульсный ток первого удара, в кА

8 СИСТЕМЫ РАННЕЙ СТРИМЕРНОЙ ЭМИССИИ (РСЭ)

8.1 Внешние системы молниезащиты

Внешние системы молниезащиты (СМЗ) состоят из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. В случае специального изготовления их материал и размеры должны соответствовать требованиям Табл. 11.

Опоры стержневых молниеотводов рассчитаны на механическую прочность по конструкции стоят свободно, а опоры тросовых молниеотводов - с учетом натяжения троса и действия на него нагрузки ветра и гололеда. Опоры молниеотводов, стоящих отдельно, выполняются из стали, железобетона или дерева согласно проведенным расчетам.

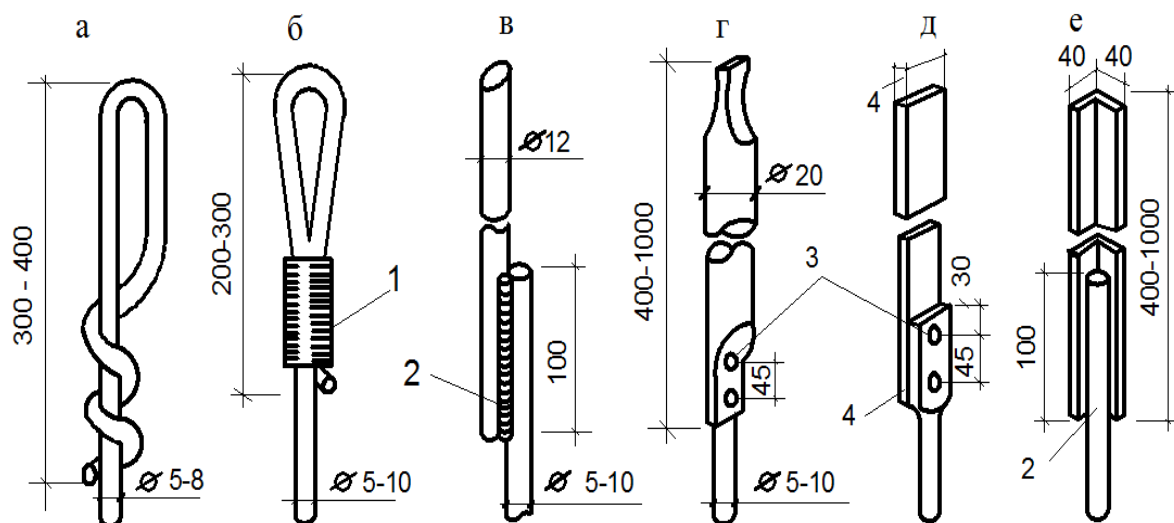
Таблица 11 - Материал и минимальные сечения элементов внешней МЗС

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ²		
		молниеприемника	струмовид в в	заземлителя
I-IV	Сталь	50	50	100
I-IV	Алюминий	70	25	Не применимо
I-IV	Медь	35	16	50

Примечание - Указанные значения могут быть увеличены в зависимости от повышенной коррозии или механических воздействий

8.1.1 Молниеприемники

Молниеприемник – это стальной стержень, пика, укрепленная на вершуске несущей мачты или на элементе конструкции крыши (например, на трубе или фронтоне, Рисунок 5).

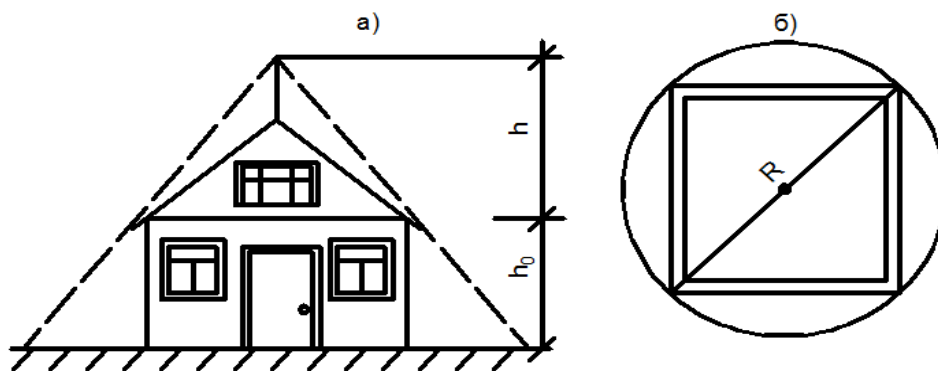


1 — бандаж из оцинкованной проволоки с пропайкой; 2 — сварка; 3 — заклепки

Рисунок 5 – Молниеприемники из стальной проволоки (а, б), прутка (в), водопроводной трубы (г), стальной полосы и уголка (д, е) (размеры в мм)

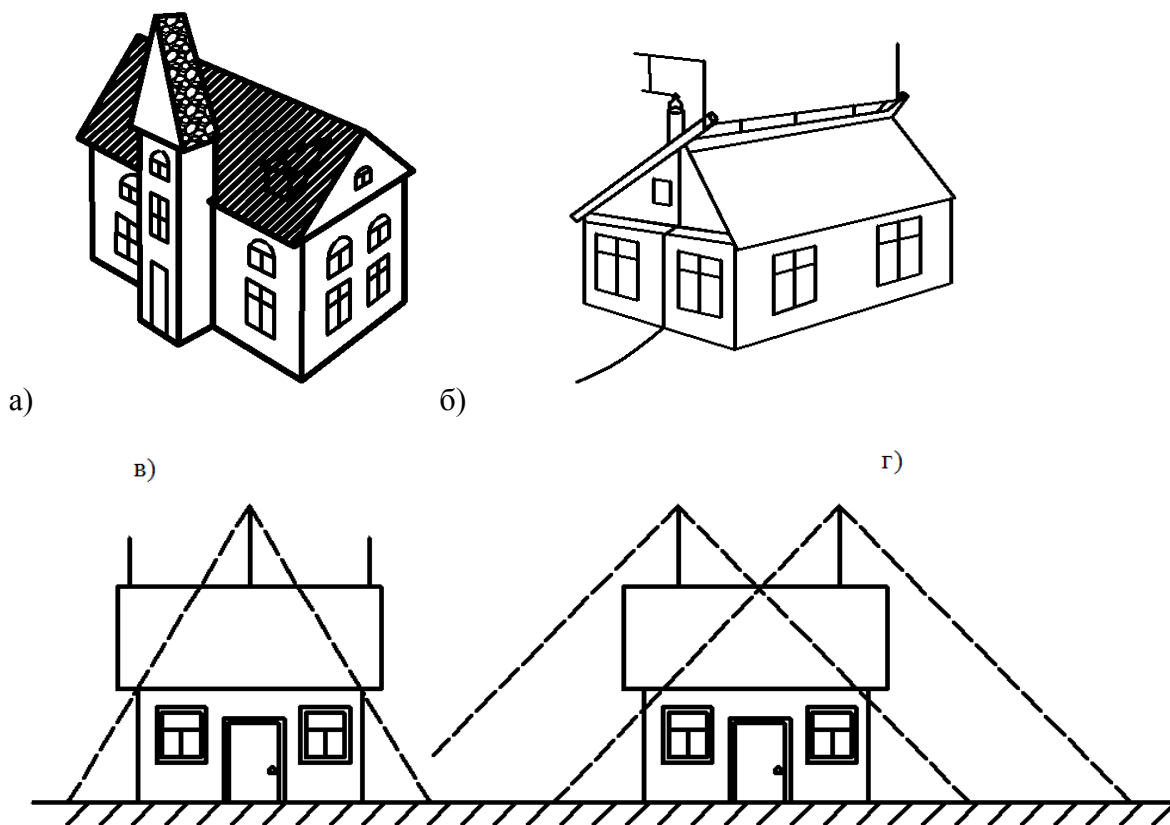
Если представить себе конус с вершиной на острие молниеприемника и с углом при вершине примерно 90°, то все, что оказалось внутри конуса, находится под защитой молниеотвода. Если поперечник дома вписывается в окружность радиуса R, то молниеприемник возвышен над стенами дома на высоту $H (м) = R(м)$.

Например, для квадратного сруба 10 x 10 м поперечник дома составит около 14 м, радиус зоны защиты R=7 м. Если она вся помещена в конус, как на Рисунке 6. А вот если, крыша двускатная, ее фронтоны не впишутся в защитный конус.



h_0 — высота стен; h — высота молниеприемника над стенами; R — радиус окружности, в которую вписывается поперечник дома; пунктиром показан защитный конус

Рисунок 6 - Защитная зона громоотвода (а) и поперечник дома в плане (б)



а — молниеотвод на самой высокой части дома; б — горизонтальный (тросовый) молниеприемник; в — дополнительные молниеприемники на фронтонах; г — два разнесенных молниеприемника

Рисунок 7 – Различные конструкции громоотвода

Таблица 12 – Соединяющие проводники

Материал	Замечания	Минимальные размеры
Чистая или луженая электролитическая медь	Рекомендуется из-за хорошей проводимости и сопротивления коррозии	Полоса: 30 мм • 2 мм Пруток: Ø 8 мм Кабель с оплёткой: 30 • 3,5мм ²
Нержавеющая сталь	Рекомендуется при некоторых условиях, способствующих коррозии	Полоса: 30 мм • 2 мм Пруток: Ø 8 мм
Алюминий	Должен использоваться на алюминиевых поверхностях (обшивка, облицовочные стены)	Полоса: 30 мм • 3 мм Пруток: Ø 10 мм

Если поставить два молниеотвода, их конусы охватят всю крышу (Рисунок 7). Для длинного узкого дома это тоже хорошее решение: оно позволит уменьшить высоту конструкции по сравнению со случаем одной мачты. Можно создать отдельную защиту углов крыши маленькими молниеотводами [11].

Металлическая крыша сама может служить молниеприемником. В этом случае оба ската должны быть соединены токоотводами с заземлителями (Таблица 12).

8.1.2 Молниеотводы

8.1.2.1 Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом устройство, воспринимающее прямой удар молнии и отводящее токи молнии в землю. Каждый молниеотвод независимо от типа состоит из следующих основных элементов (Рис. 8): молниеприемника 1, непосредственно воспринимающего прямой удар молнии; несущей конструкции 2, предназначенной для установки молниеприемника; токоотвода 3, обеспечивающего отвод тока молнии к заземлителю; заземлителя 4, отводящего ток молнии в землю и обеспечивающего контакт с землей молниеприемника и токоотвода.

8.1.2.2 В современной практике молниезащиты используют следующие типы молниеотводов: стержневые (Рис. 8); тросовые или антенные (Рис. 9а) и сетчатый (Рис. 9б). Кроме того, для комплексной защиты сооружений в ряде случаев применяют комбинированные типы молниеотводов (например, тросово-стержневые, Рис. 9в).

Сетчатые молниеотводы, обладающие достаточно высокой степенью надежности, широко применяются при защите сооружений III категории. В ряде случаев они по своим экономическим показателям (сравнительно небольшой расход металла, отсутствие железобетонных конструкций, простота изготовления, монтажа и эксплуатации) превосходят стержневые и тросовые молниеотводы.

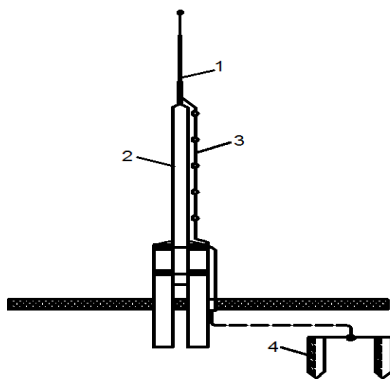


Рис. 8 – Стержневой отдельно стоящий молниеотвод

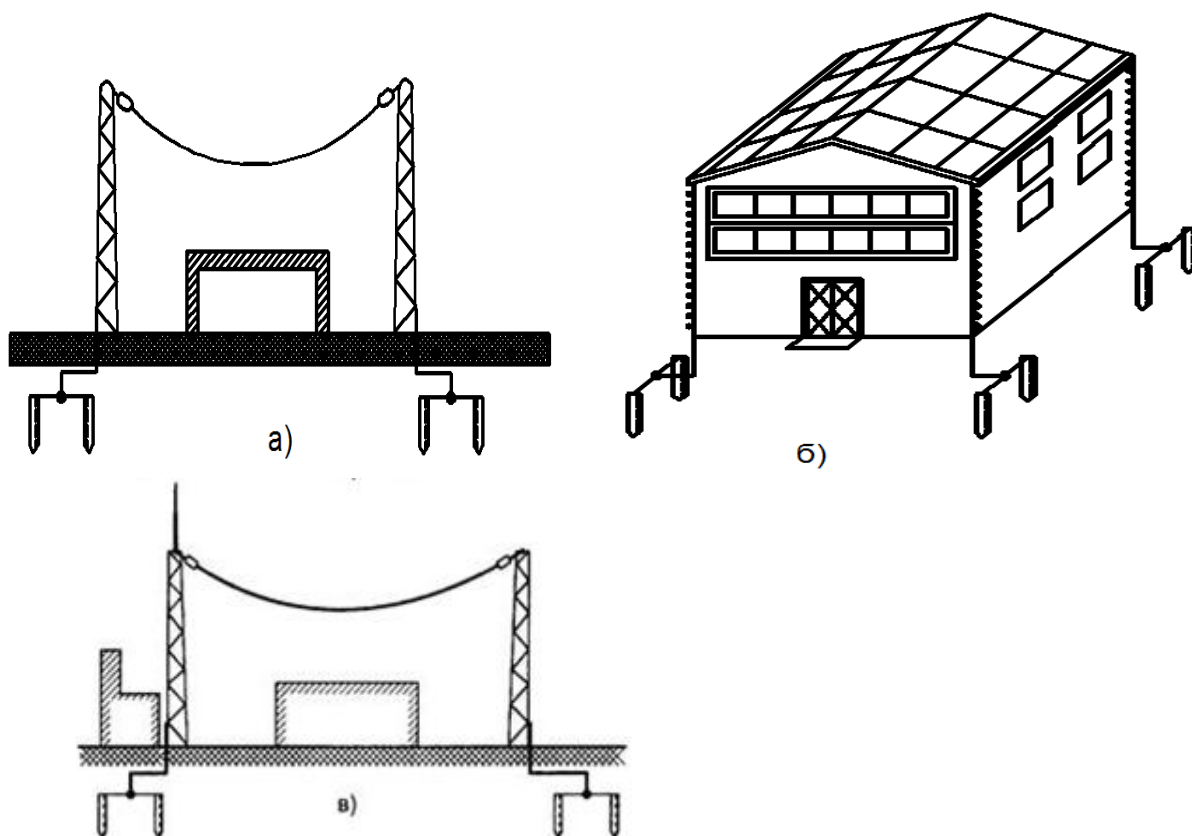


Рис. 9 – Тросовый и сетчатый молниеотводы

При взаимодействии стержневых и тросовых молниеотводов разделяют на одиночные, двойные и многократные (количество взаимодействующих молниеотводов не менее трех, расположенных не на одной прямой).

8.1.3 Перемычки

Система молниевой защиты не будет работать без правильно установленных перемычек. Все металлические проводники, входящие в объект (например, электролинии, газовые и водяные трубы, линии связи, воздухопроводы вентиляции и кондиционирования,

железнодорожные рельсы, трубопроводы, закатывающиеся двери, навесные мостовые краны, перила и т.д.) привязаны к одному потенциалу земли.

Соединение перемычкой должно быть сварным, особенно в местах под поверхностью, так как механические соединения подвержены коррозии и физическим повреждениям. Рекомендуется частые инспекции и замеры сопротивления перемычек (максимум 10 мОм) для гарантии надёжного электрического соединения.

Если не применяется эквипотенциальное соединение, минимальное расстояние при котором не возникает опасный разряд, считается безопасной дистанцией S , и зависит от выбранного уровня защиты, количества молниеотводов, и расстояния от металлического предмета до точки подсоединения заземления:

$$S = n k_j I / k_m, \quad (6)$$

где n - фактор учёта количества молниеотводов для каждого молниеприёмника:

$n=1$ для одного проводника,

$n=0,6$ для двух проводников,

$n=0,4$ для трёх и более проводников;

k_j – фактор учёта уровня защиты:

$k_j=0,1$ для уровня защиты I,

$k_j=0,075$ для уровня защиты II,

$k_j=0,05$ для уровня защиты III;

k_m - фактор учёта материала, используемого между концами петли (цепи):

$k_m=1$ для воздуха,

$k_m=0,52$ для твёрдого неметаллического материала;

I – вертикальное расстояние от точки металлического предмета до точки подсоединения к заземлению или ближайшей точки эквипотенциального соединения.

Эквипотенциальное соединение имеет следующие размещения:

а) над землёй и под землёй;

б) на меньшем расстоянии, чем безопасное, если структуры заземления не соединены. Если СМЗ отделена от защищаемой структуры, то эквипотенциальное соединение должно быть сделано только на уровне грунта;

в) в случае газопроводных труб $S=3m$.

8.1.4 Система заземления

Система заземления (Таблица 13) должна иметь низкое сопротивление. Для импульса молнии система заземления ведёт себя как волновод, поэтому к ней применима теория распространения волн.

Для уменьшения сопротивления земли существуют следующие методы:

а) хлорид кальция или натрия закапывается в землю вместе с электродами заземления для увеличения проводимости. Проводник и соль обычно требуют замены

через несколько лет. Для уменьшения трудоёмкости и затрат, связанных с этой заменой, уже разработан химически заполняемый стержень;

Таблица 13 – Материалы и минимальные размеры систем заземления

Материал	Рекомендации	Минимальные размеры
Чистая или лужёная электролитическая медь	Рекомендуется из-за хорошей проводимости и устойчивости к коррозии	Полоса: 30 мм • 2 мм Пруток: Ø 8 мм Сетка из проволоки сечением 10 кв.мм Твёрдый стержень: Ø 15 мм, длиной 1 м Труба: Ø 25 мм, длиной 1 м
Сталь с медным покрытием		Полоса: 30 мм • 2 мм Пруток: Ø 10 мм Стержень: Ø 15мм
Нержавеющая сталь	Рекомендуется в некоторых коррозионных грунтах	Полоса: 30 мм • 2мм Пруток: Ø 10 мм Стержень: Ø 15 мм
Оцинкованная сталь	Резервируется для некоторых временных установок по причине плохой коррозионной стойкости	Полоса: 30 мм • 2мм Пруток: Ø 10 мм Стержень: Ø 19 мм, длиной 1 м

б) система электродов заземления, перед тем как она будет закопана, обволакивается материалом наподобие пластика. При этом уменьшается разность потенциалов между электрической системой заземления, охватывающей структуру здания, и землёй.

8.1.5 Компоненты системы молниезащиты

Компоненты систем молниезащиты изготовлены из материалов, перечисленных в Таблице 14. Для крепления используются компоненты выполненные из неметаллического материала.

Молниеприемники и токоотводы должны закрепляться так, чтобы исключить любой разрыв или ослабление крепления проводников, вследствие влияния электродинамических сил или случайных механических воздействий (например, падения снежного пласта, вибрации, теплового расширения и т.д.).

Соединения должны быть с использованием пайки твердым припоем, сварки гофрирования, фальцевых соединений, болтового крепления или завинчивания.

8.1.6 Материалы системы молниезащиты и их размеры

Материал системы молниезащиты и его размеры используется с учетом вероятности возникновения коррозии либо самой СМЗ, либо защищаемого здания.

Конфигурации и минимальные размеры заземлителей приведены в Таблице 15

Таблица 14 – Материалы системы молниезащиты и условия использования

Материал	Использование			Коррозия		
	на открытом воздухе	в земле	в бетоне	сопротивление	возрастает за счет	может быть уничтожена гальванической связью
Медь	Сплошной проводник Много-жильный проводник	Сплошной проводник Много-жильный проводник в качестве покрытия	Сплошной проводник Много-жильный проводник в качестве покрытия	Хорошее во многих средах	Сернистых веществ	-
Оцинкованная горячим способом сталь	Сплошной проводник Много-жильный проводник	Сплошной проводник	Сплошной проводник Много-жильный проводник	Приемлемое на воздухе, в бетоне и в плодородной почве	Высокого содержания хлоридов	Медь
Нержавеющая сталь	Сплошной проводник Много-жильный проводник	Сплошной проводник Много-жильный проводник	Сплошной проводник Много-жильный проводник	Хорошее во многих средах	Высокого содержания хлоридов	-
Свинец	Сплошной проводник В качестве покрытия	Сплошной проводник В качестве покрытия	Не используется	Хорошее в атмосферах, содержащих высокие концентрации сульфатов	Кислых грунтов	Медь Нержавеющая сталь

Таблица 15 – Минимальные размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле

Материал	Поверхность	Профиль	Минимальный размер				
			Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Толщина, мм	Толщина покрытия	
						Единичное значение, мкм	Среднее значение, мкм
Сталь черная	Без покрытия	Прямоугольный ¹⁾	-	100	4	-	-
		Угловой	-	-	4	-	-
		Трубный	32	-	3,5	-	-
		Круглый для вертикальных заземлителей длиной не более 5м	12	-	-	-	-
		Круглый для вертикальных заземлителей длиной более 5м	16	-	-	-	-
		Круглый для горизонтальных заземлителей	10	-	-	-	-
Сталь	Оцинкованная горячим способом ²⁾ или не ржавеющая ^{2),3)}	Прямоугольный	-	90	3	63	70
		Угловой	-	90	3	63	70
		Круглый для вертикальных заземлителей длиной не более 5м	12	-	-	63	70
		Круглая прово-лока для горизонтальных заземлителей	10	-	-	-	50 ⁴⁾
		Трубный	25	-	2	47	55

Таблица 15 – Минимальные размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле (продолжение)

Материал	Поверхность	Профиль	Минимальный размер				
			Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Толщина, мм	Толщина покрытия	
						Единичное значение, мкм	Среднее значение, мкм
	В медной оболочке	Круглые стержни для глубинных электродов заземления	15	-	-	2000	-
	С электрохимическим медным покрытием	Круглые стержни для глубинных электродов заземления	14	-	-	240	250
Медь	Без покрытия ¹⁾	Прямоугольный	-	50	2	-	-
		Круглая проволока для горизонтальных заземлителей	-	25 ¹⁾	-	-	-
		Трос	1,8 для каждой проволоки	25	-	-	-
		Трубный	-	-	2	-	-
	Луженая	Трос	1,8 для каждой проволоки	25	-	-	-
	Оцинкованная	Прямоугольный	-	50	2	20	40
Примечание ¹⁾ Прокат или нарезанная полоса со скругленными краями. ²⁾ Может также быть использован для электродов, погруженных в бетон. ³⁾ Применяется без покрытия. ⁴⁾ В случае непрерывного горячего цинкования толщиной покрытия в 50 мкм соответствует настоящим техническим возможностям							

8.2 Внутренняя система молниезащиты

Внутренняя система молниезащиты (СМЗ) не должна допускать возникновения опасного искрения в защищаемом здании из-за тока молнии, протекающего во внутренней СМЗ или в других проводящих частях здания.

Опасное искрение может возникать между внешней СМЗ и другими компонентами, например, металлическими установками, внутренними системами, внешними токопроводящими частями и линиями, присоединенными к зданию.

Искрение, возникающее в здании с риском взрыва, всегда представляет собой опасность. В этом случае требуются дополнительные меры молниезащиты.

Опасного искрения между различными частями можно избежать за счет уравнивания потенциалов молнии, электрической изоляции между частями.

8.2.1 Система уравнивания потенциалов

8.2.1.1 Правила выполнения системы уравнивания потенциалов определены стандартом МЭК 364-4-41 и п.п. 1.7.82, 1.7.83, 7.1.87, 7.1.88 ПУЭ 7-го изд. Эти правила предусматривают подсоединение всех подлежащих заземлению проводников к общей шине (Рис. 10). На Рисунке 11 приведен пример выполнения системы уравнивания потенциалов в электроустановке жилого дома.

8.2.1.2 На вводе в здание выполняется система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями, металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие части должны соединяться между собой на вводе в здание.

8.2.1.3 Для ванных и душевых помещений дополнительная система уравнивания потенциалов является обязательной и должна предусматривать, подключение сторонних проводящих частей, выходящих за пределы помещений. Если отсутствует электрооборудование с подключенными к системе уравнивания потенциалов нулевыми защитными проводниками, то систему уравнивания потенциалов следует подключить к РЕ шине (зажиму) на вводе. Нагревательные элементы, замоноличенные в пол, должны быть покрыты заземленной металлической сеткой или заземленной металлической оболочкой, подсоединенными к системе уравнивания потенциалов. Не допускается использовать для саун, ванных и душевых помещений системы местного уравнивания потенциалов.

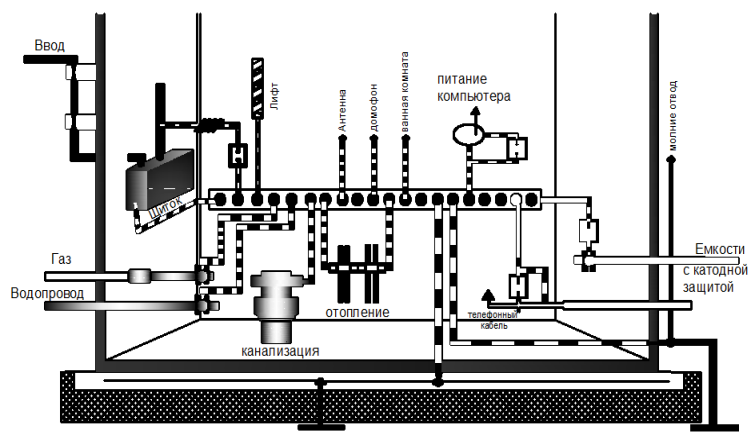
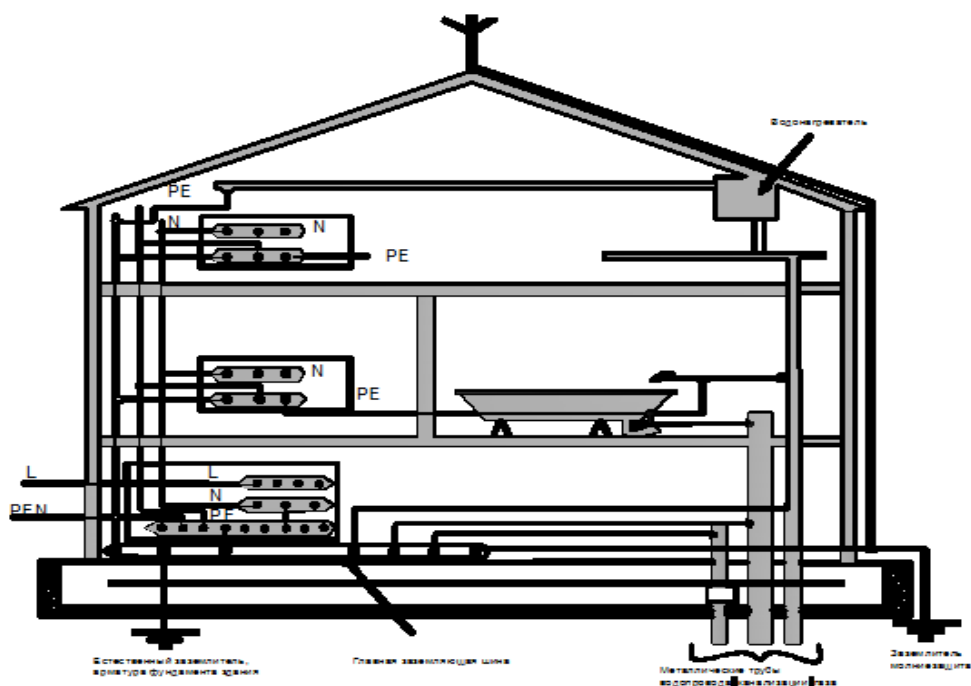


Рисунок 10- Пример выполнения системы уравнивания потенциалов

Рисунок 11- Пример выполнения уравнивания потенциалов
в электроустановке здания с системой TN-C-S

8.2.2 Электроизоляция внешней системы молниезащиты

Электрическая изоляция между молниеприемником или токоотводом и металлическими частями зданий (сооружений), металлическими установками и внутренними системами осуществляется посредством обеспечения зазора d между частями, превышающими по размеру безопасное расстояние s :

$$S = k_i \frac{k_c}{k_m} l, \quad (7)$$

где k_i зависит от выбранного класса СМЗ (Таблица 16);

k_c зависит от тока молнии, направленного на токоотводы (Таблица 17);

k_m зависит от материала электроизоляции (Таблица 18);

l — длина вдоль молниеприемника или токоотвода от точки, в которой рассматривают безопасное расстояние, до ближайшей точки уравнивания потенциалов, м.

**Таблица 16 - Изоляция внешней системы молниезащиты.
Значения коэффициента k_i**

Класс системы молниезащиты	k_i
I	0,08
II	0,06
III-IV	0,04

**Таблица 17 - Изоляция внешней системы молниезащиты.
Значения коэффициента k_c**

Количество токоотводов, n	k_c
1	1
2	1...0,5
4 и более	1...1/n

**Таблица 18 - Изоляция внешней системы молниезащиты.
Значения коэффициента k_m**

Материал	k_m
Воздушная	1
Бетон, кирпичи	0,5

8.3 Техническое обслуживание и проверка система молниезащиты

Целью проверки системы молниезащиты является подтверждение того, что:

- СМЗ соответствует проекту, отвечающему всем требованиям;
- все ее компоненты находятся в хорошем состоянии и могут выполнять свои функции, коррозия отсутствует;

- недавно добавленные линии электропередачи или конструкции включены в СМЗ.

Проверки проводят следующим образом:

- в ходе строительства здания, чтобы проконтролировать наличие встроенных электродов;

- после установки СМЗ;
 - периодически через промежутки времени, которые определены с учетом защищаемого здания, то есть в зависимости от проблем с коррозией и класса СМЗ.
 - после изменений или ремонта или если известно, что в здание ударила молния.
- Во время регулярного обследования особенно важно проверить следующее:
- ухудшение состояния и наличие коррозии элементов молниеприемника, проводников и соединений;
 - коррозию заземляющих электродов;
 - значение удельного сопротивления для системы заземления;
 - состояние соединений, уравнивания потенциалов и крепежных средств.

Регулярные проверки являются важнейшими условиями надежного технического обслуживания СМЗ. Владелец здания должен быть проинформирован обо всех выявленных нарушениях, которые необходимо незамедлительно устранить.

9 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

9.1 Антенны

Антенная мачта соединена через волновое защитное устройство или искровой промежуток с молниеотводом, если только антенна не находится вне защищаемой зоны или на другой крыше.

Поддерживающая мачта может применяться при следующих условиях:

- общая мачта опоры состоит из адекватно расположенных труб, которые не нуждаются в растяжках;
- молниеотвод РСЭ присоединён к вершине мачты;
- вершина молниеприёмника РСЭ находится, по меньшей мере, на 2 м выше ближайшей антенны;
- молниеотвод установлен при помощи хомута, соединённого со стержнем (шестом);
- коаксиальный кабель антенны проложен внутри антенной мачты;

Надежным методом защиты является также установка грозозащитного разрядника перед окончательным прибором (Рис. 12). В момент возникновения перенапряжения защитный прибор устанавливает кратковременное соединение между питающей линией антенны и электрической сетью (провода L, N, PE). При этом посредством специальных элементов защиты от перенапряжений создается перекрытие места приближения перед прибором – объектом защиты.

9.2 Заводские трубы

Дым и горячие газы подвержены ударам молнии, так как создают дополнительную ионизацию воздуха.

На верхней части трубы устанавливается молниеприёмник РСЭ из материалов, подходящих для коррозионной атмосферы и повышенной температуры. Он размещается с обдуваемой стороны.

При наличии на зданиях и сооружениях прямых газоотводных труб для газов, паров и взвесей взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное полушарием радиуса 5 м.

Для газоотводных и дыхательных труб, оборудованных колпаками или «гусаками», в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой H и радиусом R :

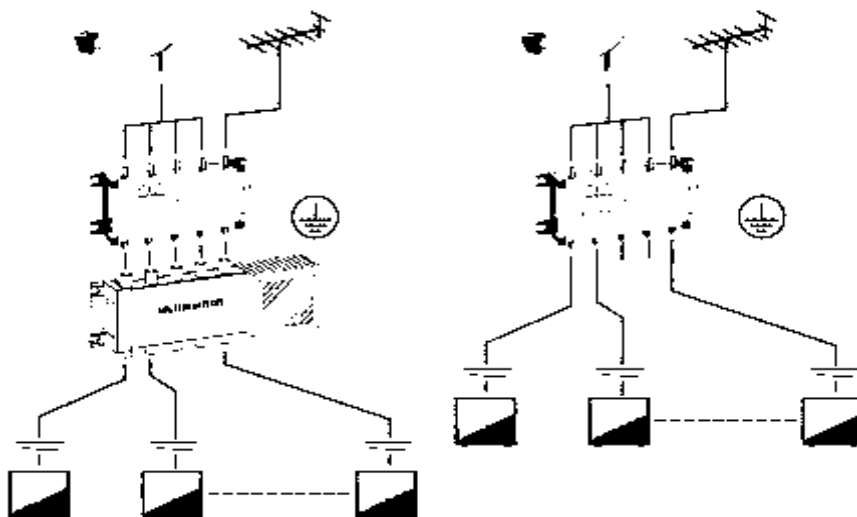


Рисунок 12- Антенна с блоком схемы защиты

- для газов тяжелее воздуха при избыточном давлении внутри установки менее 5,05 кПа (0,05 ат) $H=1$ м, $R=2$ м; 5,05 - 25, 25 кПа (0,05 - 0,25 ат) $H=2,5$ м, $R=5$ м;

- для газов легче воздуха при избыточном давлении внутри установки менее 25, 25 кПа $H=2,5$ м, $R=5$ м; свыше 25, 25 кПа $H=5$ м, $R=5$ м.

Для дымоходных труб высотой 40 метров и выше, как минимум должны устанавливаться два молниеотвода, диаметрально расположенных с обдуваемой и не обдуваемой стороны. Эти молниеотводы соединены на верхнем конце и у основания дымоходной трубы при помощи горизонтальных проводников. Каждый молниеотвод должен быть заземлён.

9.3 Хранилища возгораемых и взрывчатых материалов

Ёмкости, содержащие горючие жидкости, должны быть заземлены. Молниеприёмники РСЭ должны быть подняты на мачты, шесты, пилоны и другие структуры, находящиеся на расстоянии не менее 8 м от ёмкости по горизонтали и вертикали и 20 м от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом, соответственно. Молниеотвод и система заземления должны быть эквипотенциальными.

Минимальное допустимое расстояние от молниеотводов до взрывоопасных помещений и установок определяется в соответствии таблицей 15 ПУЭ. Вблизи

пожароопасных зон СМЗ устанавливается в соответствии с классами зоны, но не менее 5 м от этих зон, также в соответствии с ПУЭ.

9.4 Религиозные постройки

Шпили, башни, минареты и звонницы подвержены риску ударов молнии. Высотные выступающие части должны быть защищены молниеприёмниками РСЭ с молниеотводами, соединёнными с землей, проложенными по главной башне.

Второй молниеотвод должен быть проложен по гребню нефа (пристройка к высотной части), если существует одно или более из нижеследующих условий:

- общая высота превышает 40 метров;
- по причине своей длины неф простирается за пределы зоны защиты высотной части.

Второй молниеотвод должен быть присоединён к первому молниеотводу и молниеприёмнику на вершине высотной части.

Все металлические предметы внутри и вне здания, система РСЭ и общий контур заземления здания должны быть эквипотенциальными.

9.5 Открытые площадки, зона отдыха, деревья

Игровые поля, лагеря, автостоянки, плавательные бассейны, треки, автодромы, парки отдыха и т.д. оснащаются системами РСЭ.

Молниеприёмники РСЭ устанавливаются на флагштоки, осветительные мачты, пилоны или иные высотные структуры. Количество и расположение систем РСЭ зависит от типа и площади поверхности, которая должна быть защищена в соответствии с положениями свода правил.

В местах, где опасность удара молнии влечёт опасность для близлежащих структур, в том числе для исторических и эстетических памятников, дерево может быть защищено при помощи установки молниеприёмника РСЭ на его вершине.

При монтаже предлагается использовать молниеотвод в виде гибкого кабеля, закреплённого при помощи хомутов к главному стволу дерева.

9.6 Дополнительные меры защиты

При использовании кабелей без металлической оболочки должны прокладываться в металлических трубах, которые должны быть заземлены.

При применении кабелей с металлической бронёй или труб, проложенных в земляных траншеях или открытым способом длиной более 20 м, броня и металлическая оболочка кабелей (при её наличии) или трубы должны иметь электрический контакт с металлоконструкциями опор или здания с одного конца, и с заземлителем сооружения – с другого [3].

Металлические конструкции и корпуса оборудования, устройств и приборов, находящиеся в защищаемом здании, должны быть присоединены к отдельному заземлителю или к железобетонному фундаменту здания.

Внутри зданий и сооружений между трубопроводами и другими протяжёнными металлическими конструкциями в местах их взаимного сближения на расстоянии менее 10 см через каждые 20 м следует приваривать или припаивать перемычки из стальной проволоки диаметром не менее 5 мм или стальной ленты сечением не менее 24 мм.

В соединениях элементов трубопроводов или других протяжённых металлических предметов должны быть обеспечены переходные сопротивления не более 0,03 Ом на каждый контакт.

Кабели и оборудование должны быть защищены от перенапряжений в результате воздействия молнии с помощью применения либо экранирования, либо разрядников для отвода токов на землю. Типичный молниевый удар несёт в себе мощность около $3 \cdot 10^{12}$ Вт при напряжении $1,25 \cdot 10^8$ В и токе свыше 20 кА. Разработка, тестирование и взаимосвязь изоляции с устройствами молниезащиты может быть облегчена путём принятия стандартной волны напряжения молнии в 1,2 х 50, как импульса перенапряжения, то есть в микросекундной волне 1,2 х 50 максимум достигается за 1,2 мкс, а спад до половины максимального значения напряжения происходит за 50 мкс.

10 ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ И ПРОТИВОВЗРЫВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

10.1.1 Электрические сети и электрооборудование предприятий должны отвечать противопожарным требованиям действующих нормативных документов.

10.1.2 Пожарная безопасность при эксплуатации электроустановок на предприятиях должна обеспечиваться:

- Правильным выбором степени защиты электрооборудования.
- Защитой электрических аппаратов и проводников от токов короткого замыкания и перегрузок.
- Заземлением электроприемников.
- Надежностью электроснабжения противопожарных устройств.
- Организационно-техническими мероприятиями (профилактические ремонты, испытания, обслуживание и т.п.) при эксплуатации электроустановок.

10.1.3 Во взрывоопасных зонах любого класса электроустановки всех напряжений переменного и постоянного тока должны быть заземлены (занулены). При установке электрооборудования на металлических конструкциях заземляющие и нулевые защитные проводники должны присоединяться непосредственно к корпусам электрооборудования – к заземляющему зажиму на корпусе или к заземляющему (нулевому) зажиму вводного устройства.

В качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников должны быть использованы только специально предназначенные для этого проводники. Использование для этих целей конструкций зданий, стальных труб электропроводок, металлических оболочек и брони кабелей и т.п. допускается только как дополнительное мероприятие. Магистраль заземления должны быть присоединены к заземлителям не менее чем в двух

разных местах и, по возможности, с противоположных концов взрывоопасной зоны.

10.1.4 Ежегодно перед началом грозового сезона должен производиться замер сопротивления заземлителей молниезащиты зданий и сооружений.

11 ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ПРОВЕРКЕ, ИСПЫТАНИЮ И СДАЧЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Заземляющие устройства должны отвечать требованиям обеспечения защиты людей от поражения электрическим током, защиты электроустановок, а также обеспечения эксплуатационных режимов работы.

Все металлические части электроустановок и электрооборудования, на которых может возникнуть напряжение вследствие нарушения изоляции, должны быть заземлены или занулены в соответствии с требованиями ПУЭ.

11.1 При сдаче в эксплуатацию заземляющих устройств электроустановок монтажной организацией должны быть предоставлены:

- утвержденная проектно-техническая документация на заземляющие устройства;
- исполнительные схемы заземляющих устройств;
- основные параметры элементов заземляющих устройств (материал, профиль, линейные размеры);
- акты на выполнение скрытых работ;
- протоколы приемо-сдаточных испытаний.

11.2 Для определения технического состояния заземляющего устройства периодически осуществляется:

- внешний осмотр видимой части заземляющего устройства;
- осмотр с проверкой цепи между заземлителем и заземляющими элементами (отсутствие обрывов и неудовлетворительных контактов в заземляющем проводнике, надежность соединений естественных заземлителей);
- измерение сопротивления заземляющего устройства;
- выборочное вскрытие грунта для осмотра элементов заземляющего устройства, находящегося в земле;
- измерение удельного сопротивления грунта для опор линий электропередачи напряжением свыше 1000 В;
- измерение напряжения прикосновения в электроустановках, заземляющее устройство которых выполнено в соответствии с нормами на напряжение прикосновения;
- проверка пробивных предохранителей в электроустановках до 1000 В с изолированной нейтралью;
- измерение полного сопротивления петли «фаза-нуль» или тока однофазного замыкания на корпус или в электроустановках до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

11.3 На каждое заземляющее устройство, находящееся в эксплуатации, должен быть паспорт, в который включаются:

- дата ввода в эксплуатацию;
- исполнительная схема заземления;
- основные технические характеристики;

- данные о результатах проверок состояния устройства;
- ведомости осмотров и выявленных дефектов;
- характер ремонтов и изменений, внесенных в это устройство.

11.4 Выборочная проверка со вскрытием грунта должна проводиться:

- на подстанциях - вблизи нейтралей силовых трансформаторов и автотрансформаторов, короткозамыкателей, шунтирующих реакторов, заземляющих вводов дугогасительных реакторов, разрядников, ограничителей перенапряжений;
- на ПЛ – в 2% опор с заземлителями.

11.5 Измерение напряжения прикосновения должно осуществляться после монтажа, переоборудования и капитального ремонта заземляющего устройства, но не реже одного раза в 6 лет. Кроме того, на предприятии ежегодно должны проводиться: уточнение тока однофазного КЗ, стекающего в землю с заземлителя электроустановки; сравнение их с требованиями ПУЭ.

11.6 Величина сопротивления заземляющих устройств должна поддерживаться на уровне, определенном требованиями ПУЭ.

12 КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Современные методы диагностической проверки способны удостоверить работоспособность отдельных устройств в системе защиты и установить путь прохождения молнии по поражённому объекту. Датчики регистрации проходящего тока молнии могут быть установлены на молниеотводах. Регулярная инспекция и испытания должны быть частью установленной программы по поддержанию СМЗ в рабочем состоянии. Без такой программы СМЗ может стать неэффективной.

Компоненты СМЗ могут потерять свою эффективность со временем в результате коррозии, метеоусловий, механических повреждений и действия молнии.

12.1 Визуальный осмотр

Целью этого осмотра является соответствие СМЗ положениям настоящей инструкции:

- молниеприёмник РСЭ находится на высоте не менее 2 м от защищаемой площади и охватывает её;
- материалы, средства и способы контроля соответствуют положениям настоящей инструкции и другим стандартам;
- проводники проложены, размещены и электрически подсоединены должным образом;
- все безопасные дистанции выдержаны и эквипотенциальные соединения обеспечены;
- значение сопротивления системы заземления соответствует норме;
- все системы заземления соединены между собой.

12.2 График инспекций

Частота инспекций определяется уровнем защиты (I - очень высокий, II - высокий, III - стандартный) (Табл.19)

Таблица 19 - Частота инспекций в год

	Нормальные условия	Коррозионное окружение
Уровень I	1/2	1
Уровень II	1/3	1/2
Уровень III	1/3	1/2

СЗМ должна инспектироваться при реконструкции структуры, ремонтах и после удара молнии.

Визуальный контроль должен выполняться для обеспечения следующих параметров:

- никакое расширение или модификация защищаемой структуры не требует дополнительных мер по защите от удара молнии;
- электрическая целостность проводников сохранена;
- все крепёжные элементы находятся в исправном состоянии;
- никакие части не разрушены коррозией;
- безопасные дистанции соблюдены и эквипотенциальных соединений достаточно и они находятся в хорошем состоянии.

Каждая инспекция, проведённая по графику, является предметом детального отчёта, содержащего все сведения об обнаруженных отклонениях и мерах, которые должны быть осуществлены.

Любые нарушения, обнаруженные при плановой инспекции, должны быть устранены как можно скорее для поддержания работоспособности СЗМ.

Приложение А
(информационное)

Метод катящейся сферы

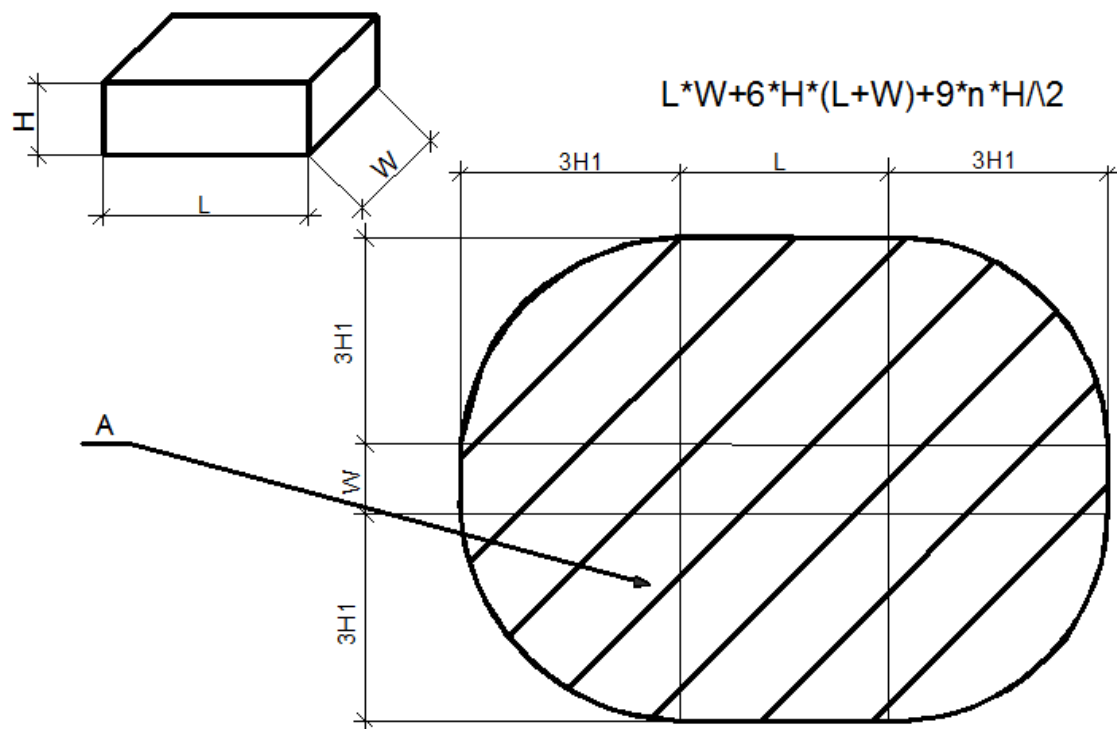


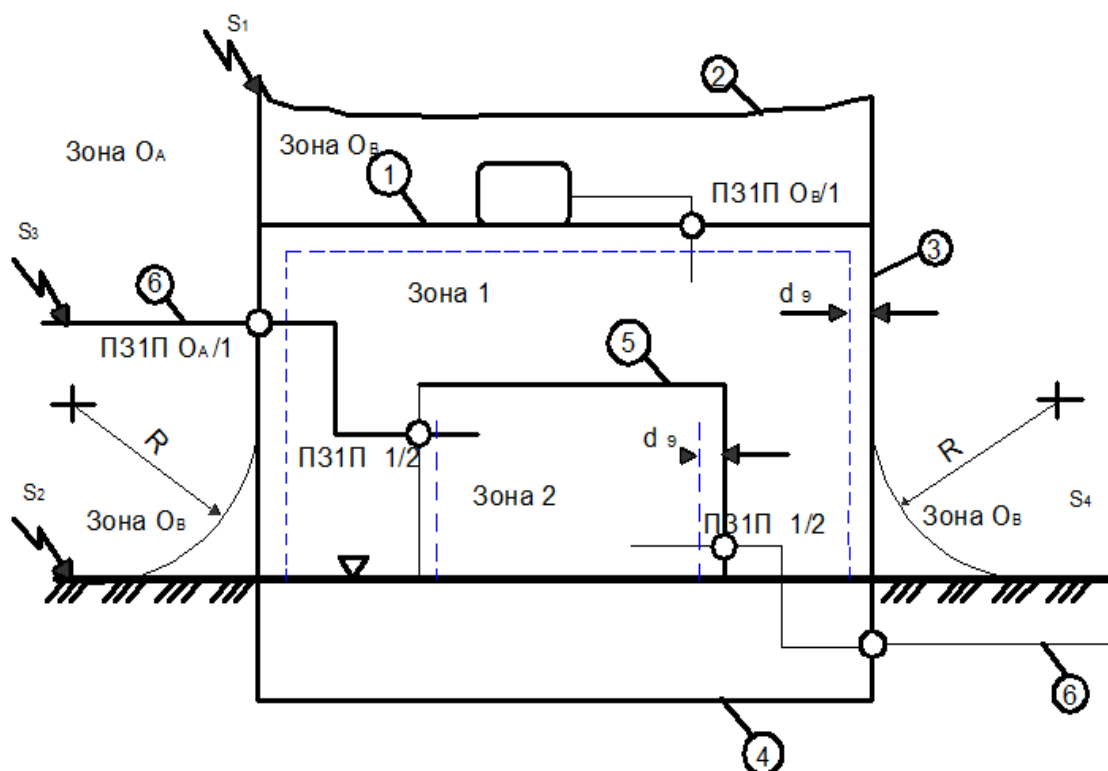
Рис. А.1 - Прямоугольное здание

Эквивалентная площадь отбора молний для сооружений определяется как площадь поверхности земли, которая имеет такую же годовую частоту прямых разрядов молнии, что и сооружение.

Приложение Б
(информационное)

Зоны защиты от действия молнии

- 1 - здание (экран зоны 1)
- 2 - молниеприемник (воздушное окончание системы)
- 3 - вертикальный проводник системы
- 4 - окончание системы в земле
- 5 - пространство (экран зоны 2)
- 6 - ввод линии электропередачи или связи к зданию



S_1 - разряд молнии в молниеприемник

S_2 - разряд у здания

S_3 - разряд в воздушное вввод в здание

S_4 - разряд у кабельного ввода в здание

R - радиус фиктивной сферы

D_s - безопасное расстояние против слишком высокого магнитного поля

СП РК 2.04-103-2013*

- Уровень земли

- Эквипотенциальные соединения совместно с установкой УЗИП

Зона 0_A - прямой удар, полный ток молнии, полное магнитное поле

Зона 0_B - не подверженных прямому удару, частичный ток молнии или индуцированный, полное магнитное поле

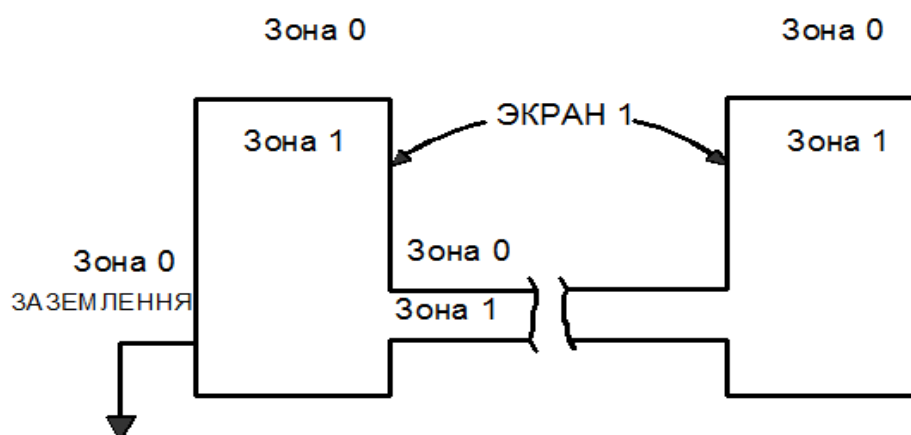
Зона 1 - не подверженных прямому удару, ограниченный ток молнии или индуцированный, ослабленное магнитное поле

Зона 2 - не подверженных прямому удару, индуцированные токи, дальнейшее ослабление магнитного поля.

Защитные объемы внутри зон 1 и 2 должны учитывать расстояние D_s .

Приложение В
(информационное)

Объединение двух зон защиты от действия молнии



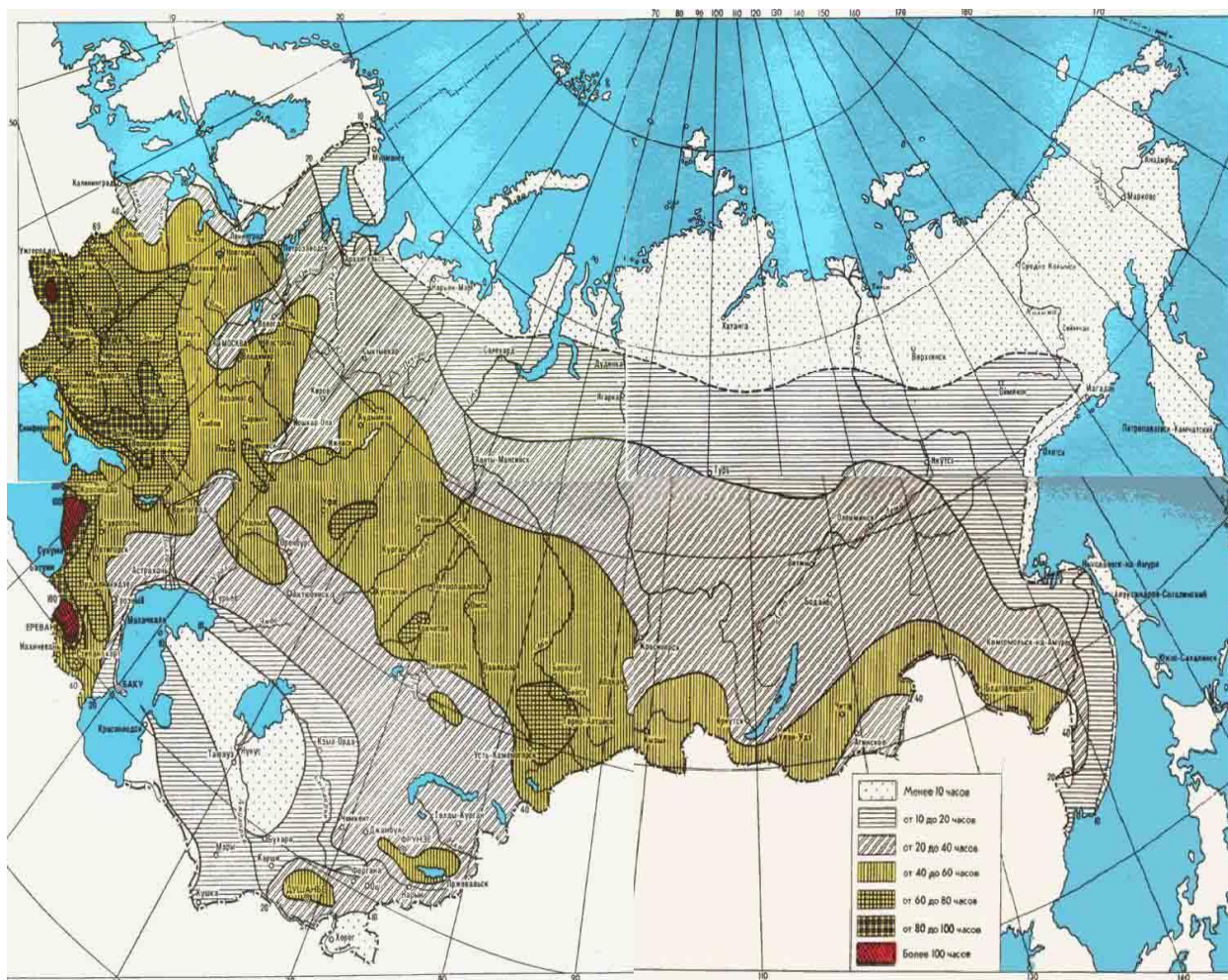
Зона 0 - прямой удар, полный ток молнии;
Зона 1 - не подверженный прямому удару.

Приложение Г (информационное)

Характеристики интенсивности грозовой деятельности и грозопоражаемости зданий и сооружений

Среднегодовая продолжительность гроз в произвольном пункте на территории Республики Казахстан определяется по карте (см. рисунок) или по утвержденным для некоторых областей РК региональным картам продолжительности гроз, или по средним многолетним (порядка 10 лет) данным метеостанции, ближайшей от места нахождения здания или сооружения.

Карта средней за год продолжительности гроз в часах для территории Республики Казахстан



Подсчет ожидаемого количества N поражений молнией в год производится по формулам:

- для сосредоточенных зданий и сооружений (дымовые трубы, вышки, башни)

$$N = 9\pi h^2 n \cdot 10^{-6}, \quad (\text{Г.1})$$

- для зданий и сооружений прямоугольной формы

$$N = [(S + 6h)(L + 6h) - 7.7h^2]n \cdot 10^{-6}, \quad (\text{Г.2})$$

где h - наибольшая высота здания или сооружения, м;

S, L - соответственно ширина и длина здания или сооружения, м;

n - среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности (удельная плотность ударов молнии в земли) в месте нахождения здания или сооружения.

Для зданий и сооружений сложной конфигурации в качестве S и L рассматриваются ширина и длина наименьшего прямоугольника, в который может быть вписано здание или сооружение в плане.

Для произвольного пункта на территории РК удельная плотность ударов молнии в землю n определяется исходя из среднегодовой продолжительности гроз в часах следующим образом:

Среднегодовая продолжительность гроз, ч	Удельная плотность ударов молнии в землю n , $\text{I}/\text{км}^2$
10 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	4
60 - 80	5,5
80 - 100	7
100 и более	8,5

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] IEC 62305-1:2006 Protection against lightning – Part 1: General principles (Защита от атмосферного электричества. Часть 1. Общие принципы);
- [2] IEC 62305-2:2006 Protection against lightning – Part 2: Risk management (Защита от атмосферного электричества. Часть 2. Управление риском);
- [3] IEC 62305-3:2006 Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Защита от атмосферного электричества. Часть 3. Физические повреждения конструкций и опасность);
- [4] IEC 62305-4:2006 Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures (Защита от атмосферного электричества. Часть 4. Электрические и электронные системы внутри конструкций);
- [5] IEC 62305-5:2006 Protection against lightning – Part 5: Services (Защита от атмосферного электричества. Часть 5. Системы энергоснабжения);
- [6] IEC 60079-10-1:2008 Среды взрывоопасные. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды;
- [7] IEC 61643-1:2005 Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 1. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным энергораспределительным системам. Требования и испытания;
- [8] NFC 17-100 Национальный стандарт Франции. «Система молниезащиты. Защита объектов/конструкций от грозового разряда»;
- [9] NFC 17-102 Национальный стандарт Франции. «Система молниезащиты. Защита структур и открытых площадей от молнии с использованием ранней стримерной эмиссии (РСЭ) молниеприёмников». NFC;
- [10] IEC-61024-1 (1990-04): «Молниезащита строительных конструкций. Часть 1. Основные принципы»;
- [11] IEC-61312-1 (1995-05): «Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Основные принципы»;
- [12] ТКП 336-2011 (02230) «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций» Министерство энергетики Республики Беларусь.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

УДК 699.83

МКС 91.120.40

Ключевые слова: молния, виды молнии, удар молнии, воздействие молнии, меры молниезащиты, уровни защиты, заземлители, молниеприемник, молниеотвод, токоотводы, перемычка, молниеприемная сетка, электрогеометрический метод, внутренняя и внешняя система молниезащиты, система уравнивания потенциалов, заземляющие устройства

Ресми басылым

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ИНДУСТРИЯ ЖӘНЕ ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ ДАМУ
МИНИСТРЛІГІ ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ
ІСТЕРІ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

ҚР ЕЖ 2.04-103-2013*

**ҒИМАРАТТАР МЕН ИМАРАТТАРДЫ
НАЙЗАҒАЙДАН ҚОРҒАУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ**

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392 76 16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА МИНИСТЕРСТВА ИНДУСТРИИ И ИНФРАСТРУКТУРНОГО РАЗВИТИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**СВОД ПРАВИЛ
Республики Казахстан**

СП РК 2.04-103-2013*

УСТРОЙСТВО МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392 76 16 – приемная