

**Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

**Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК**

**ҒИМАРАТҚА ТҮСЕТІН ЖҮКТЕМЕЛЕР МЕН ӘСЕР ЕТУ. ҚАР
ЖҮКТЕМЕЛЕРІ. ЖЕЛДІҢ ӘСЕР ЕТУІ
(ҚР ҚН EN 1991-1-3 (4):2003/2011-ге)**

**НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДАНИЯ. СНЕГОВЫЕ НАГРУЗКИ.
ВЕТРОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ
(к СН РК EN 1991-1-3 (4):2003/2011)**

**ҚР НТҚ 01-01-3.1(4.1)-2012
НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2012**

**Ресми басылым
Издание официальное**

**Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және
жер ресурстарын басқару комитеті**

**Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и
управления земельными ресурсами
Министерства национальной экономики Республики Казахстан**

Астана 2015

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «ЗЦ «Алматытехстройэксперт» 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 ҚАБЫЛДАНҒАН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН МЕРЗІМІ:** 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
- 4 ОРНЫНА:**

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «ЗЦ «Алматытехстройэксперт»
- 2 ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 ПРИНЯТ 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
- 4 ВЗАМЕН:**

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

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	VI
1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР.....	1
1.1 Қолдану саласы.....	1
1.2 Нормативтік сілтемелер.....	3
1.3 Терминдер мен анықтамалар.....	3
1.4 Шарттық және әріптік белгілер.....	4
2 ӘСЕР ЕТУДІ ЖІКТЕУ.....	5
3 ЕСЕПТІК ЖАҒДАЙЛАР.....	6
3.1 Жалпы ережелер	6
3.2 Қалыпты жағдайлар	6
3.3 Төтенше жағдайлар	6
3.4 Төтенше қар жүктемесінің есебімен ғимараттардың жабынын (шатырын) есептеуге арналған есептік жағдайлар.....	7
4 ТОПЫРАҚҚА ТҮСЕТІН ҚАР ЖҮКТЕМЕСІ.....	8
4.1 Сипаттамалық мәні.....	8
4.2 Қазақстан Республикасы аумағын топыраққа түсетін қар жүктемесі бойынша аудандастыру	8
4.3 Қазақстан Республикасы аумағы үшін топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні.....	9
4.4 Басқа сипаттамалық мәндер.....	10
4.5 Топыраққа түсетін төтенше қар жүктемесінің әрекеті.....	11
4.6 Алаңшаның орналасу биіктігінің әсері.....	11
Топыраққа түсетін қар жүктемесін анықтаудың мысалдары.....	12
5 ЖАБЫНҒА ТҮСЕТІН ҚАР ЖҮКТЕМЕСІ	16
5.1 Жүктеме түрі	16
5.2 Жүктемелерді қосымшалаудың схемалары.....	16
5.3 Жабын формаларының коэффициенттері.....	18
5.3.1 Жалпы ережелер	18
5.3.2 Бір илемдік жабындар.....	19
5.3.3 Екі илемдік жабындар	19
5.3.4 Көп аралық екі илемдік жабындар.....	20
5.3.5 Цнемесендрлік жабындар.....	21
5.3.6 Биіктеу имараттарға жанасқан ғимараттардың жабындары.....	22
5.3.7 Жабынға түсетін қар жүктемесін анықтаудың мысалдары.....	23
6 ЛОКАЛДЫҚ ӘСЕРЛЕР	34
6.1 Жалпы ережелер	34
6.2 Қондырма мен бөгеттерде қардың жиналуы.....	34
6.3 Жабын илемінің шетінде қардың салбырап тұруы	35
6.4 Қарды ұстайтын бөгеттер мен басқа тосқауылдарға түсетін қар жүктемесі.....	35
А ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Жергілікті жағдай үшін пайдаланылатын қар жүктемелерін төлудің есептік жағдайлары мен схемалары	36
Б ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Төтенше қар үйінділеріне арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері.....	38
В ҚОСЫМШАСЫ (ақпараттық) ҚР аумағы үшін топыраққа түсетін қар жүктемесінің қабылданған сипаттамалық мәндерін негіздеу.....	44

Г ҚОСЫМШАСЫ (<i>ақпараттық</i>) Қайталану кезеңіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесін түзету.....	52
Д ҚОСЫМШАСЫ (<i>ақпараттық</i>) Қардың салыстырмалық салмағы.....	53
Е ҚОСЫМШАСЫ (<i>ақпараттық</i>) Әсер етуді қиыстыру.....	54
Ж ҚОСЫМШАСЫ (<i>ақпараттық</i>) Жабынға түсетін қар жүктемесін бөлудің қосымша схемалары	56
БИБЛИОГРАФИЯ	57

КІРІСПЕ

Осы құрал «Қазақ ғылыми-зерттеу және жобалау-эксперименталдық сейсмикаға төзімді құрылыс пен сәулет институты» республикалық мемлекеттік кәсіпорнымен «Алматытехстройэкспертиза ЗЦ» ЖШС қатысуымен дайындалды.

Құралда:

- ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 бөлімдерінде келтірілген қағидаттар мен ережелерді дамытатын ережелерде бар ғимараттар мен инженерлік имараттардың конструкцияларын жобалау кезінде пайдаланатын қар жүктемелерінің мәндерін анықтайтын қағидаттар және ережелер;

- ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 бөлімдерінде келтірілген қағидаттар мен ережелерді толықтыратын кепілдемелер және баламалық ережелер;

- ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 ережелерін тәжірибелік қолдануды көрсететін салдар келтірілген.

Осы құралды өңдеу кезінде, ҚР ҚН EN 1991-1-3: 2003/2011 ережелерінен басқа:

- ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 берілген Ұлттық қосымшаның ережелері;
- ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Құрылысты жобалаудың негіздері» ережелері;
- ҚР ҚН EN 1991-1-1:2002/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету. 1-1-бөлім. Өзіндік салмақ, тұрақты және қосымшаланған жүктемелер» ережелері;

- Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың 1 картасы (б) [ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы];

- «ҚР ҚН EN1991-2007/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету» климаттық параметрлердің картасын жасауға арналған бақылаудың есептік кезеңіндегі климаттық параметрлерді өңдеу жөніндегі әдістемелік нұсқаулар» ҒТҚ, ҚазҒСТҚСИ, 2011 [3] ғылыми техникалық құжатын өңдеу кезінде орындалған статистикалық сараптаманың нәтижелері;

- ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 талаптарын толықтыратын және оларға қайшы келмейтін кейбір жалпы құпталған ережелер ескерілген.

Құрал жобалық ұйымдардың инженерлік-техникалық жұмысшыларына, ғылыми жұмысшыларға, жобалық өнімнің тапсырысшыларына, жоғарғы оқу орындарының оқытушыларына арналған.

Осы құрал Қазақстан Республикасының нормативтік құжаты ретінде ерікті негізде қолдану үшін әрекетке енгізіледі.

ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК
ҒИМАРАТҚА ТҮСЕТІН ЖҮКТЕМЕЛЕР МЕН ӘСЕР ЕТУ.
Қар жүктемелері. Желдің әсер етуі

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДАНИЯ.
Снеговые нагрузки. Ветровые воздействия

Енгізілген күні - 2015-07-01

1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

1.1 Қолдану саласы

1.1.1 Осы құрал ҚР ҚН EN1991-1-3:2003/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету. 1-3 бөлім. Жалпы әсер ету. Қар жүктемелері» дамыту үшін жасалған және ғимараттар мен инженерлік имараттарды жобалау кезінде пайдаланатын қар жүктемелерін анықтаудың ережелерінен тұрады.

1.1.2 Құрал:

- жобалық құжаттаманың тапсырысшылары,
- ғимараттар мен имараттарды жобалауды жүзеге асыратын мамандар,
- ғимараттар мен имараттарды жобалау және құрылысын салудың сапасын тексеруді жүзеге асыратын мамандар,
- тиісті әкімшілік органдар пайдалануға арналған.

1.1.3 Теңіз деңгейінен 800 м дейінгі биіктікте орналасқан алаңшаларда ғимараттар мен имараттарды жобалау үшін пайдаланатын топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндері:

- топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің картасында (құрастыру кезеңінде);¹

- Қазақстан Республикасы аумағы үшін топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің картасын жасағанға дейінгі өтпелі кезеңге қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастыру (б) 1-картасында берілген мәндер [ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы] қолданылады.

1.1.4 Теңіз деңгейінен 800 м дейінгі биіктікте орналасқан алаңшаларда ғимараттар мен имараттарды жобалау үшін пайдаланатын топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндері жер биіктігі бойынша түзетулердің есебісіз анықталады.

1.1.5 Теңіз деңгейінен 800 м дейінгі биіктікте орналасқан алаңшаларда ғимараттар мен имараттарды жобалау үшін пайдаланатын топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндері:

¹ ҚР аумағының климатикалық параметрлерінің картасы (ҚР ҚН EN1991:2007/2011 берілген қосымша) өтпелі кезеңнің ішінде, 2015 жылға дейін, жасалуы керек.

- қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің картасында (құрастыру кезеңінде) белгіленген климаттық өңірлер үшін эмпириялық тәуелділік бойынша, Ұлттық қосымшаның кепілдемелеріне сәйкес;

- ҚР климаттық өңірлеріне арналған қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің картасын, Алматы өңірінің (Іле Алатауы) аумағына ұқсас, осы құралдың 4.6-бөлімінде келтірілген эмпириялық тәуелділік бойынша құрастырғанға дейін анықталады;

ЕСКЕРТПЕ - Аз зерттелген және таулы аудандар үшін, Қазақстан Республикасы аумағындағы қар жүктемелерінің сипаттамалық мәнінің жаңа картасын құрастырғанға дейін, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндерін «Қазгидромет» РМК аумақтық ұйымдарының деректері бойынша немесе арнайы техникалық шарттар бойынша қабылдауға жол беріледі.

1.1.6 [1.1(3)] А (міндетті) қосымшасында жергілікті жағдайға қолданбалы жүктемелердің есептік жағдайлары және қосымшаландыру схемалары туралы ақпарат бар.

1.1.7 [1.1(4)] Б (міндетті) қосымшасында төтенше қар үйінділерінің әрекеті кезінде пайдаланылатын жабындардағы қар жүктемелерінің формасының коэффициенттерінің мәндері бар.

1.1.8 В (ақпараттық) қосымшасында ҚР ҚН EN1991-1-3:2002/2011 («Әдістемелік нұсқаулар...»[3]) 2011 жылы арнайы қабылданған редакциясы үшін ҚР Құрылыс және ТКШ агенттігінің тапсырысы бойынша орындалған жұмыстардың нәтижесі бойынша алынған топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәндері бар.

1.1.9 [1.1(6)] Г (ақпараттық) қосымшасында қайталану кезеңіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемелерін түзету жөніндегі нұсқаулар бар.

1.1.10 [1.1(7)] Д (ақпараттық) қосымшасында қардың салыстырмалық салмағы туралы ақпарат бар.

1.1.11 Е (ақпараттық) қосымшасында ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011, 6.4 сәйкес ауыспалы (қар) жүктемелерінің есебімен ғимараттар мен имараттарды есептеу үшін қабылданған әсер етудің (қауіпті шекті жағдай) қиыстыру бойынша ақпарат бар.

1.1.12 Ж (ақпараттық) қосымшада ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» [1] келтірілген жабынға түсетін қар жүктемелерін бөлудің қосымша схемалары бар.

1.1.13 [1.1(8)] Осы құралда келесі арнайы жағдайларда қар жүктемелерін анықтаудың ережелері болмайды:

— биік орналасқан (биігірек) жабындардан қардың сырғанауы және құлауы нәтижесінен болатын қар жүктемелерден келетін соққылық әсер ету;

— қар әрекетімен немесе мұздың өсуімен (мұздану) пайда болған имараттың формасындағы және өлшемдеріндегі өзгерістердің нәтижесінен пайда болуы мүмкін қосымша жел жүктемелері;

— қар жыл бойы болатын жерлердегі жүктемелер;

— мұз жүктемелері;

— көлденең (бүйір) қар жүктемелері (мысалы, қар үйінділерімен пайда болған қысымның нәтижесіндегі көлденең жүктемелер);

— көпірлерге түсетін қар жүктемелері.

1.2 Нормативтік сілтемелер

Осы нормативтік-техникалық құралды қолдану үшін келесі сілтемелік нормативтік құжаттар керек:

ҚР ҚН EN 1990 Әсер етуді құрылыстық жобалаудың негіздері. Өзіндік салмақ, тұрақты және уақытша жүктемелер.

ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсеру» (міндетті 5 қосымшаның 1-картасы)

ISO 1000 Халықаралық бірліктер жүйесі (SI) және оның қосымшалары

ENISO 9001:2000 Сапаны басқару жүйесі – ISO 3898 талаптары

ЕСКЕРТПЕ Осы мемлекеттік нормативті пайдалану кезінде сілтемелік құжаттардың әрекетін ағынды жыл жағдайы бойынша жасалатын ақпараттық «Қазақстан Республикасы аумағында әрекет ететін сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізбесі», «Қазақстан Республикасының стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттардың көрсеткіші», «Стандарттау жөніндегі мемлекетаралық нормативтік құжаттардың көрсеткіші» бойынша тексеру мақсатқа сай келеді. Егер сілтемелік құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормативті пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу керек. Егер сілтемелік құжат ауыстырылмай алынып тасталған болса, онда оған сілтеме жасалған ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлікте қолданылады.

1.3 [1.6] Терминдер мен анықтамалар

Осы құралда ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 1.5 белгіленген терминдер мен анықтамалар төмендегілермен бірге қолданылады:

1.3.1[1.6.1] топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәні (characteristic value of snow load on the ground): төтенше қар жүктемелерінен басқа, 0,02 ұлғаюдың жылдық мүмкіншілігімен анықталатын, топыраққа түсетін қар жүктемесі.

1.3.2 [1.6.2] алаңшаның биік жағдайы (altitude on the site): жобаланған конструкцияны орналастыру шамаланатын немесе қолданыстағы конструкцияның орналастыратын алаңшаның (жердің) теңіздің орташа деңгейінің үстіндегі биіктік.

1.3.3 [1.6.3] топыраққа түсетін төтенше қар жүктемесі (exceptional snow load on ground): тек төменгі мүмкіндігі бар қар көшкіні нәтижесінде топырақтарға қар қаптамасынан болатын жүктеме.

1.3.4 [1.6.4] жабынға (шатырға) түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні (characteristic value of snow load on the roof): тиісті коэффициенттерге көбейтілген, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәні.

1.3.5 [1.6.5] үйінділердің есебісіз жабынға түсетін қар жүктемесі (un drifted snow load on roof): өзге климаттық әсер етудің салдарынан қарды қайтадан бөлу мүмкіндігінің есебісіз, жабынның формасымен ғана анықталатын жабынға түсетін қар жүктемелерін бөлудің схемасы.

1.3.6 [1.6.6] үйінділердің есебімен жабынға түсетін қар жүктемесі (drifted snow load on the roof): қардың орын ауыстыру нәтижесінен, мысалы – желдің әсер етуінен пайда болған, жабынға түсетін қар жүктемелерін бөлудің схемасы.

1.3.7 [1.6.7] жабынға түсетін қар жүктемесі формасының коэффициенті (roof snow load shape coefficient): қоршаған ортаның және температураның есебісіз, топыраққа үйіндісіз қар жүктемесінің жабынына әкелетін қар жүктемесінің қатынасы.

1.3.8 [1.6.8] жылу коэффициенті (thermal coefficient): жылу ағысына байланысты қардың еруін шақыратын жабын арқылы қар жүктемесінің азаю коэффициенті.

1.3.9 [1.6.9] қоршаған ортаның коэффициенті (exposure coefficient): топыраққа түсетін сипаттамалық қар жүктемесі ретінде жылытылмайтын ғимараттың жабынына түсетін жүктемелердің азаюының немесе ұлғаюының коэффициенті.

1.3.10 [1.6.10] төтенше үйінділерден пайда болған қар жүктемесі (load due to exceptional snow drift): тек төменгі мүмкіндікпен қардың қаттамалану нәтижесінде жабынға түсетін қар жүктемесінің жату схемасы.

Осы құралда қолданылатын қосымша терминдер мен анықтамалар:

1.3.11 бекітілген/өтпелі есептік жағдай (persistent/transient design situation): төтенше қар көшкіндері немесе төтенше қар үйінділерінің болуы шамалы аудандарға арналған климаттық жағдайларға сәйкес келетін негізгі есептік жағдай.

1.3.12 ерекше есептік жағдай (accidental design situation): төтенше қар көшкіндері және/немесе төтенше қар үйінділерінің пайда болуы ықтимал негізгі есептік жағдай.

1.4 [1.7] Шартты және әріптік белгілер

(1) Осы құралда төменде келтірілген шартты және әріптік белгілер қолданылады.

ЕСКЕРТПЕ Қолданбалы шартты және әріптік белгілер ISO ҚР 3898 сәйкес белгіленген.

(2) Шартты және әріптік белгілердің, сонымен қатар терминдер мен анықтамалардың базалық тізбесі ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 1.6 келтірілген. Келесі терминдер осы құралға таралады.

Латын әліпбиінің бас әріптері

C_e — қоршаған ортаның коэффициенті;

C_t — жылу коэффициенті;

C_{esl} — топыраққа келетін төтенше қар жүктемесіне өту коэффициенті;

A — құрылыс алаңшасының теңіз деңгейінің үстіндегі биіктік жағдайы, м;

S_e — қардың салбырап тұруының салдарынан ұзындық бірлігіне түсетін қар жүктемесі, кН/м;

F_s — қар массасының сырғанауы кезінде пайда болатын ұзындық бірлігіне түсетін жүктеме, кН/м.

Латын әліпбиінің жазба әріптері

b — имараттың ені, м;

d — қар қабатының қалыңдығы, м;

h — имарат биіктігі, м;

k — қардың салбырау формасының тегіссіздігін ескеретін коэффициент;

- l_s — қармен жүктелген қар үйіндісінің немесе ауданының ұзықтығы, м;
 μ — жабынға түсетін қар жүктемесінің формасының коэффициенті;
 s — жабынға (шатырға) түсетін қар жүктемесі, кН/м²;
 s_k — тиісті алаңшаға (жерге) арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні, кН/м²;
 s_{Ad} — топыраққа түсетін төтенше қар жүктемесінің есептік мәні, кН/м².

Грек әліпбиінің жол әріптері

- α — көлбеуге қатысты шатырдың иілісінің бұрышы, град.;
 β — көлбеу мен цнемесендр жабынға (шатырға) арналған контурлық қисыққа қатынастың арасындағы бұрыш, град.;
 γ — қардың салыстырмалық салмағы, кН/м³;
 ψ_0 — ауыспалы әсер етудің қиыстырылған мәнінің коэффициенті;
 ψ_1 — ауыспалы әсер етудің жеке мәнінің коэффициенті;
 ψ_2 — ауыспалы әсер етудің квази тұрақты мәнінің коэффициенті.

2 [2] ӘСЕР ЕТУДІ ЖІКТЕУ

2.1[2(1)P] Қар жүктемелерін ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 4.1.1 п. сәйкес ауыспалы, стационарлық әсер етулер деп жіктеу керек.

2.2 [2(2)] Осы құралда қарастырылатын қар жүктемелерін статиалық әсер ету деп жіктеу керек, ҚР ҚН EN 1990:2002 +A1:2005/2011 4.1.1(4)P п. қар.

2.3 [2(3)] ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 4.1.1(2) сәйкес құралдың 1.3.3 п. анықталған ерекше жағдайлар үшін топыраққа түсетін қар жүктемелері жердің географиялық орналасуына байланысты ерекше әсер ету деп қарастырылады.

ЕСКЕРТПЕ Қазақстан Республикасы аумағының климаттық ерекшеліктеріне (климаттың жалпы сипаттамасы – шұғыл континентальдік) сәйкес Ұлттық қосымшада ҚР аумағында топыраққа түсетін төтенше қар жүктемелері ерекше әсер ету деп қарастырылады.

2.4 [2(4)] ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 4.1.1(2) сәйкес 1.3.10 анықталған ерекше жағдайлар үшін төтенше қар үйінділерімен шақырылған жүктемелер жердің географиялық орналасуына байланысты ерекше әсер ету деп қарастырылады.

3 [3] ЕСЕПТІК ЖАҒДАЙЛАР

3.1[3.1] Жалпы ережелер

3.1.1 [3.1(1)P] Қар жүктемелерінің мәнін ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 3.5 сәйкес белгіленген әрбір есептік жағдай үшін жеке анықтау керек.

3.1.2 [3.1(2)] Құралдың 6-бөлімінде сипатталған локалдық әсерлер үшін, әдетте, белгіленген/ауыспалы есептік жағдайды қолданады.

3.2 [3.2] Қалыпты жағдайлар

3.2.1 [3.2(1)] Төтенше қар көшкіндері және төтенше қар үйінділерінің болуы шамалы болып табылатын аудандарға арналған белгіленген/ауыспалы есептік жағдай қардың орын ауыстыруының (мысалы, желмен) нәтижесіндегі үйіндінің есебісіз де, есебімен де белгіленген қар жүктемелерінің қосымшаларының схемалары үшін пайдаланылуы керек.

ЕСКЕРТПЕ А қосымшаны қар., А жағдайы.

3.3 [3.3] Төтенше жағдайлар

3.3.1 [3.3(1)] Төменше қар көшкіндері, бірақ төтенше қар үйінділері емес, пайда болуы ықтимал аудандар үшін төмендегілер қолданбалы:

а) белгіленген/өтпелі есептік жағдай Құралдың 5.2.3 және 5.3 п. сәйкес анықталған қардың орын ауыстыруының (мысалы, жел арқылы) нәтижесінде үйінділердің есебісіз, сондай-ақ үйінділердің есебімен белгіленген қар жүктемелерінің қосымшасының схемалары үшін пайдаланылуы керек;

б) ерекше есептік жағдай Құралдың 4.3.1, 5.2.3(б) және 5.3 п. сәйкес анықталған қардың орын ауыстыруының, мысалы, жел арқылы, нәтижесінде үйінділердің есебісіз, сондай-ақ үйінділердің есебімен белгіленген қар жүктемелерінің қосымшасының схемалары үшін пайдаланылуы керек.

ЕСКЕРТПЕ 1 А қосымшаны қар., Б.1 жағдайы.

ЕСКЕРТПЕ 2 Ұлттық қосымшаға сәйкес, климаттық параметрлердің карталары өңделгенге дейін, төтенше қар түсуі (тек төменгі мүмкіндікпен) бар есептік жағдайлар аз зерттелген және таулы аудандарға (Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасы [ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы]) жатқызылған аумақтарға таралады.

3.3.2 Төтенше қар түсудің пайда болуы шамалы, бірақ төтенше қар үйінділері болуы мүмкін аудандар үшін төмендегілер қолданбалы:

а) белгіленген/өтпелі есептік жағдай Құралдың 5.2.3(а) және 5.3 п. сәйкес анықталған қардың орын ауыстыруының нәтижесінде үйінділердің есебісіз, сондай-ақ үйінділердің есебімен белгіленген қар жүктемелерінің қосымшасының схемалары үшін пайдаланылуы керек;

б) ерекше есептік жағдай Құралдың 5.2.3(в) п. және Б қосымшасына сәйкес анықталған қар жүктемелерінің жағдайлары үшін пайдаланылуы керек.

ЕСКЕРТПЕ 1 ҚР ауманының климаттық параметрлерінің карталары жасалғанға дейін төтенше қар үйінділері μ_{tsk} түріндегі ерекше есептік жағдай (шатырлардың формалары үшін Б қосымшасына сәйкес) қолданылмайды.

ЕСКЕРТПЕ 2 А қосымшасының В.2 және В.3 жағдайлары ҚР аумағында өтпелі кезеңде (климаттық параметрлердің жаңа карталары жасалғанға дейін) қолданылмайды.

3.4 Төтенше қар жүктемесінің есебімен ғимараттардың жабынын (шатырын) есептеуге арналған есептік жағдайлар

3.4.1 Бір/екі қабаттық өндірістік ғимараттар мен аралығы 18,0 м асатын жоғарғы қабаттың бағандарының іріленген торы бар, әртүрлі мақсаттағы көп қабаттық ғимараттардың жабынының конструкциялары (шатырдың жүгіртпелері, жабынның арқалықтары мен фермалары) төтенше қар жүктемелерінің есебімен қауіпті шекті жағдай (күш түсетін қабілеттің) бойынша тексерілуі керек.

3.4.2 Жабынның конструкцияларының төтенше қар жүктемелерінің есебімен қауіпті шекті жағдайды тексеруге арналған есептік қиыстыру ғимаратты есептеу кезінде ерекше есептік жағдай ретінде қарастырылады.

3.4.3 Жабынның конструкцияларының төтенше қар жүктемелерінің есебімен қауіпті шекті жағдайды тексеруге арналған есептік қиыстыру ғимаратты есептеу кезінде: тұрақты жүктеме, басымдылықтық ауыспалы әсер етудің (төтенше қар түсу немесе төтенше үйінділер) есептік мәні және ілеспелі жел жүктемесі түріндегі қиыстыру ретінде қарастырылады.

Осы жерде ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 [6.4.3.2] сәйкес төтенше қар жүктемесі (басымдылықтық әсер ету) төмендетілген (жеке) коэффициентсіз, толық мәнді түрдегі есептік қиыстыруға кіреді.

ЕСКЕРТПЕ ҚР аумағының климаттық параметрлерінің карталары жасалғанға дейін ілеспелі жел жүктемесінің сипаттамалық мәні Желдің максималдық жылдамдығы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 3-картасы [ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы және 5-кестесі]) бойынша қабылданады.

3.4.4 Сейсмикалық аймақтарға жатқызылған аумақтарда орналасқан ғимараттардың жабын конструкцияларының төтенше қар жүктемелерінің есебімен қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстыру мен белгіленген/өтпелі есептік жағдайы [ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасын қар.] ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 [6.4.3.4] сейсмикалық жүктемесін қосатын есептік қиыстырудан бөлек қарастырылады.

4 [4] ТОПЫРАҚҚА ТҮСЕТІН ҚАР ЖҮКТЕМЕСІ

4.1 Сипаттамалық мәні

4.1.1 [4.1(1)] Топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәндері s_k EN 1990:2002+A1:2005/2011 4.1.2.2(7)Р сәйкес белгіленеді. Топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәндерін анықтау Құралдың 1.3.1 п. берілген.

ЕСКЕРТПЕ 1 ҚР климаттық өңірлері үшін қолданылатын қар жүктемесінің сипаттамалық мәндері Құралдың 4.2 п. берілген.

ЕСКЕРТПЕ 2 Айрықша ерекшелікті жергілікті жағдайлар үшін тапсырысшылар мен тиісті ведомстволармен келісу бойынша жеке жобалар үшін ҚР ҚН EN 1991-1-3 келтірілгендерден айырмашылығы бар қар жүктемесінің есептік мәндерін қолдануға жол беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 3 ҚР аумағының климаттық параметрлерінің карталары жасалғанға дейінгі өтпелі кезеңге топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасына [ҚНжЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы] сәйкес қар аудандары бойынша анықталады.

4.1.2 [4.1(2)] Нақтырақ деректер тлап етілген арнайы жағдайларда, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәнін s_k құрылыс алаңшасының маңайында орналасқан, желден жақсылап жабылған алаңшадан алынған, ұзақ мерзімді бақылау жазбаларының нәтижелерін тиісті статистикалық өңдеу арқылы нақтылауға жол беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 1 Бақылау жазбаларының нәтижелерін статистикалық өңдеу жөніндегі әдістемесі бойынша қосымша нұсқаулар [3] жұмыста келтірілген.

ЕСКЕРТПЕ 2 [2] Қар жүктемесінің тіркелген қысқы максималдық мәндеріндегі елеулі айырмашылықтарға байланысты, 20 жылдан кем бақылау кезеңінің нәтижелерінің жазбалары қабылданбайды.

4.1.3 [4.1(3)] Егер нақты аудандарда (жергілікті телімдерде) қар жүктемесі туралы деректердің қарапайым статистикалық әдістермен өңдеуге жатпайтын жеке төтенше мәндері болса, онда сипаттамалық мәндерді осы төтенше мәндердің есебісіз анықтау керек. Төтенше жағдайларды 4.3 сәйкес қарапайым статистикалық әдістерді қолданусыз ескеруге жол беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 1 Төтенше қар жүктемелеріне көшудің коэффициентінің мәндерін C_{esl} анықтауға арналған бақылаудың нәтижелерін статистикалық өңдеудің әдістемесі бойынша нұсқаулар [3] («ҚР ҚН EN1991-2007/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету» климаттық параметрлердің...», ҚазҒСТҚСИ, 2011) жұмыста көрсетілген.

4.2 Қазақстан Республикасы аумағын топыраққа түсетін қар жүктемесі бойынша аудандастыру

4.2.1 Теңіз деңгейінен 800 м дейінгі биіктікте орналасқан алаңдарда ғимараттар мен имараттарды жобалау үшін пайдаланылатын топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндері:

- топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің картасына сәйкес (жасау кезеңінде)²;

- өтпелі кезеңге қабылданады; ҚР аумағының климаттық параметрлерінің карталарын жасағанға дейін, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндері Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасына [ҚНжЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы] сәйкес қар аудандары бойынша анықталады.

4.2.2 Теңіз деңгейінен 800 м дейінгі биіктікте орналасқан алаңдарда ғимараттар мен имараттарды жобалау үшін пайдаланылатын топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндері:

² ҚР аумағының климаттық параметрлерінің картасы (ҚР ҚН EN1991:2007/2011 берілген қосымша) өтпелі кезең ішінде, 2015 жылға дейін жасалуы керек.

- Құралдың 4.4.2 п. келтірілген типі бойынша, эмпириялық тәуелділіктер бойынша, қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің карталарында белгіленген климаттық өңірлер үшін;

- Алматы өңірінің (Іле Алатау) аумақтарының аналогиясы бойынша, Құралдың В қосымшасы мен 4.6 п. келтірілген эмпириялық тәуелділіктер бойынша – ҚР климаттық өңірлері үшін қар жүктемелерінің сипаттамалық картасын жасағанға дейін анықталады.

ЕСКЕРТПЕ Аз зерттелген және таулы аудандар үшін, Қазақстан Республикасы аумағындағы қар жүктемелерінің сипаттамалық мәнінің жаңа картасын құрастырғанға дейін, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндерін «Қазгидромет» РМК аумақтық ұйымдарының деректері бойынша немесе арнайы техникалық шарттар бойынша қабылдауға жол беріледі.

4.3 Қазақстан Республикасы аумағы үшін топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні

4.3.1 ҚР аумағының климаттық параметрлерінің картасын жасағанға дейінгі өтпелі кезеңде топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндері Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастыру (б) 1-картасына [ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы] сәйкес анықталады.

ЕСКЕРТПЕ В.2-суретте (В қосымшасы) ҚР аумағына жататын 1-картаның фрагменті берілген.

4.3.2 ҚР аумағы үшін топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерін 4.1-кестенің деректері бойынша қар ауданына (аймағына) байланысты қабылдау керек.

4.1-кесте – Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәні

ҚНЖЕ 2.01.07-85 міндетті 5-қосымшасының 1-картасы бойынша Қазақстан Республикасының қар аудандары (аймақтары)	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)
s_k , кПа (кгс/м ²)	0,8 (80)	1,2 (120)	1,8 (180)	2,4 (240)	3,2 (320)
ЕСКЕРТПЕ 1 Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің кестелік (сипаттамалық) мәндері s_k шамамен 25 жылда бір рет ұлғаятын (ұлғаю мүмкіндігі 0,04) жердің 1 м ² көлбеу бетіне $s_0 \cdot \gamma_f$ келетін қар жабынының нақтыланған есептік мәндеріне сәйкес келеді.					
ЕСКЕРТПЕ 2 Қар жүктемелерінің аудандары (I, II ж.с.с.) ҚР ҚН ЕН 1991-1-3:2003/2011 сәйкес қар аудандарының шекараларын сақтау кезінде араб сандарының (1, 2 ж.с.с.) нөмірі бар аймақтар ретінде қосымша белгіленген.					

4.1-кестеде берілген топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерін негіздеу төмендегілерден тұрады:

- Қазақстан Республикасының аумағына арналған қар жүктемелерінің сипаттамалық мәні, аудандардың (аймақтардың) нөмірленуіне сәйкес, қар жабынының салмағының нормативтік мәндерін жүктеме бойынша сенімділіктің коэффициентіне $\gamma_f = 1,6$ көбейту жолымен анықталады, ол ҚНЖЕ 2.01.07-85 (II және III қар аудандары үшін нақтылану

ҚР НТҚ 01-01-3.1(4.1)-2012

арқылы) жердің 1 м^2 көлбеу бетіне келетін қар жабынының салмағының есептік мәндеріне сай келеді;

- ҚР ҚН EN 1991-1-3 (ұлғаю мүмкіндігі 0,02) қабылданған қамтамасыз етуге арналған қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндеріне көшу кезіндегі қате, вариацияның коэффициентінің орташа мәнінде $V=0,48$ [3] орташа мәнінде 5,5 және 0,1 % (II және III қар аудандары үшін) және 11-12% (I, IV және V қар аудандары үшін) құрайды (B қосымшасының B.6-тармағын қар.).

4.4 Басқа сипаттамалық мәндер

(1) ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 [4.1.3] сәйкес жабынға түсетін қар жүктемелерінің төмендегі репрезентативтік мәндері белгіленген:

- қиыстырылған (сирек) мән – $\psi_0 S_k$;
- жеке мән – $\psi_1 S_k$;
- квази тұрақты мән – $\psi_2 S_k$.

ЕСКЕРТПЕ Имараттар үшін кепілдемелік ψ_0, ψ_1 және ψ_2 коэффициенттері имараттың жағдайына байланысты болады және бір-біріне қар жүктемелері бойынша сәйкес келетін ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 А.1.1-кестеде немесе ҚР ҚН EN 1991-1-3:2002/2011 4.1-кестеде берілген.

4.2-кесте – Ғимараттар мен имараттардың әртүрлі жағдайларын бағалауға арналған ψ_0, ψ_1 және ψ_2 коэффициенттері [4.1-кесте]

Өңірлер	ψ_0	ψ_1	ψ_2
ҚР барлық өңірлері	0,70	0,50	0,20

ЕСКЕРТПЕ ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 сәйкес:

- ψ_0 коэффициентінің есебі бар қиыстыру қайтымсыз шекті жағдайларды тексеру үшін қолданылады,
- ψ_1 коэффициентінің есебі бар қиыстыру, әдетте, қайтымды шекті жағдайларды тексеру үшін қолданылады,
- ψ_2 коэффициентінің есебі бар қиыстыру ұзақ әсерлерді есептеу үшін қолданылады.

4.5 [4.3] Топыраққа түсетін төтенше қар жүктемесінің әрекеті

4.5.1 [4.3(1)] Топыраққа түсетін төтенше қар жүктемелері пайда болуы мүмкін жерлерде (өңірлерде) олардың есептік мәні төмендегідей анықталына алады:

$$S_{Ad} = C_{esl} \cdot S_k, \quad (4.1) \text{ [(4.1)]}$$

мұнда S_{Ad} - нақты жерге арналған топыраққа түсетін төтенше қар жүктемелерінің есептік мәні;

C_{esl} - төтенше қар жүктемелеріне көшудің коэффициенті;

s_k - нақты жердің топырағына түсетін төтенше қар жүктемелерінің есептік мәні.

ЕСКЕРТПЕ $C_{esl} = 2,0$ коэффициентінің қабылданған мәні ҚР ҚН EN1991-1-3 кепілдемелеріне сәйкес Ұлттық қосымшада белгіленген, және Алматы аймағына (Іле Алатау) арналған климаттық параметрлердің сараптамасының нәтижелерімен [3] мақұлданған.

4.6 Алаңшаның орналасу биіктігінің әсері

4.6.1 ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 берілген Ұлттық қосымшаға (Ұ.Қ 2.4) сәйкес теңіз деңгейінен 800 м биіктікте орналасқан алаңшаларда ғимараттар мен имараттарды жобалау үшін пайдаланатын топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәні:

- осы құралда келтірілген (4.1) формуласының типі бойынша, эмпириялық тәуелділіктер бойынша, қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің карталарында (жасау кезеңінде) белгіленген климаттық өңірлер үшін;

- Алматы өңірінің (Іле Алатау) аумақтарының аналогиясы бойынша, 4.4.2 п. келтірілген эмпириялық тәуелділіктерді пайдалану арқылы аз зерттелген және таулы аудандарға жататын 1-картаға жатқызылған (ҚНжЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы) ҚР климаттық өңірлері үшін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерінің картасын жасағанға дейін анықталады.

ЕСКЕРТПЕ Аз зерттелген және таулы аудандар үшін, Қазақстан Республикасы аумағындағы қар жүктемелерінің сипаттамалық мәнінің жаңа картасын құрастырғанға дейін, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндерін (құрылыс алаңшасының орналасу биіктігінің есебімен) «Қазгидромет» РМК аумақтық ұйымдарының деректерін пайдалану арқылы арнайы техникалық шарттар бойынша қабылдауға жол беріледі.

4.6.2 Іле Алатау өңірінің жергілікті биіктігінен болатын қар жүктемесінің тәуелділігінің мынадай түрі бар [3]:

$$s_k = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815; \quad (4.2)$$

мұнда s_k - топыраққа түсетін қар жүктемелерінің есептік мәні, кН/м²;

A – теңіз деңгейінің үстіндегі жергілікті биіктік;

Z – сипаттамалық қар жүктемелерінің картасында көрсетілген аймақтардың (аудандардың) нөмірі.

Топыраққа түсетін қар жүктемесін анықтаудың мысалдары

4.1-МЫСАЛ. Жабын фермаларының 24,0 м аралығы бар бір қабаттық өндірістік ғимараттың құрылысын салу алаңшасына арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәнін анықтау.

Құрылыс ауданының сипаттамасы: Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы ([ҚНжЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы) бойынша құрылыстың аумағы II қар ауданына (2) жатады.

Аумақтың сейсмикалығы: сейсмикалық емес аймақ.

Құрылыс алаңшасының теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 440,0 м.

Шешім

Қарастырылған өндірістік ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларын (шатыр мен аралығы 24,0 м фермалардың жүгіртпелері) есептеу үшін белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыруды қолдану керек, А қосымшасы, А жағдайы.

Алаңшаның орналасқан биіктігіне түзету енгізудің керегі жоқ, $A < 800$ м.

Құралдың 4.1-кестесіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні $s_k = 120$ кгс/м² құрайды.

4.2-МЫСАЛ. Жоғарғы қабат бағандарының іріленген торы бар екі қабаттық қоғамдық ғимараттың құрылысын салу алаңшасына арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәнін анықтау, $L=18,0$ м.

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы ([ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы) бойынша құрылыстың аумағы III (3) қар ауданы жанасқан, таулы және аз зерттелген аудандарға жатады.

Құрылыс аумағы сейсмикалық аймаққа жатады.

Құрылыс алаңшасының теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 1050,0 м.

Шешім

Қарастырылған жоғарғы қабат бағандарының іріленген торы бар қоғамдық ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларын (шатыр мен аралығы 24,0 м жабын фермалардың жүгіртпелері) есептеу үшін төмендегілерді қолдану керек:

- белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру, А қосымшасы, А жағдайы;

- тек төменгі мүмкіндікті қар түсу $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_k$, төтенше әсер ету ретінде қарастырғандағы ерекше есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру, А қосымшасы, Б.1 жағдайы.

Осы жерде құрылыс аумағының тек төменгі мүмкіндігі бар төтенше қар түсуі ықтимал аз зерттелген және таулы аудандардың қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасына жататындығын ескеру керек.

Алаңшаның орналасқан биіктігіне түзету енгізіледі, $A > 800$ м.

Сейсмикалық аумақтардағы алаңшаларда орналасқан ғимараттар үшін төтенше қар жүктемелердің есебі бар, жабын конструкцияларының қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстырулар (ҚР ҚН ЕН 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН ЕН 1990:2002+А1:2005/2011 3.4.5 қар.).

Құралдың 4.1-кестесіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні $s_k = 180$ кгс/м² құрайды.

Тек төменгі мүмкіндікті қар түсумен пайда болған төтенше қар жүктемесі $C_{esl} = 2,0$ коэффициентінің мәні кезінде:

$$s_{Ad} = s_k \cdot C_{esl} = 180 \times 2 = 360 \text{ кгс/м}^2 \text{ құрайды.}$$

Алаңшаның теңіз деңгейіндегі биіктігін есептеу.

Алаңшаның орналасу биіктігінен қар жүктемесінің тәуелділігі Іле Алатауының климаттық өңірінің аналогиясы бойынша қабылданады.

Іле Алатау аудандары үшін:

$$s_{Ad} = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815, \quad (4.2)$$

мұнда – s_{Ad} , A , Z мәндері Құралдың 4.6.2 п. берілген.

Құрылыс алаңшасының орналасу биіктігінің есебі бар есептік қар жүктемесіне көшудің коэффициенті (2-аймақ үшін):

$$s_{Ad}/s_k = (0,13 \times 2 - 0,10 + 1050/815 = 1,448/1,2 = 1,21,$$

және топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәні, II қар ауданының аналогиясы бойынша ($\kappa=1,21$)

$$s_{Ad} = s_k \cdot C_{esl} \cdot 1,21 = 360 \times 1,21 = 436 \text{ кг/м}^2 \text{ құрайды.}$$

4.3-МЫСАЛ. Іле Алатауының тау алдылық аумағындағы қонақ үй кешенінің үш қабаттық ғимараттың құрылысын салу алаңшасына арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәнін анықтау.

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы ([ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы) бойынша құрылыстың аумағы II (2) қар ауданы жанасқан, таулы және аз зерттелген аудандарға жатады.

Құрылыс аумағы сейсмикалық аймаққа жатады.

Құрылыс алаңшасының теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 1450,0 м.

Шатыры қиыстырылған: жазық пайдалануға беру шатырының телімі (6,0÷9,0 м аралықтары бар монолиттік темірбетонды тақтайша) мен металл жүгіртпелерді құрайтын мансардалық бөліктің шатырынан тұрады.

Мансардалық бөліктегі екі илемдік шатырдың иілу бұрышы – 45^0 .

Шешім

Сейсмикалық аумақтардағы алаңшаларда орналасқан ғимараттар үшін төтенше қар жүктемелердің есебі бар, жабын конструкцияларының қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстырулар (ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 3.4.5 қар.).

Қарастырылған жазық пайдалануға беру шатырының телімін қосатын ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларын есептеу үшін төтенше қар жүктемелерінің есебі бар жабын конструкциясының қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстыруды қолдану керек, А қосымшасы, Б.1 жағдайы.

Құралдың 4.1-кестесіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$ құрайды.

Тек төменгі мүмкіндікті қар түсумен пайда болған төтенше қар жүктемесі $C_{esl} = 2,0$ коэффициентінің мәні кезінде:

$$s_{Ad} = s_k \cdot C_{esl} = 120 \times 2 = 240 \text{ кгс/м}^2 \text{ құрайды.}$$

Алаңшаның теңіз деңгейіндегі биіктігін есептеу.

$$s_k = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815;$$

Сонда, теңіз деңгейіндегі алаңшаның орналасу биіктігінің $A=1450 \text{ м} > 800 \text{ м}$ есебі бар есептік қар жүктемесі:

$s_{Ad} = (0,13 \times 2 - 0,10 + 1450/815) C_{est} = 1,94 \times 2 = 3,90 \text{ кН/м}^2$, немесе 390 кгс/м^2 құрайды.

4.4-МЫСАЛ. 18,0×6,0 м темір бетон қаңқаның бағандарының торында бір қабаттық өндірістік ғимараттың құрылысын салу алаңшасына арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәнін анықтау.

Құрылыс ауданы – Алматы қаласы.

Жабын конструкциясы 18,0 м аралықты темір бетондық арқалықтар бойынша көп аралықтық екі илемдік шатырдан тұрады.

Өндірістік ғимараттың жабынында (ортаңғы аралық) өлшемі 3,0×60,0 м, биіктігі 2,0 м жарық фонарьлары орнатылған.

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы ([ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы) бойынша құрылыстың аумағы II (2) қар ауданына жатады.

Құрылыс аумағы сейсмикалық аймақта орналасқан.

Алаңшаның теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 780,0 м.

Темір бетон арқалықтар бойынша екі илемдік шатырдың иілу бұрышы – 15°.

Шешім

Қарастырылған өндірістік ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларын есептеу үшін белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыруды қолдану керек, А қосымшасы, А жағдайы.

Құрылыс аумағы аз зерттелген және таулы аудандарға (қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасы бойынша) жатпайтындықтан төтенше қар түсу (ерекше есептік жағдай) қарастырылмайды.

Алаңшаның орналасқан биіктігіне түзету енгізілмейді, $A < 800 \text{ м}$.

Сейсмикалық аумақтарда орналасқан ғимараттар үшін жабын конструкцияларының қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстырулар (ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 3.4.5 қар.).

Құралдың 4.1-кестесіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$ құрайды.

4.5-МЫСАЛ. Алматы қаласында әуежай ангарының құрылысын салу алаңшасына арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәнін анықтау.

Жабынның конструкциясы 85,0 м аралығы бар күш түсетін кеңістіктік ферма мен 36,0 м аралығы бар полигоналдік бейнелеудің төменгі белдеулі көлденең фермаларды қосады.

Шатыр биіктігінің құламасы – 2,60 м, көлденең фермалар иілу еңісі – 10°.

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы ([ҚНЖЕ 2.01.07-85 «Жүктемелер және әсер ету» 5-қосымшасы) бойынша құрылыстың аумағы II (2) қар ауданына жатады.

Құрылыс аумағы сейсмикалық аймақта орналасқан.

Алаңшаның теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 750,0 м.

Шешім

Қарастырылған ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларын есептеу үшін белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыруды қолдану керек, А қосымшасы, А жағдайы.

Құрылыс аумағы аз зерттелген және таулы аудандарға (қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасы бойынша) жатпайтындықтан төтенше қар түсу (ерекше есептік жағдай) қарастырылмайды.

Алаңшаның орналасқан биіктігіне түзету енгізілмейді, $A < 800$ м.

Сейсмикалық аумақтарда орналасқан ғимараттар үшін жабын конструкцияларының қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстырулар (ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 3.4.5 қар.).

Құралдың 4.1-кестесіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні $s_k = 120$ кгс/м² құрайды.

Қауіпсіздік деңгейі – ұлғайтылған.

Ірі габариттік жолаушы лайнерлеріне қызмет етуге арналған ғимараттың қауіпсіздігінің жоғарылатылған деңгейін қамтамасыз ету үшін 0,01 ұлғаю мүмкіндігі бар (100 жылда 1 рет қайталанудың орташа кезеңі үшін) топыраққа түсетін қар жүктемесінің мәні анықталған.

[3] жұмыста келтірілген өлшемдердің нәтижелерін өңдеу деректері бойынша, Алматы қаласы (Ұзынағаш м/с) үшін топыраққа түсетін қар жүктемесінің жылдық максимумдарының вариациясының коэффициенті $V=0,48$ құрайды.

Сонда Г.1 формуласы (Г қосымшасы) бойынша 100 жылда 1 рет қайталанудың (ұлғаюдың жылдық мүмкіндігі $P = 0,01$) орташа кезеңі үшін топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәні төмендегідей болады:

$$s_{100} = 120 \left\{ \frac{1 - 0,48 \frac{\sqrt{6}}{\pi} [\ln - \ln(1 - 0,01) + 0,57722]}{1 + 2,5923 \cdot 0,48} \right\} = 120 \left[\frac{1 - 0,37425(-4,60 + 0,57722)}{1 + 1,2443} \right] =$$

$$= 120 \times 1,116 = 134 \text{ кг/м}^2$$

5 [5] ЖАБЫНҒА ТҮСЕТІН ҚАР ЖҮКТЕМЕСІ

5.1 Жүктеме түрі

5.1.1 [5.1(1)P] Есептеуде жабынға қарды бөлудің әртүрлі мінезін ескеру керек.

5.1.2 [5.1(2)] Жабынға түсетін қар жүктемесінің әртүрлі конфигурацияларының себептеріне жабынның төмендегі қасиеттері мен өзге де факторлар жатуы мүмкін:

- жабынның формасы;
- жабынның жылу оқшаулағыш қасиеті;
- жабын бетінің бұдырлығы;
- жабын астында генерленуші жылудың көлемі;
- көрші ғимараттардың жақындығы;
- қоршаған жердің жағдайы;

г) жергілікті климаттық жағдайлар, оның ішінде желдің тармақталуы, температуралық өзгерістер мен шөгінділердің болуы (жаңбыр немесе қар түрінде).

5.2 Жүктемелерді қосымшалаудың схемалары

5.2.1 [5.2(1)P] Есептеуді орындау кезінде жүктемелердің қосымшаларының келесі екі негізгі схемаларын қабылдау керек:

- үйінділердің есебісіз жабынға қардан келетін жүктеме (1.6.5 қар.);
- үйінділердің есебімен жабынға қардан келетін жүктеме (1.6.5 қар.).

5.2.2[5.2(2)] Жүктемелердің қосымшаларының схемаларын 5.3 және егер ол 3.3 п. сәйкес белгіленген болса, Б қосымшасына сәйкес анықтау керек.

ЕСКЕРТПЕ Б қосымшасын қолдану 5.3.4, 5.3.6 және 6.2 бойынша шатырлардың формалары үшін Ұлттық қосымшамен реттеледі, сонымен қатар қардың еруі анықталған метеорологиялық жағдайларда және желдің баяудан жоғарғы жылдамдығы кезінде болатын климаттық өңірлерге таралады.

5.2.3 [5.2(3)P] Жабынға түсетін қар жүктемелерін төмендегідей анықтау керек:

а) белгіленген/өтпелі есептік жағдайлар үшін мына формула бойынша:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k; \quad (5.1) [(5.1)]$$

б) төтенше қар үйінділері ерекше әсер ету болып табылатын ерекше есептік жағдайлар үшін мына формула бойынша:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad}; \quad (5.2) [(5.2)]$$

ЕСКЕРТПЕ 1 ҚР аумағының климаттық параметрлерінің карталары жасалғанға дейін, тек төменгі мүмкіндікті қар түсумен шақырылған, жабынға түсетін төтенше қар жүктемесі $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot S_k$, Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасында [ҚНжЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы] белгіленген аз зерттелген және таулы аудандарда орналасқан ғимараттардың күш түсетін конструкцияларын есептеу үшін қолданылады. .

Бұл жерде, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндері жанасқан қар аударына (аймағына) сәйкес құралдың 4.1-кестесі бойынша қабылданады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Аталған жүктеме ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 5.3 тармағына сәйкес үйінділердің есебісіз, сондай-ақ үйінділердің есебімен (мысалы, желдің әсер етуімен шақырылған) шатырлардың формасына арналған есептік қиыстыруда қарастырылады.

в) қар үйінділері төтенше әсер ету болып табылатын ерекше есептік жағдайлар үшін мына формула бойынша:

$$S_{Ad} = \mu_i \cdot S_k, \quad (5.3) [(5.3)]$$

(5.1), (5.2) және (5.3) формулаларында:

μ_i – қар жүктемесінің формасының коэффициенті (5.3 және Б қосымшасын қар.);

S_k – топыраққа түсетін төтенше қар жүктемесінің сипаттамалық мәні;

S_{Ad} – нақты жерге арналған топыраққа түсетін төтенше қар жүктемесінің есептік мәні;

C_e – қоршаған ортаның коэффициенті;

C_t – температуралық коэффициент.

ЕСКЕРТПЕ 1 Төтенше қар үйінділерімен шақырылған (қардың тек төменгі мүмкіндікті қабаттану нәтижесінде) шатырға түсетін төтенше қар жүктемесі $\mu_i \cdot s_k$, шатыр конфигурациясына байланысты оның жеке телімдеріне арналған есептік қиыстыруда қарастырылады. Аталған жүктеме ішінде анықталған метеорологиялық жағдайлар кезінде (қыс кезіндегі жылы температура немес жылымықтар) желдің баяудан жоғарғы жылдамдығымен ілеспелі болып, қар ери бастайтын ерекше өңірлерде, Б қосымшасына сәйкес шатырлардың формаларына арналған А қосымшасы (Б.3 жағдайы) бойынша анықталады.

ЕСКЕРТПЕ 2 ҚР аумағының климаттық параметрлерінің карталары жасалғанға дейін, төтенше қар үйінділерімен шақырылған төтенше қар жүктемесі ескерілмейді.

5.2.4 [5.2(5)P] Жабындарға қардың жасанды орын ауыстыруы немесе бөлу шамаланған жағдайларда, жабынды жүктемені бөлудің тиісті схемаларының есебімен есептеу керек.

ЕСКЕРТПЕ Осы бөлімге сәйкес жүктемені бөлу (қосымшалардың схемалары) қарды табиғи бөлуге негізделеді.

5.2.5 [5.2(6)] Жатқан қарға жаңбыр жауып, арнынан ол еріп және қайта қатуы ықтимал аудандарда, шатырға түсетін қар жүктемелерін, әсіресе, қар мен пайда болатын мұз жабыннан су бұратын жүйені бұғаттап қалуы мүмкін жағдайларда, ұлғайту керек.

ЕСКЕРТПЕ Ұлттық қосымшада қосымша нұсқауларға жол беріледі.

5.2.6 [5.2(7)] Қоршаған ортаның коэффициентін жабынға келетін қар жүктемелерін анықтау үшін пайдалану керек. Әдетте қоршаған ортаның коэффициентін $C_e = 1,0$ деп қабылдайды. Коэффициентті C_e таңдау кезінде имараттың пайдалануға беруінің шамаланған жағдайларын ескеру керек.

ЕСКЕРТПЕ C_e баламалық мәндерді жергіліктің әртүрлі жағдайлары үшін Ұлттық қосымшада белгілеуге жол беріледі. Кепілдемелік мәндер 5.1-кестеде [5.1] көрсетілген.

5.2.7 [5.2.(8)] C_t жылу коэффициентін жылу беруі ұлғайған (>1 Вт/м²К) жабындарға, әсіресе жылу беру салдарынан қардың еруі пайда болатын әйнектелген шатырларға, түсетін қар жүктемелерін төмендетуге арналған есептерде пайдалану керек.

Барлық басқа жағдайларда $C_t = 1,0$.

ЕСКЕРТПЕ 1 Шатырдың жылу окшаулағыш қасиеті мен формасына қатысты кез-келген рұқсатты төмендету Ұлттық қосымшада көрсетіледі.

ЕСКЕРТПЕ 2 Басқа кепілдемелер ISO 4355 берілген.

5.1 [5.1]-кесте – Әртүрлі жергілікті жағдайларға арналған C_e коэффициентінің кепілдемелік мәндері

Жергілікті жағдайлар	C_e
Желден қорғалмаған ^{a)}	0,8
Қарапайым ^{b)}	1,0
Жабық ^{c)}	1,2

^{a)} Желден қорғалмаған: Белесті жермен, биік ғимараттармен немесе ағаштармен елеусіз қорғалған жазық, барлық жағынан ашық аумақтар мен беттер.
^{b)} Қарапайым: Желдің, сонымен қатар басқа ғимараттардың марапаттардың немесе ағаштардың әрекеті кезінде имаратты қар жапқанда айтарлықтай орын ауыстыру байқалмайтын аумақтар.
^{c)} Жабық: Қарастырылатын имараттар қоршаған жерден, немесе конструкциялардан айтарлықтай төмен болатын, биік ағаштармен және/немесе басқа биік имараттармен қоршалған аумақтар.

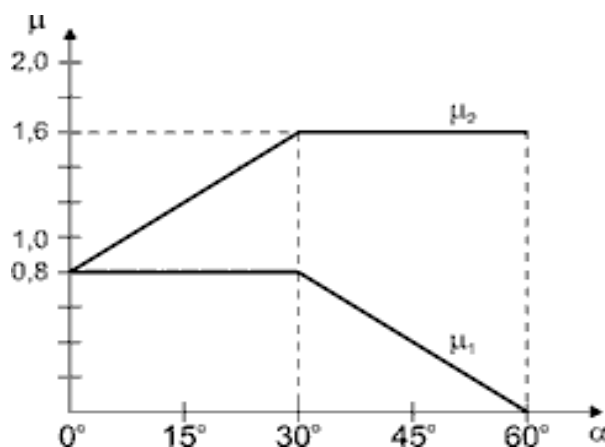
5.3 [5.3] Жабын формаларының коэффициенттері

5.3.1 [5.3.1] Жалпы ережелер

(1) Осы бөлім нақты стандартта көрсетілген шатырлардың барлық формалары үшін, В қосымшасында қарастырылатын төтенше үйінділердің жағдайынан басқа, үйіндісі бар және үйіндісі жоқ қар жүктемелерін бөлуге арналған формалардың коэффициентінен тұрады.

(2) Шатырдың сыртқы геометриясы түзу сызықты формалымен салыстырғанда қар жүктемесінің елеулі ұлғаюына ықпал еткен жағдайларда, қар жүктемесіне арналған формалардың коэффициенттеріне ерекше назар аудару керек.

(3) 5.3.2, 5.3.3 және 5.3.4 п. сәйкес шатырдың формаларының коэффициенттері 5.1-суретте көрсетілген.



5.1 [5.1]-сурет – Қар жүктемесінің формасының коэффициенттері

5.3.2 [5.3.2] Бір илемдік жабындар

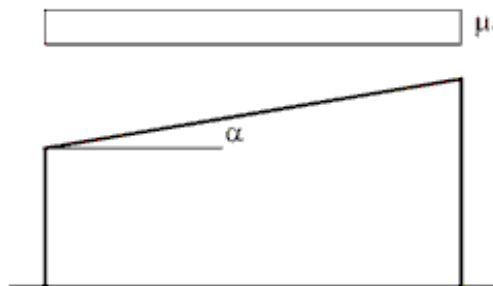
(1) Бір илемдік жабындар үшін пайдалануға арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттері μ_1 5.2-кестеде, 5.1 және 5.2-суреттерде берілген.

5.2 [5.2]-кесте – Қар жүктемесінің формасының коэффициенттері

Бір илемдік шатырдың иілу бұрышы α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	—

(2) 5.2-кестеде көрсетілген коэффициенттердің мәндерін қар жабыннан кедергісіз сырғанаған жағдайда қолданылады. Шатырда қарды ұстап қалатын қоршаулар немесе шатыр имаратының басқа элементтері бар болған жағдайда, немесе жабын илемінің төменгі шеті парапетпен аяқталса, форманың коэффициенті 0,8 кем болмауы керек.

(3) 5.2-суретке сәйкес жүктемені бөлудің схемасы қар үйіндісі жоқ, сонымен қатар қар үйіндісі бар жүктемелерді қосымшалау жағдайларына таралады.

**5.2 [5.2]-сурет – Қар жүктемесінің формасының коэффициенттері. Бір илемдік жабындар****5.3.3 [5.3.3] Екі илемдік жабындар**

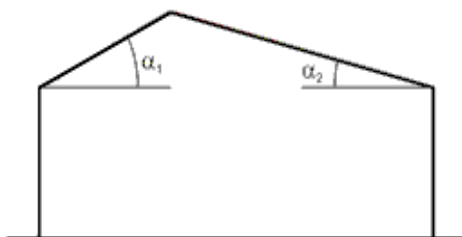
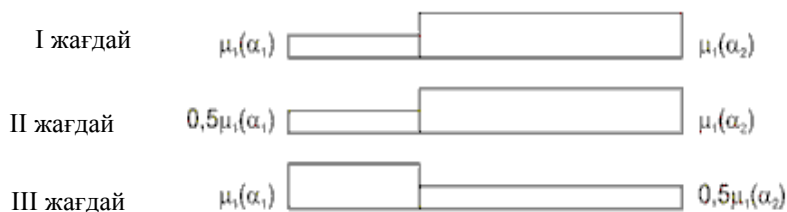
(1) Екі илемдік жабындар үшін пайдалануға арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттері 5.3-суретте берілген, бұл жерде μ_1 коэффициентінің мәндері 5.2-кестеде және 5.1-суретте көрсетілген.

(2) 5.2-кестеде көрсетілген коэффициенттердің мәндерін қар жабыннан кедергісіз сырғанаған жағдайда қолданылады. Шатырда қарды ұстап қалатын қоршаулар немесе шатыр имаратының басқа элементтері бар болған жағдайда, немесе жабын илемінің төменгі шеті парапетпен аяқталса, форманың коэффициенті 0,8 кем болмауы керек.

(3) Қар үйіндісінің есебісіз қар жүктемесін бөлудің схемасы 5.3-суретте, і жағдайы, көрсетілген.

(4) Есептеу кезінде қолданылуы керек, қар үйіндісінің есебімен қар жүктемесін бөлудің схемасы 5.3-суретте, ii жағдайы және локалдық жағдайлар үшін бекітілгендерден басқа iii жағдайда көрсетілген.

ЕСКЕРТПЕ Жергілікті жағдайларға қолданбалы үйінділері бар қардан болатын жүктемені баламалық бөлуді ұлттық қосымшада көрсетуге жол беріледі.



5.3 [5.3]-сурет – Қар жүктемесінің формасының коэффициенттері. Екі илемдік жабындар

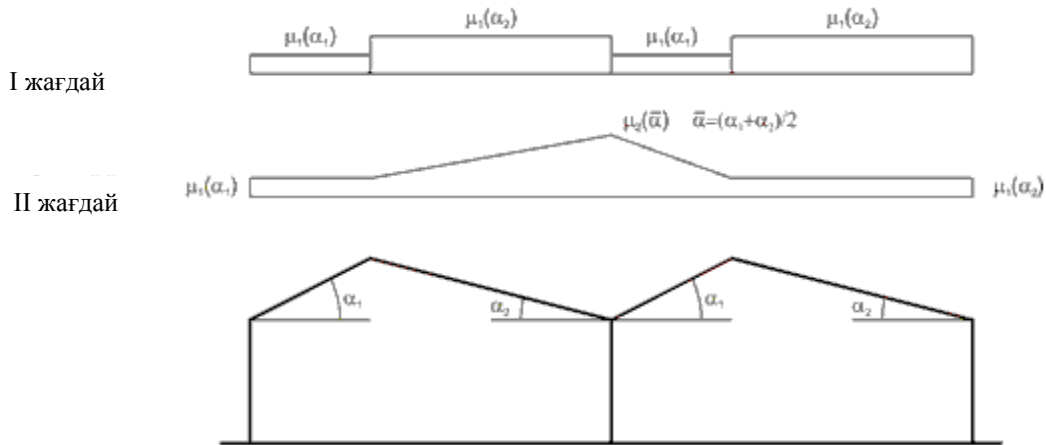
5.3.4 [5.3.4] Көп аралық екі илемдік жабындар

(1) Көп аралық екі илемдік жабындарға арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттері 5.2-кестеде берілген және 5.1-суретте көрсетілген.

(2) Есептеу кезінде пайдаланылуы керек қар үйіндісінің есебісіз қар жүктемесін бөлудің схемасы 5.4-суретте, i жағдайы, көрсетілген.

(3) Есептеу кезінде пайдаланылуы керек қар үйіндісінің есебімен қар жүктемесін бөлудің схемасы 5.4-суретте, i жағдайы, көрсетілген.

ЕСКЕРТПЕ Егер ұлттық қосымша рұқсат берсе, онда үйінді кезіндегі жүктемені анықтау үшін Б қосымшасы қолданылады.



5.4 [5.4]-сурет – Екі және көп аралық илемдік жабындарға арналған қар жүктемесінің формасының коэффициенттері

(4) Бір немесе одан да көп илемдердің еңісі 60° асқан кезде, көп аралық жабындарға арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттерін белгілеуге ерекше назар аудару керек.

ЕСКЕРТПЕ Қосымша нұсқаулар Ұлттық қосымшада берілген.

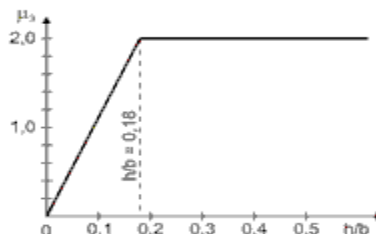
5.3.5 [5.3.5] Цнемесендрлік жабындар

(1) Қарды ұстайтын қоршаулар жоқ кездегі цнемесендрлік жабындарға (жиынтықтық немесе соларға жақын) арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттерін төмендегі формулалар бойынша есептейді (сонымен қатар 5.6-суретін қар.):

$$\beta > 60^\circ \text{ үшін} \quad \mu_3 = 0; \quad (5.4) [(5.4)]$$

$$\beta \leq 60^\circ \text{ үшін} \quad \mu_3 = 0,2 + 10 h/b. \quad (5.5) [(5.5)]$$

ЕСКЕРТПЕ 1 Жоғарғы мәндерді μ_3 ұлттық қосымшада белгілеуге жол беріледі. Кепілдемелік жоғарғы мән $\mu_3 = 2,0$ (5.5-суретті қар.).



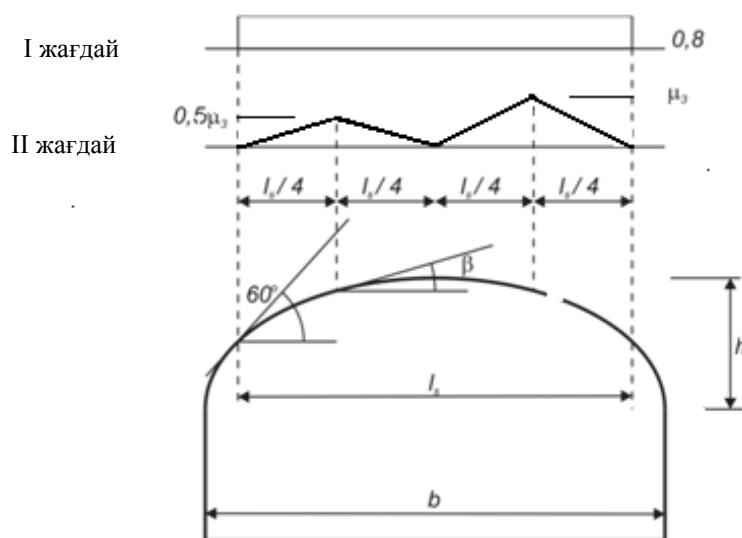
5.5 [5.5]-сурет – Аралыққа әртүрлі биіктік кезіндегі цнемесендрлік жабындарға арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттерінің кепілдемелік мәндері ($\beta < 60^\circ$ үшін)

ЕСКЕРТПЕ 2 қарды ұстайтын қоршаулардан болатын әсерлерді есептеудің ережелері Ұлттық қосымшада көрсетуге жол беріледі.

(2) Есептеу кезінде қолданылуы керек қар үйіндісінің есебісіз қар жүктемесін бөлудің схемасы 5.6-суретте, і жағдайы, көрсетілген.

(3) Есептеу кезінде қолданылуы керек қар үйіндісінің есебімен қар жүктемесін бөлудің схемасы 5.6-суретте, іі жағдайы, көрсетілген.

ЕСКЕРТПЕ Жергілікті жағдайларға байланысты, үйінділердің есебі бар қар жүктемесінің баламалық бөлуді ұлттық қосымшада көрсетуге жол беріледі.



5.6 [5.6]-сурет – Цнемесендрлік жабындарға арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері

5.3.6 Биіктеу имараттарға жанасқан ғимараттардың жабындары

Жабынға түсетін қар жүктемесін анықтаудың мысалдары

Биіктеу имараттарға жанасатын жабындар үшін қолданылуы керек қар жүктемесінің формасының коэффициенттері 5.7-суретте көрсетілген және келесі формулалар бойынша есептелінеді:

$$\mu_1 = 0,8 \text{ (төменгі шатыр жазық болған жағдайда)} \quad (5.6) [(5.6)]$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w, \quad (5.7) [(5.7)]$$

мұнда μ_s - қардың биіктеу жабыннан сырғуын (құлауын) ескеретін қар жүктемесінің формасының коэффициенті:

$\alpha \leq 15^\circ$ кезінде $\mu_s = 0$;

$\alpha \leq 15^\circ$ кезінде μ_s 5.3.3 сәйкес шатырдың жоғарғы бетінің еңісіндегі максималдық қар жүктемесінен 50 % құрайтын қосымша жүктеме бойынша анықтайды;

μ_w - желдің әсер етуін ескеретін қар жүктемесінің формасының коэффициенті:

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma \cdot h / s_k, \quad (5.8) \text{ [(5.8)]}$$

мұнда γ - 2 кН/м² етіп қабылдауға жол берілетін қардың салыстырмалық салмағы.

Жоғарғы және төменгі мән μ_w анықталуы керек.

ЕСКЕРТПЕ 1 μ_w мәнін қосымшада көрсетуге жол беріледі. Мәндердің кепілдемелік диапазоны $0,8 \leq \mu_w \leq 4$ құрайды.

Үйіндінің ұзақтығын төмендегідей анықтайды:

$$l_s = 2h.$$

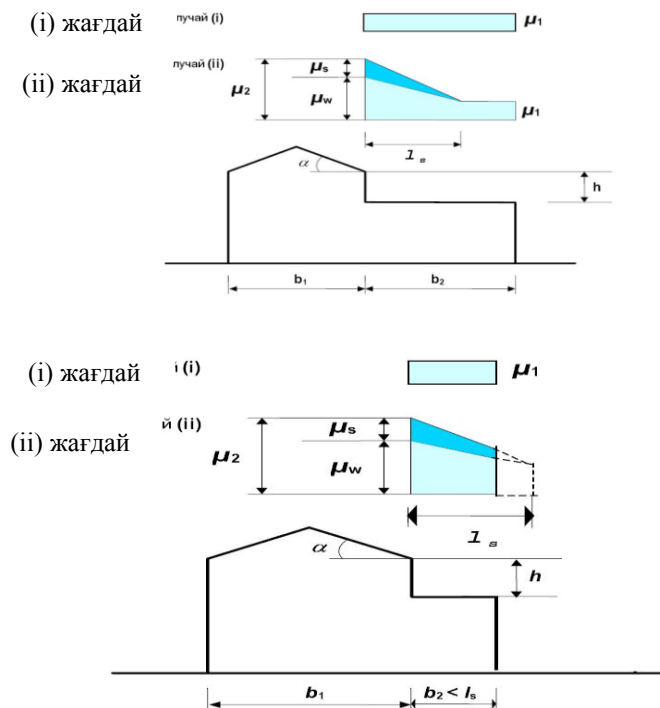
ЕСКЕРТПЕ 2 l_s шектеуін ұлттық қосымшада көрсетуге жол беріледі. Кепілдемелік шектеу $5 \leq l_s \leq 15$ м құрайды.

ЕСКЕРТПЕ 3 $b_2 < l_s$ кезінде төменгі шатырдың шетіндегі коэффициентті μ_1 және μ_2 арасындағы интерполяциямен анықтауға жол беріледі (5.7-суретті қар.).

(2) Есептеу кезінде пайдалануы керек, үйінділердің есебісіз жүктемелерді бөлудің схемасы 5.7-суретте, i жағдайы, көрсетілген.

(3) Егер жергілікті жағдайлар үшін бөлудің басқа схемалары белгіленбесе, есептеу кезінде пайдалануы керек, үйінділердің есебімен жүктемелерді бөлудің схемасы 5.7-суретте, ii жағдайы, көрсетілген.

ЕСКЕРТПЕ Б қосымшасын үйінді кезіндегі жүктемелерге анықтау үшін қолдану Ұлттық қосымшамен реттеледі.



Осы жағдай $b_2 < l_s$ таралады

5.7 [5.7]-сурет – Биіктеу имараттарға жанасқан жабындарға арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері

Жабынға қар жүктемелерін анықтаудың мысалдары

5.1-МЫСАЛ. 4.1-мысалдың шығыс деректері бойынша өндірістік ғимараттың екі илемдік жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік қиыстыруларын анықтау:

- үйінділердің есебісіз (1.6.5),
- үйінділердің есебімен (1.6.6).

Қосымша деректер:

C_e – қоршаған ортаның коэффициенті (5.1-кесте), $C_e = 1,0$ (жергілікті қарапайым жағдайлар);

C_t – жылулық коэффициенті, $C_t = 1,0$ (ұлғайтылған жылу беруі бар жабындар үшін қарастырылатын қар жүктемелерін төмендету ескерілмейді).

Құрылыс салудың ауданының жағдайы бойынша (4.1-мысалды қар.) ерекше есептік жағдайлар (төтенше қар жүктемелері) қарастырылмайды.

Топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні $s_k = 120$ кгс/м² құрайды.

Белгіленген/өтпелі есептік жағдай үшін

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k,$$

мұнда C_e, C_t, μ, s_k анықтамалары 5.2.3(в) п. келтірілген.

Шешім

Жабынға түсетін есептік қар жүктемесі $s = \mu_i \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_i \times 120$ кгс/м².

Жабынның формасы – екі илемдік (5.3.3), 1.1-схема, шатырдың көлбеуге қарай иілуінің бұрыштары $\alpha_1 = 40^\circ$, $\alpha_2 = 15^\circ$.

i жағдайы. Үйінділердің есебісіз қар жүктемелерін бөлудің схемасы, 5.1-кесте.

$$\mu_1(\alpha_1) = 0,8(60^\circ - 40^\circ)/30^\circ = 0,53; \quad \mu_1(\alpha_2) = 0,8(60^\circ - 15^\circ)/30^\circ = 1,20.$$

$$s_{1(\alpha_1)} = 0,53 \times 120 = 64 \text{ кгс/м}^2; \quad s_{1(\alpha_2)} = 1,2 \times 120 = 144 \text{ кгс/м}^2;$$

ii жағдайы. Қардың орын ауыстыруының, мысалы, желдің әсер етуімен шақырылған, нәтижесінде үйінділердің есебімен қар жүктемелерін бөлудің схемасы.

$$0,5 \cdot \mu_1(\alpha_1) = 0,5 \times 0,8(60^\circ - 40^\circ)/30^\circ = 0,265; \quad \mu_1(\alpha_2) = 0,8(60^\circ - 15^\circ)/30^\circ = 1,20.$$

$$s_{i(\alpha_1)} = 0,265 \times 120 = 32 \text{ кгс/м}^2; \quad s_{i(\alpha_2)} = 1,2 \times 120 = 144 \text{ кгс/м}^2;$$

iii жағдайы. Үйінділердің есебімен қар жүктемелерін бөлудің схемасы (нұсқа).

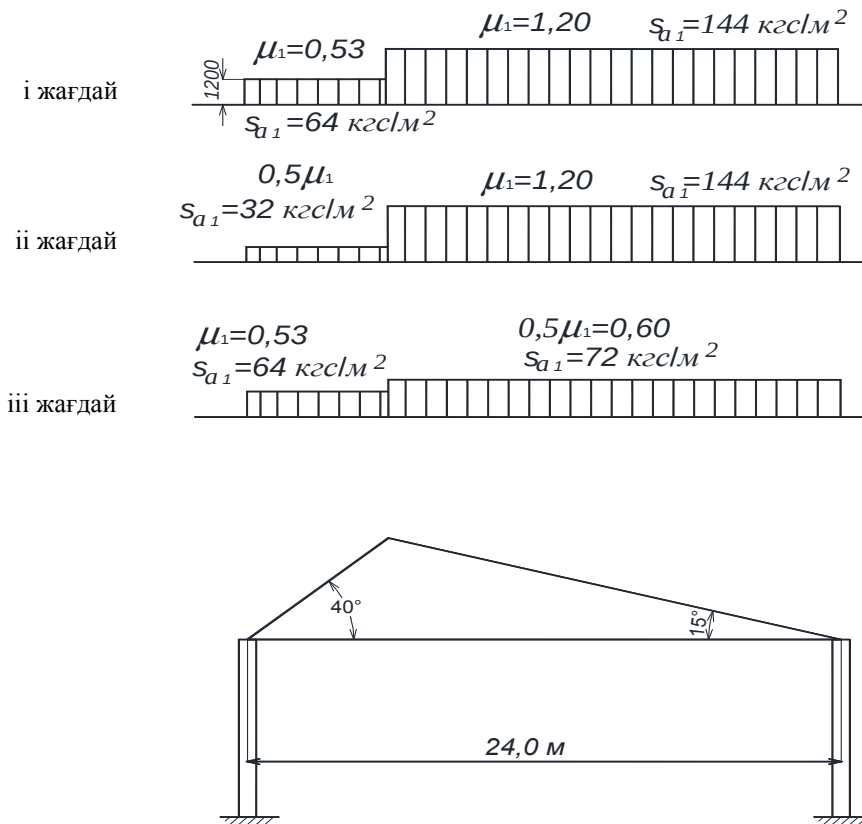
$$\mu_1(\alpha_1) = 0,8(60^\circ - 40^\circ)/30^\circ = 0,53; \quad 0,5 \cdot \mu_1(\alpha_2) = 0,5 \times 0,8(60^\circ - 15^\circ)/30^\circ = 0,60.$$

$$s_{i(\alpha_1)} = 0,53 \times 120 = 64 \text{ кгс/м}^2; \quad s_{i(\alpha_2)} = 0,6 \times 120 = 72 \text{ кгс/м}^2;$$

Өндірістік ғимараттың екі илемдік жабынына түсетін қар жүктемесін бөлудің схемалары 5.8-суретте көрсетілген.

Жабын конструкцияларына тұрақты және ілеспелі уақытша (мысалы, желдің әсер етуі) жүктемелердің есебімен түсетін есептік қиыстырулар ҚР ҚН EN 1990:2002 +A1:2005/2011 4.1.3 бөлімінде берілген.

Таңдалған есептік қиыстыруларға байланысты жабынға түсетін қар жүктемесі басымдықтық ($\psi = 1$) немесе тиісті жеке коэффициенттердің мәнін $\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,2$ таңдаумен ілеспелі жүктеме ретінде қарастырыла алады.



5.8-сурет – Өндірістік ғимараттың екі илемдік жабынындағы қар жүктемелерінің есептік мәндері (5.1-мысалы)

5.2-МЫСАЛ. 4.2-мысалдың шығыс деректері бойынша жоғарғы қабат бағандарының іріленген торы бар екі қабаттық қоғамдық ғимараттың жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік қиыстыруын анықтау.

Қосымша деректер:

C_e – қоршаған ортаның коэффициенті (5.1-кесте), $C_e = 0,8$ (желден қорғалмаған жер);

C_t – жылулық коэффициенті, $C_t = 1,0$ (ұлғайтылған жылу беруі бар жабындар үшін қарастырылатын қар жүктемелерін төмендету ескерілмейді).

Шешім

Қарастырылған жоғарғы қабат бағандарының іріленген торы бар қоғамдық ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларының (шатыр мен аралығы 18,0 м жабынның полигональдік фермалардың жүгіртпелері) қауіпті шекті жағдайын тексеру үшін төмендегілерді қолдану керек:

- белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру, А қосымшасы, А жағдайы;

- тек төменгі мүмкіндікті қар түсу $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot S_k$, төтенше әсер ету ретінде қарастырылатын ерекше есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру, А қосымшасы, В.1 жағдайы.

Осы жерде құрылыс аумағының тек төменгі мүмкіндігі бар төтенше қар түсуі ықтимал аз зерттелген және таулы аудандарға (қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасына [ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы] бойынша) жататындығын ескеру керек.

Құрылыс алаңшасының биіктігінің ($A=1050$ м) есебі бар топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәні,

$$s_{Ad} = 180 \times 1,21 = 218 \text{ кгс/м}^2$$

Төтенше қар түсудің есебімен топыраққа түсетін қар жүктемесінің есептік мәні (4.2-мысалды қар.)

$$s_{Ad} = 360 \times 1,21 = 436 \text{ кгс/м}^2$$

Шатырдың формасы шатырдың $h=3,0$ м және $L=18,0$ м, (2.1-схемасын қар.) параметрлері кезінде қоршау бойынша $R=9,70$ м радиусымен сызылған.

Цнемесендрлік жабындарды (жинақтық немесе соларға жақындар) есептеуге пайдаланылатын қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 5.3.5-тармағында берілген.

Қарастырылатын жабын үшін шатырдың иілу бұрышының шегіндегі $\alpha \leq 60^\circ$ белсенді аймақтың ені $18,0 - 2 \times 0,76 = 16,48$ м құрайды.

i жағдайы, қар жүктемелерін үйінділердің есебісіз бөлудің схемасы, $\mu_1 = 0,8$;

ii жағдайы, қар жүктемелерін үйінділердің есебімен бөлудің схемасы,

$$\mu_1 = 0,8; \quad 0,5\mu_3 = 0,5 (0,2 + 10 h/b) = 0,5 (0,2 + 10 \times 3/18) = 0,5 \times 1,87 = 0,93; \quad \mu_3 = 1,87;$$

Жабынға түсетін есептік қар жүктемесінің қарқындылығы

- белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру:

$$\text{үйінділердің есебісіз } s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 0,8 \times 1,0 \times 218 = 140 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\text{үйінділердің есебімен, } s = 0,5\mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,93 \times 0,8 \times 1,0 \times 218 = 162 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,87 \times 0,8 \times 1,0 \times 218 = 324 \text{ кгс/м}^2;$$

- тек төменгі мүмкіндікті қар түсу төтенше жүктеме ретінде қарастырылатын ерекше есептік жағдай үшін есептік қиыстыру

$$i \text{ жағдайы, үйінділердің есебісіз, } s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_k = 0,8 \times 0,8 \times 1,0 \times 436 = 279 \text{ кгс/м}^2;$$

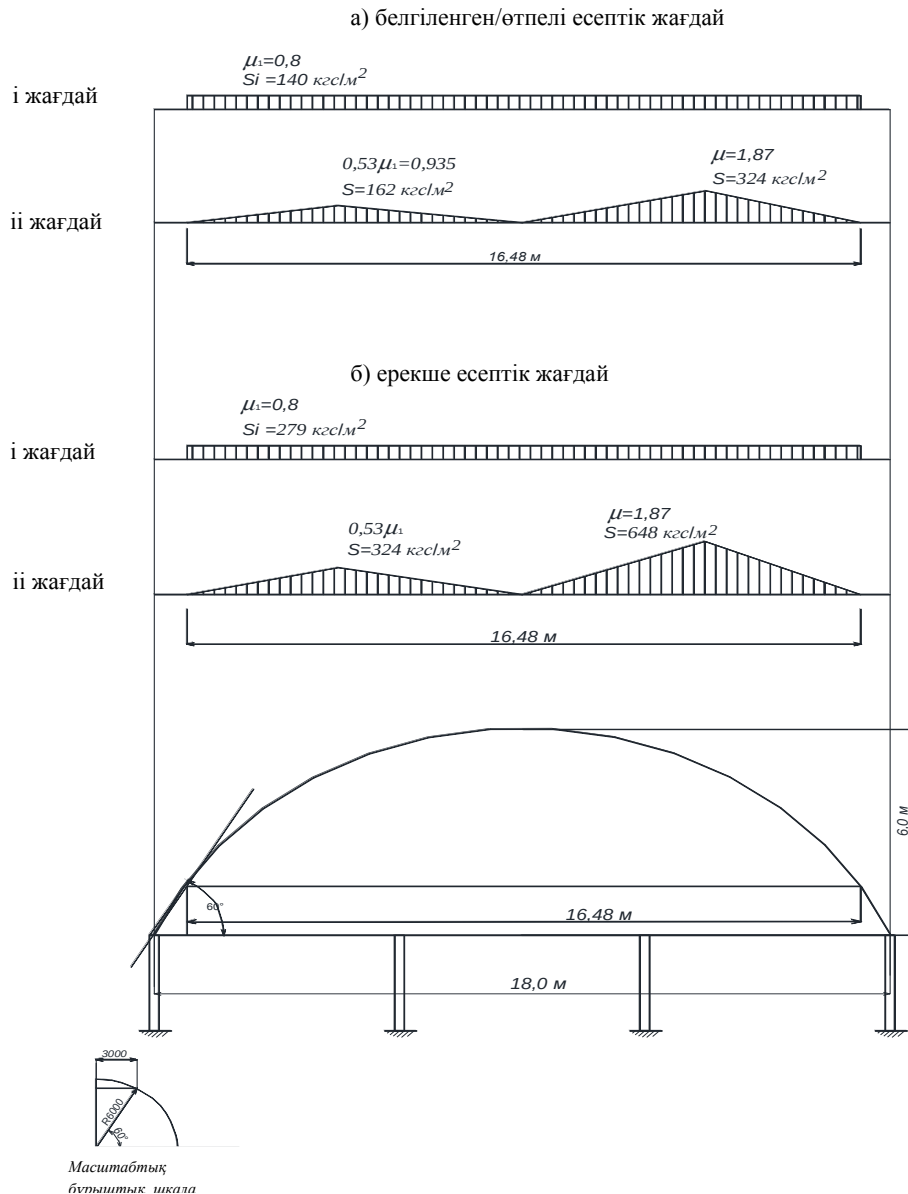
$$ii \text{ жағдайы, үйінділердің есебімен, } s = 0,5\mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,93 \times 0,8 \times 1,0 \times 436 = 324 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,87 \times 0,8 \times 1,0 \times 436 = 648 \text{ кгс/м}^2.$$

Екі қабаттық қоғамдық ғимараттың цнемесендрлік жабынына түсетін қар жүктемесін бөлудің схемалары 5.9-суретте көрсетілген.

Жабын конструкцияларына тұрақты және ілеспелі уақытша (мысалы, желдің әсер етуі) жүктемелердің есебімен түсетін есептік қиыстырулар ҚР ҚН EN 1990:2002 +A1:2005/2011 4.1.3 бөлімінде берілген.

Таңдалған есептік қиыстыруларға байланысты жабынға түсетін қар жүктемесі басымдықтық ($\psi = 1$) немесе тиісті жеке коэффициенттердің мәнін ($\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,2$) таңдаумен ілеспелі жүктеме ретінде қарастырыла алады.



5.9-сурет – Бағандарының іріленген торлары бар қоғамдық ғимараттың жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік мәндері (5.2-мысал)

5.3-МЫСАЛ. 4.3-мысалдың шығыс деректері бойынша Іле Алатауының тау алдылық аумағындағы қонақ үй кешенінің үш қабаттық ғимараттың жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік қиыстыруын анықтау.

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы бойынша құрылыстың аумағы таулы және аз зерттелген аудандарға жатады және II (2) қар ауданына жанасады.

Желдің қысымы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 3-картасы бойынша құрылыстың аумағы таулы және аз зерттелген аудандарға жатады және III жел ауданына жанасады.

Құрылыс аумағы сейсмикалық аймаққа жатады.

Құрылыс алаңшасының теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 1450,0 м.

Шатыры қиыстырылған: жазық пайдалануға беру шатырының телімі (6,0÷9,0 м аралықтары бар монолиттік темірбетонды тақтайша) мен металл жүгіртпелерді құрайтын мансардалық бөліктің шатырынан тұрады.

Мансардалық бөліктегі екі илемдік шатырдың иілу бұрышы – 45°.

Қосымша деректер:

C_e – қоршаған ортаның коэффициенті (5.1-кесте), $C_e = 1,2$ (желден белестер мен биік ағаштар арқылы жабылған жер),

C_t – жылулық коэффициенті, $C_t = 1,0$ (ұлғайтылған жылу беруі бар жабындарға қарастырылатын қар жүктемелерін төмендету ескерілмейді).

Шешім

Сейсмикалық аумақтардағы алаңшаларда орналасқан ғимараттар үшін төтенше қар жүктемелердің есебі бар, жабын конструкцияларының қауіпті шекті жағдайын тексеруге арналған есептік қиыстырулар (ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 3.4.5 қар.).

Жазық пайдалануға берілетін шатырдың телімін қосатын, қарастырылып отырған ғимараттың жабынының күш түсетін конструкцияларын есептеу үшін төмендегілерді қолдану керек:

- белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру, А қосымшасы, А жағдайы;

- тек төменгі мүмкіндікті қар түсу $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot S_k$, төтенше әсер ету ретінде қарастырылатын ерекше есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру, А қосымшасы, Б.1 жағдайы.

Осы жерде құрылыс аумағының тек төменгі мүмкіндігі бар төтенше қар түсуі ықтимал аз зерттелген және таулы аудандарға (қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасы бойынша) жататындығын ескеру керек.

Тұрақты/өтпелі есептік жағдай кезінде қауіпті шекті жағдайды бағалауға арналған, теңіз деңгейінде алаңшаның орналасу биіктігінің ($A=1450$ м) есебі бар есептік қар жүктемесі $s_{Ad} = 195$ кгс/м² құрайды (3-мысалды қар.).

Тек төменгі мүмкіндікті қар түсумен пайда болған төтенше қар жүктемесі $C_{esl} = 2,0$ мәні кезінде алаңшаның теңіз деңгейінен орналасу биіктігінің есебімен $s_{Ad} = 390$ кгс/м² құрайды.

Қар жүктемесінің формасының коэффициенттері: жабынның бір илемдік бөліктері (пайдалануға берілетін шатыр) үшін – Құралдың 5.3.2 бөлімінде, ал мансарданың екі илемдік шатырлары үшін – 5.3.3 бөлімінде берілген.

Бір илемдік пайдалануға берілетін шатыр

Жүктемені қар үйінділерісіз де, сондай-ақ қар үйінділерімен де қосымшалау жағдайлары үшін $\alpha < 30^\circ$ кезіндегі форманың коэффициенті $\mu_1 = 0,8$.

Сол жерде, белгіленген/өтпелі есептік жағдай үшін қар жүктемесінің есептік (басымдылық) мәні:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 187 \text{ кгс/м}^2;$$

Тек төменгі мүмкіндікті қар түсу төтенше жағдай ретінде қарастырылатын ерекше есептік жағдай үшін қар үйінділерінің есебісіз, сонымен қатар қар үйінділерінің есебі бар қар жүктемесінің есептік (басымдылық) мәні:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot s_k = 0,8 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 375 \text{ кгс/м}^2.$$

Мансарданың екі илемдік шатыры

Жабынның формасы – екі илемдік (5.3.3), 3.1-схема, шатырдың көлбеуге иілу бұрышы $\alpha = 45^\circ$.

Екі илемдік (5.3.3) қар жүктемелерінің формасының коэффициенті $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ кезінде (5.1-кесте) $\mu_1(\alpha_1) = 0,8 (60^\circ - 45^\circ)/30^\circ = 0,40$;

Белгіленген/өтпелі есептік жағдай:

i жағдайы. Қар жүктемелерін үйінділердің есебісіз бөлудің схемасы, 5.3-сурет,

$$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 94 \text{ кгс/м}^2;$$

ii жағдайы. Қар жүктемелерін үйінділердің есебімен бөлудің схемасы, 5.3-сурет,

$$s_{ii} = 0,5\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 47 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{ii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 94 \text{ кгс/м}^2.$$

iii жағдайы. Қар жүктемелерін үйінділердің есебімен бөлудің схемасы, 5.3-сурет,

$$s_{iii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 94 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{iii} = 0,5\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 47 \text{ кгс/м}^2.$$

Тек төменгі мүмкіндікті қар түсу төтенше жүктеме ретінде қарастырылатын ерекше есептік жағдай үшін есептік қиыстыру

i жағдайы, қар жүктемелерін үйінділердің есебісіз бөлудің схемасы,

$$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 188 \text{ кгс/м}^2;$$

ii жағдайы, қар жүктемелерін үйінділердің есебімен бөлудің схемасы, 5.3-сурет,

$$s_{ii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 94 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{ii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 188 \text{ кгс/м}^2.$$

iii жағдайы, қар жүктемелерін үйінділердің есебімен бөлудің схемасы, 5.3-сурет,

$$s_{iii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 188 \text{ кгс/м}^2;$$

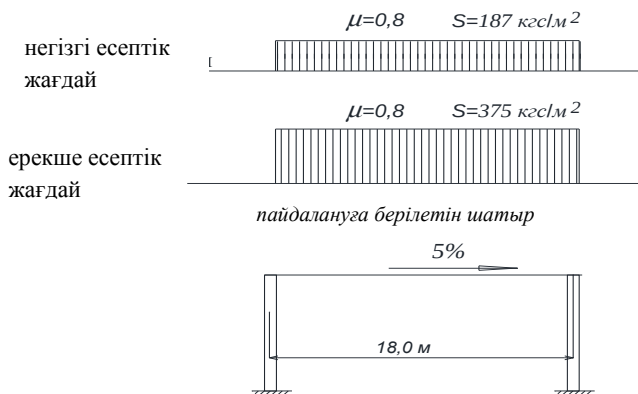
$$s_{iii} = 0,5\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 94 \text{ кгс/м}^2.$$

Қонақ үй кешенінің ғимаратының қиыстырылған жабынының телімдеріндегі қар жүктемесін бөлудің схемалары 5.10-суретте көрсетілген.

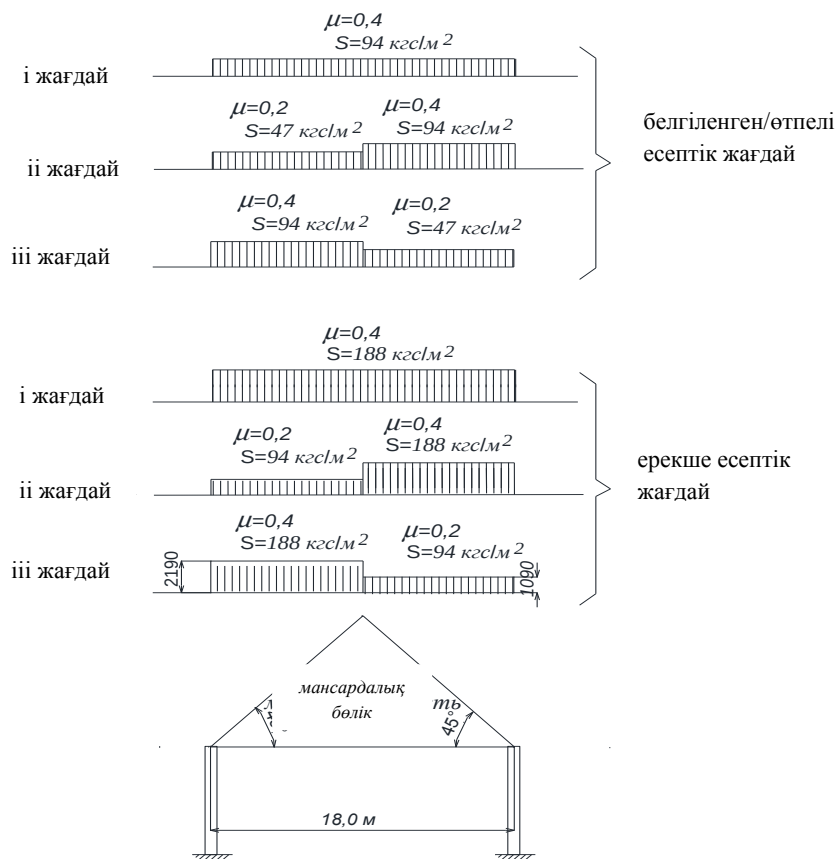
Жабын конструкцияларына тұрақты және ілеспелі уақытша (мысалы, желдің әсер етуі) жүктемелердің есебімен түсетін есептік қиыстырулар ҚР ҚН EN 1990:2002 +A1:2005/2011 4.1.3 бөлімінде берілген.

Таңдалған есептік қиыстыруларға байланысты жабынға түсетін қар жүктемесі басымдықтық ($\psi = 1$) немесе тиісті жеке коэффициенттердің мәнін ($\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,2$) таңдаумен ілеспелі жүктеме ретінде қарастырыла алады.

а) пайдалануға берілетін шатырдың алаңшасы



б) мансарданың екі илемдік шатыры



5.10-сурет – Қонақ үй кешенінің үш қабаттық ғимаратының жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік мәндері (5.3-мысал)

5.4-МЫСАЛ. 4.4-мысалдың шығыс деректері бойынша бір қабаттық өндірістік ғимараттың жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік қиыстыруын анықтау.

Жабынның конструкциясы 18,0 м аралықты темір бетондық арқалықтар бойынша көп аралықтық екі илемдік шатырдан тұрады.

Өндірістік ғимараттың жабынында (ортаңғы аралық) өлшемі 3,0×60,0 м, биіктігі 2,0 м жарық фонарьлары орнатылған.

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы бойынша құрылыстың аумағы II (2) қар ауданына жатады.

Желдің қысымы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 3-картасы бойынша құрылыстың аумағы III жел ауданына жатады.

Құрылыс аумағы сейсмикалық аймаққа жатады.

Алаңшаның теңіз деңгейіндегі биіктік жағдайы – 780,0 м.

Темір бетон арқалықтар бойынша екі илемдік шатырдың иілу бұрышы – 15°.

Қосымша деректер:

C_e – қоршаған ортаның коэффициенті (5.1-кесте), $C_e = 1,0$ (жергілікті қарапайым жағдайлар),

C_t – жылулық коэффициенті, $C_t = 1,0$ (ұлғайтылған жылу беруі бар жабындарға қарастырылатын қар жүктемелерін төмендету ескерілмейді).

Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәні (4-мысалын қар.) $s_k = 120$ кгс/м² тең етіп қабылданған.

Шешім

Құрылыс ауданының жағдайы бойынша (4.1-мысалды қар.) ерекше есептік жағдайлар қарастырылмайды.

Белгіленген/өтпелі есептік жағдай үшін

$$s = \mu_f C_e C_t s_k = \mu_f \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_f 120 \text{ кгс/м}^2,$$

Көп аралықтың екі илемдік жабындарды есептеуге арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 5.3.4-тармағында берілген.

i жағдайы, үйінділердің есебісіз қар жүктемелерін бөлудің схемасы, $\mu_1 = 1,0$;

ii жағдайы, үйінділердің есебімен қар жүктемелерін бөлудің схемасы

$$\mu_1 = 1,0; \quad \mu_2 = 0,8 + 0,8 \alpha / 30^0 = 0,8 + 0,8 \times 15 / 30 = 1,20;$$

Құрылыс салынатын ауданның жағдайы бойынша (1-мысалды қар.) ерекше есептік жағдайлар қарастырылмайды.

Сейсмикалық өңірлердегі алаңшаларда орналасқан ғимараттарға арналған жабын конструкциясының қауіпті шекті жағдайларын тексеру үшін (ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН EN 1990:2002+A1: 2005/2011 3.4.5 қар.).

Белгіленген/өтпелі есептік жағдай үшін:

$$s = \mu_f C_e C_t s_k,$$

мұнда C_e , C_t , μ , s_k анықтамалары 5.2.3(в) п. келтірілген.

Жабынға түсетін есептік жүктеме:

$$s = \mu_f 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_f 120 \text{ кгс/м}^2.$$

Биіктіктерінің құламалары бар ғимараттар үшін қар жүктемесінің формасының коэффициенттері ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 5.3.6-бөлімі мен 5.7-суретке сәйкес қабылданады.

i жағдайы, үйінділердің есебісіз қар жүктемелерін бөлудің схемасы, $\mu_1 = 0,8$;

ii жағдайы, үйінділердің есебімен қар жүктемелерін бөлудің схемасы.

Жабынға түсетін есептік қар жүктемесінің қарқындылығы

- белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру:

i жағдайы, үйінділердің есебісіз қар жүктемелерін бөлудің схемасы, $\mu_1 = 0,8$;

ii жағдайы, үйінділердің есебімен қар жүктемелерін бөлудің схемасы:

$$\text{үйінділердің есебісіз } s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 120 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\text{үйінділердің есебімен } s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 120 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,20 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 144 \text{ кгс/м}^2.$$

Қардың жарық фонарьларының қабырғаларында жиналуы

Қардың жарық фонарьларының қабырғаларында жиналуымен шақырылған есептік қар жүктемелері Құралдың 6.2-тармағының материалдары бойынша анықталған.

Қарастырылатын жабынға (6.1-суретті қар.) арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттері мен үйінділердің (омбылардың) ұзақтығы:

$$0,8 \leq \mu_2 = 2,0 \text{ шектеуі бар } \mu_1 = 0,8; \mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \times 2 / 1,2 = 3,33 > 2;$$

$\mu_2 = 2$ етіп қабылдаймыз,

мұнда γ - осы есеп үшін 2 кН/м^3 тең етіп қабылдауға жол берілетін қардың салыстырмалық салмағы.

Үйінділердің ұзақтығы $l_s = 2h = 2 \times 2 = 4,0 \text{ м}$, $5 \leq l_s = 15 \text{ м}$ шектеуімен.

Жарықтық фонарь аумағындағы жабынға түсетін есептік қар жүктемесінің қарқындылығы:

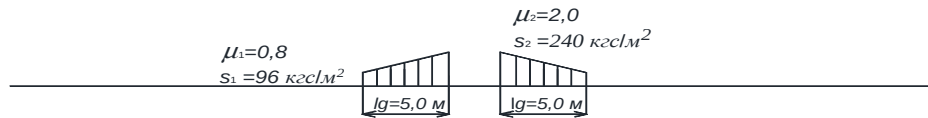
$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 2,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 240 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 96 \text{ кгс/м}^2;$$

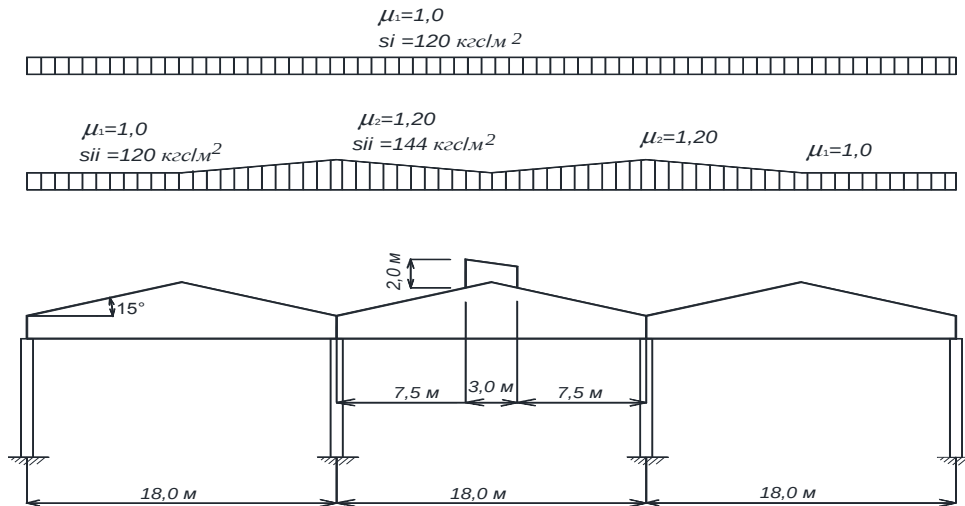
Бір аралықтық өндірістік ғимараттың жабынына түсетін қар жүктемелерін бөлудің схемалары 5.11-суретте көрсетілген.

Тұрақты және ілеспелі уақытша (мысалы, желдің әсер етуі) жүктемелердің есебі бар жабын конструкцияларына түсетін жүктемелердің есептік қиыстыруы ҚР ҚН ЕН 1990:2002 + А1:2005/2011 4.1.3 тармағында келтірілген.

б) қардың жарық фонарьларының қабырғасында жиналуы



а) қардың жарық фонарьларының қабырғасында жиналуының есебісіз



5.11-сурет – Бір қабатты өндірістік ғимараттың жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік мәндері (5.4-мысалы)

Таңдалған есептік қиыстыруларға байланысты жабынға түсетін қар жүктемесі басымдықтық ($\psi = 1$) немесе тиісті жеке коэффициенттердің мәнін ($\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,2$) таңдаумен ілеспелі жүктеме ретінде қарастырыла алады.

5.5-МЫСАЛ. 4.5-мысалдың шығыс деректері бойынша Алматы қаласында әуежай ангарының ғимаратының жабынына түсетін қар жүктемесінің есептік қиыстыруын анықтау.

Жабынның конструкциясы 85,0 м аралығы бар күш түсетін кеңістіктік ферма мен 36,0 м аралығы бар полигоналдік бейнелеудің төменгі белдеулі көлденең фермаларды қосады.

Шатыр биіктігінің құламасы – 2,60 м, көлденең фермалар иілу еңісі – 10° .

Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын аудандастырудың (б) 1-картасы бойынша құрылыстың аумағы II (2) қар ауданына жатады.

Желдің қысымы бойынша СССР аумағын аудандастырудың 3-картасы бойынша құрылыстың аумағы III жел ауданына жатады.

Құрылыстың аумағы сейсмикалық аймаққа жатады.

Алаңшаның теңіз дейгейінен биіктеу жағдайы – 750,0 м.

Қосымша деректер:

C_e – қоршаған ортаның коэффициенті (5.1-кесте), $C_e = 0,8$ (желден қорғалмаған жер),

C_t – жылулық коэффициенті, $C_t = 1,0$ (ұлғайтылған жылу беруі бар жабындарға қарастырылатын қар жүктемелерін төмендету ескерілмейді).

Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәні (4.5-мысалын қар.) $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$ тең етіп қабылданған.

Шешім

Құрылыс салынатын ауданның жағдайы бойынша (1-мысалды қар.) ерекше есептік жағдайлар қарастырылмайды.

Сейсмикалық өңірлердегі алаңшаларда орналасқан ғимараттарға арналған жабын конструкциясының қауіпті шекті жағдайларын тексеру үшін (ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 А қосымшасы) сейсмикалық жүктемені қосатын есептік жағдайлардан бөлек қарастырылады (ҚР ҚН EN 1990:2002+A1: 2005/2011 3.4.5 қар.).

Белгіленген/өтпелі есептік жағдай үшін:

$$s = \mu_t \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k,$$

мұнда C_e , C_t , μ , s_k анықтамалары 5.2.3(в) п. келтірілген.

Жабынға түсетін есептік жүктеме

$$s = \mu_i 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_i 120 \text{ кгс/м}^2.$$

Биіктіктерінің құламалары бар ғимараттар үшін қар жүктемесінің формасының коэффициенттері ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 5.3.6-бөліміме мен 5.7-суретке сәйкес қабылданады.

i жағдайы, үйінділердің есебісіз қар жүктемелерін бөлудің схемасы, $\mu_1 = 0,8$;

ii жағдайы, үйінділердің есебімен қар жүктемелерін бөлудің схемасы:

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w;$$

мұнда μ_s – биіктеу жабыннан қардың сырғуын (құлауын) ескеретін қар жүктемесінің формасының коэффициенті: $\alpha \leq 15^\circ$ кезінде, $\mu_s = 0$;

μ_w - желдің әсерін ескеретін қар жүктемесінің формасының коэффициенті:

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/s_k = (12 + 36)/2 \times 2,6 = 9,2 > 2 \times 2,6/1,2 = 4,33.$$

мұнда γ - 2 кН/м^3 тең етіп қабылдауға жол берілетін қардың салыстырмалық салмағы.

$\mu_w = 4,33$ мәнін қабылдаймыз.

$l_s = 2h = 2 \times 2,6 = 5,2 \text{ м}$ үйіндінің ұзақтығы ($5 \leq l_s \leq 15 \text{ м}$ шектеуінің есебімен).

$$0,5 (0,2 + 10h/b) = 0,5 (0,2 + 10 \times 3/18) = 0,5 \times 1,87 = 0,93; \mu_3 = 1,87;$$

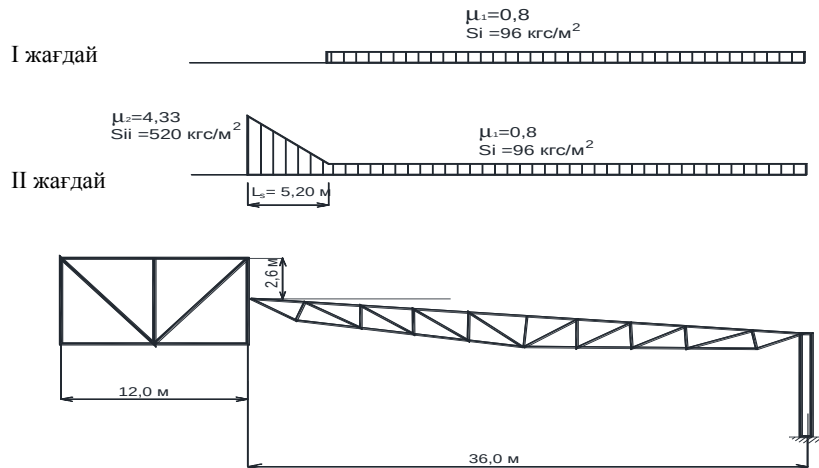
Жабынға түсетін есептік қар жүктемесінің қарқындылығы

- белгіленген/өтпелі есептік жағдайға арналған есептік қиыстыру

$$\text{үйінділердің есебісіз } s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,80 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 96 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\text{үйінділердің есебімен, } s = \mu_w \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 4,33 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 520 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 96 \text{ кгс/м}^2.$$



5.12-сурет – Ангардың жабынындағы қар жүктемелерінің есептік мәндері (5.5-мысал)

6 [6] ЛОКАЛДЫҚ ӘСЕРЛЕР

6.1 [6.1] Жалпы ережелер

(1) Осы бөлім қар жиналған кездегі:

- жабындардағы бастырмалар (шығыңқы бөліктер) мен қоршаулардағы;
- жабындардың шетіндегі;
- қар ұстайтын қоршаулардағы локалдық тексерулерге қолдануға арналған нұсқаулардан тұрады.

(2) Тұрақты/өтпелі есептік жағдайларды қарастыру керек.

6.2 [6.2] Қондырма мен бөгеттерде қардың жиналуы

(1) Желді ауа-райы жағдайы кезінде қардың жиналып қалуы (омбылардың) ішінде қар жиналып қалатын (шоғырланатын) аэродинамикалық көлеңкелердің аумағын жасайтын, шығыңқы бөліктері (бастырмалары) бар кез-келген жабындарда пайда болуы мүмкін.

(2) Квази көлбеу жабындарға арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері мен үйінділердің (омбының) ұзақтығын (6.1-суретті қар.) төмендегідей анықтау керек:

$$\mu_1 = 0,8, \mu_2 = \gamma \cdot h / s_k \quad (6.1) [6.1]$$

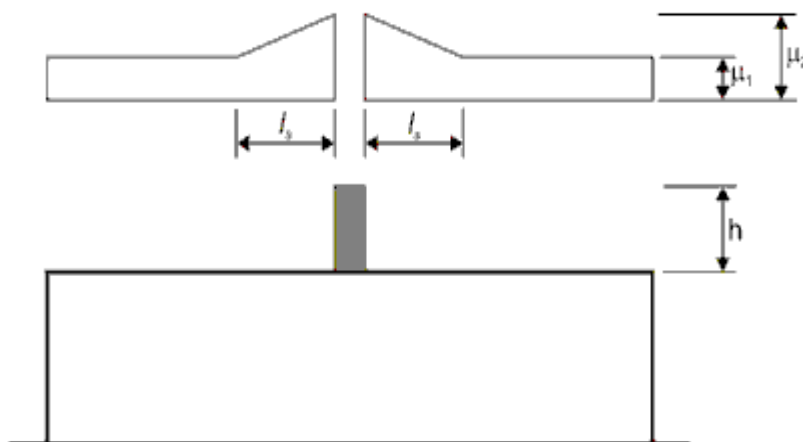
$$0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0 \text{ шектеуімен} \quad (6.2) [6.2]$$

мұнда γ - осы есеп үшін 2 кН/м^3 тең етіп қабылдауға жол берілетін қардың салыстырмалық салмағы.

$$l_s = 2h \quad (6.3) [6.3]$$

$$5 \leq l_s \leq 15 \text{ м шектеуімен}$$

ЕСКЕРТПЕ Б қосымшасы егер Ұлттық қосымшамен жол берілсе, онда үйінділермен шақырылған жүктеменің жағдайын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.



6.1[6.1]-сурет – Шығыңқы бөлшектері мен қоршаулары бар жабындардағы қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері

6.3 [6.3] Жабын илемінің шетінде қардың салбырап тұруы

(1) Жабын илемінің шетінде қардың салбырап тұруын ескеру керек.

ЕСКЕРТПЕ Осы тармақтың шартын қолдануды ұлттық қосымшада белгілеуге жол беріледі. Осы тармақ теңіз деңгейінен 800 м асатын биіктікте орналасқан құрылыс алаңшалары үшін қолданылуына кепілдеме беріледі.

(2) Шатыр элементтерінің қабырғаларынан шығып тұратын есептік параметрлерді анықтау кезінде шатырдың осы бөлігіне түсетін жүктемемен бірге жабын илемінің шетінен қардың салбырауынан болатын жүктемені де ескеру керек.

Қардың салбырауынан болатын жүктемені төмендегідей есептеуге жол беріледі:

$$S_e = k \cdot s^2 / \gamma, \quad (6.4) [6.4]$$

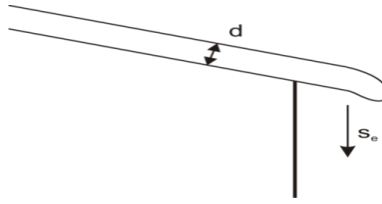
мұнда S_e - қардың салбырауынан пайда болған ұзындықтың бірлігіне келетін қар жүктемесі (6.2-суретті қар.);

s - шатырға түсетін қар жүктемесі (5.2 қар.);

γ - осы есеп үшін 3 кН/м^3 тең етіп алуға рұқсат берілетін қардың салыстырмалық салмағы;

k - қардың салбырау формасының тегіссіздігін ескеретін коэффициент.

ЕСКЕРТПЕ k мәнін ұлттық қосымшада көрсетуге жол беріледі. Есептеу үшін $k \leq d \cdot \gamma$ кезінде $k = 3/d$ қолдануға кепілдеме беріледі, мұнда d – метрде берілген шатырдағы қар қабатының қалыңдығы (6.2-суретті қар.).



6.2 [6.2]-сурет – Жабындардың (шатырдың) илемінің шетінде қардың салбырауы

6.4 Қарды ұстайтын бөгеттер мен басқа тосқауылдарға түсетін қар жүктемесі

(1) Нақты жағдайларда қар иіlmелі немесе дөңгелектелген жабындардан сырғуы (сырғанауы) мүмкін.

Жабын беті бойынша қардың үйкелу коэффициентін нөлге тең етіп қабылдайды.

Осы есептер үшін қардың ғимарат ұзындығының бірлігіне сырғу бағытындағы сырғитын массаның қысымы кезінде пайда болатын күшейтуді F_s төмендегіге тең етіп қабылдау керек:

$$F_s = s \cdot b \cdot \sin \alpha, \quad (6.5) [6.4]$$

мұнда s – ең жағымсыз есептік жағдай кезіндегі қар жүктемесінің қардың құлауы болатын шатырдың бетінде үйінділердің есебісіз қар жүктемесі (5.2 және 5.3 қар.);

b – қарды ұстайтын тордан немесе бастырмадан келесі торға немесе атшаға дейінгі көлбеу қашықтық;

α – көлбеуге қатысты өлшенген шатырдың еңісі.

А [А] ҚОСЫМШАСЫ (міндетті)

Жергілікті жағдай үшін пайдаланылатын қар жүктемелерін төлудің есептік жағдайлары мен схемалары

(1) А.1-кестеде А, Б1, Б2 және Б3 төрт жағдай берілген және әрбір жеке жағдай үшін есептік жағдай мен жүктемені бөлу көрсетілген.

А.1-кесте – Әртүрлі жергілікті жағдайларда қолданылатын есептік жағдайлар мен жүктемені бөлудің схемалары

Қарапайым жағдайлар	Ерекше жағдайлар		
	Б1 жағдайы	Б2 жағдайы	Б3 жағдайы
Төтенше қар түсу жоқ Төтенше үйінділер жоқ	Төтенше қар түсу Төтенше үйінділер жоқ	Төтенше қар түсу жоқ Төтенше үйінділер	Төтенше қар түсу Төтенше үйінділер
3.2.1	3.3.1	3.3.2	3.3.2
<i>Белгіленген/өтпелі есептік жағдай</i>	<i>Белгіленген/өтпелі есептік жағдай</i>	<i>Белгіленген/өтпелі есептік жағдай</i>	<i>Белгіленген/өтпелі есептік жағдай</i>
[1] үйінділердің есебісіз $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$	[1] үйінділердің есебісіз $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$	[1] үйінділердің есебісіз $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$	[1] үйінділердің есебісіз $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$
[2] үйінділердің есебімен $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$	[2] үйінділердің есебімен $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$	[2] үйінділердің есебімен $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$	[2] үйінділердің есебімен $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot S_k$
	<i>Ерекше есептік жағдай (қар төтенше әсер ету болып табылған кезде)</i>	<i>Ерекше есептік жағдай (қар төтенше әсер ету болып табылған кезде)</i>	<i>Ерекше есептік жағдай (қар төтенше әсер ету болып табылған кезде)</i>
	[3] үйінділердің есебісіз $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot C_{es1} \cdot S_k$	[3] үйінділердің есебімен $\mu_s \cdot S_k$ (Б қосымшасына сай шатырлардың формалары үшін)	[3] үйінділердің есебісіз $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot C_{es1} \cdot S_k$
	[4] үйінділердің есебімен $\mu_f \cdot C_e \cdot C_{f1} \cdot C_{es1} \cdot S_k$		[4] үйінділердің есебімен $\mu_f \cdot S_k$ (Б қосымшасына сай шатырлардың формалары үшін)

А.1-кесте – Әртүрлі жергілікті жағдайларда қолданылатын есептік жағдайлар мен жүктемені бөлудің схемалары (жалғасы)

ЕСКЕРТПЕ 1 ҚР аумағының климаттық параметрлерінің картасын жасағанға дейін тек төменгі мүмкіндіктегі қар түсумен шақырылған жабынға түсетін төтенше қар жүктемесі $\mu \cdot Ce \cdot St \cdot C_{es1} \cdot s_k$ аз зерттелген және таулы аудандарда орналасқан ғимараттардың күш түсетін конструкцияларын есептеу үшін қолданылады. (Қар жабынының салмағы бойынша СССР аумағын (б) аудандастырудың 1-картасы бойынша [ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы]).

Бұл жерде көрсетілген жүктеме ҚР ҚН ЕН 1991-1-3:2003/2011 5.3-тармағына сәйкес қар үйінділерінің есебісіз және есебімен (мысалы, желдің әсер етуімен шақырылған) шатырлардың формаларына арналған есептік қиыстыруда қарастырылады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Төтенше қар үйінділерімен шақырылған (тек төменгі мүмкіндікті қардың қабаттануының нәтижесінде), жабынға түсетін төтенше қар жүктемесі $\mu \cdot s_k$ оның конфигурациясына байланысты жабынның жеке телімдеріне арналған есептік қиыстыруларда қарастырылады. Көрсетілген жүктеме А қосымшасы (Б.3 жағдайы) бойынша, нақты метеорологиялық жағдайлар (қысқы кезеңдегі дұрыс температуралар немесе жылымықтар) кезінде желдің баяудан жоғарыға дейінгі жылдамдығымен ілеспелі қардың еруі болатын ерекше өңірлерде шатырдың формалары үшін Б қосымшасы бойынша анықталады.

ҚР аумағының климаттық параметрлерінің картасын жасағанға дейін төтенше қар үйінділерімен шақырылған төтенше қар жүктемесі ескерілмейді.

ЕСКЕРТПЕ 3 Б1 және Б3 жағдайлары үшін Ұлттық қосымшада 6-бөлім бойынша ерекше жергілікті жағдайларға қатысты есептік жағдайлар белгіленеді.

Б ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

Төтенше қар үйінділеріне арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері

Б.1. [B.1] Қолдану саласы

(1) Осы қосымша жабындардың (шатырлардың) төмендегі типтері үшін төтенше қар үйінділері кезіндегі жүктемелерді бөлу схемаларын анықтауға арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттерінен тұрады:

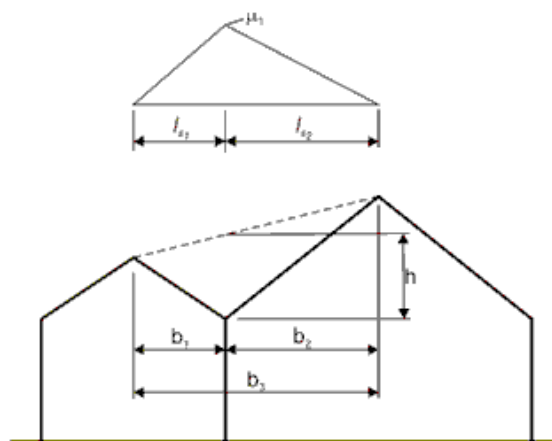
- а) көп аралықты екі илемді жабындар;
- б) биіктеу имаратқа жанасқан баспалдақты жабындар;
- с) үйінділер шығыңқы бөліктерінде, бастырмаларда, парапеттерде пайда болатын жабындар;
- д) жүктемелерді бөлудің барлық басқа схемалары үшін 5 және 6 бөлімдерді ескеру керек.

(2) Қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттерін қолдану арқылы қар жүктемесінің жағдайларын есептеу кезінде осы қосымшаға сәйкес осы жүктемелердің қар үйінділері үшін төтенше және қасындағы шатырда қар жоқ деп қарастырылатындықтан шығу керек.

(3) Нақты жағдайлар кезінде шатырдың бір теліміне төтенше қар үйінділерімен шақырылған жүктемелердің бірден аса есептік жағдайына таратыла алады; бұл жағдайларда осы есептік жағдайлар баламалық деп қарастырылады.

Б.2. [B.2] Көп аралықты екі илемдік жабындар

(1) Көп аралықты екі илемдік жабындардың науашықтарындағы төтенше үйінділері кезінде қар жүктемелердің формаларының коэффициенті Б.1 және Б.2-суреттерде көрсетілген.



Б.1[B.1]-сурет – Төтенше қар үйіндісінің формасының коэффициенті мен ұзақтығы. Көп аралықты екі илемдік жабындардың науашықтары

(2) В.1-суретте келтірілген форманың коэффициентін келесі мәндерден минималдық деп анықтайды:

$$\mu_1 = 2h/s_k,$$

$$\mu_1 = 2b_3/(l_{s1}+l_{s2}),$$

$$\mu_1 = 5.$$

Үйіндінің ұзақтығын:

$$l_{s1} = b_1, l_{s2} = b_2 \text{ ретінде есептейді.}$$

(3) Симметриялық және бірдей геометриялы бірден аса атшасы бар жабындарды b_3 екі иіlmелі беттің проекциясы ретінде қабылдайды (яғни, көп аралықтық жабынның аралығы $\times 1,5$) және қар жүктемесінің осы бөлуі міндетті түрде бір уақытта болмаса да, әрбір науашыққа қабылдануы керек.

(4) Геометриясы бірдей емес шатырлар үшін b_3 таңдаған кезде көп аралықтық жабындардың атшаларының және/немесе аралықтарының биіктігіндегі елеулі айырмашылықтар қардың жабын бойынша еркін орын ауысуына кедергі жасайтындығын және қардың жиналуға қажетті мөлшеріне теориялық тұрғыдан ықпал ететіндігін ескеру керек.

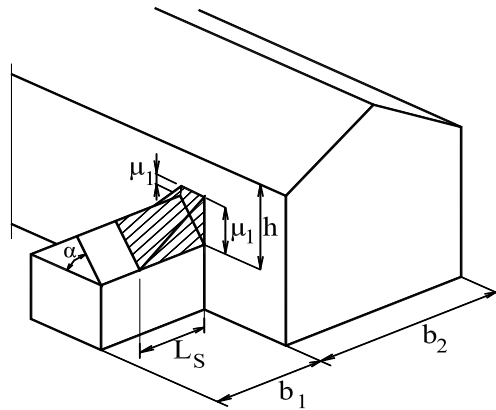
(5) Имаратты есептеу кезінде шедтік шатырдағы бірнеше науашықтағы бір мезгілдік үйінділерді жалпы жүктеме ретінде есептейді, жабынға ауыстырылған қардың максималдық көлемі бойынша шектеу қойылады. Барлық бір мезгілдік үйінділердің ұзындығының бірлігіне келетін жалпы қар жүктемесі науашық орнындағы атшаларға перпендикуляр имараттардың ұзындығына көбейтілген топыраққа түсетін қар жүктемесінің мәндерінен аспауы керек.

ЕСКЕРТПЕ Егер имарат асимметриялық жүктемелерге ұрылатын болса, онда жобалаушы науашықтардағы әртүрлі қар үйінділерінің мүмкіндігін ескеруі керек.

Б.3. [В.3] Биіктеу имараттарға жанасатын жабындар (биіктігі ауыспалы ғимараттардың жабындары)

(1) Баспалдақты жабындарға қолданылатын төтенше үйінділер кезіндегі қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері Б.2-суретте және Б.1-кестеде берілген.

(2) Б.2-суретте берілген қар жүктемесінің есептік жағдайы, сондай-ақ жақын маңайда орналасқан, бірақ биіктеу ғимараттарға жанастырылмаған шатырларға таралады, бұл жерде төменгі шатырға түсетін нақты жүктемені ғана есептеу керек, яғни екі имараттың арасындағы жүктемені ескермеуге болады.



Б.2 [В.2]-сурет – Төтенше қар үйінділерінің формасының коэффициенттері мен ұзындығы. Биіктеу ғимараттарға жанасатын баспалдақтық жабындар

(3) Үйіндінің ұзындығы $l_s \geq 5h$, b_1 -дің минималдық мәніне тең немесе 15 м.

Б.1 [В.1]-кесте – Биіктеу ғимараттарға жанасатын жабындар үшін төтенше қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері

Форманың коэффициенті	Шатырдың еңісі α_1			
	$0^\circ \leq \alpha_1 \leq 15^\circ$	$15^\circ < \alpha_1 \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha_1 < 60^\circ$	$60^\circ \leq \alpha_1$
μ_1	μ_3	$\mu_3[(30 - \alpha_1)/15]$	0	0
μ_2	μ_3	μ_3	$\mu_3[(60 - \alpha_1)/30]$	0
ЕСКЕРТПЕ $\mu_3 - 2h/s_k$, $2b/l_s$ -ден ең аз мән немесе 8, мұнда $b - b_1$ максималдық мән немесе b_2 ; $l_s - 5h$, b_1 -ден ең аз мән немесе 15 м.				

Б.4 [В.4] Үйінділер шығыңқы бөліктерінде, бастырмаларда, парапеттерде пайда болатын жабындар

(1) Үйінділер парапеттерден айырмашылығы бар шығыңқы бөліктерінде (бастырмаларда) пайда болатын жабындар үшін қолданылатын төтенше үйінділерге арналған қар жүктемесінің формаларының коэффициенттері Б.4(2) берілген және В.3-суретте көрсетілген. Парапеттердегі үйінділерге арналған формалардың коэффициенттері Б.4(4) берілген.

(2) а) Егер алдында үйінді пайда болуы мүмкін тік көтеріңкі жердің ауданы 1 м^2 артық болмаса, онда үйіндінің әсерін ескермеуге болады.

б) Осы бөлім:

- биіктігі 1 м аспайтын бастырмалардың (шығыңқы бөліктердің) алдындағы үйінділерге;

- бастырмалардың (қоршаулардың) биіктігіне тәуелсіз есіктердің немесе жүк тиеу рампаларының алдындағы имарат қасбетінен 5 м артық емес шығып тұрған күнқағарлардағы үйінділерге;

- жергілікті шығыңқылар деп қарастыруға болатын, биіктігі 1 м және ені 2 м аспайтын кішігірім бастырмаларға таралады. Осы арнайы жағдай үшін h жел бағытына перпендикуляр шығыңқы биіктігінің немесе енінің ең аз мәні деп қарастыруға жол беріледі.

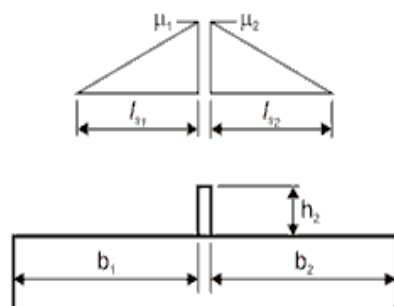
в) Б.3-суретте көрсетілген қар жүктемесінің формасының коэффициентін төмендегі мәндердің ең азы ретінде анықтайды:

$$\mu_1 = 2h_1/s_k \text{ немесе } 5;$$

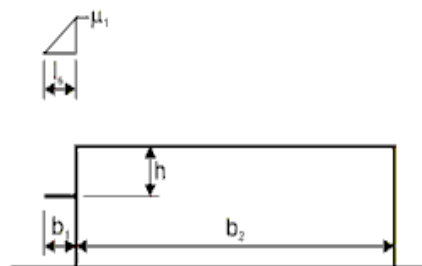
$$\mu_2 = 2h_2/s_k \text{ немесе } 5.$$

Ғимараттан 5 м аса шықпайтын есіктің күнқағарына арналған μ_1 осы мәнінен басқа $2b/l_{s1}$ аспауы керек, мұнда b — b_1 және b_2 мәндерінен үлкені.

г) Үйіндінің ұзақтығы l_{si} $5h$ -тен ең аз мәнге тең етіп қабылданады немесе b_i , $i = 1$ немесе 2, $h \leq 1$ м.

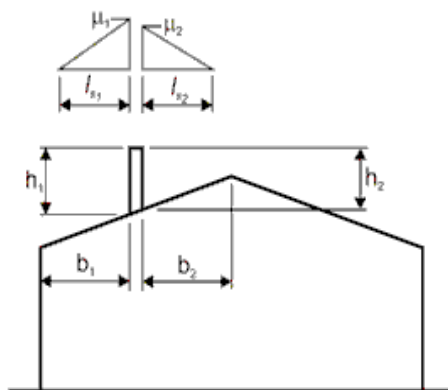


жазық жабындағы бастырма



есіктің немесе жүк тиеу рампасының астындағы күнқағар

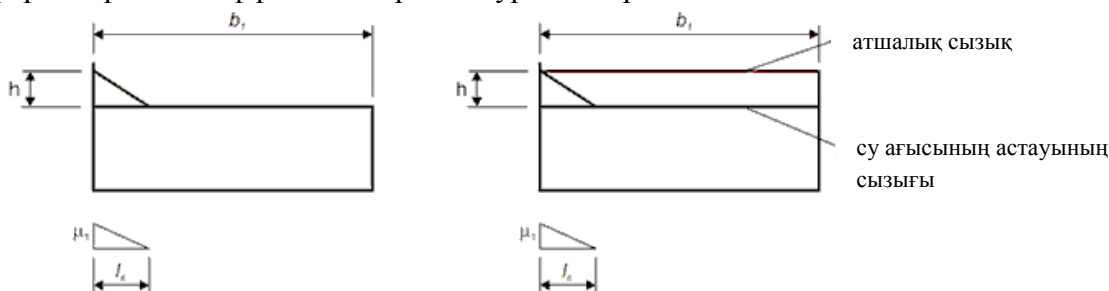
$$b_1 \leq 5 \text{ м}$$



илемдік немесе қисық сызықтық жабындағы бастырма

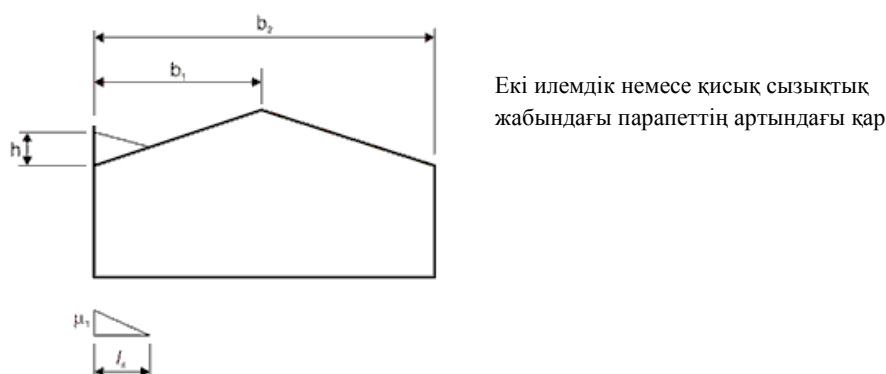
Б.3 [В.3]-сурет – Үйінділер бастырманың және қоршаудың шығыңқы бөліктерінде пайда болған кездегі төтенше қар үйінділерінің формасының коэффициенттері

(3) Парапеттері бар жабындардағы қардың төтенше үйіндісі кезіндегі қар жүктемесіне арналған формалардың коэффициенттері Б.4-суретте көрсетілген.



Жазық шатырдағы парапеттің артындағы қар

Жабын фронтонындағы парапеттің артындағы науадағы қар



ЕСКЕРТПЕ b_2 Форманың коэффициентін есептеу үшін қолдану керек.

Б.4 [В.4]-сурет – Төтенше қар үйінділері кезіндегі формалардың коэффициенттері. Парапеттері бар жабындар

(4) Б.4[В.4]-суретте көрсетілген форманың коэффициентін төмендегі мәндердің ең азы ретінде анықтайды:

$$\mu_1 = 2h/s_k,$$

$$\mu_1 = 2b/l_s, \text{ мұнда } b - b_1 \text{ және } b_2 \text{ үлкен мән;}$$

$$\mu_1 = 8.$$

Үйіндінің ұзақтығы l_s $5h$, b_1 -дің ең аз мәніне тең немесе 15 м етіп қабылданады.

(5) Фронтондағы парапеттің артындағы науашықтағы үйінділер кезінде, парапет атшаның үстінен кемінде 300 мм шығып тұратындығының шартымен, парапеттің бет жағындағы қар жүктемесі науашықтағы максималдық мәннен жанасқан атшаларда нөлге дейін азаятындығын қабылдау керек.

Б.5 Қар жүктемесінің формаларының коэффициенттерін салыстыру

Жабын бойынша қар жүктемелерін бөлудің ерекшеліктеріне байланысты, белгіленген/өтпелі жағдайда және төтенше қар түсу кезінде (5 және 6-бөлімдер) төтенше қар үйінділері кезінде бөлумен салыстырғанда ([В] қосымшасы) ҚР ҚН EN 1991-1-3:2003/2011 Б.2-кестеде аталған жағдайларға арналған қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттерін салыстыру берілген.

5.3 Жабындардың формаларының коэффициенттері және 6 Локалдық әсерлер		Б [В] қосымшасы	
Көп аралықтық екі илемдік жабындар			
№	Көп аралықтық екі илемдік жабындар	Б.2 [B.2]	Көп аралықтық екі илемдік жабындардың науашықтары
5.3.4		Б.2 [B.2]	Көп аралықтық екі илемдік жабындардың науашықтары
Биіктеу имараттарға жанасатын баспалдақтық жабындар			
	Төменгі шатырдың жазық екенін ескеретін қар жүктемесінің формасының коэффициенті i жағдай	Б.3 [B.3]	Б.1-кестеге сәйкес баспалдақтық жабындарға қолданылатын формалардың коэффициенттері
5.3.6		Б.3 [B.3]	Б.1-кестеге сәйкес баспалдақтық жабындарға қолданылатын формалардың коэффициенттері
Бастырмалар мен қоршаулардағы қардың жиналуы			
6.2	Квази көлбеу жабындарға арналған формалардың коэффициенттері μ және үйінділердің ұзақтығы. $0.8 \leq \mu \leq 2.0$ шектеуі бар, мұнда $\gamma = 2 \text{ кН/м}^3$ – қардың салыстырмалық салмағы, $\mu_1 = 0.8, \mu_2 = \gamma \cdot h / s_k$ $5 \leq L_s \leq 15 \text{ м}$ шектеуі бар $L_s = 2h$	Б.4 [B.4]	Қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері $\mu_1 = 2h_1 / s_k$ немесе 5; $\mu_2 = 2h_2 / s_k$ немесе 5; есік күнкағарлары үшін: $\mu_1 < 2b / L_{s1}$ Үйіндінің ұзақтығы L Б.4 (г) шарты бойынша қабылданады

В ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

ҚР аумағы үшін топыраққа түсетін қар жүктемесінің қабылданған сипаттамалық мәндерін негіздеу

В.1 Жалпы деректер

В қосымшасы ҚР ҚН EN1991-1-3:2002/2011 қабылданған редакциясына арнайы арналған ҚР Құрылыс және ТКШ агенттігінің тапсырысы бойынша 2011 жылы орындалған жұмыстардың («Әдістемелік нұсқаулар³...»[3]) нәтижесі бойынша алынған топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сараптамасының материалдары бар.

Қосымшаның мақсатына:

- «ҚР ҚН EN1991-2007/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету» климаттық параметрлердің картасын жасауға арналған бақылаудың есептік кезеңіндегі климаттық параметрлерді өңдеу жөніндегі әдістемелік нұсқаулар» ғылыми-техникалық құжаттың, ҚазҒСТҚСИ, 2011 мазмұны туралы ақпарат;

- Еурокод 1 (ҚР ҚН EN 1991/2007/2011) талаптарына сәйкес есептік сипаттамаларын қамтамасыз етуге негізделген климаттық параметрлердің карталарын жасауға арналған ҚР әртүрлі өңірлерінің (аз зерттелген және таулы аудандарды қоса) климаттық параметрлерін өңдеудің бірыңғай ережелері мен алгоритмдерін жалпылау;

- 1971-2008 жылдар ішіндегі бақылау кезеңінде үш – Аршалы (Ақмола облысы), Ұзынағаш және Үлкен Алматы өзені (Алматы облысы) метеостанцияларына арналған, «Қазгидромет» РМК қызметімен алынған климаттық параметрлердің (топыраққа түсетін қар жүктемелерінің жылдық максимумдары) өңдеудің мысалдары жатады.

В.2 ҚНЖЕ 2.01.07-85 және Еурокод 1 (ҚР ҚН EN1991-1-3:2003/2011) бойынша қар жүктемелерін салыстыру

Көптеген зерттеулердің жалпыланған нәтижелері [2] ҚНЖЕ 2.01.07-85 [1] қар жүктемелерін мөлшерлеудің бірқатар жетіспеушіліктері бар екендігін көрсетті, оның ішіндегі айтарлықтай маңыздылары:

- әрбір 7-10 жыл ішінде тұрақсыз және өзгермелі қар жабыны бар аудандарда олардың ұлғаюына шарттасатын есептік мәндерді анықтаудың әдістемесінің жетілмегендігі;
- нормативтік және есептік мәндерді анықтау кезінде елеулі жарылуын шақыратын жеткіліксіз бөлшектік аумақтық аудандастыру;
- қар жүктемелерінің ұзақ құрамдастарын мөлшерлеудегі дөрекілік;
- конструкцияны пайдалануға беру мерзімдерінің есебін жүргізе алмаушылық; ол оларды қызметтің белгісіз мерзімге жобалануына әкеп соғады.

Еурокалық нормалар (Еурокод 1) негізінде, дәл сол методологиялық негізде құрылған, бірақ төмендегідей елеулі айырмашылықтары бар:

- қар жүктемесінің нормативтік мәнінің орнына қайталанудың 50 жылдық орташа кезеңіне жауап беретін сипаттамалық мәні қолданылады;

³ «ҚР ҚН EN1991-2007/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету» климатикалық параметрлердің картасын жасауға арналған бақылаудың есептік кезеңіндегі климатикалық параметрлерді өңдеу жөніндегі әдістемелік нұсқаулар» ғылыми-техникалық құжат, ҚазҒСТҚСИ, 2011.

- қар жүктемесінің сипаттамалық мәні арқылы анықталынатын қиыстырушылық, жеке және квази тұрақты (толық тұрақты) мәндердің түсініктерін қосымша енгізілген;
- жабын бетінен қардың ықтимал үрленуінің әсері жеке топографиялық коэффициент арқылы есептелінеді;
- қар жүктемесін жылу бөлетін (шыныланған) жабындарға мөлшерлеу мақсатында нақты мәні Ұлттық нормаларда белгіленетін, жеке жылу коэффициенті қарастырылған;
- ҚНЖЕ 2.01.07-85 қарағанда шатыр пішінінің аз мөлшері қарастырылған, бірақ олар үшін топырақ бетіндегі қар жүктемесінен шатырдағы жүктемеге ауысу коэффициенттерін анықтауға қатысты елеулі бөлшектік нұсқаулар берілген;
- шатырда қар ұстайтын кедергі, карниздің үстінде қардың салбырауы және шатырдан сырғуы түріндегі локалдық әсерлер қарастырылған;
- теңіз деңгейінің үстіндегі биіктікке тәуелділік енгізу жолымен таулы жерлерде қар жүктемелерін аудандастыру айтарлықтай бөлшектеп жасалған.

50 жылда 1 рет қайталанудың орташа кезеңі бар қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерін пайдалануды ерекше атап өту керек. Мұндай ыңғайдың қағидаттық мәні базалық шама ретінде ҚНЖЕ 2.01.07-85 сияқты жиі көтерілетін орташа жылдық максимум емес, ғимараттар мен имараттардың қызметінің қарапайым қызметіне жақын, қайталанудың 50 жылдық кезеңі бар айтарлықтай сирек жүзеге асырылатын сипаттамалық мәнін пайдалануда.

Мұндай ыңғай қар жабыны туралы нақты метеорологиялық ақпаратты толығырақ ескеріп қана қоймай, сонымен қатар қар жүктемелерінің есептік мәндеріне көшу кезінде ықтимал қателіктерді айтарлықтай төмендетеді.

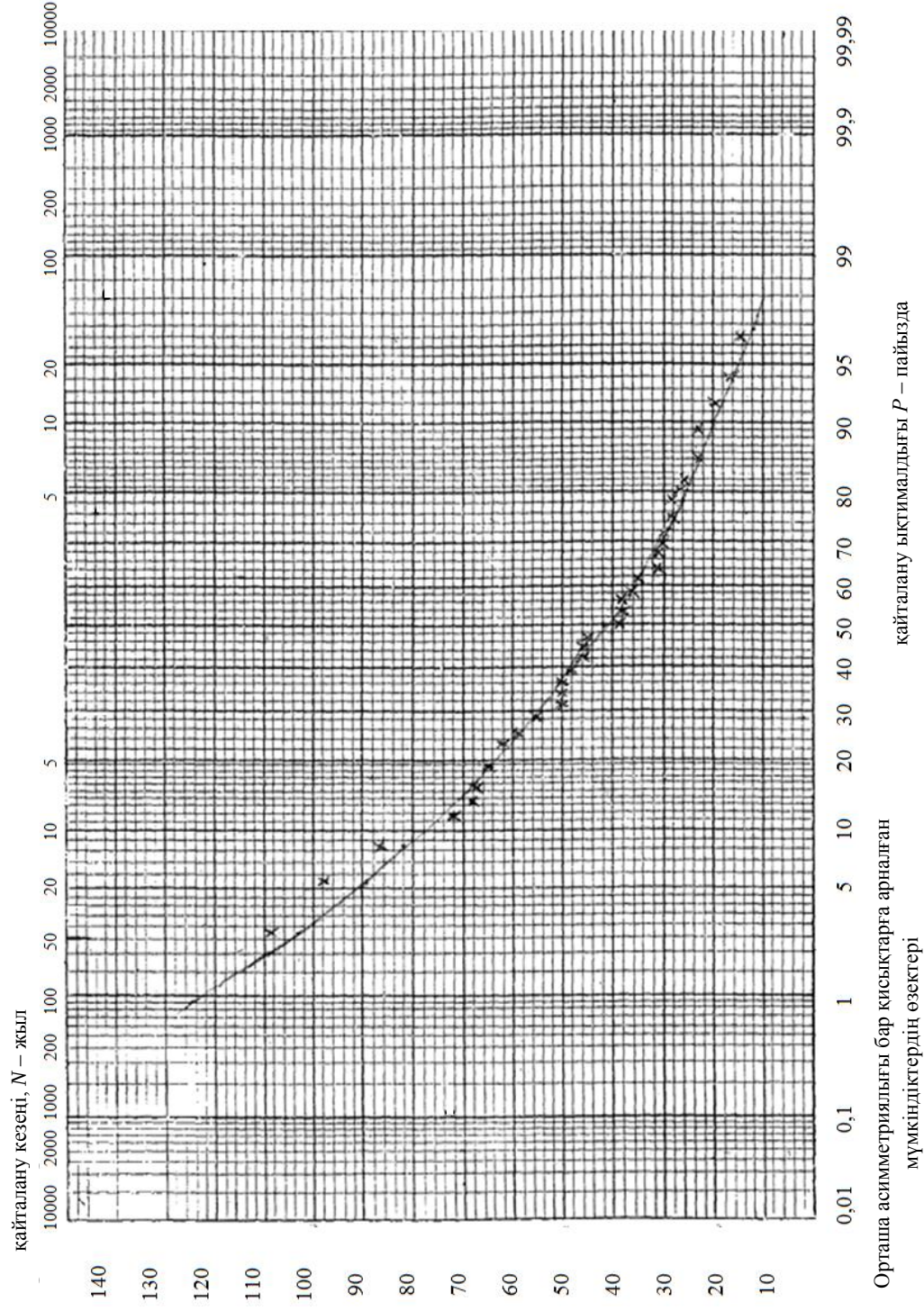
В.3 Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндері

Қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндері Аршалы (ҚР солтүстік ауданы), Ұзынағаш (Алматыдан 60 км) және ҰАӨ (Үлкен Алматы өзені) м/станцияларына арналған «Қазгидромет» РМК деректері бойынша қар жабынындағы ең үлкен су қорлары бойынша, 33 және 37 жылға (1971-2008 ж.ж.) дейінгі бақылау таңдамасы үшін анықталған.

Есептердің нәтижелері бойынша (қайталанудың орташа кезеңі 50 жылда 1 рет) асып кету мүмкіндігі бар, топыраққа түсетін қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндері, (кгс/м²): Ұзынағаш м/станциясы бойынша – 109,5 кгс/м², Аршалы м/станциясы бойынша – 159,3кгс/м² және м/станциясы бойынша – 329,5 кгс/м² құрайды.

Ұзынағаш $s_{\square} = 120$ кгс/м² (ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-қосымшасы, 1-карта бойынша II қар ауданы) және Аршалы $s_{\square} = 180$ кгс/м² (сол карта бойынша III қар ауданы) м/станциялары орналасқан климаттық өңірлерге арналған есептік қар жүктемелерінің мәндерімен салыстыру нәтижелердің қанағаттандырылғыш ұқсастығын көрсетеді, алайда, күтпелі мәндерден бірнеше айырмашылығы бар, өйткені ҚНЖЕ 2.01.07-85* (Ресей Федерациясының аумағында 2004 жылдан бері әрекет етуші ҚНЖЕ 2.01.07-85 өзгертілген редакциясы) бойынша қар жүктемелерінің есептік мәндері 0,04 мүмкіндігіне сәйкес келеді.

Ұзынағаш, қар жүктемесі, $N = 35$ жыл



В.1-сурет – Гумбельді Ұзынағаш м/станциясы бойынша қар жүктемелері үшін бөлу, 1971-2008 жылдар

Мұнда картаны жасау кезінде шарасыз климаттық өңірлер бойынша қар жүктемесінің унификациясының әсері болғандығын шамалау керек, өйткені қарастырылып отырған нәтижелер тиісті өңірдің бірнеше метеостанциясының деректерінің өңделген материалдарын жалпылау кезінде түзетуге болатын жеке станциялар бойынша алынған.

В.4 Ауданның орналасу биіктігінің әсері

ҚР ҚН EN 1991-1-3 анықтамалық [С] қосымшасында Еуропалық комиссияның тапсырмасы бойынша жүргізілген ғылыми зерттеулердің негізінде орындалған еуропалық қар карталары бар. Аталған қосымшаның мақсаты карталарды жасау үшін үйлестірілген шараларды белгілеуге және ЕО мүше-елдерінің шекараларындағы қар жүктемелерінің айырмашылығын болдырмауға немесе азайтуға негізделген.

Осы жерде, әрбір климаттық өңір үшін ішінде жергілік пен қар жүктемелерінің биіктік белгілерін байланыстыратын есептік тәуелділіктер қолданылатын, жеке Z нөмірімен белгіленген өңірлер бекітілген.

Қазақстан Республикасының аумағы үшін мұндай тәуелділіктер, сәйкесінше бір климаттық өңірдің тау алдылық және таулы ауданда орналасқан жақын м/станцияларға арналған қар жүктемелерінің жылдық максимумдарын салыстыру арқылы алынуы мүмкін.

Мысал ретінде Ұзынағаш м/станциясының (теңіз деңгейінің үстіндегі белгі $A = 814$ м) және Үлкен Алматы өзені м/станциясының (теңіз деңгейінің үстіндегі белгі $A = 2516$ м) деректері қарастырылған.

Аталған метеостанциялардың 1971-2008 жылдар кезеңіндегі қар жабынының салмақтарының қатынасының графиктері В.4-суретте келтірілген.

Екі лақтырмадан басқа (1980-1981 және 1986-1987 жылдардың қысқы кезеңдері) ҰАӨ м/станциясы және Ұзынағаш м/станциясына арналған қар жүктемелерінің қатынасын анықтайтын айналушы сызық (түзу) 6,08 коэффициентіне сәйкес келеді.

Климаттық деректердің өңдеулерінің нәтижесі бойынша қарастырылған м/станцияларға арналған қар жүктемелерінің сипаттамалық мәнін сәйкесінше $s_k = 330$ кг/м² (3,3 кН/м²) және $s_k = 110$ кг/м² (1,1 кН/м²), ал олардың қатынасын 3 тең етіп жасайды.

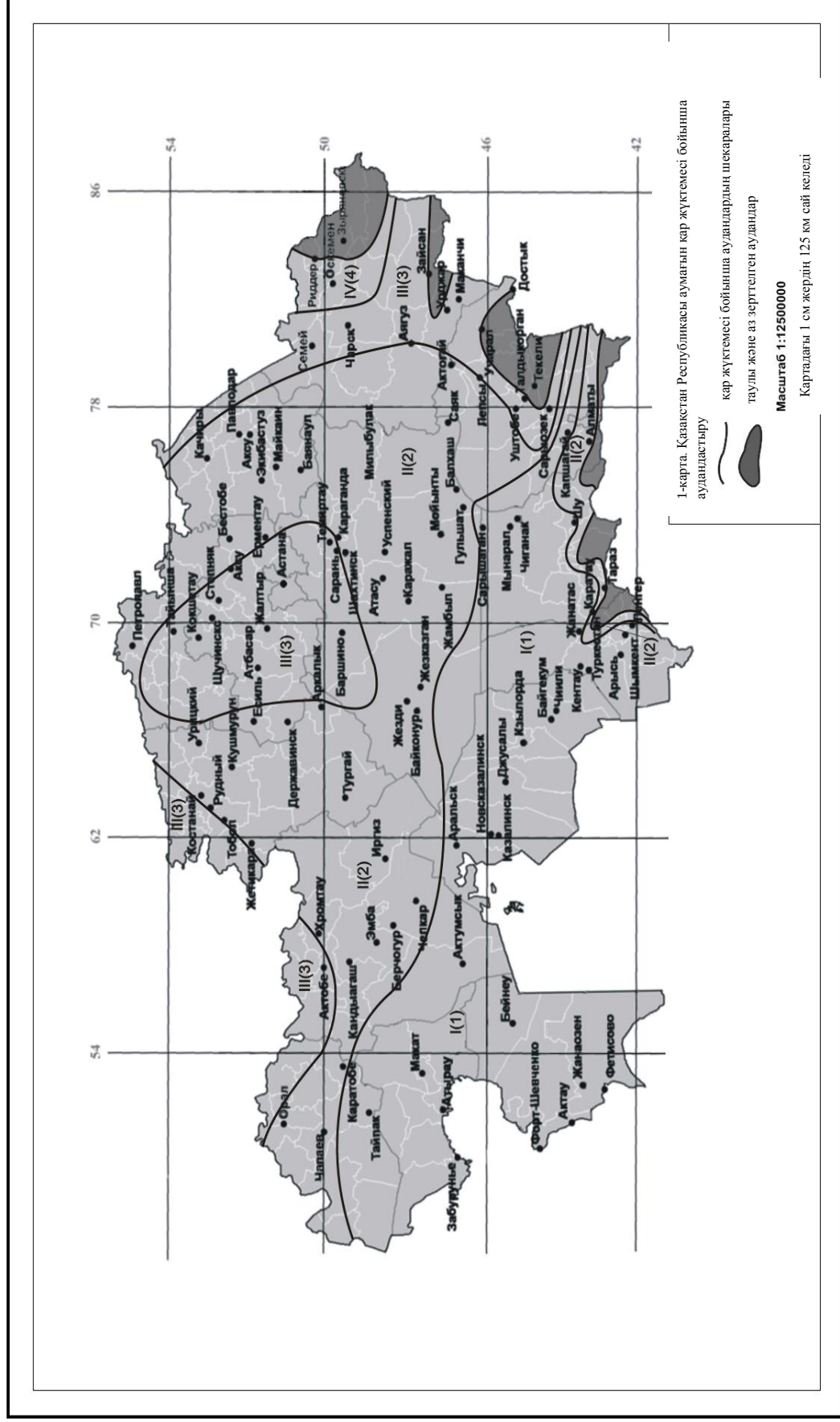
Климаттық өңірдің (Ұзынағаш м/станциясы) тегіс бөлігіне арналған қар жүктемесінің сипаттамалық мәнін анықтайтын қар ауданының (өңірінің) нөмірінің $Z = 2$ есебімен, қар жүктемесінің жергілікті биіктігіне тәуелділігі тік сызықтық типті етіп алынды (Ұлыбритания мен Швецияның карталарының аналогиясы бойынша):

$$s_k = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815,$$

мұнда s_k – топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні, кН/м²;

A – теңіз деңгейінің үстіндегі жергілікті биіктігі;

Z – сипаттамалық қар жүктемесінің картасында көрсетілген ауданның (өңірдің) нөмірі, мұнда $Z = 2$.



В.2-сурет – ҚР аумағын қар жабынының салмағы бойынша аудандастыру

В.5 Топыраққа түсетін төтенше қар жүктемелеріне ауысу коэффициенті

В.4-суретте келтірілген 1971-2008 ж.ж. бақылау кезеңі ішінде ҰАӨ және Ұзынағаш м/станцияларының қар жабынының салмағының қатынасынан төтенше мәндерді таңдау жасалған және бөлудің дұрыс заңын қолдану арқылы алынған деректердің статистикалық сараптамасы жүргізілген.

$s_{ҰАӨ}/s_{Ұзын}$ қатынасын қамтамасыз етудің 95% сәйкес келетін статикалық мәні 6,08 құрайды:

$$k = \bar{X} (1 - 1,64v) = 6,576 \left(1 - 1,64 \frac{0,303}{6,576} \right) = 6,08$$

1971 және 2008 жылдар арасында бақылау кезеңіндегі климаттық деректерді өңдеу нәтижесі бойынша ҰАӨ және Ұзынағаш м/станциялары үшін сәйкесінше $s_k = 330$ кгс/м² және $s_k = 110$ кгс/м², құрайды, ал олардың қатынасы 3 тең.

Сөйтіп, қарастырылған аймақ (Іле Алатауы) үшін, ҚР ҚН EN1991-1-3:2002/2011 кепілдемелері бойынша Қазақстан Республикасы аумағы үшін (2015 жылға дейінгі өтпелі кезеңге) $C_{esl} = 2$ тең етіп қабылданған [4.3] п. шамасы бар, төтенше қар жүктемелеріне өтудің коэффициентінің мәні C_{esl} расталады (тек төмен мүмкіндігі бар қар көшкінінің нәтижесінде).

Қазақстан Республикасы аумағының климаттық параметрлерінің жалпы карталарын жасау кезінде алынған нәтижелер басқа климаттық өңірлердің (Шығыс Қазақстан, Алматы, Жамбыл және Оңтүстік Қазақстан облыстарының таулы аудандары) деректерімен салыстырылуы керек.

В.6 Қар жүктемелерінің қабылданған сипаттамалық мәнін негіздеу

Өтпелі кезеңге 4.1-кестеде берілген қар жүктемелерінің қабылданған сипаттамалық мәндерін негіздеу 50 жылда бір рет ұлғаю мүмкіндігіне сәйкес келетін қар жүктемесімен салыстырғанда, жіберілген қатені бағалау арқылы анықталады.

4.1-кестеде қабылданған қар жүктемелерінің мәндері 25 жылда орташа бір рет ұлғайылатын (ұлғаю мүмкіндігі 0,04) жердің көлбеу бетінің $so-yf$ 1 м² қар жабынының салмағының түзетілген есептік мәніне сәйкес келеді.

Γ қосымшасында берілген топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні мен n жылдағы қайталанудың кез-келген кезңіндегі қар жүктемесінің мәні арасындағы есептік тәуелділік ($\Gamma.1$) мына бағалауды келтіруге мүмкіндік береді:

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722}{1 + 2,5923V} \right\} \quad (\Gamma.1) [(D.1)]$$

$P_n = 0,04$ ұлғаю мүмкіндігіне арналған қар жүктемелерінің жылдық максимумдарының ауысу коэффициенттерінің мәні $V=0,48$ кезінде ауыспалы коэффициенттің s_n/s_k мәні:

$$s_n/s_k = \left[\frac{1 - 0,37425(-3,19853 + 0,57722)}{1 + 1,2443} \right] = \frac{1,98103}{2,2443} = 0,883 \text{ құрайды.}$$

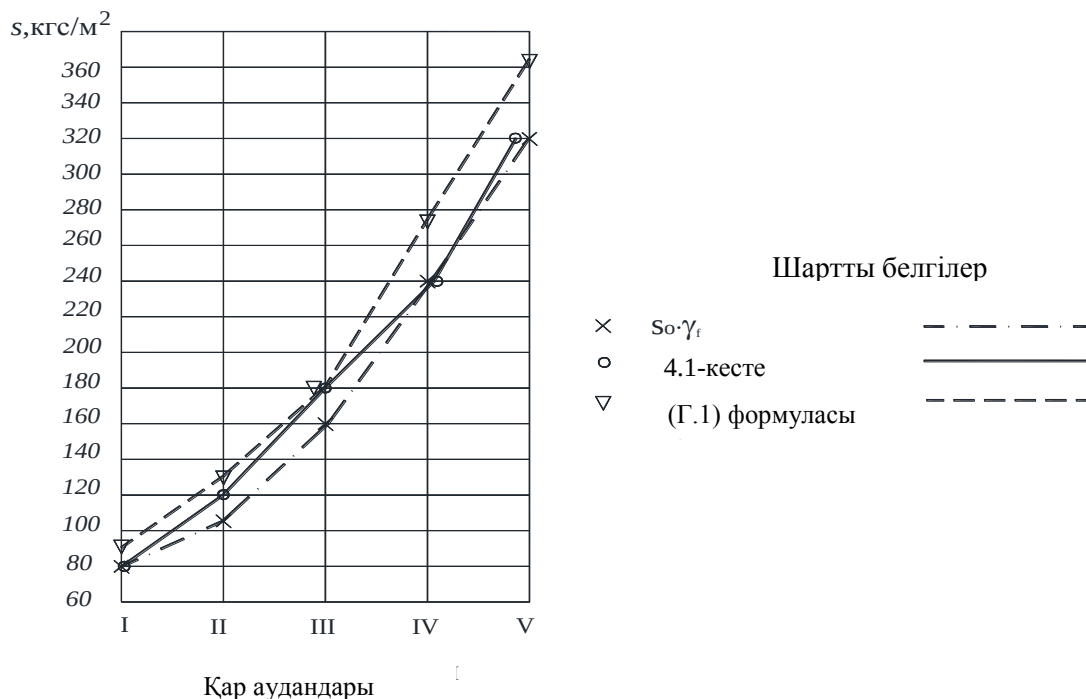
4.1-кестеде берілген топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндерін (0,04 ұлғаю мүмкіндігіне сай келеді) және қар жүктемелерінің сипаттамалық мәндерін (0,02 ұлғаю мүмкіндігі бар) салыстыру В.1-кестеде берілген.

Қар жүктемелерінің сипаттамалық мәніне өту кезіндегі қате ҚР ҚН EN 1991-1-3 (0,02 ұлғаю мүмкіндігі бар) қабылданғанды қамтамасыз ету кезінде ауыспалының орташа мәні $V=0,48$ кезінде [3] -5,5 және -11,8% аралығын құрайды.

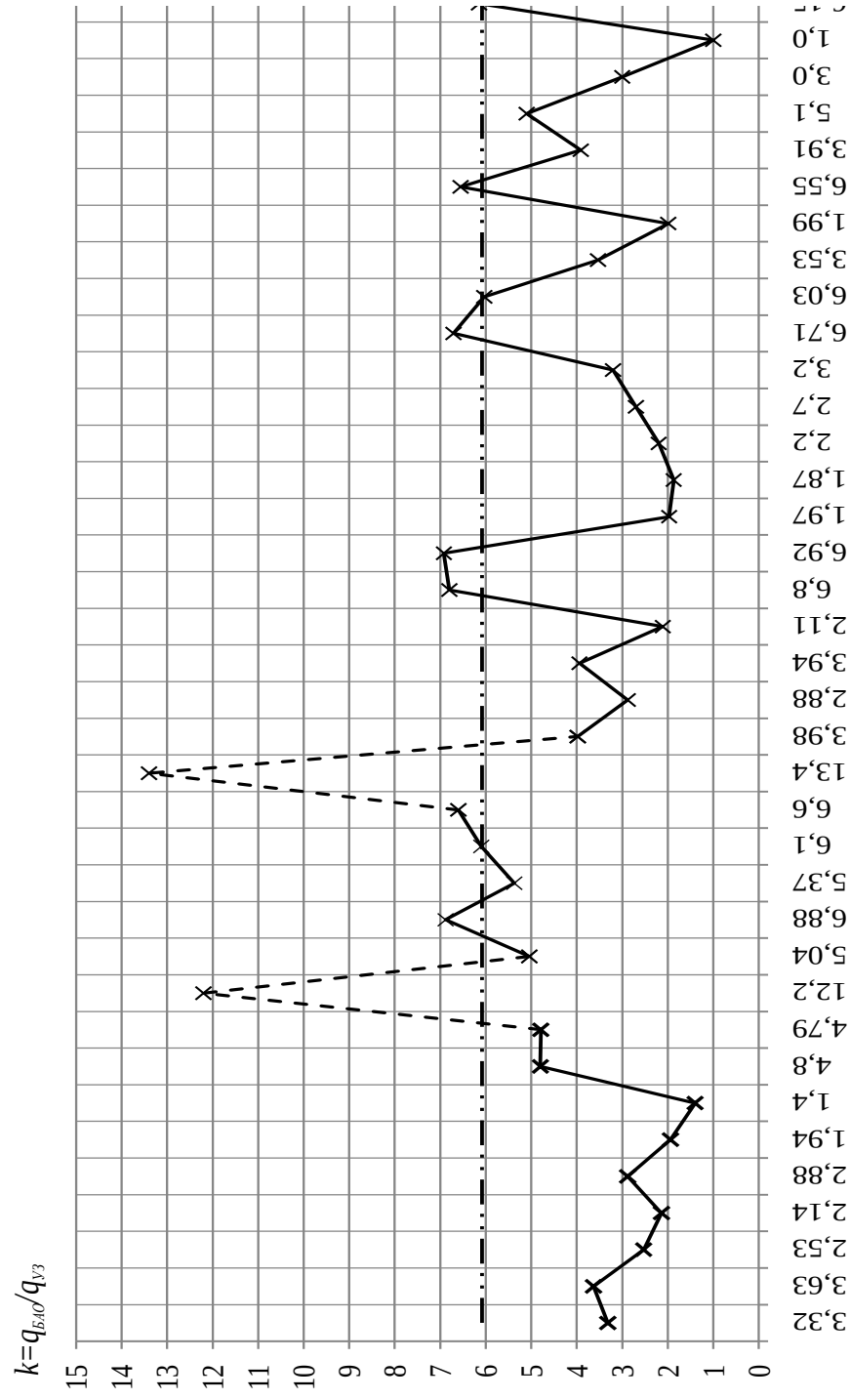
В.1-кесте – Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәнін салыстыру

ҚР қар аудандары (өңірлері)	ҚНЖЕ 2.01.07-85 бойынша S_0 , кгс/м ²	$\gamma_f=1,6$ кезіндегі $S_0 \cdot \gamma_f$	4.1-кестесі бойынша қар жүктемелерінің мәндері	Сипаттамалық мән (Г.1 формуласы бойынша), $S_0 \cdot \gamma_f / 0,883$	Кестелік мәндердің (4.1) Г.1 формуласы бойынша сипаттамалық мәндерден ауытқуы, пайыз көрсеткіште
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
I (1)	50	80	80	90	-11,0
II (2)	70	112	120	127	-5,5
III (3)	100	160	180	181	0
IV (4)	150	240	240	272	-11,8
V(5)	200	320	320	362	-11,6

ЕСКЕРТПЕ 1 ҚР аумағы үшін сипаттамалық жүктеме ретіндегі, ауыспалы 2015 жылға дейін қабылданған топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндері (4.1-кесте) Ресей Федерациясының аумағында 2004 жылдан бері әрекет етуші ҚНЖЕ 2.01.07-85 (ҚНЖЕ 2.01.07-85*) өзгертілген редакциясында берілген $S_0 \cdot \gamma_f$ түзетілген мәндеріне сәйкес келеді.



В.3-сурет – Топыраққа түсетін қар жүктемелерінің мәндерін салыстыру



В.4-сурет – 1971-2008 ж.ж. бақылау кезеңінде ҮАӨ және Ұзынағаш м/станцияларына арналған қар жүктемесінің салмағының қатынасы

Г ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Қайталану кезеңіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемесін түзету

1 S_k (жылдық 0,02 көбею мүмкіндігі барға базаланатын) сипаттамалық қар жүктемесін тағайындау кезінде қабылданғаннан айырмашылығы бар, қайталанудың кез-келген орташа кезеңі үшін топыраққа түсетін қар жүктемелерін (Г.1) теңдеуі бойынша түзетуге жол беріледі. Көрсетілген теңдеуді жылдық 0,2 асатын көбею мүмкіндігі барға (яғни, 5 жылдан кем қайталану кезеңіне) қолдануға болмайды [(1)].

2 [(2)] Егер қолда бар деректер қар жүктемелерінің жылдық максимумдарына Гумбель бөлгішін қолдануға болатындығын көрсетсе, онда топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні мен қайталанудың орташа кезеңіне арналған топыраққа түсетін қар жүктемесінің мәні арасындағы тәуелділік n жылда төмендегідей көрсетіледі:

$$S_n = S_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722}{1 + 2,5923V} \right\}; \quad (\text{Г.1}) [(\text{D.1})]$$

мұнда s_k — топыраққа түсетін қар жүктемесінің сипаттамалық мәні (50 жылда қайталану кезеңімен);

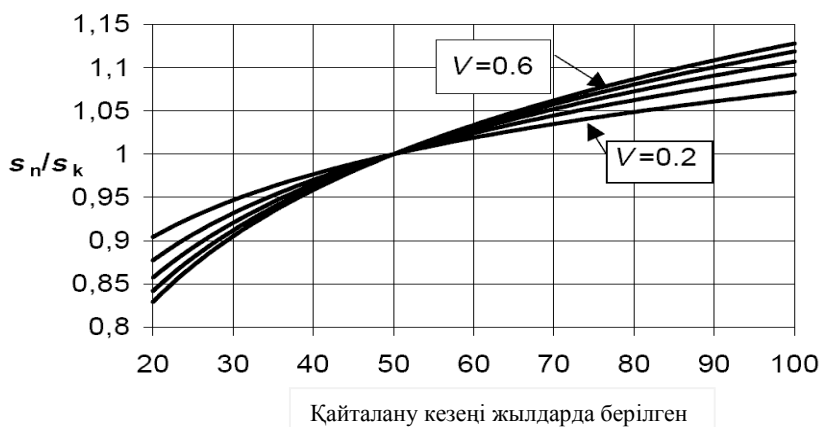
s_n — n жылдағы қайталану кезеңі бар топыраққа түсетін қар жүктемесі;

P_n — ұлғаюдың жылдық мүмкіндігі (шамамен $1/n$ сай келеді, мұнда n – қайталанудың тиісті кезеңі (жылдар);

V — қар жүктемесінің жылдық максимумының ауысу коэффициенті.

ЕСКЕРТПЕ Ауысу коэффициенті туралы ақпарат тиісті ұйымдармен, мысалы «Қазгидромет» РМК ұсынылуы мүмкін.

3 [(3)] (Г.1) теңдеуінің графикалық түрі Г.1-суретте көрсетілген.



Г.1-сурет – Қайталану кезеңіне сәйкес топыраққа түсетін қар жүктемелерін түзету

4[(4)] Қажеттілікке байланысты, (Г.1) теңдеуін ұлғаюдың басқа мүмкіндіктеріне, мысалы:

- ұлғаюдың жоғары қаупіне жол беру керек имараттар үшін;
- қауіпсіздіктің одан да жоғары деңгейі талап етілетін имараттар үшін топыраққа түсетін қар жүктемелін есептеу үшін қолдануға болады.

Д ҚОСЫМШАСЫ
(ақпараттық)

Қардың салыстырмалық салмағы

(1) Қардың салыстырмалық салмағы өзгереді және тұрақты болып табылмайды. Жалпы жағдайда салыстырмалық салмақ қар жабынының ұзақтығымен бірге ұлғаяды және имараттың орналасқан жеріне, климаттық жағдайына және биіктік белгісіне байланысты болады.

(2) Д.1-кестедегі анықтамалық мәндерді қардың орташа салыстырмалық салмағы үшін қолдануға жол беріледі, [1 – 6] бөлімдерінде белгіленген ережелерден басқа.

Д.1 [Е.1]-кесте – Қардың орташа салыстырмалық салмағы

Қар түрі	Салыстырмалық салмақ, кН/м ³
Жана қар	1,0
Отырған (жауғаннан кейін бірнеше сағаттан немесе тәуліктен кейінгі) қар	2,0
Ескі (жауғаннан кейін бірнеше аптадан немесе айдан кейінгі) қар	2,5 – 3,5
Ылғалды қар	4,0

Е ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Әсер етуді қиыстыру

1 Белгіленген/ауыспалы есептік жағдайға арналған әсер етулерді қиыстыру

(1) Тұрақты немесе ауыспалы есептік жағдайларға арналған әсер етуді қиыстыру ҚР ҚН ЕН 1990:2002+A1:2005/2011 «Құрылыстық жобалау негіздері» 6.4.3.2-тармақшасында берілген.

(2) Қарастырылуы керек әсер етудің әсерлерінің қиыстырулары:

- бастапқы ауыспалы әсер етудің есептік мәнінен;
- ілеспелі ауыспалы әсер етудің есептік қиысуынан тұруы керек.

[6.4.3.2] Әсер етудің әсері жалпы түрде төмендегі теңдеумен ұсынылуы мүмкін:

$$E_d = \gamma_{sd} E (\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}), \quad (6.10)$$

мұнда

"+" — «... сәйкесуі керек»;

$\sum$ — «... қиыстырылған әсер».

E_d — әсер етудің әсерінің есептік мәні,

γ_{sd} — әсер етуді және/немесе олардың әсерлерін дәріптеу кезінде модельдің бұзылыстарын есептеуге арналған жеке коэффициент,

E — әсер етудің әсері,

$\gamma_{G,j}$ — G_j тұрақты әсер етуге арналған жеке коэффициент,

$G_{k,j}$ — j тұрақты әсер етудің сипаттамалық мәні,

γ_P — алдын-ала кернеуден болатын әсер етуге арналған жеке коэффициент,

P — алдын-ала кернеудің репрезентативтік мәнін анықтаушы,

$\gamma_{Q,1}$ — озбалы ауыспалы әсер етуге арналған жеке коэффициент,

$Q_{k,1}$ — 1 озбалы ауыспалы әсер етудің сипаттамалық мәні,

$\gamma_{Q,i}$ — i ілеспелі ауыспалы әсер етуге арналған жеке коэффициент,

$\psi_{0,i}$ — i ауыспалы әсер етудің қиыстырылған мәніне коэффициент,

$Q_{k,i}$ — i ілеспелі ауыспалы әсер етудің сипаттамалық мәні.

Ғимараттарға арналған қолданбалар

ҚР ҚН ЕН 1990:2002+A1:2005/2011 А.1 қосымшасының А.1.2.1 тармағында төмендегі көрсетілген:

(1) Физикалық немесе функционалдық себептер бойынша бір уақытта әрекет ете алмайтын әсер етулер әсер ету қиыстыруларында бірге қарастырыла алмайды.

ЕСКЕРТПЕ [1] Ғимараттың максатына, түрі мен орналасқан жеріне байланысты әсер етудің қиыстыруы екі ауыспалы әсер етуден артық қоса алмайды.

ЕСКЕРТПЕ 2 Көптеген шет елдік нормаларда (еурокодтардың құрылымын қоса) төменде берілген сияқты тәуелділіктерге әкелетін үйлесімдердің бөлінген коэффициенттері қолданылады:

$$s = \sum_i \psi_i s_i,$$

яғни, s суммарлық жүктеме ψ_i -үйлесім коэффициентке көбейту жолымен алынған, төменгі мәндері бар жинақтан жинақталады.

Осы құжаттарға сәйкес, есепте бірнеше ауыспалы жүктеме есептелінген жағдайда, олардың мәндері үйлесім коэффициенттерімен қабылданады, яғни, үйлесімге жүктемелердің өзі емес, олардың арнайы қиыстыру мәндері кіреді. Бұл жүктемелер төмендегідей анықталады:

- $\psi_0 Q_k$ — сирек мән,
әдетте, қиыстыру қайтарымсыз шекті жағдайлар үшін қолданылады.
- $\psi_1 Q_k$ — жиі мән,
әдетте, қиыстыру қайтарымды шекті жағдайлар үшін қолданылады.
- $\psi_2 Q_k$ — тұрақты (квази тұрақты) мән,
қиыстыру ұзақ әсерлердің есебі үшін қолданылады.

Ғимараттарға арналған үйлесім коэффициенттерінің мәндері ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 А.1.1-кестеде берілген.

Апаттық (ерекше) есептік жағдайлар кезіндегі әсер етудің қиыстыруы

Апаттық есептік жағдайлар кезіндегі әсер етудің қиыстыруы ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Құрылыстық жобалау негіздері» 6.4.3.3-тармағында берілген.

(1) Жалпы жағдайда әсер етудің әсері мына теңдеумен анықталады:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_d; (\psi_{1,1} \text{ немесе } \psi_{2,1}) Q_{k,1}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\}; j \geq 1; I > 1 \quad (6.11a)$$

(2) Жақшаның { } ішіндегі әсер етуді қиыстыру мына жолмен көрсетілуі мүмкін:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "A_d" + "(\psi_{1,1} \text{ или } \psi_{2,1}) Q_{k,1}" + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}. \quad (6.11b)$$

(3) $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ немесе $\psi_{2,1} Q_{k,1}$ арасындағы таңдау қарастырмалы апаттық есептік жағдайға (соққа, өрт жүктемесі немесе өзге төтенше әсер ету) байланысты.

ЕСКЕРТПЕ Қосымша нұсқаулар ҚР ҚН EN 1991 –1999 берілген.

(4) Төтенше есептік жағдайларға арналған әсер етудің қиыстыруы A төтенше жағдайынан (өрт жүктемесі, соққы немесе төтенше қар жүктемесі) тұруы керек немесе төтенше әсер етуден кейінгі жағдайды қосуы керек ($A = 0$).

Өртке қауіпті жағдайлар үшін, температуралық әсердің немесе материалдардың қасиетінен басқа, мысалы A_d , өрт кезіндегі термикалық әсер етудің жанама әсерлерінің мәндері ескерілуі керек.

Ж ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

Жабынға түсетін қар жүктемесін бөлудің қосымша схемалары және ҚР ҚНЖЕ 2.01.07-85 (3-қосымша) бойынша қар жүктемелерінің формаларының коэффициенттері μ

Схема нөмірі	Жабын бейіндері және қар жүктемелерінің схемалары	μ коэффициенті және схемаларды қолдану саласы
4	Шедтік жабындар 1 нұсқа $\mu=1$ 2 нұсқа $\mu=1.4$ $\mu=0.6$ $\mu=1.4$ $0,5L$ $0,5L$ $0,5L$ $0,5L$	Схемаларды шедтік жабындар үшін, оның ішінде шатырды иілмелі шынылауы мен жиынтықтық бейнелеуі үшін қолдану керек
9	Биіктіктің екі құламасы бар ғимараттар $L_1 \geq b_1+b_2$ кезіндегі 1 нұсқа $L_1 < b_1+b_2$ кезіндегі 2 нұсқа b_1 b_2 b_3 μ_1 μ_2 μ_3 μ_1' μ_2' μ_3	Жоғарғы және төменгі жабындар үшін қар жүктемелерін тиісті схемалар бойынша қолдану керек. μ_1, b_1, μ_2, b_2 мәндерін әрбір құлама үшін жеке анықтау керек. Бұл жерде: $b_3 = b_1 + b_2 - L_3;$ $\mu_1' = (\mu_1 + 2\mu_3 - 1)b_3 / b_1 + 1 - 2\mu_3;$ $\mu_2' = (\mu_2 + 2\mu_3 - 1)b_3 / b_2 + 1 - 2\mu_3;$
11	Шатыр үстінде салынған желдету шахталары мен басқа бастырмаларға түйіскен жабынның телімдері Жоспар Ұлғайған жүктеменің өңірі	Схема 15 м аспайтын негіздеме диагоналі бар бастырмалары телімдерге жатады. Жабын тақтайшаларының есептелінетін конструкцияларына (итаркалық астылық және итаркалық конструкцияларына) байланысты көтерілген жүктемелердің өңірінің ең жағымсыз жағдайын (еркін бұрыштағы) ескеру керек. Көрсетілген өңір шегіндегі тұрақты коэффициентті төмендегілерге тең етіп қабылдау керек: $d \leq 1,5$ м кезінде 1,0; $2h_{sk} \ll 5 > 1,5$ м бірақ 1,0 кем емес және төмендегілерден артық емес: $1,5 < d \leq 5$ м 1,5 кезінде; $2,0 \ll 5 < d \leq 10$ м; $2,5 \ll 10 < d \leq 5$ м; $b = 2h$, бірақ $2d$ артық емес

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] ҚНжЕ 2.01.07-85 Жүктемелр және әсер ету (1987 жылдың редакциясы).
- [2] В.Н.Гордеев, А.И. Лантух-Лященко және басқалар. Имарат ғимаратына жүктемелер мен әсер ету. Мәскеу, 2006
- [3] «ҚР ҚН EN1991-2007/2011 «Күш түсетін конструкцияларға әсер ету» климаттық параметрлердің картасын жасауға арналған бақылаудың есептік кезеңіндегі климаттық параметрлерді өңдеу жөніндегі әдістемелік нұсқаулар» ғылыми-техникалық құжат, ҚазҒСТҚСИ, 2011

ӘДК 69+624.042.4 | (083/74 ХСК 91.040.01

Негізгі сөздер: топыраққа түсетін қар жүктемесі, сипаттамалық мәндер, төтенше қар жауу, төменше қар үйінділері, алаңшаның орналасу биіктігі, жабындардағы қар жүктемелерін бөлу, локалдық әсерлер, белгіленген/өтпелі есептік жағдай, ерекше есептік жағдай, әсер етуді қиыстыру.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	64
1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР.....	65
1.1 Қолдану саласы.....	65
1.2 Нормативтік сілтемелер.....	65
1.3 Терминдер мен анықтамалар.....	66
1.4 Шартты және әріптік белгілеулер.....	67
2 ЕСЕПТІК ЖАҒДАЙЛАР.....	71
3 ЖЕЛДІК ӘСЕР ЕТУДІ МОДЕЛЬДЕУ.....	71
3.1 Жалпы ережелер.....	71
3.2 Желдік әсер етуді ұсыну.....	71
3.3 Желдік әсер етуді жіктеу.....	72
3.4 Сипаттамалық мәндер.....	72
3.5 Модельдер.....	72
4 ЖЕЛДІҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ ЖӘНЕ ЖЫЛДАМДЫҚ ҚЫСЫМЫ.....	73
4.1 Есептеудің негіздері.....	73
4.2 Жел жылдамдығының базалық мәні.....	73
4.2-бөлімге берілген мысалдар. Жел жылдамдығының базалық мәнін анықтау.....	73
4.3 Желдің орташа жылдамдығы.....	77
4.3.1 $c_r(z)$ коэффициентін анықтау.....	77
4.3.2 $c_o(z)$ орографиялық коэффициентті анықтау.....	79
4.3.3 Биіктеу жақынырақ ғимараттардың ықпал етуі.....	79
4.3-бөлімге берілген мысалдар. Желдің орташа жылдамдығын анықтау.....	80
4.4 Жылдамдық қысымының шындық мәні.....	86
4.5 Жылдамдық қысымының шындық мәнін анықтау.....	87
4.5-бөлімге берілген мысалдар. Жылдамдық қысымының шындық мәнін анықтау.....	87
5 ЖЕЛДІК ӘСЕР ЕТУ.....	88
5.1 Жалпы ережелер.....	88
5.2 Беттерге түсетін жел қысымы.....	89
5.3 Жел жүктемелері.....	90
6 $C_s C_d$ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТІ.....	92
6.1 Жалпы ережелер.....	92
6.2 $C_s C_d$ анықтау.....	92
6.3 Толығырақ әдіс.....	92
6.3.1 $C_s C_d$ конструкциялық коэффициенті.....	92
6.3.2 $l_v(z)$ турбуленттілігінің қарқындылығы.....	94
6.3.3 Жолдық ағыстағы бафтинг.....	95
7 ҚЫСЫМ МЕН КҮШЕЙТУДІҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ.....	95
7.1 Жалпы ережелер.....	95
7.1.1 Аэродинамикалық коэффициенттерді анықтау.....	95
7.1.2 Ассиметриялық және салмақтылық қысым мен күштер.....	96
7.1.3 Қатып қалу мен қардың әсер етуі.....	97

7.2 Ғимараттарға арналған қысымның аэродинамикалық коэффициенттері	97
7.2.1 Жалпы ережелер.....	97
7.2.2 Ғимарат жоспарындағы тік бұрыштылардың тік қабырғалары	99
7.2.3 Жазық жабындар.....	102
7.2.4 Бір илемдік жабындар	104
7.2.5 Екі илемдік жабындар	107
7.2.6 Вальмалық жабындар	110
7.2.7 Шедтік (көп аралықты) жабындар	112
7.2.8 Жиынтықты жабындар және күмбездер.....	114
7.2.9 Ішкі қысым.....	116
7.2.10 Көп қабаттық қабырғалар мен жабындарға түсетін қысым	118
7.3 Бөлек тұрған бастырмалар.....	119
7.4 Бөлек тұрған қабырғалар, парапеттер, қоршаулар мен жарнамалық қалқандар. 125	
7.4.1 Бөлек тұрған қабырғалар мен парапеттер.....	125
7.4.2 Қабырғалар мен қоршауларға арналған қоршаудың коэффициенттері.....	127
7.4.3 Жарнамалық қалқандар	128
7.5 Үйкеліс коэффициенттері	129
7.6 Тік бұрышты қиысуы бар конструктивтік элементтер	130
7.7 Қиысуда тік бұрыштары (шеттері) бар конструктивтік элементтер	132
7.8 Дұрыс көп бұрыштың формасына ие көлденең қиысуы бар конструктивтік элементтер.....	133
7.9 Айналмалы цилиндр.....	135
7.9.1 Сыртқы қысымның коэффициенттері.....	135
7.9.2 Күшейту коэффициенттері.....	137
7.9.3 Қатарда орналасқан тік цилиндрлерге арналған күшейту коэффициенттері	139
7.10 Салалар	140
7.11 Торлы конструкциялар және ағаштар	142
7.12 Жалаулар	145
7.13 Тиімді икемділік λ және шеткі әсерлерді ескеретін коэффициент ψ_λ	146
7-бөлімге берілген мысалдар.	148
8 КӨПІРЛЕРГЕ ТҮСЕТІН ЖЕЛДІК ӘСЕР ЕТУ	155
8.1 Жалпы ережелер	155
8.2 Жүйені есептеудің әдістерін таңдау	157
8.3 Күшейту коэффициенттері	157
8.3.1 x бағытына күшейтудің коэффициенттері (жалпы әдіс).....	158
8.3.2 x бағытындағы күшейту – жеңілдетілген әдіс	160
8.3.3 z бағытындағы көпірдің аралық конструкцияларын желдік күшейту	161
8.3.4 y бағытындағы көпірдің аралық конструкцияларын желдік күшейту	162
8.4 Көпірдің тіреулері	163
8.4.1 Желдің бағыты және есептік жағдайлар	163
8.4.2 Көпір тіреулеріне желдің әсер етуі	163
Мысал. 5-қабаттық ғимаратқа түсетін жел жүктемесін анықтау	163

А ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Жердің бұдырлығы мен орографиясының әсер етуі	167
Б ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) $c_s c_d$ конструктивтік коэффициентін анықтауға арналған есептеудің бірінші әдісі.....	177
В ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) $c_s c_d$ конструктивтік коэффициентін анықтауға арналған есептеудің екінші әдісі	183
Г ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Ғимараттың әртүрлі типтеріне арналған $c_s c_d$ конструктивтік коэффициентінің мәндері.....	186
Д ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Құйындық өршу және динамикалық тұрақсыздықтар	191
Е ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Имараттардың динамикалық қасиеттері	216
Д.А ҚОСЫМШАСЫ (міндетті) Мемлекеттік стандарттардың сілтемелік еуропалық стандарттарға сәйкестігі туралы мәліметтер	225
БИБЛИОГРАФИЯ.....	226

КІРІСПЕ

Осы құрал «Қазақтың ғылыми-зерттеу сейсмикаға төзімді құрылыс, сәулет институты» республикалық мемлекеттік кәсіпорнымен («ҚазҒЗСТҚСИ» РМК) әзірленген.

Осы құралда:

- ҚР ҚН EN 1991-1-4:2005/2011 конструкцияға табиғи желдік әсер етуді анықтау бойынша нұсқаулар;
- ҚР ҚН EN 1991-1-4:2005/2011 нұсқауларын толықтыратын кепілдемелер;
- ҚР ҚН EN 1991-1-4:2005/2011 нұсқауларына сәйкес конструкцияларға түсетін желдік жүктемені анықтаудың мысалдары берілген.

Осы құралда өзгеріссіз келтірілген ҚР ҚН EN 1991-1-4:2005/2011 тармақтары шаршылық жақшамен белгіленеді.

Құрал құрылыс саласының инженер-техникалық және ғылыми қызметкерлеріне, сонымен қатар жоғары оқу орындарының оқытушылары мен білімгерлеріне арналған.

Осы құрал Қазақстан Республикасының нормативтік құжаты ретінде ерікті негізде қолдану үшін әрекетке енгізіледі.

ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК
ҒИМАРАТТАРҒА ЖҮКТЕМЕЛЕР ЖӘНЕ ӘСЕР ЕТУ.
Жел әсерлері

LOADINGS AND ACTIONS ON BUILDINGS
Wind actions

Енгізілген күні 2015-07-01

1 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

1.1 Қолдану саласы

1.1.1 Осы нормативтік-техникалық құрал ҚР ҚН EN 1991-1-4:2005/2011 «Күш түсетін конструкциялаға әсер ету. 1-4 бөлімдері. Жалпы әсер ету. Желдік әсер ету» ережелерін дамыту үшін өңделген.

1.1.2 Осы нормативтік-техникалық құралда ғимараттар мен инженерлік имараттарды жобалау кезінде қарастырылатын жүктелетін беттерге табиғи желдік әсер етуді анықтау бойынша нұсқаулар бар. Оларға жалпы конструкциялар немесе олардың күш түсетін конструкциялармен қосарласқан элементтері, мысалы, тораптар, анкерлік бекітулері бар қасбеттің элементтері, қорғайтын және шудан қорғайтын қоршаулар, жатады.

1.1.3 Нормативтік-техникалық құралдың нұсқаулары:

- биіктігі 200 м дейінгі ғимараттарға және инженерлік-техникалық имараттарға;
- аралығы 200 м дейінгі көпірлерге таралады.

1.1.4 Осы нормативтік-техникалық құралда жел сипаттамасына жергілікті жылу әсерлерінің, мысалы күшті арктикалық инверсиялық қабаттардың, құйындардың, торнадоның, әсер етуін есептеу бойынша нұсқаулар жоқ.

1.1.5 Осы нормативтік-техникалық құралдың нұсқаулары:

- созблардың көмегімен орнатылған тірулер мен түтін мұржаларына желдік әсер етуге;
- айналмалы тербелістерге, мысалы, орталық ядросы бар биік ғимараттардың;
- жел турбуленттілігінің салдарынан көпірдің аралық конструкцияларының тербелістеріне;
- ванталық және ілмелі көпірлерге;
- тербелістің негізгі формаларын белгілеу үшін жеткіліксіз тербелістерге таралмайды.

1.2 Нормативтік сілтемелер

1.2.1 Осы нормативтік-техникалық құралды қолдану үшін келесі сілтемелік нормативтік құжаттар керек:

ҚР ҚН EN 1990 Еурокод. Құрылысты жобалаудың негіздері;

ҚР ҚН EN Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 1-4 бөлімдер. Жалпы әсер ету. Желдік әсер ету;

ҚР ҚН EN Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 1-6 бөлімдер. Құрылыс жұмыстарының өндірісі кезіндегі әсер ету;

ҚР ҚН EN Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 2-бөлім. Көпірлерге түсетін көліктік жүктемелер;

ҚР ҚН EN Еурокод 3. Болат конструкциялады жобалау. 3-1 бөлімдері. Мұнаралар мен тіректер.

ЕСКЕРТПЕ Осы нормативтік-техникалық құралды пайдалану кезінде сілтемелік құжаттардың әрекетін ағынды жыл жағдайы бойынша жасалатын ақпараттық «Қазақстан Республикасы аумағында әрекет ететін сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізбесі», «Мемлекетаралық нормативтік құжаттардың көрсеткіші» бойынша тексеру мақсатқа сай келеді. Егер сілтемелік құжат ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормативтік-техникалық құралды пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу керек. Егер сілтемелік құжат ауыстырылмай алынып тасталған болса, онда оған сілтеме жасалған ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлікте қолданылады.

1.3[1.3] Терминдер мен анықтамалар

Осы құралда [1], [2] және [3] белгіленген негізгі терминдер мен анықтамалар, сонымен қатар 1.5 EN 1990 бойынша терминдер мен анықтамалар қолданылған.

1.3.1 [1.6.1] Желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні (fundamental basic windvelo city): теңіз деңгейінің үстіндегі биіктіктің есебі бар (егер талап етілсе), жел бағытына тәуелсіз орташаландырудың 10-минуттық интервалына сәйкес келетін, 0,02 ұлғаю мүмкіндікті жердің ашық типіне арналған жер бетінің үстіндегі 10 м деңгейдегі желдің жылдамдығы.

1.3.2 [1.6.2] Жел жылдамдығының базалық мәні (basic windvelo city): желдің бағытының және маусымдылықтың есебі бар (егер талап етілсе) желдің базалық жылдамдығының келтірілген негізгі мәні.

1.3.3 [1.6.3] Желдің орташа жылдамдығы (mean windvelo city): жердің бұдырлығы мен орографиясының көрсеткіштерінің есебімен келтірілген жел жылдамдығының базалық мәні.

1.3.4 [1.6.4] Қысымның аэродинамикалық коэффициенті c_p (pressure coefficient): сыртқы қысымның аэродинамикалық коэффициенттері имараттың сыртқы бетіне желдік әсер етуді ескереді; ішкі қысымның аэродинамикалық коэффициенттері имараттың ішкі бетіне желдік әсер етуді ескереді.

Сыртқы қысымның коэффициенттері жалпы және локалды коэффициенттерге бөлінеді. Локалды коэффициенттерге ауданы конструкцияның немесе бекітулердің шағын элементтеріне арналған, 1 м^2 аспайтын жүктелген беттерге арналған, мысалы, қысымның аэродинамикалық коэффициенттері жатады; жалпы коэффициенттерге ауданы 10 м^2 асатын жүктелген беттерге арналған қысымның аэродинамикалық коэффициенттері жатады.

Нетто қысымының (тегіс орналасқан қысымның) коэффициенттері бірлік бетіне келетін имаратқа, конструкция элементтеріне немесе тораптарға нәтижелік желдік әсер етуді қосады.

1.3.5 [1.6.5] Күшейтудің аэродинамикалық коэффициенті (force coefficient): күшейтудің аэродинамикалық коэффициенттері имараттарға, конструкция элементтеріне немесе тораптарына, үйкеліс күші алынып тасталмаса, соның есебімен, желдің жалпы әсер етуін ескереді.

1.3.6 [1.6.6] Реакцияның фондық құрамдасының коэффициенті (back grounders ponse factor): реакцияның фондық құрамдасының коэффициенті конструкция бетіне түсетін қысымның толық корреляциясының болмауын ескереді.

1.3.7 [1.6.7] Реакцияның резонанстық құрамдасының коэффициенті (resonanceres ponse factor): реакцияның резонанстық құрамдасының коэффициенті турбуленттіліктің салдарынан тербелістің формаларының есебі бар резонанстық тербелістерді анықтайды.

1.4 Шартты және әріптік белгілеулер

1.4.1[1.7(1)] Осы құралда келесі шартты және әріптік белгілеулер қолданылады.

ЕСКЕРТПЕ Қолданылатын шартты және әріптік белгілеулер ISO 3898:1999 сәйкес белгіленген. Осы бөлікте нүкте көбейту белгісін білдіреді. Жазудың осы тәсілі функциялардың функционалдық мәндерінде дәлсіздіктерді болдырмау үшін қолданылады.

1.4.2[1.7(2)] Шартты және әріптік белгілеулердің, сонымен қатар терминдер мен анықтамалардың тізбесі EN 1990 1.6 берілген. Келесі терминдер норманың тек нақты бөліміне ғана таралады.

Латын әліпбиінің бас әріптері

A — аудан;

A_{fr} — желмен ағылатын аудан (жібітілетін бет);

A_{ref} — базалық аудан;

B^2 — реакцияның фондық құрамдасы;

C — көпірге түсетін желдік жүктеменің коэффициенті;

E — серпінділік модулі;

F_{fr} — үйкелістің нәтижелендіретін күші;

F_j — имараттың j нүктесіндегі құйындық өршитін күш;

F_w — нәтижелендіретін желдік жүктеме;

H — теңіз деңгейінің үстіндегі биіктік, м;

I_v — турбуленттілік қарқындылығы;

K — тербеліс формасының коэффициенті, тербеліс формасының параметрі;

K_{iv} — құйындық өршуге арналған интерференция коэффициенті;

K_{rd} — парапеттерге арналған төмендетуші коэффициент;

K_w — келтірілген ұзындықтың коэффициенті;

K_x — өлшемсіз коэффициент;

L — көпірдің аралық конструкциясының ені, турбуленттілік ұзындығының масштабы;

L_d — жел жақтың проекциясының нақты ұзындығы;

L_e — жел жақтың проекциясының тиімді ұзындығы;

L_j — келтірілген ұзындық;

L_u — жел жақтың проекциясының нақты ұзындығы;

N — құйындық өршумен шақырылған тербеліс циклдерінің мөлшері;

N_g — екпіннің реакциясынан жүктеу циклдерінің мөлшері;

R^2 — реакцияның резонанстық құрамдасы;

Re — Рейнольдс саны;

R_h, R_b — аэродинамикалық өткізгіштік;

S — желдік әсер ету;

S_c — Скрутон саны;

S_L — спектралдық тығыздықтың өлшемсіз функциясы;

St — Струхаль саны;

W_s — қаттылыққа ықпал ететін түтін мұржасының конструкциясының элементтерінің салмағы;

W_t — түтін мұржасының жалпы салмағы.

Латын әліпбиінің кіші әріптері

a_G — өршілену кезіндегі тұрақсыздықтың коэффициенті;

a_{iG} — өршілену кезіндегі тұрақтылықтың қиыстырылған коэффициенті;

b — жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша конструкцияның өлшемі;

c_{alt} — теңіз деңгейінің үстіндегі биіктіктің коэффициенті;

c_d — динамикалық коэффициент;

c_{dir} — желдің бағытын ескеретін коэффициент;

c_f — күшейтудің аэродинамикалық коэффициенті;

$c_{f,o}$ — конструкцияның немесе еркін аяқтарының ағуы жоқ конструктивтік элементтердің күшейтуінің аэродинамикалық коэффициенті;

$c_{f,l}$ — көтеретін күштің аэродинамикалық коэффициенті;

c_{fr} — үйкелістің аэродинамикалық коэффициенті;

c_{lat} — құйындық өршудің аэродинамикалық коэффициенті;

c_M — сәттің аэродинамикалық коэффициенті;

c_p — қысымның аэродинамикалық коэффициенті;

c_{prob} — ықтималдық коэффициент;

c_r — жердің типін ескеретін коэффициент;

c_o — орографиялық коэффициент;

c_s — масштабтық коэффициент;

c_{season} — маусымдық коэффициент;

d — жел қимылының бағытына параллель конструкцияның өлшемі;

e — күштің эксорталығы немесе шеттердің арасындағы қашықтық;

- f_L — өлшемсіз жиілік;
 h — имараттың биіктігі;
 h_{ave} — бірнеше ғимараттың орташа биіктігі;
 h_{dis} — жылжудың биіктігі;
 k — эквиваленттік бұдырлық;
 k_p — шындық коэффициент;
 k_r — жердің коэффициенті;
 k_0 — айналмалы қаттылық;
 l — көлбеу конструкцияның ұзындығы;
 m — ұзындық бірлігіне келетін масса;
 m_1 — ұзындық бірлігіне келетін эквиваленттік масса;
 n_i — тербелістің i формасының имаратының өзіндік жиілігі;
 $n_{1,x}$ — жел қимылының бағытына параллель иіlmелі тербелістің негізгі өзіндік жиілігі;
 $n_{1,y}$ — жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша иіlmелі тербелістің негізгі өзіндік жиілігі;
 n_0 — сопақ формалы иіlmелі тербелістің жиілігі;
 p — ұлғаюдың жылдық мүмкіндігі;
 q_b — орташа (базалық) жылдамдықты ағыстың мәні;
 q_p — жылдамдықты ағыстың шындық мәні;
 r — радиус;
 s — коэффициент, координата;
 t — жылдамдықтың орташа мәнін орташалаңдандырудың интервалы, қабықшаның қалыңдығы;
 v_{CG} — өршілену кезіндегі желдің бастапқы жылдамдығы;
 v_{CIG} — интерференциялық өршілену кезіндегі желдің қауіпті жылдамдығы;
 $v_{crit,I}$ — құйындық өршу кезіндегі желдің қауіпті жылдамдығы;
 v_{div} — алшақтық кезіндегі желдің жылдамдығы;
 v_m — желдің орташа жылдамдығы;
 $v_{b,0}$ — желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні;
 v_b — жел жылдамдығының базалық мәні;
 w — желдік қысым;
 x — қарастырылатын және жердің ең үлкен нүктесінің арасындағы көлбеу қашықтық;
 x - бағыт — аралыққа дұрыс бойынша көлбеу бағыт;
 y - бағыт — аралыққа параллель көлбеу бағыт;
 y_{max} — желдің қауіпті жылдамдығы кезіндегі тербелістің максималдық амплитудасы;
 z — жер үстіндегі биіктік;
 z_{ave} — орташа биіктік;
 z -бағыт — тік бағыт;
 z_0 — бұдырлық параметрі;
 z_e, z_i — сыртқы және ішкі жел қысымына арналған базалық биіктік;
 z_g — жер деңгейінен конструкция элементіне дейінгі қашықтық;

$Z_{\max}$ — максималдық биіктік;

$Z_{\min}$ — минималдық биіктік;

Z_s — конструкциялық коэффициентті анықтауға арналған базалық биіктік.

Грек әліпбиінің бас әріптері

Φ - дұрыс бойынша жел қимылының бағытына қарай еңіс;

$\Phi_{1,x}$ - өзіндік тербелістердің жел қимылының бағытына параллель негізгі формасы.

Грек әліпбиінің кіші әріптері

α_G — өршілену тұрақсыздығының коэффициенті;

α_{IG} — интерференциялық өршіленуге арналған тұрақтылықтың қиыстырылған коэффициенті;

δ — сөнудің логарифмикалық декременті;

δ_a — сөнудің аэродинамикалық логарифмикалық декременті;

δ_d — арнайы шаралардың артынандағы сөнудің логарифмикалық декременті;

δ_s — сөнудің конструктивтік логарифмикалық декременті;

ε — коэффициент;

ε_0 — жиілік (спектр) белдеуінің енінің коэффициенті;

ε_1 — жиіліктік коэффициент;

η — ауыспалы;

φ — ашық тұрған бастырмалардың ойықтылық коэффициенті, қоршау дәрежесі;

λ — икемділік;

μ — сыртқы қоршаудың ашықтылық дәрежесі, өткізгіштік дәрежесі;

ν — шығып келе жатқан ағыстың жиілігі, Пуассон коэффициенті, кинематикалық жабысқақтық;

θ — айналдырудың бұрышы;

ρ — ауаның тығыздығы;

σ_v — турбуленттіліктің стандарттық ауытқуы;

$\sigma_{a,x}$ — жел қимылының бағытына параллель конструкция тербелісін жылдамдатудың стандарттық ауытқуы;

ψ_{mc} — бөлек тұрған шедтік конструкцияларға арналған төмендететін коэффициент;

ψ_r — дөңгелектелген бұрыштары бар тік бұрышты қиысудың конструкцияны күшеутудің аэродинамикалық коэффициентіне арналған төмендететін коэффициент;

ψ_λ — соңы жоқ икемділікті конструкция элементтерін күшейтудің аэродинамикалық коэффициентіне арналған төмендететін коэффициент;

$\psi_{\lambda a}$ — соңы жоқ икемділікті айналмалы цилиндрге арналған төмендететін коэффициент;

ψ_s — қабырғалар мен қоршауларды көлеңкеледің коэффициенті;

ζ — тербеліс формаларының экспонентасы.

Индекстері

Crit — қауіпті;

E — сыртқы, жүктеме;

Fr — үйкелу;

I — ішкі; өзіндік жиіліктің немесе өзіндік форманың нөмірі;

j — имараттың немесе конструкция элементінің телімінің, не нүктесінің нөмірі;

m — орташа;

p — шың, парапет;

ref — базалық;

v — желдің жылдамдығы;

x — жел қимылының бағытына параллель;

y — жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша;

z — тік бағыттағы.

2 ЕСЕПТІК ЖАҒДАЙЛАР

2.1 [2(1)] Есептік желдік әсер етуді EN 1990 3.2 талаптарына сәйкес белгіленген, әрбір есептік жағдай үшін анықтау керек.

2.2 [2(2)] EN 1990 3.2(3)P сәйкес желдік әсер етуге ықпал ете алатын басқа жүктемелерді (қар, көлік немесе қату сияқты) желдік әсер етумен бірге ескеру керек.

2.3 [2(3)P] EN 1990 3.2(3)P сәйкес желдік әсер етуге ықпал ете алатын, құрылыс жұмыстарының өндірісі кезіндегі (мысалы, құрылыстың әртүрлі кезеңдеріндегі имараттың әртүрлі есептік формалары, әртүрлі динамикалық сипаттамалары ж.с.с.) конструкцияның өзгеруін ескеру керек.

2.4 [2(4)P] Дауылды жел кезіндегі ашық терезелер мен есіктердің жағдайын төтенше есептік жағдай ретінде қарастыру керек.

2.5[2(5)P] Шаршамалы қирауға сезімтал конструкция немесе оның элементтері үшін желдік жүктемені көп еселі циклдік ретінде қарастыру керек.

ЕСКЕРТПЕ Жүктеу циклдерінің мөлшерін Б, В және Д қосымшаларынан қар.

3 ЖЕЛДІК ӘСЕР ЕТУДІ МОДЕЛЬДЕУ**3.1 [3.1] Жалпы ережелер**

(1) Желдік әсер ету уақыт бойынша ауыспалы болып келеді. Олар ғимараттың сыртқы қоршауының сыртқы бетіне, ал енгіштігінің салдарынан ішкі беттерге де түсетін қысымның формасында әсер етеді. Сонымен қатар ашық ғимараттардың ішкі бетіне тікелей желдік әсер ету де ықтимал. Желдің қысымы дұрыс бойынша әрекет етеді. Үлкен беттердің желмен ағуы жағдайлары кезінде есептік беттерге параллель әрекет ететін үйкеліс күштерін ескеру керек.

3.2 [3.2] Желдік әсер етуді ұсыну

(1) Желдік әсер ету әсерлері турбуленттіліктің есебі желдің шұғыл әсер етуіне эквивалентті қысымды немесе күшейтуді бөлудің жеңілдетілген схемасы түрінде ұсынылады.

3.3 [3.3] Желдік әсер етуді жіктеу

(1) Егер басқа нұсқаулар болмаса, онда желдік әсер етуді ауыспалы стационарлық деп жіктеу керек, EN 1990 4.1.1 қар.

3.4[3.4] Сипаттамалық мәндер

(1) EN 1991-1-4 пайдалану арқылы есептелінетін желдік әсер етулер сипаттамалық мәндер болып табылады (EN 1990 4.1.2 қар.). Олар желдің жылдамдығының базалық мәнімен немесе тиісті жылдамдықтық қарқынмен анықталынады. EN 1990 4.1.2(7)Р сәйкес базалық мәндер – қайталанудың 50 жылдық орташа кезеңіне сәйкес келетін 0,02 ұлғаюдың жылдық мүмкіндігі бар сипаттамалық мәндер.

ЕСКЕРТПЕ Базалық мәндерден желдік әсер етуді алуға арналған барлық коэффициенттерді немесе модельдерді есептелінген желдік әсер етудің мүмкіндігі базалық мәндердің мүмкіндігінен аспайтындай етіп таңдау керек.

3.5 Модельдер

Имараттың желдік әсер етуге реакциясы имараттың өлшеміне, формалары мен динамикалық қасиеттеріне байланысты болады.

Құралда сонымен қатар жел мен имараттың иілмелі тербелістерінің негізгі формаларының жазықтығының турбуленттік құрамдасының бағыттары сәйкес келген кездегі резонанстық жаратылыстардың салдарынан имаратқа түсетін динамикалық жүктеменің ұлғаюы ескеріледі.

Имараттың реакциясы күшейтудің немесе қысымның аэродинамикалық коэффициенттерінің есебімен базалық биіктікте жылдамдықтық қарқынның шындық мәнін q_p , сондай-ақ конструктивтік коэффициентті c_{scd} қолдану арқылы 5-бөлім бойынша есептелінеді (6-бөлімді қар.). q_p мәні желдің климаттық тәртібіне, жердің бұдырлығы мен орографиясына, сонымен қатар базалық биіктікке байланысты болады. q_p мәні орташа жылдамдықты ағыс пен қысқа уақытты (пульсациялық) қысымдық құрамдастың сомасынан тұрады.

Аэро серпінді реакцияларды, әдетте, арқан, діңгек, түтін мұржалары және көпірлер сияқты икемді конструкциялар үшін есептелінеді.

ЕСКЕРТПЕ Аэро серпінді реакцияларды анықтаудың жеңілдетілген ережелері Д қосымшасында берілген.

4 ЖЕЛДІҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ ЖӘНЕ ЖЫЛДАМДЫҚ ҚЫСЫМЫ

4.1 [4.1] Есептеудің негіздері

(1) Жел жылдамдығы мен оған сәйкес келетін жылдамдықтық қарқын орташа құрамдас пен ауыспалы (пульсациялық) құрамдастан тұрады.

Желдің орташа жылдамдығын v_m желдің климаттық тәртібі (4.2 қар.) және биіктік бойынша жел жылдамдығының пішініне байланысты жел жылдамдығының базалық мәнінен v_b анықтау керек. Биіктік бойынша жел жылдамдығының пішіні жердің бұдырлығы мен орографияға байланысты болады (4.3 қар.). Жылдамдықтық қарқынның шыңдық мәні 4.5 анықталынады.

Желдің ауыспалы құрамдасы 4.4 сәйкес турбуленттіліктің қарқындылығымен берілген.

4.2 [4.2] Жел жылдамдығының базалық мәні

(1)Р Желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні $v_{b,0}$ жыл мезгілі мен желдің бағытына тәуелсіз орташаландырудың 10-минуттық интервалына сәйкес келетін, 4-кесте бойынша жердің II типіне арналған жер бетінің үстінде 10 м дәрежедегі желдің орташа жылдамдығының сипаттамалық мәні болып табылады.

(2)Р Жел жылдамдығының базалық мәні төмендегіге тең:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} \quad (4.1) [4.1]$$

мұнда v_b — желдің базалық жылдамдығы;

$v_{b,0}$ — желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні, (1)Р қар.;

c_{dir} — желдің бағытын ескеретін коэффициент, коэффициенттің кепілдемелік мәні 1,0;

c_{season} — маусымдық коэффициент, коэффициенттің кепілдемелік мәні 1,0.

4.2-бөлімге берілген мысалдар. Жел жылдамдығының базалық мәнін анықтау

50 жыл қайталанудың орташа кезеңі бар желдің базалық жылдамдықтары туралы деректер болмаған кезде, желдің базалық жылдамдығының негізгі мәнін (ҚНЖЕ 2.01.07-85) [4] желдің нормативтік қысымының мәндерін пайдалану арқылы анықтауға немесе метеостанциялардың деректері бар болған жағдайда, осы деректерді пайдалану арқылы анықтауға кепілдеме беріледі.

1-МЫСАЛ. Жел жылдамдығының базалық мәнін ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-кестесін пайдалану арқылы анықтау

Нормативтік қысымның мәні 4.1-кестеде берілген (ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-кесте).

4.1-кесте – Желдің нормативтік қысымы (ҚНЖЕ 2.01.07-85 5-кестесі)

СССР желдік аудандары (міндетті 5 қосымшаның 3-картасы бойынша қабылданады)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа (кгс/м ²)	0,17(17)	0,23(23)	0,30(30)	0,38(38)	0,48(48)	0,60(60)	0,73(73)	0,85(85)

ҚНЖЕ 2.01.07-85 (7) формуласына сәйкес:

$$w_0 = 0,61 \cdot v_0^2 \quad (\text{Па}),$$

мұнда v_0 – орташаландырудың 10-минуттық интервалына сәйкес келетін және орташа 5 жылда ұлғаятын (ұлғаюдың жылдық мүмкіндігі 0.2) жердің II типі үшін жер бетінде 10 м деңгейдегі м/сек желдің жылдамдығы:

$$v_0 = 40,49 \cdot \sqrt{w_0}. \quad (4.2)$$

Көшу коэффициентін γ ұлғаюдың 0.2 жылдық мүмкіндігі бар желдің базалық жылдамдығының мәнінен 0.02 мүмкіндігі бар мәнінен бөліп аламыз. Ол үшін жел жылдамдығын бөлудің тығыздығы Вейбулл заңымен сипатталынатындығын қабылдаймыз:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} \cdot \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha} \quad (4.3)$$

мұнда α – форманың коэффициенті;

β – масштабтың коэффициенті.

Бөлу функциясы:

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right]. \quad (4.4)$$

Функцияларға арналған формулаға ұлғаю мүмкіндігінің мәндерін қойып, логарифмдеп және олардың қатынасын алып, γ көшу коэффициентіне арналған теңдеуді аламыз:

$$\gamma = \sqrt[3]{2,431}. \quad (4.5)$$

«Қазгидромет» РМК қызметімен алынған 1971-2010 ж.ж. кезеңіндегі бақылаудың деректері бойынша Аршалы (Ақмола облысы), Ұзынағаш және Үлкен Алматы көлі (Алматы облысы) үш метеостанцияларға арналған α төмендегілерге тең:

Аршалы	10,0
Ұзынағаш	4,5
Үлкен Алматы көлі	5,8.

Осы жерде γ көшудің коэффициенті:

Аршалы	1,093
Ұзынағаш	1,218
Үлкен Алматы көлі	1,166.

Орташаланған коэффициент γ 1,159 тең болады.

ҚР ҚН EN 1991 -1-4:2005/2011 5-қосымшасы, 4.2.(2)Р тармағының (4.2) формуласы бойынша есептелінген көшудің коэффициенті γ $K=0,2$ және $n=0,5$ параметрлерінің кепілдемелік мәндері бойынша 1,17 тең.

Осы құралда кепілдеме берілетін γ мәні 1,17 тең.

Сөйтіп, III жел ауданы үшін желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні төмендегіге тең:

$$v_{b,0} = 40,49 \times (0,38)^{0,5} \times 1,17 = 29,20 \text{ м/сек.} \quad (4.6)$$

2-МЫСАЛ. Жел жылдамдығының базалық мәнін метеостанциялардың деректерін пайдалану арқылы анықтау

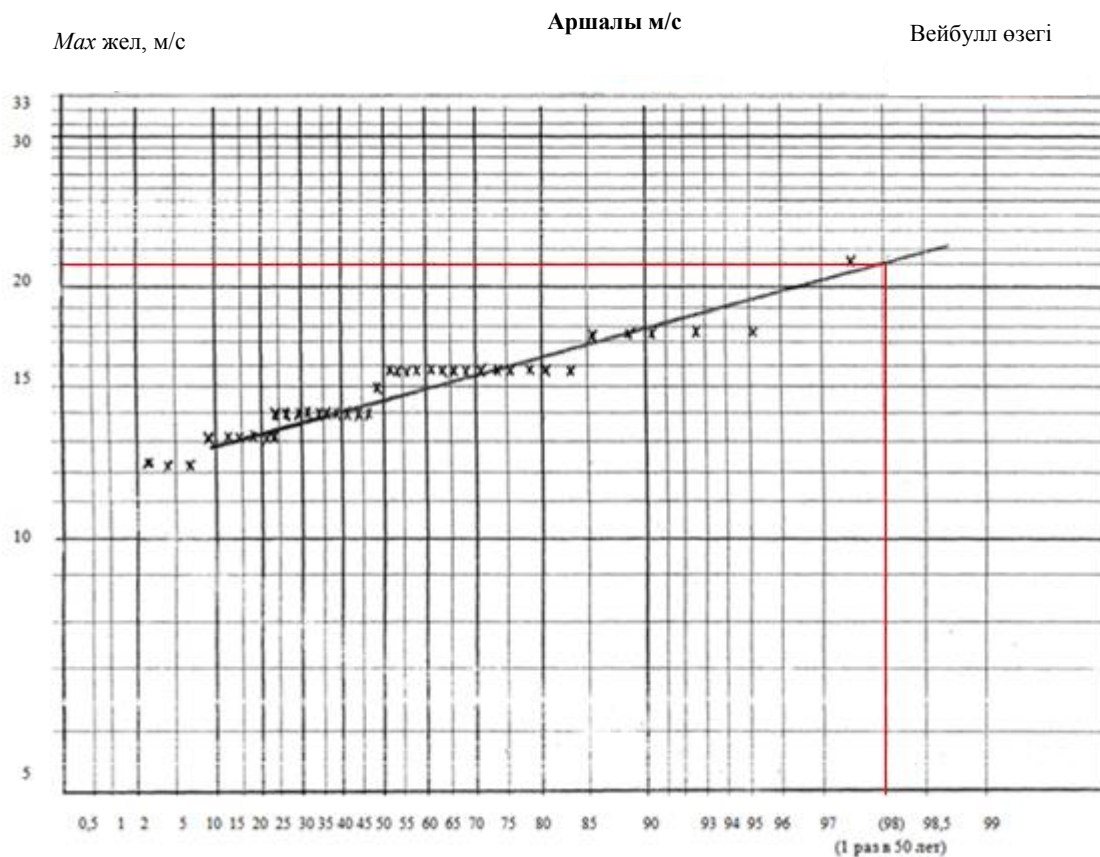
Нақты аудан үшін метеостанциялардың деректері бар болғанда және жел жылдамдығының мүмкіндіктерін бөлу тығыздығы Вейбулл заңымен сипатталынады деген гипотеза кезінде желдің базалық жылдамдығының негізгі мәнін Вейбулл өзегінің көмегі арқылы графикалық түрде анықтауға болады. Ординаталардың логарифмдік осінде ($\ln v$) жел жылдамдығының мәндері v , ал абсциссалардың билогарифмдік осінде ($\ln(-\ln F)$) F мүмкіндігінің функцияларының тиісті әдістері қойылады. Осы әдістемені Аршалы метеостанциясында 1971 ж. мен 2010 жылдың 40 жыл ішіндегі желдің жылдық максималдық жылдамдығының мысалында қарастырамыз.

Желдің максималдық жылдамдығының бақыланған n мәндерін өсу қатарында белгілеп, вариациялық қатарды $v_m (m=1 \div n)$ аламыз. Әрбір v_m F_m : сәйкес қоямыз:

$$F_m = \frac{m}{(n+1)}, \quad n=40. \quad (4.7)$$

Өзекке v_m және F_m координаталары бар нүктелерді кіргіземіз. Нүктелердің жиынтығын тік сызықпен аппроксиялаймыз. Бөлудің заңы туралы гипотезаның жеткілікті

ақиқаты кезінде түзу Аршалы метеостанциясында өлшенген желдің максималдық жылдамдықтарының F мүмкіндік функциясына сәйкес келеді. α параметрі түзудің абсцисса осіне қарай еңіс бұрышының котангенсі ретінде анықталады, ал β өлшемсіз параметрі $F=0,368$ кезіндегі ординаталардың осіндегі жылдамдықтың мәніне сандық түрде тең (4.1-суретті қар.).



4.1-сурет – Аршалыға арналған мүмкіндіктердің функциясы

Аршалы метеостанциясы үшін 40 жылда ($p=0,025$) ең көбі 1 рет болатын $\alpha=10,0$ 21,12м/сек тең. Вейбуллды бөлу үшін ұлғаюдың жылдық мүмкіндігінен p 50 жылда 1 рет мүмкіндігіне көшудің коэффициенті:

$$\gamma = \frac{\alpha \sqrt{\frac{\ln 0,02}{\ln p}}}{\sqrt{\frac{\ln 0,02}{\ln p}}} \quad (4.8)$$

Аршалы үшін:

$$\gamma = \frac{10 \sqrt{\frac{\ln 0,02}{\ln 0,025}}}{\sqrt{\frac{\ln 0,02}{\ln 0,025}}} = 1,006. \quad (4.9)$$

Сөйтіп, Аршалы үшін желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні:

$$v_{b,0} = 21,12 \times 1,006 = 21,25 \text{ м/сек тең} \quad (4.10)$$

ЕСКЕРТПЕ Осы мәнді жеткілікті толықтығымен графикте (4.1-суретті қар.) алуға болады.

4.3 [4.3] Желдің орташа жылдамдығы

Жер деңгейінің z биіктігінде желдің орташа жылдамдығы $v_m(z)$ төмендегіге тең:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b, \quad (4.11) [4.3]$$

мұнда $c_r(z)$ – жер типін ескеретін коэффициент;

$c_o(z)$ – орографиялық коэффициент.

4.3.1 [4.3.1] $c_r(z)$ коэффициентін анықтау

$c_r(z)$ коэффициенті:

- z жер деңгейінің үстіндегі биіктікке;

- желдің қарастырылатын бағыты үшін имараттың желі бар жағынан жердің бұдырлық параметріне байланысты имараттың орналасқан орнындағы желдің орташа жылдамдығының $v_m(z)$ өзгеруін анықтайды.

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \text{ үшін } c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$z \leq z_{min} \text{ үшін } c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad (4.12)[4.4]$$

мұнда k_r — төмендегі формула бойынша бұдырлық параметріне z_0 тәуелді жердің коэффициенті:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ji}}\right)^{0,07}, \quad (4.13) [4.5]$$

мұнда $z_{0,ji}$ — 0,05 м (жердің II типі, 4.2-кесте);

z_{min} — 4.2-кесте бойынша минималдық биіктік;

z_{max} — 200 м.

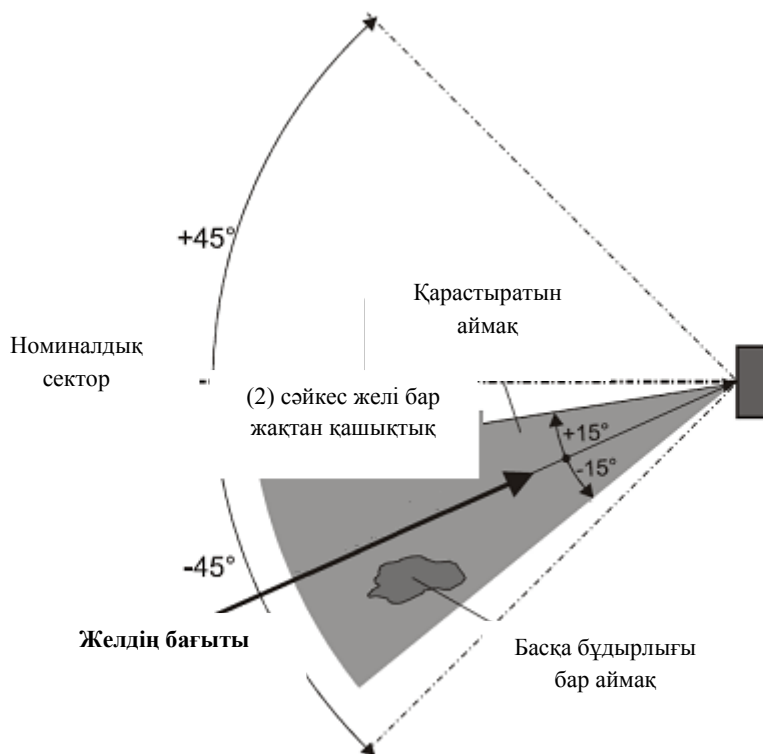
4.2-кесте – Жердің типтері және бұдырлық параметрлері

Жердің типі		$z_0, \text{м}$	$z_{min}, \text{м}$
0	Теңіздер немесе теңіздердің ашық жағалаулары	0,003	1
I	Көлдер немесе кедергісі жоқ шағын ғана өсімдіктері бар жазық жер	0,01	1

4.2-кесте – Жердің типтері және бұдырлық параметрлері (жалғасы)

Жердің типі		Z_0, M	$Z_{\min}, \text{M}$
II	Шөп сияқты төмен өсімдіктері және оқшауланған, олардың биіктігінің бөлек тұрған, арасындағы қашықтығы олардың биіктігінің кем дегенде 20-еселік мәнін құрайтын кедергілері бар ашық жер (талдар, ғимараттар)	0,05	2
III	Тегіс өсімдіктері немесе ғимараттары, не арасындағы қашықтығы олардың биіктігінің 20-еселік мәнінен аспайтын кедергілері бар ашық жер (ауылдар, қала маңының аймақтары, жайқалған орман массивтері)	0,3	5
IV	Шегінде бетінің 15% биіктігі 15 м асатын биіктікті ғимараттармен жабылған аймақтар	1,0	10
ЕСКЕРТПЕ Жердің типтері А қосымшасында көрсетілген.			

Желдің берілген бағытында қолданылатын жердің бұдырлығы топырақтың бұдырлығы мен қарастырылатын желдің бағытына қатысты анықталған бұрыштық диапазонда жердің тұрақты бұдырлығы бар желі бар жақтың телімінің шамасына байланысты. Бұдырлығының айырмашылықтары бар шағын аудандарды (қарастыратын ауданның 10 % кем) ескермеуге болады (4.2-суретті қар.).



ЕСКЕРТПЕ Бұрыштық сектордың формасындағы 30° бұрыштық диапазонға, яғни қарастыратын желдің бағытына $\pm 15^\circ$ қатысты, кепілдеме беріледі. Желі бар жақтағы қашықтықтың кепілдемелік шамасы А қосымшасында бар.

4.2 [4.1]-сурет – Жердің бұдырлығын бағалау

Егер қарастырмалы бұрыштық диапазонның ішінде жердің екі және одан да көп типі бар болса, онда бұдырлықтың кіші параметрі қолданылады.

4.3.2[4.3.2] $c_0(z)$ орографиялық коэффициентті анықтау

Орографиялық коэффициентін $c_0(z)$ анықтаудың әдісі А қосымшасында берілген.

Егер желі бар жақтағы жердің орташа еңісі 3° кіші болса, онда орографияны ескермеуге болады. Желі бар жақтағы ескеретін қашықтықтың шамасы шығыңқы орографиялық элементтің биіктігінің 10-еселік мәнінен асуы керек.

4.3.3[4.3.4] Биіктеу жақынырақ ғимараттардың ықпал етуі

(1) Егер имарат биіктігі жақын орналасқан құрылыстың орташа биіктігінен 2 есе асатын басқа имаратқа тығыз жанасқан болса, онда бұл жағдайда қарастыратын имарат (имараттың ерекшеліктеріне байланысты) желдің анықталған бағыттары кезінде желдің бұдан да үлкен жылдамдықтарының әсеріне ұшырауы мүмкін.

Жақын орналасқан құрылысты есептеудің кепілдемелік әдісі А қосымшасында берілген.

4.3-бөлімге берілген мысалдар. Желдің орташа жылдамдығын анықтау

1-МЫСАЛ. Бұдырлықты анықтау

Берілгені:

Объектіден су қоймасына дейінгі қашықтық – 12 км, орман-баққа дейінгі қашықтық – 5 км, қалалық массивке дейінгі қашықтық – 8 км, III жел ауданы. Ық жақтан еңіс 0,03 аз (4.3-сурет).

Шарты: жер деңгейінің үстіндегі 7; 10; 50м биіктіктегі желдың орташа жылдамдығын анықтау.

А қосымшасының екінші әдісі мен 4.2-кесте бойынша объектіге түсетін жел жүктемесін анықтауға арналған жер типін анықтаймыз:

а) ескерілуі қажет ағу секторларында желі бар жақтағы жердің бұдырлығын анықтаймыз:

4.2-кестеге сәйкес жердің бұдырлығы бойынша су қоймасының ауданы I типке, орман-бақтың ауданы III типке, қалалық массивтік ауданы IV типке жатады.

б) ғимарат пен әрбір сектордағы бұдырлықты өзгерту орнының арасындағы x қашықтығын анықтаймыз. Егер ғимарат пен тегіссіздікті ауыстыру аймағының арасындағы x қашықтығы 4.3-кестеде көрсетілген мәннен кіші болса, онда қарастырылатын секторда тегіссіздік үшін кіші мәнді қолданады. Егер x қашықтық 4.3-кестеде көрсетілген мәннен үлкен болса, онда тегіссіздік үшін үлкен мәнді қолданады. Егер 4.3-кестеде x қашықтық көрсетілмесе немесе ғимараттың биіктігі 50 м асып кетсе, онда кіші бұдырлықты қолданады.

ҚР НТҚ 01-01-3.1(4.1)-2012

Ғимарат пен су қоймасының арасындағы қашықтық – $x = 12$ км, орман-баққа дейінгі қашықтық – $x = 5$ км, қалалық массивке дейінгі қашықтық – $x = 8$ км. А және Б секторларындағы қашықтық – $x=5$ км. Аймақтар – I және III типті. 4.3-кесте бойынша $z=7$ м және 10 м $x=10$ км және 20 км, ол 5 км көп. I типті қабылдаймыз.

Негізгі жерден айырмашылығы бар бұдырлы шағын аудандарды (басқа жағдайларда ескеретіндерден ауданы 10% аз) ескермеуге болады.

4.3-кесте – x қашықтығы

Биіктік z , м	I және II аймақ арасындағы, км	I және III аймақ арасындағы, км	II және III аймақ арасындағы, км	II және IV аймақ арасындағы, км	III және IV аймақ арасындағы, км
5	0,50	5,00	0,30	2,00	0,20
7	1,00	10,00	0,50	3,50	0,35
10	2,00	20,00	1,00	7,00	0,70
15	5,00		3,00	20,00	2,00
20	12,00		7,00		4,50
30	20,00		10,00		7,00
50	50,00		30,00		20,00

А, Б желі:

$z=7$ м есептік биіктік үшін жердің III типі,

$z=10$ м биіктік үшін жердің I типі; $z=50$ м биіктік үшін жердің I типі.

В желі:

$z=7$ м есептік биіктік үшін жердің I типі,

$z=10$ м биіктік үшін жердің I типі;

$z=50$ м биіктік үшін жердің I типі.

Сонымен, барлық биіктік үшін жердің I типі.

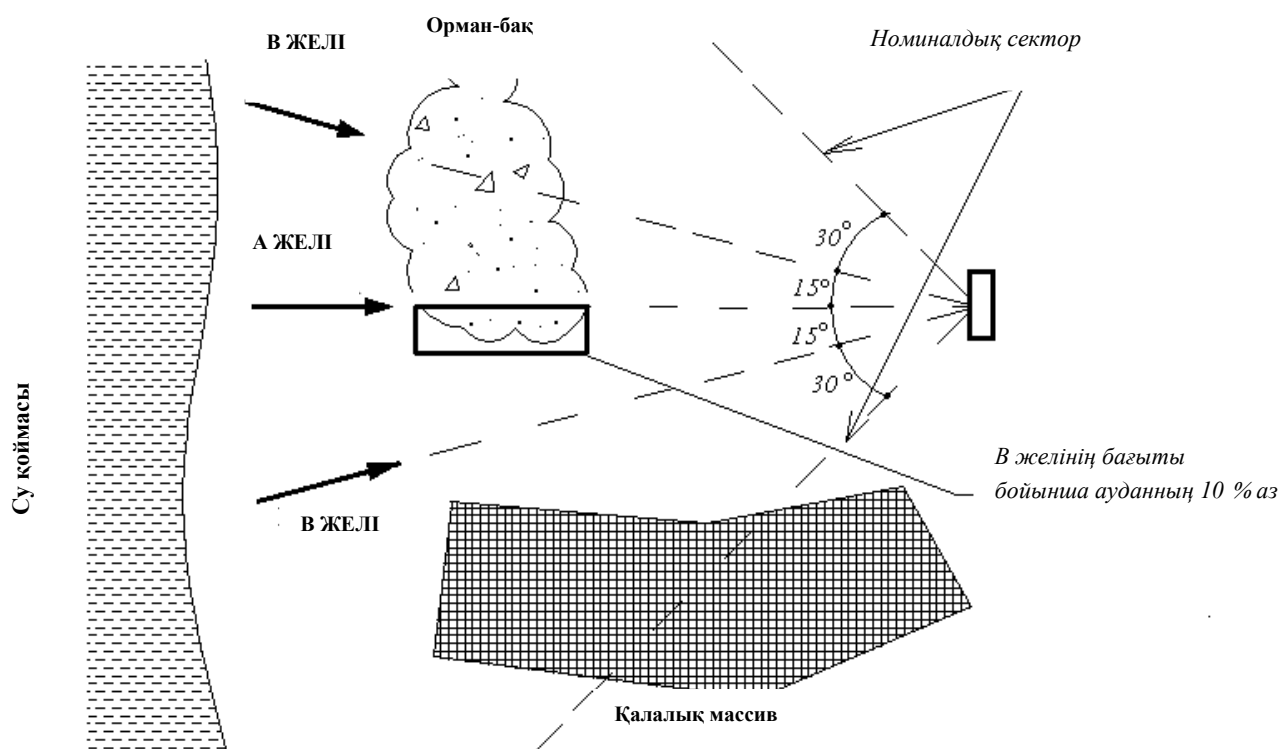
Жел жылдамдығының v_b базалық мәні (4.2-бөліміне берілген мысалдарды қар.)

$c_{dir}=1$; $c_{season}=1$ тең 29.20 м/сек.

(4.11) формула бойынша желдің орташа жылдамдығы: $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$ тең,

2-кесте бойынша жердің I типі үшін $z_{min} = 1$ м, $z_0=0.01$ м.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right); \quad k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,jl}}\right)^{0.07} \quad (4.14)$$



4.3-сурет – Жер жоспарының схемасы

$$c_r(7)=0,19 \times (0,01/0,05)^{0,07} \cdot \ln(7/0,01)=1,11,$$

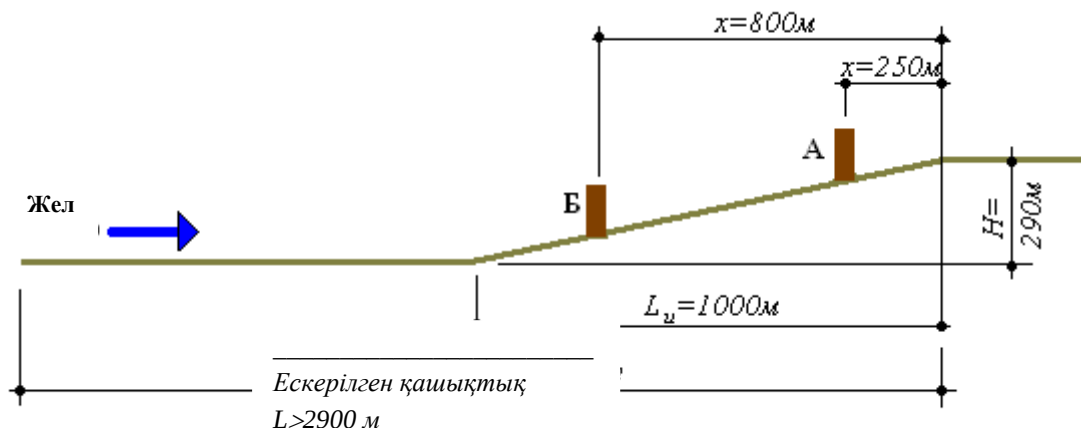
$$c_r(10)=0,19 \times (0,01/0,05)^{0,07} \cdot \ln(10/0,01)=1,17, (4.15)$$

$$c_r(50)=0,19 \times (0,01/0,05)^{0,07} \cdot \ln(50/0,01)=1,45.$$

0,05 кіші ық жақтағы еңіс кезіндегі орографиялық коэффициент $c_o(z)=1$. Бұдырдың есебі бар желдің орташа жылдамдығы:

$$\begin{aligned} v_m(7) &= 1,11 \times 29,20 = 32,41 \text{ м/сек,} \\ v_m(10) &= 1,17 \times 29,20 = 34,16 \text{ м/сек,} \\ v_m(50) &= 1,45 \times 29,20 = 42,34 \text{ м/сек.} \end{aligned} \quad (4.16)$$

2-МЫСАЛ. c_0 орографиялық коэффициентті анықтау



4.4-сурет – Жер пішінінің схемасы

Белгілеулер А қосымшасына сәйкес:

Φ — дұрыс бойынша жел әрекетінің бағытына қарай еңіс (А қосымшасының А.2 және А.3-суреттерді қар.);

L_e — А.2-кесте бойынша жел жақтың проекциясының тиімді ұзындығы;

L_u — жел жақтың проекциясының нақты ұзындығы (көлбеуге проекция);

L_d — жел жақтың проекциясының нақты ұзындығы;

H — жер биіктігінің құламасының тиімді биіктігі;

x — жердің қарастырылатын және ең биік нүктелерінің арасындағы көлбеу қашықтық;

z — жер деңгейінен тік қашықтық.

Орографияның ықпал етуін төмендегі жағдайларда ескеру керек:

а) төбелердің немесе таулы жоталардың желді баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $0,05 < \Phi \leq 0,3$ және $|x| \leq L_u/2$ болса;

б) төбелердің немесе таулы жоталардың желді баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $\Phi < 0,3$ және $|x| < L_d/2$ болса;

— егер $\Phi \geq 0,3$ және $|x| < 1,6H$ болса;

с) жартастардың желді баурайлары немесе тік баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $0,05 < \Phi \leq 0,3$ және $|x| \leq L_u/2$ болса;

д) жартастардың желді баурайлары немесе тік баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $\Phi < 0,3$ және $|x| < 1,5L_e$ болса;

— егер $\Phi \geq 0,3$ және $|x| < 5H$ болса;

c_0 келесідей анықталады:

$$c_0 = 1$$

$\Phi < 0,05$ үшін;

$$c_0 = 1 + 2s\Phi$$

$0,05 < \Phi < 0,3$ үшін;

$$c_0 = 1 + 0,6s \quad \Phi > 0,3 \text{ үшін,}$$

мұнда s — А.2 немесе А.3-сурет бойынша жел жақтың проекциясының тиімді ұзындығына L_e қатысты локалдық орографиялық коэффициент;

4.4-кесте – L_e тиімді ұзындықтың мәндері

Еңістің типі ($\Phi = H/L_u$)	
Жазық ($0,05 < \Phi \leq 0,3$)	Тік ($\Phi > 0,3$)
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

А позициясы

$$\Phi = 290 / 1000 = 0,29 < 0,3; x = 250 \text{ м} < L_u / 2 = 500 \text{ м}; \quad 0,05 < \Phi < 0,3. \quad (4.17)$$

А.2-кесте бойынша:

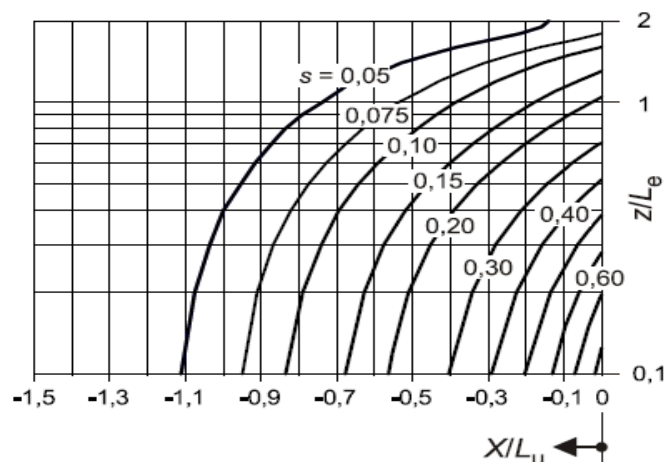
$$L_e = L_u; c_0 = 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi; \quad x / L_u = -250/1000 = -0,4. \quad (4.18)$$

z есептік биіктік 7; 10; 50 м тең:

$$\begin{aligned} z/L_e = 7 / 1000 = 0,007; \quad s = 0,3; \quad c_0 = 1 + 2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174, \\ z/L_e = 10 / 1000 = 0,01; \quad s = 0,3; \quad c_0 = 1 + 2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174, \\ z/L_e = 50 / 1000 = 0,05; \quad s = 0,3; \quad c_0 = 1 + 2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174. \end{aligned} \quad (4.19)$$

А позициясы үшін бұдырлық пен орографияның есебі бар желдің орташа жылдамдығы:

$$\begin{aligned} v_m(7) &= 1,11 \times 1,174 \times 29,20 = 38,05 \text{ м/сек,} \\ v_m(10) &= 1,17 \times 1,174 \times 29,20 = 40,11 \text{ м/сек,} \\ v_m(50) &= 1,45 \times 1,174 \times 29,20 = 49,71 \text{ м/сек.} \end{aligned} \quad (4.20)$$



4.5 [А.2]-сурет

Б позициясы

$$\Phi = 290 / 1000 = 0,29 < 0,3; \quad x = 800 \text{ м} > L_u / 2 = 500 \text{ м} \quad (4.21)$$

А қосымшасының А.3(3) бөлімінде $x > L_u / 2$ кезіндегі желі бар баурайлары бар жерлерге арналған жағдай қарастырылмайды.

Б позициясы үшін:

$$x / L_u = -800 / 1000 = -0,8 > -1,5; \quad z / L_e = 290 / 1000 = 0,29 < 2,0 \quad (4.22)$$

А.3(5)а) сәйкес:

$$-1,5 \leq \frac{x}{L_u} \leq 0 \text{ и } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0 \quad \text{аймақтарда} \quad (4.23)$$

$$s = A \cdot e^{\left(\frac{B \cdot x}{L_u}\right)} \quad \text{қолданылады} \quad (4.24) \text{ [A.4]}$$

мұнда:

$$A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124, (4.25) \text{ [A.5]}$$

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) - 1,0577 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 2,6456. (4.26) \text{ [A.6]}$$

$z = 7 \text{ м}$:

$$\begin{aligned} A &= 0,1552 \times 0,007^4 - 0,8575 \times 0,007^3 + 1,81133 \times 0,007^2 - 1,9115 \times 0,007 + 1,0124 = 0,999, \\ B &= 0,3542 \times 0,007 - 1,0577 \times 0,007 + 2,6456 = 2,638, \\ s &= 0,999 \cdot \exp(2,638 \times (-0,8)) = 0,121, c_o = 1 + 2 \times 0,121 \times 0,29 = 1,07018. \end{aligned} \quad (4.27)$$

$z = 10 \text{ м}$:

$$\begin{aligned} A &= 0,1552 \times 0,01^4 - 0,8575 \times 0,01^3 + 1,81133 \times 0,01^2 - 1,9115 \times 0,01 + 1,0124 = 0,993, \\ B &= 0,3542 \times 0,01 - 1,0577 \times 0,01 + 2,6456 = 2,635, \\ s &= 0,993 \cdot \exp(2,635 \times (-0,8)) = 0,1206, c_o = 1 + 2 \times 0,1206 \times 0,29 = 1,069965. \end{aligned} \quad (4.28)$$

$z = 50 \text{ м}$:

$$\begin{aligned} A &= 0,1552 \times 0,05^4 - 0,8575 \times 0,05^3 + 1,81133 \times 0,05^2 - 1,9115 \times 0,05 + 1,0124 = 0,921, \\ B &= 0,3542 \times 0,05 - 1,0577 \times 0,05 + 2,6456 = 2,594, \\ s &= 0,921 \cdot \exp(2,594 \times (-0,8)) = 0,116, c_o = 1 + 2 \times 0,116 \times 0,29 = 1,06728. \end{aligned} \quad (4.29)$$

Б позициясы үшін бұдырлық пен орографияның есебі бар желдің орташа жылдамдығы:

$$\begin{aligned} v_m(7) &= 1,11 \times 29,20 \times 1,07018 = 34,69 \text{ м/сек.} \\ v_m(10) &= 1,17 \times 29,20 \times 1,069965 = 36,55 \text{ м/сек.} \\ v_m(50) &= 1,45 \times 29,20 \times 1,06728 = 45,19 \text{ м/сек.} \end{aligned} \quad (4.30)$$

4.4 [4.5] Жылдамдық қысымының шындық мәні

(1) z биіктіктегі жылдамдықты ағыстың шындық мәнін $q_p(z)$ жылдамдықтың орташа және қысқа уақытты тербелістерінің есебімен анықтау керек.

ЕСКЕРТПЕ 1 Төмендегі $q_p(z)$ анықтаудың кепілдемелік ережесі болып табылады:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b, \quad (4.31) [4.8]$$

мұнда ρ — теңіз деңгейінің үстіндегі биіктікке, температураға және барометрикалық қысымға байланысты ауаның тығыздығы. Мән боранның пайда болу өңірлеріне сәйкес анықталуы керек;

$c_e(z)$ — экспозиция коэффициенті:

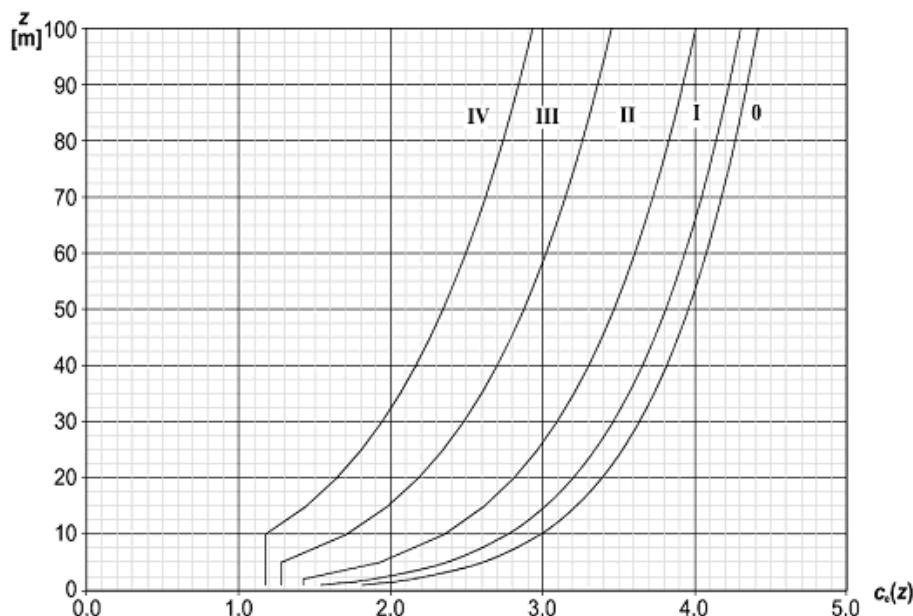
$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (4.32) [4.9]$$

мұнда q_b — жылдамдықты ағыстың орташа (базалық) мәні:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (4.33) [4.10]$$

ЕСКЕРТПЕ 2 ρ кепілдемелік мән $1,25 \text{ кг/м}^3$ тең.

(4.31) формуладағы 7 мән шындық коэффициентке $k_p = 3,5$ сәйкес келеді және 7-бөлімдегі қысым мен күшейтудің аэродинамикалық коэффициенттерімен бірге қолданылады. $c_0(z) = 1,0$ кезінде тегіс жер үшін экспозицияның коэффициенті $c_e(z)$ биіктік функциясы (жердің үстінде) және жердің типінің түрінде 4.6-суретте берілген.



4.6 [4.2]-сурет – $c_0 = 1,0$, $k_i = 1,0$ $c_0(z)$ арналған экспозиция коэффициентінің графикалық көрінісі

4.5 Жылдамдық қысымының шындық мәнін анықтау

v_m үшін теңдеуді (4.11) формуласынан алып, (4.31) формуласына салып, төмендегіні аламыз:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (c_r \cdot c_0 \cdot v_b)^2 = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot c_r^2 \cdot c_0^2 \cdot q_b \quad (4.34)$$

мұнда q_b — базалық жылдақтың ағыс $q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$;

$c_e(z)$ — экспозиция коэффициенті.

(4.31) және (4.34):

$$c_e(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot c_r^2 \cdot c_0^2 \quad (4.35)$$

4.5-суретте $c_0 = 1,0$, $k_i = 1,0$ арналған экспозиция коэффициенті $c_e(z)$ графикалық түрде ұсынылған. k_i коэффициенті үшін кепілдемелік мән бірлікке тең.

Сөйтіп, нөлден ерекшелікті c_0 үшін 4.6-суреттегі графикті пайдалану арқылы алынған шындық жылдамдықты ағыстың мәнін c_0^2 көбейту арқылы түзету керек.

4.5-бөлімге берілген мысалдар. Жылдамдық қысымының шындық мәнін анықтау

1-МЫСАЛ

Объектілердің жергілікте орналасуын 4.3 бөлімге берілген мысалдар. III жел ауданы, жердің I типінен қар.

Шарты:

Объектіден 100 м қашықтықта орналасқан 60x25x150 (h) м ғимараттың есебімен жер үстіндегі $z=10$ м және $z=50$ м биіктіктегі жылдамдықты ағыстың шындық мәнін анықтау:

$z=10$ м үшін $c_e(z)=2,8$ және $z=50$ м үшін $c_e(z)=3,8$ (4.5-суретті қар.).

Жақын орналасқан биік ғимараттың есебі жоқ жылдамдықты ағыстың шындық мәні:

$$\begin{aligned} q_p(10) &= 2,8 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1492,12 \text{ Па}, \\ q_p(50) &= 3,8 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 2025,02 \text{ Па}. \end{aligned} \quad (4.36)$$

Орография коэффициентінің есебімен (4.3.2 мысалды қар.):

А позициясы үшін:

$$\begin{aligned} c_0(10) &= c_0(50) = 1,174 \\ q_p(10) &= 1492,10 \times 1,174^2 = 2056,53 \text{ Па}, \\ q_p(50) &= 2025,02 \times 1,174^2 = 2791,04 \text{ Па}. \end{aligned} \quad (4.37)$$

Б позициясы үшін:

$$\begin{aligned} c_0(10) &= 1,069965; \quad c_0(50) = 1,06728 \\ q_p(10) &= 1492,1 \times 1,069965^2 = 1709,78 \text{ Па}, \end{aligned}$$

$$q_p(50)=2025,02 \times 1,06728^2 = 2306,69 \text{Па.} \quad (4.38)$$

Жақын орналасқан биік ғимараттың есебімен жылдамдықты ағыстың шыңдық мәні:

А4(1) бойынша:

$$d_{large}=60\text{м}; \quad h_{high}=150\text{м}; \quad \text{егер } h_{high} > 2d_{large}. \quad r = 2d_{large}=120\text{м}; \\ x=100\text{м} \leq r, \quad z_n=0.5 \times 120=60\text{м}.$$

А позициясы үшін:

$$c_e(60)=3,9; z/L_e=60 / 1000=0,06; \quad x / L_u = -250/1000 = -0,4; \\ s=0,3; \quad c_o=1+2 \times 0,3 \times 0,29=1,174; \\ q_p(10)=q_p(50)=q_p(60)=3,9 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2=2078,31 \text{ Па}; \quad (4.39)$$

Орографияның есебімен:

$$q_p(10)=q_p(50)=q_p(60)=2078,31 \times 1,174^2 = 2864,48 \text{Па}.$$

Б позициясы үшін:

Орография коэффициентін c_0 анықтаймыз:

$z=60\text{м};$

$$A=0,1552 \times 0,06^4 - 0,8575 \times 0,06^3 + 1,81133 \times 0,06^2 - 1,9115 \times 0,06 + 1,0124 = 0,904, \\ B=0,3542 \times 0,06^2 - 1,0577 \times 0,06 + 2,6456 = 2,583, \\ s=0,904 \times \exp(2,583 \times (-0,8)) = 0,127; \quad c_o=1+2 \cdot 0,127 \cdot 0,29=1,07366. \quad (4.40)$$

Жақын орналасқан биік ғимараттың есебімен жылдамдықты ағыстың шыңдық мәні:

$$q_p(10)=q_p(50)=q_p(60)=2078,31 \times 1,074^2 = 2395,76 \text{ Па.} \quad (4.41)$$

5 ЖЕЛДІК ӘСЕР ЕТУ

5.1 [5.1] Жалпы ережелер

(1)Р Конструкциялар мен конструктивтік элементтерге желдік әсер етуді желдің сыртқы және ішкі қысымдарының есебімен анықтау керек.

5.1-кесте – Желдік әсер етуді анықтауға арналған параметрлер

Параметрі	Сілтеме
q_p жылдамдық қысымының шыңдық мәні	
Жел жылдамдығының базалық мәні v_b	4.2(2)Р
Базалық биіктік z_e	7-бөлім
Жердің типі	4.1-кесте
q_p жылдамдық қысымының сипаттамалық шыңдық мәні	4.5(1)

5.1-кесте – Желдік әсер етуді анықтауға арналған параметрлер (жалғасы)

Параметрі	Сілтеме
Турбуленттіліктің қарқындылығы l_v	4.4
Желдің орташа жылдамдығы v_m	4.3.1
$c_o(z)$ орографиялық коэффициенті	4.3.3
Жердің типін ескеретін коэффициент $c_r(z)$	4.3.2
Жел қысымы, мысалы жабынға, бекіту және конструктивтік элементтерге түсетін	
Сыртқы қысымның аэродинамикалық коэффициенті c_{pe}	7-бөлім
Ішкі қысымның аэродинамикалық коэффициенті c_{pi}	7-бөлім
Сыртқы жел қысымы: $w_e = q_p c_{pe}$	5.2(1)
Ішкі жел қысымы: $w_i = q_p c_{pi}$	5.2(2)
Ғимаратқа түсетін жел жүктемесі, мысалы, шекті желдік әсердің жағдайына арналған	
Конструкциялық коэффициент: $c_s c_d$	6-бөлім
Күшейтудің аэродинамикалық коэффициенттері бойынша есептелінген жел жүктемесі F_w	5.3(2)
Қысымның аэродинамикалық коэффициенттері бойынша есептелінген жел жүктемесі F_w	5.3(3)

5.2 [5.2] Беттерге түсетін жел қысымы

(1) Ғимарат конструкциясының сыртқы беттеріне әрекет ететін жел қысымын w_e мына формула бойынша анықтау керек:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (5.1) [5.1]$$

мұнда $q_p(z_e)$ — желдің жылдамықты ағысының шындық мәні;
 z_e — 7-бөлім бойынша сыртқы қысымға арналған базалық биіктік;

c_{pe} — 7-бөлім бойынша сыртқы қысымның аэродинамикалық коэффициенті.

(2) Ғимарат конструкциясының ішкі беттеріне әсер ететін жел қысымын w_i мына формула бойынша анықтау керек:

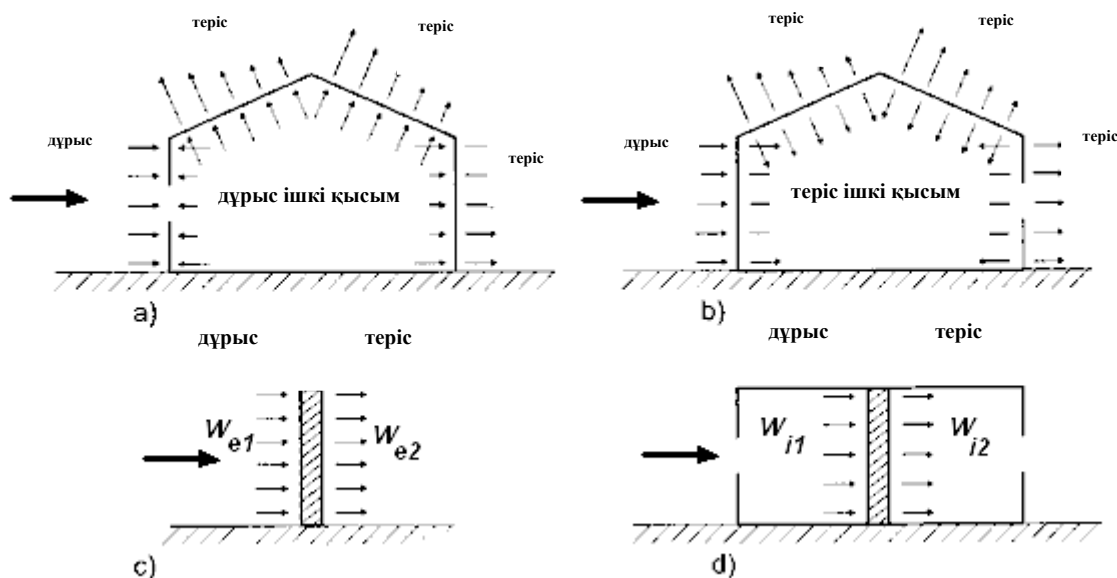
$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}, \quad (5.2) [5.2]$$

мұнда $q_p(z_i)$ — желдің жылдамықты ағысының шындық мәні;

z_i — 7-бөлім бойынша сыртқы қысымға арналған базалық биіктік;

c_{pi} — 7-бөлім бойынша сыртқы қысымның аэродинамикалық коэффициенті.

(3) Қабырғаға, шатырға немесе элементтерге түсетін салыстырмалық жел қысымы белгілердің есебімен анықталады. Бетке бағытталған қысым дұрыс, ал беттен бағытталған қысым теріс болып есептеледі. Мысалдар 5.1-суретте көрсетілген.



ЕСКЕРТПЕ Бетке түсетін қысым дұрыс деп есептеледі.

5.1 [5.1]-сурет – Беттерге түсетін қысым

5.3 [5.3] Жел жүктемелері

(1) Конструкцияға және конструктивтік элементтерге түсетін желдік жүктемелерді күшейту коэффициенттерін пайдалану арқылы жүктемелерді есептеумен (2) қар.) немесе беттік қысым арқылы жүктемелерді есептеумен (3) қар.) анықтау керек.

(2) Конструкцияға немесе конструктивтік элементке әсер ететін F_w желдік жүктеме тікелей мына формула бойынша:

$$F_w = c_s c_d c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (5.3) [5.3]$$

немесе (5.4) формуласын пайдалану арқылы бөлек конструктивтік элементтерге әрекет ететін желдік жүктемелердің векторлық сомасымен анықталуы мүмкін:

$$F_{w,j} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{элементы}} c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} \quad (5.4) [5.4]$$

мұнда: $c_s c_d$ — 6-бөлім бойынша конструктивтік коэффициент;

c_f — конструкция немесе конструктивтік элемент үшін күшейтудің аэродинамикалық коэффициенті (7 немесе 8-бөлім бойынша);

$q_p(z_e)$ — z_e базалық биіктіктегі (7 немесе 8-бөлім бойынша) желдің жылдамдықты ағысының (4.5 бойынша) шындық мәні;

A_{ref} — конструкцияның немесе конструктивтік элементтің базалық ауданы (7 немесе 8-бөлім бойынша).

ЕСКЕРТПЕ 7-бөлімде c_f коэффициентінің мәні торлы, призматикалық, цилиндрлік, шатырлар (жабындар), жарнамалық қалқандар және жалаулар сияқты конструкциялар немесе конструктивтік элементтер үшін көрсетілген. 8-бөлімде c_f мәндері көпірлер үшін көрсетілген. c_f мәні үйкелістің әсерінен тұрады.

(3) Конструкцияға немесе конструктивтік элементке әсер ететін F_w желдік жүктеме $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ және F_{fr} күштерінің векторлық қосылуымен анықталуы мүмкін. $F_{w,e}$ және $F_{w,i}$ күштерін (5.5) және (5.6) формулаларын пайдалана отырып, сыртқы және ішкі қысымдардан есептейді. Конструкцияның сыртқы бетіне параллель әрекет ететін үйкеліс күштерін (5.7) формуласы бойынша анықтайды.

Ғимараттың сыртқы (тысқы) бетіне әсер ететін $F_{w,e}$ жүктеме төмендегіге тең:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{бет}} w_e \cdot A_{ref} \quad (5.5) [5.5]$$

Ғимараттың ішкі бетіне әсер ететін $F_{w,i}$ жүктеме төмендегіге тең:

$$F_{w,i} = \sum_{\text{бет}} w_i \cdot A_{ref} \quad (5.6) [5.6]$$

Үйкеліс күші F_{fr} мына формула бойынша анықталады:

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) A_{fr} \quad (5.7) [5.7]$$

мұнда w_e — (5.1) формуласы бойынша анықталатын z_e биіктіктегі бөлек бетке түсетін сыртқы (тысқы) жел қысымы;

w_i — (5.2) формуласы бойынша анықталатын z_i биіктіктегі бөлек бетке түсетін ішкі жел қысымы;

A_{ref} — конструкцияның немесе конструктивтік элементтің бөлек бетінің базалық ауданы;

c_{fr} — 7.5 [7.5] сәйкес алынған үйкеліс коэффициенті;

A_{fr} — 7.5 [7.5] сәйкес есептелінетін жел қимылының бағытына параллель сыртқы беттің ауданы.

ЕСКЕРТПЕ 1 Элементтер (мысалы, қабырғалардың, жабындардың) үшін желдік жүктеме сыртқы және ішкі нәтижелендіретін жүктемелердің айырмашылығына тең етіп қабылданады.

ЕСКЕРТПЕ 2 F_{fr} үйкеліс күштері сыртқы бетке параллель, желдік құрамдастың бағытында әрекет етеді.

(4) Егер жел қимылының бағытына параллель барлық беттердің жалпы ауданы (параллельден аз ғана бұрыштық ауытқуы бар аудандар да) тең немесе жел бағытына (желі бар және ық жақ) перпендикуляр барлық аудандардың төрт еселі шамасынан аз болса, онда конструкция немесе конструктивтік элементтің бетіндегі үйкеліс әсерлерін ескермеуге болады.

(5) Имаратқа әсер ететін желдік жүктемелерді қосу кезінде желі бар және ық жақтан желдің қысымының арасында корреляция болмауын ескеруге жол беріледі.

6 $c_s c_d$ КОНСТРУКЦИЯЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТІ

6.1 Жалпы ережелер

$c_s c_d$ конструкциялық коэффициенті барлық бет бойынша желдің жылдамдықты ағысының шындық мәндерінің бір уақытта пайда болмау мүмкіндігін (c_s құрамдасы), сонымен қатар жел турбуленттілігінің салдарында имараттың резонанстық тербелістерінің әсерін (c_d құрамдасы) ескереді.

6.2 [6.2] $c_s c_d$ анықтау

(1) $c_s c_d$ коэффициентінің мәнін төмендегідей анықтауға жол беріледі:

- a) $h < 15$ м биіктікті ғимараттар үшін $c_s c_d = 1$ қабылдауға болады;
- b) тербелістің 5 Гц асатын өзіндік жиілігі бар қасбеттер мен жабын элементтері үшін $c_s c_d = 1$ қабылдауға болады;
- c) өзіндік күш түсетін қабырғалары бар және биіктігі 100 м кем емес қаңқалы ғимараттар мен жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша төрт еселі өлшемінен аспайтын ғимараттар үшін $c_s c_d = 1$ қабылдауға болады;
- d) дөңгелек көлденең қиысуы бар және биіктігі $h < 60$ м немесе $h < 6,5 \cdot d$ (мұнда d — диаметр) түтін мұржалары үшін $c_s c_d = 1$ қабылдауға болады;
- e) a), b), c) және d) жағдайларында $c_s c_d$ мәнін 6.3.1 сәйкес анықтауға болады;
- f) түтін мұржаларының инженерлік имараттары (8-бөлімде қарастырылатын көпірлерден басқа) мен c) және d) таралмайтын имараттарға $c_s c_d$ коэффициентін 6.3 бойынша анықтайды.

ЕСКЕРТПЕ 1 Іргетастар мен жабын элементтерінің тербелістерінің өзіндік жиіліктері Е қосымшасы бойынша есептеліне алады (әдетте, аралығы 3 м кем шыныланған беттердің 5 Гц асатын өзіндік жиілігі болады).

ЕСКЕРТПЕ 2 Г қосымшасының суреттерінде конструкцияның әртүрлі типтеріне арналған шамаланған мәндер $c_s c_d$ берілген. Суреттерде қауіпсіз мәндерді дөңгелектеу берілген.

6.3 Толығырақ әдіс

6.3.1 [6.3.1] $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенті

(1) $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенті (6.1) формуласы бойынша есептелінеді. (2)Р шарттарын сақтау қолданудың шарты болып табылады:

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot l_v(z_s)}, \quad (6.1)[6.1]$$

мұнда z_s — конструкциялық коэффициентті анықтауға арналған базалық биіктік, 6.1-суретті қар.

6.1-сурет қолданылмайтын имараттар үшін $z_s = h$ қолданылады,

мұнда h — имараттың биіктігі,

k_p — имарат реакциясының пульсациялық құрамдасының максималдық мәнінің оның стандарттық қауытқуына қатынасы ретіндегі шындық коэффициент;

$l_v(z_s)$ — турбуленттіліктің қарқындылығы;

B^2 — конструкция бетіне қысымның толық корреляциясының жоқтығын ескеретін, реакцияның фондық құрамдасы;

R^2 — турбуленттіліктің салдарында тербелістің формасының есебі бар резонанстық тербелістерді ескеретін реакцияның резонанстық құрамдасы.

ЕСКЕРТПЕ 1 Масштабтық (өлшемдік) коэффициент c_s беттегі желдің жылдамдықты ағысының шындық мәндерінің бір уақытта шықпауының нәтижесіндегі желдік әсер етуден болатын әсерді төмендетуді ескереді және төмендегідей есептеліне алады:

$$c_s = \frac{1 + 7 \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}{1 + 7 \cdot l_v(z_s)} \quad (6.2 - 50) \quad [6.2]$$

ЕСКЕРТПЕ 2 Динамикалық коэффициент c_d жел турбуленттігінің салдарында имараттың резонанстық тербелістерінің әсерін ескереді және төмендегідей есептеліне алады:

$$c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}. \quad (6.3) [6.3]$$

ЕСКЕРТПЕ 3 k_p , B және R анықтаудың кепілдемелік әдісі Б қосымшасында берілген. Баламалық әдіс В қосымшасында берілген. Б және В қосымшаларының әдістерімен анықталған $c_s c_d$ мәндерінің бар-жоғы 5% айырмашылығы бар.

(2)Р (6.1) формуласы бойынша толық шара келесі шарттар орындалған кезде қолданылады:

— ғимараттың конструкциясы 6.1-суретте көрсетілген формаларының біріне сәйкес келеді;

— тұрақты белгінің орын ауысуы бар жел қимылының бағытындағы тек қана бірінші иілмелі форма есептелінеді.

ЕСКЕРТПЕ Жел қимылының бағытындағы екінші және келесі иілмелі формаларды ескермеуге болады.

6.3.2 $l_v(z)$ турбуленттілігінің қарқындылығы

[4.4] сәйкес z биіктіктегі турбуленттіліктің қарқындылығы турбуленттіліктің стандарттық ауытқуының желдің орташа жылдамдығына қатынасы сияқты анықталған. Жел жылдамдығының турбуленттік құрамдасының нөлге тең орташа мәні және стандарттық ауытқуы σ_v бар. Турбуленттіліктің стандарттық ауытқуы σ_v төмендегіге тең:

$$\sigma_v = k_r v_b k_l, \quad (6.4)[4.6]$$

мұнда: k_r — (4.14) формуласы бойынша жердің коэффициенті;

v_b — (4.1) формуласы бойынша жел жылдамдығының базалық мәні;

k_l — турбуленттіліктің коэффициенті, ЕСКЕРТПЕ 2 қар.

$l_v(z)$ анықтау үшін төмендегі шамаға кепілдеме беріледі:

$$l_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_l}{c_o(z) \ln(z/z_0)} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max} \text{ үшін}$$

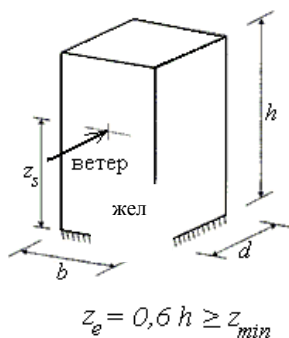
$$l_v(z) = l_v(z_{min}) \quad z \leq z_{min} \text{ үшін} \quad (6.5) [4.7]$$

мұнда: k_l — турбуленттіліктің коэффициенті. Кепілдемелік мән $k_l = 1,0$;

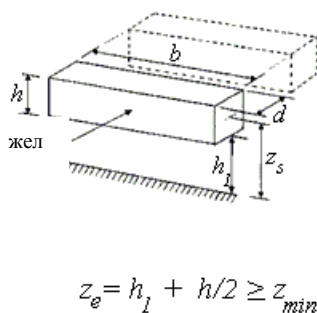
c_o — орографиялық коэффициент;

z_0 — 4.2-кесте бойынша бұдырлық параметрі.

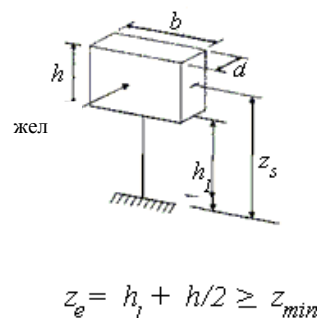
а) ғимарат ж.с.с. сынды тік имараттар



б) арқалық ж.с.с. сынды көлбеу конструкциялар



с) жарнамалық қалқандар ж.с.с. сынды бөлек тұрған имараттар



ЕСКЕРТПЕ Қолдану шектеулерін, сондай-ақ, 1.1.5 қар.

6.1 [6.1]-сурет – Есептік шара аталатын конструкцияның жалпы формалары. Сонымен қатар қолданылатын конструктивтік өлшемдер мен базалық биіктік берілген

6.3.3[6.3.3] Жолдық ағыстағы бафтинг

(1) Икемді имараттар ($h/d > 4$) мен қатардағы немесе топтық құрылысы бар түтін мұржалары ($h/d > 6,5$) үшін жақын орналасқан имараттың инерциялық турбуленттілігінің салдарынан турбуленттіліктің ұлғаю әсерін (жолдық ағыстағы бафтинг) ескеру керек.

(2) Егер төмендегі шарттардың біреуі орындалған болса, онда жолдық ағыстағы бафтинг жолдық ағыстағы бафтингтің әсерін ескермеуге болады:

- екі ғимараттың немесе түтін мұржаларының арасындағы қашықтық желі бар жақта орналасқан ғимаратқа немесе түтін мұржасына желдің қимылы бағытына дұрыс қиысуда анықталған өлшемнің 25-еселік мәнінен үлкен;

- ық жақта орналасқан ғимарат немесе құбыр тербелісінің өзіндік жиілігі 1 Гц асады.

7 ҚЫСЫМ МЕН КҮШЕЙТУДІҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ

7.1 [7.1] Жалпы ережелер

(1) Осы бөлімді конструкцияның тиісті аэродинамикалық коэффициенттерін анықтау үшін қолдану керек. Имараттың формасына байланысты аэродинамикалық коэффициенттер:

- ішкі және сыртқы қысымның коэффициенттеріне, 7.1.1(1) қар.;
- нетто қысымының коэффициенттеріне, 7.1.1(2) қар.;
- үйкеліс коэффициенттеріне, 7.1.1(3) қар.;
- күшейту коэффициенттеріне бөлінеді, 7.1.1(4) қар.

7.1.1 [7.1.1] Аэродинамикалық коэффициенттерді анықтау

(1) Қысым коэффициенттерін:

- 7.2 нұсқауларын пайдаланып, ішкі және сыртқы қысымның коэффициенттері ретінде – ғимараттардың конструкциялары;

- 7.2.9 сәйкес анықталған ішкі қысымның коэффициенттері және 7.9.1 сәйкес сыртқы сыртқы қысымның коэффициенттері ретінде – айналмалы цилиндрлер үшін белгілеу керек.

ЕСКЕРТПЕ 1 Сыртқы қысымның коэффициенттері ғимараттың сыртқы беттеріне түсетін желдік әсер етуді, ал ішкі қысымның коэффициенттері ғимараттың ішкі беттеріне түсетін желдік әсер етуді ескереді.

ЕСКЕРТПЕ 2 Сыртқы қысымның коэффициенттерін қысымның жалпы және локалдық коэффициенттеріне бөледі. Локалдық коэффициенттер ауданы 1 м^2 аспайтын бетке желдік әсер етуді ескереді және конструкцияның шағын элементтерін және олардың анкерлік бекітулерін жобалау үшін қолданыла алады. Қысымның жалпы коэффициенттері ауданы 10 м^2 және одан да асатын бетке желдік әсер етуді ескереді.

(2) Нетто қысымының коэффициенттерін:

- 7.3 сәйкес бөлек тұрған бастырмалар;

- 7.4 сәйкес бөлек (еркін) тұрған қабырғалар, парапеттер және қоршаулар үшін белгілеу керек.

ЕСКЕРТПЕ 3 Нетто қысымының коэффициенттері конструкцияға, конструктивтік элементке немесе аудан бірлігіне келетін компонентке түсетін желдік әсер етуден нәтижелендіру әсерін береді.

(3) Үйкеліс коэффициенттерін 7.5 талаптарын ескере отырып, 5.3(3) және (4) анықталған қабырғалар мен беттер үшін белгілеу керек.

(4) Үйкеліс коэффициенттерін:

- 7.4.3 сәйкес жарнамалық қалқандар;
- 7.6 сәйкес тік бұрышты көлденең қиысуы бар конструкция элементтері;
- 7.7 сәйкес үшкір бұрышты көлденең қиысуы бар конструкция элементтері;
- 7.8 сәйкес дұрыс көп бұрыш түріндегі көлденең қиысуы бар конструкция элементтері;
- 7.9.2 және 7.9.3 сәйкес айналмалы цилиндрлер;
- 7.10 сәйкес күмбездер;
- 7.11 сәйкес торлы конструкциялар мен ағаштар;
- 7.12 сәйкес жалаулар үшін белгілеу керек.

Конструкцияның тиімді икемділігіне байланысты төмендететін коэффициент 7.13 сәйкес қолданылуы мүмкін.

ЕСКЕРТПЕ 4 Күшейту коэффициенттері, егер оны арнайы болдырмай тастамаса – үйкеліс күшін қоса, конструкцияға немесе конструктивтік элементтерге әрекет ететін желдің нәтижелендіру күшін сипаттайды.

7.1.2 [7.1.2] Ассиметриялық және салмақтылық қысым мен күштер

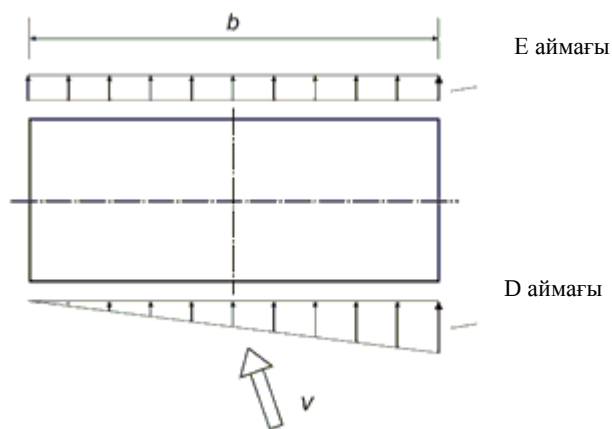
(1) Егер желдің қысқа уақыттық әсер етуі елеулі асимметриялық жүктемелерді шақырса, ал конструктивтік форма осындай жүктемелерге (мысалы, тек бір ғана қаттылық ядросы бар симметриялық ғимараттарды айналдыру кезінде) сезімтал болса, онда бұл әсерді есептеуде ескеру керек.

(2) Бөлек тұрған бастырмалар мен жарнамалық қалқандар үшін 7.3 және 7.4 қолдану керек.

ЕСКЕРТПЕ Келесі әдістерге кепілдеме беріледі:

а) айнарудан болатын әсерлерге сезімтал болып табылатын тік бұрышты формалы конструкциялар үшін 7.1-суретке сәйкес ағып келе жатқан ағыс бұрыштың астында орналасуымен немесе конструкцияның әртүрлі телімдеріне әрекет ететін желдік әсер етулердің арасында корреляцияның жоқтығымен шақырылған айналмалы әсерлерді ұсынуға арналған қысымдарды бөлуді қолдану керек;

б) басқа жағдайлар үшін симметриялық емес жүктеуге арналған рұқсат ретінде сол әсер етулер жағымды әсерді жасайтын конструкция бөліктерінен болатын есептік желдік әсер етудің толық орнын ауыстыру (жою) орындалуы мүмкін.



**7.1 [7.1]-сурет – Айналудың әсер етуін есептеуге арналған қысымды бөлу.
Қысымның аймақтары мен коэффициенттері 7.1-кестеде және 7.5-суретте берілген**

7.1.3[7.1.3] Қатып қалу мен қардың әсер етуі

(1) Егер қату немесе қар базалық аудан немесе форма өзгертіндей конструктивтік элементтердің габариттік өлшемдерінің өзгеруін шақырса, онда бұл жағдайды есептеу кезінде ескеру керек.

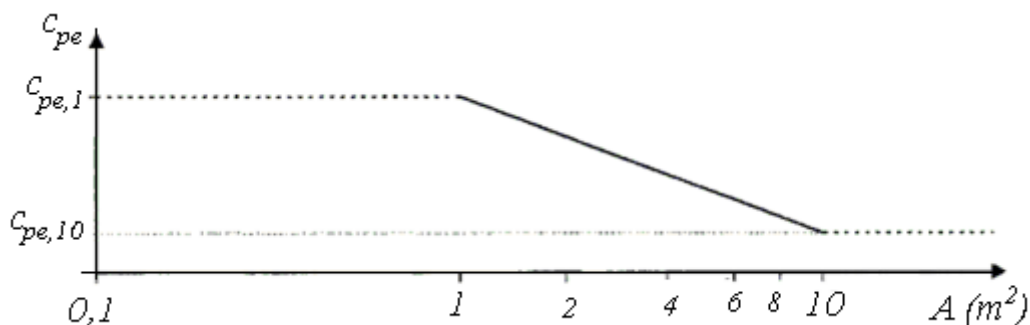
7.2 Ғимараттарға арналған қысымның аэродинамикалық коэффициенттері

7.2.1[7.2] Жалпы ережелер

(1) Ғимараттар мен олардың бөліктеріне арналған сыртқы қысымның коэффициенттері c_{pe} желдік әсер етуді қабылдайтын жүктелген A ауданының өлшеміне байланысты болады. Олар ғимараттың тиісті формасына таралатын кестелерде 1 м^2 және 10 м^2 аудандар үшін сәйкесінше $c_{pe,1}$ және $c_{pe,10}$ сияқты көрсетіледі.

ЕСКЕРТПЕ 1 $c_{pe,1}$ мәндері конструкцияның шағын элементтерін және олардың 1 м^2 аспайтын жүктемені қабылдайтын ауданы бар анкерлік бекітпелерін, мысалы, сыртқы қоршау мен шатырдың элементтері, жобалауға қызмет етеді. $c_{pe,10}$ мәндері барлық конструкцияны есептегенде қолданылады.

ЕСКЕРТПЕ 2 7.2-суретте 10 м^2 дейінгі аудандарға арналған кепілдемелік әдіс ұсынылған.

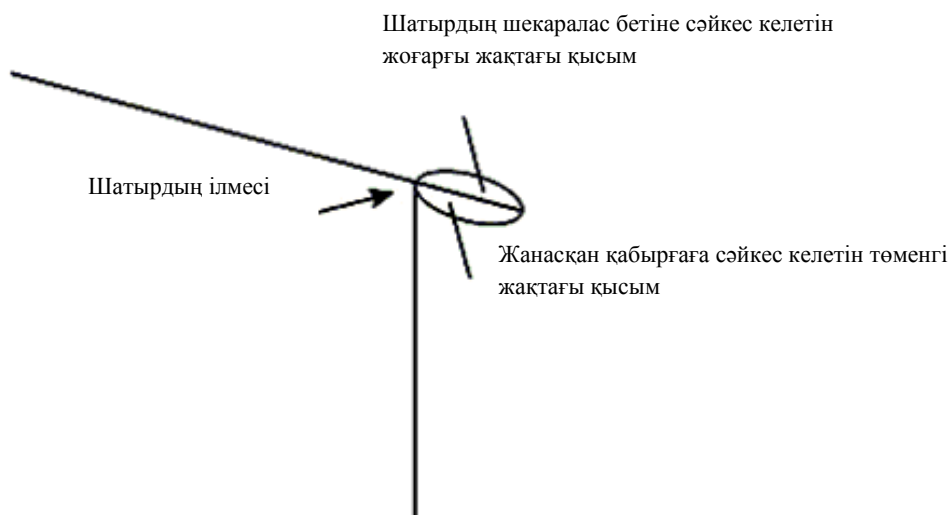


Суретте $1 \text{ м}^2 < A < 10 \text{ м}^2$ арналған келесі тәуелділіктер ұсынылған: $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$.

7.2 [7.2]-сурет – Жүктемені қабылдайтын A ауданына байланысты ғимараттарға арналған сыртқы қысымның коэффициенттері

(2) 7.1-7.5-кестелеріндегі $c_{pe,10}$ және $c_{pe,1}$ коэффициенттерінің мәндерін ағып келе жатқан ағыстың 0° , 90° және 180° ортогоналдық бағыттары үшін пайдалану керек және олар ағып келе жатқан ағыстың көрсетілген ортогоналдық бағыттары үшін $\theta = \pm 45^\circ$ диапазон шегіндегі ең жағымсыз мәндерді көрсетеді.

(3) Жабынның (шатырдың) ілмесі үшін қысымды төменгі жақта – қабырғаның жанасу бетінде тиісті мәндермен, жоғарғы жақта – шатырдың шекаралас бетінде тиісті қысыммен (7.3-суретті қар.) қабылдауға болады.



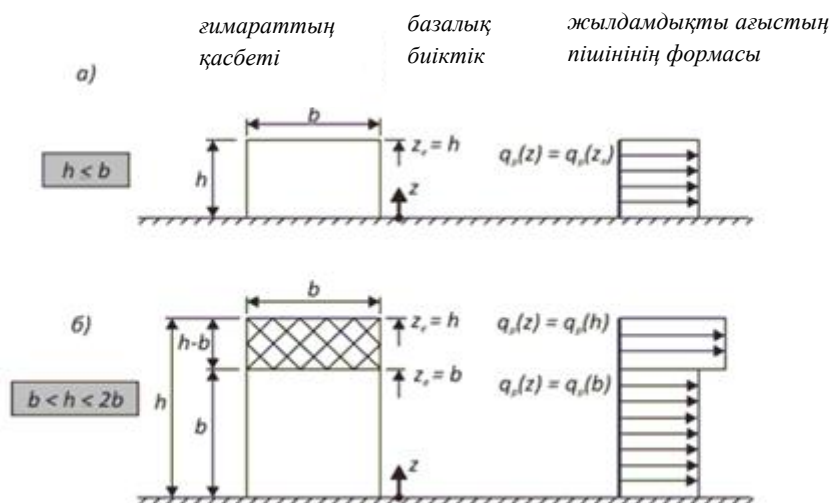
7.3 [7.3]-сурет – Шатырдың ілмесі кезіндегі қысымдар

7.2.2 [7.2.2] Ғимарат жоспарындағы тік бұрыштылардың тік қабырғалары

(1) Ғимараттың жоспарында тік бұрышты желі бар қабырғалар (7.5-суреттегі D аймағы) үшін ғимараттың биіктігі бойынша сыртқы қысымдарды 7.4-суретке сәйкес дифференциялық етіп белгілеуге жол беріледі. 7.4-суреттегі көлденең белдеулердегі қысымның биіктік бойынша тегіс орналасқандығы қабылданады. Қарастырылған белдеудің жылдамдықты ағысына арналған базалық биіктік z_e ретінде оның жоғарғы белгісіне дейінгі биіктікті қабылдау керек. Дифференциялау ғимарат биіктігінің оның h/b еніне қатынасына байланысты төмендегі жолдар бойынша жүзеге асады:

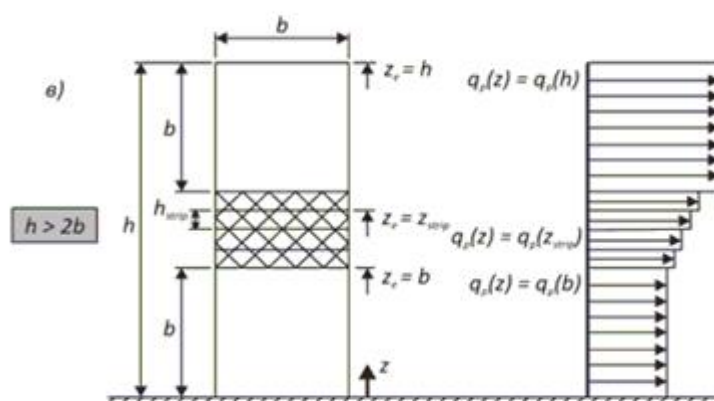
- $h \leq b$ бар ғимараттар үшін h биіктікті бір белдеу қабылданады;
- $b < h \leq 2 \cdot b$ бар ғимараттар үшін b биіктікті төменгі белдеу, сонымен қатар $(h - b)$ биіктікті жоғарғы белдеу қабылданады;
- $h > 2 \cdot b$ бар ғимараттар үшін b биіктікті төменгі белдеу, сонымен қатар $(h - b)$ және h белгілерінің арасында орналасқан b биіктікті жоғарғы белдеу қабылданады. Аралық аймақ h_{strip} биіктікті қосымша белдеулердің тиісті санына бөлінеді, 7.4-суретті қар.

ЕСКЕРТПЕ Ғимарат биіктігін базалық биіктік ретінде қабылдауға кепілдеме беріледі.



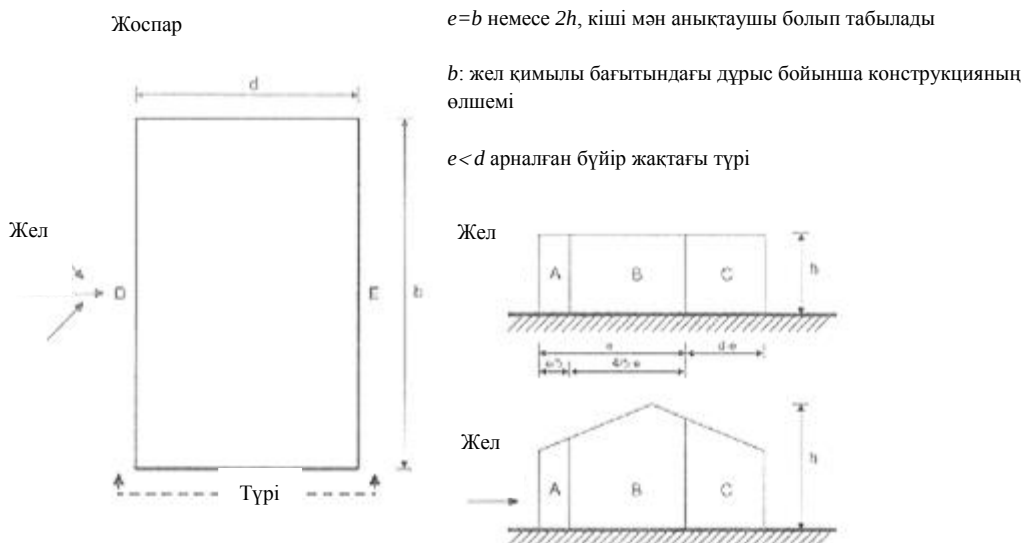
ЕСКЕРТПЕ Жылдамдықты ағысты әрбір көлбеу белдеу үшін тегіс бөлінген етіп қабылдау керек.

7.4 [7.4]-сурет – h және b және жылдамдықты ағыстың пішініне байланысты базалық биіктік z_e

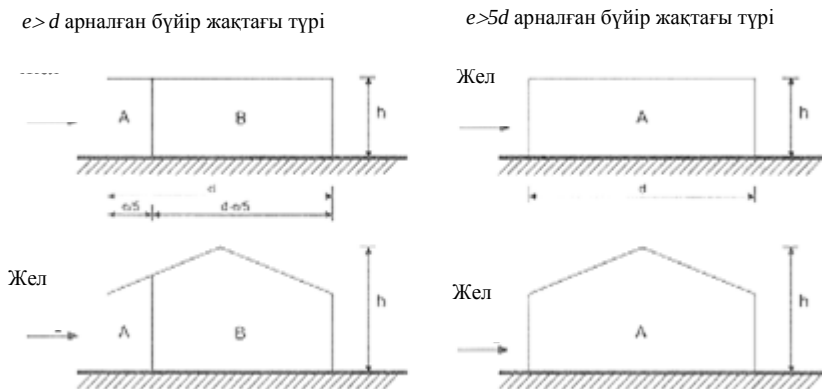


7.4 [7.4]-сурет – h және b және жылдамдықты ағыстың пішініне байланысты базалық биіктік z_e (жалғасы)

(2) А – Е аймақтары үшін сыртқы қысымның коэффициенттері $c_{pe,10}$ және $c_{pe,1}$ 7.5-суретте анықталған.



7.5 [7.5]-сурет – Тік қабырғаларға арналған қысымды бөлу үшін



7.5 [7.5]-сурет – Тік қабырғаларға арналған қысымды бөлу үшін
(жалғасы)

7.1-кесте – Ғимарат жоспарында тік бұрышты тік қабырғаларға арналған сыртқы
қысымның коэффициенттері

Аймақ	А		В		С		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,5	

ЕСКЕРТПЕ 1 Кепілдемелік $c_{pe,10}$ және $c_{pe,1}$ мәндері h/d қатынасына байланысты 7.1-кестеде көрсетілген. Аралық мәндер үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі. 7.1-кестеде ұсынылған мәндер тек қана илемді жабындары бар ғимараттарға, мысалы бір илемдік немесе екі илемдік жабындары бар, таралады.

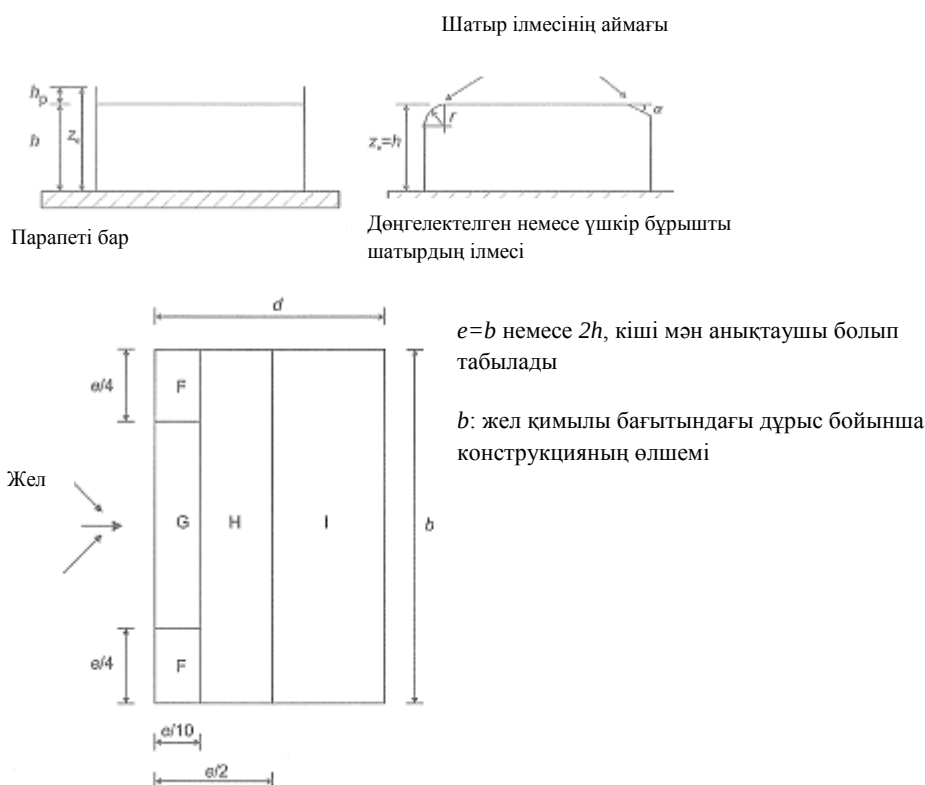
ЕСКЕРТПЕ 2 $h/d > 5$ бар ғимараттар үшін нәтижендіретін желдік жүктеме 7.6 – 7.8 және 7.9.2 бойынша күшейту коэффициенттерінің негізінде анықталады.

(3) Ғимарат конструкциясына желдік күшейту ғимараттың жел және ық жақтарына бір уақытта қысым коэффициенттерін c_{pe} қолдану арқылы анықталған жағдайларда, жел және ық жақтарға (D және E аймақтары) жел қысымының арасындағы корреляцияның жоқтығы есептеуде ескеріле алады.

ЕСКЕРТПЕ Жел және ық жақтарға жел қысымының арасындағы корреляцияның жоқтығын келесідей есептеуге жол беріледі: $h/d \geq 5$ бар ғимараттар үшін нәтижеленетін күшейту 1-ге көбейтіледі, $h/d \leq 1$ бар ғимараттар үшін нәтижеленетін күшейтуді 0,85 коэффициентіне көбейтуге жол беріледі. Аралық h/d мәндері үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі.

7.2.3 [7.2.3] Жазық жабындар

- (1) Жазық жабындар – $\pm 5^\circ$ кем еңісі бар жабындар.
- (2) Жабындарды 7.6-суретте көрсеткендей етіп аймақтарға бөлу керек.



7.6 [7.6]-сурет – Жазық жабындарға арналған қысымды бөлу үшін

(3) Дөңгелектелген немесе үшкір бұрышты ілмесі бар шатырдың немесе мансардалық ілмесі бар шатырлардың жазық жабындарына арналған z_e базалық мәнді h тең етіп қабылдайды, парапеті бар жазық жабындар үшін базалық мәнді h 7.6-суретке сәйкес $z_e = h + h_p$ етіп қабылдайды.

(4) Әрбір аймаққа арналған қысымның коэффициенттері 7.2-кестеде берілген.

(5) Парапетке арналған қысымның коэффициентін 7.4-кестеге сәйкес анықтау керек.

7.2-кесте – Жазық жабындарға арналған сыртқы қысымның коэффициенттері

Жабынның (шатырдың) типі		Аймақ							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Үшкір бұрышты шатырдың ілмесі		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
Парапеті бар	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
Дөңгелектелген бұрыштары бар шатырдың ілмесі	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	
								-0,2	
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	
								-0,2	
	$r/h=0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	
								-0,2	
Шатырдың мансардалық ілмесі	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	
								-0,2	
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	
								-0,2	
								+0,2	
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		-0,2	

ЕСКЕРТПЕ 1 Парапеті бар немесе дөңгелектелген бұрышты шатырдың ілмесі бар жабынның аймақтары үшін h_p/h және g/h аралық мәндері үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 2 Шатырдың мансардалық ілмесінің аймақтары үшін $\alpha = 30^\circ$, 45° және 60° арасындағы аралық мәндер α үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі. $\alpha > 60^\circ$ үшін $\alpha = 60^\circ$ және үшкір бұрышты шатырдың ілме аймағының жазық жабындарына арналған мәндер үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 3 Дұрыс және теріс мәндер көрсетілетін I аймақта екі мәнді де ескеру керек.

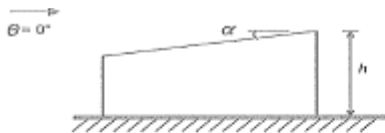
ЕСКЕРТПЕ 4 Шатырдың мансардалық ілмесіне арналған сыртқы қысымның коэффициенттері $\theta = 0^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытымен, F және G аймақтары, мансардалық типті шатырдың еңісінің бұрышына байланысты 7.4a-кестеде «Екі илемдік жабындар үшін сыртқы қысымның коэффициенттері» көрсетіледі.

ЕСКЕРТПЕ 5 Дөңгелектелген бұрышты шатырлардың ілмесі үшін сыртқы қысымның коэффициенттерін тік қабырға мен жабынның арасындағы қисық бойынша сызықтық интерполяциямен анықталады.

7.2.4 [7.2.4] Бір илемдік жабындар

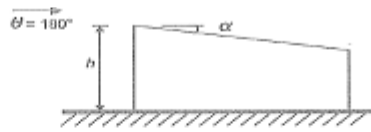
- (1) Жабындар, ілінуді қоса, 7.7-сурет бойынша аймақтарға бөлінеді.
- (2) z_e базалық биіктікті h тең етіп алу керек.
- (3) Есептеуде пайдаланатын әрбір аймаққа арналған сыртқы қысымның коэффициенттері 7.3a және 7.3b-кестелерде берілген.

Жел

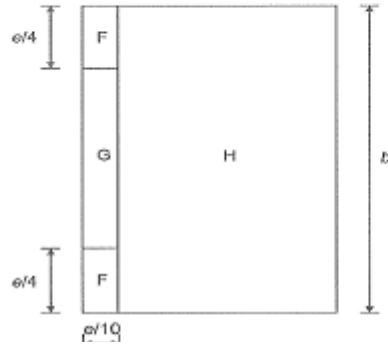


(a) ортақ жағдай

Жел



Жел



$\theta = 0^\circ$ және $\theta = 180^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағыты

$e=b$ немесе $2h$, кіші мән анықтаушы болып табылады

b : жел қимылы бағытындағы дұрыс бойынша конструкцияның өлшемі

Жел



$\theta = 90^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағыты

7.7 [7.7]-сурет – Бір илемдік жабындарға арналған қысымды бөлу үшін

7.3а-кесте – Бір илемдік жабындарға арналған сыртқы қысымның коэффициенттері

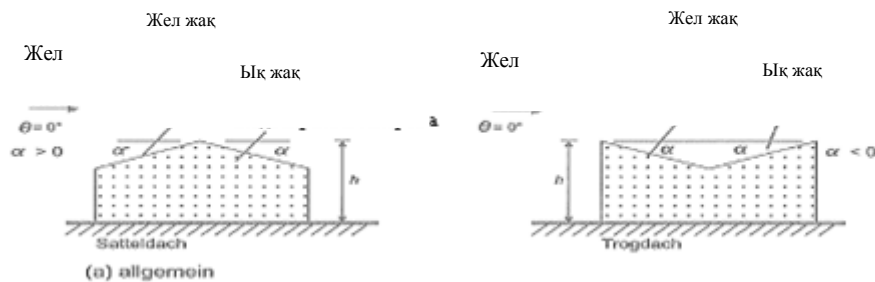
Еңістің бұрышы α	$\theta = 0^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытына арналған аймақ						$\theta = 180^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытына арналған аймақ					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

7.3b-кесте – Бір илемдік жабындарға арналған сыртқы қысымның коэффициенттері

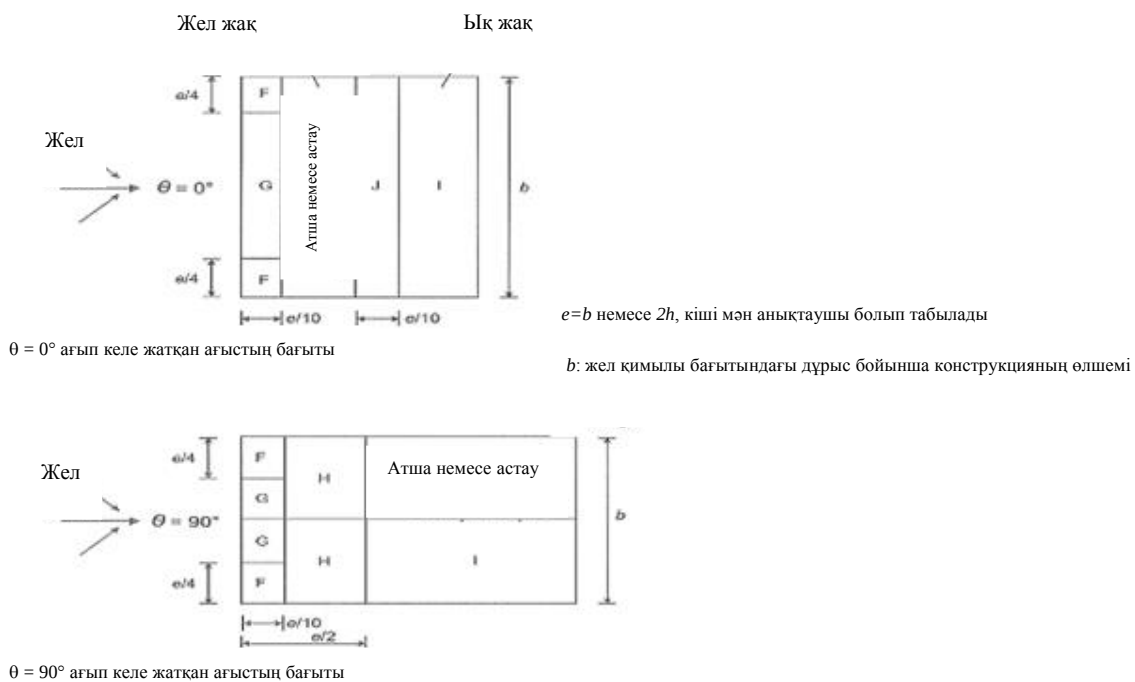
Еңістің бұрышы α	$\theta = 90^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытының аймақтары									
	F_{hoch}		F_{tief}		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	
ЕСКЕРТПЕ 1 $\theta = 0^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағыты (7.3a-кестені қар.) мен $\alpha = +5^\circ$ -тен $\alpha = +45^\circ$-ке дейінгі еңіс бұрышы үшін жел жақтағы қысымда дұрыс мәннен теріс мәнге дейінгі тез өзгеріс пайда болады, сондықтан дұрыс та, теріс те мәндер беріледі. Мұндай жабындар үшін бөлек екі жағдайды ескеру керек: 1) тек дұрыс мәндер және 2) тек теріс мәндер. Жабынның бір бетінде дұрыс және теріс мәнің үйлесіміне жол берілмейді. ЕСКЕРТПЕ 2 Қысым коэффициентінің белгісі өзгерілмеген жағдайда, аталған мәндердің арасындағы шатырдың еңістері үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі. Нөлге тең мән интерполяция үшін көрсетілген.										

7.2.5 [7.2.5] Екі илемдік жабындар

- (1) Жабындар, ілінуді қоса, 7.8-сурет бойынша аймақтарға бөлінеді.
- (2) z_e базалық биіктікті h тең етіп алу керек.
- (3) Есептеуде пайдаланатын әрбір аймаққа арналған сыртқы қысымның коэффициенттері 7.4a және 7.4b-кестелерде берілген.



7.8 [7.8]-сурет – Екі илемдік жабындарға жел қысымын бөлу үшін



7.8 [7.8]-сурет – Екі илемдік жабындарға жел қысымын бөлу үшін (жалғасы)

**7.4а-кесте – Екі илемдік жабындар үшін сыртқы қысымға арналған
коэффициенттер**

Еңістің бұрышы α	$\theta = 0^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытына арналған аймақ									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,7		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

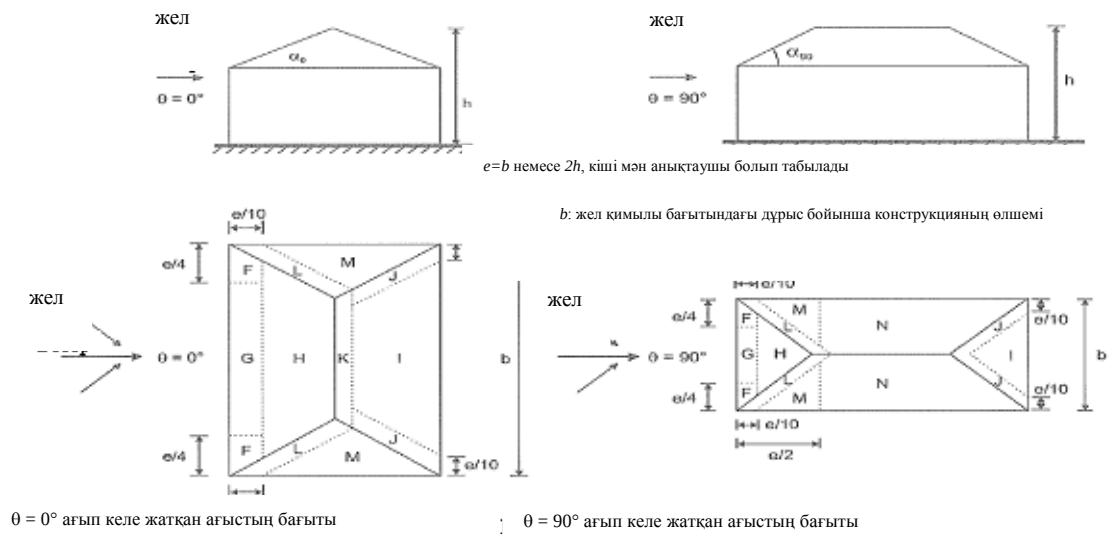
7.4b-кесте – Екі илемдік жабындар үшін сыртқы қысымның коэффициенттері

Еңістің бұрышы α	$\theta = 90^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытына арналған аймақ							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-50°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

7.2.6 [7.2.6] Вальмалық жабындар

(1) Жабындар, ілінуді қоса, 7.9-сурет бойынша аймақтарға бөлінеді. z_e базалық биіктікті h тең етіп алу керек.

(2) Есептеуде пайдаланатын әрбір аймаққа арналған сыртқы қысымның коэффициенттері 7.5-кестеде берілген.



7.9 [7.9]-сурет – Вальмалық жабындар үшін қысымды бөлуге арналған

7.5-кесте – Вальмалық жабындар үшін сыртқы қысымның коэффициенттері

Еңістің бұрышы α_0 $\theta = 0^\circ$ үшін, α_{90} $\theta = 90^\circ$ үшін	$\theta = 0^\circ$ және $\theta = 90^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытының аймағы																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	
5°	−1,7	−2,5	−1,2	−2,0	−0,6	−1,2	−0,3		−0,6		−0,6		−1,2	−2,0	−0,6	−1,2	−0,4	
	+0,0		+0,0		+0,0													
15°	−0,9	−2,0	−0,8	−1,5	−0,3		−0,5		−1,0	−1,5	−1,2	−2,0	−1,4	−2,0	−0,6	−1,2	−0,3	
	+0,2		+0,2		+0,2													
30°	−0,5	−1,5	−0,5	−1,5	−0,2		−0,4		−0,7	−1,2	−0,5		−1,4	−2,0	−0,8	−1,2	−0,2	

7.5-кесте – Вальмалық жабындар үшін сыртқы қысымның коэффициенттері
(жалғасы)

Еңістің бұрышы α_0 $\theta = 0^\circ$ үшін, α_{90} $\theta = 90^\circ$ үшін	$\theta = 0^\circ$ және $\theta = 90^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағытының аймағы																					
	F		G		H		I		J		K		L		M		N					
	C	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$					
																		ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ					
		+0,5		+0,7		+0,4																
45°		-0,0		-0,0		-0,0		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3		-2,0		-0,8		-1,2		-0,2
		+0,7		+0,7		+0,6																
60°		+0,7		+0,7		+0,7		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2		-2,0		-0,4				-0,2
75°		+0,8		+0,8		+0,8		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2		-2,0		-0,4				-0,2
ЕСКЕРТПЕ 1 $\theta = 0^\circ$ ағып келе жатқан ағыстың бағыты мен $\alpha = +5^\circ$ -тен $\alpha = +45^\circ$-ке дейінгі еңіс бұрышы үшін жел жақтағы қысымда дұрыс мәннен теріс мәнге дейінгі тез өзгеріс пайда болады, сондықтан дұрыс та, теріс те мәндер беріледі. Мұндай жабындар үшін бөлек екі жағдай ескеріледі: 1) тек дұрыс мәндер және 2) тек теріс мәндер. Жабынның бір бетінде дұрыс және теріс мәнің үйлесіміне жол берілмейді. ЕСКЕРТПЕ 2 Қысым коэффициентінің белгісі өзгерілмеген жағдайда, аталған мәндердің арасындағы шатырдың еңістері үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі. «Нөл» мәні интерполяция мақсатында көрсетілген. ЕСКЕРТПЕ 3 Жел жақтан шатырдың еңісі қысым коэффициенттері үшін анықтаушы болып табылады.																						

7.2.7 [7.2.7] Шедтік (көп аралықты) жабындар

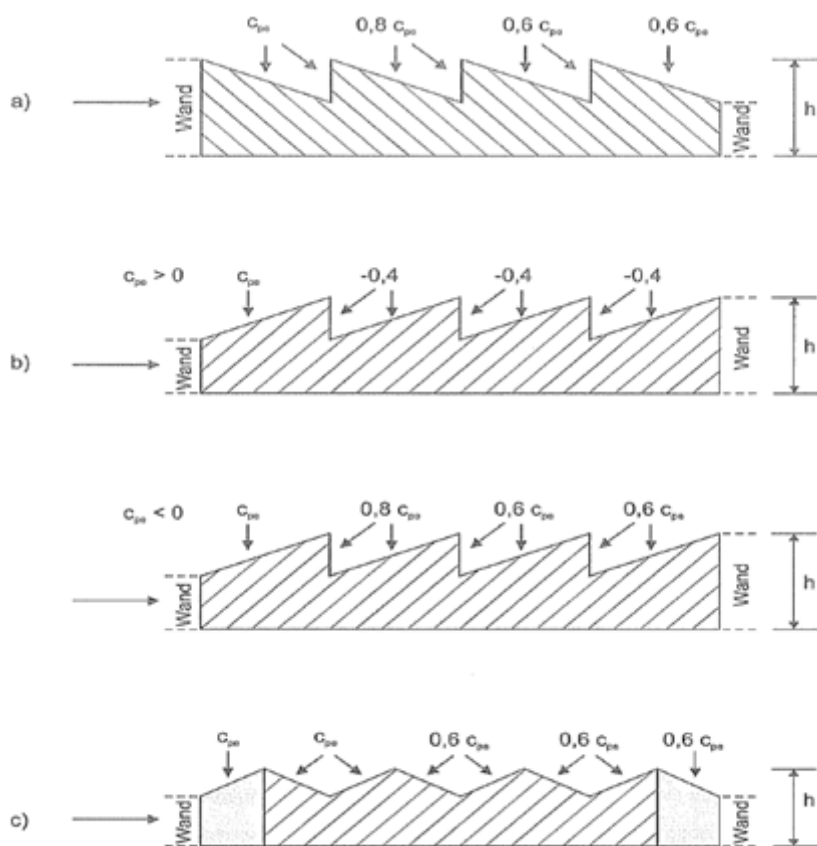
(1) Көп аралық жабындардың аралығының әрқайсысы үшін 0° , 90° және 180° жел бағытына арналған қысым коэффициенттерінің мәні әрбәр жеке аралыққа арналған коэффициенттердің мәндерінен алынуы мүмкін. 0° және 180° жел бағытына арналған қысым (локалдық және ортақ (кең ауқымды)) үшін түрлендірілген коэффициенттер әрбір аралық үшін төмендегідей алынуы керек:

- шедтік жабындар үшін 7.10-сурет (а) және (б) бойынша бір илемдік жабындардың 7.2.4 бойынша қысым коэффициенттерін пайдаланады. Атшаларға параллель ағып келе жатқан ағыстың бағыты кезінде 7.3-кестенің $\theta=90^\circ$ үшін мәндері қолданады. $\theta = 0^\circ$ және 180° ағып келе жатқан ағыстың бағыттары үшін 7.3а және 7.3b-кестелерінің мәндерін 7.10-сурет (а) немесе (б) бойынша коэффициенттердің есебімен азайтады;

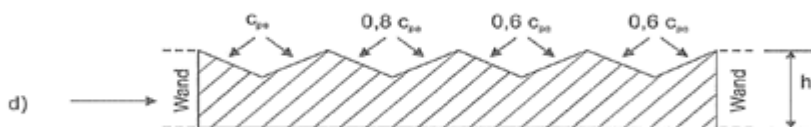
- 7.2.5 бойынша астау тәрізді қиысудың жабындарына арналған қысым. Атшаларға параллель ағып келе жатқан ағыстың бағыты кезінде 7.4a және 7.4b-кестелерінің $\theta=90^\circ$ үшін мәндері қолданады. $\theta = 0^\circ$ және 180° ағып келе жатқан ағыстың бағыттары үшін 7.4a-кестенің және $\theta = 0^\circ$ үшін 7.4b-кестенің мәндерін 7.10-сурет (с) немесе (d) бойынша коэффициенттердің есебімен азайтады.

(2) Осы жерде F, G және J аймақтарын жабынның бірінші аралығының желі бар беті үшін ғана пайдаланылады. H және I аймақтары көп аралықты (шедік) жабынның әрбір аралығы үшін қарастырылуы керек.

(3) z_e базалық биіктікті h тең етіп алу керек, 7.10-суретті қар.



7.10 [7.10]-сурет – Көп аралықты илемдік (шедік) жабындарға арналған қысымды бөлу үшін



Қабырға

ЕСКЕРТПЕ 1 б) конфигурациясы үшін жабынның бірінші аралығына арналған қысым коэффициентінің белгісіне c_{pe} байланысты екі жағдайды қарастырады.

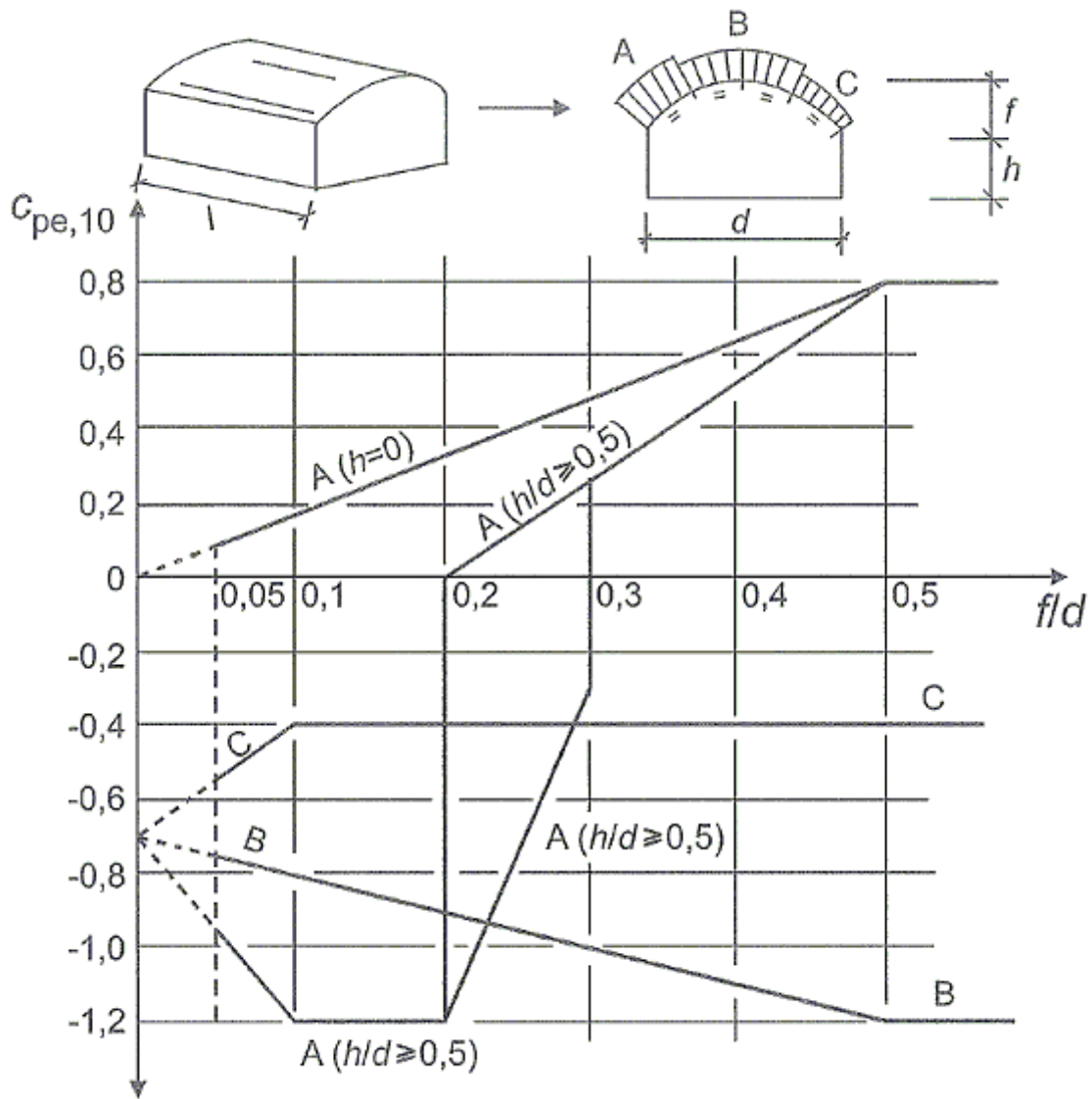
ЕСКЕРТПЕ 2 с) конфигурациясы үшін бірінші мәнге c_{pe} бір илемдік жабынға арналған c_{pe} мәні жатады, келесі мәндер c_{pe} – астау тәрізді қиысудың жабындарына арналған c_{pe} мәні болып табылады.

7.10 [7.10]-сурет – Көп аралықты илемдік (шедік) жабындарға арналған қысымды бөлу үшін (жалғасы)

7.2.8 [7.2.8] Жиынтықты жабындар және күмбездер

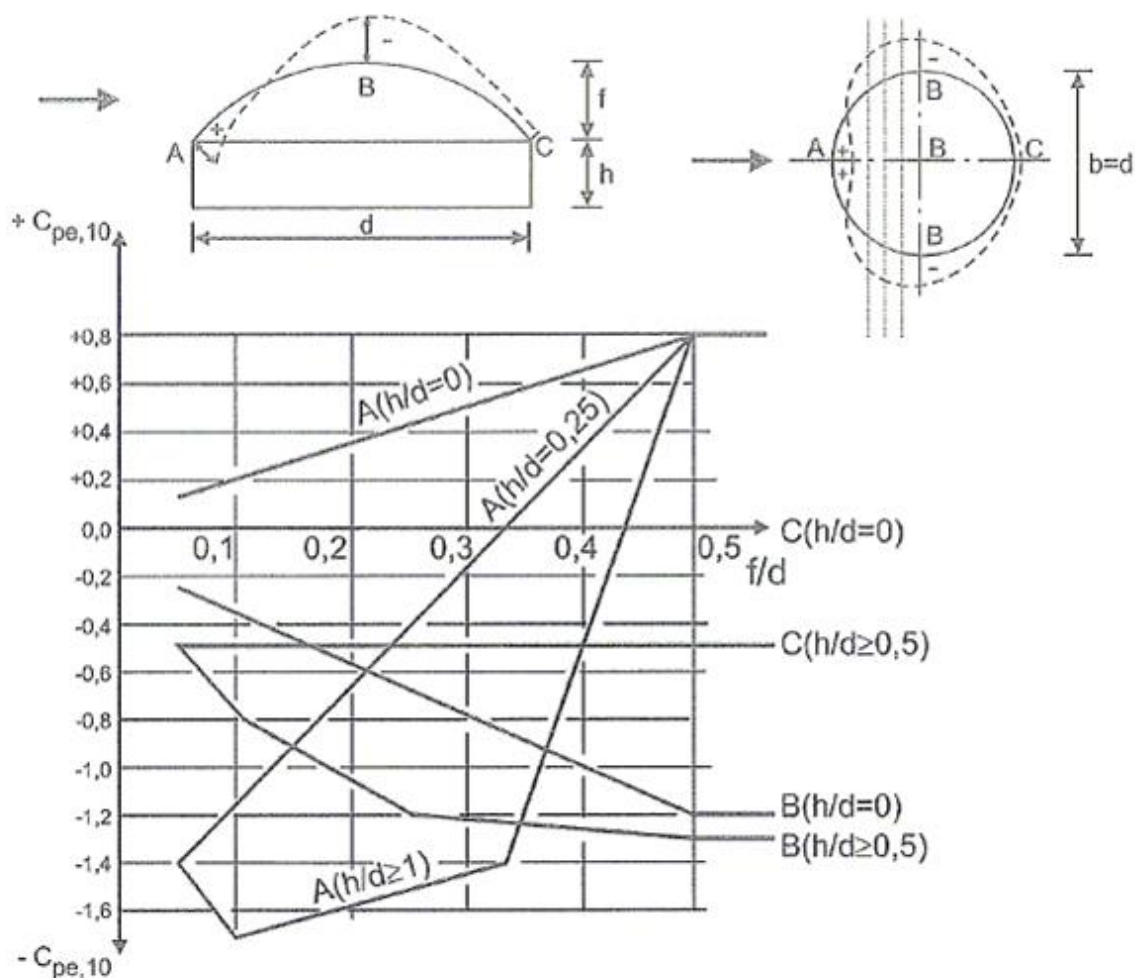
(1) Осы бөлім дөңгелек цилиндрлік формадағы жабындар мен күмбездерге таралады.

ЕСКЕРТПЕ Жабындағы әртүрлі аймақтарға арналған кепілдемелік $c_{pe,10}$ мәндер 7.11 және 7.12-суреттерде көрсетілген. Базалық биіктік $z_e = h + f$ тең.



0 $< h/d < 0,5$ кезінде $c_{pe,10}$ мәнін сызықтық интерполяциямен анықтайды, 0,2 $< f/d < 0,3$ және $h/d \geq 0,5$ кезінде $c_{pe,10}$ екі мәнін ескереді. Диаграмма жазық жабындарға таралмайды.

7.11 [7.11]-сурет – Ғимарат жоспарында тік бұрышты жиынтықты жабындар үшін сыртқы жел қысымы коэффициенттерінің $c_{pe,10}$ кепілдемелік мәндері



$c_{pe,10}$ мәні үнемі қабықшаның ағып келе жатқан ағыстың дұрыс бағытының жазығымен қиысуының арқасында пайда болған доғаның кесігінің бойында болады. Оны бірінші жақындау кезінде А, В және С аймақтары үшін жел қимылының бағытына параллель доғаның бойындағы мәндердің арасындағы сызықтық интерполяцияның көмегімен анықтауға болады. Сондай-ақ, сызықтық интерполяцияның көмегімен А аймағы үшін $-0 < h/d < 1$ және В немесе С аймағы үшін $-0 < h/d < 0,5$ шарты арқылы жоғарыда берілген Суреттің негізінде $c_{pe,10}$ мәнін анықтауға болады.

7.12 [7.12]-сурет – Ғимарат жоспарында дөңгелек күмбездер үшін сыртқы жел қысымы коэффициенттерінің $c_{pe,10}$ кепілдемелік мәндері

(2) Жиынтықты жабындары бар ғимараттың жоспарындағы тік бұрышты қабырғалардың беттері үшін қысымның коэффициенттері 7.2.2 берілген.

7.2.9 [7.2.9] Ішкі қысым

(1) Р Ішкі және сыртқы қысымдарды бір уақытта әрекет етуші деп қарастыру керек. Енетін сыртқы қоршаулары бар үй-жайларда, егер оның әрекеті жағымсыз болса, ішкі

қысымды ескеру керек. Осы жерде ішкі қысым үй-жайдың барлық қабырғаларына бір уақытта әрекет етеді және бірдей белгілері болады.

(2) Ішкі қысым коэффициенті c_{pi} ғимараттың сыртқы қоршауындағы ойықтардың шамасына және орналасуына байланысты болады. Егер кемінде ғимараттың екі беті үшін (қасбет және жабын) үшін ойықтардың жалпы ауданы олардың әрқайсысы үшін 30 % асып кетсе, онда екі бет те толық ашық болып есептелінеді және қарастырылатын ғимаратқа түсетін желдік жүктеме 7.3 және 7.4 белгіленген ережелердің негізінде анықталады.

ЕСКЕРТПЕ Ғимараттың ойықтары ашық терезе, желдету ойықтары, түтіндік ж.с. сияқты шағын ойықтардан, сонымен қатар тығыз емес есіктердің, терезелердің немесе сыртқы қоршаудың есебінен жасалатын жалпы герметикалықсыздықтан тұрады. Осы жалпы герметикалықсыздық сыртқы беттің ауданының 0,01 % бастап 0,1 % құрайды.

(3) Күш түсетін қабілеттілік бойынша, мысалы, дауылды жел кезіндегі, шекті жағдайдағы есіктер және терезелер сияқты аудан бойынша елеулі (доминанттық) сыртқы ойықтар жабық деп қарастырылады, ашық есіктер мен терезелердің жағдайы EN 1990 сәйкес ерекше есептік жағдай деп қарастырылуы керек.

ЕСКЕРТПЕ Егер ғимараттың сыртқы қоршауында ойықтың бар екендігіне байланысты биік ішкі қабырғаларға барлық сыртқы желдік жүктеме түскен болса, онда биік ішкі қабырғалар (қираудың жоғарғы қаупі бар) үшін ерекше есептік жағдайдағы тексеру өте маңызды.

(4) Егер сол беттегі ойықтардың жалпы ауданы барлық ойықтардың және ғимараттың қалған бетіндегі тығызсыздықтардың суммарлық аудандарынан кемінде 2 есе асып кетсе, онда ғимараттың бетін доминанттық деп қабылдау керек.

ЕСКЕРТПЕ Бұл ғимарат ішіндегі бөлек үй-жайларға да таралуы мүмкін.

(5) Доминанттық беті бар ғимараттар үшін ішкі қысымды доминанттық жақтағы ойықтардың ауданына әрекет ететін сыртқы қысымның бөлігі деп қарастыру керек. Егер доминанттық жақтағы ойықтардың жалпы ауданы ғимараттың қалған бетіндегі барлық ойықтардың суммарлық ауданынан 2 есе асып кетсе, онда:

$$c_{pi} = 0,75 \cdot c_{pe} \text{ қолданады.} \quad (7.1) [7.1]$$

Егер доминанттық жақтағы ойықтардың жалпы ауданы ғимараттың қалған бетіндегі барлық ойықтардың суммарлық ауданынан 3 есе асып кетсе, онда:

$$c_{pi} = 0,90 \cdot c_{pe} \text{ қолданады.} \quad (7.2) [7.2]$$

Бұл жағдайда доминанттық беттегі сыртқы қысымның коэффициенті c_{pe} мәні болып табылады. Егер доминанттық беттегі ойықтардың ауданы сыртқы қысымның әртүрлі коэффициенттері бар аймақтарда орналасса, онда орташа өлшенген c_{pe} мәнді ойықтардың аудандарын қолдану арқылы анықтайды.

Егер доминанттық беттегі ойықтардың жалпы ауданы үш еселік мәннен кем, бірақ ғимарат ойықтарының барлық аудандарының екіленген сомасынан артық болса, онда c_{pi} мәнін сызықтық интерполяциямен анықтауға жол беріледі.

(6) Доминанттық беті жоқ ғимараттарда c_{pi} мәнін 7.13-сурет бойынша анықтауға жол беріледі. Бұл жағдайда c_{pi} мәні ғимараттың h биіктігі мен d еніне, сонымен қатар ағып келе жатқан ағыстың θ барлық бағыттарына арналған μ сыртқы қоршаудың енгіштік дәрежесіне байланысты болады. Сыртқы қоршаудың μ енгіштік дәрежесін мынандай жолмен алады:

$$\mu = \frac{c_{pe} \leq 0 \text{ кезіндегі ойықтардың аудандардың } \Sigma}{\text{барлық ойықтардың ауданының } \Sigma} \quad (7.3) [7.3]$$

ЕСКЕРТПЕ1 Бұл талап ішкі қабырғаларының бар екендігінің және жоқтығының есебімен ғимараттардың қасбеттеріне және жабындарына таралады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Егер сыртқы қоршаудың енгіштігінің μ қолданбалы параметрін анықтауға болмайтын немесе есептеу мүмкін емес болған жағдайда c_{pi} мәні үшін плюс 0,2 және минус 0,3-тен ең жағымсыз мәнді қабылдайды.

(7) Ішкі қысым үшін базалық биіктік ойықтары ішкі қысымның пайда болуын шақыратын бүйір беттердегі (5.1(1)Р) қар.) сыртқы қысымға арналған базалық биіктікке z_e тең болуы керек. Бірнеше ойық болған кезде, базалық биіктікке z_i алынған мәндерден z_e максималдық мәнді қабылдайды.

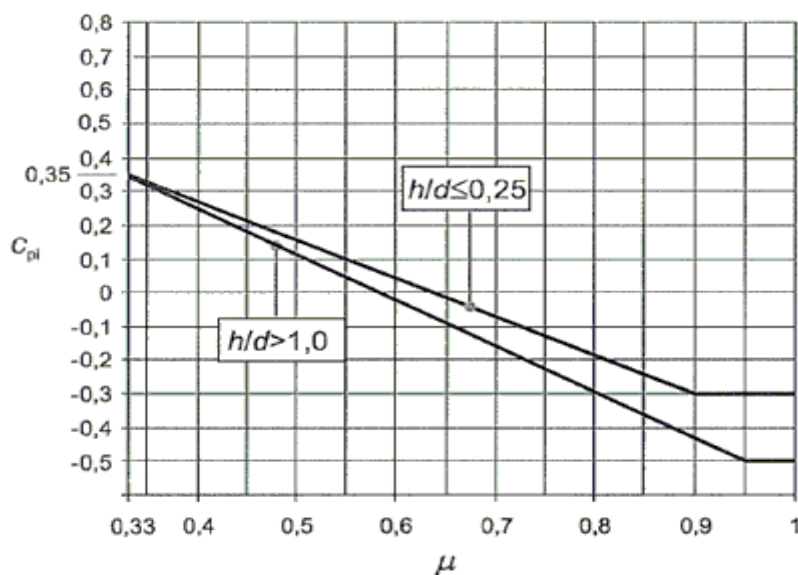
Ашық бункерлер (силостар) және түтін мұржалары үшін ішкі қысымның коэффициенті:

$$c_{pi} = -0,60 \text{ тең.} \quad (7.4) [7.4]$$

Шағын ойықтары бар желдетілетін резервуарлар үшін ішкі қысымның коэффициенті:

$$c_{pi} = -0,40 \text{ тең.} \quad (7.5) [7.5]$$

Базалық биіктік z_i имараттың биіктігіне h сәйкес келеді.



21 [7.13]-сурет – Тегіс бөлінген ойықтардағы ішкі қысымның коэффициенттері. 0,25 $< h/d \leq 1$ кезінде сызықтық интерполяцияға жол беріледі

7.2.10 [7.2.10] Көп қабаттық қабырғалар мен жабындарға түсетін қысым

(1) Жел жүктемесін әр қабат үшін бөлек есептеу керек.

(2) Қабаттың өткізгіштік дәрежесін μ ойықтың бар ауданының қабаттың жалпы ауданына қатынасы ретінде анықтау керек. Егер μ мәні 0,1 % асып кетпесе, онда қабат өткізбейтін болып есептеледі.

(3) Егер өткізгішті болып тек бір ғана қабат саналса, онда өткізбейтін қабатқа түсетін желдік жүктемені ішкі және сыртқы жел қысымының арасындағы айырмашылық ретінде 5.2(3) сәйкес есептеу керек. Егер бірден көп қабат саны өткізгішті болса, онда әрбір қабаттағы желдік жүктеме:

- қабаттардың қатысты қаттылығына;
- сыртқы және ішкі қысымға;
- қабаттар арасындағы қашықтыққа;
- қабаттардың өткізгіштікке;
- қабаттар арасындағы қоршаудың сыртқы қабаттарында ойықтардың бар болуына байланысты болады.

ЕСКЕРТПЕ 1 Бірінші жақындау түрінде ішкі және сыртқы қысымның айырмашылығы ретінде максималдық қаттылығы бар қабатқа түсетін желдік әсер етуді есептеуге кепілдеме беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 2 Қоршаудың аралық қабаттары енгізбейтін (7.14 (а)-суретті қар.) және қабаттар арасындағы жарықтағы қашықтық 100 мм (егер желдетпелі емес болса, жылумен оқшаулауды қоса) кем болған жағдайларда жақындату ретінде төмендегі ережелер қолданыла алады:

- енбейтін ішкі қабаты мен тегіс бөлінген ойықты борпылдақ сыртқы қабаты бар қабырғалар және жабындар үшін сыртқы қабатқа желдік әсер етуді артық қысым үшін – $c_{p,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$ және төмендетілген қысым (сиректету) үшін – $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ қолдану арқылы есептеу керек. Желдің ішкі қабатқа әсер етуін $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$ қолдану арқылы есептеу керек;

- енбейтін ішкі қабаты мен енбейтін және қаттырақ сыртқы қабаты бар қабырғалар және жабындар үшін сыртқы қабатқа желдік әсер етуді $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$ қолдану арқылы есептеу керек;

- тегіс бөлінген ойықты енетін ішкі қабаты мен енбейтін сыртқы қабаты бар қабырғалар және жабындар үшін сыртқы қабатқа желдік әсер етуді $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$ қолдану арқылы, ал ішкі қабатқа желдік әсер етуді $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ қолдану арқылы есептеу керек;

- енбейтін ішкі қабаты бар қабырғалар және жабындар үшін сыртқы қабатқа желдік әсер етуді $c_{p,net} = c_{pe}$ қолдану арқылы, ал ішкі қабатқа желдік әсер етуді $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$ қолдану арқылы есептеу керек.

Егер ойықтар әуелік қабаттардың қарастырылатын қабаттардан айырмашылығы бар (7.14(b)-суретті қар.) ғимараттың басқа беттерінің әуелік қабаттарымен өзара қатынасын шақыратын болса, онда осы ережелер қолданылмайды.

a)



b)



a) тұйық бұрыштық аймақ b) ашық бұрыштық аймақ

7.14 [7.14]-сурет – Көп қабатты сыртқы қоршаулардың бұрыштық элементтері

7.3 [7.3] Бөлек тұрған бастырмалар

(1) Бөлек тұрған бастырмалар – қабырғалармен қосарланбаған жабындар, мысалы май құятын станциялардағы бастырмалар немесе перрондағы бастырмалар сияқты.

(2) Бөлек тұрған бастырмаларға ϕ арналған қоршаудың дәрежесі 7.15-суретке сәйкес қоршалған ауданның жабын астындағы көлденең қиысудың жалпы ауданына қатынасына тең. Екі аудан да ағып жатқан ағыстың бағытындағы дұрысқа шамаланған.

ЕСКЕРТПЕ $\varphi = 0$ қоршауы жоқ бөлек тұрған бастырманы білдіреді, ал $\varphi = 1$ қоршалған бөлек тұрған бастырма (егер ол тұйық ғимарат болмаса) ретінде түсіну керек.

(3) 7.6-7.8-кестелерінде көрсетілген күшейту коэффициенттері c_f мен $\varphi = 0$ және $\varphi = 1$ арналған қысымның жалпы коэффициенттері $c_{p,net}$ ағып келе жатқан ағыстың барлық бағыттары үшін бастырманың жоғарғы және төменгі жақтарына нәтижелендіру желдік жүктемесін есептейді. Аралық мәндер интерполяциямен есептелінеді.

(4) Ық жақтан $\varphi = 0$ арналған максималдық қоршаудың $c_{p,net}$ мәнін қолданады.

(5) Күшейту коэффициенті c_f желдің нәтижелендіру күшін сипаттайды. Нетто қысымының коэффициенті $c_{p,net}$ ағып келе жатқан ағыстың барлық бағыттарына арналған максималдық жергілікті қысымды анықтайды. Оны жабындар мен анкерлік бекітулердің элементтерін есептеген кезде қолданады.

(6) Бөлек тұрған бастырмаларды жүктемелерді қосымшалаудың келесі схемалары үшін есептейді:

- бөлек тұрған бір илемдік бастырмалар (7.6-кесте) үшін желі бар жақтан $d/4$ қашықтықтағы жел қысымының нәтижелендіру күштерін қосымшалаудың нүктесін қабылдау керек (d – жел бағытының қимылына параллель өлшем, 7.16-суретті қар.);

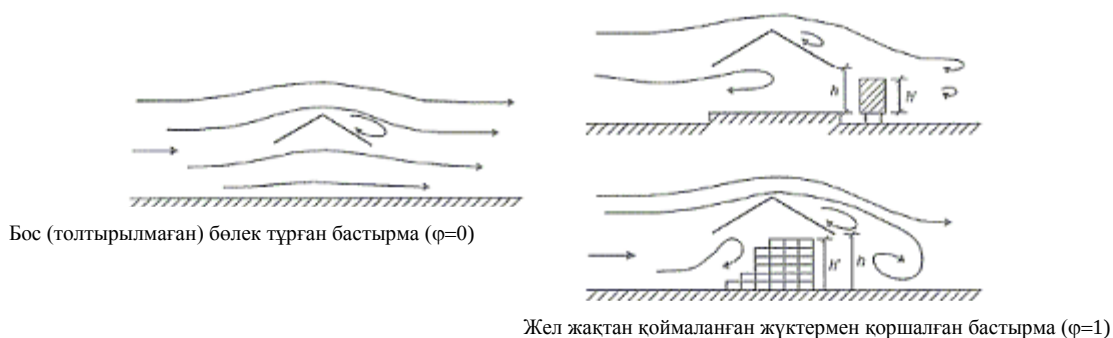
- екі илемдік бастырмалар мен астау тәрізді қиысудың бастырмалары (7.7-кесте) үшін бастырманың иілмелі бетінің орталығындағы (7.17-суреті қар.) жел қысымының нәтижелендіру күштерін қосымшалаудың нүктесін қабылдау керек. Екі илемдік бастырма немесе астаулы қиысудың бастырмасы үшін қосымша максималдық немесе минималдық жүктемесі бар бетке бір жақтық жүктемені қабылдайды, осы жерде басқа қабат жүктелмеген болып табылады;

- бөлек тұрған шедтік бастырмалар үшін жүктемені 7.7-кесте бойынша $c_{p,net}$ мәндерін және 7.8-кесте бойынша ψ_{mc} төмендету коэффициенттерін қолданып анықтайды.

Екі қабаттық қабықшасы бар бөлек тұрған бастырмалар үшін 7.2.10 ережелерін қолданады.

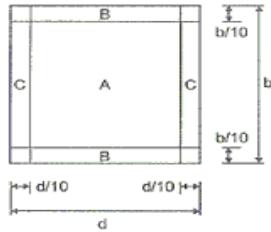
(7) Үйкеліс күшін ескеру керек (7.5 қар.).

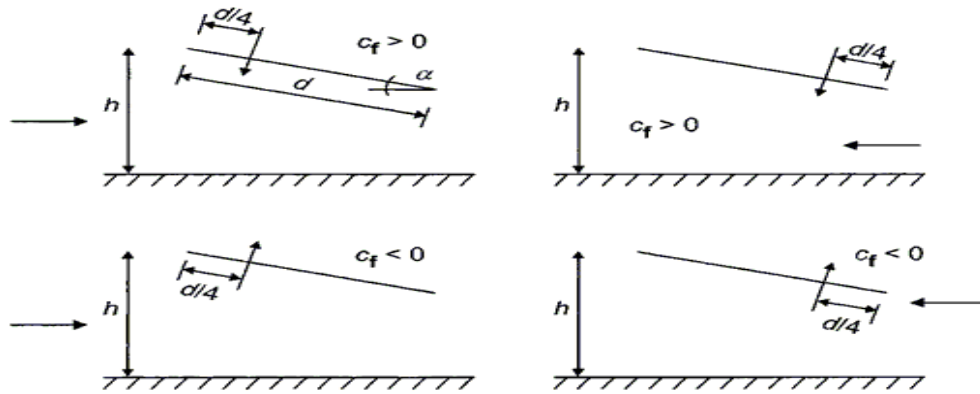
(8) Базалық биіктік z_e 7.16 және 7.17-суреттеріне сәйкес h биіктігіне сай келеді.



7.15 [7.15]-сурет – Бөлек тұрған бастырмалардың ағуы

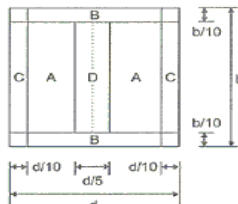
7.6-кесте – Бөлек тұрған бір илемдік бастырмаларға арналған $c_{p,net}$ және c_f мәндері

Еңістің бұрышы α	Қоршау дәрежесі φ	Күшейту коэф-фициенті c_f	Нетто қысымының коэффиценттері $c_{p,net}$ Жоспар 		
			А аймағы	В аймағы	С аймағы
1	2	3	4	5	6
0°	Максимум барлық φ	+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	Минимум $\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Максимум барлық φ	+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
1	2	3	4	5	6
5°	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,6
10°	Максимум барлық φ	+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	Минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Максимум барлық φ	+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
	Минимум $\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Максимум барлық φ	+0,8	+1,7	+2,9	+2,1
	Минимум $\varphi = 0$	-1,3	-2,2	-2,8	-2,9
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Максимум барлық φ	+1,0	+2,0	+3,1	+2,3
	Минимум $\varphi = 0$	-1,6	-2,6	-3,2	-3,2
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Максимум барлық φ	+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	Минимум $\varphi = 0$	-1,8	-3,0	-3,8	-3,6
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,2	-2,7
ЕСКЕРТПЕ Дұрыс мәндер төмен қарай бағытталған нәтижелендіретін желдік жүктемені білдіреді. Теріс мәндер жоғары қарай бағытталған нәтижелендіретін желдік жүктемені білдіреді.					



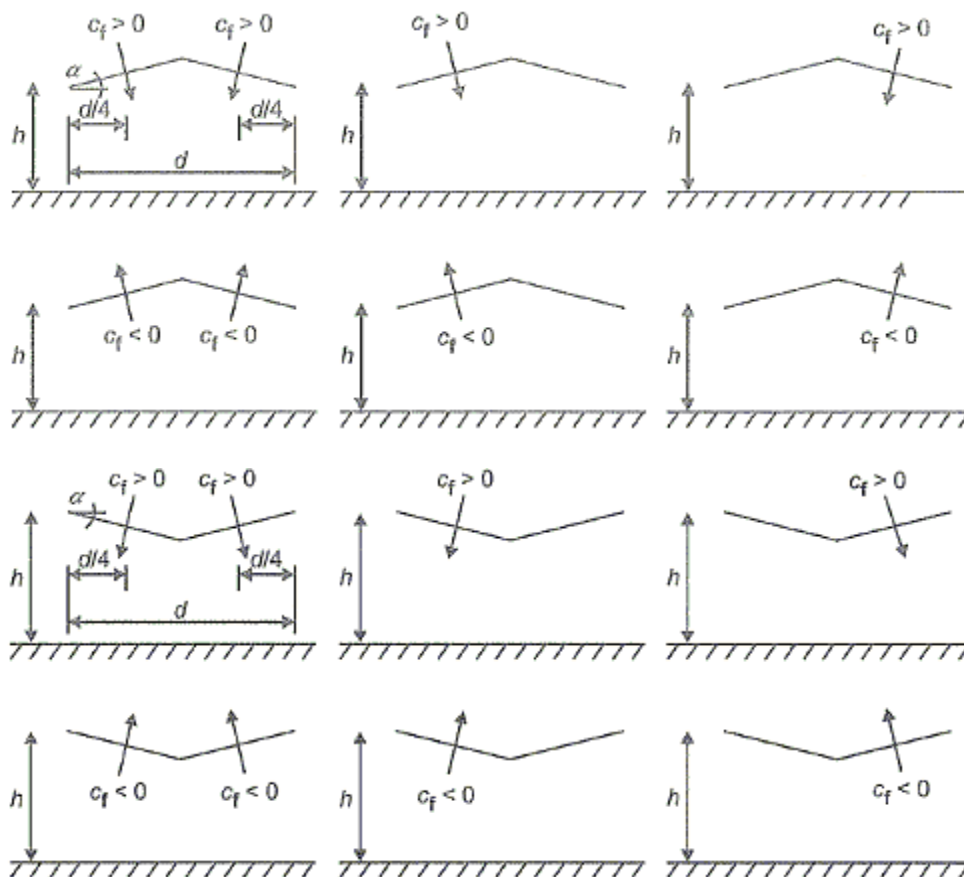
7.16 [7.16]-сурет – Бөлек тұрған бір илемдік бастырмаларға арналған нәтижелендіретін жел қысымын қосымшалау нүктесінің орталығының жағдайы

7.7-кесте – Бөлек тұрған екі илемдік бастырмалар мен астаулық қиысудың бастырмаларына арналған $c_{p,net}$ және c_f мәндері

Еңіс бұрышы α	Қоршау дәрежесі φ	Күшейту коэффициенті c_f	Нетто қысымының коэффициенттері $c_{p,net}$ Жоспар 			
			А аймағы	В аймағы	С аймағы	Д аймағы
1	2	3	4	5	6	7
–20°	Максимум барлық φ	+0,7	+0,8	+1,6	+0,6	+1,7
	Минимум $\varphi = 0$	–0,7	–0,9	–1,3	–1,6	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,3	–1,5	–2,4	–2,4	–0,6
–15°	Максимум барлық φ	+0,5	+0,6	+1,5	+0,7	+1,4
	Минимум $\varphi = 0$	–0,6	–0,8	–1,3	–1,6	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,6	–2,7	–2,6	–0,6
–10°	Максимум барлық φ	+0,4	+0,6	+1,4	+0,8	+1,1
	Минимум $\varphi = 0$	–0,6	–0,8	–1,3	–1,5	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,6	–2,7	–2,6	–0,6
–5°	Максимум барлық φ	+0,3	+0,5	+1,5	+0,8	+0,8
	Минимум $\varphi = 0$	–0,5	–0,7	–1,3	–1,6	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,3	–1,5	–2,4	–2,4	–0,6

7.7-кесте – Бөлек тұрған екі илемдік бастырмалар мен астаулық қиысудың бастырмаларына арналған $c_{p,net}$ және c_f мәндері (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7
+5°	Максимум барлық φ	+0,3	+0,6	+1,8	+1,3	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,6	-0,6	-1,4	-1,4	-1,1
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,5
+10°	Максимум барлық φ	+0,4	+0,7	+1,8	+1,4	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8
+15°	Максимум барлық φ	+0,4	+0,9	+1,9	+1,4	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,8	-0,9	-1,7	-1,4	-1,8
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,2	-1,6	-2,1
+20°	Максимум барлық φ	+0,6	+1,1	+1,9	+1,5	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,2	-1,8	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,2	-1,6	-2,1
+25	Максимум барлық φ	+0,7	+1,2	+1,9	+1,6	+0,5
	Минимум $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,0	-1,5	-2,0
+30°	Максимум барлық φ	+0,9	+1,3	+1,9	+1,6	+0,7
	Минимум $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-2,0
ЕСКЕРТПЕ Дұрыс мәндер төмен қарай бағытталған нәтижелендіретін желдік жүктемені білдіреді. Теріс мәндер жоғары қарай бағытталған нәтижелендіретін желдік жүктемені білдіреді.						

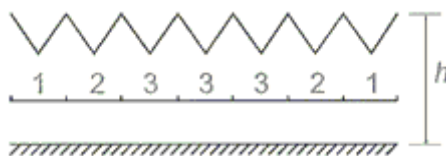


25 [7.17]-сурет – Екі илемдік бастырмалар мен астау тәрізді қиысудың бастырмаларына арналған жүктемелерді қосымшалаудың схемалары

(9) Бөлек тұрған көп аралықты (шеттік) бастырмалардың әрбір жеке илеміне түсетін жүктемелерді (7.18-суретті қар.) бөлек тұрған, оқшауланған екі илемдік бастырма немесе төмендететін коэффициенті бар ψ_{mc} астау тәрізді қиысудың бастырмасына арналған жүктемелерді қолдану арқылы 7.8-кесте бойынша анықтау керек.

7.8-кесте – Бөлек тұрған көп аралықты (шеттік) бастырмаларға арналған төмендететін коэффициенттер ψ_{mc}

7.18-сурет бойынша бастырманың ауданы	Орналасқан жері	Көрсетілген барлық ϕ арналған ψ_{mc} мәні	
		Максималдық (төмен қарай)	Минималдық (жоғары қарай)
		Күшейту коэффициенттері мен қысымның коэффициенттері	Күшейту коэффициенттері мен қысымның коэффициенттері
1	Жабынның бірінші (шеткі) аралығы	1,0	0,8
2	Жабынның екінші аралығы	0,9	0,7
3	Жабынның үшінші аралығы	0,7	0,7



7.18 [7.18]-сурет – Жабын аралығының белгілеуі бар бөлек тұрған шедтік бастырмалар

7.4 [7.4] Бөлек тұрған қабырғалар, парапеттер, қоршаулар мен жарнамалық қалқандар

(1) Бөлек тұрған қабырғалар мен парапеттерге арналған нетто қысымының коэффициенттері $c_{p,net}$ ойықтылық коэффициентіне ϕ байланысты болады. Тегіс қабырғалар үшін ойықтылық коэффициенті $\phi = 1$ тең, ал ойықтылықтың 20 % бар қабырғалар үшін $\phi = 0,8$ тең етіп белгіленеді. Ойықтылықтың $\phi \leq 0,8$ коэффициенті бар ену қабырғалары мен қоршауларды 7.11 бойынша торлы конструкциялар ретінде қарастыру керек.

ЕСКЕРТПЕ Көпірлердегі парапеттер мен шудан қорғайтын экрандарды 8-бөлімнен қар.

7.4.1[7.4.1] Бөлек тұрған қабырғалар мен парапеттер

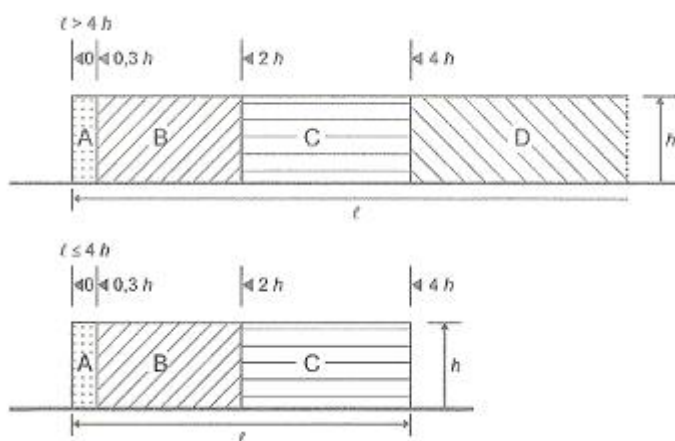
Бөлек тұрған қабырғалар мен парапеттерді қысым коэффициенттерін $c_{p,net}$ анықтау үшін 7.19-сурет бойынша А – D аймақтарына бөледі.

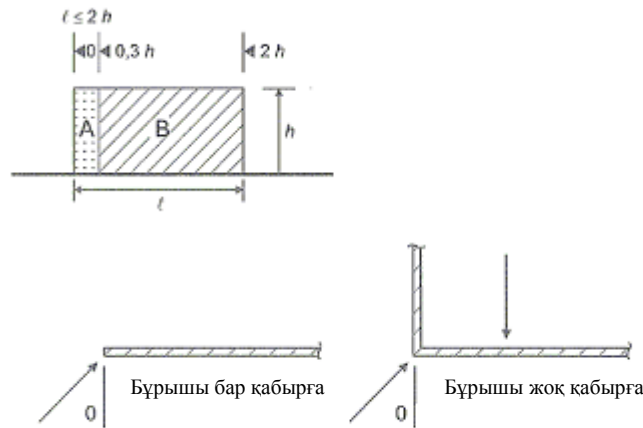
ЕСКЕРТПЕ Ойықтылықтың әртүрлі екі коэффициенттеріне арналған кепілдемелік $c_{p,net}$ мәндері 7.9-кестеде көрсетілген (7.4(1) қар.). Осы мәндер бұрышы жоқ қабырғалар үшін (7.19-суретті қар.) – ағып келе жатқан ағыстың иілмелі бағыты кезінде немесе 7.19-сурет бойынша бұрышы бар қабырғалар үшін – екі бағыттағы желдің әрекеті кезінде пайда болады. Екі жағдайда да қабырғаның жалпы ауданы базалық аудан болып табылады. 0,8 және 1,0 арасындағы ойықтылық коэффициенттері үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі.

7.9-кесте – Бөлек тұрған қабырғалар мен парапеттерге арналған қысым коэффициенттері $c_{p,net}$

Ойықтылық коэффициенті	Аймақ		A	B	C	D
φ = 1	Бұрышы жоқ қабырға	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
		$\geq h^a)$ жақтың ұзындығы бар бұрышты қабырға		±2,1	±1,8	±1,4
	φ = 0,8			±1,2	±1,2	±1,2
a) 0,0 және h мәндерінің арасындағы бұрышы бар қабырғаның ұзындығы кезінде сызықтық интерполяцияға жол беріледі.						

(2) Бөлек тұрған қабырғаның базалық биіктігі z_e 7.19-сурет бойынша $z_e = h$ қолдану арқылы белгіленуі керек. Парапеттердің базалық биіктігі $z_e = (h + h_p)$ ретінде анықталады, 7.6-суретті қар.





7.19 [7.19]-сурет – Бөлек тұрған қабырғалар мен парапеттерге арналған беттерді жіктеу

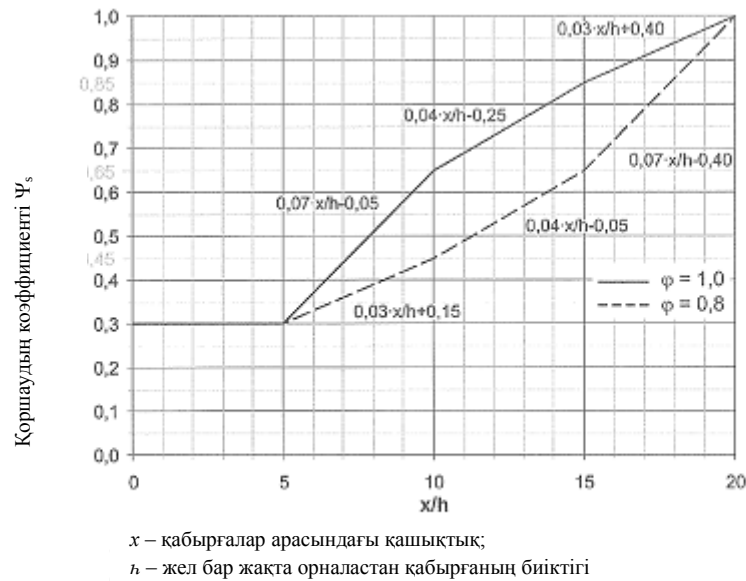
7.4.2 [7.4.2] Қабырғалар мен қоршауларға арналған қоршаудың коэффициенттері

(1) Егер жел бар жақтан қарастырылып отырған қабырғаның немесе қоршаудың биіктігіне тең немесе асатын биіктігі бар басқа қабырғалар мен қоршаулар орналасса, онда аймақтар бойынша нетто қысымының коэффициентімен бірге қоршаудың қосымша коэффициенті қолданылуы мүмкін. Қоршау коэффициентінің мәні ψ_s қабырғалардың немесе қоршаулардың арасындағы x қашықтыққа, сонымен қатар h биіктікті қабырғалардың немесе қоршаудың желі бар жағында орналасқан, қоршайтын ойықтылық коэффициентіне ϕ байланысты болады. ψ_s коэффициентінің мәні 7.20-суретте берілген.

Қоршайтын қабырғаның нетто қысымының коэффициентін төмендегі формула бойынша есептейді:

$$C_{p,net,s} = \psi_s \cdot C_{p,net}. \quad (7.6) [7.6]$$

(2) Қоршау коэффициентін қабырғаның бос шетінен өлшенетін h қашықтығының шегіндегі шеткі аймақтарда қолданудың керегі жоқ.



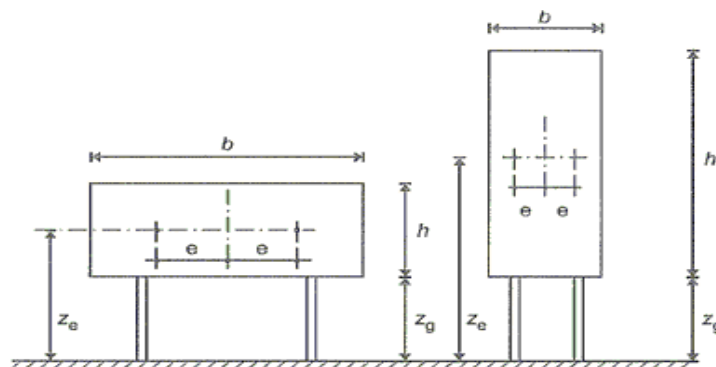
7.20 [7.20]-сурет – 0,8 – ден 1,0 –ге дейінгі ϕ мәндер үшін қабырғалар мен қоршауларға арналған қоршаудың коэффициенті ψ_s

7.4.3 [7.4.3] Жарнамалық қалқандар

(1) Жер деңгейінен кемінде $z_g = h/4$ (7.21-суретті қар.) көтерілген жарнамалық қалқандарға арналған күшейту коэффициенті төмендегіні құрайды:

$$c_f = 1,80, \quad (7.7) [7.7]$$

Сонымен қатар $z_g < h/4$ және $b/h \leq 1$ үшін де қолдануға жол беріледі.



ЕСКЕРТПЕ 1 Базалық биіктік $z_e = z_g + h/2$.

ЕСКЕРТПЕ 2 Базалық аудан $A_{ref} = bh$.

7.21 [7.21]-сурет – Жарнамалық қалқандарға арналған қысымды бөлу үшін

(2) Дұрыс бойынша қалқанның жазығына бағытталған нәтижелендіретін желдік күшейтуді көлбеу бағыттағы эксорталықпен оның геометриялық орталығына ұстау керек.

ЕСКЕРТПЕ Экспорталықтың кепілдемелік мәні мынаны құрайды:

$$e = \pm 0,25 \cdot b \cdot (7.8) [7.8]$$

(3) Жер деңгейінен $z_g < h/4$ қашықтық кезінде және еңнің $b/h > 1$ биіктігіне қатынасы кезінде қалқандарды бөлек тұрған қабырға ретінде қарастыру керек (7.4.1 қар.).

(4) Алшақтық немесе кедергілік флаттердің салдарынан кейін тұрақтылықты жоғалтуға тексеріс жүргізу керек.

7.5 [7.5] Үйкеліс коэффициенттері

(1) 5.3(3) келтірілген барлық жағдайларда үйкелістің әсерін ескеру керек.

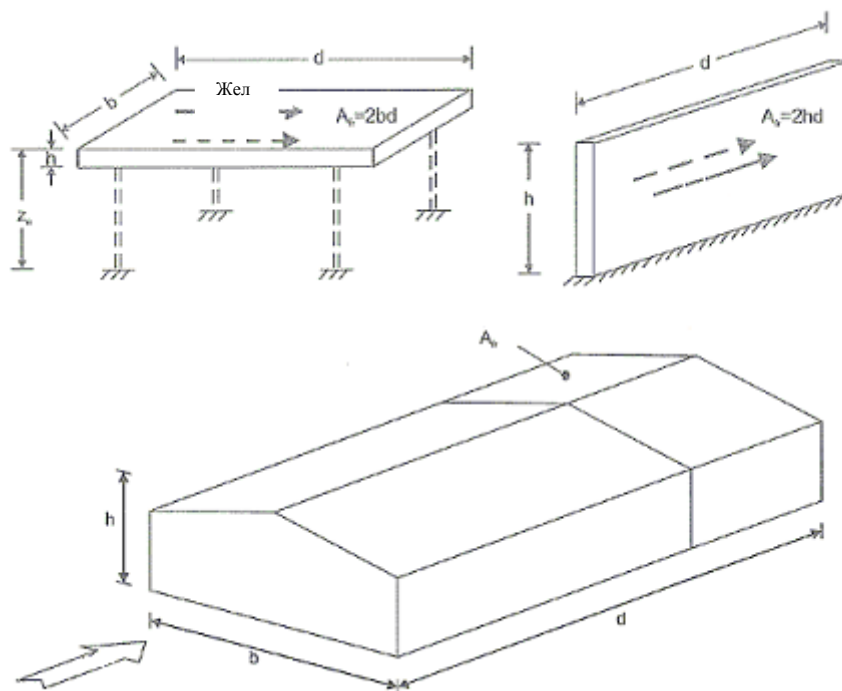
(2) Қабырғалар мен жабындарға арналған үйкеліс коэффициенттері c_{fr} 7.10-кестеде берілген.

(3) Беттердің базалық аудандары A_{fr} 7.22-суретте берілген. Үйкеліс күштерін $2b$ немесе $4h$ (кіші мән анықтаушы болып табылады) тең жабындардың немесе бұрыштардың алдыңғы ілмелерінен болатын қашықтықтағы желдің қимылына параллель сыртқы беттің бөлігіне ұстау керек.

(4) Базалық биіктік z_e бөлек тұрған бастырмалар үшін бастырманың биіктігіне, қабырғалар үшін – қабырғаның жоғарғы белгісінің h биіктігіне тең (7.22-суретті қар.).

7.10-кесте – Қабырғаларға, парапеттер мен жабындардың беттеріне арналған үйкеліс коэффициенттері c_{fr}

Бет	Үйкеліс коэффициенті c_{fr}
Тегіс (мысалы, болат, тегіс бетон)	0,01
Бұдыр (мысалы, бұдыр бетон, қарамайланған беттер)	0,02
Қатты бұдыр (мысалы, гофрленген, қабырғалы, қатпарлы)	0,04



7.22 [7.22]-сурет – Үйкеліске арналған базалық аудан

7.6 [7.6] Тік бұрышты қиысуы бар конструктивтік элементтер

(1) Көлденең қиысу жағына дұрыс бойынша ағып келе жатқан ағыстың бағыты кезіндегі тік бұрышты көлденең қиысуы бар конструктивтік элементтерге арналған күшейтудің коэффициенті c_f төмендегіге тең:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda, \quad (7.9) [7.9]$$

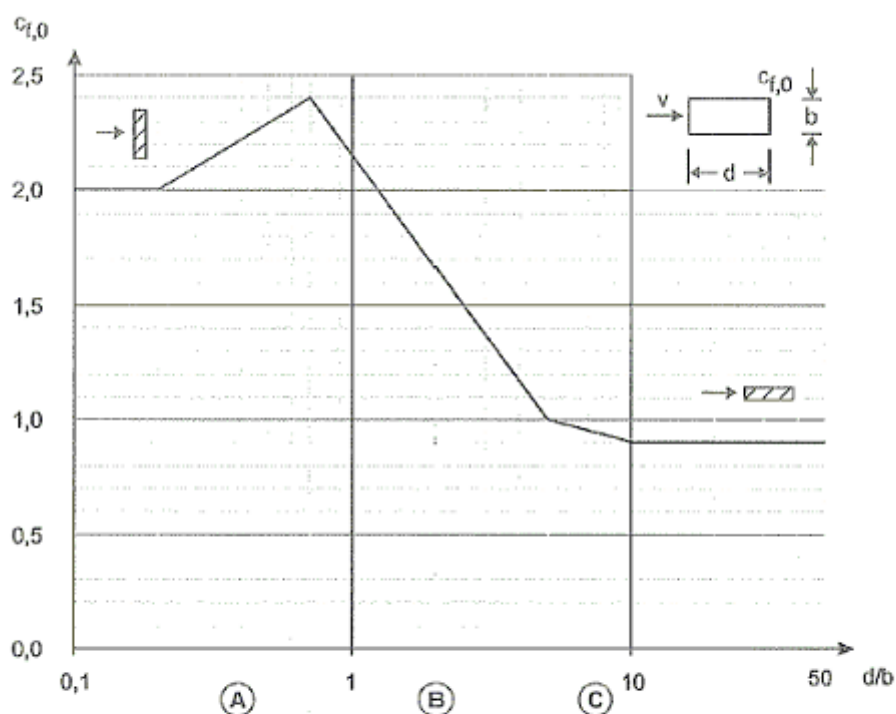
мұнда $c_{f,0}$ — 31-суретте көрсетілгендей бос шеттерінің ағуысыз үшкір бұрыштары бар шаршылы көлденең қиысудың конструкцияларына арналған төмендетуші коэффициент;

ψ_r — Рейнольдс санына байланысты дөңгелектелген бұрыштары бар шаршылы көлденең қиысудың конструкцияларына арналған төмендетуші коэффициент;

ψ_λ — 7.13 анықталғандай шеттерінің еркін ағуы бар конструкциялар үшін соңғы әсерді ескеретін коэффициент.

ЕСКЕРТПЕ 1 Кепілдемелік жоғарғы шекті мәндер ψ_r 7.24-суретте көрсетілген. Олар әлсіз турбуленттіліктің жағдайы үшін анықталған және айтарлықтай сенімді нәтижелер береді.

ЕСКЕРТПЕ 2 7.24-суретті $h/d > 5,0$ бар ғимараттар үшін де қолдануға болады.



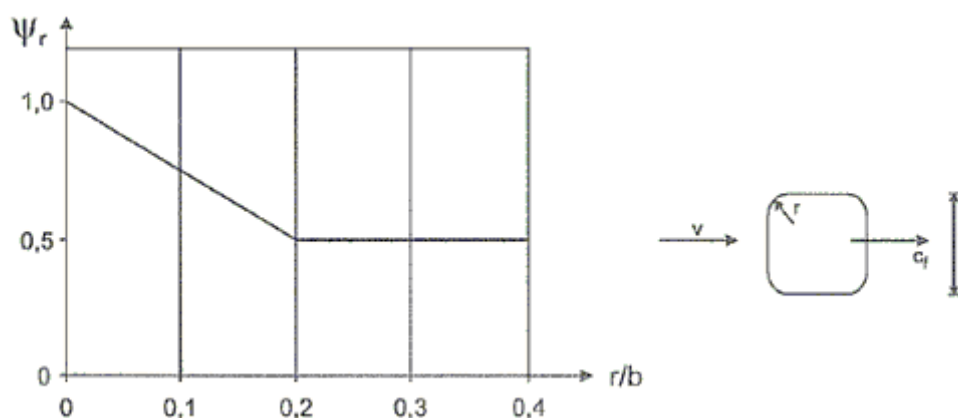
Қиысулардағы қиықтарды анықтау:

(A) $c_{f,0} = 0,3193 \cdot \ln(d/b) + 2,5139$

(B) $c_{f,0} = -0,7121 \cdot \ln(d/b) + 2,1460$

(C) $c_{f,0} = -0,1443 \cdot \ln(d/b) + 1,2322$

7.23 [7.23]-сурет – Бос шетінің ағуы жок үшкір бұрыштары бар тік бұрышты көлденең қиысудың конструкцияларына арналған күшейту коэффициенттері $c_{f,0}$



7.24 [7.24]-сурет – Дөңгелектелген бұрыштары бар шаршылы көлденең қиысудың конструкцияларына арналған төмендететін коэффициент ψ_r

(2) Базалық ауданды A_{ref} мына формула бойынша анықтау керек:

$$A_{ref} = lb,$$

(7.10) [7.10]

мұнда — l қарастырылатын телімнің ұзындығы.

Базалық биіктік z_e жердің жоғарғы нүктесінің үстіндегі қарастырылатын телімнің жоғарғы белгісіне тең.

(3) Қатпарлы көлденең қиысулар ($d/b < 0,2$) үшін көтерме күштер ағып жатқан ағыстың анықталған соққы бұрыштары кезінде c_f мәндерінің 25 % дейін ұлғаюына әкеп соғуы мүмкін.

7.7 [7.7] Қиысуда тік бұрыштары (шеттері) бар конструктивтік элементтер

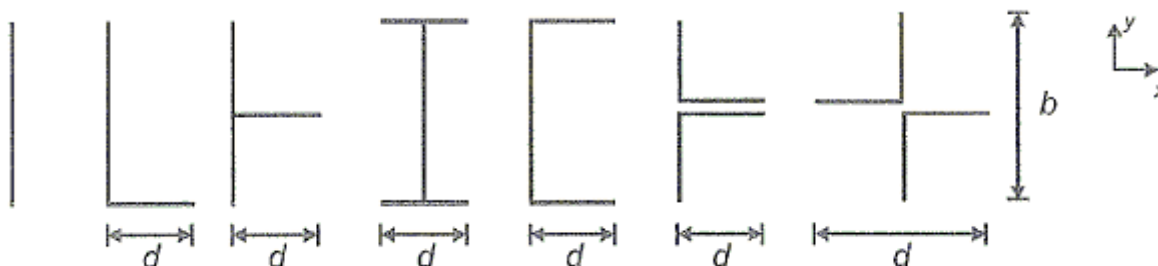
(1) Қиысудағы қатты бұрыштары бар конструктивтік элементтерді күшейту коэффициентін c_f (33-суретті қар.) мына формула бойынша есептеу керек:

$$c_f = c_{f,0} \psi_\lambda, \quad (7.11) [7.11]$$

мұнда ψ_λ — шеткі әсерді ескеретін коэффициент (7.13 қар.).

ЕСКЕРТПЕ 1 Қиысудың еркін ағуы жоқ шектердің конструкцияларының барлық элементтері үшін кепілдемелік мән — $c_{f,0} = 2,0$. Бұл мән әлсіз турбуленттілік жағдайларындағы өлшемдерге негізделеді және сенімді нәтиже береді.

ЕСКЕРТПЕ 2 (7.11) формула мен 7.25-сурет $h/d > 5,0$ бар ғимараттар үшін де қолданыла алады.



7.25 [7.25]-сурет – Қиысудағы қатты бұрыштары бар қиысулар

(2) Базалық ауданның A_{ref} келесі мәндерін қабылдау керек (7.25-суретті қар.):

$$\begin{aligned} \text{— } x \text{ бағытында} \quad A_{ref,x} &= l \cdot b; \\ \text{— } y \text{ бағытында} \quad A_{ref,y} &= l \cdot d, \end{aligned} \quad (7.12) [7.12]$$

мұнда l — конструкцияның қарастырылатын элементінің ұзындығы.

(3) Барлық жағдайларда базалық биіктікті z_e қарастырылатын қиысу үшін жер деңгейінің үстіндегі максималдық биіктікке тең етіп алу керек.

7.8 [7.8] Дұрыс көп бұрыштың формасына ие көлденең қиысуы бар конструктивтік элементтер

(1) Бес немесе алты шегі бар дұрыс көп бұрыштың формасына ие, көлденең қиысулы конструктивтік элементтерді күшейту коэффициенті c_f :

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \quad \text{тең,} \quad (7.13) [7.13]$$

мұнда ψ_λ — 7.13 бойынша анықталатын соңғы әсерді ескеретін коэффициент;
 $c_{f,0}$ — бос шетінің ағуы жоқ конструктивтік элементтерге арналған күшейту коэффициенті.

ЕСКЕРТПЕ Әлсіз турбуленттілік жағдай кезіндегі өлшемдерден алынған кепілдемелік мәндер $c_{f,0}$ 7.11-кестеде берілген.

(2) $h/d > 5$ бар ғимараттар үшін $c_{f,0}$ мәнін 7.11-кестеде және 7.26-суретте көрсетілген деректерді қолдану арқылы (7.13) формуласы бойынша анықтауға болады.

(3) Базалық ауданды A_{ref} мына формула бойынша анықтау керек:

$$A_{\text{ref}} = f \cdot b, \quad (7.14) [7.14]$$

мұнда l — конструкцияның қарастырылатын элементінің ұзындығы;
 b — сипатталған маңның диаметрі, 7.26-суретті қар.

(4) Барлық жағдайларда базалық биіктікті z_e қарастыралатын қиысу үшін жер деңгейінің үстіндегі максималдық биіктікке тең етіп алу керек.

7.11-кесте – Дұрыс көп бұрыштың формасына ие көлденең қиысуы бар конструкцияларға арналған күшейту коэффициенттері $c_{f,0}$

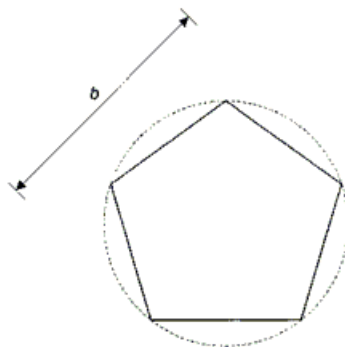
Жақтардың саны	Көлденең қиысу	Беттердің қасиеті және ернеулерді орындау	Рейнольдс саны $Re^{1)}$	$c_{f,0}$
1	2	3	4	5
5	Бес бұрыш	барлығы	барлығы	1,80
6	Алты бұрыш	барлығы	барлығы	1,60

7.11-кесте – Дұрыс көп бұрыштың формасына ие көлденең қиысуы бар конструкцияларға арналған күйшейту коэффициенттері $c_{f,0}$ (жалғасы)

Жақтардың саны	Көлденең қиысу	Беттердің қасиеті және ернеулерді орындау	Рейнольдс саны $Re^{1)}$	$c_{f,0}$
8	Сегіз бұрыш	Тегіс бет $r/b < 0,075^{2)}$	$Re \leq 2,4 \cdot 10^5$	1,45
			$Re \geq 3 \cdot 10^5$	1,30
		Тегіс бет $r/b \geq 0,075^{2)}$	$Re \leq 2 \cdot 10^5$	1,30
			$Re \geq 7 \cdot 10^5$	1,10
10	Он бұрыш	барлығы	Все	1,30
12	Он екі бұрыш	Дөңгелектелген ернеулері бар тегіс бет $^{3)}$	$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^5$	0,90
		басқа	$Re < 4 \cdot 10^5$	1,30
			$Re > 4 \cdot 10^5$	1,10

7.11-кесте – Дұрыс көп бұрыштың формасына ие көлденең қиысуы бар конструкцияларға арналған күйшейту коэффициенттері $c_{f,0}$

Жақтардың саны	Көлденең қиысу	Беттердің қасиеті және ернеулерді орындау	Рейнольдс саны $Re^{1)}$	$C_{f,0}$
1	2	3	4	5
6 – 18	Он алты бұрыш	Дөңгелектелген ернеулері бар тегіс бет ³⁾	$Re < 2 \cdot 10^5$	Как круговой цилиндр, см. 7.9
			$2 \cdot 10^5 \leq Re < 1,2 \cdot 10^5$	0,70
¹⁾ $v = v_m$ арналған Рейнольдс саны Re мен v_m мәндерін – 4.3 қар. Re 7.9 анықталған. ²⁾ r — дөңгелектеу радиусы, b — сипатталған маңның диаметрі. ³⁾ $b = 0,3$ м көлденең қиысуы және $0,6b$ дөңгелектеу радиусы бар гальванизацияланған болат бетті модельде аэродинамикалық мұржада сынаудың көмегі арқылы анықталған.				



7.26 [7.26]-сурет – Дұрыс көп бұрыштың формасына ие көлденең қиысуы бар конструктивтік элемент

7.9 Айналмалы цилиндр

7.9.1 [7.9.1] Сыртқы қысымның коэффициенттері

(1) Айналмалы цилиндрге арналған сыртқы қысымның коэффициенті c_{pe} төмендегі формула бойынша анықталатын Рейнольдс Re санына байланысты:

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{v}, \quad (7.15) [7.15]$$

мұнда b — диаметр;

v — ауаның кинематикалық жабысқақтығы ($v = 15 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$);

$v(z_e)$ — 7.27-суреттің ЕСКЕРТПЕ 2 сәйкес z_e биіктіктегі жел жылдамдығының шындық мәні.

(2) Айналмалы цилиндрге арналған сыртқы қысымның коэффициенті c_{pe} :

$$c_{pe} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda 0} \text{ тең,} \quad (7.16) [7.16]$$

мұнда $c_{p,0}$ — шексіз икемділігі λ бар цилиндрге арналған сыртқы қысымның коэффициенті (3) қар.);

$\psi_{\lambda a}$ — айналмалы цилиндрге арналған соңғы әсердің коэффициенті (4) қар.).

(3) 7.27-суретте α бұрышқа байланысты Рейнольдс санының әртүрлі мәндеріне арналған сыртқы қысымның коэффициенті $c_{p,0}$ берілген.

(4) Бос шетінің ағуы жоқ айналмалы цилиндрдің коэффициенті $\psi_{\lambda 0}$:

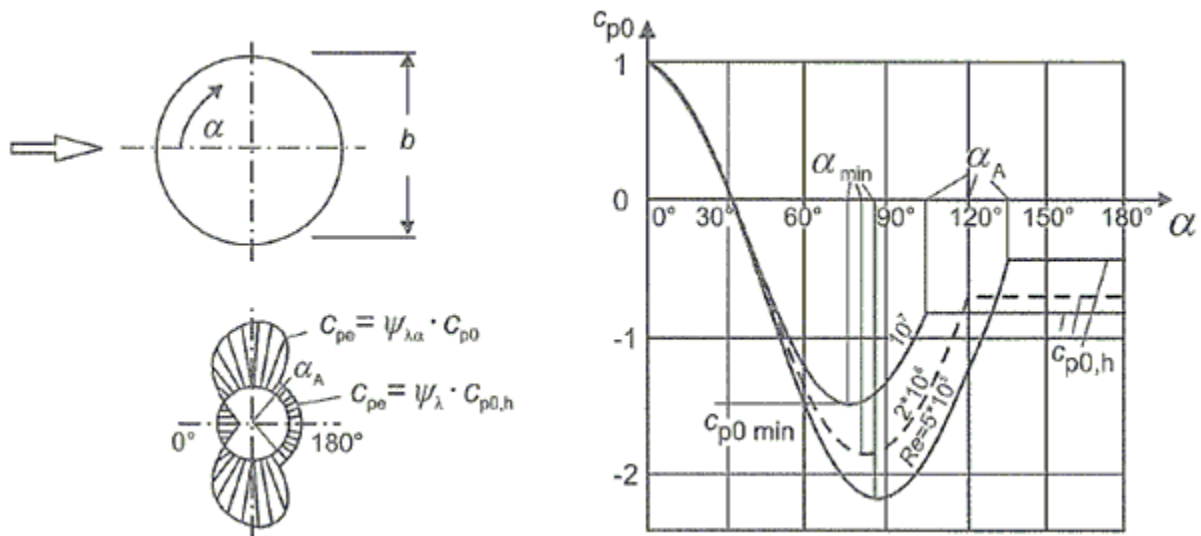
$$0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_{min} \text{ кезінде } \psi_{\lambda 0} = 1 \quad (7.17) [7.17]$$

$$\alpha_{min} < \alpha < \alpha_A \text{ кезінде } \Psi_{\lambda 0} = \Psi_{\lambda} + (1 - \Psi_{\lambda}) \cdot \cos\left(\frac{x}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right)\right)$$

$$\alpha_A \leq \alpha \leq 180^{\circ} \text{ кезінде } \Psi_{\lambda 0} = \Psi_{\lambda} \text{ тең,}$$

мұнда α_A — ағыстың маңайда үзілу күйі (7.27-суретті қар.);

Ψ_{λ} — соңғы әсерді ескеретін коэффициент, (7.13 қар.).



7.27 [7.27]-сурет – Бос шетінің ағуы жоқ айналмалы цилиндрдің көлденең қиысуы бойынша қысымды тарату

ЕСКЕРТПЕ 1 Аралық мәндерді сызықтық интерполяциямен қабылдауға жол беріледі.

ЕСКЕРТПЕ 2 Re , α_{min} , $C_{p0, min}$, α_A және $C_{p0,h}$ мәндері 7.12-кестеде берілген. 7.27-сурет пен

7.12-кесте $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ кезінде Рейнольдс санына және 4.5 бойынша q_p базаланады.

ЕСКЕРТПЕ 3 7.27-сурет $5 \cdot 10^{-4}$ аспайтын эквиваленттік бұдырлыққа k/b базаланады. Эквиваленттік бұдырлықтың k мәндері 7.13-кестеде көрсетілген.

7.12-кесте – Бос шетінің ағуы жоқ айналмалы цилиндрдің көлденең қиысуына арналған Re , $\alpha_{\min}$, $c_{p0, \min}$, α_A және $c_{p0, h}$ мәндері

Re	$\alpha_{\min}$	$c_{p0, \min}$	α_A	$c_{p0, h}$
$5 \cdot 10^5$	85°	-2,2	135°	-0,4
$2 \cdot 10^5$	80°	-1,9	120°	-0,7
10^7	75°	-1,5	105°	-0,8
мұнда $\alpha_{\min}$ — минималдық қысымның жағдайы; $c_{p0, \min}$ — қысымның минималдық коэффициентінің мәні; α_A — ағыстың үзуінен болатын күй; $c_{p0, h}$ — қысымның негізгі коэффициенті.				

(5) Базалық ауданды A_{ref} мына формула бойынша анықтау керек:

$$A_{\text{ref}} = l \cdot b. \quad (7.18) [7.18])$$

(6) Барлық жағдайларда базалық биіктікті z_e қарастыралатын қиысу үшін жер деңгейінің үстіндегі максималдық биіктікке тең етіп алу керек.

7.9.2 Күшейту коэффициенттері

(1) Соңғы айналмалы цилиндрді күшейту коэффициенті c_f :

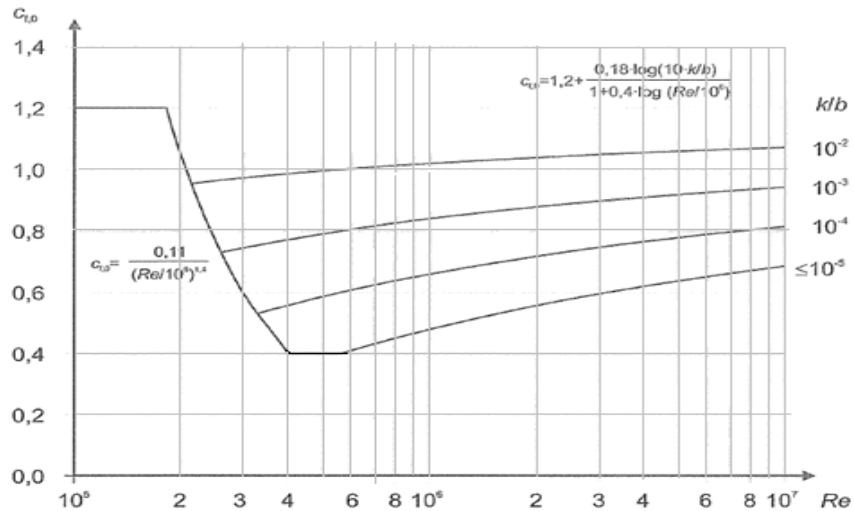
$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \text{ тең,} \quad (7/19) [7.19]$$

мұнда $c_{f,0}$ — бос шетінің ағуы жоқ айналмалы цилиндрді күшейту коэффициенті (36-суретті қар.);

ψ_λ — соңғы әсерді ескеретін коэффициент (7.13 қар.).

ЕСКЕРТПЕ 1 7.28-сурет $h/d > 5,0$ бар ғимараттар үшін де қолданыла алады.

ЕСКЕРТПЕ 2 7.28-сурет $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ кезінде Рейнольдс санына және 4.5 бойынша q_p базаланады.



7.28 [7.28]-сурет – Эквиваленттік бұдырлықтың k/b әртүрлі мәндеріне арналған шексіз икемділігі бар айналмалы цилиндрлерді күшейту коэффициенті $c_{f,0}$

(2) Эквиваленттік бұдырлықтың k мәндері 7.13-кестеде көрсетілген.

(3) Сымдық арқандар үшін күшейту коэффициентін $c_{f,0}$ Рейнольдс санына тәуелсіз қолданады, $c_{f,0} = 1,2$.

7.13-кесте – Эквиваленттік бұдырлық k

Бет	Эквиваленттік бұдырлық, k , мм	Бет	Эквиваленттік бұдырлық, k , мм
Шыны	0,0015	Тегіс бетон	0,2
Жылтыратылған металл	0,002	Сүргіленген ағаш	0,5
Жоғары сапалы бояу	0,006	Бұдыр бетон	1,0
Шашпамен бояу	0,02	Дөрекі кесілген ағаш	2,0
Ашық беті бар болат (жабыны жоқ)	0,05	Тот	2,0
Шойын	0,2	Кірпіш қалау	3,0
Гальванизацияланған болат	0,2		

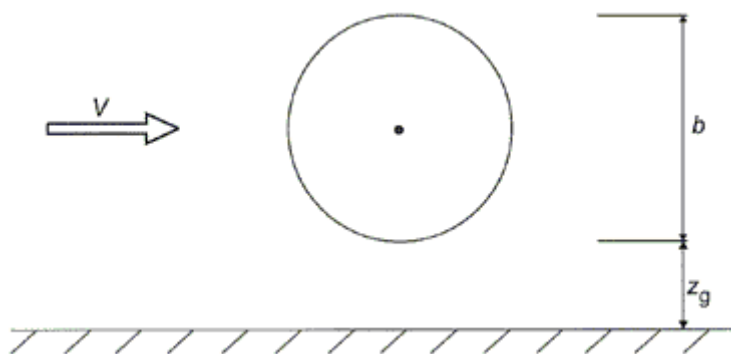
(4) Базалық ауданды A_{ref} мына формула бойынша анықтау керек:

$$A_{\text{ref}} = l \cdot b, \quad (7.20) [7.20]$$

мұнда l — қарастырылатын конструктивтік элементтің ұзындығы.

(5) Барлық жағдайларда базалық биіктікті z_e қарастыралатын қиысу үшін жер деңгейінің үстіндегі максималдық биіктікке тең етіп алу керек.

(6) Жер деңгейінің үстіндегі жарықта $z_g/b < 1,5$ қашықтығы бар қатысты тегіс беті бар цилиндрлер (7.29-суретті қар.) үшін арнайы зерттеулер талап етіледі.



7.29 [7.29]-сурет – Қатысты тегіс беті бар цилиндр

7.9.3 Қатарда орналасқан тік цилиндрлерге арналған күшейту коэффициенттері

Цилиндрлерді қатарға орналастырған кезде күшейту коэффициенті $c_{f,0}$ желдің қатар осіне қатысты бағыты мен қашықтықтың қатынасына байланысты болады, ал орташа диаметр b үшін – 7.14-кестені қара. Кез-келген цилиндр үшін күшейту коэффициенті c_f :

$$c_f = c_{f,0} \psi_{\lambda \kappa} \text{ тең,} \quad (7.21) [7.21]$$

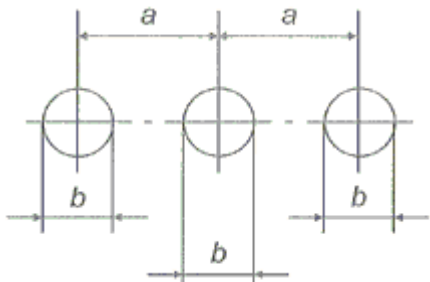
мұнда $c_{f,0}$ — бос шетінің ағуы жоқ айналмалы цилиндрді күшейту коэффициенті (7.9.2 қар.);

ψ_{λ} — соңғы әсерді ескеретін коэффициент (7.13 қар.);

κ — 7.14-кестесіне сәйкес коэффициент (ағып келе жатқан ағыстың ең жағымсыз бағытына арналған).

7.14-кесте – Қатарда орналасқан айналмалы цилиндрлерге арналған коэффициент κ

a/b	κ
$a/b < 3,5$	1,15
$3,5 < a/b < 30$	$\kappa = \frac{210 - \frac{a}{b}}{180}$
$a/b > 30$	1,00



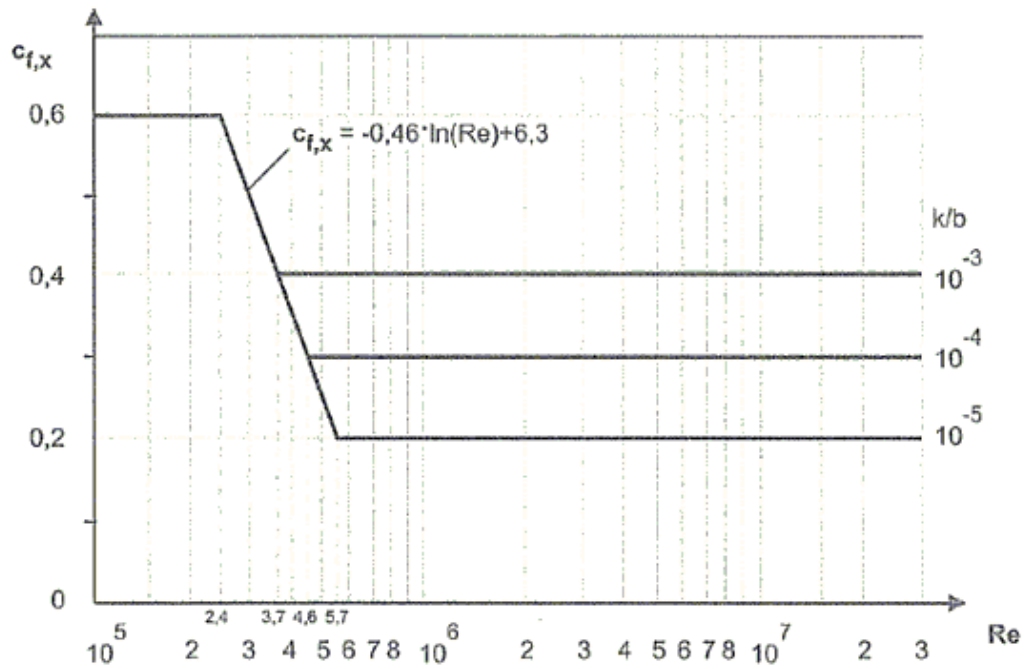
a — қашықтық; b — диаметр.

7.10 Салалар

(1) Жел қимылы бағытындағы салаларға арналған күшейту коэффициенті $c_{f,x}$ Рейнольдс саны Re (7.9.1 қар.) мен эквиваленттік бұдырлықтың k/b (7.13-кестесін қар.) функциясынан тұрады.

ЕСКЕРТПЕ 1 Өлсіз турбуленттілік жағдайларда өлшемдердің негізіндегі кепілдемелік мәндер $c_{f,x}$ 7.30-суретте берілген. 7.30-сурет $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ кезінде Рейнольдс санына және 4.5 бойынша q_p базаланады.

ЕСКЕРТПЕ 2 7.30-суреттегі мәндер $z_g > b/2$ мәндерімен шектелген, мұнда z_g — сала мен жазық беттің арасындағы жарықтағы қашықтық, ал b — саланың диаметрі (7.31-суретті қар.). $z_g < b/2$ кезінде күшейту коэффициентін $c_{f,x}$ 1,6 коэффициентіне көбейтеді.



7.30 [7.30]-сурет – Жел қимылының бағытындағы саланы күшейту коэффициенті

(2) Салаларды күшейтудің тік коэффициенті $c_{f,x}$:

$$z_g > \frac{b}{2} \text{ кезінде } c_{f,x} = 0$$

(7.22) [7.22]

$$z_g < \frac{b}{2} \text{ кезінде } c_{f,x} = +0,60 \text{ тең.}$$

(3) Базалық ауданды A_{ref} мына формула бойынша анықтау керек:

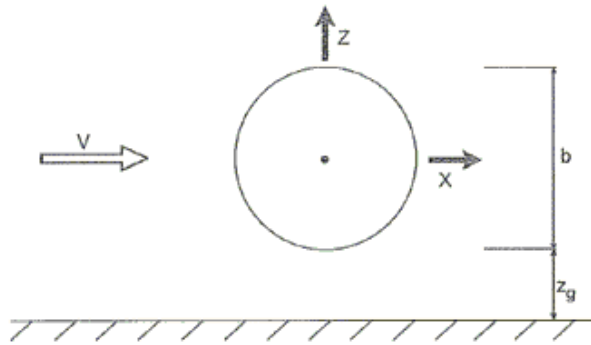
$$A_{\text{ref}} = \pi \cdot \frac{b^2}{4}$$

(7.23) [7.23]

(4) Базалық биіктікті мына формула бойынша анықтау керек:

$$z_e = z_g + \frac{b}{2}$$

(7.24) [7.24]



7.31 [7.31]-сурет – Жазық беттің маңындағы сала

7.11 Торлы конструкциялар және ағаштар

(1) Торлы конструкциялар және ағаштар үшін күшейту коэффициентін c_f төмендегі формула бойынша анықтау керек:

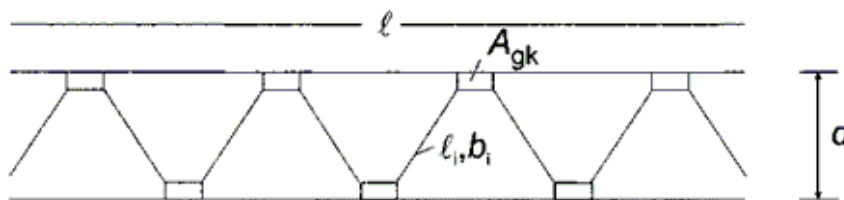
$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \quad (7.25) [7.25]$$

мұнда $c_{f,0}$ — бос шетінің ағуы жоқ торлы конструкциялар мен ағаштарды күшейту коэффициенті. Ол 7.33-7.35-суреттерінде ойықтылық коэффициенті ϕ (7.11(2) қар.) мен Рейнольдс санының Re функциясы ретінде көрсетілген;

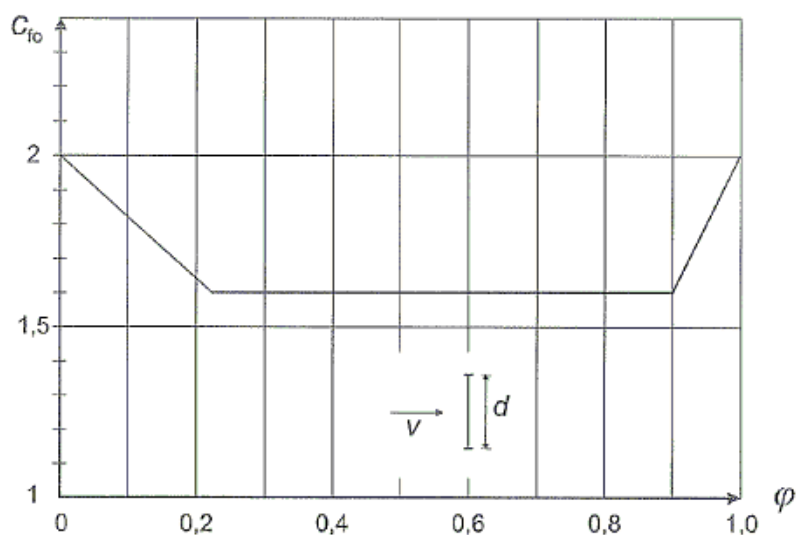
Re — сырықтың орташа диаметрінің b негізінде қабылданған Рейнольдс саны, ЕСКЕРТПЕ 1 қар.;

ψ_λ — 7.32-сурет бойынша l және $b = d$ енін қабылдаумен есептелінетін соңғы әсерді ескеретін коэффициент (7.13 қар.).

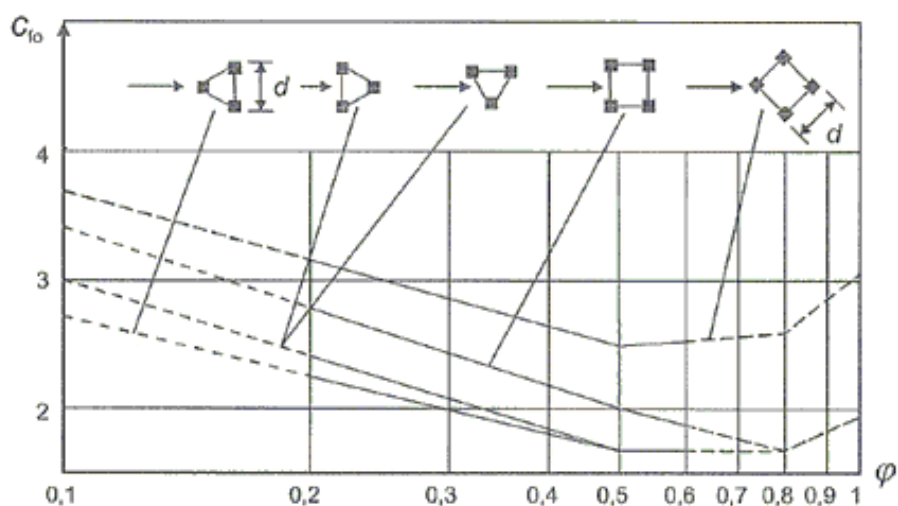
ЕСКЕРТПЕ 1 Сурет $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ кезінде Рейнольдс санына және 4.5 бойынша q_p базаланады.



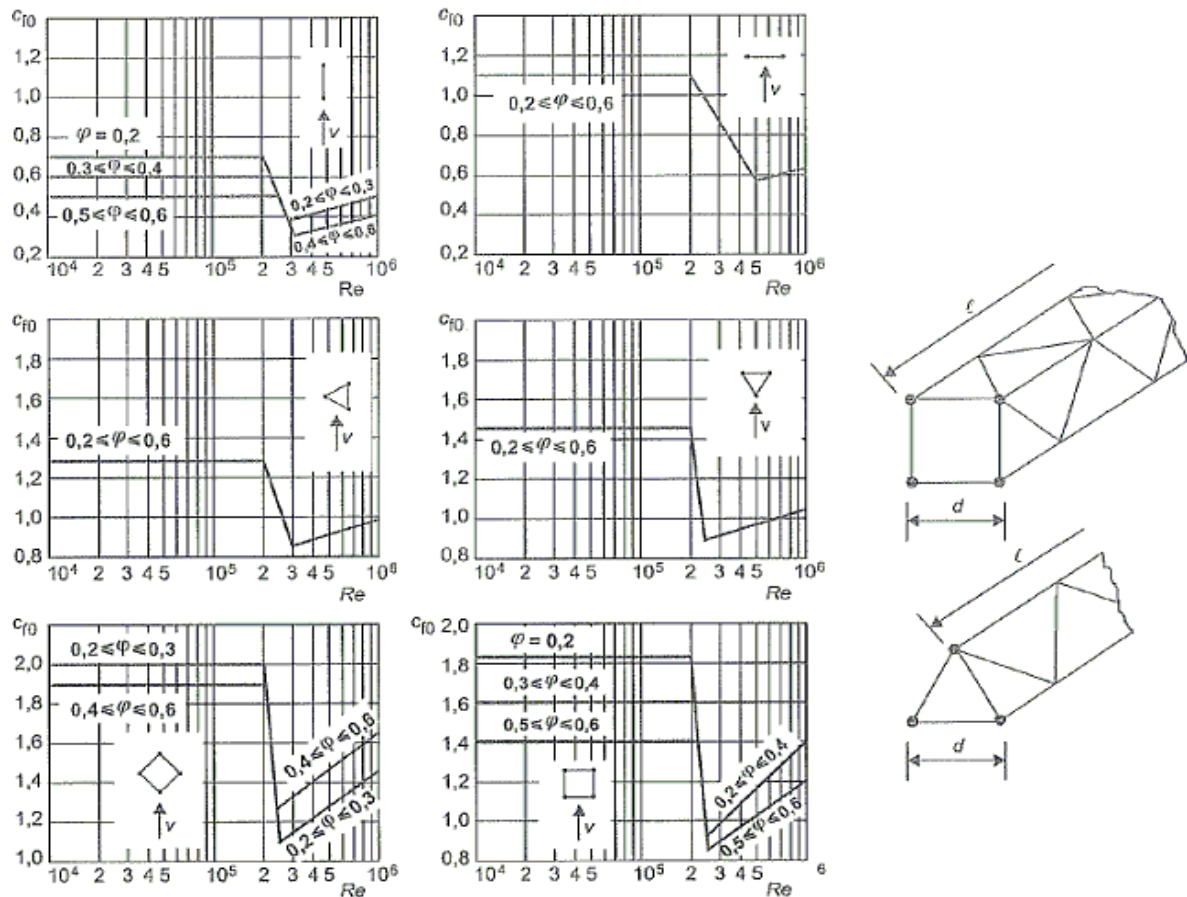
7.32 [7.32]-сурет – Торлы конструкциялар немесе ағаштар



7.33 [7.33]-сурет – Ойықтылық коэффициентіне φ байланысты үшкір ернеулері бар бұрыштық пішіннен алынған торлы конструкциялардың күшейту коэффициенті $C_{f,0}$



7.34 [7.34]-сурет – Ойықтылық коэффициентіне φ байланысты бұрыштық пішіннен және үшкір ернеулері бар бұрыштық пішіннен алынған кеңістіктік торлы конструкциялардың күшейту коэффициенті $C_{f,0}$



7.35 [7.35]-сурет – Жазық және дөңгелек көлденең қиысуы бар пішіннен алынған кеңістіктік торлы конструкцияларға арналған күшейту коэффициенті $c_{f,0}$

(2) Ойықтылық коэффициентін φ мына формула бойынша анықтау керек:

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.26)[7.26]$$

мұнда A — сырық проекцияларының және қарастырылатын жаққа проекцияланатын тораптық қаптамалардың аудандарының сомасы, $A = \sum_i b_i l_i + \sum_k A_{gk}$

Кеңістіктік торлы конструкцияларда жел жақты қарастыру керек;

A_c — конструкция контурларымен шектелген тік проекцияның ауданы, $A_c = d \cdot l$;

l — торлы конструкцияның ұзындығы;

d — торлы конструкцияның ені;

b_i, l_i — i жеке сырықтың ені мен ұзындығының проекциясы (7.32-суретті қар.);

A_{gk} — k тораптық қаптамасының ауданы.

(3) Базалық ауданды A_{ref} төмендегі формула бойынша анықтау керек:

$$A_{\text{ref}} = A. \quad (7.27) [7.27]$$

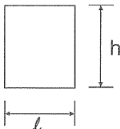
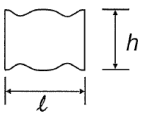
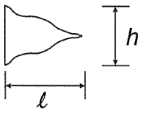
(4) Базалық биіктік z_e қарастыратын қиысудың жоғарғы белгісіне дейінгі биіктікке тең.

7.12 Жалаулар

(1) Жалауларға арналған күшейту коэффициенттері c_f мен базалық аудан A_{ref} 7.15-кестеде көрсетілген.

(2) Базалық биіктік z_e жер бетіндегі жалаудың жоғарғы белгісіне дейінгі биіктікке тең.

7.15-кесте – Жалауларға арналған күшейту коэффициенттері c_f

Жалаулар	A_{ref}	c_f
Барлық жағынан бекітілген жалаулар  Күш дұрыс бойынша жалаудың жазықтығына қарай әрекет етеді	hl	1,8
Бекітілмеген жалаулар a)  b)  Күш жалаудың жазығында әрекет етеді	hl $0,5hl$	$0,02 + 0,7 \cdot \frac{m_r}{\rho h} \cdot \left(\frac{A_{\text{ref}}}{h^2} \right)^{-1,25}$
мұнда m_r — жалау ауданының бірлігіне келетін масса; ρ — ауаның тығыздығы (7.1 қар.); z_e — жер деңгейіндегі жалаудың биіктігі. ЕСКЕРТПЕ Бекітілмеген жалауларға арналған формулаларда желбірету әсерінің (флаттердің) негізіндегі динамикалық күштер бар.		

7.13 Тиімді икемділік λ және шеткі әсерлерді ескеретін коэффициент ψ_λ

Қажетті жағдайларда тиімді икемділікке λ байланысты шеткі әсерлерді ескеретін коэффициентті анықтау керек.

ЕСКЕРТПЕ 7.6-7.12 тармақтардағы күшейту коэффициенттері $c_{f,0}$ жерден (негіздемеден) жойылған бос шеттердің ағуы жоқ конструкцияларды зерттеуге негізделеді.

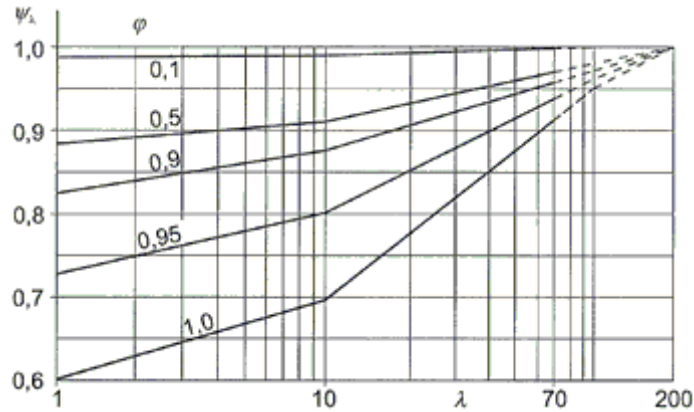
Шеттің маңайында желдің ағуы кезінде (шеттік әсер) конструкцияның қарсыластығын төмендету шеттік әсердің коэффициентімен суреттелінеді. 7.36-сурет пен 7.16-кесте әлсіз турбуленттік ағыстардағы өлшемдерге негізделеді.

Тиімді икемділік λ конструктивтік элементтің өлшемдеріне және оның жағдайына байланысты.

ЕСКЕРТПЕ Кепілдемелік λ мәндер 7.16-кестеде көрсетілген. Ойықтылықтың әртүрлі коэффициенттеріне φ арналған болжамды мәндер ψ_λ 7.36-суретте берілген.

7.16-кесте – Цилиндрлерге, көп бұрышты және тік бұрышты көлденең қиысуларға, тік жиектері бар конструктивтік элементтер мен торлы конструкцияларға арналған λ тиімді икемділіктің мәндері

№	Дұрыс бойынша сызбаның жазықтығына ағып келе жатқан ағыстың бағытындағы конструкцияның жағдайы	Тиімді икемділік λ
1		Көп бұрыштық, тік бұрышты көлденең қиысулар және үшкір ернеуі бар көлденең қиысулар үшін, сонымен қатар торлы конструкциялар үшін: $l \geq 50$ м, $\lambda = 1,4$ l/b немесе $\lambda = 70$ кезінде кіші мән анықтаушы болып табылады, $l < 15$ м, $\lambda = 2l/b$ немесе $\lambda = 70$ кезінде кіші мән анықтаушы болып табылады
2		Айналмалы цилиндрлер үшін: $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7$ l/b немесе $\lambda = 70$ кезінде кіші мән анықтаушы болып табылады, $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ немесе $\lambda = 70$ кезінде кіші мән анықтаушы болып табылады. Аралық мәндер сызықтық интерполяциямен қабылданады
3		Айналмалы цилиндрлер үшін: $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7$ l/b немесе $\lambda = 70$ кезінде кіші мән анықтаушы болып табылады, $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ немесе $\lambda = 70$ кезінде кіші мән анықтаушы болып табылады. Аралық мәндер сызықтық интерполяциямен қабылданады
4		$l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7$ l/b немесе $\lambda = 70$ кезінде үлкен мән анықтаушы болып табылады, $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ немесе $\lambda = 70$ кезінде үлкен мән анықтаушы болып табылады. Аралық мәндер сызықтық интерполяциямен қабылданады



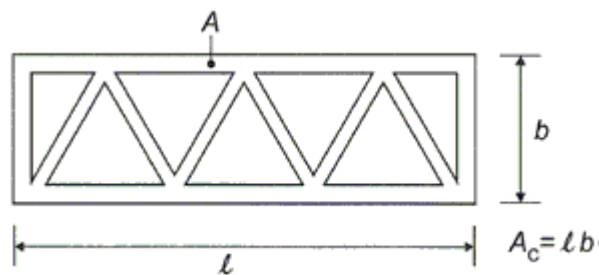
44 [7.36]-сурет – λ тиімді икемділікке қатысты және ойықтылықтың әртүрлі коэффициенттеріне φ арналған ψ_λ коэффициенті

(3) Ойықтылық коэффициентін φ төмендегідей анықтау керек (7.37-суретті қар.):

$$\varphi = \frac{A}{A_c} \quad (7.28) \quad [7.28]$$

мұнда A — бөлек конструктивтік элементтердің проекцияланатын аудандарының сомасы;

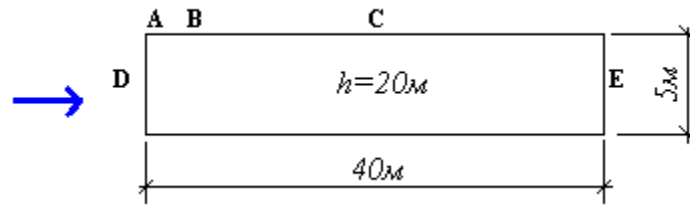
A_c — қоршау ауданы, $A_c = l \cdot b$.



7.37[7.37]-сурет – Ойықтылық коэффициенттерін φ анықтау

7-бөлімге берілген мысалдар

1-мысал. Ғимарат жоспарында тік бұрышты тік қабырғаларға түсетін жел жүктемесін анықтау

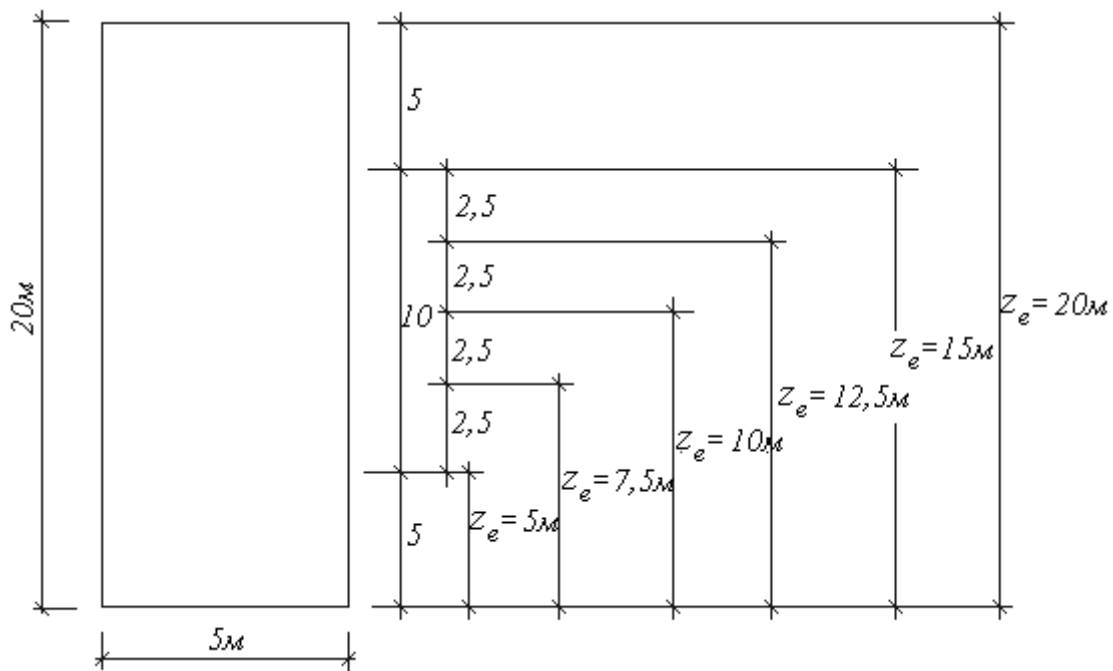


7.38-сурет – Ғимараттың жоспары

1. Сыртқы қысым. Желі бар жақ (D)

Шарты: $15 \times 20(h)$ м өлшемді қабырғаның сыртқы бетіне әсер ететін w_e жел қысымын анықтау.

Ғимаратты $h=20\text{м} > 2b=10\text{м}$ кезінде 7.2.2(1) әдістемесі бойынша z_e сыртқы қысымға арналған базалық биіктікке сәйкес келетін биіктік бойынша аймақтарға бөлеміз:



7.39-сурет – Базалық биіктікке сәйкес келетін аймақтар

Жел қысымы w_e (5.1) формуласы бойынша анықталады:

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe}$$

мұнда $q_p(z_e)$ — желдің жылдамдық ағысының шындық мәні $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$;

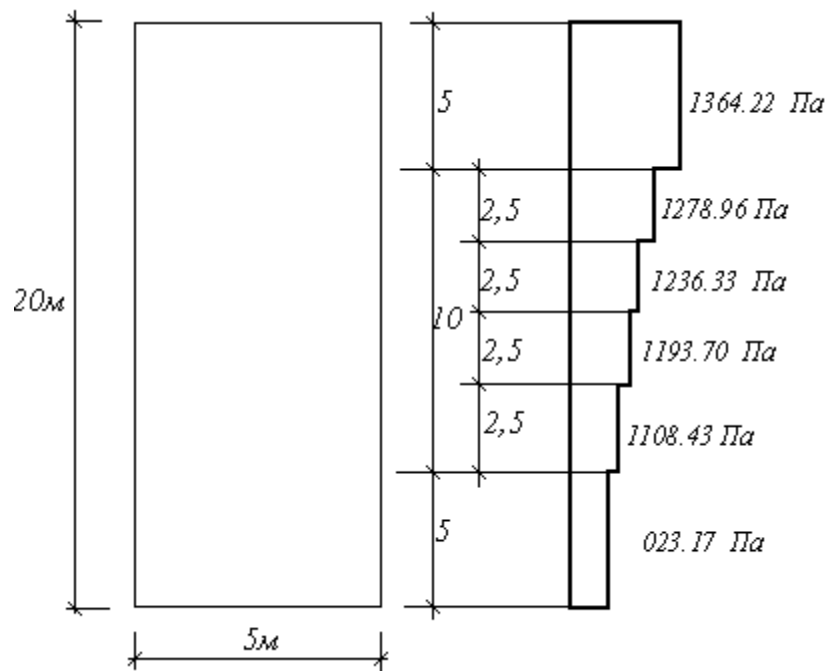
$c_{pe} — h/d=4c_{pe}=+0,8$ кезінде 7.1-кесте бойынша сыртқы қысымның аэродинамикалық коэффициенті.

Базалық жылдамдық ағысы $q_b=0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$ (Па). Жел жылдамдығының базалық мәні v_b 29,20 м/сек. (4.2-бөліміне берілген мысалды қар.) тең:

$$q_b=0,5 \cdot 1,25 \cdot 29,2^2=532,9 \text{ Па.} \quad (7.29)$$

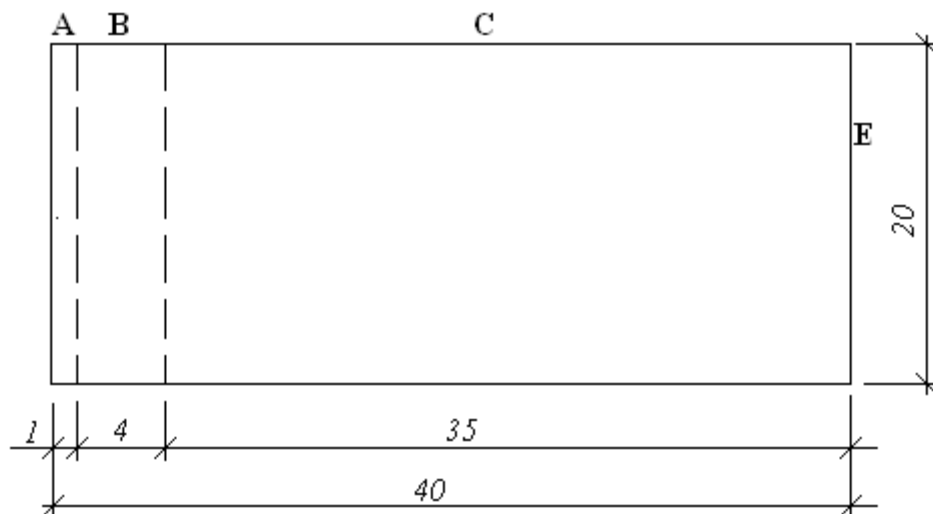
w_e жел қысымы төмендегілерге тең:

$z_e=5\text{м}$	$c_e(5)=2,4$	$w_e=0,8 \times 532,9 \times 2,4=1023,17\text{Па}$
$z_e=7,5\text{м}$	$c_e(7,5)=2,6$	$w_e=0,8 \times 532,9 \times 2,6=1108,43\text{Па}$
$z_e=10\text{м}$	$c_e(10)=2,8$	$w_e=0,8 \times 532,9 \times 2,8=1193,70\text{Па}$ (7.30)
$z_e=12,5\text{м}$	$c_e(12,5)=2,9$	$w_e=0,8 \times 532,9 \times 2,9=1236,33\text{Па}$
$z_e=15\text{м}$	$c_e(15)=3,0$	$w_e=0,8 \times 532,9 \times 3,0=1278,96\text{Па}$
$z_e=20\text{м}$	$c_e(20)=3,2$	$w_e=0,8 \times 532,9 \times 3,2=1364,22\text{Па}$



7.40-сурет – Жел қысымының эпюрасы

2. Сыртқы қысым. Бүйір тұстары



7.41-сурет – Аймақтарға бөлу схемасы

Ғимараттың базалық биіктігі ретінде $z_e=20\text{м}$ (7.2.2 Ескертпесін қар.) қабылдауға кепілдеме беріледі. Сыртқы қысымның коэффициенттері c_{pe} (7.2.2(2) қар.).

w_e жел қысымы төмендегілерге тең:

A	$c_{pe}=-1,2;$	$c_e(20)=3,2;$	$w_e=-1,2 \times 532,9 \times 3,2=-2046,34\text{Па}.$
B	$c_{pe}=-0,8;$	$c_e(20)=3,2;$	$w_e=-0,8 \times 532,9 \times 3,2=-1364,22\text{Па}.$
C	$c_{pe}=-0,5;$	$c_e(20)=3,2;$	$w_e=-0,5 \times 532,9 \times 3,2=-852,64\text{Па}.$ (7.31)
E	$c_{pe}=-0,7;$	$c_e(20)=3,2;$	$w_e=-0,7 \times 532,9 \times 3,2=-1193,70\text{Па}.$

3. Ішкі қысым

Доминанттық беттері жоқ ғимарат (7.2.9 (4) қар.). Ойық тегіс $\mu=0,4$. Ішкі қысымның аэродинамикалық коэффициентін c_{pi} 7.13-сурет бойынша анықтаймыз:

$$\begin{aligned} h/d &= 4; & c_{pi} &= 0,25 \\ h/d &= 0,5; & c_{pi} &= 0,25 \end{aligned}$$

Желі бар жақ (D):

$z_e=5\text{м}$	$c_e(5)=2,4$	$w_i=0,25 \times 532,9 \times 2,4=319,74\text{Па}$
$z_e=7,5\text{м}$	$c_e(7,5)=2,6$	$w_i=0,25 \times 532,9 \times 2,6=346,39\text{ Па}$
$z_e=10\text{м}$	$c_e(10)=2,8$	$w_i=0,25 \times 532,9 \times 2,8=373,03\text{ Па}$
		(7.32)
$z_e=12,5\text{м}$	$c_e(12,5)=2,9$	$w_i=0,25 \times 532,9 \times 2,9=386,35\text{ Па}$
$z_e=15\text{м}$	$c_e(15)=3,0$	$w_i=0,25 \times 532,9 \times 3,0=399,68\text{ Па}$

Бүйір тұстары (А,В,С):

$$z_e=20\text{м} \quad c_e(20)=3,2 \quad w_i=0,25 \times 532,9 \times 3,2=426,32 \text{ Па}$$

$$z_e=20\text{м} \quad c_e(20)=3,2 \quad w_i=0,25 \cdot 532,9 \times 3,2=426,32 \text{ Па}$$

(7.33)

Желі бар жақ Е:

$$z_e=20\text{м} \quad c_e(20)=3,2 \quad w_i=0,25 \cdot 532,9 \times 3,2=426,32 \text{ Па.}$$

(7.34)

2-мысал. F_w жел жүктемесін анықтау

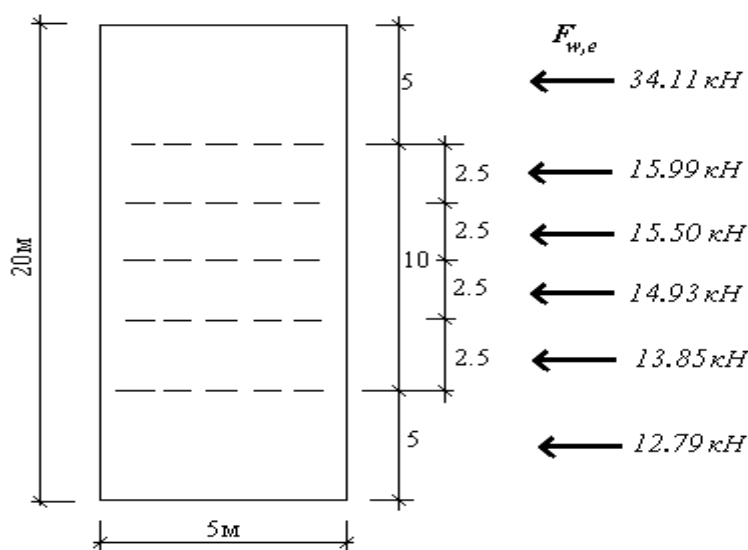
1. Сыртқы жел жүктемесі (46) формуласы бойынша анықталады:

$$F_{w,e} = c_s c_d \sum_{\text{бет}} w_e A_{ref},$$

мұнда A_{ref} — конструкцияның немесе конструктивтік элементтің жеке бетінің базалық ауданы;

$c_s c_d$ — $c_s c_d = 1$ (6.2 қар.) қабылданған конструктивтік коэффициент.

Желі бар жақ (D)



7.42-сурет – Шоғырландырылған жел жүктемелері

Бүйір тұстары:

A	$A_{ref} = 1 \times 20 = 20\text{м}^2;$	$F_{w,e} = -2046,34 \times 20 = -40,93 \text{ кН}$
B	$A_{ref} = 4 \times 20 = 80\text{м}^2;$	$F_{w,e} = -1364,22 \times 80 = -109,14 \text{ кН}$
C	$A_{ref} = 35 \times 20 = 700\text{м}^2;$	$F_{w,e} = -852,64 \times 700 = -596,85 \text{ кН}$ (7.35)
E	$A_{ref} = 5 \times 20 = 100\text{м}^2;$	$F_{w,e} = -1193,70 \times 100 = -119,37 \text{ кН}$

2. Ішкі жел жүктемесі (47) бойынша анықталады:

$$F_{w,i} = \sum_{\text{бет}} w_i \cdot A_{ref}$$

Желі бар жақ (D):

$$\begin{aligned} z_e=5\text{м} \quad A_{ref}=5 \times 5 &= 25\text{м}^2 F_{wi}=25 \times 319,74 = 7,99\text{кН} \\ z_e=7,5\text{м} \quad A_{ref}=5 \times 2,5 &= 12,5\text{м}^2 F_{wi}=12,5 \times 346,39 = 4,32\text{кН} \\ z_e=10\text{м} \quad A_{ref}=5 \times 2,5 &= 12,5\text{м}^2 F_{wi}=12,5 \times 373,03 = 4,66\text{кН} \\ z_e=12,5\text{м} \quad A_{ref}=5 \times 2,5 &= 12,5\text{м}^2 F_{wi}=12,5 \times 386,35 = 4,82\text{кН} \quad (7.36) \\ z_e=15\text{м} \quad A_{ref}=5 \times 2,5 &= 12,5\text{м}^2 F_{wi}=12,5 \times 399,68 = 4,99\text{кН} \\ z_e=20\text{м} \quad A_{ref}=5 \times 5 &= 25\text{м}^2 F_{wi}=25 \times 426,32 = 10,6\text{кН} \end{aligned}$$

Бүйір тұстары:

$$A \quad A_{ref}=1 \times 20 = 20\text{м}^2; \quad F_{w,e}=426,32 \times 20 = 8,53\text{кН}$$

$$B \quad A_{ref}=4 \times 20 = 80\text{м}^2; \quad F_{w,e}=426,32 \times 80 = 34,11\text{кН}$$

$$C \quad A_{ref}=35 \times 20 = 700\text{м}^2; \quad F_{w,e}=426,32 \times 700 = 298,42\text{кН} \quad (7.37)$$

$$E \quad A_{ref}=5 \times 20 = 100\text{м}^2; \quad F_{w,e}=426,32 \times 100 = 42,63\text{кН}$$

F_{fr} үйкеліс күші (5.7) формуласы бойынша анықталады:

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr} ,$$

мұнда c_{fr} — 7.10-кесте бойынша үйкеліс коэффициенті $c_{fr}=0.1$;
 A_{fr} — жел әрекетінің бағытына параллель сыртқы беттің ауданы.

$z_e=20\text{м}$ кезінде (1-мысалды қар):

$$q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 3,2 \times 532,9 = 1705,28\text{Па}$$

$$\begin{aligned} A \quad A_{fr}=20\text{м}^2; \quad F_{fr}=0,1 \times 1705,28 \times 20 &= 3,41\text{кН} \\ B \quad A_{fr}=80\text{м}^2; \quad F_{fr}=0,1 \times 1705,28 \times 80 &= 13,64\text{кН} \\ C \quad A_{fr}=700\text{м}^2; \quad F_{fr}=0,1 \times 1705,28 \times 100 &= 17,05\text{кН} \end{aligned} \quad (7.38)$$

3-мысал. Жабындағы жел қысымын анықтау

Шарты: Қалалық құрылыстың шегінде орналасқан ғимараттың екі илемдік жабынына (7.43-суретті қар.) түсетін жел қысымын анықтау. Жел жүктемесі бойынша II жел ауданы. Биік ($> 2h=18\text{м}$) жақын орналасқан ғимараттар жоқ.

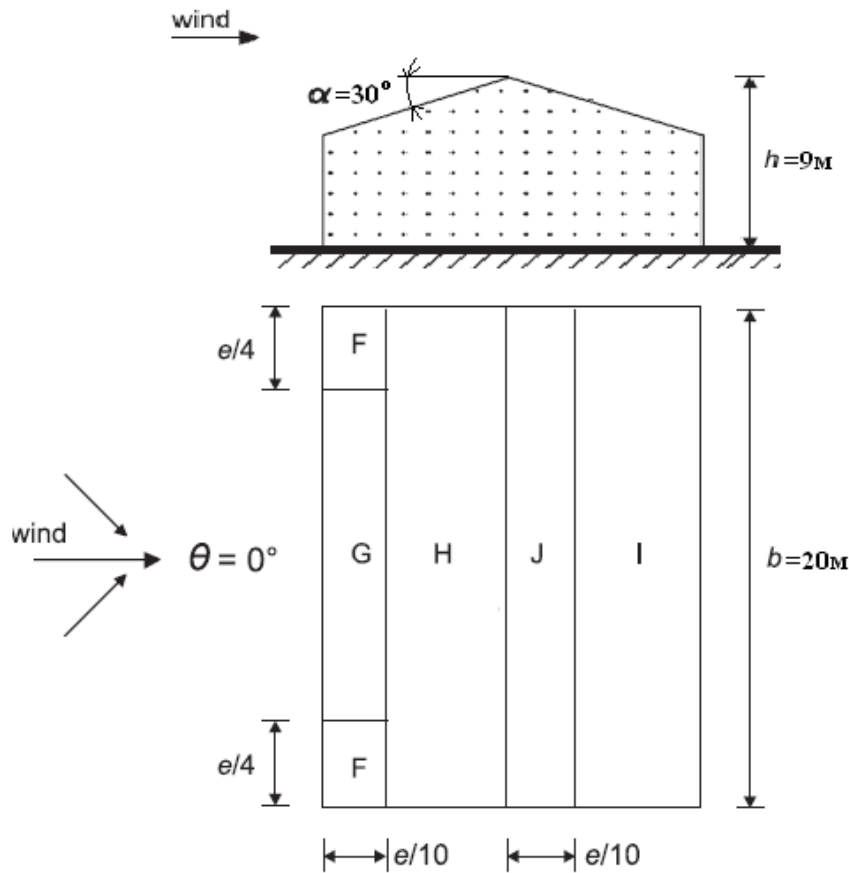
Жабын жазықтығын схемаға сәйкес төмендегідей бөлеміз:

$e=b$ немесе $2h$, кіші мән анықтамалық болып табылады. $e=9\text{м}$ қабылдаймыз.

Телімнің ауданы $F \quad A=9/4 \times 9/10 = 3,15\text{м}^2$ тең.

Жел қысымы: $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$.

Базалық биіктік $z_e h=9\text{м}$ тең, әрбір аймақ үшін сыртқы қысымның аэродинамикалық коэффициентін 7.4а-кесте бойынша қабылдаймыз, бұл жерде 7.2-суреттегі нұсқауларға сәйкес F аймағы үшін: $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \cdot \log_{10} A = -2 - (-2+1,1) \log_{10} 3,15 = -1,55$



7.43-сурет – Ғимараттың схемасы

[7.4а]-кестенің фрагменті

α еңісінің бұрышы	Ағып келе жатқан ағыстың бағытына арналған аймақ $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4

III жердің типі. Экспозиция коэффициенті $c_e(z)$ (4.5-суретті қар.):

$$c_e(9)=1.6$$

III жел ауданы үшін желдің базалық жылдамдығының негізгі мәні төмендегіге тең (4.2-бөліміне берілген мысалды қар.):

$$v_{b,o} = 40,49 \times (0,38)^{0,5} \times 1,17 = 29,20 \text{ м/сек.}$$

Желдің базалық жылдамдығының мәні:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,o} = 1 \times 1 \times 29,20 = 29,20 \text{ м/сек.}$$

Желдің жылдамдық ағысының шындық мәні:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,6 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 852,64 \text{ Па.}$$

Жел қысымы:

$$\begin{aligned} F \quad w_e &= -1,55 \times 852,64 = -1321,59 \text{ Па.} \\ G \quad w_e &= -0,80 \times 852,64 = -682,11 \text{ Па.} \\ H \quad w_e &= -0,80 \times 852,64 = -682,11 \text{ Па.} \\ I \quad w_e &= -0,60 \times 852,64 = -511,58 \text{ Па.} \\ J \quad w_e &= -0,80 \times 852,64 = -682,11 \text{ Па.} \end{aligned} \quad (7.39)$$

8 КӨПІРЛЕРГЕ ТҮСЕТІН ЖЕЛДІК ӘСЕР ЕТУ

8.1 Жалпы ережелер

(1) Осы бөлім тек қана 8.1-суретте көрсетілген тұрақты көлденең қиысулары бар және дара аралықты конструкциялары бар бір аралықты және көп аралықты көпірлерге таралады.

(2) Аралық конструкцияларға түсетін желдік жүктемелер 8.2 және 8.3, көпірдің тірегіне түсетін жүктемелер – 8.4 қарастырылады. Көпірдің әртүрлі элементтеріне түсетін желдік жүктемелерді жағымсыз әсер ету жағдайларында бір уақытта әрекет етушілер ретінде ескеру керек.

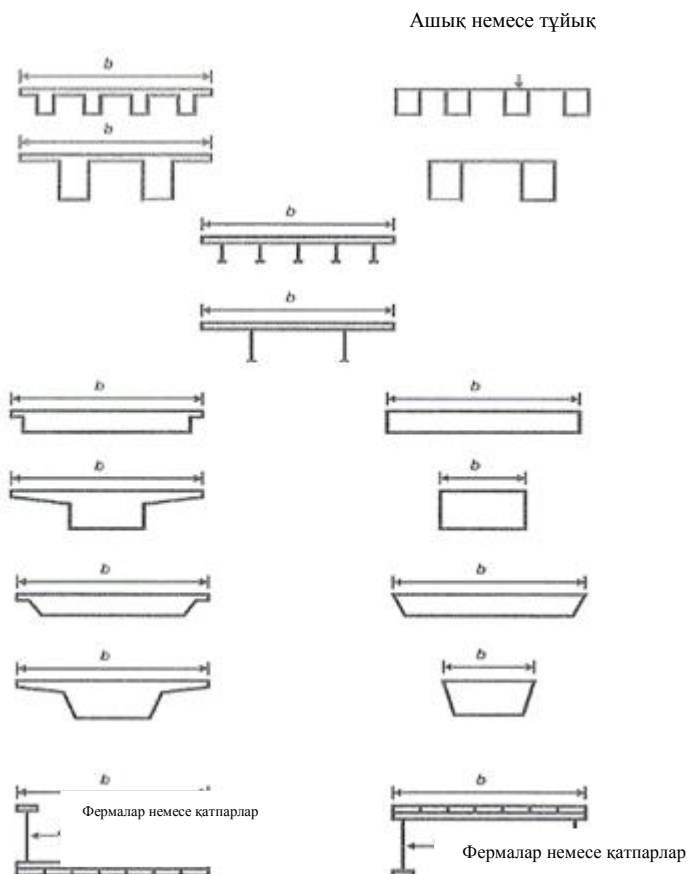
(3) Көпір конструкцияларына желдің әсер етуі 8.2-суретке сәйкес x , y және z бағыттарындағы күштерді шақырады.

Бұл жағдайда:

x бағыты — дұрыс бойындағы жабынға аралыққа қарай параллель;

y бағыты — аралықтың бойында;

z бағыты — жабынға перпендикуляр.



8.1 [8.1]-сурет – Көпірдің стандарттық аралық конструкцияларының көлденең қиысуларының мысалдары

x және y бағыттарындағы күштер әртүрлі бағыттағы желдік әсер етумен шақырылады және әдетте бір уақытта пайда болмайды. z бағытындағы күштер әртүрлі бағыттарда пайда болуы мүмкін, оларды, өз әрекетінің жағымсыз жағдайында, басқа бағыттағы күштермен бір уақытта әрекет етуші ретінде ескеру керек.

ЕСКЕРТПЕ Көпірлер үшін қолданылатын белгілеулердің жүйесінің 1.7 белгіленгеннен айырмашылығы бар. Көпірлердің конструкциялары үшін келесі белгілеулерді қолданады:

L — y бағытындағы ұзындық;

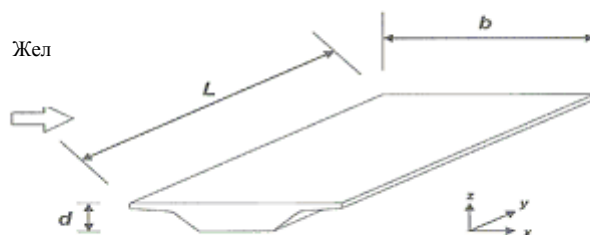
b — x бағытындағы ен;

d — z бағытындағы биіктік.

8.2-суретте берілген L , b және d өлшемдер келесі бөлімдерде толығырақ анықталған. 5-7-бөлімдерге сілтеме жасау кезінде b және d белгілеулерін сәйкесінше түзету керек.

(4) Қажеттілікке байланысты желдік әсер ету мен жол қимылын бір уақытта есептеудегі желден және көлік құралдарынан көпірге түсетін ілеспелі әсер етуді $\psi_c \cdot F_{wk}$ базалық жылдамдықтың негізгі мәнін $v_{b,0}$ $v'_{b,0}$ мәніне ауыстырып, F'_w мәнімен шектейді.

ЕСКЕРТПЕ Көпірдемелік мән $v'_{b,0}$ 23 м/с тең.



8.2[8.2]-сурет – Желдік әсер етудің көпірдің аралық конструкцияларына бағыттары

(5) Қажеттілікке байланысты желдік әсер ету мен темір жол қимылын бір уақытта есептеудегі (EN 1990 А қосымшасынан А.2.2.1 және А.2.2.2 қар.) желден және поездардан көпірге түсетін ілеспелі әсер етуді $\psi_c \cdot F_{wk}$ базалық жылдамдықтың негізгі мәнін $v_{b,0}$ $v''_{b,0}$ мәніне ауыстырып, F'_w мәнімен шектейді.

ЕСКЕРТПЕ Кепілдемелік мән $v''_{b,0}$ 25 м/с тең.

8.2 Жүйені есептеудің әдістерін таңдау

(1) Көпірлерді динамикалық әсер етуге есептеудің қажеттілігін бағалау керек.

ЕСКЕРТПЕ 1 Егер динамикалық есептеу талап етілмесе, $c_s c_d = 1,0$ мәнін қолдануға болады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Аралығының ені кемінде 40 м көпірдің жай жол және темір жолдық аралық конструкциялары үшін, әдетте, жүйенің динамикалық реакцияларының есебі талап етілмейді. Жай аралық конструкциялар түсінігімен болаттан, бетоннан, алюминий немесе ағаштан жасалған конструкциялар, сонымен қатар көлденең қиысуы 8.1-суреттегі формаларға сәйкес келетін қиыстырылған конструкциялар түсіндіріледі.

8.3 Күшейту коэффициенттері

(1) Егер парапеттер мен көпірлердің қоршауына арналған күшейту коэффициенттері ескермеуге болмайтын шамалардың қатарына жататын болса, оларды ескеру керек.

ЕСКЕРТПЕ Күшейту коэффициентінің кепілдемелік мәні 7,4 тең.

8.3.1 x бағытына күшейтудің коэффициенттері (жалпы әдіс)

(1) Көпірдің аралық конструкцияларына желдің күшейту әсерінің коэффициенттері x бағытында мынаған тең:

$$c_{f,x} = c_{fx,0}, (8.1) [8.1]$$

мұнда $c_{fx,0}$ — бас шеттерінің ағуы жоқ конструкцияларға арналған аэродинамикалық коэффициент (7.13 қар.).

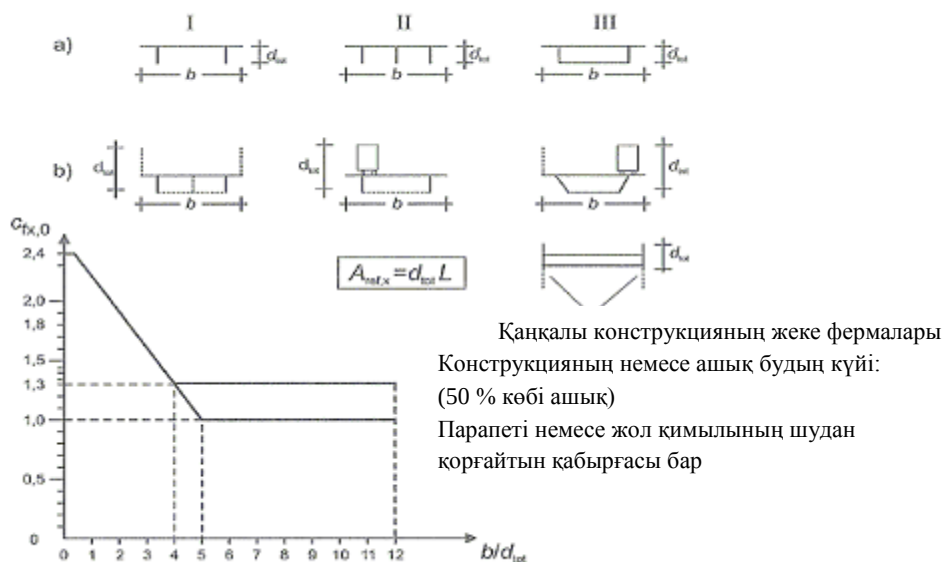
ЕСКЕРТПЕ 1 Әдетте, көпірлердің аралық конструкцияларының еркін ағатын элементтері болмайды, өйткені ағу кезінде ауытқу тек екі жақпен (аралық конструкцияның жоғарғы және төменгі жағы) шақырылады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Қарапайым көпірлер үшін $c_{fx,0} = 1,3$ қолдануға болады. Баламалық түрде 8.3-суреттен $c_{fx,0}$ мәнін қолдануға болады.

ЕСКЕРТПЕ 3 Егер ағып жатқан ағыстың еңісінің бұрышы 10° асып кетсе, онда аэродинамикалық коэффициент үшін арнайы зерттеулер талап етілуі мүмкін. Мұндай еңістің бұрышы көпірдің жел жағынан жердің еңісіне қосылуы мүмкін.

ЕСКЕРТПЕ 4 Егер бір жазықта екі бірдей ұқсас аралық конструкциялар орналасса және олар бойлық бағытта 1 м кем тесікпен бөлінген болса, онда желі бар жақтағы желдің күшін құрамды конструкция сияқты есептеуге болады. Басқа жағдайларда көпірдің конструкцияларының арасындағы өзара қатынасқа қатысты арнайы зерттеулердің болуы мақсатқа сай келеді.

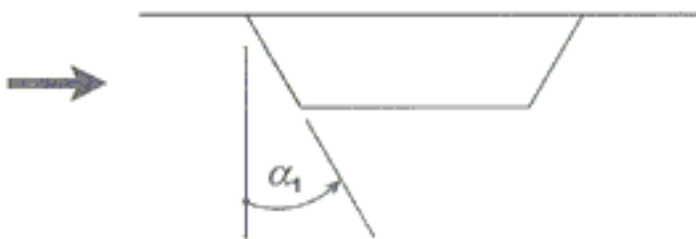
Көпірдің типі



8.3[8.3]-сурет – Көпірлерге арналған күшейту коэффициенттері $c_{fx,0}$

(2) Егер желдік әсер етудің бетінің 8.4-сурет бойынша тікке қарай еңісі бар болса, онда күшейту коэффициентін $c_{fx,0}$ еңіс бұрышының α әрбір градусына тікке қатысты 0,5 % азайтады, бірақ 30 % артық емес.

ЕСКЕРТПЕ Бұл төмендету 8.3.3. анықталғандай F_w шамасына қолданылмайды.



8.4[8.4]-сурет – Икемді беті бар жел әрекетінің бағытындағы көпірлер

(3) Егер көпірдің көлденең бағытта еңісі болса, онда $c_{fx,0}$ еңістің әрбір градусына 3 % ұлғайтады, бірақ 25 % аспауы керек.

(4) A_{ref} базалық аудан үшін көліктік құрамдассыз жүктемелердің үйлесімі үшін төмендегілерді қолданады:

а) жазық арқалықты жүйе түріндегі аралық конструкция үшін (8.5-суретті және 8.1-кестені қар.):

1) бас арқалықтың бет жағының көрінетін ауданының;

2) алдында шығып тұрған басқа бас арқалықтардың элементтерінің көрінетін ауданының;

3) бас арқалықтың бет жағынан шығып тұрған карниз элементтерінің, жаяу жолдардың немесе балластық жолдардың көрінетін ауданының;

4) тегіс қоршаулардың немесе 3) аймақтың астынан шығып тұратын шудан қорғайтын қабырғалардың көрінетін ауданының, не ондай элементтер жоқ болғанда, әрбір ашық парапет немесе қоршау үшін 0,3 м ауданның сомасын;

б) торлы ферма түріндегі аралық конструкция үшін:

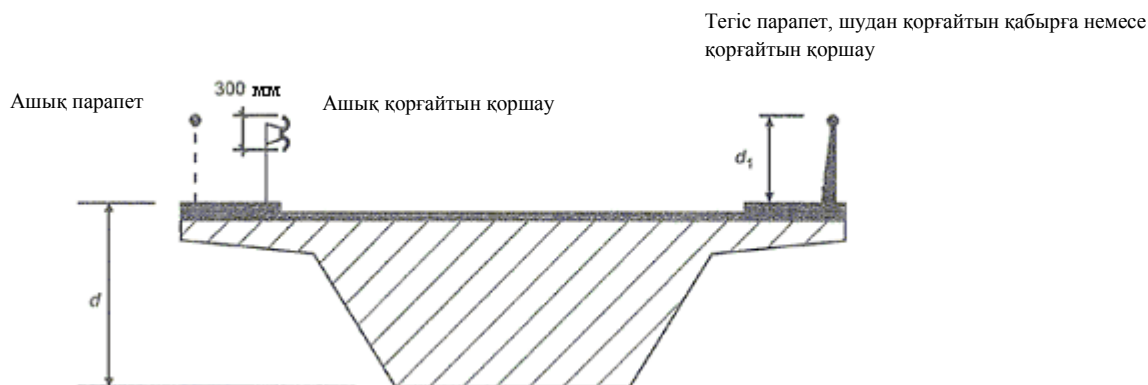
1) карниз элементтерінің, жаяу жолдардың немесе балластық жолдардың көрінетін ауданының;

2) ағу бағытына дұрыс бойынша орналасқан және 1) аймағының үстінен немесе астынан шығып тұратын торлы конструкцияның тегіс элементтерінің;

3) тегіс қоршаулардың немесе 1) аймақтың астынан шығып тұратын шудан қорғайтын қабырғалардың көрінетін ауданының, не ондай элементтер жоқ болғанда, әрбір ашық парапет немесе қоршау үшін 0,3 м ауданның сомасын.

Алайда суммарлық базалық аудан сондай биіктігі және жоғарыда аталған барлық аймақтары бар қарастыралатын жазық арқалықты жүйенің ауданынан аспауы керек;

с) құрылыс жұмыстары өндірісінің кезеңіне арналған бірнеше жазық арқалықты жүйе түріндегі аралықты конструкция үшін жол жабынының монтажына дейін екі бас арқалықтың көрінетін бетін қолданады.



8.5[8.5]-сурет – $A_{ref,x}$ арналған көлденең қиысудың қолданбалы биіктіктері

8.1-кесте – $A_{ref,x}$ арналған көлденең қиысудың қолданбалы биіктіктері

Өтпелі бөліктің қорғау жүйесі	Бір жақтан	Екі жақтан
Ашық парапет немесе ашық қорғау қоршауы	$d + 0,3 \text{ м}$	$d + 0,6 \text{ м}$
Жабық парапет немесе жабық қорғау қоршауы	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Ашық парапет және ашық қорғау қоршауы	$d + 0,6 \text{ м}$	$d + 1,2 \text{ м}$

(5) Жол қимылының жүктемелерінің үйлесімін есептеу кезінде базалық ауданды $A_{ref,x}$ а) 3) және 4) пен б) 3) көрсетілген аудандардың орнына келсі аудандарды қабылдай отырып, егер олар төмендегі бастапқы аудандардан асып кетпесе, (4) базалық аудан ретінде есептейді:

а) автожол көпірлеріне арналған қабылданатын тік көлік жүктемесінің жағдайына тәуелсіз ең жағымсыз ұзындықтағы өтпелі бөліктің үстінен 2 м биіктіктегі жол төсемі;

б) теміржол көпірлеріне арналған көпірдің барлық ұзындығы бойынша рельстердің үстінен 4 м биіктіктегі жол төсемі.

(6) z_e базалық биіктікке көпір астындағы жердің ең төменгі нүктесінен көпірдің аралық конструкциясының ортасына дейінгі қашықтықты қабылдайды. Көпірдің басқа элементтері (мысалы, парапеттер) ескерілмейді.

(7) Көлік құралдарының қимылының салдарынан болған қысымның әсер етуі осы стандарты қолдану саласына кірмейді. Поезддың қимылының салдарынан болған қысымның әсер етуін EN 1991-2 қар.

8.3.2 x бағытындағы күшейту – жеңілдетілген әдіс

(1) Көпір конструкциясының реакциясының динамикалық есебі талап етілмеген жағдайда, x бағытындағы желдің күшін төмендегі формула бойынша есептейді:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}, (8.2) [8.2]$$

мұнда v_b — жел жылдамдығының базалық мәні (4.2 (2) қар.);

C — жел жүктемесінің коэффициенті, мұнда $C = c_e c_{f,x}$,

c_e — 4.5 бойынша экспозиция коэффициенті,

$c_{f,x}$ — 8.3.1(1) бойынша;

$A_{ref,x}$ — 8.3.1 бойынша базалық аудан.

ЕСКЕРТПЕ C кепілдемелік мәндері 8.2-кестеде берілген.

8.2-кесте – Көпірлерге арналған C күшейту коэффициенттері

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ м	$z_e = 50$ м
$\leq 0,5$	5,7	7,1
$\geq 4,0$	3,1	3,8
ЕСКЕРТПЕ Осы кестеде берілген мәндер төмендегі рұқсаттарға негізделген: 8.2-кестесіне сәйкес жердің II типі; 8.3.1(1) сәйкес $c_{f,x}$ күшейту коэффициенті; $c_o = 1,0$; $k_i = 1,0$. b/d_{tot} және z_e аралық мәндерді сызықтық интерполяциямен анықтауға жол беріледі.		

8.3.3 z бағытындағы көпірдің аралық конструкцияларын желдік күшейту

(1) z бағытындағы желдің күшейту коэффициентін $c_{f,z}$ жоғары, сонымен қатар төмен жаққа (көтеру күшінің коэффициенті) бағытталғандай етіп орнатады. $c_{f,z}$ мәнін аралық конструкцияның тік тербелістерін есептеу үшін қолдануға болмайды.

ЕСКЕРТПЕ 1 $c_{f,z} = \pm 0,9$ мәнін қолдануға кепілдеме беріледі. Бұл мән аралық конструкцияның ықтимал көлденең еңісін, жердің ықтимал еңісін және ағып келе жатқан ағыстың еңіс бұрышының әсер етуін турбуленттілік негізінде ескереді.

$c_{f,z}$ баламалық түрде 8.6-сурет бойынша қолдануға болады. Осы жерде төмендегілерді ескеру керек:

— d_{tot} биіктігі аралық конструкцияның биіктігімен шектелуі керек, осы жерде жол қимылы мен көпірдің жабдығын ескермеуге болады;

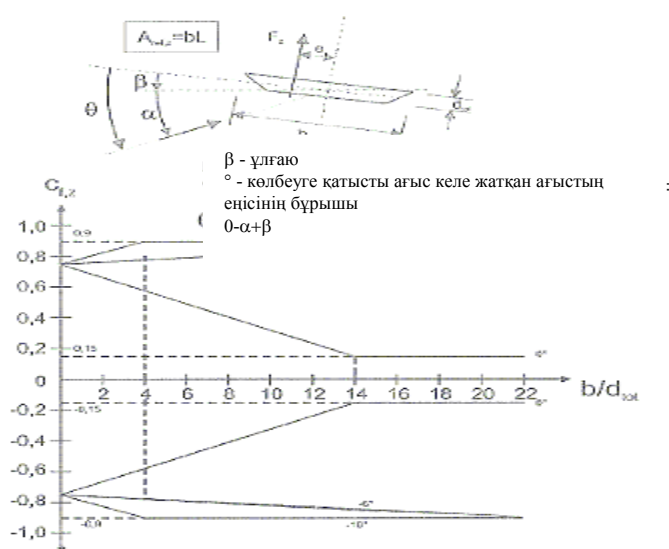
— жазық жерде ағып келе жатқан ағыстың бұрышының еңісі ретінде көлбеуге қатысты ағып келе жатқан ағыстың турбуленттілігінің салдары сияқты $\alpha \pm 5^\circ$ бұрышын қабылдайды. Осы жағдай, егер аралық конструкцияның биіктігі жер деңгейінен кемінде 30 м болса, сондай-ақ жоталы жерге де таралады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Тік күштің өзіндік салмақтан болатын жүктеме сияқты шамадағы тәртіпке жатқан жағдайында ғана мәні болады.

(2) $A_{ref,z}$ базалық аудан тік проекцияның ауданына сәйкес келеді (8.2-суретті қар.):

$$A_{ref,z} = bL. \quad (8.3) [8.3]$$

(3) Икемділіктің әсер етуі ескерілмейді.



8.6 [8.6]-сурет – Көлденең еңісі және ағып келе жатқан ағыстың бұрыштық бағыты бар көпірлерге арналған күшейту коэффициенттері

(4) Базалық биіктік $c_{f,x}$ (8.3.1(6) қар.) анықтаған кездегі биіктік сияқты.

(5) Эксорталық ретінде x бағытындағы күштер $e = b/4$ қолданады.

8.3.4 y бағытындағы көпірдің аралық конструкцияларын желдік күшейту

Қажеттілікке байланысты y бағытындағы желдің көлбеу күштерін де анықтайды.

ЕСКЕРТПЕ Жел күшінің кепілдемелік мәндеріне төмендегілер жатады:

- тұтас қабырғалары бар көпірлер үшін – x бағытындағы жел күшінің 25 %;

- торлы конструкциясы бар көпірлер үшін – x бағытындағы жел күшінің 50 %.

8.4 Көпірдің тіреулері

8.4.1 Желдің бағыты және есептік жағдайлар

(1) Көпірдің аралық конструкциялары мен күш түсетін тіреулерге желдік әсер етуді барлық конструкция үшін желдің ең үлкен жағымсыз бағытының есебімен есептейді.

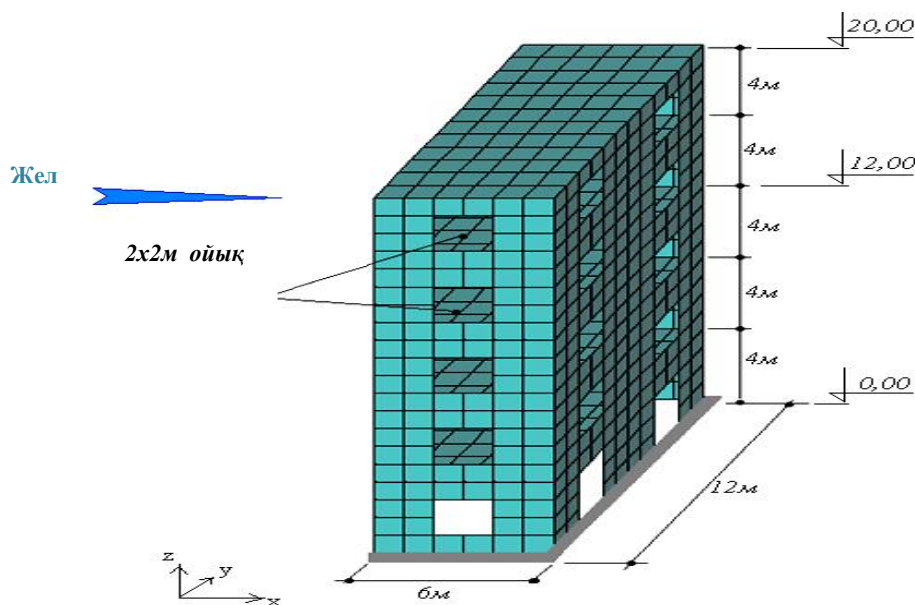
(2) Құрылыс жұмыстарының өндірісінің кезеңі үшін желдің әсер етуін, егер көлбеу беру немесе желдің күшін аралық конструкциялар арқылы қайта бөлу мүмкін емес болса, арнайы анықтайды. Егер құрылыс жұмыстарының өндірісінің кезеңі кезінде тіректер аралық конструкциялардың шығыңқы элементтерінен немесе қорама қалып элементтерінен жүктемелерді қабылдаса, онда мұндай элементтерге ықтимал асимметриялық желдік әсер етуді ескеру керек.

ЕСКЕРТПЕ Құрылыс жұмыстарының өндірісінің кезеңдері, әдетте, құрылыс жұмыстары аяқталғаннан кейін пайда болатын тұрақты есептік жағдайларға қарағанда, көпір тіректері мен аралық конструкциялар үшін аса қауіпті болады. Құрылыс жұмыстарының өндірісінің кезеңіндегі уақытша есептік жағдайларға арналған нормативтік мәндер EN 1991-1-6 Ағаштардың ықпал етуінде көрсетілген, 7.11 қар.

8.4.2 Көпір тіреулеріне желдің әсер етуі

(1) Көпір тіреулеріне желдің әсер етуі осы стандарта белгіленген әдіспен анықталады. Нәтижеленетін жүктемені есептеу кезінде 7.6, 7.8 немесе 7.9.2 шарттарын ескеру керек.

МЫСАЛ. 5-қабаттық ғимаратқа түсетін жел жүктемесін анықтау



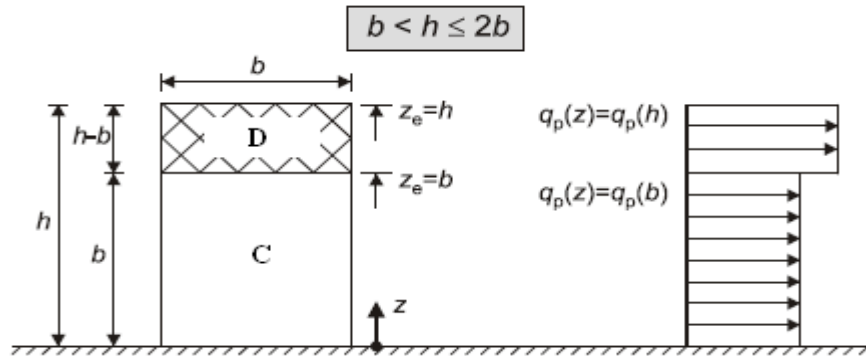
8.7-сурет – Ғимараттың схемасы

Ғимарат қала құрылысының шегінде орналасқан, жердің IV типі, III жел ауданы.

X осі бойынша желдің бағыты кезіндегі жел қысымын анықтау.

Ғимаратты аймақтарға бөлеміз.

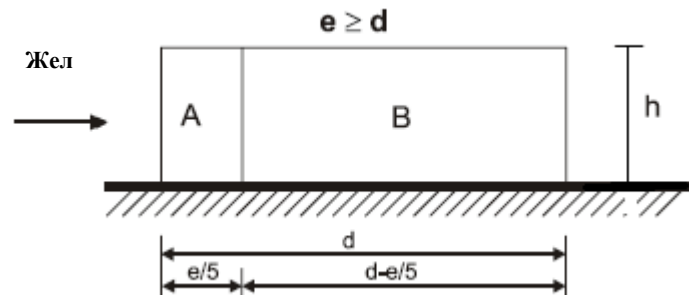
Биіктік бойынша бөлу: $h=20\text{м}$, $b=12\text{м}$, $d=6\text{м}$. $b < h < 2b$. $z_e=h=20\text{м}$, $z_e=b=12\text{м}$.



8.8-сурет – Биіктік бойынша бөлудің схемасы (7.4-суретті қар.)

Сонымен, биіктік бойынша екі аймақ: 1-аймақ 0,00 белгісінен 12,00 белгісіне дейін, 2-аймақ 12,00 белгісінен 20,00 белгісіне дейін.

- 1) Ені бойынша бөлу: $e=b$ немесе $2h$, кіші мән анықтаушы болып табылады. $e=12\text{м}$ қабылдаймыз.



8.9-сурет – Ені бойынша бөлудің схемасы (7.4-суретті қар.)

A аймақтың ені $e/5=12/5=2,4\text{м}$, B аймақтың ені – 3.6м.

Жердің III типі үшін: $z_0=0,3\text{м}$; $z_{min}=5\text{м}$; $c_r(z)=k_r \cdot \ln(z/z_0)$;

$$k_r=0,19 \times (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215.$$

Бұдырлықтың есебімен желдің орташа жылдамдығы:

$$Az_e=20\text{м} c_r(20)= 0,215 \times \ln(20/0,3)=0,90 \quad v_m(20)=0,90 \times 29,20 = 26,28\text{м/сек}.$$

$$\begin{aligned}
Bz_e &= 20mc_r(20) = 0,215 \times \ln(20/0,3) = 0,90 v_m(20) = 0,90 \times 29,20 = 26,28 \text{ м/сек.} \\
Cz_e &= 12mc_r(12) = 0,215 \times \ln(12/0,3) = 0,79 v_m(12) = 0,79 \times 29,20 = 23,07 \text{ /сек.} \\
Dz_e &= 20mc_r(20) = 0,215 \times \ln(20/0,3) = 0,90 v_m(20) = 0,90 \times 29,20 = 26,28 \text{ м/сек.}
\end{aligned} \quad (8.4)$$

Сыртқы жел қысымы

Жылдамдық ағысының шындық мәні:

$$\begin{aligned}
Az_e &= 20mc_e(20) = 2,2 \quad q_p(20) = 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{ Па} \\
Bz_e &= 20mc_e(20) = 2,2 \quad q_p(20) = 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{ Па} \\
Cz_e &= 12mc_e(12) = 1,8 \quad q_p(12) = 1,8 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 959,22 \text{ Па} \\
Dz_e &= 20mc_e(20) = 2,2 \quad q_p(20) = 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{ Па} \\
Ez_e &= 20mc_e(20) = 2,2 \quad q_p(20) = 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{ Па}
\end{aligned} \quad (8.5)$$

Сыртқы жел қысымы w_e :

$$\begin{aligned}
A \quad c_{pe} &= -1,20 \quad w_e = -1,20 \times 1172,38 = -1,41 \text{ кПа} \\
B \quad c_{pe} &= -0,80 \quad w_e = -0,80 \times 1172,38 = -0,94 \text{ кПа} \\
C \quad c_{pe} &= 0,80 \quad w_e = 0,80 \times 959,22 = 0,77 \text{ кПа} \\
D \quad c_{pe} &= 0,80 \quad w_e = 0,80 \times 1172,38 = 0,94 \text{ кПа} \\
E \quad c_{pe} &= -0,67 \quad w_e = -0,67 \times 1172,38 = -0,79 \text{ кПа тең.}
\end{aligned} \quad (8.6)$$

Ішкі жел қысымы

Ғимараттың доминанттық беттері жоқ (7.2.9 (4) бөлімін қар.). Ойық тегіс:

$$\mu = \frac{c_{re} \leq 0 \text{ кездегі ойықтардың ауданы}}{\text{Барлық ойықтардың ауданы}} = \frac{22}{34} = 0.647.$$

Ішкі қысымның аэродинамикалық коэффициентін c_{pi} 21-сурет бойынша анықтаймыз:

$$\mu = 0,647 \text{ және } h/d = 20/6 > 1,0 \text{ кезінде } c_{pi} = -0,10 \quad (8.7)$$

Ішкі жел қысымы:

$$w_i: c_e = 2,2; w_i = -0,1 \times 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = -117,24 \text{ Па тең} \quad (8.8)$$

Ғимаратты есептеудің нәтижелері
(ПК Лира)

Негізгі схемаға келетін суммарлық тораптық жүктемелер

X	Y	Z	UX	UY	UZ	
1-	0.0	0.0	8.888+2	0.0	0.0	0.0
2-	-3.131+1	0.0	0.0	0.0	1.040-1	0.0

ЕСКЕРТПЕ 1-жолда – тұрақты жүктемелерден болатын жүктемелер; 2-жолда – желдік әсер етуден болатын жүктемелер.

ТЕРБЕЛІСТІҢ ӨЗІНДІК МӘНДЕРІ, ЖИЛІКТЕРІ, КЕЗЕҢДЕРІ

=====							
:N	: ӨЗІНДІК	: Ж И І Л І К Т Е Р	: КЕЗЕҢДЕР	: БӨЛУ	: МОДАЛДЫҚ		
: П/П:	МӘНДЕР	:-----	:-----	: КОЭФФИЦИЕНТІ	: МАССАСЫ		
:	:	: РАД/С	: ГЦ	: С	:	: В %	

1	0.080830	12.37	1.97	0.5076	8.023110	26.5	26.5
2	0.065200	15.34	2.44	0.4095	8.206077	27.7	54.2
3	0.052766	18.95	3.02	0.3314	-0.000000	0.0	54.2
4	0.026143	38.25	6.09	0.1642	3.324915	4.5	58.7
5	0.021939	45.58	7.26	0.1378	3.031732	3.8	62.5
6	0.017621	56.75	9.04	0.1107	-0.000005	0.0	62.5

А [А] ҚОСЫМШАСЫ

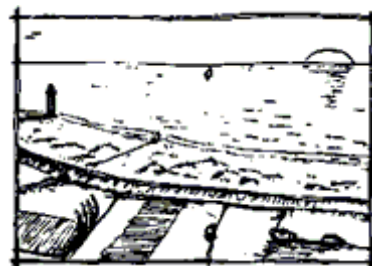
(міндетті)

Жердің бұдырлығы мен орографиясының әсер етуі

А.1 Жердің максималдық бұдырлығының әртүрлі типтерін графикалық ұсыну

Жердің 0 типі

Теңіздер немесе теңіздердің ашық жағалаулары



Жердің I типі

Көлдер немесе бөгеті жоқ шамалы өсімдіктері бар жазық жер



Жердің II типі

Шөп сияқты аласа өсімдіктері бар және арасындағы қашықтық олардың биіктіктерінің 20 еселік мәндерінен кем емес бөлек тұрған кедергілермен (ағаштармен, ғимараттармен) оқшауланған ашық жер



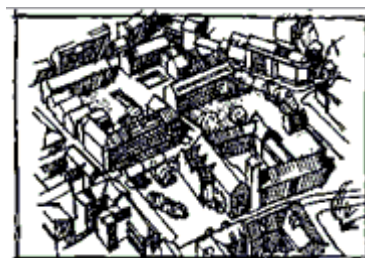
Жердің III типі

Тегіс өсімдіктері немесе ғимараттары, не арасындағы қашықтық олардың биіктіктерінің 20 еселік мәндерінен аспайтын кедергілері (ауылдар, қала маңы аймақтары, кеңінен жайылған орман массивтері) бар жер



Жердің IV типі

Олардың шегінде, кем дегенде, 15 % беті биіктігі 15 м асатын ғимараттармен жабылған аумақтар



A.2 Жердің 0, I, II, III және IV типтері арасындағы өткелдер

(1) Өртүрлі бұдырлығы бар аймақтардың арасындағы өткелдерді q_p және $C_s C_d$ есептеу кезінде ескереді.

ЕСКЕРТПЕ Кепілдемелік екі әдіс:

Бірінші әдіс.

Егер ғимарат жер бұдырлығының өзгеру орнының маңайында:

- жердің 0 типінен кемінде 2 км;
- жердің I – III типінен кемінде 1 км қашықтықта болса,

онда желі бар жақтың бағытына қарай жердің аз бұдырлығын қолданады.

Негізгі беттен айырмашылығы бар бұдыр кішігірім аймақтарды (басқа жағдайларда есептейтіндерден кемінде 10 % аудандық) ескермеуге болады.

Екінші әдіс:

а) ескерілуі қажет құйлатын секторларда жел жақтың бағытындағы жердің бұдырлығын анықтау;

б) әрбір сектордағы ғимарат пен бұдырлықтың өзгеретін жерінің арасындағы x қашықтықты анықтау;

с) егер ғимарат пен тегіссіздіктің ауысу аймағының арасындағы x қашықтық А.1-кестеде көрсетілген мәндерден аз болса, онда қарастырылатын сектордағы тегіссіздік үшін аз мән қолданылады. Егер x қашықтық А.1-кестеде көрсетілген мәндерден үлкен болса, онда тегіссіздік үшін үлкен мән қолданылады.

Негізгі беттен айырмашылығы бар бұдыр кішігірім аймақтарды (басқа жағдайларда есептейтіндерден кемінде 10 % аудандық) ескермеуге болады.

Егер А.1-кестеде x қашықтық көрсетілмесе немесе биіктік 50 м асып кетсе, онда аз бұдырлық қолданылады.

z биіктігінің аралық мәндері үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі.

Жердің нақты типінде орналасқан ғимаратты, егер ол А.1-кестеде анықталған шектерден шықпайтын қашықтықта орналасқан болса, жердің аз бұдырлығын қолдану арқылы есептеуге болады.

А.1-кесте – x қашықтығы

Биіктік z , м	I және II аймақ арасындағы, км	I және III аймақ арасындағы, км	II және III аймақ арасындағы, км	II және IV аймақ арасындағы, км	III және IV аймақ арасындағы, км
5	0,50	5,00	0,30	2,00	0,20
7	1,00	10,00	0,50	3,50	0,35
10	2,00	20,00	1,00	7,00	0,70
15	5,00		3,00	20,00	2,00
20	12,00		7,00		4,50
30	20,00		10,00		7,00
50	50,00		30,00		20,00

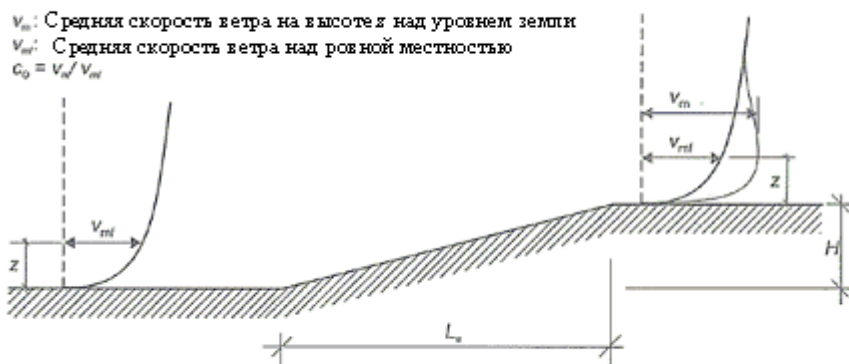
А.3 Орографиялық коэффициенттердің сандық есебі

(1) Оқшауланған биіктіктерде (төбелерде), таулы жоталарда немесе жартастарда және беткейлерде ағып келе жатқан ағыстың бағытындағы жер еңісіне $\Phi = H/L_u$ байланысты желдің әртүрлі жылдамдықтары пайда болады. Бұл жағдайда А.1-суретте көрсетілгендей H биіктікті, ал L_u — нақты ұзындықты көрсетеді.

(2) Жел жылдамдығының ең үлкен өсуі баурайдың ұшында болады және c_o орографиялық коэффициентімен суреттелінеді (А.1-суреті қар.). Баурай 4.4(1) сипатталынғандай турбуленттіліктің стандарты ауытқуына елеулі әсер етпейді.

ЕСКЕРТПЕ Турбуленттіліктің қарқындылығы жел жылдамдығының өсуімен төмендейді, ал стандарты ауытқу, керісінше, өзгермейді.

v_m : жер деңгейінен z биіктіктегі желдің орташа жылдамдығы
 v_{mf} : тегіс жердің үстіндегі желдің орташа жылдамдығы
 $c_o = v_m/v_{mf}$



А.1-сурет – Баурайда жел жылдамдығының ұлғаюының мысалы

(3) $c_0(z) = v_m/v_{mf}$ орографиялық коэффициенті окшауланған таулар немесе баурайлар (төбелі жерлер немесе таулы аудандар үшін емес) үшін желдің орташа жылдамдығының өсуін сипаттайды. Ол таудың немесе баурайдың табанындағы жел жылдамдығына жатады. Орографияның ықпал етуін төмендегі жағдайларда ескеру керек:

а) төбелердің немесе таулы жоталардың желді баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $0,05 < \Phi \leq 0,3$ және $|x| \leq L_u/2$ болса;

б) төбелердің немесе таулы жоталардың желді баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $\Phi < 0,3$ және $|x| < L_d/2$ болса;

— егер $\Phi \geq 0,3$ және $|x| < 1,6H$ болса;

с) жартастардың желді баурайлары немесе тік баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $0,05 < \Phi \leq 0,3$ және $|x| \leq L_u/2$ болса;

д) жартастардың желді баурайлары немесе тік баурайлары бар жерлер үшін:

— егер $\Phi < 0,3$ және $|x| < 1,5L_e$ болса;

— егер $\Phi \geq 0,3$ және $|x| < 5H$ болса;

c_0 келесідей анықталады:

$$c_0 = 1 \quad \Phi < 0,05 \text{ үшін}; \quad (\text{A.1})$$

$$c_0 = 1 + 2s\Phi \quad 0,05 < \Phi < 0,3 \text{ үшін}; \quad (\text{A.2})$$

$$c_0 = 1 + 0,6s \quad \Phi > 0,3 \text{ үшін}, \quad (\text{A.3})$$

мұнда s — А.2 немесе А.3-сурет бойынша жел жақтың проекциясының тиімді ұзындығына L_e қатысты локалдық орографиялық коэффициент;

Φ — дұрыс бойынша жел әрекетінің бағытына қарай еңіс (А.2 және А.3-суреттерді қар.);

L_e — А.2-кесте бойынша жел жақтың проекциясының тиімді ұзындығы;

L_u — жел жақтың проекциясының нақты ұзындығы (көлбеуге проекция);

L_d — жел жақтың проекциясының нақты ұзындығы;

H — жер биіктігінің құламасының тиімді биіктігі;

x — жердің қарастырылатын және ең биік нүктелерінің арасындағы көлбеу қашықтық;

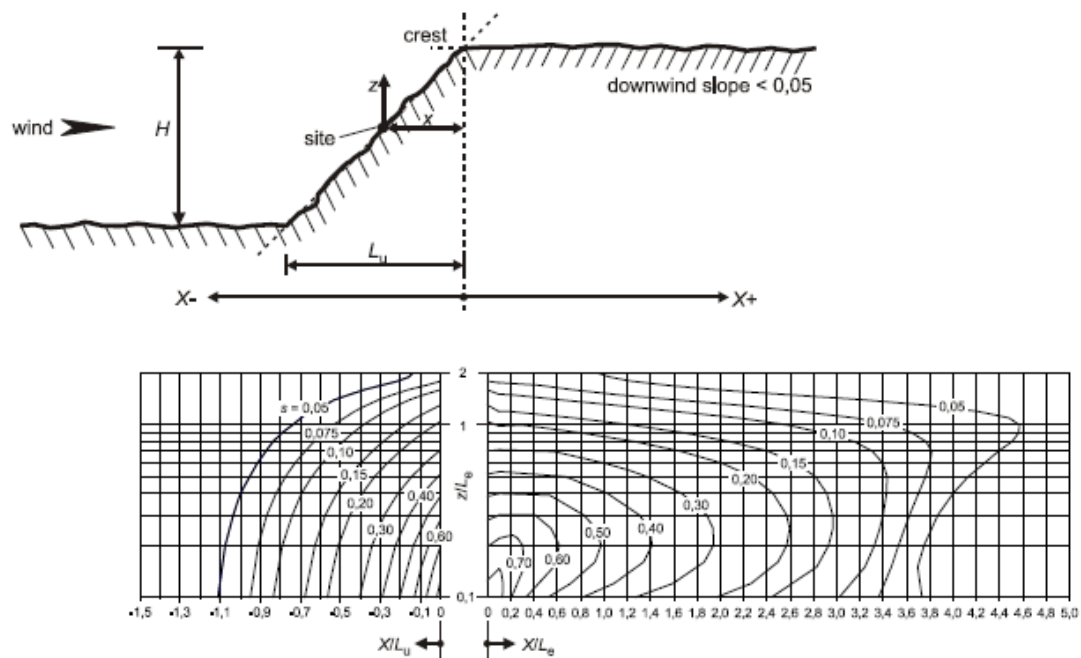
z — жер деңгейінен тік қашықтық.

А.2-кесте – L_e тиімді ұзындықтың мәндері

Баурайдың типі ($\Phi=H/L_u$)	
Жазық ($0,05 < \Phi \leq 0,3$)	Тік ($\Phi > 0,3$)
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

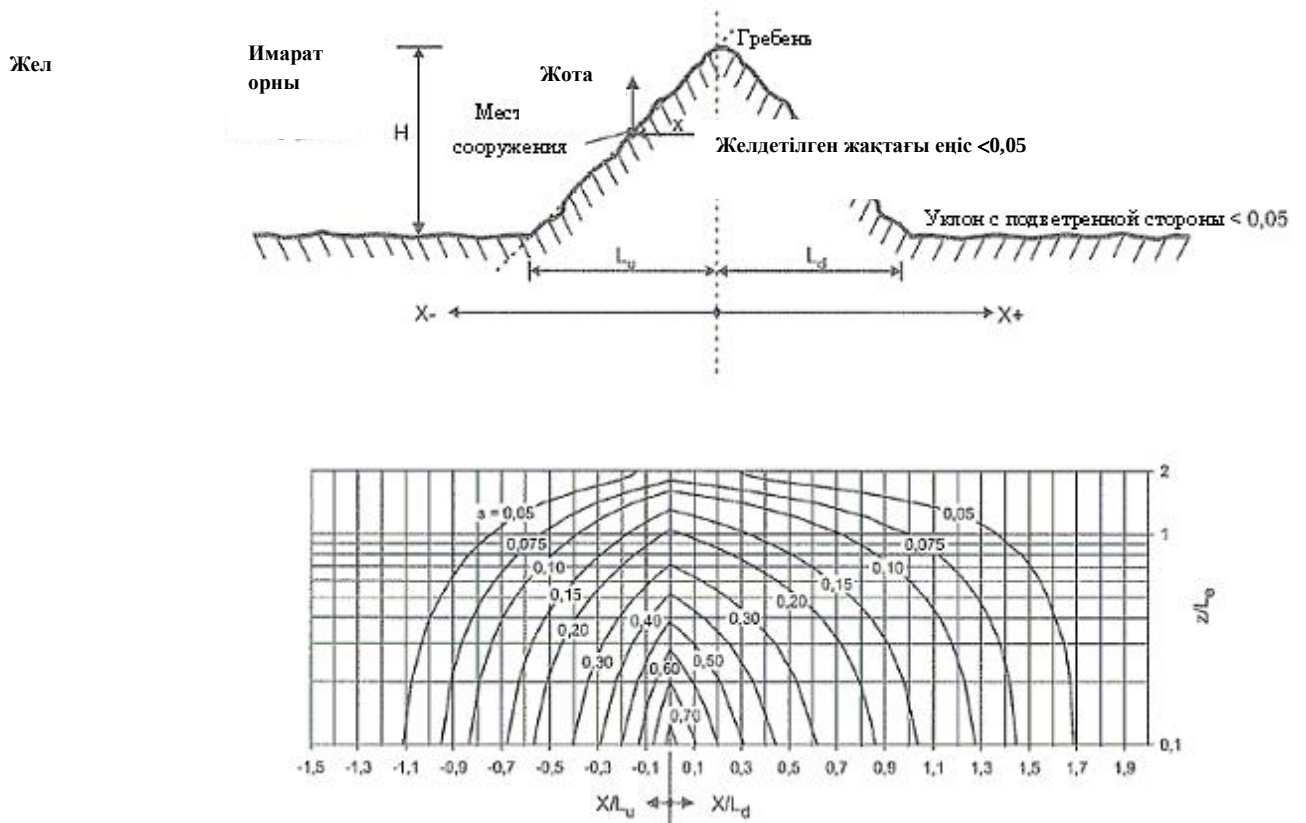
ЕСКЕРТПЕ А.2 және А.3-суреттеріндегі есептік диаграммалар жоғарыда анықталған қолдану диапазонынан асады. Орографияның ықпал етуін осы диапазоннан тыс есептеу міндетті емес.

(4) Алқаптарда, егер диффузирлеу әсерімен пайда болған жылдамдатуды болдырмау мүмкін болса, 1,0 тең $c_0(z)$ коэффициентін орнатуға жол беріледі. Ақаптарда орналасқан имараттарға немесе осындай алқаптарды жауып тұратын көпірлер үшін жел жылдамдығының ұлғаюын есептеудің қажеттілігін тексеру керек.



А.2-сурет – Жартастардың баурайларына немесе тік баурайларға арналған s коэффициенті

(5) (А.4) – (А.7) және (А.11) формулалары орографиялық коэффициентті есептеу үшін қолданыла алады. Өйткені бұл формулалар эмпириялық жолмен алынған, ал пайдаланылатын параметрлер берілген шектерде тұрғандығы өте маңызды, себебі кері жағдайда қате нәтижелер бой алуы мүмкін.



А.3-сурет – Тауларға немесе таулы жоталарға арналған s коэффициенті

а) Кез-келген орография кезіндегі желді аймақ (А.2 және А.3-суреттерін қар.)

Көрсетілген аймақтарда $-1,5 \leq \frac{X}{L_u} \leq 0$ и $0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$

$$s = Ae^{\left(\frac{B \cdot X}{L_u}\right)} \text{ қолданылады} \quad (\text{А.4})$$

$$\text{мұнда } A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124; \quad (\text{A.5})$$

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,0577 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 2,6456. \quad (\text{A.6})$$

$\frac{X}{L_u} < -1,5$ или $\frac{z}{L_e} > 2$ үшін $s = 0$ қолданылады.

б) бөктердің немесе тік бөктердің желді аймағы (А.2-суретті қар.)

Көрсетілген аймақтарда $-0,1 \leq \frac{X}{L_u} \leq 3,5$ и $0,1 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$

$$s = A \cdot \left(\log \left[\frac{X}{L_e}\right]\right)^2 + B \cdot \left(\log \left[\frac{X}{L_e}\right]\right) + C \text{ қолданылады} \quad (\text{A.7})$$

$$\text{мұнда } A = -1,3420 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8222 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,4609 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e}\right] - 0,0791; \quad (\text{A.8})$$

$$B = -1,0196 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8910 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,5343 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e}\right] - 0,1156; \quad (\text{A.9})$$

$$C = 0,8030 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^3 + 0,4236 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e}\right]\right)^2 - 0,5738 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e}\right] + 0,1606. \quad (\text{A.10})$$

$0 \leq \frac{X}{L_e} \leq 0,1$ аймақтарында мәндер арасында $\frac{X}{L_e} = 0$ ($s = A$ (А.5) формуласындағы) және

$\frac{X}{L_e} = 0,1$ үшін интерполяция жүргізіледі.

$\frac{z}{L_e} < 0,1$ кезінде $\frac{z}{L_e} = 0,1$ мәнін қабылдайды.

$\frac{z}{L_e} < 3,5$ немесе $\frac{z}{L_e} > 2,0$ кезінде $s = 0$ қабылдайды.

с) төбелердің немесе таулы жоталардың желді аймағы (А.3-суретті қар.)

Көрсетілген аймақтарда $0 \leq \frac{X}{L_d} \leq 2,0$ и $0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$

$$s = Ae^{\left(\frac{B \cdot X}{L_d}\right)} \text{ қолданылады} \quad (\text{A.11})$$

$$\text{мұнда } A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) + 1,0124; \quad (\text{A.12})$$

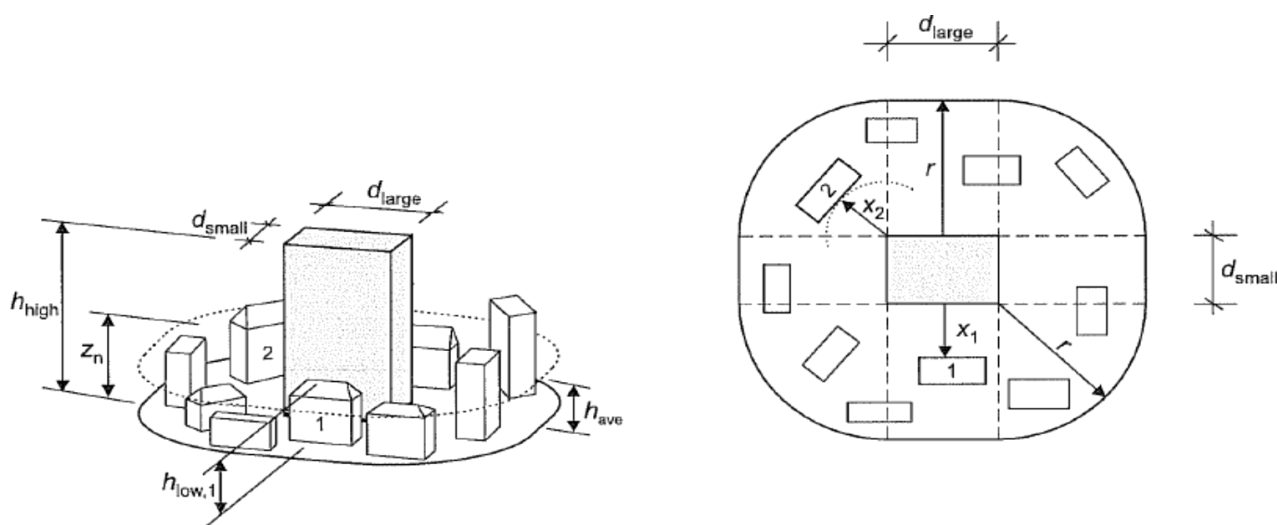
$$B = 0,3056 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 - 1,0212 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) - 1,7637. \quad (\text{A.13})$$

$\frac{X}{L_d} > 2,0$ или $\frac{z}{L_e} > 2,0$ үшін $s = 0$ қолданылады.

ЕСКЕРТПЕ (А.5) және (А.12) формулалары бірдей.

А.4 Биіктеу жақын орналасқан ғимараттың әсер етуі

(1) Егер ғимарат жақын орналасқан ғимараттың орташа биіктігінен h_{ave} екі есе биік болса, онда бірінші жақындауда осы жақын орналасқан ғимараттың есебі жер деңгейінің үстіндегі z_n ($z_0 = z_n$) биіктікте жылдамдық ағысының шыңдық мәнін қолдану арқылы жүргізіледі (А.14 формула), А.4-суретті қар.



А.4-сурет – Биіктеу ғимараттың екі әртүрлі көрші ғимараттарға (1 және 2) ықпал етуі

$$\begin{aligned}
 x &\leq r / z_n = \frac{1}{2} \cdot r, \\
 r < x < 2r / z_n &= \frac{1}{2} \cdot \left(r - \left(1 - \frac{2h_{\text{low}}}{r} \right) \cdot (x - r) \right), \\
 x &\geq 2r / z_n = h_{\text{low}}.
 \end{aligned}
 \tag{A.14}$$

r радиусты келесі жолмен анықтайды:

$r = h_{\text{high}}$, егер $h_{\text{high}} \leq 2d_{\text{large}}$;

$r = 2d_{\text{large}}$, егер $h_{\text{high}} > 2d_{\text{large}}$.

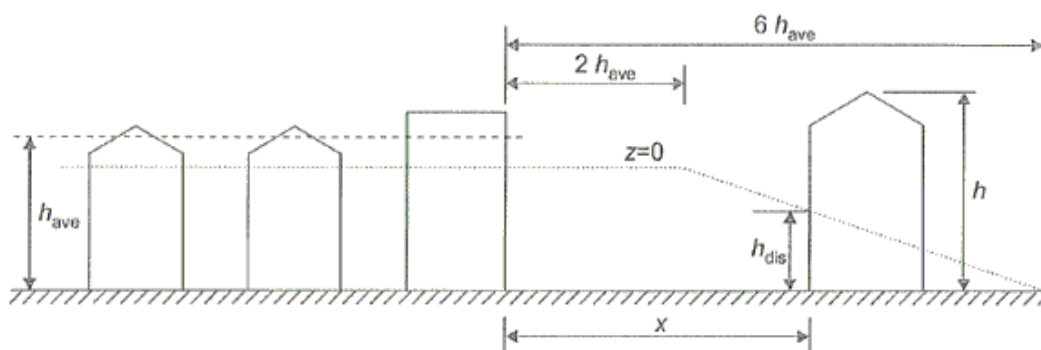
Ғимараттың биіктігі h_{low} , радиусы r , қашықтық x және d_{small} мен d_{large} өлшемдері А.4-суретте берілген. Егер h_{low} биіктеу ғимараттың биіктігінің h_{high} жартысынан асып кетсе, онда жел жылдамдығының ұлғаюын ескермеуге болады. Бұл жағдайда базалық биіктік $z_n = h_{\text{low}}$ тең.

А.5 Жылжудың биіктігі

(1) Ғимарат жердің IV типінде орналасқан кезде жақын орналасқан ғимараттар мен басқа кедергілер жел пішінінің жоғары жылжуын шақырады. Жылжудың осы биіктігі h_{dis} деп белгіленеді және (А.15) формуласы бойынша анықталады, А.5-суретті қар. Жылдамдық ағысының пішінін биіктік функциясы ретінде (4.2-суретті қар.) жылжу биіктігінің h_{dis} шамасына жоғары жылжытуға жол беріледі:

$$\begin{aligned}
 x &\leq 2h_{\text{ave}}h_{\text{dis}} && \text{— } 0,8h_{\text{ave}} \text{ немесе } 0,6h \text{ кіші мән;} \\
 2h_{\text{ave}} < x < 6h_{\text{ave}}h_{\text{dis}} && \text{— } 1,2h_{\text{ave}} - 0,2x \text{ немесе } 0,6h \text{ кіші мән;} \\
 x &\geq 6h_{\text{ave}}h_{\text{dis}} = 0.
 \end{aligned}
 \tag{A.15}$$

Жердің IV типі үшін толығырақ ақпараттың жоқтығы кезінде кедергілердің орташа биіктігі үшін $h_{\text{ave}} = 15$ мәнін қолдануға жол беріледі.



А.5-сурет – Жел жақтан жылжудың биіктігі мен қашықтығы

Б [В] ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

 $c_s c_d$ конструктивтік коэффициентін анықтауға арналған есептеудің бірінші әдісі**В.1 Желдің турбуленттілігі**

(1) Турбуленттілік ұзындығының масштабы $L(z)$ табиғи желдің екпінінің орташа шамасын көрсетеді. 200 м төмен биіктік z үшін турбуленттілік ұзындығының масштабы $z_t = 200$ м базалық биіктікті, $L_t = 300$ м, $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0)$ ұзындықтың базалық масштабын және z_0 , м бұдырлық параметрін қабылдай отырып, (В.1) формуласы бойынша есептелінеді. Минималдық биіктік $z_{\min}$ 4.1-кестеде көрсетілген.

$$L(z) = L_t \cdot \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha \quad \text{при} \quad z \geq z_{\min}, \quad (\text{В.1})$$

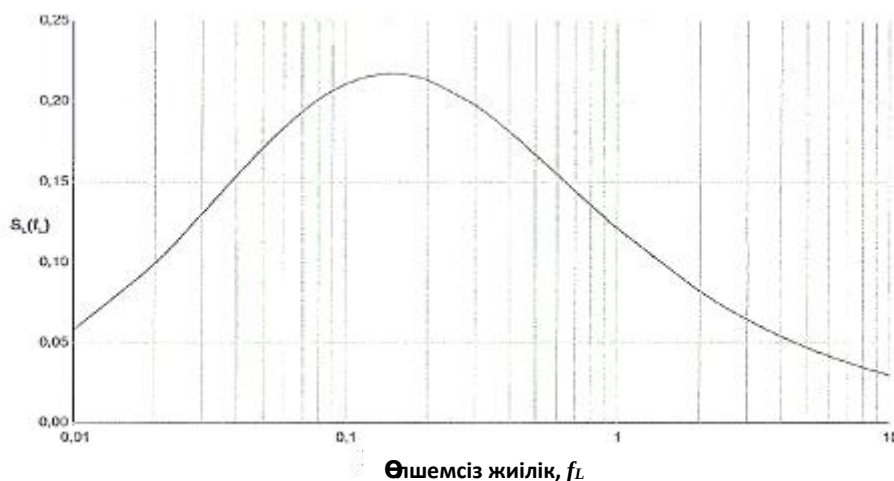
$$L(z) = L(z_{\min}) \quad \text{при} \quad z < z_{\min},$$

(2) Жиілік диапазонында ауа ағысын бөлу жел күшінің спектралдік тығыздығының өлшемсіз функциясы $S_L(z, n)$ арқылы анықталады. Есеп (В.2) формуласы бойынша жүзеге асады:

$$S_L(z, n) = \frac{n \cdot S_v(z, n)}{\sigma_v^2} = \frac{6,8 \cdot f_L(z, n)}{(1 + 10,2 \cdot f_L(z, n))^{5/3}}, \quad (\text{В.2})$$

мұнда $S_v(z, n)$ — желдің бір жақты дисперстік спектрі;

$f_L(z, n) = \frac{n \cdot L(z)}{v_m(z)}$ — имарат тербелісінің өзіндік жиілігіне, Гц, желдің орташа жылдамдығына $v_m(z)$ және турбуленттілік ұзындығының масштабына $L(z)$ (В.1)-суретте көрсетілгендей $n = n_{1,x}$ бойынша анықталатын өлшемсіз жиілік. Жел күшінің өлшемсіз спектралдік тығыздығының функциясы В.1-суретте берілген.



В.1-сурет – Спектралдік тығыздықтың функциясы $S_L(f_L)$

В.2 $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенті

(1) $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенті 6.3.1 анықталған.

(2) Реакцияның фондық құрамдасы B^2 конструкция бетіне түсетін қысымның толық корреляциясының жоқтығын ескереді және (В.3) формуласы бойынша есептелінуі мүмкін:

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left(\frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}, \quad (В.3)$$

мұнда b, h — имараттың ені мен биіктігі, 6.1-суретті қар.

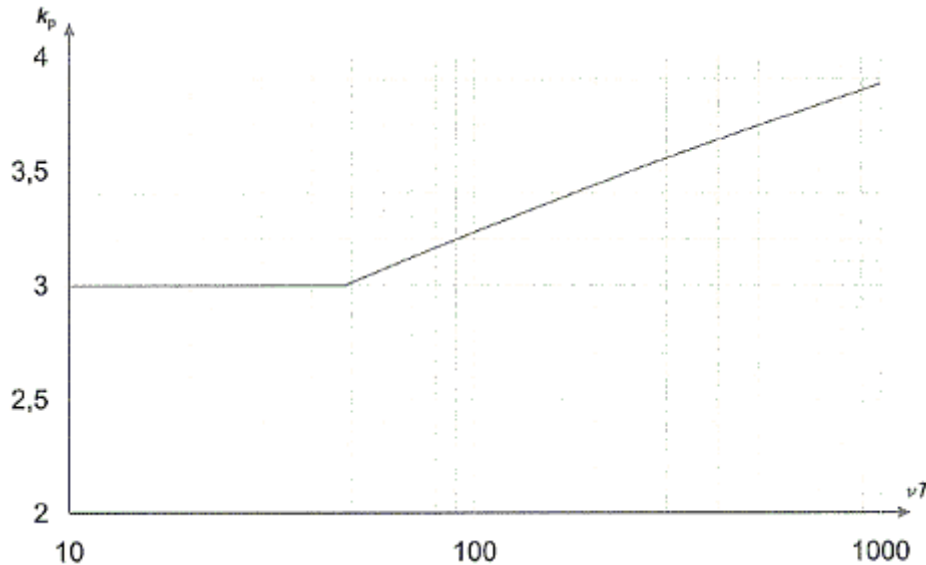
$L(z_s)$ — 6.1-суретте анықталғандай В.1(1) сәйкес базалық биіктікке z_s арналған турбуленттілік ұзындығының масштабы. Қауіпсіздік мақсатында $B^2 = 1$ қолданылуы мүмкін.

(3) k_p шыңдық коэффициенті имарат реакциясының пульсациялық құрамдасының максималдық қатынасының оның стандарты ауытқуына қатынасы ретінде анықталған. Ол (В.4) формуласы бойынша есептелінеді:

$$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)}} \text{ немесе } k_p = 3, \text{ үлкен мәне анықтаушы болып табылады,} \quad (В.4)$$

мұнда v — (4) сәйкес шығып келе жатқан ағыстың жиілігі;

T — желдің орташа жылдамдығына орташалау кезеңі, $T = 600$ с.
және В.2-суретте берілген.



В.2-сурет – Шыңдық коэффициент

(4) Шығып келе жатқан ағыстың жиілігін ν (В.5) формуласы бойынша анықтайды:

$$\nu = n_{1,x} \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}}; \nu \geq 0,08 \text{ Гц}, \quad (\text{В.5})$$

мұнда $n_{1,x}$ — F қосымшасына сәйкес анықтауға болатын, имараттың иілмелі тербелісінің өзіндік жиілігі. $\nu \geq 0,08$ Гц шектеуі шыңдық 3,0 коэффициентіне сәйкес келеді.

(5) Реакцияның резонанстық құрамдасы R^2 турбуленттілік салдарынан кейінгі тербеліс формаларының есебімен резонанстық тербелістерді анықтайды және (В.6) формуласы бойынша анықталынады:

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b), \quad (\text{В.6})$$

мұнда δ — F.5 (F қосымшасы) сәйкес сөнудің логарифмикалық декременті;

S_L — В.1(2) (В қосымшасы) көрсетілгендей спектралдік тығыздықтың өлшемсіз функциясы;

R_h, R_b — (В.7) және (В.8) формулалары бойынша анықталынатын аэродинамикалық өткізгіштіктің функциялары.

(6) Негізгі иілмелі тербелістің формаларына арналған аэродинамикалық өткізгіштіктің функциялары R_h және R_b (В.7) және (В.8) формулалары бойынша есептеліне алады:

$$R_p = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} \cdot (1 - e^{-2\eta_h}); \quad R_h = 1 \quad \text{для} \quad \eta_h = 0; \quad (\text{В.7})$$

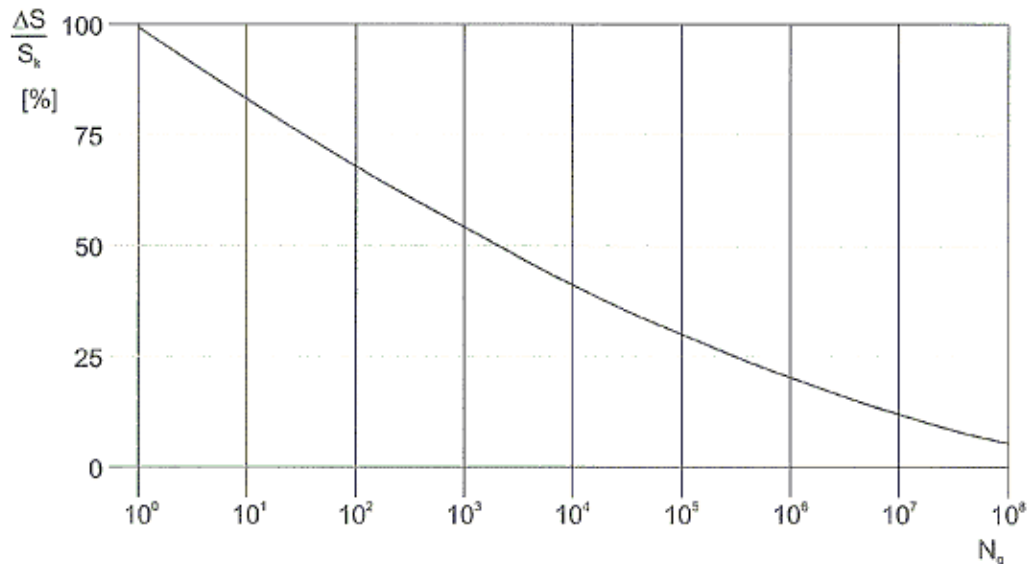
$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} \cdot (1 - e^{-2\eta_b}); \quad R_b = 1 \quad \text{для} \quad \eta_b = 0. \quad (\text{B.8})$$

$$\eta_h = \frac{4,6h}{L(z_0)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x}) \quad \text{и} \quad \eta_b = \frac{4,6b}{L(z_0)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x}) \quad \text{қолдану арқылы.}$$

ЕСКЕРТПЕ Тербелістің қосымша тораптары бар тербелістің формалары үшін нақтырақ зерттеулер керек.

В.3 Динамикалық реакцияларға арналған жүктеу циклдерінің мөлшері

(1) В.3-суретте желдің әсер ету шамасының ΔS 50 жыл ішінде жететін немесе ұлғаятын мөлшері N_g көрсетілген. $\Delta S - S_k$ мәнінің пайыздағы үлесі, осы жерде S_k 50 жылда қайталану кезеңімен анықталған, анықтаушы желдік әсер ету болып табылады.



В.3-сурет – 50 жыл ішінде $\Delta S/S_k$ әсер етуі кезіндегі жүктеу циклдерінің N_g мөлшері

$\Delta S/S_k$ және N_g арасындағы тәуелділік (В.9) формуласында көрсетілген.

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0,7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17,4 \cdot \log(N_g) + 100. \quad (\text{B.9})$$

В.4 Тік конструкциялардың пайдалануға беру жарамдығын бағалау үшін орын ауыстыру және жылдамдату

(1) Жел бағытының бойындағы максималдық орын ауыстыруды 5.3 талаптарына сәйкес анықталатын, эквиваленттік статикалық жел күшейтуі бойынша белгілейді.

(2) z биіктігінде желдің бағыты бойынша конструкцияның сипаттамалық жылдамдатуының стандарты ауытқуы $\sigma_{a,x}$ (В.10) формуласы бойынша анықталады:

$$\sigma_{a,x}(z) = \frac{c_f \cdot \rho \cdot b \cdot I_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s)}{m_{1,x}} \cdot R \cdot K_x \cdot \Phi_{1,x}(z), \quad (\text{В.10})$$

мұнда c_f — күшейту коэффициенті, 7-бөлімді қар.;

ρ — ауаның тығыздығы, 4.5(1) қар.;

b — 6.1-суретте анықталғандай ғимараттың ені;

$I_v(z_s)$ — 4.4 және 6.1-сурет бойынша $z = z_s$ биіктіктегі желдің қимылының бағытындағы турбуленттілік қарқындылығы $I_v(z_s)$;

$v_m(z_s)$ — $z = z_s$ арналған желдің орташа жылдамдығы $v_m(z)$, 4.3.1(1) қар.;

z_s — базалық биіктік, 6.1-суретті қар.;

R — реакцияның резонанстық құрамдасының шаршы түбірі, В.2(5) (В қосымшасы) қар.;

K_x — (В.11) формуласында берілген өлшемсіз коэффициент;

$m_{1,x}$ — желдің қимылының бағытындағы ұзындық бірлігіне келетін эквиваленттік масса, F.4(1) (F қосымшасы) қар.;

$n_{1,x}$ — желдің қимылының бағытына параллель иілімді тербелістердің өзіндік жиілігі. Нақтырақ ақпарат F қосымшасында берілген;

$\Phi_{1,x}(z)$ — желдің қимылының бағытына параллель өзіндік тербелістердің негізгі формасы. Бірінші жақындау ретінде F қосымшасынан алынған формулалар пайдаланылуы мүмкін.

(3) K_x өлшемсіз коэффициент төмендегідей анықталған:

$$K_x = \frac{\int_0^h v_m^2(z) \cdot \Phi_{1,x}(z) dz}{v_m^2(z_e) \cdot \int_0^h \Phi_{1,x}^2(z) dz}, \quad (\text{В.11})$$

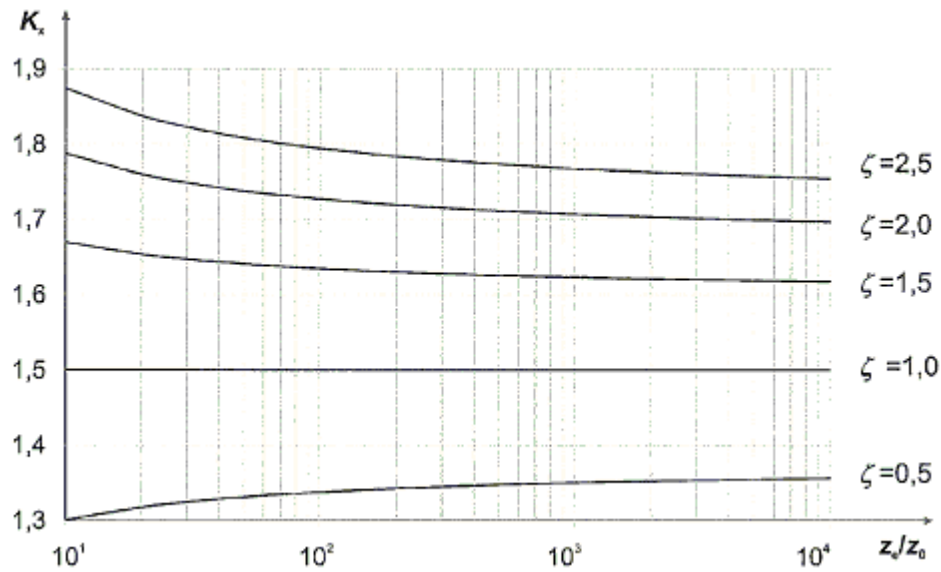
мұнда h — 6.1-суретке сәйкес ғимараттың биіктігі.

ЕСКЕРТПЕ $\Phi_{1,x}(z) = (z/h)^\zeta$ (F қосымшасын қар.) және $c_0(z) = 1$ (жазық жер, 4.3.3 қар.) қолдану кезінде (В.11) теңдеуі (В.12) формуласын қолдану арқылы аппроксимациялануы мүмкін. Осы аппроксимациялау В.4-суретте берілген.

$$K_x = \frac{(2\zeta + 1) \cdot \left\{ (\zeta + 1) \cdot \left[\ln \left(\frac{z_s}{z_0} \right) + 0,5 \right] - 1 \right\}}{(\zeta + 1)^2 \cdot \ln \left(\frac{z_s}{z_0} \right)}, \quad (\text{В.12})$$

мұнда z_0 — бұдырлық параметрі (4.1-кестені қар.);

ζ — тербеліс формасының экспонентасы (F қосымшасын қар.).



В.4-сурет – (В.12) формуласына сәйкес K_x өлшемсіз коэффициентінің аппроксимациясы

(4) Жылдамдатудың сипаттамалық шындық мәндерін (2) көрсетілген стандарты ауытқуды иілемелі тербелістің өзіндік жиілігін пайдалану арқылы, В.2(3) (В қосымшасы) бойынша шындық коэффициентке көбейту арқылы анықтайды, яғни $V = n_{1x}$.

В [С] ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

 $c_s c_d$ конструктивтік коэффициентін анықтауға арналған есептеудің екінші әдісі**С.1 Желдің турбуленттілігі**

(1) Турбуленттілікті В.1 формуласы бойынша анықтайды.

С.2 $c_s c_d$ конструкциялық коэффициент(1) $c_s c_d$ конструкциялық коэффициент 6.3.1 анықталған.(2) Реакцияның фондық құрамдасы B^2 конструкция бетіне түсетін қысымның толық корреляциясының жоқтығын ескереді және (С.1) формуласы бойынша есептелінуі мүмкін:

$$B^2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{b}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{h}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{b}{L(z_s)} \cdot \frac{h}{L(z_s)}\right)^2}}, \quad (\text{C.1})$$

мұнда b, h — имараттың ені мен биіктігі, 6.1-суретті қар. $L(z_s)$ — 6.1-суретте анықталғандай В.1(1) сәйкес базалық биіктікке z_s арналған турбуленттілік ұзындығының масштабы. Қауіпсіздік мақсатында $B^2=1$ қолданылуы мүмкін.(3) k_p шындық коэффициенттің мәндерін анықтау үшін В.2(3) (В қосымшасы) пайдаланылуы мүмкін.(4) Реакцияның резонанстық құрамдасы R^2 турбуленттілік салдарынан кейінгі тербеліс формаларының есебімен резонанстық тербелістерді анықтайды және (С.2) формуласы бойынша анықталынады:

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} \cdot S_L(z_s, n_{1x}) \cdot K_s(n_{1x}), \quad (\text{C.2})$$

мұнда δ — F.5 (F қосымшасы) сәйкес сөнудің логарифмикалық декременті; S_L — В.1(2) (В қосымшасы) көрсетілгендей спектралдік тығыздықтың өлшемсіз функциясы; $n_{1,x}$ — мәні F қосымшасы бойынша анықталуы мүмкін жел қимылының бағытына параллель иілмелі тербелістердің өзіндік жиілігі; K_s — (5) көрсетілгендей өлшемді кішірейтудің функциясы.(5) Өлшемді кішірейтудің функциясы K_s (С.3) формуласын пайдалану арқылы аппроксимирленуі мүмкін:

$$K_s(n) = \frac{1}{1 + \sqrt{(G_y \cdot \varphi_y)^2 + (G_z \cdot \varphi_z)^2 + \left(\frac{2}{\pi} \cdot G_y \cdot \varphi_y \cdot G_z \cdot \varphi_z\right)^2}}, \quad (\text{C.3})$$

$$\text{мұнда } \varphi_y = \frac{c_y b n}{v_m(z_s)}, \varphi_z = \frac{c_z h n}{v_m(z_s)}.$$

Тұрақты G_y және G_z у көлбеу осі мен z тік осіне (көрсетілген жүйелілікте) параллель өзіндік иілмелі тербелістердің формаларының өзгеруіне байланысты болады. Екі тұрақты c_y және c_z сөну 11,5 тең.

(6) (5) келтірілген тұрақты G мен жылдамдатуды есептеуге арналған тұрақты K С.1-кестеде берілген.

С.1-кесте – G және K тербеліс формаларының функциялары ретінде

Тербеліс формасы	Тегіс	Сызықтық	Параболдық	Синусоидалдық
G	$1/2$	$3/8$	$5/18$	$4/\pi^2$
K	1	$3/2$	$5/3$	$4/\pi$

ЕСКЕРТПЕ 1 Тербелістің тегіс көлбеу формасы мен тербелістің сызықтық тік формасы бар ғимараттар үшін $\Phi(y,z) = z/h$, $G_y = 1/2$, $G_z = 3/8$, $K_y = 1$ және $K_z = 3/2$ қолданылады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Тербелістің тегіс көлбеу формасы мен тербелістің параболикалық тік формасы бар түтін мұржалары үшін $\Phi(y,z) = z^2/h^2$, $G_y = 1/2$, $G_z = 5/18$, $K_y = 1$ және $K_z = 5/3$ қолданылады.

ЕСКЕРТПЕ 3 Тербелістің синусоидалдық көлбеу формасы бар көпірлер үшін $\Phi(y,z) = \sin(\pi \cdot y/b)$, $G_y = 4/\pi^2$, $G_z = 1/2$, $K_y = 4/\pi$, $K_z = 1$ қолданылады.

С.3 Динамикалық реакцияларға арналған жүктеу циклдарының мөлшері

(1) Жүктеудің мөлшері В.3 қосымшасына сәйкес қабылданыла алады.

С.4 Тік конструкциялардың пайдалануға беру жарамдығын бағалау үшін орын ауыстыру және жылдамдату

(1) Жел қимылының бағыты бойынша максималдық орын ауыстыруды 5.3 талаптарына сәйкес эквиваленттік статикалық жел күшейтуі бойынша белгілейді.

(2) z биіктігінде жел қимылының бағыты бойынша конструкцияның сипаттамалық жылдамдатуының стандарты ауытқуы $\sigma_{a,x}$ (С.4) формуласы бойынша анықталады:

$$\sigma_{a,x}(y,z) = c_f \rho l_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s) \cdot R \cdot \frac{K_y \cdot K_z \cdot \Phi(y,z)}{\mu_{ref} \Phi_{max}}, \quad (C.4)$$

мұнда c_f — күшейту коэффициенті, 7-бөлімді қар.;
 ρ — ауаның тығыздығы, 4.5(1) қар.;
 $I_v(z_s)$ — 4.4 және 6.1-сурет бойынша $z = z_s$ биіктіктегі желдің қимылының бағытындағы турбуленттілік қарқындылығы $I_v(z_s)$;
 $v_m(z_s)$ — $z = z_s$ арналған желдің орташа жылдамдығы $v_m(z)$, 4.3.1(1) қар.;
 z_s — базалық биіктік, 6.1-суретті қар.;
 R — реакцияның резонанстық құрамдасының шаршы түбірі, С.2(4) (С қосымшасы) қар.;
 K_y, K_z — С.2(6) (С қосымшасы) көрсетілгендей тұрақты;
 μ_{ref} — аудан бірлігіне келетін базалық масса, F.5(3) (F қосымшасы) қар.;
 $\Phi(y, z)$ — тербелістің формасы;
 Φ_{max} — тербеліс формасының амплитудалық нүктесінің мәні.
(3) Жылдамдатудың сипаттамалық шыңдық мәндерін (2) көрсетілген стандарты ауытқуды иілмелі тербелістің өзіндік жиіліктерін пайдалану арқылы, В.2(3) қосымшасынан алынған шыңдық коэффициентке көбейту арқылы анықтайды, яғни

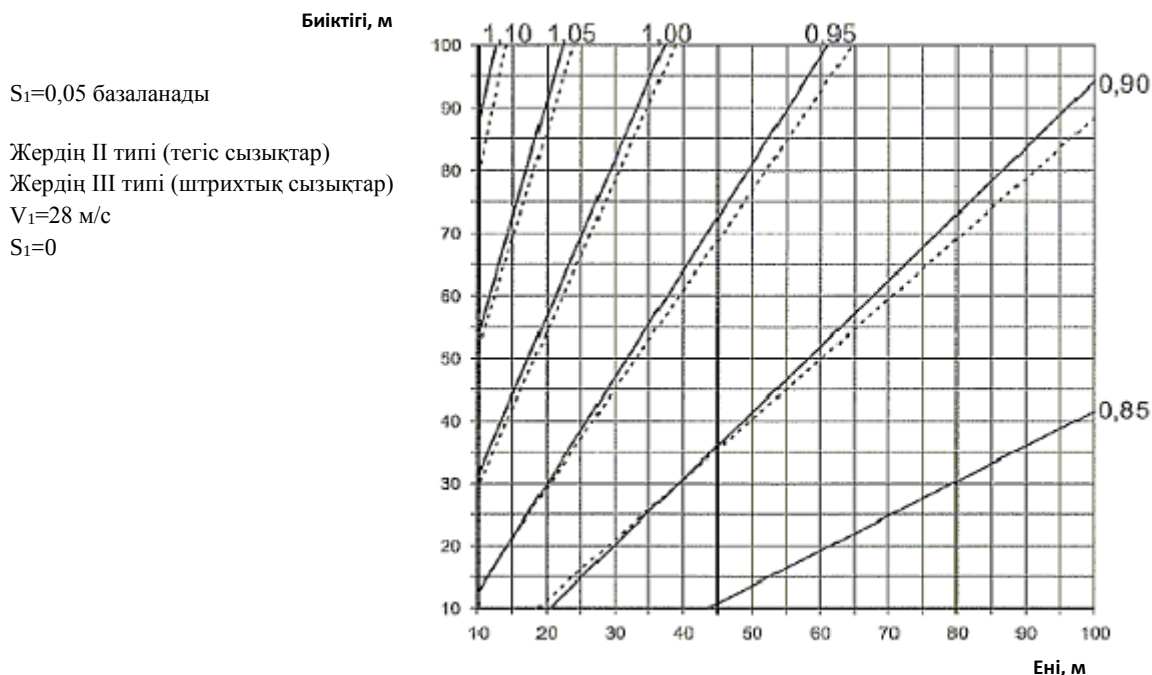
$$v = n_{1x}.$$

Г [D] ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

Ғимараттың әртүрлі типтеріне арналған $c_s c_d$ конструктивтік коэффициентінің мәндері

(1) Осы қосымшада берілген конструкция тербелістерінің өзіндік жиіліктері мен формалары F қосымшасынан алынған формулаларды пайдалану арқылы алынған.

Болат қаңқалы көп қабаттық ғимараттарға арналған $c_s c_d$ 

ЕСКЕРТПЕ 1,1 асатын мәндер үшін 6.3 бойынша нақтыланған әдісті (рұқсатты минималдық мән $c_s c_d = 0,85$) қолдану керек.

D.1-сурет – Жоспарда тік бұрышты болат қаңқалы және тік сыртқы қоршауы бар, сонымен қатар темір бетонды қаңқасы бар көп қабаттық ғимараттарға арналған $c_s c_d$ массалары мен қаттылықтары тегіс (жиілігі (F.2) формуласына сәйкес) бөлінген көп қабатты ғимараттарға арналған $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенттің мәндері

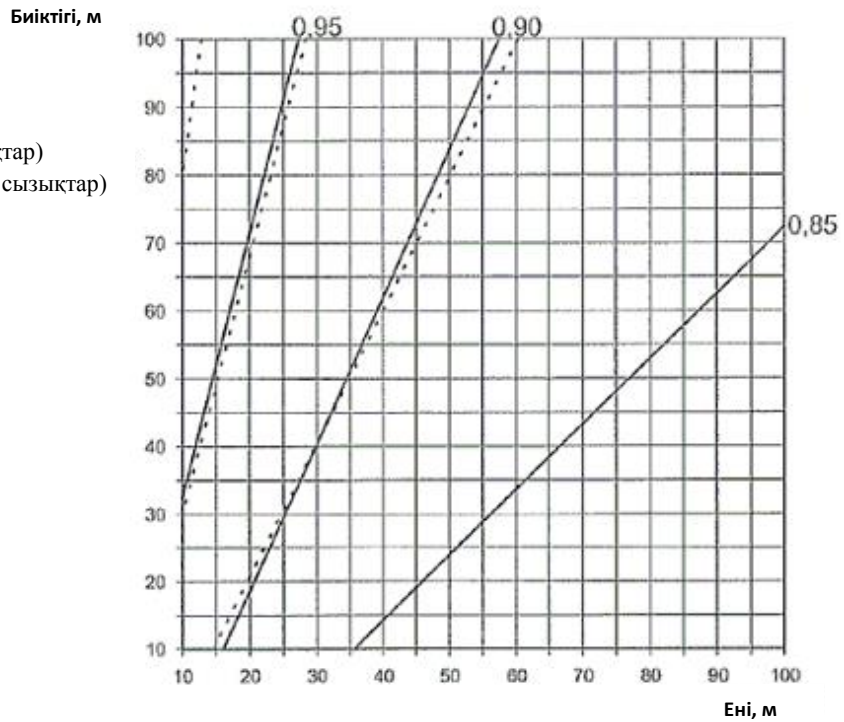
$S_1=0,01$ базаланады

Жердің II типі (тегіс сызықтар)

Жердің III типі (штрихтық сызықтар)

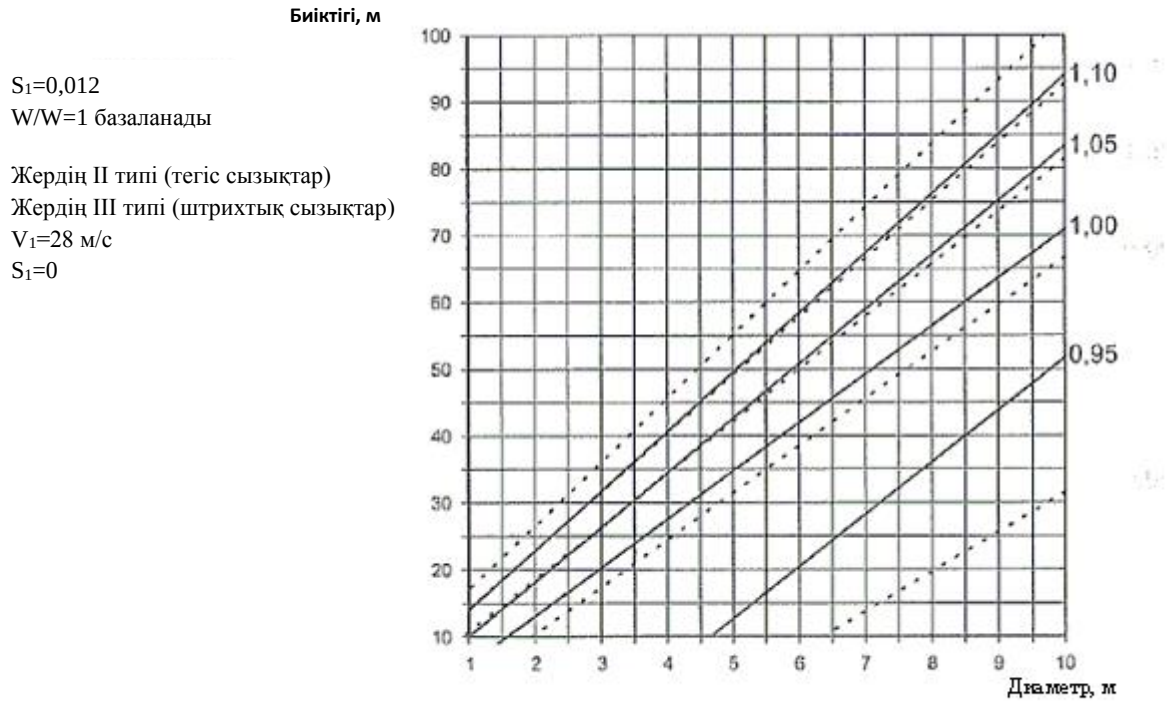
$V_1=28$ м/с

$S_1=0$



ЕСКЕРТПЕ 1,1 асатын мәндер үшін 6.3 бойынша нақтыланған әдісті (рұқсатты минималдық мән $c_s c_d = 0,85$) қолдану керек.

D.2 -сурет – Жоспарда тік бұрышты темірбетонды қаңқасы мен тік сыртқы қоршауы бар, сонымен қатар футеровкасы жоқ болат түтін мұржаларға $c_s c_d$ массалары мен қаттылықтары тегіс (жиілігі (F.2) формуласына сәйкес) бөлінген көп қабатты ғимараттарға арналған $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенттің мәндері



ЕСКЕРТПЕ 1,1 асатын мәндер үшін 6.3 бойынша нақтыланған әдісті (рұқсатты минималдық мән $c_{sd} = 0,85$) қолдану керек.

D.3 -сурет – Футеровкасы жоқ темірбетон түтін мұржаларға арналған c_{sd} футеровкасы жоқ (жиілігі (F.3) формуласына сәйкес $\varepsilon_1 = 1\ 000$ кезінде және $W_s/W_t = 1,0$) болат түтін мұржаларға арналған c_{sd} конструкциялық коэффициенттің мәндері

Биіктігі, м

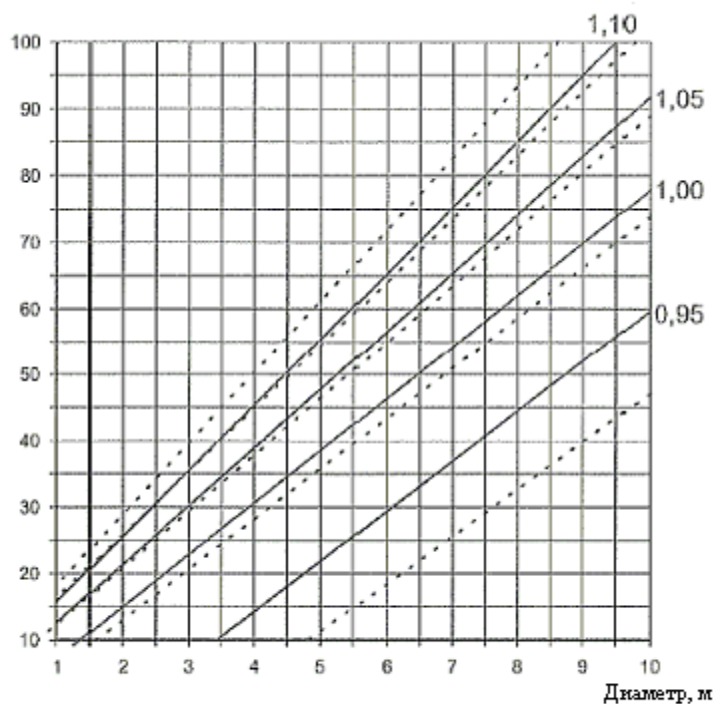
$S_1=0,03$ базаланады

Жердің II типі (тегіс сызықтар)

Жердің III типі (штрихтық сызықтар)

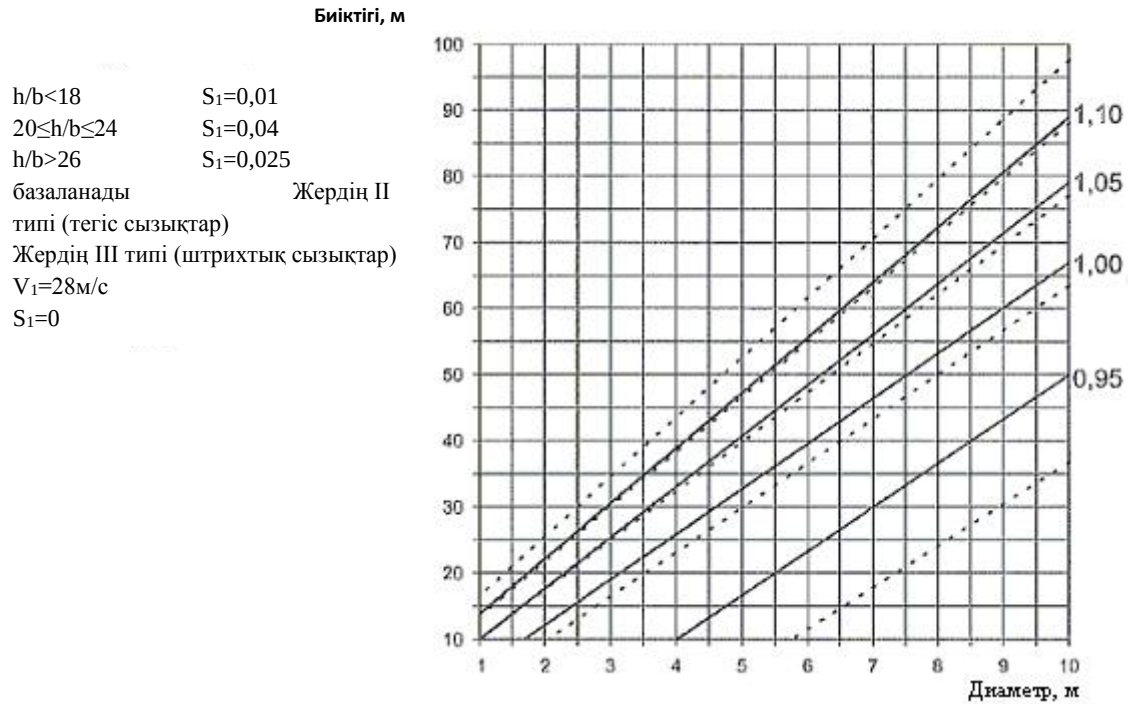
$V_1=28$ м/с

$S_1=0$



ЕСКЕРТПЕ 1,1 асатын мәндер үшін 6.3 бойынша нақтыланған әдісті (рұқсатты минималдық мән $c_s c_d = 0,85$) қолдану керек.

D.4 -сурет – Футеровкасы жоқ болат түтін мұржаларға арналған $c_s c_d$ футеровкасы жоқ (жиілігі (Ғ.3) формуласына сәйкес $\varepsilon_1 = 700$ кезінде және $W_s/W_t = 1,0$) темірбетон түтін мұржаларға арналған $c_s c_d$ конструкциялық коэффициенттің мәндері



ЕСКЕРТПЕ 1,1 асатын мәндер үшін 6.3 бойынша нақтыланған әдісті (рұқсатты минималдық мән $c_{sd} = 0,85$) қолдану керек.

D.5 -сурет – Футеровкасы бар болат түтін мұржаларға арналған c_{sd} конструкциялық коэффициенттің мәндері (жиілігі (F.3) формуласына сәйкес $\varepsilon_1 = 1000$ кезінде және $W_s/W_t = 1,0$)

Д [Е] ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

Құйындық өршу және динамикалық тұрақсыздықтар

Е.1 Құйындық өршу

Е.1.1 Жалпы ережелер

(1) Егер құйын конструкцияның қарама-қарсы жағынан кезектесіп таралса, нәтижесінде жел әрекетінің дұрыс бағытана ауыспалы жүктеме пайда болады, содан құйындық өршу пайда болады. Егер құйындық өршудің жиілігі конструкцияның өзіндік жиілігіне тең келсе, онда конструкцияда тербелістер пайда болуы мүмкін. Егер желдің жылдамдығы Е.1.3.1 анықталға желдің қауіпті жылдамдығына сәйкес келсе, онда бұл жағдай орын алады. Әдетте, желдің қауіпті жылдамдығы жиі пайда болатын жылдамдық болып табылады, сөйтіп, циклдық жүктеме және онымен байланысты жүктеу циклдарының мөлшері есептеу үшін маңызды болуы мүмкін.

(2) Құйындық өршу кезіндегі жүйенің реакциясы желдік әсер ету мен құйындық өршуден жиілік кезінде орын алатын ортақ тербелістермен анықталады.

ЕСКЕРТПЕ 1 Ортақ тербеліс кезіндегі реакциялар темірбетонды немесе ауыр металл конструкциялар үшін маңызды.

ЕСКЕРТПЕ 2 Жиі тербеліс кезіндегі реакциялар жеңіл металл конструкциялар үшін маңызды.

Е.1.2 Құйындық өршуге арналған өлшемдер

(1) Егер конструкцияның максималдық өлшемінің жазықтағы минималды жел қимылының дұрыс бағытына қатынасы 6-ға тең мәннен асып кетсе, онда құйындық өршу әсері зерттелуі керек.

(2) Шақырылатын құйындық өршуді төменгі жағдайда зерттеудің қажеті жоқ:

$$v_{crit,i} > 1,25 v_m, \quad (E.1)$$

мұнда $v_{crit,i}$ — Е.1.3.1 сәйкес тербелістік өзіндік i формасы үшін желдің қауіпті жылдамдығы;

v_m — 4.3.1(1) бойынша көлденең қиысу аймағындағы орташаландырудың 10 минуттық интервалына сәйкес келетін желдің орташа жылдамдығы, мұнда құйындық өршу пайда болады (Е.3-суретті қар.).

Е.1.3 Құйындық өршуге арналған базалық параметрлер**Е.1.3.1 Желдің қауіпті жылдамдығы $v_{crit,i}$**

(1) Иілмелі тербелістің i формасының желдің қауіпті жылдамдығы құйындық өршудің жиілігі конструкцияның немесе конструкциялық элементтің өзіндік жиілігіне тең болатын желдің жылдамдығы ретінде анықталған. Ол (Е.2) формуласы бойынша есептелінеді:

$$v_{crit,i} = \frac{bn_{i,y}}{St}, \quad (E.2)$$

мұнда b — конструкцияның немесе конструкциялық элементтің максималдық модалдық орын ауыстыруы пайда болатын құйындық өршу аймағындағы көлденең қиысудың базалық ені; айналмалы цилиндрлер үшін базалық ені сыртқы диаметрге тең;

$n_{i,y}$ — жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша иілмелі тербелістердің i формасының өзіндік жиілігі. Шамаланған формулалар F.2 (F қосымшасы) көрсетілген;

St — Е.1.3.2 сәйкес Струхаль саны.

(2) Цилиндрлік қабықшаның тербелістерінің эллипстік формасына арналған желдің қауіпті жылдамдығы құйындық өршудің тербелісінің жиілігі цилиндрлік қабықшаның эллипстік i формасының өзіндік жиілігінен екі есе үлкен жел жылдамдығы ретінде анықталады:

$$v_{crit,i} = \frac{bn_{i,0}}{2St}, \quad (E.3)$$

мұнда b — қабықшаның сыртқы диаметрі;

St — Е.1.3.2 сәйкес Струхаль саны;

$n_{i,0}$ — қабықша тербелісінің эллипстік i формасының өзіндік жиілігі.

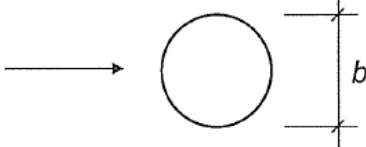
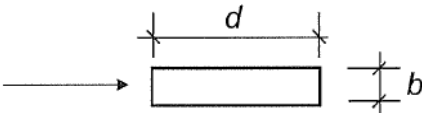
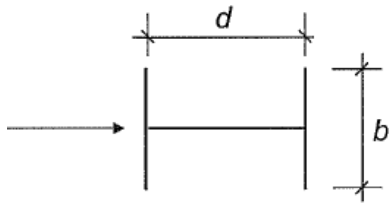
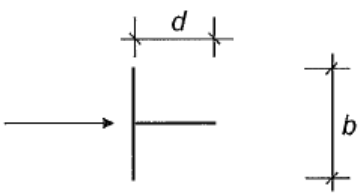
ЕСКЕРТПЕ 1 Қаттылық сақинасы жоқ қабықшаларға арналған n_0 мәні F.2(3) (F қосымшасы) көрсетілген.

ЕСКЕРТПЕ 2 Қабықшалардың эллипстік тербелістерін есептеудің әдістері Е қосымшасында көрсетілмеген.

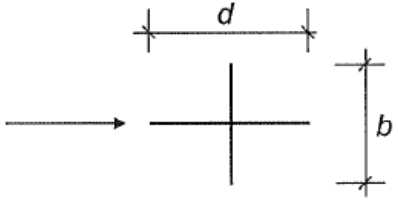
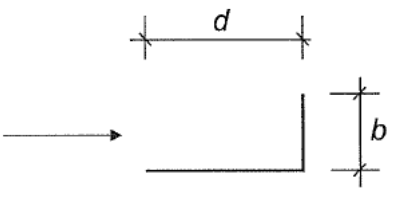
Е.1.3.2 Струхаль саны St

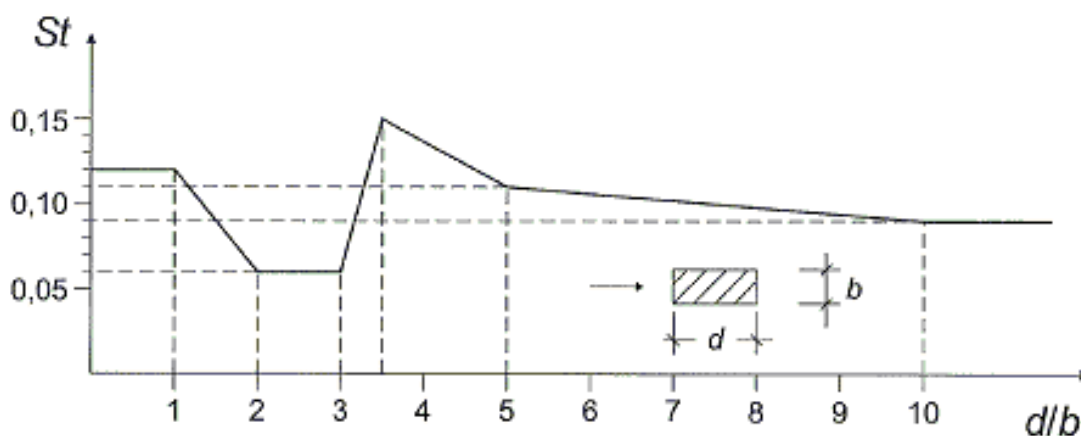
(1) Өртүрлі көлденең қиысуларға арналған Струхаль сандары St Е.1-кестеде берілген.

Е.1-кесте – Әртүрлі көлденең қиысуларға арналған Струхаль сандары St

Көлденең қиысу		St
1		2
 Рейнольдстың барлық сандары үшін		0,18
 $0,5 \leq d/b \leq 10$		Е.1-суреті бойынша
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1$	0,11
	$d/b = 1,5$	0,10
	$d/b = 2$	0,14
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1$	0,13
	$d/b = 2$	0,08

Е.1-кесте – Әртүрлі көлденең қиысуларға арналған Струхаль сандары St
(жалғасы)

Көлденең қиысу		St
1		2
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1$	0,16
	$d/b = 2$	0,12
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1,3$	0,11
	$d/b = 2,0$	0,07
ЕСКЕРТПЕ d/b функция ретінде Струхаль сандарының экстраполяциясына жол берілмейді		



Е.1-сурет – Үшкір ернеулері бар тік бұрышты көлденең қиысуларға арналған Струхаль саны St

Е.1.3.3 Скрутон саны Sc

(1) Тербелістерге сезімталдық конструкцияның амортизациясы (демпфирлеуі) және имарат массасының ағатын ортаның массасына қатынасына байланысты болады. Бұл қатынас (Е.4) формуласы бойынша Скрутон саны ретінде беріледі:

$$Sc = \frac{2\delta_s m_{i,e}}{\rho b^2}, \quad (\text{Е.4})$$

мұнда δ_s — сөнудің логарифмикалық декрементімен көрсетілген конструкцияның амортизациясы (демпфирлеуі);

ρ — ауаның тығыздығы;

$m_{i,e}$ — (F.14) формуласы бойынша ұзындық бірлігіне келетін эквиваленттік масса;

b — құйындық өршудің аймағындағы көлденең қиысудың базалық ені.

Е.1.3.4 Рейнольдс саны Re

(1) Айналмалы цилиндрдің тербелістің құйындық өршуінен болатын жүктемесі желдің қауіпті жылдамдығы $v_{crit,i}$ кезінде Рейнольдс санына Re байланысты болады. Рейнольдс саны (Е.5) формуласы бойынша есептелінеді:

$$Re(v_{crit,i}) = \frac{bv_{crit,i}}{\nu}, \quad (\text{Е.5})$$

мұнда b — айналмалы цилиндрдің сыртқы диаметрі;

ν — ауаның кинетикалық жабысқақтығы ($\nu \approx 15 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$);

$v_{crit,i}$ — Е.1.3.1 бойынша желдің қауіпті жылдамдығы.

Е.1.4 Құйындық өршудің салдарынан болған жүктеме

(1) Құйындық өршудің салдарынан болған жүктемелерді жүйенің инерция күштерінен есептейді. s орнында жел қимылының дұрыс бағытындағы конструкцияға әсер ететін ұзындықтық бірлігіне $F_w(s)$ келетін инерция күштері (Е.6) формуласы бойынша есептелінуі мүмкін:

$$F_w(s) = m(s) \cdot (2\pi \cdot n_{1,y})^2 \cdot \Phi_{i,y}(s) \cdot y_{F,\max}, \quad (\text{Е.6})$$

мұнда $m(s)$ — ұзындыққа жатқызылған конструкцияның құбылмалы массасы, кг/м;

$n_{i,y}$ — конструкция тербелісінің i формасындағы өзіндік жиілігі;

$\Phi_{i,y}(s)$ — максималдық орын ауысуы бар нүктедегі (тербеліс амплитудасы) бірлікке мөлшерленген конструкция тербелісінің формасы);

$y_{F,\max}$ — бірлікке тең $s\Phi_{i,y}(s)$ нүктедегі уақытта (тербеліс амплитудасы) максималдық орын ауысу, Е.1.5 қар.

Е.1.5 Көлденең қиысудың амплитудасын есептеу

Е.1.5.1 Жалпы ережелер

(1) Е.1.5.2 және Е.1.5.3 көлденең қиысудың амплитудасын есептеудің екі әртүрлі әдісі көрсетілген.

ЕСКЕРТПЕ Е.1.5.2 және Е.1.5.3 бойынша есептеудің әдістерін бірге қолдануға, ол мәтінге нақты көрсетілмеген жағдайларда басқа, жол берілмейді.

(2) Е.1.5.2 бойынша есептеудің әдісі конструкцияның әртүрлі түрлері мен тербелітің әртүрлі формалары үшін қолданылуы мүмкін. Әдіс желдің турбуленттілігі мен бұдырлығының әсерінен тұрады және дұрыс климаттық жағдайлар үшін қолданыла алады.

(3) Е.1.5.3 бойынша есептеу әдісі тербелістің бірінші формасына консолдық конструкциялардың реакциясын анықтау үшін қолданыла алады. Негізгі оське параллель жел қимылының дұрыс бағытындағы тұрақты өлшемдер шартқа жатады. Әдетте әдіс түтін мұржалары мен діңгектер үшін қолданбалы. Әдіс топтастырылған немесе қатарға орналастырылған цилиндрлер үшін қолданыла алмайды. Осы әдіс метеорологиялық жағдайлардан болуы мүмкін турбуленттіліктің әртүрлі қарқындылығын ескеруге мүмкіндік береді. Төмен температура мен стратификацияланған ағыс болуы ықтимал аудандарда (мысалы, Солтүстік Еуропаның жағалау аудандарында) Е.1.5.3 бойынша есептеудің қағидатын қолдануға болады.

Е.1.5.2 Көлденең тербеліс амплитудасын есептеуге арналған бірінші әдіс

Е.1.5.2.1 Орын ауыстыруды есептеу

(1) Максималдық орын ауыстыруды $y_{F,\max}$ (Е.7) формуласы бойынша есептейді:

$$\frac{y_{F,\max}}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{1}{Sc} \cdot KK_w c_{lat}, \quad (E.7)$$

мұнда St — Е.1-кесте бойынша Струхаль саны;

Sc — Е.1.3.3 бойынша Скрутон саны;

K_w — Е.1.5.2.4 бойынша келтірілген ұзындықтың коэффициенті;

K — Е.1.5.2.5 бойынша тербеліс формаларының коэффициенті;

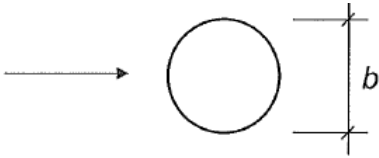
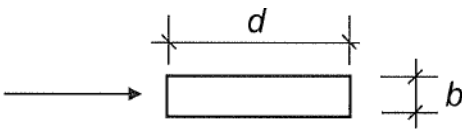
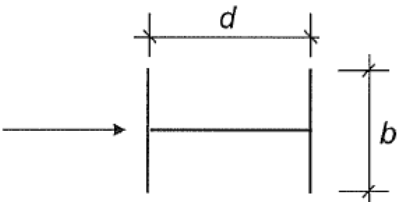
c_{lat} — Е.3-кесте бойынша құйындық өршудің аэродинамикалық коэффициенті.

ЕСКЕРТПЕ Аэродинамикалық күштер ұзындық корреляциясының коэффициенті K_w арқылы есептелінеді.

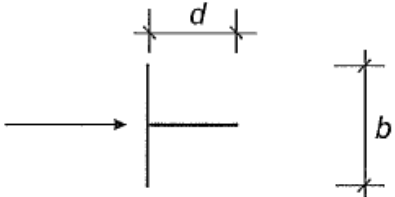
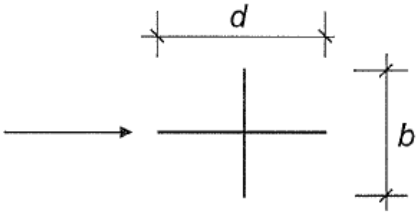
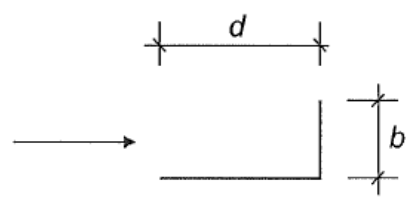
Е.1.5.2.2 Құйындық өршудің аэродинамикалық коэффициенті c_{lat}

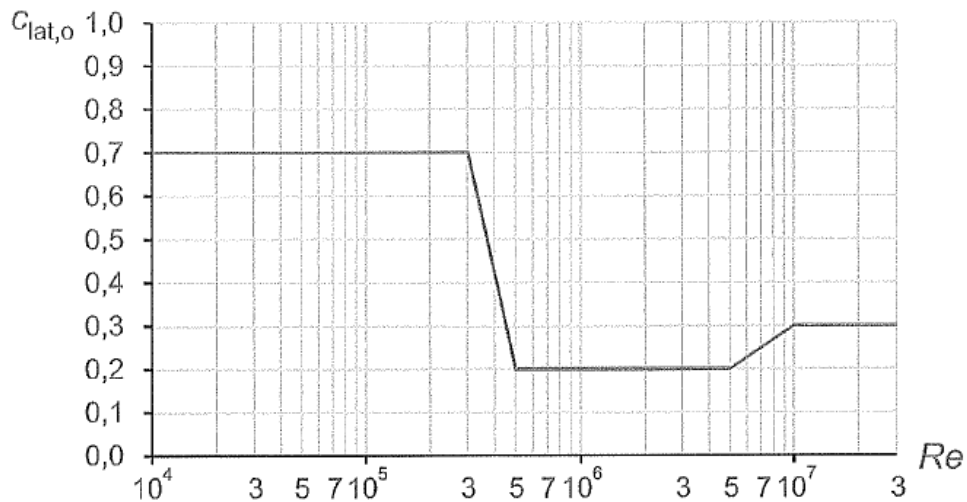
(1) Құйындық өршудің аэродинамикалық коэффициенттерінің $c_{lat,0}$ базалық мәндері Е.2-кестеде берілген.

Е.2-кесте – Әртүрлі көлденең қиысуға арналған құйындық өршудің аэродинамикалық коэффициенттерінің c_{lat} базалық мәндері

Көлденең қиысу		$c_{lat,0}$
1		2
 Рейнольдстың барлық сандары үшін		Е.2-суретті қар.
 $0,5 \leq d/b \leq 10$		1,1
 Сызықтық интерполяцияға жол береді	$d/b = 1$	0,8
	$d/b = 1,5$	1,2
	$d/b = 2$	0,3

Е.2-кесте – Өртүрлі көлденең қиысуға арналған құйындық өршудің аэродинамикалық коэффициенттерінің c_{lat} базалық мәндері (жалғасы)

Көлденең қиысу		$c_{lat,0}$
1		2
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1$	1,6
	$d/b = 2$	2,3
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1$	1,4
	$d/b = 2$	1,1
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 1,3$	0,8
	$d/b = 2,0$	1,0
ЕСКЕРТПЕ d/b функциясы сияқты құйындық өршу коэффициенттерінің экстраполяциясына жол берілмейді		



Е.2-сурет – Айналмалы цилиндрлерге арналған Рейнольдс санына $Re(v_{crit,i})$ байланысты құйындық өршудің $C_{lat,0}$ аэродинамикалық коэффициентінің базалық мәндері, Е.1.3.4 қар.

(2) Құйындық өршудің C_{lat} аэродинамикалық коэффициенті Е.3-кестеде көрсетілген.

Е.3-кесте – Желдің қауіпті жылдамдығынан желдің орташа жылдамдығына деген $v_{crit,i}/v_{m,Lj}$ қатынасына байланысты құйындық өршудің C_{lat} аэродинамикалық коэффициенті

Жел жылдамдығының қауіпті қатынасы	C_{lat}
1	2
$\frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 0,83$	$C_{lat} = C_{lat,0}$
$0,83 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 1,25$	$C_{lat} = \left(3 - 2,4 \cdot \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \right) \cdot C_{lat,0}$

Е.3-кесте – Желдің қауіпті жылдамдығынан желдің орташа жылдамдығына деген $v_{crit,i}/v_{m,Lj}$ қатынасына байланысты құйындық өршудің c_{lat} аэродинамикалық коэффициенті (жалғасы)

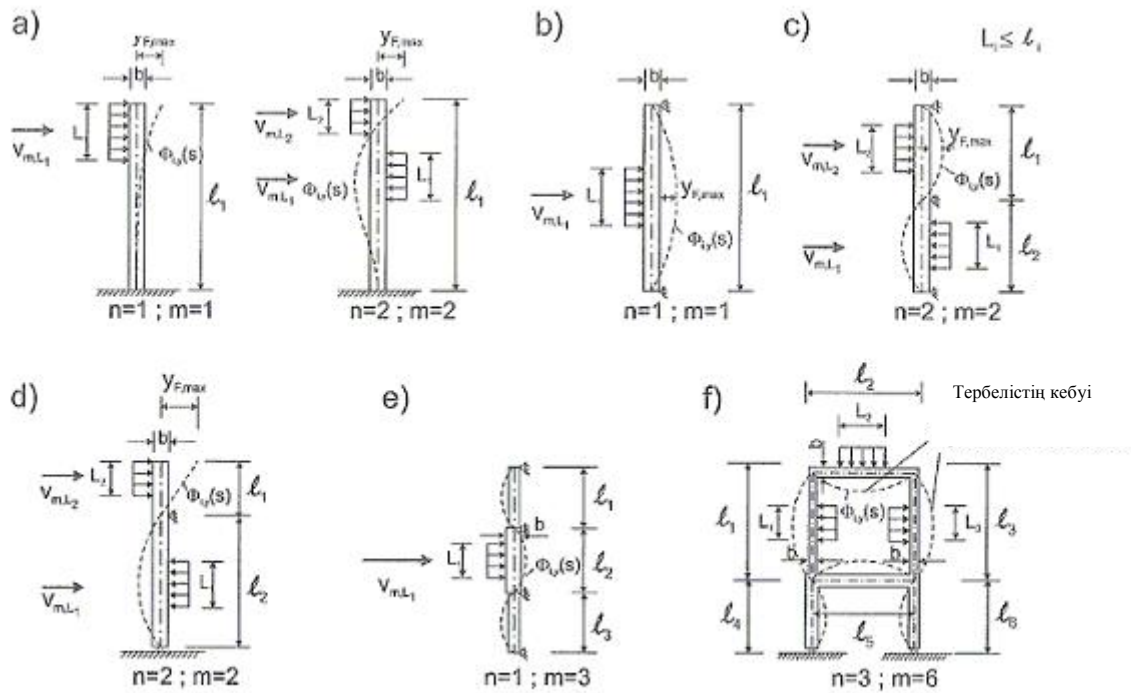
Жел жылдамдығының қауіпті қатынасы	c_{lat}
1	2
$1,25 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}}$	$c_{lat} = 0$
Мұнда $c_{lat,0}$ — Е.2-кесте бойынша және Е.2-сурет бойынша айналмалы цилиндрлерге арналған негізгі мән c_{lat}; $v_{crit,i}$ — желдің қауіпті жылдамдығы ((Е.1) формуласын қар.); $v_{m,Lj}$ — Е.3-сурет бойынша тиімді келтірілген ұзындықтың ортасындағы желдің орташа жылдамдығы (4.3 қар.)	

Е.1.5.2.3 Корреляциялық ұзындық L_j

(1) Корреляциялық ұзындық L_j тербелістің кебу саласында орналасуы керек. Мысалдар Е.3-суретте берілген. Сормалары бар діңгектік мұнаралар мен көп аралықтық көпірлер үшін арнайы зерттеулер талап етіледі.

1.Тербелістің формасы

2. Тербелістің формасы



ЕСКЕРТПЕ Бірден көп корреляциялық ұзындықты көрсеткен кезде, оларды c_{lat} ең үлкен мәнін бір уақытта пайдаланумен бірге қолданады.

Е.3-сурет – L_j ($j = 1, 2, 3$) корреляциялық ұзындықты қолданудың мысалдары

Е.4-кесте – Тербеліс амплитудасының функциясы $F(s_j)$ ретіндегі корреляциялық ұзындық L_j

$y_F(s_j)/b$	L_j/b
$<0,1$	6
$0,1 - 0,6$	$4,8 + 12 \cdot \frac{y_F(s_j)}{b}$
$>0,6$	12

Е.1.5.2.4 Тиімді корреляциялық ұзындықтың коэффициенті K_w

(1) Тиімді корреляциялық ұзындықтың коэффициентін K_w (Е.8) формула бойынша анықтау керек:

$$K_w = \frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds} \leq 0,6, \quad (\text{Е.8})$$

мұнда $\Phi_{i,y}$ — тербелістің i формасы (F.3 қар.);

L_j — корреляциялық ұзындық;

l_j — екі тораптық нүктенің арасындағы конструкцияның ұзындығы (Е.3-суретті қар.); консолдық жүйелер үшін ұзындық конструкция биіктігіне бірыңғай;

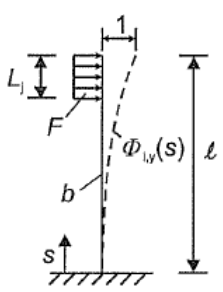
n — ішінде бір уақытта құйындық өршу пайда болатын аймақтардың мөлшері (Е.3-суретті қар.);

m — тербелетін жүйенің тербеліс формаларын $\Phi_{i,y}$ ескеретін тербеліс кебуінің мөлшері;

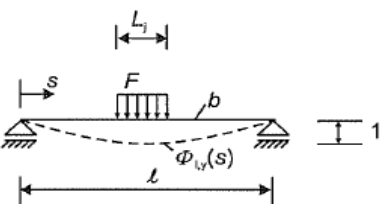
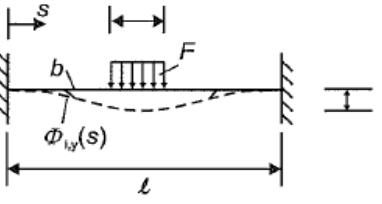
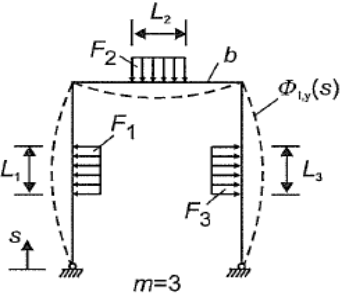
s — Е.5-сурет бойынша координата.

(2) Негізгі формада тербелетін және оларға Е.5-кестедегідей құйындық өршу әсер ететін кейбір қарапайым конструкциялар үшін келтірілген ұзындықтың коэффициентін K_w Е.5-кестеде келтірілген формулалар бойынша шамалап анықтауға жол беріледі.

Е.5-кесте – Тиімді корреляциялық ұзындықтың коэффициенті K_w және қарапайым конструкциялардың тербелісінің формаларының коэффициенті K

Конструкция	Тербеліс формасы $\Phi_{i,y}(s)$	K_w	K
	Е.3 (F қосымшасы) қар. $c \zeta = 2,0;$ $n = 1;$ $m = 1$	$3 \cdot \frac{L_j/b}{\lambda} \cdot \left[1 - \frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{L_j/b}{\lambda} \right)^2 \right]$	0,13

Е.5-кесте – Тиімді корреляциялық ұзындықтың коэффициенті K_w және қарапайым конструкциялардың тербелісінің формаларының коэффициенті K (жалғасы)

Конструкция	Тербеліс формасы $\Phi_{i,y}(s)$	K_w	K
	Ғ.1-кестені (Ғ қосымшасы) кар. $n = 1;$ $m = 1$	$\cos\left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda}\right)\right]$	0,10
	Ғ.1-кестені (Ғ қосымшасы) кар. $n = 1;$ $m = 1$	$\frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{\pi} \cdot \sin\left[\pi \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda}\right)\right]$	0,11
	Модалдық сараптама $n = 3;$ $m = 3$	$\frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} \Phi_{i,y}(s) ds }{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} \Phi_{i,y}(s) ds }$	0,10
ЕСКЕРТПЕ 1 Тербеліс формасы $\Phi_{i,y}(s)$ Ғ.3 (Ғ қосымшасы) бөлімі бойынша анықталуы мүмкін. n және m параметрлері (Е.8) формуласы мен Е.3-суретте анықталынған. ЕСКЕРТПЕ 2 $\lambda = l/b$.			

Е.1.5.2.5 Тербеліс формасының коэффициенті

(1) Тербеліс формасының коэффициенті K мына формула бойынша анықталған:

$$K = \frac{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{4\pi \cdot \sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}^2(s)| ds}, \quad (\text{E.9})$$

мұнда m — Е.1.5.2.4(1) бойынша анықталынады;

$\Phi_{i,y}(s)$ — көлденең тербелістердің i формасы (F.3 қар.);

l_j — екі тораптық нүкте арасындағы конструкцияның ұзындығы (Е.3-суретті қар.).

(2) Негізгі формада тербелетін кейбір қарапайым конструкциялар үшін коэффициент Е.5-кестеде келтірілген.

Е.1.5.2.6 Жүктеу циклдерінің мөлшері

(1) Тербелістің құйындық өршуімен пайда болған жүктеу циклдерінің мөлшерін N (Е.10) формуласы бойынша анықтауға болады:

$$N = 2T \cdot n_y \cdot \varepsilon_0 \cdot \left(\frac{v_{\text{crit}}}{v_0} \right)^2 \cdot \exp \left(- \left(\frac{v_{\text{crit}}}{v_0} \right)^2 \right), \quad (\text{E.10})$$

мұнда n_y — конструкцияның көлденең тербелістерінің i формасының өзіндік жиілігі,

Γ , шамаланған әдістері Γ қосымшасында берілген;

v_{crit} — Е.1.3.1 бойынша желдің қауіпті жылдамдығы, м/с;

v_0 — желдің орташа жылдамдығының Вейбулл ықтималын бөлудің $\sqrt{2}$ -еселік ең ықтимал мәндері (модалдық шама v_{mod}), м/с;

T — қызметтің жылмен берілген $3,2 \cdot 10^7$ -еселік талап етілген қызметіне сәйкес келетін, қызметтің секундпен берілген қызмет мерзімі;

ε_0 — тербелістің құйындық өршуін индукциялайтын жел жылдамдығының диапазонының енін сипаттайтын жиілік диапазонының енінің коэффициенті.

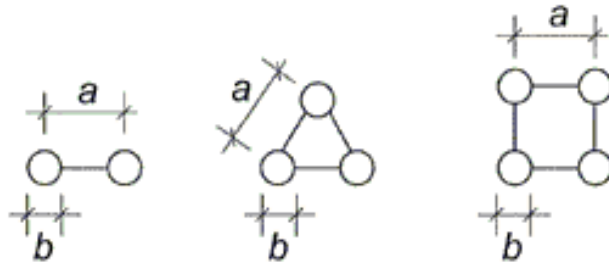
ЕСКЕРТПЕ 1 Кепілдемелік мән – $N \geq 10^4$.

ЕСКЕРТПЕ 2 v_0 мәні үшін көлденең қиысудың биіктігіндегі желдің сипаттамалық орташа жылдамдығының 20 % қабылдануы мүмкін, мұнда құйындық өршу пайда болады (4.3.1(1) қар.).

ЕСКЕРТПЕ 3 Жиілік диапазонының енінің коэффициенті ε_0 0,1-ден 0,3-ке дейінгі мәндерді қабылдай алады. Ол $\varepsilon_0 = 0,3$ ретінде қабылдануы мүмкін.

Е.1.5.2.7 Топталған немесе қатарға орналасқан тік цилиндрлердің резонанстық құйындық өршуі

(1) Топталған немесе қатарға орналасқан тік цилиндрлерде байланыспен және байланыссыз (Е.4-суретті қар.) құйындық өршумен шақырылған тербелістер пайда болуы мүмкін.



Е.4-сурет – Топталған немесе қатарға орналасқан тік цилиндрлер

(2) Максималдық орын ауысу (Е.7) формула бойынша және Е.1.5.2 бойынша әдістеудің әдістері мен (Е.11) және (Е.12) формулаларына сәйкес түрлендірілгенді қолдану арқылы бағалана алады.

Байланыссыз, қатарға орналастырылған цилиндрлер үшін төмендегілерді қолданады:

$$\begin{aligned}
 c_{\text{lat}} &= 1,5c_{\text{lat}(\text{single})} & 1 \leq \frac{a}{b} \leq 10 \text{ үшін} \\
 c_{\text{lat}} &= c_{\text{lat}(\text{single})} & \frac{a}{b} \geq 15 \text{ үшін} \\
 \text{сызықтық интерполяцияны} & & 10 \leq \frac{a}{b} \leq 15 \text{ үшін} \quad (\text{Е.11}) \\
 St &= 0,1 + 0,085 \cdot \log\left(\frac{a}{b}\right) & 1 \leq \frac{a}{b} \leq 9 \text{ үшін} \\
 St &= 0,18 & \frac{a}{b} \geq 9 \text{ үшін,}
 \end{aligned}$$

мұнда $c_{\text{lat}(\text{single})} = c_{\text{lat}}$ Е.3-кесте бойынша.

Байланы бар цилиндрлер үшін мынаны қолданады:

$$c_{\text{lat}} = K_{iv}c_{\text{lat}(\text{single})} \quad 1,0 \leq a/b \leq 3,0 \text{ үшін,}$$

мұнда K_{iv} — құйындық өршуге арналған интерференция коэффициенті (Е.8-кесте);

St — Е.8-кесте бойынша Струхаль саны;

Sc — Е.8-кесте бойынша Скрутон саны.

с $a/b > 3,0$ бар байланысты цилиндрлер үшін арнайы зерттеулер талап етіледі.

ЕСКЕРТПЕ 1 Байланыссыз айналмалы цилиндрлерге арналған $1,5c_{lat}$ коэффициенті тұрпайы шамалау болып табылады. Бұл жақындату кертартпалық болып қарастырылады.

Е.1.5.3 Көлденең тербеліс амплитудасын есептеуге арналған екінші әдіс

(1) Ең үлкен деформациясы бар нүкте үшін сипаттамалық максималдық орын ауысуы y_{max} (Е.13) формуласы бойынша есептеуге болады:

$$y_{max} = \sigma_y k_p, \quad (\text{Е.13})$$

мұнда σ_y — орын ауыстыруға арналған стандарттық ауытқу, (2) қар.;

k_p — шыңдық коэффициент, (6) қар.

(2) Ең үлкен деформациясы ($\Phi = 1$) бар нүктедегі b еніне жатқызылған орын ауысуға арналған стандарттық ауытқу σ_y (Е.14) формуласы бойынша есептеліне алады:

$$\frac{\sigma_y}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{C_c}{\sqrt{\frac{Sc}{4\pi} - K_a \cdot \left(1 - \left(\frac{\sigma_y}{b \cdot a_L}\right)^2\right)}} \cdot \sqrt{\frac{\rho b^2}{m_e}} \cdot \sqrt{\frac{b}{h}}, \quad (\text{Е.14})$$

мұнда C_c — көлденең қиысудың формаларына байланысты болатын аэродинамикалық тұрақты, ал айналмалы цилиндрлер үшін — Е.1.3.4(1) анықталған және Е.6-кестеде көрсетілген Рейнольдс санынан Re ;

K_a — Е.1.5.3(4) көрсетілгендей аэродинамикалық тұрақты сөну;

a_L — сөнудің тым елеусіз мәндері бар конструкцияларды орын ауысуын анықтайтын мөлшерленген шекті амплитуда; Е.6-кестеде берілген;

St — Е.1.3.2 көрсетілгендей Струхаль саны;

ρ — көлденең тербеліс жағдайындағы ауаның тығыздығы, ЕСКЕРТПЕ 1 қар.;

m_e — F.4(1) бойынша ұзындық бірлігіне келетін тиімді масса;

h, b — конструкцияның биіктігі мен ені. Ауыспалы ені бар конструкциялар үшін үлкендеу орын ауысуы бар ені пайдаланылады.

ЕСКЕРТПЕ 1 Аэродинамикалық тұрақты C_c жылжымайтын конструкцияға әрекет ететін көтермелі күшке байланысты болады.

ЕСКЕРТПЕ 2 Қимылмен шақырылған желдік жүктемелерді K_a және a_L қолданудың есебінен ескереді.

(3) (Е.14) формуласының шешімі (Е.15) формулада берілген:

$$\left(\frac{\sigma_y}{b}\right)^2 = c_1 + \sqrt{c_1^2 + c_2}. \quad (\text{E.15})$$

Осы жерде тұрақты c_1 және c_2 төмендегідей анықталған:

$$c_1 = \frac{a_L^2}{2} \cdot \left(1 - \frac{Sc}{4\pi K_a}\right); \quad c_2 = \frac{\rho b^2}{m_e} \cdot \frac{a_L^2}{K_a} \cdot \frac{C_c^2}{St^4} \cdot \frac{b}{h}. \quad (\text{E.16})$$

(4) Аэродинамикалық тұрақты сөну K_a турбуленттілік қарқынының өсуімен төмендейді. Турбуленттіліктің қарқындылығы кезінде 0 % аэродинамикалық тұрақты сөну Е.6-кестеде берілген $K_a = K_{a,\max}$ мәнді қабылдайды.

(5) Айналымы цилиндрлер мен шаршылық көлденең қиысулар үшін C_c , $K_{a,\max}$ және a_L тұрақтылар Е.6-кестеде берілген.

Е.6-кесте – Құйындық өршудің әсер етуін анықтауға арналған тұрақтылар

Тұрақты	Айналымы цилиндр $Re \leq 10^5$	Айналымы цилиндр $Re = 5 \cdot 10^5$	Айналымы цилиндр $Re \geq 10^6$	Шаршы көлденең қиысу
C_c	0,02	0,005	0,01	0,04
$K_{a,\max}$	2	0,5	1	6
a_L	0,4	0,4	0,4	0,4
ЕСКЕРТПЕ Айналымы цилиндрлер үшін C_c және $K_{a,\max}$ тұрақтылардың мәндері диапазонға арналған $10^5 < Re < 5 \cdot 10^5$ және $5 \cdot 10^5 < Re < 10^6$ Рейнольдс санының логарифміне пропорционал екендігі қабылданады				

(6) k_p шындық коэффициентті ескеру керек.

ЕСКЕРТПЕ Шындық коэффициентті төмендегі формула бойынша анықтауға кепілдеме беріледі:

$$k_p = \sqrt{2} \cdot \left(1 + \frac{1,2}{\tan\left(0,75 \cdot \frac{Sc}{(4\pi K_a)}\right)} \right). \quad (E.17)$$

(7) Тербелістердің құйындық өршуімен шақырылатын жүктемелердің ытаны Количество N циклының санын жиілік диапазонының енінің коэффициентін $\varepsilon_0 = 0,15$ пайдалану арқылы Е.1.5.2.6 бойынша анықтайды.

Е.1.6 Құйындық өршудің пайда болуының алдын-алу бойынша шаралар

(1) Құйындық өршудің резонанстық амплитудалаын аэродинамикалық шаралардың (тек анықталған жағдайларды орындау кезінде, мысалы, Скрутон сандары үшін $Sc \geq 8$) есебінен немесе демпфирлеуді ұлғайтатын шаралардың көмегімен төмендетуге болады. Аэродинамикалық шараларды қолдану кезінде күшейтудің $c_a = 1,4$ мәніне дейін өсуі мүмкін екендігін ескеру керек. Аэродинамикалық және демпфирлеуді ұлғайтатын шаралар арнайы зерттеуді талап етеді.

(2) Қосымша ақпарат бойынша конструкция типтеріне таралатын арнайы ережелерге сілтеме беріледі.

Е.2 Өршілену

Е.2.1 Жалпы ережелер

(1) Өршілену – иіlmелі конструкциялардың немесе жел бағытындағы дұрыс бойынша иіlmелі тербеліс формасындағы конструктивтіктің өздігінен өршитін тербелістері. I-, U-, L- қиысулар мен Т-бейнелі формаларды қоса, дөңгелек емес көлденең қиысулар өршіленудің пайда болуына бейімді. Сондай-ақ мұздану да көлденең қиысудың тұрақсыздығын шақыруы мүмкін.

(2) Өршілену кезінде тербелістер анықталған бастапқы жылдамдықтан v_{CG} басталады. Бұл жағдайда амплитудалар жел жылдамдығының өсуімен тез өседі.

Е.2.2 Бастапқы жылдамдық

(1) Өршілену кезіндегі бастапқы жылдамдық v_{CG} (Е.18) формуласында анықталған:

$$v_{CG} = \frac{2Sc}{a_G} n_{1,v} b, \quad (E.18)$$

мұнда Sc — (Е.4) формуласы бойынша Скрутон саны;

$n_{1,v}$ — жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша иіlmелі тербелістердің негізгі өзіндік жиілігі. Негізгі өзіндік жиілікті анықтауға арналған шамаланған формулалар F.2 (F қосымшасы) көрсетілген;

b — Е.7-кесте бойынша көлденең қиысудың ені;

a_G — өршілену кезіндегі тұрақсыздықтың коэффициенті (Е.7-кестені қар.). Егер бірде-бір мән белгілі емес болса, онда есептеуді $a_G = 10$ қолдану арқылы жүргізуге болады.

(2) Төмендегіні қамтамасыз ету керек:

$$v_{CG} > 1,25v_m, \quad (\text{Е.19})$$

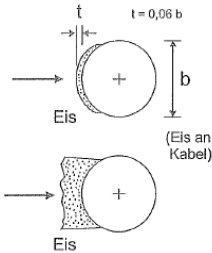
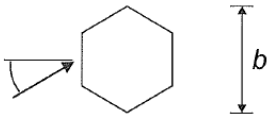
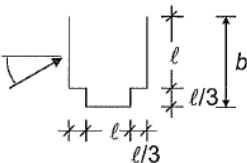
мұнда v_m — өршіленудің ағысы күтілетін биіктікте (4.3) формуласы бойынша анықталатын желдің орташа жылдамдығы, м/с; әдетте, бұлар – тербелістің ең үлкен амплитудалары пайда болатын нүктелер.

(3) Өршіленудің бастапқы жылдамдығына v_{CG} тең келетіндей, құйындық өршумен шақырылған желдің қауіпті жылдамдығы v_{crit} кезінде

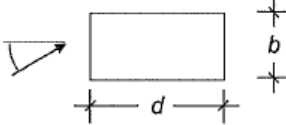
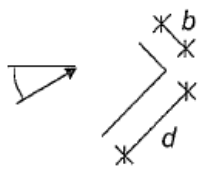
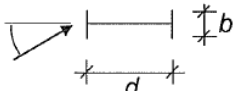
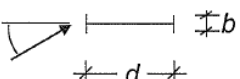
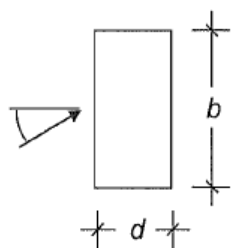
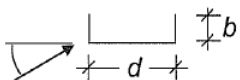
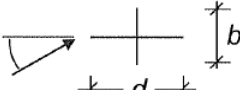
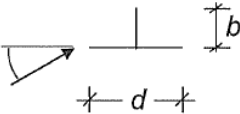
$$0,7 < \frac{v_{CG}}{v_{crit}} < 1,5, \quad (\text{Е.20})$$

құйындық өршу мен өршілену арасында өзара қатынастың әсер етуі ықтимал. Бұл жағайда арнайы зерттеулерге кепілдеме беріледі.

Е.7-кесте – Өршілену кезіндегі тұрақсыздық коэффициенті a_G

Көлденең қиысу	Тұрақсыздық коэффициенті a_G	Көлденең қиысу	Тұрақсыздық коэффициенті a_G
	1,0		1,0
			4

Е.7-кесте – Өршілену кезіндегі тұрақсыздық коэффициенті a_G (жалғасы)

Көлденең қиысу		Тұрақсыздық коэффициенті a_G	Көлденең қиысу		Тұрақсыздық коэффициенті a_G
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 2$	2		$d/b = 2$	0,7
	$d/b = 1,5$	1,7		$d/b = 2,7$	5
	$d/b = 1$	1,2		$d/b = 5$	7
 Сызықтық интерполяцияға жол беріледі	$d/b = 2/3$	1		$d/b = 3$	7,5
	$d/b = 1/2$	0,7		$d/b = 3/4$	3,2
	$d/b = 1/3$	0,4		$d/b = 2$	1
ЕСКЕРТПЕ d/b функциясы сияқты a_G коэффициентінің экстраполяциясына жол берілмейді					
Eis an Kabel			Арқанның мұздалуы		

Е.2.3 Байланысы бар цилиндрлердің классикалық өршіленуі

(1) Байланысы бар цилиндрлерде (Е.4-суретті қар.) классикалық өршілену пайда болуы мүмкін.

(2) Байланысы бар цилиндрлердің классикалық өршіленуінің бастапқы жылдамдығы v_{CG} төмендегі формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$v_{CG} = \frac{2Sc}{a_G} \cdot n_{1,y} b, \quad (E.21)$$

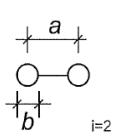
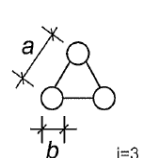
осы жерде Е.8-кестеде көрсетілген, Sc , a_G және b арналған мәндер, $n_{1,y}$ параметрі иілмелі тербелістің негізгі өзіндік жиілігі болып табылады (F.2 (F қосымшасы) қар.).

(3) Төмендегіні қамтамасыз ету керек:

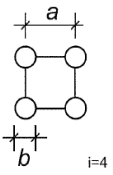
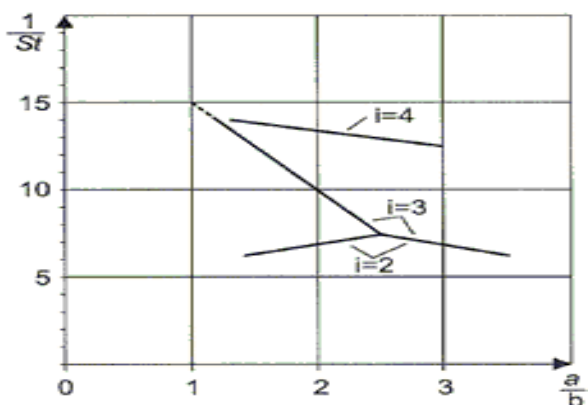
$$v_{CG} > 1,25v_m(z), \quad (E.22)$$

мұнда $v_m(z)$ — өршілену ағысы күтілетін биіктікте (4.3) формуласы бойынша анықталған желдің орташа жылдамдығы, м/с, әдетте бұлар тербелістің үлкендеу амплитудасы пайда болатын нүктелер.

Е.8-кесте – Қатарлық байланыстағы немесе топтық орналасудағы цилиндрлерге арналған желдің бағытындағы дұрыс бойынша реакцияларды бағалауға арналған мәндер

Цилиндрлердің орналасуы	Скрутон саны $Sc = \frac{2\delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho b^2}$ ((Е.4) формуласымен салыстыру)			
	$a/b = 1$	$a/b \geq 2$	$a/b \leq 1,5$	$a/b \geq 2,5$
	$K_{iv} = 1,5$	$K_{iv} = 1,5$	$a_G = 1,5$	$a_G = 3,0$
	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 6,0$	$a_G = 3,0$

Е.8-кесте – Қатарлық байланыстағы немесе топтық орналасудағы цилиндрлерге арналған желдің бағытындағы дұрыс бойынша реакцияларды бағалауға арналған мәндер (жалғасы)

Цилиндрлердің орналасуы	Скрутон саны $S_c = \frac{2\delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho b^2}$ ((Е.4) формуласымен салыстыру)			
	$a/b = 1$	$a/b \geq 2$	$a/b \leq 1,5$	$a/b \geq 2,5$
	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 1,0$	$a_G = 2,0$
	Сызықтық интерполяцияға жол беріледі			
	 Қатарлық байланыстағы немесе топтық орналасудағы цилиндрлерге арналған Струхаль санының кері шамалары			

Е.3 Екі немесе одан да көп бөлек тұрған цилиндрлердің интерференциялық өршіленуі

(1) Интерференциялық өршілену – екі немесе одан да көп цилиндрлер бір-біріне байланыссыз бір-бірінен елеусіз қашықтықта орналасқан жағдайда тууы ықтимал өздігінен өршитін тербеліс.

(2) Егер ағып келе жатқан ағыстың бұрышы ағыстың қауіпті бағытының β_k диапазонында жатса, сонымен қатар $a/b < 3$ кезінде (Е.5-сурет) бастапқы жылдамдық v_{SIG} (Е.23) формуласы бойынша анықталуы мүмкін:

$$v_{CIG} = 3,5 n_{i,y} b \sqrt{\frac{a_{Sc}}{a_{IG}}}, \quad (E.23)$$

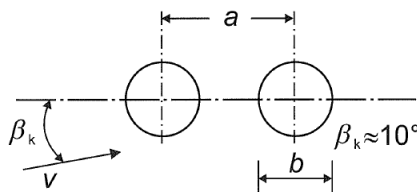
мұнда Sc — Е.1.3.3(1) анықталғандай Скрутон саны;

a_{IG} — тұрақтылықтың қиыстыру коэффициенті; $a_{IG} = 3,0$;

$n_{i,y}$ — жел қимылының бағытындағы дұрыс бойынша иілмелі тербелістердің негізгі өзіндік жиілігі. Шамаланған мәндер F.2 (F қосымшасы) көрсетілген;

a — қашықтық;

b — диаметр.



Е.5-сурет – Интерференциялық өршілендіруге арналған геометриялық өлшемдер

(3) Интерференциялық өршілену бөлек тұрған цилиндрлердің арасындағы байланыстарды бекітумен болмауы мүмкін. Бірақ бұл жағдайда классикалық өршілену (Е.2.3 қар.) пайда болуы мүмкін.

Е.4 Алшақтық және флаттер

Е.4.1 Жалпы ережелер

(1) Алшақтық және флаттер – деформацияларға ұрылған қатпарлы конструкцияларда, мысалы, жарнамалық қалқандарда немесе ванталық көпірлердің аралық конструкцияларында, нақты шекті мәннің немесе желдің қауіпті жылдамдығы ұлғайған кезде пайда болуы мүмкін динамикалық тұрақсыздықтардың түрлері. Динамикалық тұрақсыздықтардың осы түрлері конструкция деформациялары ауыспалы аэродинамикалық жүктемелерді шақырған кезде пайда болады.

(2) Алшақтықты және флаттерді қағидаттық түрде болдырмау керек.

(3) Ары қарай келтірілген есептеудің әдістері конструкцияның осы тұрақсыздықтарға қабылдаушылығын қарапайым конструктивтік өлшемдердің арқасында тексеруге мүмкіндік береді. Егер осы шарттар орындалмаса, онда арнайы зерттеулер жүргізіледі.

Е.4.2 Қатпарлы конструкцияларға арналған өлшемдер

(1) Алшақтыққа немесе флаттерге қабылдаушылықты болу үшін конструкция бір уақытта үш келесі шарттарды орындауы керек. Егер шарттың біреуі орындалмаса, онда имарат немесе конструкция элементі алшақтық немесе флаттер қауіпіне ұрылмайды.

Конструкция немесе оның елеулі бөлігі $0,25$ кем b/d өлшемдерінің қатынасымен қиысу ұзындығына (жазық табақшаға ұқсас) бойлықта болуы керек (Е.6-суретті қар.).

Айналу осі табақша жазығына параллель және жел қимылының бағытына перпендикуляр жүруі керек. Одан басқа, айналу осі жел қимылының панельдің желі бар жағынан шетіне қарай бағытындағы $d/4$ кем емес қашықтықта орналасуы керек, осы жерде d — айналу осіне перпендикуляр жел қимылының бағытындағы панельдің ені. Бұл сонымен қатар, айналу осі бет ауыртпалығының орталығында, мысалы, орталықта немесе ортадағы тіреу нүктесі бар бөлек тұрған бастырмада тіреуі бар жарнамалық қалқанда тұрған жағдайларды да қосады. Айналу осі жел жақтың шетіне, мысалы консолдық, бөлек тұрған бастырманың шетіне, сәйкес келуі мүмкін.

Өзіндік тербелістің минималдық жиілігі айналмалы тербелістерге жатуы керек немесе өзіндік тербелістің жиілігі өзіндік түспелі тербелістердің минималдық жиілігінің екі мәнділігінен аз болуы керек.

Е.4.3 Жылдамдықтың алшақтығы

(1) Алшақтыққа арналған желдің қауіпті жылдамдығы төмендегіні құрайды ((Е.24) формуласы бойынша):

$$v_{div} = \left[\frac{2k_{\theta}}{\rho d^2 \cdot \frac{dc_M}{d\theta}} \right], \quad (E.24)$$

мұнда k_{θ} — айналатын қаттылық;

c_M — (Е.25) формуласында көрсетілгендей сәтті аэродинамикалық коэффициент:

$$c_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \cdot \rho v^2 d^2}, \quad (E.25)$$

$dc_M/d\theta$ — айналу осінің маңайында айналғаннан кейінгі сәттің аэродинамикалық коэффициентінің туындысы. Бұл жерде θ радиандарда көрсетіледі;

мұнда M — конструкция ұзындығының бірлігіне берілген аэродинамикалық сәт;

ρ — 4.5 көрсетілгендей ауаның тығыздығы;

d — жел (хорд) қимылының бағытындағы имараттың биіктігі (Е.6-сурет қар.);

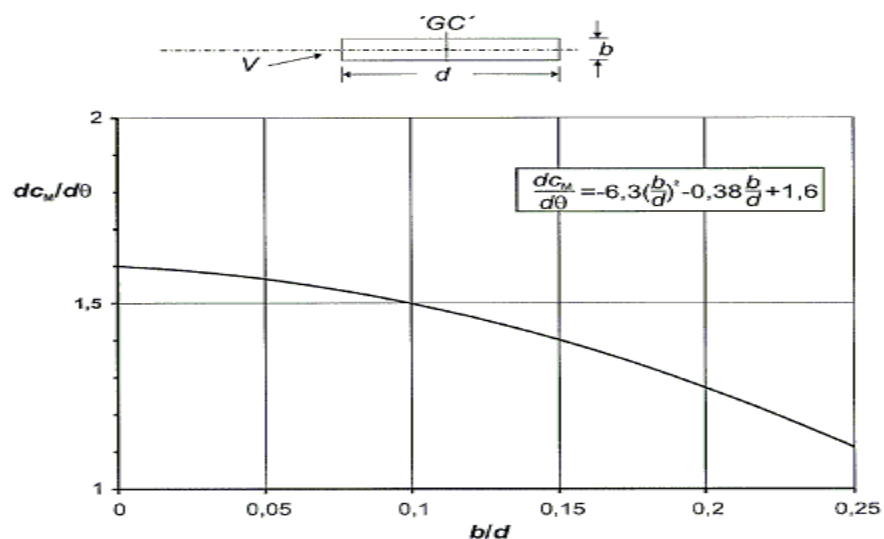
b — Е.6-суретте анықталғандай ен.

(2) Қиысу жазықтығының ауыртпалық орталығына қатысты тік бұрышты қиысуларға арналған $dc_M/d\theta$ мәндері Е.6-суретте көрсетілген.

(3) Мынаны қамтамасыз ету керек:

$$v_{div} > 2v_m(z_e), \quad (E.26)$$

мұнда $v_m(z_e)$ — (4.3) формуласы бойынша z_e биіктігіндегі желдің орташа жылдамдығы (6.1-суретте анықтағандай).



Е.6-сурет $-b/d$ функциясы сияқты θ бойынша c_M сәттің (тік бұрышты көлденең қиысудың «GC» геометриялық ауыртпалық орталығына қатысты) аэродинамикалық коэффициентінің туындысы $dc_M/d\theta$

Е [F] ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

Имараттардың динамикалық қасиеттері**F.1 Жалпы ережелер**

(1) Осы бөлімде көрсетілген есептеудің әдістерін конструкциялар серпінді кезеңде өзіндік тербелістің классикалық формаларының есебімен жұмыс істеуінің шарты кезінде қолданылады. Осы жағдайда имараттың динамикалық қасиеттері:

- өзіндік жиіліктермен;
- модалдық формалармен;
- эквиваленттік массалармен;
- сөнудің логарифмикалық декременттерімен көрсетіледі.

(2) Өзіндік жиіліктерді, модалдық формаларды, эквиваленттік массаларды, сөнудің логарифмикалық декременттерін теориялық түрде немесе құрылымдық-динамикалық әдістердің көмегімен зерттеу жолымен анықтайды.

(3) Негіз салушы динамикалық сипаттама жеңілдетілген аналитикалық, жартылай эмпириялық немесе жеткілікті сынақ шарты кезінде шамаланған формулаларды қолдану арқылы анықталуы мүмкін. Осы формулалардың кейбіреулері F.2 – F.5 көрсетілген.

F.2 Негізгі өзіндік жиілік

(1) Массаның орталығы (бір масса) бар консолдық конструкциялар үшін өзектің соңында конструкция иілімінің негізгі өзіндік жиілігін n_1 есептеу үшін жеңілдетілген (F.1) формуласы қолданылуы мүмкін:

$$n_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{x_1}}, \quad (\text{F.1})$$

мұнда g — еркін құламаны жылдамдату, 9,81 м/с² тең;

x_1 — тербеліс бағытындағы өзіндік салмақтың әрекеті арқылы максималдық орын ауыстыру, м.

(2) Биіктігі 50 м асатын көп қабаттық ғимараттар үшін негізгі өзіндік иілімді жиілік n_1 , Гц (F.2) формуласы бойынша анықталуы мүмкін:

$$n_1 = \frac{46}{h}, \quad (\text{F.2})$$

мұнда h — ғимараттың биіктігі, м.

Осы формуланы бір қабаттық ғимараттар және діңгектер үшін қосалқы ретінде қолдануға болады.

(3) Түтін мұржаларының негізгі өзіндік иіlmелі жиілігі n_1 , Гц (F.3) формуласы бойынша бағалануы мүмкін:

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot b}{h_{\text{eff}}^2} \cdot \sqrt{\frac{W_s}{W_t}}, \quad (\text{F.3})$$

төмендегіні қолдану арқылы:

$$h_{\text{eff}} = h_1 + \frac{h}{3}, \quad (\text{F.4})$$

мұнда b — түтін мұржасының жоғарғы диаметрі, м;

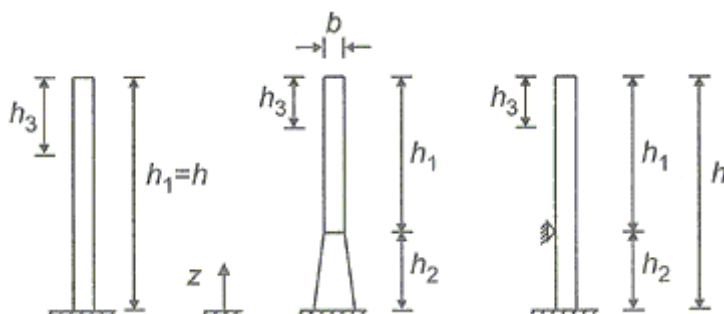
h_{eff} — түтін мұржасының тиімді биіктігі, м, h_1 және h_2 F.1-суретте көрсетілген;

W_s — қаттылыққа ықпал ететін түтін мұржасының конструкция элементтерінің салмағы;

W_t — түтін мұржасының жалпы салмағы;

ε_1 — болат түтін құбырлары үшін – 1000 және темірбетоннан немесе кірпіш қалаудан жасалған түтін мұржалар үшін – 700.

ЕСКЕРТПЕ $h_3 = h_1/3$; h_3 — F.4(2) қар.



F.1-сурет – Түтін мұржаларына арналған өлшемдер

(4) Қаттылық сақинасы жоқ ұзын цилиндрлік қабықшаның эллипстік тербелістерінің негізгі жиілігі $n_{1,0}$ (F.5) формуласы бойынша есептелеіне алады:

$$n_{1,0} = 0,492 \cdot \sqrt{\frac{t^3 E}{\mu_s \cdot (1 - \nu^2) \cdot b^4}}, \quad (\text{F.5})$$

мұнда E — иілгіштік модулі, Н/м²;

t — қабықшаның қалыңдығы, м;

ν — Пуассон коэффициенті;

μ_s — аудан бірлігіне келетін қабықшаның массасы, кг/м²;

b — қабықшаның диаметрі, м.

(F.5) формуласы бойынша қабықшаның минималдық өзіндік жиілігін алады. Қаттылық сақинасы өзіндік жиіліктен n_0 асады.

(5) Пластиналдық немесе қораптық қиысудың көпірлерінің минималдық тік өзіндік иіlmелі жиілігі шамамен $n_{1,B}$ (F.6) формуласы бойынша анықтала алады:

$$n_{1B} = \frac{K^2}{2\pi L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_b}{m}}, \quad (F.6)$$

мұнда L — негізгі аралықтың ұзындығы, м;
 E — серпінділік модулі, Н/м²;
 I_b — тік иілуге арналған көлденең қиысу ауданының инерция сәті, м⁴;
 m — аралықты орталағандағы ортақ көлденең қиысу ұзындығының бірлігіне келетін масса (өзіндік салмақтан және басқа стационарлық жүктерден түсетін жүктемелер үшін), кг/м;

K — төменде анықталғандай, аралықты бөлуге қатысты өлшемсіз коэффициент:

а) бір аралықты көпірлер үшін:

$K = \pi$, егер тіреулері топсалы болса;

$K = 3,9$, егер бір жағынан бітелген соңы және екінші жағынан топсаларға тіреулері бар болса;

$K = 4,7$, егер екі жағынан бітелген соңы бар;

б) екі аралықты кесілмеген көпірлер үшін:

K екі аралығы бар көпірлерге арналған қисықты пайдалану арқылы F.2-суреттен алынады,

мұнда L_1 — шеткі аралықтың ұзындығы және $L > L_1$;

с) үш аралықты кесілмеген көпірлер үшін:

K үш аралығы бар көпірлерге арналған тиісті қисықты пайдалану арқылы F.2-суреттен алынады,

мұнда L_1 — ең үлкен шеткі аралықтың ұзындығы;

L_1 — басқа шеткі аралықтың ұзындығы шеткі аралықтың ұзындығы және $L > L_1 > L_2$.

Осы жағдай негізгі аралығы ілінген үш аралығы бар көпірлерге де таралады.

Егер $L_1 > L$ болса, онда K ең қысқа шеткі аралықтың есебісіз, екі аралығы бар көпірлерге арналған қисық бойынша анықталуы және екі аралықты көпірге эквивалентті негізгі аралық ретінде ең ұзын шеткі аралықты қолдануы мүмкін;

д) симметриялық төрт аралықты кесілмеген көпірлер (мысалы, орташа тіреулерге қатысты симметриялық көпірлер) үшін.

K мәні F.2-сурет бойынша екі аралығы бар көпірлерге арналған қисық бойынша көпірдің әрбір жартысын екі аралығы бар эквиваленттік көпір ретінде қарастыра отырып анықталуы мүмкін;

е) симметриялық емес төрт аралықты кесілмеген көпірлер мен аралығының саны төрттен асатын кесілмеген көпірлер үшін.

K үш аралығы бар көпірлерге арналған қисықты пайдалану және негізгі аралықты ең үлкен аралық деп есептеу арқылы F.2-суреттен алуға болады.

ЕСКЕРТПЕ 1 — Егер тіректегі $\sqrt{\frac{EI_b}{m}}$ мәні аралық орталығында мәннен 2 есе асып кетсе

немесе аралық орталығында 80 % кем мәнді құраса, онда (F.6) формуласы өте тұрпайы бағалау қолданбалы болған жағдайдан басқа кездерде қолданылмайды.

ЕСКЕРТПЕ 2 Циклде секундағы $n_{1,B}$ анықтау үшін келісілетін шығыс шамаларын таңдау керек.

(6) Егер бойлық иілім енінің бірлігіне келетін орташа инерция көлденең иілім енінің бірлігіне келетін 100 еселік орташа инерциясынан аз болса, онда арқалы көпірлердің өзіндік жиілігі (F.6) формуласы бойынша есептелінетін негізгі өзіндік иілмелі жиілікке бірыңғай болып келеді.

(7) Қораптық қиысу көпірлерінің айналуағы өзіндік жиілігі (F.7) формуласы бойынша шамамен анықталуы мүмкін:

$$n_{1,T} = n_{1,B} \cdot \sqrt{P_1 \cdot (P_2 + P_3)}, \quad (F.7)$$

Төмендегіні қолдану арқылы:

$$P_1 = \frac{mb^2}{I_p}, \quad (F.8)$$

$$P_2 = \frac{\sum r_j^2 l_j}{b^2 I_p}, \quad (F.9)$$

$$P_3 = \frac{L^2 \cdot \sum r_j^2 l_j}{2K_2 b^2 I_p \cdot (1 + \nu)}, \quad (F.10)$$

мұнда $n_{1,B}$ — иілудің негізгі жиілігі, Гц;

b — көпірдің жалпы ені;

m — F.2(5) анықталатын ұзындық бірлігіне келетін масса;

ν — тіреу материалының Пуассон коэффициенті;

r_j — қораптық қиысудың ауыртпалық орталығынан көпірдің көлденең қиысудың ауыртпалық орталығына дейінгі қашықтық;

l_j — ұзындық бірлігіне жатқызылған, аралық бөлікпен бірге жұмыс істейтін тиімді енді қоса, тік иілуге арналған аралықтың орталығындағы бірыңғай қораптық қиысудың инерциясының статикалық сәті;

I_p — ұзындық бірлігіне жатқызылған, аралықтың орталығындағы көлденең қиысудың инерциясының статикалық сәті. Ол (F.11) формуласы бойынша есептелінеді:

$$I_p = \frac{m_d b^2}{12} + \sum (I_{pj} + m_j r_j^2), \quad (F.11)$$

мұнда m_d — аралық орталығындағы аралықты конструкцияның ұзындық бірлігіне келетін масса;

I_{pj} — аралықтың орталығындағы бірыңғай қораптық қиысудың инерциясының статикалық сәті;

m_j — аралық бөлікпен бірге жұмыс істеудің есебісіз, аралықтың орталығындағы ұзындық бірлігіне келетін бірыңғай қораптық қиысудың массасы;

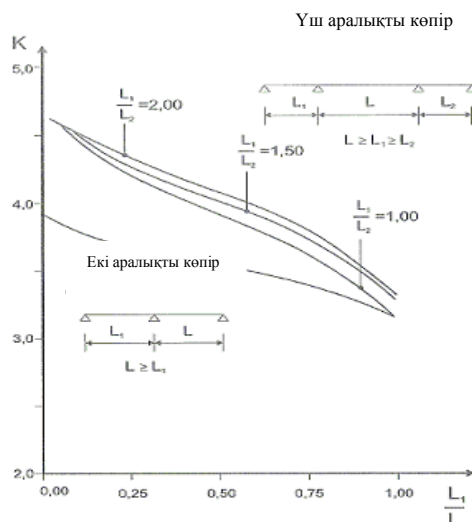
J_j — аралықтың орталығындағы бірыңғай қораптық қиысудың тұрақты айналуы.
Анықтауды (F.12) формуласы бойынша жүргізеді:

$$J_j = \frac{4 \cdot A_j^2}{\oint \frac{ds}{t}}, \quad (\text{F.12})$$

A_j — аралықтың орталығындағы қораптық қиысу қуысының енгізілген ауданы;

$\oint \frac{ds}{t}$ — қораптық қиысу енінің аралық орталығындағы оның периметрі бойынша қораптық қиысу қалыңдығына қатысының интегралы.

ЕСКЕРТПЕ Егер шамаланушы (F.12) формуласы аралық ұзындығының еніне қатынасы 6 мәнінен аспайтын қораптық қиысудың көп ұяшықтық көпірлері үшін қолданылса, онда нақтылықты жоғалту тым елеусіз.



Ф.2-сурет – Негізгі өзіндік иіlmелі жиілікті анықтауға арналған коэффициент K

Ф.3 Тербелістің негізгі формасы

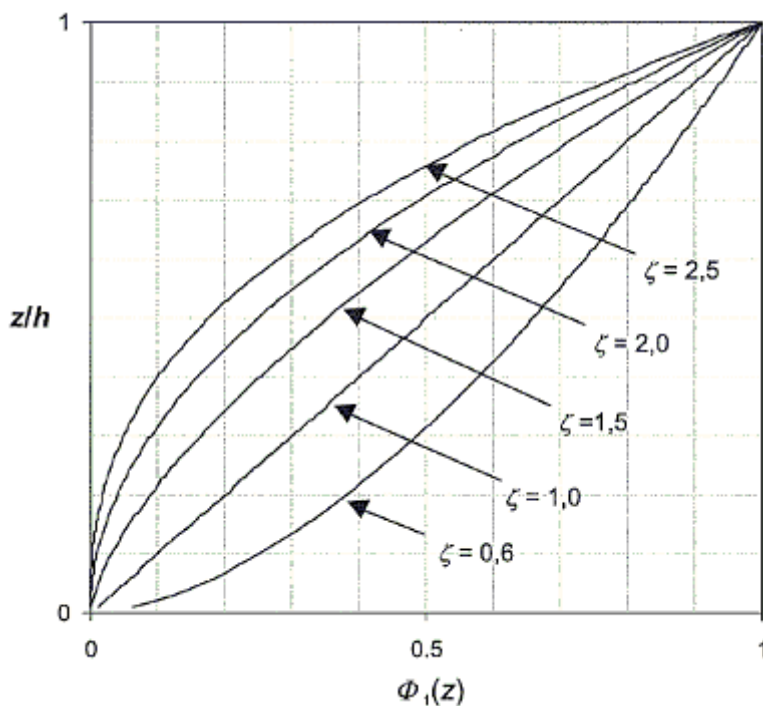
(1) Ғимарат, діңгек және түтін мұржалары сияқты консолдық конструкцияларға арналған негізгі иіlmелі форма $\Phi_1(z)$ (F.13) формуласы бойынша анықталына алады, Ф.3-суретті қар.

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h} \right)^2. \quad (\text{F.13})$$

$\zeta = 0,6$ — қаттылық диафрагмасы жоқ, иіlmелі рамалық қаңқалар үшін;

$\zeta = 1,0$ — орталық ядросы және периметрлік бағандары бар немесе дамыған бағандары мен қаттылық элементтері бар ғимараттар үшін;

- $\zeta = 1,5$ — иілемелі консолдық ғимараттар мен орталық темірбетонды ядролармен қолдау көрсетілетін ғимараттар үшін;
 $\zeta = 2,0$ — діңгектер мен түтін мұржалары үшін;
 $\zeta = 2,5$ — торлы конструкциялардың металл діңгектері үшін.



Е.3-сурет – Консолдық конструкция сияқты жұмыс істейтін ғимараттарға, діңгектер мен түтін мұршаларына арналған иілемелі тербелістердің негізгі формасы

(2) Көпірлердің иілемелі тербелістерінің негізгі формасы $\Phi_1(s)$ Е.1-кестесі бойынша шамамен анықталына алады.

Е.1-кесте – Топсалы сүйелген немесе екі жағынан қыстырылған конструкциялар, не конструктивтік элементтерге арналған иілемелі тербелістердің негізгі формалары

Жүйе	Тербелістің формасы	$\Phi_1(s)$
		$\sin\left(\pi \cdot \frac{s}{l}\right)$
		$\frac{1}{2}\left[1 - \left(2\pi \cdot \frac{s}{l}\right)\right]$

F.4 Эквиваленттік масса

(1) Тербелістің негізгі формасы арналған ұзындық бірлігіне эквиваленттік масса m_e (F.14) формуласында көрсетілген.

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) \cdot \Phi_1^2(s) ds}{\int_0^l \Phi_1^2(s) ds}, \quad (\text{F.14})$$

мұнда m — ұзындық бірлігіне келетін масса;

l — конструкцияның немесе конструкциялық элементтің аралығының биіктігі немесе ұзындығы;

$i = 1$ — модалдық форманың нөмірі.

(2) Массасы тегіс бөлінбеген консолдық конструкцияларға арналған эквиваленттік масса m_e имараттың үстіңгі үштігінде h_3 бөлінген (F.1-суретті қар.) орташа мән m арқылы шамамен анықталына алады.

(3) Екі жағы бойынша топсалы сүйеуі бар және ұзындық бірлігіне массаны тегіс емес бөлінген, аралық ұзындығы l бар конструкция элементтері үшін эквиваленттік масса m_e максималдық мән $\Phi(s)$ үшін $l/3$ ұзындығына есептелінген, бөлу массасының орташа мәнін қолдану арқылы анықталуы мүмкін (F.1-кестені қар.).

F.5 Демпфирлеудің логарифмикалық декременті

(1) Иілмелі тербелістің негізгі формасына арналған сөнудің логарифмикалық декременті δ (F.15) формуласы бойынша анықталына алады.

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d, \quad (\text{F.15})$$

мұнда δ_s — конструкциялық демпфирлеудің логарифмикалық декременті;

δ_a — негізгі өзіндік форманың аэродинамикалық демпфирлеудің логарифмикалық декременті;

δ_d — арнайы шаралардың (тербелістің амортизаторы, сұйықтықтық амортизатор) салдарынан сөнудің логарифмикалық декременті.

(2) Конструкциялық демпфирлеудің логарифмикалық декрементінің δ_s шамалы мәндері F.2-кестеде көрсетілген.

(3) Жел әрекетінің бағытындағы тербеліске арналған аэродинамикалық демпфирлеудің логарифмикалық декременті δ_a (F.16) формуласы бойынша бағалана алады.

$$\delta_a = \frac{c_f \rho v_m(z)}{2n_1 \mu_e}, \quad (\text{F.16})$$

мұнда c_f — 7-бөлімде көрсетілгендей, жел әрекетінің бағытындағы күшейтудің коэффициенті;

μ_e — тік бұрышты бет үшін (F.17) формуласы бойынша есептеліне алатын конструкция бетінің бірлігіне келетін эквиваленттік масса:

$$\mu_e = \frac{\int_0^a \int_0^b \mu(e, z) \cdot \Phi_1^2(y, z) dy dz}{\int_0^a \int_0^b \Phi_1^2(y, z) dy dz}, \quad (\text{F.17})$$

мұнда $\mu(e, z)$ – конструкция ауданының бірлігіне келетін масса;

$\Phi(y, z)$ – модалдық форма.

Модалдық форманың максималдық нүктесіндегі конструкция ауданының бірлігіне келетін масса қарапайым жағдайлар үшін μ_e үшін жақсы жақындаудың болып табылады.

(4) Көптеген жағдайларда модалдық ауытқулар $\Phi(y, z)$ биіктік бойынша әрбір нүктеге тұрақты, және аэродинамикалық демпфирлеудің логарифмикалық декрементіне δ_a арналған (F.16) формуласының орнына (F.18) формуласы қолданыла алады:

$$\delta_a = \frac{c_f \rho b v_m(z_s)}{2n_1 m_e}. \quad (\text{F.18})$$

(5) Егер имаратқа тербелісті демпфирлеу бойынша арнайы шаралар қолданылса, онда δ_d тиісті теориялық немесе зерттеу әдісінің негізінде анықтайды.

F.2-кесте – Конструкция тербелісінің негізгі формасына арналған сөнудің логарифмикалық конструктивтік декрементінің δ_s шамалы мәндері

Имараттың типі	Конструктивтік демпфирлеудің мәні δ_s
Темірбетон қаңқасы бар ғимарат	0,10
Болат қаңқасы бар ғимарат	0,05
Аралас (болат және бетон) қаңқасы бар ғимарат	0,08
Темірбетоннан жасалған діңгектер мен түтін мұржалары	0,03
Сыртқы жылумен оқшауланбаған, дәнекерленген болат түтін мұржалары	0,012
Сыртқы жылумен оқшауланған, дәнекерленген болат түтін мұржалары	0,020
Ішкі кірпіш қаптауы бар болат түтін мұржалары	0,070
Ішкі қаптауы торкретбетоннан жасалған болат түтін мұржалары	0,030

Ғ.2-кесте – Конструкция тербелісінің негізгі формасына арналған сөнудің логарифмикалық конструктивтік декрементінің δ_s шамалы мәндері (жалғасы)

Имараттың типі		Конструктивтік демпфирлеудің мәні δ_s
Қоршаулы мұржасы бар және сыртқы жылумен оқшауланған, дәнекерленген болат түтін мұржалары ^{а)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b \leq 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,014
Екі және одан да көп қоршаулы мұржасы бар және сыртқы жылумен оқшауланған, дәнекерленген болат түтін мұржалары ^{а)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b \leq 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,025
Қоршаулы мұржалары жоқ, байланған болат түтін мұржалары		0,015
Қоршаулы мұржалары жоқ, керілген болат түтін мұржалары		0,04
Торлы конструкцияның болат көпірлері мен діңгектері	дәнекерленген	0,02
	жоғары берікті бұрандалар	0,03
	қарапайым бұрандалар	0,05
Болат темірбетонды көпірлер		0,04
Темірбетонды көпірлер	алдын-ала жүктелген, жарылыстары жоқ	0,04
	жарылыстары бар	0,10
Ағаш көпірлер		0,06 – 0,12
Алюминийден құйылған көпірлер		0,02
Шыны- немесе пластикалық талшықпен күшейтілген көпірлер		0,04 – 0,08
Арқандар	Сымдардың параллель қосылыстары	0,006
	Спираль түрізде орналасқан сым	0,020
ЕСКЕРТПЕ 1 Ағаш және пластмассалық құрамдық конструкциялар үшін мәндер тек нұсқаулық болып табылады; егер аэродинамикалық әсер етулер есептеуге маңызды болса, онда тербелістің толығырақ формаларын арнайы зерттеуді қолдау арқылы анықтайды. ЕСКЕРТПЕ 2 Ғ.2-кестесіндегі мәндерді тартпалық көпірлер үшін 0,75 коэффициентіне көбейтеді.		
^{а)} Аралық h/b мәндер үшін сызықтық интерполяцияға жол беріледі.		

Д.А ҚОСЫМШАСЫ

(анықтамалық)

Мемлекеттік стандарттардың сілтемелік еуропалық стандарттарға сәйкестігі туралы мәліметтер

Д.А.1-кесте

Еуропалық стандарттың белгілеуі мен атауы	Сәйкестік деңгейі	Мемлекеттік стандарттың белгілеуі мен атауы
EN 1990:2002 Еурокод. Құрылыстық жобалаудың негіздері	IDT	ҚР ҚН EN1990:2002 Еурокод. Құрылыстық жобалаудың негіздері
EN 1991-1-3:2003 Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 1-3 бөлімдер. Жалпы әсер ету. Қар жүктемелері	IDT	ҚР ҚН EN1991-1-3:2003 Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 1-3 бөлімдер. Жалпы әсер ету. Қар жүктемелері
EN 1991-1-6:2005 Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 1-6 бөлімдер. Ерекше әсер ету. Құрылыс жұмыстарының өндірісі кезіндегі әсер етулер	IDT	ҚР ҚН EN 1991-1-6:2005 Еурокод 1. Конструкцияларға әсер ету. 1-6 бөлімдер. Ерекше әсер ету. Құрылыс жұмыстарының өндірісі кезіндегі әсер етулер

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] ISO 2394 General principles on reliability for structures
(ИСО 2394) (Құрылыс конструкцияларының сенімділігін тексерудің жалпы қағидаттары).
- [2] ISO 3898 Bases for design of structures — Notations — General symbols
(ИСО 3898) (Конструкцияны жобалаудың негіздері. Шартты белгілеулер. Жалпы белгілер).
- [3] ISO 8930 General principles on reliability for structures — List of equivalent terms
(ИСО 8930) (Құрылыс конструкцияларының сенімділігін тексерудің жалпы қағидаттары. Эквиваленттік терминдердің тізбесі).
- [4] ҚНЖЕ 2.01.07-85 Жүктемелер және әсер ету.

ӘДК 69+624.041.6] (083.74)

ХСК 91.040.01

Негізгі сөздер: Құрылыс, жобалау, есептеу, желдік әсер ету, желдің жылдамдығы, желдің қысымы, аэродинамикалық коэффициент, динамика, резонанс, пульсация.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	VI
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	1
1.1 Область применения	1
1.2 Нормативные ссылки	3
1.3 Термины и определения	3
1.4 Условные и буквенные обозначения	4
2 КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ	5
3 РАСЧЕТНЫЕ СИТУАЦИИ	6
3.1 Общие положения	6
3.2 Нормальные условия	6
3.3 Чрезвычайные условия	6
3.4 Расчетные ситуации для расчета покрытий (кровли) зданий с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок	7
4 СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА НА ГРУНТ	8
4.1 Характеристические значения	8
4.2 Районирование территории Республики Казахстан по снеговой нагрузке на грунт	8
4.3 Характеристические значения снеговых нагрузок на грунт для территории РК	9
4.4 Другие характерные значения	10
4.5 Действие чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт	11
4.6 Влияние высоты расположения площадки	11
Примеры определения снеговых нагрузок на грунт	12
5 СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА НА ПОКРЫТИЯ	16
5.1 Вид нагрузки	16
5.2 Схемы приложения нагрузок	16
5.3 Коэффициенты форм покрытия	18
5.3.1 Общие положения	18
5.3.2 Односкатные покрытия	19
5.3.3 Двускатные покрытия	19
5.3.4 Многопролетные двускатные покрытия	20
5.3.5 Цилиндрические покрытия	21
5.3.6 Покрытия здания, примыкающего к более высокому сооружению	22

Примеры определения снеговых нагрузок на покрытия.....	24
6 ЛОКАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ	34
6.1 Общие положения	34
6.2 Скопление снега у надстроек и заграждений	34
6.3 Нависание снега на краю ската покрытия	35
6.4 Снеговые нагрузки на снегоудерживающих заграждениях и других преградах	36
Приложение А (обязательное) Расчетные ситуации и схемы распределения снеговой нагрузки, используемые для местных условий	37
Приложение Б (обязательное) Коэффициенты формы снеговых нагрузок для чрезвычайных снеговых наносов	39
Приложение В (информационное) Обоснование принятых характеристических значений снеговых нагрузок на грунт для территории РК	46
Приложение Г (информационное).Корректировка снеговой нагрузки на грунт в соответствии с периодом повторяемости	54
Приложение Д (информационное). Удельный вес снега.....	56
Приложение Е (информационное). Комбинации воздействий.....	57
Приложение Ж (информационное). Дополнительные схемы распределения снеговых нагрузок на покрытия	59
Библиография	60

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие подготовлено Республиканским Государственным Предприятием «Казахский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт сейсмостойкого строительства (РГП «КазНИИССА»)), при участии ТОО «ЗЦ «Алматытехстройэкспертиза».

В пособии приведены:

- Принципы и Правила определения значений снеговых нагрузок, используемых при проектировании конструкций зданий и инженерных сооружений, содержащиеся в - положения, развивающие Принципы и Правила, приведенные в разделах СН РК EN 1991-1-3:2003/2011;

- рекомендации и альтернативные правила, дополняющие Принципы и Правила, приведенные в разделах СН РК EN 1991-1-3:2003/2011;

- примеры, отражающие практическое применение положений СН РК EN 1991-1-3:2003/2011.

При разработке настоящего пособия, помимо положений СН РК EN 1991-1-3:2003/2011 учтены:

- положения Национального Приложения к СН РК EN 1991-1-3:2003/2011;
- положения СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Основы строительного проектирования»;

- положения СН РК EN 1991-1-1:2002/2011 «Воздействия на несущие конструкции - часть 1-1. Собственный вес, постоянные и приложенные нагрузки»;

- карта 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»]

- результаты статистического анализа, выполненного при разработке научно-технического документа «Методические указания по обработке климатических параметров за расчетный период наблюдений для составления карт климатических параметров к СН РК EN 1991/2007/2011 «Воздействия на несущие конструкции», КазНИИССА, 2011 [3];

- некоторые общепризнанные положения, дополняющие требования СН РК EN 1991-1-3:2003/2011 и не противоречащие им.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников проектных организаций, научных работников, заказчиков проектной продукции, преподавателей высших учебных заведений.

Настоящее Пособие вводится в действие для применения на добровольной основе в качестве нормативного документа Республики Казахстан.

ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО -ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДАНИЯ
Снеговые нагрузки. Ветровые воздействия

LOADINGS AND ACTIONS ON BUILDINGS
Snow loads. Wind exposure

Дата введения 2015-07-01

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область применения

1.1.1 Настоящее Пособие составлено в развитие СН РК EN1991-1-3:2003/2011 «Воздействия на несущие конструкции — часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки» и включает правила определения снеговых нагрузок, используемые при проектировании конструкций зданий и инженерных сооружений.

1.1.2 Пособие предназначено для использования:

- заказчиками проектной документации,
- специалистами, осуществляющими проектирование зданий и сооружений,
- специалистами, осуществляющими контроль качества проектирования и строительства зданий и сооружений,
- соответствующими административными органами.

1.1.3 Значения снеговых нагрузок на грунт, используемые для проектирования зданий и сооружений на площадках, расположенных на высоте до 800 м над уровнем моря приведены:

- на карте характеристических значений снеговых нагрузок на грунт¹ (в стадии составления);
- на переходный период, до составления карты характеристических значений снеговых нагрузок на грунт для территории Республики Казахстан, применяется карта 1 районирования (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85]).

1.1.4 Значения снеговых нагрузок на грунт, используемых для проектирования зданий и сооружений на площадках, расположенных на высоте до 800 м над уровнем моря определяются без учета поправок на высоту местности.

¹ Карта климатических параметров территории РК (Приложение к СН РК EN1991:2007/2011) должна быть составлена в течение переходного периода, до 2015 года.

1.1.5 Значения снеговых нагрузок на грунт, используемых для проектирования зданий и сооружений на площадках, расположенных выше 800 м над уровнем моря определяются:

- для климатических регионов, выделенных на карте характеристических значений снеговых нагрузок (в стадии составления), по эмпирическим зависимостям, в соответствии с рекомендациями Национального приложения;
- до составления карты характеристических значений снеговых нагрузок, для климатического регионов РК, по аналогии с территорией Алматинского региона (Заилийский Алатау), по эмпирическим зависимостям, приведенным в разделе 4.6 настоящего Пособия;

ПРИМЕЧАНИЕ Для малоизученных и горных районов, до составления новой карты характеристических снеговых нагрузок на территории республики Казахстан, значения снеговых нагрузок на грунт допускается принимать по данным территориальных организаций РГП «Казгидромет» или по специальным техническим условиям.

1.1.6 [1.1(3)] Приложение А (обязательное) содержит информацию о расчетных ситуациях и схемах приложения нагрузок применительно к местным условиям.

1.1.7 [1.1(4)] Приложение Б (обязательное) содержит значения коэффициентов формы снеговой нагрузки на покрытия, используемые при действии чрезвычайных снеговых наносов.

1.1.8 Приложение В (информационное) содержит характеристические значения снеговой нагрузки на грунт, полученные по результатам работы, выполненной по заказу Агентства РК по делам Строительства и ЖКХ в 2011 году специально для принятой редакции СН РК EN1991-1-3:2002/2011 («Методические Указания...»[3]).

1.1.9 [1.1(6)] Приложение Г (информационное) содержит указания по корректировке снеговых нагрузок на грунт в соответствии с периодом повторяемости.

1.1.10 [1.1(7)] Приложение Д (информационное) содержит информацию по удельному весу снега.

1.1.11 Приложение Е (информационное) содержит информацию по комбинациям воздействий (критические предельные состояния), принятым для расчета зданий и сооружений с учетом переменных (снеговых) нагрузок, в соответствии с СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, 6.4.

1.1.12 Приложение Ж (информационное) содержит дополнительные схемы распределения снеговых нагрузок на покрытия, приведенные в СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия» [1].

1.1.13 [1.1(8)] Настоящее Пособие не содержит правил определения снеговой нагрузки в специальных случаях:

- ударных воздействий от снеговых нагрузок в результате соскальзывания и падения снега с вышерасположенных (более высоких) покрытий;
- дополнительных ветровых нагрузок, которые могут появиться в результате изменений в форме и размерах сооружения, вызванных действием снега или наростами льда (обледенения);

- нагрузок в местностях, в которых снег присутствует круглый год;
- ледовых нагрузок;
- поперечных (боковых) снеговых нагрузок (например, поперечных нагрузок в результате давления, вызываемого снежными наносами);
- снеговых нагрузок на мосты.

1.2. Нормативные ссылки

Для применения настоящего нормативно-технического Пособия необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СН РК EN 1990	Основы строительного проектирования воздействия. Собственный вес, постоянные и приложенные нагрузки.
СНиП 2.01.07-85	«Нагрузки и воздействия» (карта 1 обязательного приложения 5)
ISO 1000	Международная система единиц (SI) и ее приложения
ENISO 9001:2000	Система управления качеством — Требования ISO 3898

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. 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.

1.3 [1.6] Термины и определения

В настоящем Пособии основные термины и определения, установленные в 1.5 СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, применены совместно со следующими:

1.3.1 [1.6.1] характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт (characteristic value of snow load on the ground): Снеговая нагрузка на грунт, определяемая с годовой вероятностью превышения 0,02, за исключением чрезвычайных снеговых нагрузок.

1.3.2 [1.6.2] высотное положение площадки (altitude on the site): Высота над средним уровнем моря площадки (местности), на которой предполагается разместить проектируемую конструкцию или размещается существующая конструкция.

1.3.3 [1.6.3] чрезвычайная снеговая нагрузка на грунт (exceptional snow load on ground): Нагрузка от снежного покрова на грунте в результате снегопада с исключительно низкой вероятностью.

1.3.4 [1.6.4] характеристическое значение снеговой нагрузки на покрытие (кровлю) (characteristic value of snow load on the roof): Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, умноженное на соответствующие коэффициенты.

1.3.5 [1.6.5] снеговая нагрузка на покрытие без учета наносов (un drifted snow load on roof): Схема распределения снеговой нагрузки на покрытие, определяемая только формой кровли, без учета возможного перераспределения снега вследствие иных климатических воздействий.

1.3.6 [1.6.6] снеговая нагрузка на покрытие с учетом наносов (drifted snow load on the roof): Схема распределения снеговой нагрузки на покрытии, в результате перемещения снега, вызванного, например, воздействием ветра.

1.3.7 [1.6.7] коэффициент формы снеговой нагрузки на покрытии (roof snow load shape coefficient): Отношение снеговой нагрузки на покрытии к снеговой нагрузке без наносов на грунте, без учета влияния окружающей среды и температуры.

1.3.8 [1.6.8] тепловой коэффициент (thermal coefficient): Коэффициент снижения снеговой нагрузки на покрытии в зависимости от теплового потока через покрытие, вызывающего таяние снега.

1.3.9 [1.6.9] коэффициент окружающей среды (exposure coefficient): Коэффициент снижения или увеличения нагрузки на покрытие неотапливаемого здания как части характеристической снеговой нагрузки на грунт.

1.3.10 [1.6.10] снеговая нагрузка, вызванная чрезвычайными наносами (load due to exceptional snow drift): Схема приложения снеговой нагрузки на покрытии в результате напластования снега с исключительно низкой вероятностью.

Дополнительные термины и определения, применяемые в настоящем Пособии:

1.3.11 установившаяся/переходная расчетная ситуация (persistent/transient design situation): Основная расчетная ситуация, соответствующая климатическим условиям для районов, где проявление чрезвычайных снегопадов или чрезвычайных снеговых наносов маловероятно.

1.3.12 особая расчетная ситуация (accidental design situation): особая расчетная ситуация для районов, где могут проявляться чрезвычайные снегопады и/или чрезвычайные снеговые наносы.

1.4 [1.7] Условные и буквенные обозначения

(1) В настоящем Пособии применяют приведенные ниже условные и буквенные обозначения.

ПРИМЕЧАНИЕ Применяемые условные и буквенные обозначения установлены в соответствии с ISOPK 3898.

(2) Базовый перечень условных и буквенных обозначений, а также терминов и определений приведен в 1.6 СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Следующие термины распространяются на настоящее Пособие.

Прописные буквы латинского алфавита

C_e — коэффициент окружающей среды;

C_t — тепловой коэффициент;

C_{esl} — коэффициент перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам на грунт;

A — высотное положение строительной площадки над уровнем моря, м;

S_e — снеговая нагрузка на единицу длины вследствие нависания снега, кН/м;

F_s — нагрузка на единицу длины, возникающая при скольжении снеговой массы, кН/м.

Строчные буквы латинского алфавита

b — ширина сооружения, м;
 d — толщина слоя снега, м;
 h — высота сооружения, м;
 k — коэффициент, учитывающий неравномерность формы свеса снега);
 l_s — протяженность снегового наноса или площади, нагруженной снегом, м;
 μ — коэффициент формы снеговой нагрузки на покрытие;
 s — снеговая нагрузка на покрытие (кровлю), кН/м²;
 s_k — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт для соответствующей площадки (местности), кН/м²;
 s_{Ad} — расчетное значение чрезвычайной снеговой нагрузки на грунт, кН/м².

Строчные буквы греческого алфавита

α — угол наклона кровли относительно горизонтали, град.;
 β — угол между горизонталью и касательной к контурной кривой для цилиндрического покрытия (кровли), град.;
 γ — удельный вес снега, кН/м³;
 ψ_0 — коэффициент к комбинационному значению переменного воздействия;
 ψ_1 — коэффициент к частому значению переменного воздействия;
 ψ_2 — коэффициент к квазипостоянному значению переменного воздействия.

2 [2] КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ

2.1 [2(1)Р] Снеговые нагрузки следует классифицировать как переменные, стационарные воздействия в соответствии с п.4.1.1 СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

2.2 [2(2)] Снеговые нагрузки, рассматриваемые в настоящем Пособии, следует классифицировать как статические воздействия, см. п.4.1.1(4), СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

2.3 [2(3)] В соответствии с 4.1.1(2) СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 для специфических условий, определенных в п.1.3.3 Пособия, чрезвычайные снеговые нагрузки на грунт рассматриваются как особые воздействия, в зависимости от географического положения местности.

ПРИМЕЧАНИЕ В соответствии с климатическими особенностями территории Республики Казахстан (общая характеристика климата — резко континентальный), в Национальном приложении установлено, что чрезвычайные снеговые нагрузки на грунт на территории РК рассматриваются как особые воздействия.

2.4 [2(4)] В соответствии с 4.1.1(2) СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, для специфических условий, определенных в п.1.3.10, нагрузки, вызванные чрезвычайными снеговыми наносами, рассматриваются как особые воздействия, в зависимости от географического положения местности.

3 [3] РАСЧЕТНЫЕ СИТУАЦИИ

3.1[3.1] Общие положения

3.1.1 [3.1(1)P] Значения снеговых нагрузок следует определять для каждой расчетной ситуации, установленной в соответствии с 3.5СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

3.1.2 [3.1(2)] Для локальных эффектов, описанных в разделе 6 Пособия, применяют, как правило, установившуюся/переходную расчетную ситуацию.

3.2 [3.2] Нормальные условия

3.2.1 [3.2(1)] Для районов, где проявление чрезвычайных снегопадов и чрезвычайных снеговых наносов является маловероятным, установившаяся/переходная расчетная ситуация должна использоваться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом наносов в результате перемещения снега (например, ветром).

ПРИМЕЧАНИЕ См. приложение А, случай А.

3.3 [3.3] Чрезвычайные условия

3.3.1 [3.3(1)] Для районов, где могут проявляться чрезвычайные снегопады, но не чрезвычайные снеговые наносы, применимо следующее:

а) установившаяся/переходная расчетная ситуация должна использоваться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом наносов в результате перемещения снега (например, ветром), определенных согласно п.5.2.3и 5.3 Пособия;

б) особая расчетная ситуация должна использоваться для схем приложения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом наносов в результате перемещения снега, например, ветром, определенных согласно п. 4.3.1, 5.2.3(б) и 5.3 Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 См. приложение А, случай Б1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 В соответствии с Национальным приложением, до разработки карты климатических параметров, расчетные ситуации с чрезвычайными снегопадами (с исключительно низкой вероятностью) распространяются на территории, отнесенные к малоизученным и горным районам (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85]).

3.3.2 Для районов, где появление чрезвычайных снегопадов маловероятно, но могут появляться чрезвычайные снеговые наносы, применимо следующее:

а) установившаяся/переходная расчетная ситуация должна применяться для схем распределения снеговой нагрузки, назначенных как без учета, так и с учетом наносов в результате перемещения снега, определяемых согласно п. 5.2.3(а) и 5.3 Пособия;

б) особая расчетная ситуация должна использоваться для случаев снеговой нагрузки, определенных согласно п.5.2.3(в) и приложения Б Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 До составления карты климатических параметров территории РК особая расчетная ситуация, в виде чрезвычайных снеговых наносов, $\mu_s s_k$, (для форм кровли согласно приложению Б) не применяется.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Случаи В2 и В3, приложение А, на территории РК в переходный период (до составления новых карт климатических параметров) не применяются.

3.4. Расчетные ситуации для расчета покрытий (кровли) зданий с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок

3.4.1 Конструкции покрытий (прогоны кровли, балки и фермы покрытия) одно/двухэтажных производственных зданий и многоэтажных зданий различного назначения с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа, пролетом более 18,0 м, должны быть проверены по критическому предельному состоянию (несущей способности) с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок.

3.4.2 Расчетная комбинация для проверки критического предельного состояния конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок, рассматривается при расчете зданий в качестве особой расчетной ситуации.

3.4.3 Расчетная комбинация для проверки критического предельного состояния конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок рассматривается при расчете зданий в виде комбинации: постоянных нагрузок, расчетного значения доминирующего переменного воздействия (чрезвычайные снегопады или чрезвычайные наносы) и сопутствующей ветровой нагрузки.

При этом, в соответствии с [6.4.3.2], СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, чрезвычайная снеговая нагрузка (доминирующее воздействие) входит в расчетную комбинацию в виде полного значения, без понижающего (частного) коэффициента.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 До составления карты климатических параметров территории РК характеристическое значение сопутствующей ветровой нагрузки принимается по карте 3 районирования территории (б) СССР по максимальной скорости ветра [приложение 5 и таблица 5 к СНиП 2.01.07-85].

3.4.4 Для зданий расположенных на территориях, отнесенных к сейсмическим зонам расчетные комбинации для проверки критического предельного состояния конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок, и для установившейся/переходной расчетной ситуации [(см. приложение А, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011], рассматриваются отдельно от расчетных комбинаций, включающих сейсмическую нагрузку [6.4.3.4], СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

4 [4] СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА НА ГРУНТ

4.1 Характеристические значения

4.1.1 [4.1(1)] Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт s_k устанавливаются в соответствии с EN 1990:2002+A1:2005/2011, 4.1.2.2(7)Р. Определение характеристического значения снеговой нагрузки на грунт дано в п.1.3.1 Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Применяемые характеристические значения снеговой нагрузки для климатических регионов РК приведены в разделе 4.2 Пособия.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для учета особых специфических местных условий допускается, по согласованию между заказчиками и соответствующими ведомствами, применение для отдельных проектов расчетных значений снеговой нагрузки, отличающихся от приведенных в СН РК EN 1991-1-3.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 На переходный период, до составления карты климатических параметров территории РК, характеристические значения снеговых нагрузок на грунт определяются по снеговому району, в соответствии с картой 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85]).

4.1.2 [4.1(2)] В специальных случаях, когда требуются более точные данные, характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт s_k допускается уточнять посредством соответствующей статистической обработки результатов записей наблюдений за продолжительный период времени, полученных на хорошо закрытой от ветра площадке, расположенной вблизи строительной площадки.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Дополнительные указания по методике статистической обработки результатов записей наблюдений приведены в работе [3].

ПРИМЕЧАНИЕ 2 [2] Из-за существенных различий в количестве зарегистрированных зимних максимальных значений снеговой нагрузки, записи результатов за период наблюдений менее 20 лет не приемлемы.

4.1.3 [4.1(3)] Если в конкретных районах (участках местности) данные о снеговой нагрузке содержат индивидуальные чрезвычайные значения, не поддающиеся обработке обычными статистическими методами, то характеристические значения следует определять без учета этих чрезвычайных значений. Чрезвычайные значения допускается учитывать без применения обычных статистических методов в соответствии с 4.3.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Указания по методике статистической обработки результатов наблюдений, для определения значений коэффициента перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам C_{esl} , приведены в работе [3] («Методические указания по обработке климатических параметров...»), КазНИИССА, 2011.

4.2 Районирование территории Республики Казахстан по снеговой нагрузке на грунт

4.2.1 Значения снеговых нагрузок на грунт, используемые для проектирования зданий и сооружений на площадках, расположенных на высоте до 800 м над уровнем моря принимаются:

- в соответствии с картой характеристических значений снеговых нагрузок на грунт² (в стадии составления);

- на переходный период, до составления карт климатических параметров территории РК, характеристические значения снеговых нагрузок на грунт определяются по снеговым районам, в соответствии с картой 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85].

4.2.2 Значения снеговых нагрузок на грунт, используемых для проектирования зданий и сооружений на площадках, расположенных выше 800 м над уровнем моря определяются:

— для климатических регионов, выделенных на карте характеристических значений снеговых нагрузок (в стадии составления), по эмпирическим зависимостям, по типу приведенной в п. 4.4.2 Пособия;

— до составления карты характеристических значений снеговых нагрузок, для климатического регионов РК — по аналогии с территорией Алматинского региона (Заилийский Алатау), по эмпирической зависимости, приведенной в Приложении В и п.4.6 Пособия;

ПРИМЕЧАНИЕ Для малоизученных и горных районов, до составления новой карты максимальных снеговых нагрузок территорий республики Казахстан, значения снеговых нагрузок на грунт допускается принимать по данным территориальных организаций РГП «Казгидромет» или по специальным техническим условиям.

4.3 Характеристические значения снеговых нагрузок на грунт для территории РК.

4.3.1 На переходный период, до составления карты климатических параметров территории РК, характеристические значения снеговых нагрузок на грунт определяются по снеговым районам, в соответствии с картой 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85].

ПРИМЕЧАНИЕ На рисунке В.2 (приложение В) приведен фрагмент карты 1, относящийся к территории РК.

4.3.2 Характеристические значения снеговых нагрузок на грунт для территории РК следует принимать в зависимости от снегового района (зоны) по данным таблицы 4.1.

Таблица 4.1 — Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт

Снеговые районы (зоны) Республики Казахстан, по карте 1 обязательного Приложения 5 СНиП 2.01.07-85	I (1)	II (2)	III (3)	IV (4)	V (5)
s_k , кПа (кгс/м ²)	0,8 (80)	1,2 (120)	1,8 (180)	2,4 (240)	3,2 (320)

² Карта климатических параметров территории РК (Приложение к СН РК EN1991:2007/2011) должна быть составлена в течение переходного периода, до 2015 года.

Таблица 4.1 (продолжение)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Табличные (характеристические) значения снеговой нагрузки на грунт s_k соответствуют уточненным расчетным значениям веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли $s_0 \gamma_f$, превышаемого в среднем один раз в 25 лет (вероятность превышения 0,04).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Районы снеговой нагрузки (I, II, и т.д.) дополнительно обозначены, в соответствии с СН РК EN 1991-1-3:2003/2011, как зоны, с нумерацией арабскими цифрами (1, 2, и т.д.), при сохранении границ снеговых районов.

Обоснованность применения характеристических значений снеговых нагрузок на грунт, приведенных в Таблице 4.1, состоит в следующем:

— характеристические значения снеговых нагрузок для территории Республики Казахстан, в соответствии с нумерацией районов (зон), определены путем умножения нормативных значений веса снегового покрова на коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,6$, что соответствует расчетным значениям веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли по СНиП 2.01.07-85 (с уточнениями для II и III снеговых районов);

— ошибка при переходе к характеристическим значениям снеговых нагрузок для обеспеченности принятой в СН РК EN 1991-1-3 (с вероятностью превышения 0,02), при среднем значении коэффициента вариации $V=0,48$ [3], составляет: 5,5 и 0,1 % (для снеговых районов II и III) и 11-12% (для снеговых районов I, IV и V), см. раздел В.6 Приложения В.

4.4 Другие характерные значения снеговой нагрузки

(1) В соответствии с СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011,[4.1.3], установлены следующие репрезентативные значения снеговой нагрузки на покрытие:

- комбинационное (редкое) значение — $\psi_0 s_k$;
- частое значение — $\psi_1 s_k$;
- квазипостоянное значение — $\psi_2 s_k$.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемые коэффициенты ψ_0, ψ_1 и ψ_2 для сооружений зависят от положения сооружения и содержатся в СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, таблица А.1.1, или в таблице 4.1, СН РК EN1991-1-3:2002/2011, которые по снеговой нагрузке соответствуют друг другу.

Таблица 4.2 — Коэффициенты ψ_0, ψ_1 и ψ_2 для оценки различных состояний зданий и сооружений [Таблица 4.1]

Регионы	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Все регионы РК	0,70	0,50	0,20

ПРИМЕЧАНИЕ В соответствии с СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011:

- комбинация с учетом коэффициента ψ_0 применяется, как правило, для проверки необратимых предельных состояний,
- комбинация с учетом коэффициента ψ_1 применяется, как правило, для проверки обратимых предельных состояний,
- комбинация с учетом коэффициента ψ_2 применяется для учета длительных эффектов.

4.5 [4.3] Действие чрезвычайных снеговых нагрузок на грунт

4.5.1 [4.3(1)] В местностях (регионах), где могут возникать чрезвычайные снеговые нагрузки на грунт, их расчетное значение может быть определено следующим образом:

$$s_{Ad} = C_{esl} \cdot s_k, \quad (4.1) \text{ [(4.1)]}$$

где s_{Ad} — расчетное значение чрезвычайной снеговой нагрузки на грунт для конкретной местности;

C_{esl} — коэффициент перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам;

s_k — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт в конкретной местности.

ПРИМЕЧАНИЕ Принятое значение коэффициента $C_{esl} = 2,0$ установлено в Национальном приложении, в соответствии с рекомендациями СН РК EN1991-1-3 и подтверждено результатами анализа климатических параметров для Алматинского региона (Заилийский Алатау) [3].

4.6 Влияние высоты расположения площадки

4.6.1 В соответствии с Национальным приложением к СН РК EN 1991-1-3:2003/2011 (НП 2.4), значения снеговых нагрузок на грунт, используемых для проектирования зданий и сооружений на площадках, расположенных выше 800 м над уровнем моря определяются:

— для климатических регионов, выделенных на карте характеристических значений снеговых нагрузок (в стадии составления), по эмпирическим зависимостям, по типу Формулы (4.1), приведенной в настоящем Пособии.

— до составления карты характеристических значений снеговых нагрузок, для климатического регионов РК, отнесенных по карте 1 (приложение 5 к СНиП 2.01.07-85) к малоизученным и горным районам — по аналогии с территорией Алматинского региона (Заилийский Алатау), с использованием эмпирической зависимости, приведенной в п.4.4.2;

ПРИМЕЧАНИЕ Для малоизученных и горных районов, до составления карты характеристических значений снеговых нагрузок для территорий республики Казахстан, допускается принимать значения снеговых нагрузок на грунт (с учетом высоты расположения площадки строительства) по специальным техническим условиям, с использованием данных территориальных организаций РГП «Казгидромет».

4.6.2 Зависимость снеговой нагрузки от высоты местности для региона Заилийского Алатау имеет вид [3]:

$$s_k = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815; \quad (4.2)$$

где s_k — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, кН/м²;

A — высота местности над уровнем моря;

Z—номер зоны (района), указанный на карте характеристических снеговых нагрузок.

Примеры определения снеговых нагрузок на грунт

ПРИМЕР 4.1 Определить расчетное значение снеговой нагрузки на грунт для площадки строительства одноэтажного производственного здания, с пролетом ферм покрытия 24,0 м.

Характеристика района строительства: по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова (приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия») территория строительства относится к снеговому району II (2).

Сейсмичность территории: несейсмическая зона.

Высотное положение площадки строительства над уровнем моря — 440,0 м

Решение

Для расчета несущих конструкций покрытия рассматриваемого производственного здания (прогонов кровли и ферм, пролетом 24,0 м), следует применить расчетную комбинацию для установившейся/переходной расчетной ситуации, приложение А, случай А.

Поскольку территория строительства не относится к малоизученным и горным районам (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова), чрезвычайные снегопады (особая расчетная ситуация) не рассматривается.

Поправка на высоту расположения площадки не вводится, $A < 800$ м.

В соответствии с Таблицей 4.1 Пособия характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт составляет $s_k = 120$ кгс/м².

ПРИМЕР 4.2 Определить расчетное значение снеговой нагрузки на грунт для площадки строительства двухэтажного общественного здания с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа, $L=18,0$ м.

Территория строительства по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова (приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия») относится к горным и малоизученным районам, прилегающий снеговой район III (3).

Территория строительства относится к сейсмической зоне.

Высотное положение площадки над уровнем моря — 1050,0 м.

Решение

Для проверки критических предельных состояний несущих конструкций покрытия рассматриваемого общественного здания (прогонов кровли и ферм покрытия, пролетом 18,0 м), с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа, следует применить:

- расчетную комбинацию для установившейся/переходной расчетной ситуации, приложение А, случай А,
- расчетную комбинацию для особой расчетной ситуации, когда снегопады с исключительно низкой вероятностью, $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot s_k$, рассматриваются как чрезвычайные воздействия, Приложение А, случай Б1.

При этом, учитывается, что территория строительства относится по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова к малоизученным и

горным районам, где возможны чрезвычайные снегопады, с исключительно низкой вероятностью.

Вводится поправка на высоту расположения площадки, $A > 800$ м.

Для зданий расположенных на площадках в сейсмических зонах расчетные комбинации для проверки критических предельных состояний конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок (приложение А, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011), рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

В соответствии с Таблицей 4.1 Пособия характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт составляет $s_k = 180 \text{ кгс/м}^2$

Чрезвычайная снеговая нагрузка, вызванная снегопадом с исключительно низкой вероятностью, составляет, при значении коэффициента $C_{esl} = 2,0$,

$$s_{Ad} = s_k \cdot C_{esl} = 180 \times 2 = 360 \text{ кгс/м}^2.$$

Учет высоты расположения площадки над уровнем моря.

Зависимость снеговой нагрузки от высоты расположения площадки принимается по аналогии с климатическим регионом Заилийского Алатау.

Для районов Заилийского Алатау

$$s_{Ad} = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815, \quad (4.2)$$

где обозначения s_{Ad} , A , Z приведены в п. 4.6.2 Пособия

Коэффициент перехода к расчетной снеговой нагрузке, с учетом высоты расположения площадки строительства (для зоны 2)

$$s_{Ad}/s_k = (0,13 \times 2 - 0,10 + 1050/815 = 1,448/1,2 = 1,21,$$

и расчетное значение снеговой нагрузки на грунт, по аналогии со II-м снеговым районом ($\kappa=1,21$), составляет

$$s_{Ad} = s_k \cdot C_{esl} \cdot 1,21 = 360 \times 1,21 = 436 \text{ кгс/м}^2.$$

ПРИМЕР 4.3 Определить расчетное значение снеговой нагрузки на грунт для площадки строительства трехэтажного здания гостиничного комплекса, в предгорной зоне Заилийского Алатау.

Территория строительства по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова (приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия») относится к горным и малоизученным районам, прилегающий снеговой район II (2).

Территория строительства расположена в сейсмической зоне.

Высотное положение площадки над уровнем моря 1450,0 м.

Кровля комбинированная: включает участок плоской эксплуатируемой кровли (монолитная железобетонная плита, пролетами 6,0÷9,0 м) и кровлю мансардной части, по образующим металлическим прогонам.

Угол наклона двухскатной кровли в мансардной части 45° .

Решение

Для зданий расположенных на площадках в сейсмических зонах расчетные комбинации для проверки критического предельного состояния конструкций покрытия, с

учетом чрезвычайных снеговых нагрузок (приложение А, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011), рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

Для расчета несущих конструкций покрытия рассматриваемого здания, включающего участок плоской эксплуатируемой кровли, следует применить расчетную комбинацию для проверки критического предельного состояния конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок, случай Б1, приложение А.

В соответствии с Таблицей 4.1 Пособия характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт составляет $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$.

Чрезвычайная снеговая нагрузка, вызванная снегопадом с исключительно низкой вероятностью, составляет, при значении $C_{esl} = 2,0$,

$$s_{Ad} = s_k \cdot C_{esl} = 120 \times 2 = 240 \text{ кгс/м}^2.$$

Учет высоты расположения площадки над уровнем моря.

$$s_k = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815;$$

Тогда, с учетом высоты расположения площадки на уровне моря $A = 1450 \text{ м} > 800 \text{ м}$, расчетная снеговая нагрузка составляет

$$s_{Ad} = (0,13 \times 2 - 0,10 + 1450/815) C_{esl} = 1,94 \times 2 = 3,90 \text{ кН/м}^2, \text{ или } 390 \text{ кгс/м}^2.$$

ПРИМЕР 4.4 Определить расчетное значение снеговой нагрузки на грунт для площадки строительства одноэтажного производственного здания в сетке колонн железобетонного каркаса $18,0 \times 6,0 \text{ м}$.

Район строительства г. Алматы.

Конструкции покрытия включает: многопролетную двускатную кровлю по железобетонным балкам, пролетом $18,0 \text{ м}$.

В покрытии производственного здания (средний пролет) установлены световые фонари, размерами $3,0 \times 60,0 \text{ м}$, высотой $2,0 \text{ м}$.

Площадка строительства по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова (приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия») относится снеговому району II (2).

Территория строительства расположена в сейсмической зоне

Высотное положение площадки над уровнем моря — $780,0 \text{ м}$.

Угол наклона двухскатной кровли по железобетонным балкам 15° .

Решение

Для расчета несущих конструкций покрытия рассматриваемого производственного здания, следует применить расчетную комбинацию для установившейся/переходной расчетной ситуации, приложение А, случай А.

Поскольку территория строительства не относится к малоизученным и горным районам (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова), чрезвычайные снегопады (особая расчетная ситуация) не рассматривается.

Поправка на высоту расположения площадки не вводится, $A < 800 \text{ м}$.

Для зданий расположенных в сейсмических зонах расчетные комбинации для проверки критических предельных состояний конструкций покрытия (приложение А, СН

РК EN 1991-1-3:2003/2011) рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СН РК EN 1990:2002 +А1:2005/2011).

В соответствии с Таблицей 4.1 Пособия характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт составляет $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$.

ПРИМЕР 4.5 Определить расчетное значение снеговой нагрузки на грунт для площадки строительства ангара в аэропорту г. Алматы.

Конструкция покрытия включает: несущую пространственную ферму пролетом 85,0 м и поперечные фермы с нижним поясом полигонального очертания, пролетом 36,0 м.

Перепад высот кровли 2,60 м, уклон наклона поперечных ферм (уклон кровли) — 10° .

Площадка строительства по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова (приложение 5 к СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия») относится к снеговому району II (2).

Территория строительства расположена в сейсмической зоне
Высотное положение площадки над уровнем моря — 750,0 м.

Решение

Для расчета несущих конструкций покрытия рассматриваемого здания следует применить расчетную комбинацию для установившейся/переходной расчетной ситуации, приложение А, случай А.

Поскольку территория строительства не относится к малоизученным и горным районам (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова), чрезвычайные снегопады (особая расчетная ситуация) не рассматривается.

Поправка на высоту расположения площадки не вводится, $A < 800 \text{ м}$.

Для зданий расположенных на площадках в сейсмических зонах, расчетные комбинации для проверки критических предельных состояний конструкций покрытия (приложение А, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011) рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СН РК EN 1990:2002+А1:2005/2011).

В соответствии с Таблицей 4.1 Пособия характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт составляет $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$.

Уровень безопасности — повышенный.

Для обеспечения повышенного уровня безопасности сооружения, используемого для обслуживания крупногабаритных пассажирских лайнеров, определено значение снеговой нагрузки на грунт, с вероятностью превышения 0,01 (для среднего периода повторяемости 1 раз в 100 лет).

По данным обработки результатов замеров, приведенным в работе [3] для г. Алматы (м/с Узунагаш), коэффициент вариации годовых максимумов снеговой нагрузки на грунт составляет $V=0,48$.

Тогда по формуле Г.1 (приложение Г) расчетное значение снеговой нагрузки для среднего периода повторяемости 1 раз в 100 лет (годовая вероятность превышения $P = 0,01$) составит

$$s_{100} = 120 \left\{ \frac{1 - 0,48 \frac{\sqrt{6}}{\pi} [\ln - \ln(1 - 0,01) + 0,57722]}{1 + 2,5923 \cdot 0,48} \right\} = 120 \left[\frac{1 - 0,37425(-4,60 + 0,57722)}{1 + 1,2443} \right] =$$

$$= 120 \times 1,116 = 134 \text{ кг/м}^2$$

5 [5] СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА НА ПОКРЫТИЯ

5.1 Вид нагрузки

5.1.1 [5.1(1)P] В расчете следует учитывать различный характер распределения снега на покрытии.

5.1.2 [5.1(2)] Причиной различных конфигураций снеговой нагрузки на покрытии могут являться следующие свойства покрытия и другие факторы, перечисленные ниже:

- а) форма покрытия;
- б) теплоизоляционные свойства покрытия;
- в) шероховатость поверхности покрытия;
- г) количество тепла, генерируемого под покрытием;
- д) близость соседних зданий;
- е) условия окружающей местности;
- ж) местные климатические условия, в частности роза ветров, температурные изменения и вероятность осадков (в виде дождя или снега).

5.2 Схемы приложения нагрузок

5.2.1 [5.2(1)P] При выполнении расчетов следует принимать две следующие основные схемы приложения нагрузок:

- нагрузка от снега на покрытие без учета наносов (см. 1.6.5);
- нагрузка от снега на покрытие с учетом наносов (см. 1.6.6).

5.2.2[5.2(2)] Схемы приложения нагрузок следует определять согласно 5.3 и приложению Б, если это установлено в соответствии с п.3.3.

ПРИМЕЧАНИЕ Применение приложения Б регулируется Национальным приложением для форм кровли по 5.3.4, 5.3.6 и 6.2 и распространяется на климатические регионы, в которых таяние снега происходит при определенных метеорологических условиях и при умеренной, до высокой, скорости ветра.

5.2.3 [5.2(3)P] Снеговые нагрузки на покрытия следует определять следующим образом:

- а) для установившихся/переходных расчетных ситуаций по формуле

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k; \quad (5.1) \text{ [(5.1)]}$$

- б) для особых расчетных ситуаций, в которых чрезвычайная снеговая нагрузка является особым воздействием, по формуле

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad}; \quad (5.2) \text{ [(5.2)]}$$

ПРИМЕЧАНИЕ1 До составления карты климатических параметров территории РК, чрезвычайная снеговая нагрузка на кровлю, вызванная снегопадами с исключительно низкой вероятностью, $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot S_k$, применяется для расчета несущих конструкций зданий,

расположенных в малоизученных и горных районах, отмеченных на карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85].

При этом, характеристические значения снеговых нагрузок на грунт принимаются по Таблице 4.1 Пособия, в соответствии с прилегающим снеговым районом (зоной).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Указанная нагрузка рассматривается в расчетных комбинациях для форм кровли, без учета и с учетом наносов (вызванных, например, воздействием ветра), в соответствии разделом 5.3 СН РК EN 1991-1-3:2003/2011

в) для особых расчетных ситуаций, в которых снеговые наносы являются чрезвычайным воздействием, по формуле

$$S_{Ad} = \mu_i \cdot S_k, \quad (5.3) \text{ [(5.3)]}$$

В формулах (5.1), (5.2) и (5.3):

μ_i — коэффициент формы снеговой нагрузки (см. 5.3 и приложение Б);

S_k — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт;

S_{Ad} — расчетное значение чрезвычайной снеговой нагрузки на грунт для определенной местности;

C_e — коэффициент окружающей среды;

C_t — температурный коэффициент.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Чрезвычайная снеговая нагрузка на кровлю, вызванная чрезвычайными снеговыми наносами (в результате напластования снега с исключительно низкой вероятностью), $\mu_i \cdot S_k$, рассматривается в расчетных комбинациях для отдельных участков кровли, в зависимости от ее конфигурации. Указанная нагрузка определяется по приложению А (случай Б.3), для форм кровли согласно приложению Б, в специфических регионах, в которых при определенных метеорологических условиях (положительные температуры или оттепели в зимний период) происходит таяние снега, сопровождаемое умеренной, до высокой, скоростью ветра.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 До составления карт климатических параметров территории РК, чрезвычайная снеговая нагрузка, вызванная чрезвычайными снеговыми наносами, не учитывается.

5.2.4 [5.2(5)P] В случаях, когда на покрытии предполагается искусственное перемещение или перераспределение снега, покрытие следует рассчитывать с учетом соответствующих схем распределения нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ Распределения нагрузки (схемы приложения) согласно настоящему разделу базируются на естественном распределении снега.

5.2.5 [5.2(6)] В районах, где возможны дождевые осадки на лежащий снег с последующим его таянием и повторным замерзанием, снеговые нагрузки на кровлю следует увеличивать, особенно в случаях, когда снег и образующийся лед могут блокировать систему отвода воды с покрытия.

ПРИМЕЧАНИЕ В Национальном приложении допускаются дополнительные указания.

5.2.6 [5.2(7)] Коэффициент окружающей среды следует использовать для определения снеговой нагрузки на покрытия. Коэффициент окружающей среды принимают обычно $C_e = 1,0$. При выборе коэффициента C_e следует учитывать предполагаемые условия эксплуатации сооружения.

ПРИМЕЧАНИЕ Альтернативные значения C_e допускается устанавливать в Национальном приложении для различных условий местности. Рекомендуемые значения указаны в таблице 5.1 [5.1].

5.2.7 [5.2.(8)] Тепловой коэффициент C_t следует использовать в расчетах для снижения снеговых нагрузок на покрытия с повышенной теплопередачей (>1 Вт/м²К), особенно для стеклянных кровель, в которых вследствие теплопередачи возникает таяние снега.

Во всех других случаях $C_t = 1,0$.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Любое допустимое снижение C_t из-за теплоизоляционных свойств и формы кровли указывается в Национальном приложении.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Другие рекомендации содержатся в ISO 4355.

Таблица 5.1 [5.1] — Рекомендуемые значения коэффициента C_e для различных условий местности

Условия местности	C_e
Не защищенные от ветра ^{a)}	0,8
Обычные ^{b)}	1,0
Закрытые ^{c)}	1,2
^{a)} Не защищенные от ветра: Плоские, открытые со всех сторон территории и поверхности, которые незначительно защищены холмистой местностью, высокими зданиями или деревьями. ^{b)} Обычные: Территории, на которых не наблюдается существенного перемещения по покрытию сооружения снега при действии ветра, а также с других зданий, сооружений или деревьев. ^{c)} Закрытые: Территории, на которых рассматриваемые сооружения значительно ниже окружающей местности, или конструкции, окруженные высокими деревьями и/или другими высокими сооружениями.	

5.3 [5.3] Коэффициенты форм покрытия

5.3.1 [5.3.1] Общие положения

(1) Настоящий раздел содержит коэффициенты формы для распределения снеговой нагрузки с наносами и без наносов для всех указанных в настоящем стандарте форм кровли, за исключением чрезвычайных наносов, рассматриваемых в приложении В.

(2) Особое внимание следует придавать коэффициентам формы для снеговой нагрузки в случаях, когда внешняя геометрия кровли способствует существенному увеличению снеговой нагрузки по сравнению с прямолинейной формой.

(3) Коэффициенты форм кровли согласно 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4 показаны на рисунке 5.1.

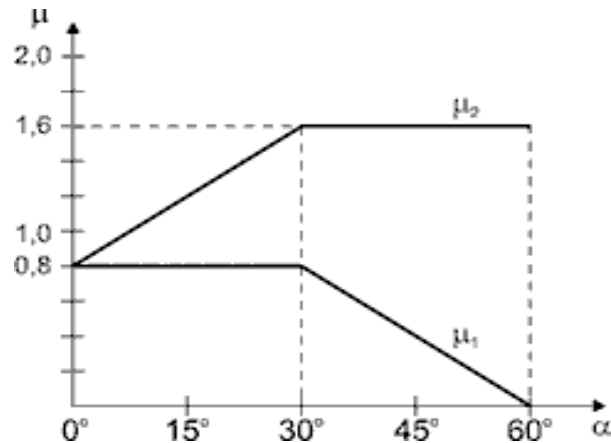


Рисунок 5.1 [5.1] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки

5.3.2 [5.3.2] Односкатные покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки μ_1 , которые следует использовать для односкатных покрытий, приведены в таблице 5.2 и на рисунках 5.1 и 5.2.

Таблица 5.2 [5.2] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки

Угол наклона α односкатной кровли	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	—

(2) Значения коэффициентов, указанные в таблице 5.2, применимы в случае, когда снег беспрепятственно соскальзывает с покрытия. При наличии на кровле снегоудерживающих заграждений или других элементов кровельных сооружений или когда нижний край ската покрытия заканчивается парапетом, коэффициент формы должен быть не менее 0,8.

(3) Схема распределения нагрузки согласно рисунку 5.2 распространяется на случаи приложения нагрузки, как без снеговых наносов, так и со снеговыми наносами.

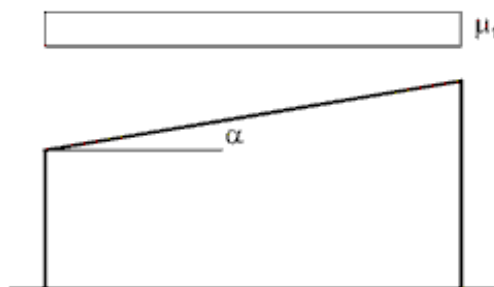


Рисунок 5.2 [5.2] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки. Односкатные покрытия

5.3.3 [5.3.3] Двухскатные покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые должны использоваться для двускатных покрытий, приведены на рисунке 5.3, при этом значения коэффициента μ_1 указаны в таблице 5.2 и показаны на рисунке 5.1.

(2) Значения коэффициентов, данных в таблице 5.2, применимы в случае, когда беспрепятственно соскальзывает снег с покрытия. При наличии на кровле снегоудерживающих заграждений или когда нижний край ската покрытия заканчивается парапетом, коэффициент формы снеговой нагрузки должен быть не менее 0,8.

(3) Схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.3, случай i.

(4) Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов снега, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.3, случай ii и случай iii, кроме установленных для локальных условий.

ПРИМЕЧАНИЕ Альтернативное распределение нагрузки от снега с наносами применительно к местным условиям допускается указывать в национальном приложении.

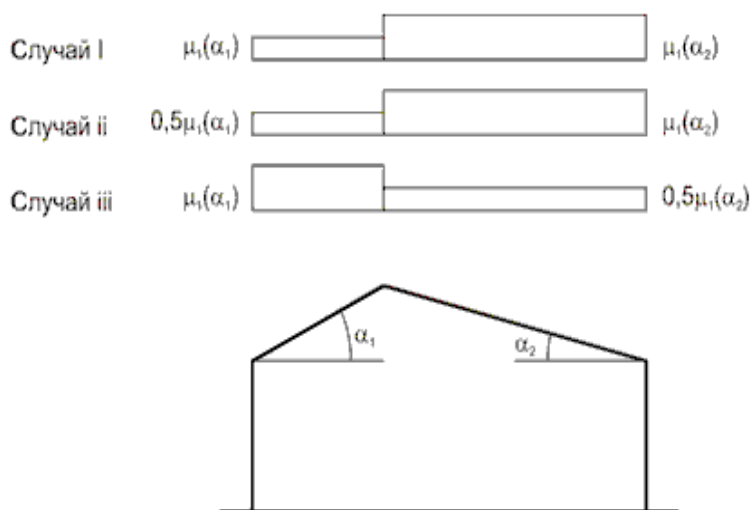


Рисунок 5.3 [5.3] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки. Двускатные покрытия

5.3.4 [5.3.4] Многопролетные двускатные покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки для многопролетных двускатных покрытий даны в таблице 5.2 и показаны на рисунке 5.1.

(2) Схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.4, случай i.

(3) Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.4, случай ii.

ПРИМЕЧАНИЕ Если национальное приложение допускает, то для определения нагрузки при наносах применяют приложение Б.

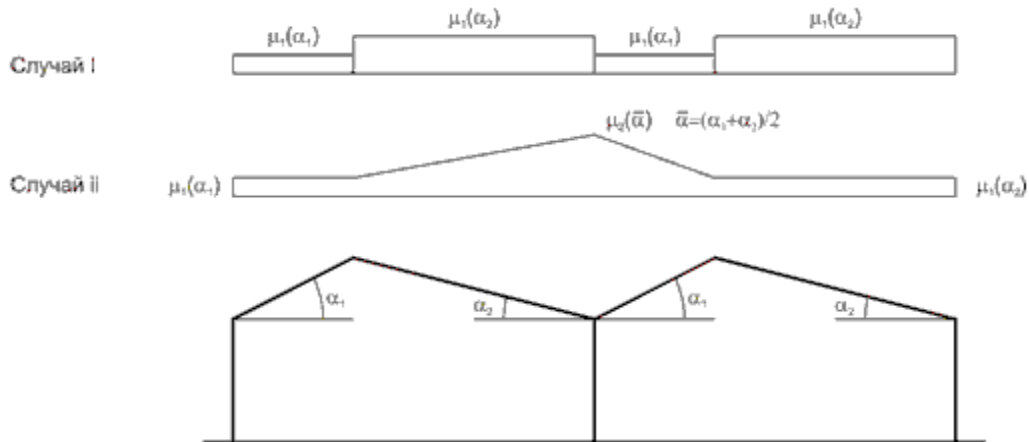


Рисунок 5.4 [5.4] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки для двух- и многопролетных скатных покрытий

(4) Особое внимание следует уделять при назначении коэффициентов формы снеговой нагрузки для многопролетных покрытий, когда один или более скатов имеют наклон более 60° .

ПРИМЕЧАНИЕ Дополнительные указания даны в Национальном приложении.

5.3.5 [5.3.5] Цилиндрические покрытия

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые должны использоваться для цилиндрических покрытий (сводчатых или близких к ним) при отсутствии снегоудерживающих заграждений, рассчитывают по следующим формулам (см. также рисунок 5.6).

$$\text{Для } \beta > 60^\circ \quad \mu_3 = 0; \quad (5.4) [(5.4)]$$

$$\text{Для } \beta \leq 60^\circ \quad \mu_3 = 0,2 + 10 h/b. \quad (5.5) [(5.5)]$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Верхнее значение μ_3 допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуемое верхнее значение $\mu_3 = 2,0$ (см. рисунок 5.5).

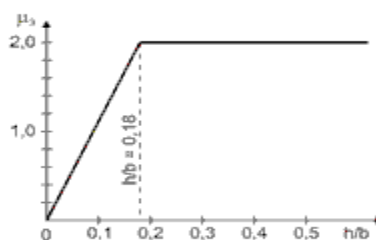


Рисунок 5.5 [5.5] — Рекомендуемые значения коэффициента формы снеговой нагрузки для цилиндрических покрытий при различных отношениях высоты к пролету (для $\beta < 60^\circ$)

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Правила учета эффектов от снегоудерживающих ограждений на цилиндрических покрытиях допускается указывать в Национальном приложении.

(2) Схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.6, случай i.

(3) Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, которую следует использовать при расчетах, показана на рисунке 5.6, случай ii.

ПРИМЕЧАНИЕ В национальном приложении, исходя из местных условий, допускается указывать альтернативные распределения снеговой нагрузки с учетом наносов.

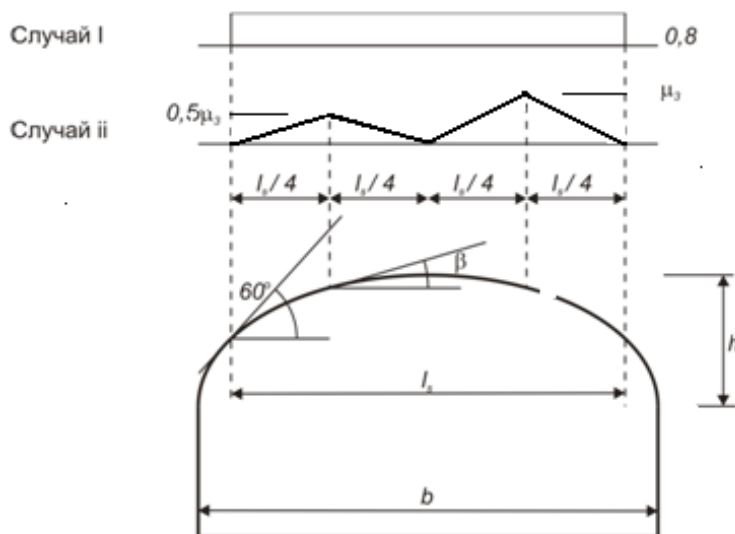


Рисунок 5.6 [5.6] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки для цилиндрических покрытий

5.3.6 Покрытия здания, примыкающего к более высокому сооружению (покрытия зданий с перепадами высот)

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые должны применяться для покрытий, примыкающих к более высоким сооружениям, показаны на рисунке 5.7 и рассчитываются по следующим формулам:

$$\mu_1 = 0,8 \text{ (при условии, что нижняя кровля плоская);} \quad (5.6) [(5.6)]$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w, \quad (5.7) [(5.7)]$$

где μ_s — коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий соскальзывание (снос) снега с более высокого покрытия:

При $\alpha \leq 15^\circ$, $\mu_s = 0$;

При $\alpha > 15^\circ$ μ_s определяют по дополнительной нагрузке, составляющей 50 % от максимальной снеговой нагрузки, на уклоне верхней поверхности кровли согласно 5.3.3;

μ_w — коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающей влияние ветра:

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/s_k, \quad (5.8) [(5.8)]$$

здесь γ — удельный вес снега, который допускается принимать 2 кН/м^2 .

Верхнее и нижнее значение μ_w должно быть определено.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Значения μ_w допускается указывать в национальном приложении. Рекомендуются значения $0,8 \leq \mu_w \leq 4$.

Протяженность наноса определяют следующим образом:

$$l_s = 2h.$$

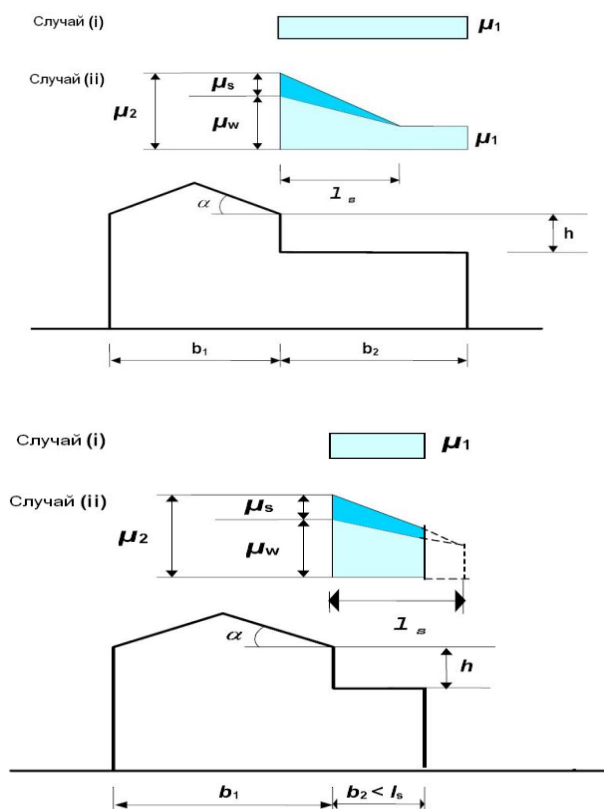
ПРИМЕЧАНИЕ 2 Ограничение l_s допускается указывать в национальном приложении. Рекомендованное ограничение составляет $5 \leq l_s \leq 15$ м.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 При $b_2 < l_s$, коэффициент на краю нижней кровли допускается определять интерполяцией между μ_1 и μ_2 (см. рисунок 5.7).

(2) Схема распределения нагрузки без учета наносов, которая должна использоваться при расчетах, показана на рисунке 5.7, случай i.

(3) Схема распределения нагрузки с учетом наносов, которая должна использоваться при расчетах, показана на рисунке 5.7, случай ii, если для местных условий не установлены другие схемы распределений.

ПРИМЕЧАНИЕ Применение приложения Б для определения нагрузок при наносах регулируется Национальным приложением



Данный случай распространяется на $b_2 < l_s$

Рисунок 5.7 [5.7] — Коэффициенты формы снеговой нагрузки для покрытий, примыкающих к более высоким сооружениям

Примеры определения снеговых нагрузок на покрытия

ПРИМЕР 5.1. Определить расчетные комбинации снеговой нагрузки на двускатное покрытие производственного здания по исходным данным примера 4.1.

- без учета наносов (1.6.5),
- с учетом наносов (1.6.6).

Дополнительные данные:

C_e – коэффициент окружающей среды (табл. 5.1), $C_e = 1,0$ (обычные условия местности),

C_t – тепловой коэффициент, $C_t = 1,0$ (снижение снеговых нагрузок предусматриваемое для покрытий с повышенной теплопередачей не учитывается).

По условиям района строительства (см. пример 4.1) особые расчетные ситуации (чрезвычайные снеговые нагрузки) не рассматриваются.

Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт составляет $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$.

Для установившейся/переходной расчетной ситуации

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k,$$

где определения C_e, C_t, μ, s_k приведены в п.5.2.3(в)

Решение

Расчетная снеговая нагрузка на покрытие $s = \mu_i \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_i \times 120 \text{ кгс/м}^2$.

Форма покрытия – двускатная (5.3.3), схема 1.1, углы наклона кровли к горизонту $\alpha_1 = 40^\circ$, $\alpha_2 = 15^\circ$.

Случай i. Схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, табл.5.1,

$$\mu_1(\alpha_1) = 0,8(60^\circ - 40^\circ)/30^\circ = 0,53; \quad \mu_1(\alpha_2) = 0,8(60^\circ - 15^\circ)/30^\circ = 1,20.$$

$$s_{1i}(\alpha_1) = 0,53 \times 120 = 64 \text{ кгс/м}^2; \quad s_{1i}(\alpha_2) = 1,2 \times 120 = 144 \text{ кгс/м}^2;$$

Случай ii. Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, в результате перемещения снега, вызванного, например, воздействием ветра

$$0,5 \cdot \mu_1(\alpha_1) = 0,5 \times 0,8(60^\circ - 40^\circ)/30^\circ = 0,265; \quad \mu_1(\alpha_2) = 0,8(60^\circ - 15^\circ)/30^\circ = 1,20.$$

$$s_{ii}(\alpha_1) = 0,265 \times 120 = 32 \text{ кгс/м}^2; \quad s_{ii}(\alpha_2) = 1,2 \times 120 = 144 \text{ кгс/м}^2;$$

Случай iii. Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов (вариант),

$$\mu_1(\alpha_1) = 0,8(60^\circ - 40^\circ)/30^\circ = 0,53; \quad 0,5 \cdot \mu_1(\alpha_2) = 0,5 \times 0,8(60^\circ - 15^\circ)/30^\circ = 0,60.$$

$$s_{iii}(\alpha_1) = 0,53 \times 120 = 64 \text{ кгс/м}^2; \quad s_{iii}(\alpha_2) = 0,6 \times 120 = 72 \text{ кгс/м}^2;$$

Схемы распределения снеговой нагрузки на двускатном покрытии производственного здания показаны на Рисунке 5.8.

Расчетные комбинации нагрузок на конструкции покрытия с учетом постоянных и сопутствующих временных нагрузок (например, ветровое воздействие) приведены в разделе 4.1.3, СН РК EN 1990:2002 + A1:2005/2011.

В зависимости от выбранных расчетных комбинаций, снеговая нагрузка на покрытии может рассматриваться как доминирующая ($\psi = 1$) или сопутствующая

нагрузка, с выбором соответствующих значений частных коэффициентов $\psi_0=0,7$; $\psi_1=0,5$; $\psi_2=0,2$.

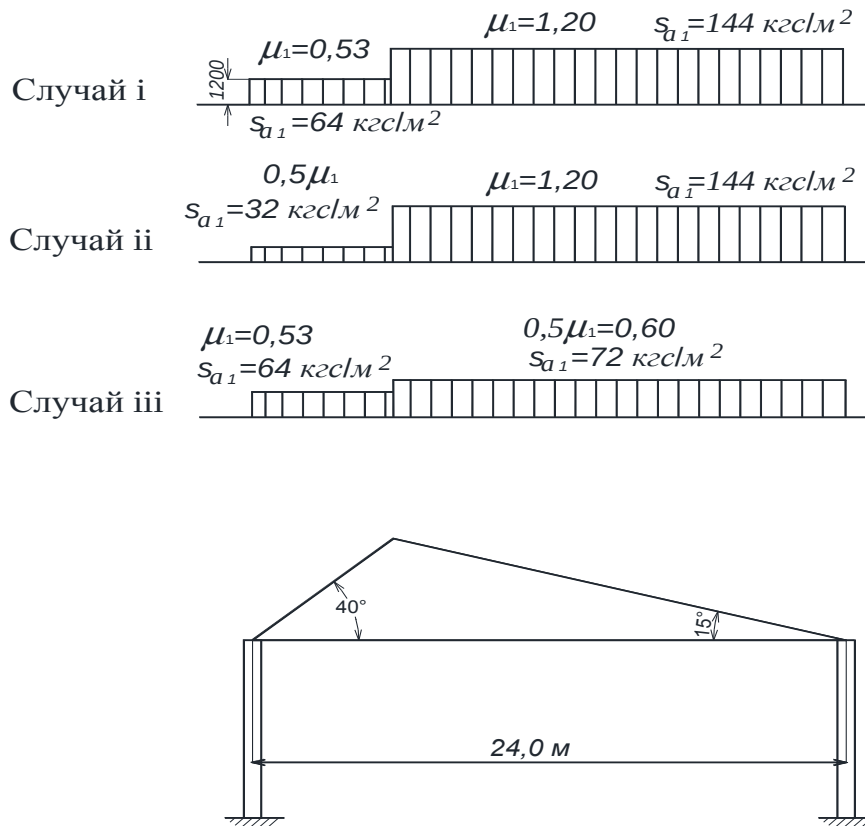


Рисунок 5.8 Расчетные значения снеговой нагрузки на двускатном покрытии производственного здания (пример 5.1)

ПРИМЕР 5.2 Определить расчетные комбинации снеговой нагрузки на покрытие двухэтажного общественного здания, с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа, по исходным данным примера 4.2.

Дополнительные данные:

C_e – коэффициент окружающей среды (табл. 5.1), $C_e = 0,8$ (местность, не защищенная от ветра),

C_t – тепловой коэффициент, $C_t = 1,0$ (снижение снеговых нагрузок предусматриваемое для покрытий с повышенной теплопередачей не учитывается).

Решение

Для проверки критических предельных состояний несущих конструкций покрытия рассматриваемого общественного здания, с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа (прогонов кровли и полигональных ферм покрытия, пролетом 18,0 м), следует применить:

- расчетную комбинацию для установившейся/переходной расчетной ситуации, приложение А, случай А,
- расчетную комбинацию для особой расчетной ситуации, когда снегопады с исключительно низкой вероятностью, $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot S_k$, рассматриваются как чрезвычайные воздействия, приложение А, случай В₁.

При этом, учитывается, что территория строительства относится (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85]), к малоизученным и горным районам, где возможны чрезвычайные снегопады, с исключительно низкой вероятностью.

Расчетное значение снеговой нагрузки на грунт, с учетом высоты площадки строительства ($A=1050$ м),

$$s_{Ad} = 180 \times 1,21 = 218 \text{ кгс/м}^2$$

Расчетное значение снеговой нагрузки на грунт, с учетом чрезвычайных снегопадов (см. пример 4.2)

$$s_{Ad} = 360 \times 1,21 = 436 \text{ кгс/м}^2$$

Форма кровли очерчена по окружности радиусом $R=9,70$ м, при параметрах кровли $h=3,0$ м и $L=18,0$ м, (см. схему 2.1).

Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые следует использовать для расчета цилиндрических покрытий (сводчатых или близких к ним) приведены в разделе 5.3.5, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011.

Для рассматриваемого покрытия ширина активной зоны, в пределах угла наклона кровли $\alpha \leq 60^\circ$, составляет $18,0 - 2 \times 0,76 = 16,48$ м.

Случай i, схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, $\mu_1 = 0,8$;

Случай ii, схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов,

$$\mu_1 = 0,8; \quad 0,5\mu_3 = 0,5 (0,2 + 10 h/b) = 0,5 (0,2 + 10 \times 3/18) = 0,5 \times 1,87 = 0,93; \quad \mu_3 = 1,87;$$

Интенсивность расчетной снеговой нагрузки на покрытие

- расчетная комбинация для установившейся/переходной расчетной ситуации,

$$\text{без учета наносов } s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 0,8 \times 1,0 \times 218 = 140 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\text{с учетом наносов, } s = 0,5\mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,93 \times 0,8 \times 1,0 \times 218 = 162 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,87 \times 0,8 \times 1,0 \times 218 = 324 \text{ кгс/м}^2;$$

- расчетная комбинация для особой расчетной ситуации, когда снегопады с исключительно низкой вероятностью рассматривается как чрезвычайная нагрузка

$$\text{Случай i, без учета наносов, } s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_k = 0,8 \times 0,8 \times 1,0 \times 436 = 279 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\text{Случай ii, с учетом наносов, } s = 0,5\mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,93 \times 0,8 \times 1,0 \times 436 = 324 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,87 \times 0,8 \times 1,0 \times 436 = 648 \text{ кгс/м}^2.$$

Схемы распределения снеговой нагрузки на цилиндрическом покрытии двухэтажного общественного здания показаны на Рисунке 5.9.

Расчетные комбинации нагрузок на конструкции покрытия с учетом постоянных и сопутствующих временных нагрузок (например, ветровое воздействие) приведены в разделе 4.1.3, СН РК EN 1990:2002 + A1:2005/2011.

В зависимости от выбранных расчетных комбинаций, снеговая нагрузка на покрытии может рассматриваться как доминирующая ($\psi = 1$) или сопутствующая нагрузка, с выбором соответствующих значений частных коэффициентов ($\psi_0=0,7$; $\psi_1=0,5$; $\psi_2=0,2$).

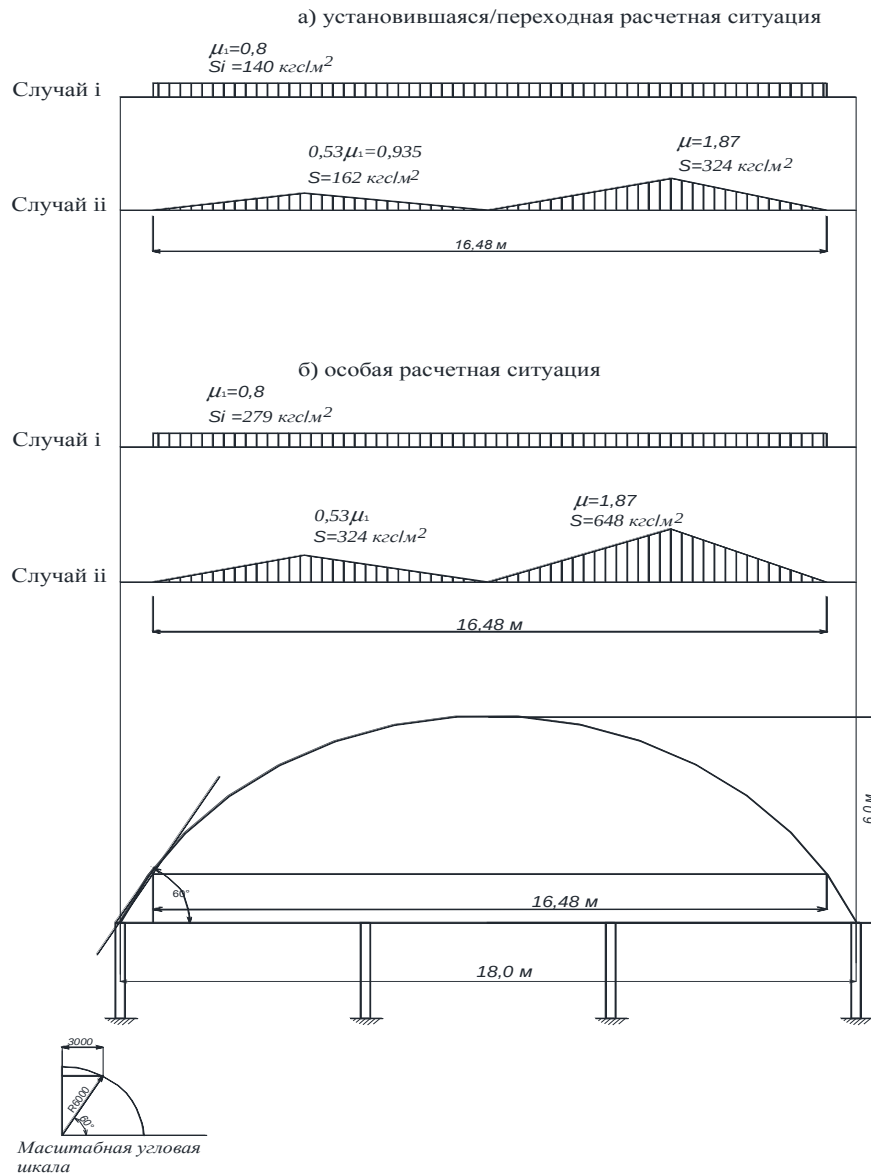


Рисунок 5.9 Расчетные значения снеговой нагрузки на покрытия общественного здания с укрупненной сеткой колонн (пример 5.2)

ПРИМЕР 5.3 Определить расчетные комбинации снеговой нагрузки на покрытие трехэтажного здания гостиничного комплекса, в предгорной зоне Заилийского Алатау по исходным данным примера 4.3.

По карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова территория строительства относится к горным и малоизученным районам и прилегает к снеговому району II (2).

По карте 3 районирования территории (б) СССР по давлению ветра территория строительства относится к горным и малоизученным районам и прилегает к ветровому району III

Территория строительства относится к сейсмической зоне.

Высотное положение площадки над уровнем моря — 1450,0 м.

Кровля комбинированная: включает участок плоской эксплуатируемой кровли (монолитная железобетонная плита, пролетом 6,0÷9,0 м) и кровлю мансардной части, по образующим металлическим прогонам.

Угол наклона двускатной кровли в мансардной части 45° .

Дополнительные данные:

C_e – коэффициент окружающей среды (табл. 5.1), $C_e = 1,2$ (местность, закрытая от ветра холмами и высокими деревьями),

C_t – тепловой коэффициент, $C_t = 1,0$ (снижение снеговых нагрузок предусматриваемое для покрытий с повышенной теплопередачей не учитывается).

Решение

Для зданий расположенных на площадках в сейсмических зонах, расчетные комбинации для проверки критических предельных состояний конструкций покрытия, с учетом чрезвычайных снеговых нагрузок (приложение А, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011), рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

Для расчета несущих конструкций покрытия рассматриваемого здания, включающего участок плоской эксплуатируемой кровли, следует применить:

- расчетную комбинацию для постоянной/переходной расчетной ситуации, приложение А, случай А,
- расчетную комбинацию для особой расчетной ситуации, когда снегопады с исключительно низкой вероятностью, $\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{esl} \cdot s_{k,}$, рассматриваются как чрезвычайные воздействия, приложение А, случай Б₁.

При этом, учитывается, что территория строительства относится (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова), к малоизученным и горным районам, где возможны чрезвычайные снегопады с исключительно низкой вероятностью.

Расчетная снеговая нагрузка для оценки критических предельных состояний при постоянной/переходной расчетной ситуации, с учетом высоты расположения площадки над уровнем моря ($A=1450$ м), составляет $s_{Ad} = 195$ кгс/м² (см. пример 3).

Чрезвычайная снеговая нагрузка, вызванная снегопадом с исключительно низкой вероятностью, составляет, при значении $C_{esl} = 2,0$, с учетом высоты расположения площадки над уровнем моря, $s_{Ad} = 390$ кгс/м².

Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые следует использовать для односкатной части покрытия (эксплуатируемая кровля) приведены в разделе 5.3.2 Пособия, для двускатной кровли мансарды – в разделе 5.3.3.

Односкатная эксплуатируемая кровля

Для случаев приложения нагрузки как без снеговых наносов, так и со снеговыми наносами, при $\alpha < 30^{\circ}$, коэффициент формы $\mu_1 = 0,8$.

Тогда, расчетное (доминирующее) значение снеговой нагрузки для установившейся/переходной расчетной ситуации,

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 187 \text{ кгс/м}^2;$$

Для особой расчетной ситуации, когда снегопады с исключительно низкой вероятностью рассматривается как чрезвычайная нагрузка, расчетное (доминирующее) значение снеговой нагрузки, как без снеговых наносов, так и со снеговыми наносами,

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot s_k = 0,8 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 375 \text{ кгс/м}^2.$$

Двускатная кровля мансарды

Форма покрытия двускатная (5.3.3), схема 3.1, угол наклона кровли к горизонту $\alpha = 45^\circ$.

Коэффициент формы снеговых нагрузок для двускатной кровли (5.3.3), при $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, табл. 5.1, $\mu_1(\alpha_1) = 0,8 (60^\circ - 45^\circ)/30^\circ = 0,40$;

Установившаяся/переходная расчетная ситуация:

Случай i. Схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, рис.5.3,

$$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 94 \text{ кгс/м}^2;$$

Случай ii. Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, рис.5.3,

$$s_{ii} = 0,5\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 47 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{ii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 94 \text{ кгс/м}^2.$$

Случай iii. Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, рис.5.3,

$$s_{iii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 94 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{iii} = 0,5\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 195 = 47 \text{ кгс/м}^2.$$

Расчетная комбинация для особой расчетной ситуации, когда снегопады с исключительно низкой вероятностью рассматривается как чрезвычайная нагрузка

Случай i, схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов,

$$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 188 \text{ кгс/м}^2;$$

Случай ii. Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, рис 5.3,

$$s_{ii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 94 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{ii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 188 \text{ кгс/м}^2.$$

Случай iii. Схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов, рис.5.3,

$$s_{iii} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 188 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s_{iii} = 0,5\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,5 \times 0,40 \times 1,2 \times 1,0 \times 390 = 94 \text{ кгс/м}^2.$$

Схемы распределения снеговой нагрузки на участках комбинированной кровли здания гостиничного комплекса показаны на Рисунке 5.10.

Расчетные комбинации нагрузок на конструкции покрытия с учетом постоянных и сопутствующих временных нагрузок (например, ветровое воздействие) приведены в разделе 4.1.3, СН РК EN 1990:2002 + A1:2005/2011.

В зависимости от выбранных расчетных комбинаций, снеговая нагрузка на покрытии может рассматриваться как доминирующая ($\psi = 1$) или сопутствующая нагрузка, с выбором соответствующих значений частных коэффициентов ($\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,2$).

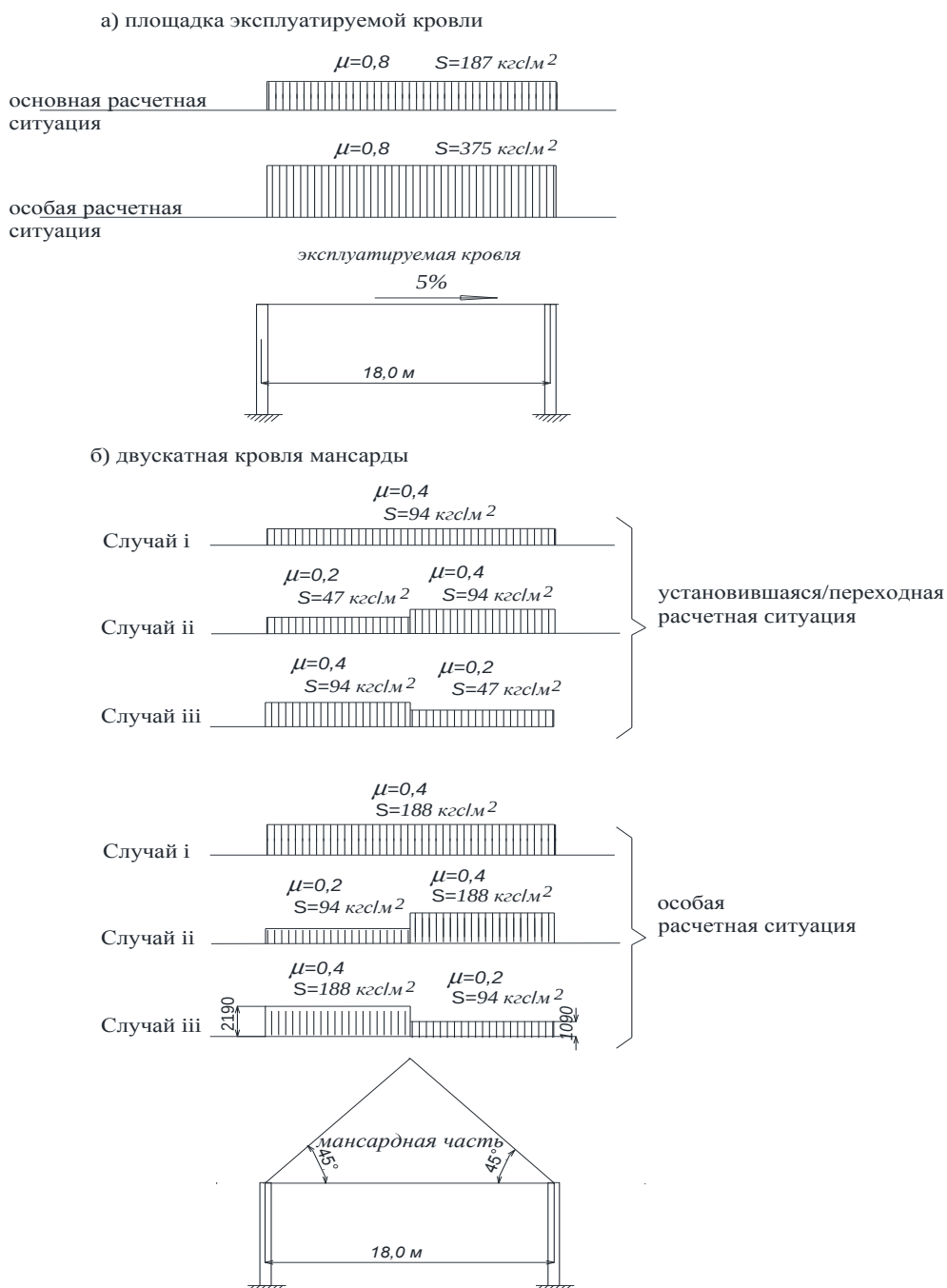


Рисунок 5.10 Расчетные значения снеговой нагрузки на покрытия трехэтажного здания гостиничного комплекса (пример 5.3)

ПРИМЕР 5.4 Определить расчетные комбинации снеговой нагрузки на покрытие одноэтажного производственного здания по исходным данным примера 4.4.

Конструкции покрытия включают многопролетную двускатную кровлю по железобетонным балкам, пролетом 18,0 м.

В покрытии производственного здания (средний пролет) размещены световые фонари, размерами 3,0×60,0 м, высотой 2,0 м.

По карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова территория строительства относится снеговому району II (2).

По карте 3 районирования территории (б) СССР по давлению ветра территория строительства относится к ветровому району III

Территория строительства относится к сейсмической зоне.

Высотное положение площадки над уровнем моря — 780,0 м.

Угол наклона двухскатной кровли по железобетонным балкам 15° .

Дополнительные данные:

C_e – коэффициент окружающей среды (табл. 5.1), $C_e = 1,0$ (обычные условия местности),

C_t – тепловой коэффициент, $C_t = 1,0$ (снижение снеговых нагрузок предусматриваемое для покрытий с повышенной теплопередачей не учитывается).

Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт (см. пример 4) принято равным $s_k = 120 \text{ кгс/м}^2$.

Решение

По условиям района строительства (см. пример 4.1) особые расчетные ситуации не рассматриваются.

Для установившейся/переходной расчетной ситуации

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = \mu_i \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_i 120 \text{ кгс/м}^2,$$

Коэффициенты формы снеговой нагрузки, которые следует использовать для расчета многопролетных двускатных покрытий, приведены в разделе 5.3.4, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011.

Случай i, схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, $\mu_1 = 1,0$;

Случай ii, схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов,

$$\mu_1 = 1,0; \quad \mu_2 = 0,8 + 0,8 \alpha / 30^{\circ} = 0,8 + 0,8 \times 15 / 30 = 1,20;$$

Интенсивность расчетной снеговой нагрузки на покрытие

- расчетная комбинация для установившейся/переходной расчетной ситуации,

$$\text{без учета наносов } s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 120 \text{ кгс/м}^2;$$

$$\text{с учетом наносов } s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 120 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 1,20 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 144 \text{ кгс/м}^2.$$

Скопление снега у стенок световых фонарей

Расчетные снеговые нагрузки, вызванные скоплением снега у стенок световых фонарей, определены по материалам раздела 6.2 Пособия.

Коэффициенты формы снеговой нагрузки и протяженность наносов (сугробов) для рассматриваемого покрытия (см. рисунок 6.1):

$\mu_1 = 0,8$; $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \times 2 / 1,2 = 3,33 > 2$, с ограничением $0,8 \leq \mu_2 = 2,0$; принимаем $\mu_2 = 2$,

где γ — удельный вес снега, который для этого расчета допускается принимать равным 2 кН/м^3 ;

Протяженность наносов $l_s = 2h = 2 \times 2 = 4,0 \text{ м}$, с ограничением $5 \leq l_s = 15 \text{ м}$.

Интенсивность расчетной снеговой нагрузки на покрытие в зоне световых фонарей

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad} = 2,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 240 \text{ кгс/м}^2;$$

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad} = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 96 \text{ кгс/м}^2;$$

Схемы распределения снеговой нагрузки на покрытии однопролетного производственного здания показаны на Рисунке. 5.11.

Расчетные комбинации нагрузок на конструкции покрытия с учетом постоянных и сопутствующих временных нагрузок (например, ветровое воздействие) приведены в разделе 4.1.3, СН РК EN 1990:2002 + A1:2005/2011.

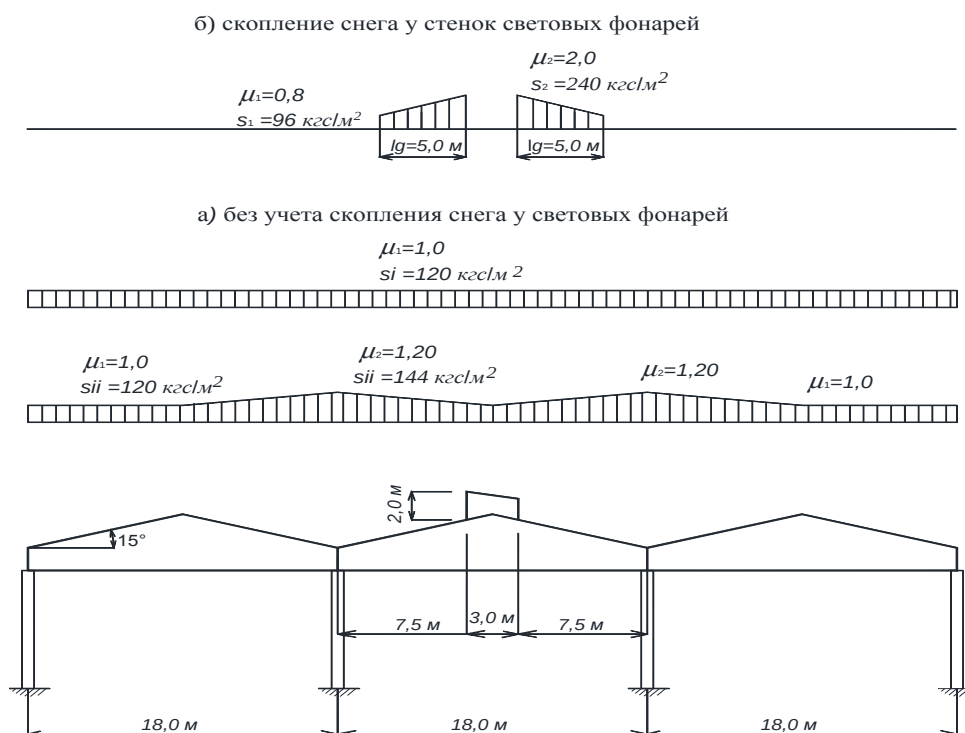


Рисунок 5.11 Расчетные значения снеговой нагрузки на покрытии одноэтажного производственного здания (пример 5.4)

В зависимости от выбранных расчетных комбинаций, снеговая нагрузка на покрытии может рассматриваться как доминирующая ($\psi = 1$) или сопутствующая нагрузка, с выбором соответствующих значений частных коэффициентов ($\psi_0 = 0,7$; $\psi_1 = 0,5$; $\psi_2 = 0,2$).

ПРИМЕР 5.5 Определить расчетные комбинации снеговой нагрузки на покрытие здания ангара в аэропорту г. Алматы, по исходным данным примера 4.5.

Конструкции покрытия включают: несущую пространственную ферму пролетом 85,0 м и поперечные фермы с нижним поясом полигонального очертания, пролетом 36,0 м.

Перепад высот кровли 2,60 м, уклон наклона поперечных ферм (уклон кровли) 10° .

По карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова площадка строительства относится к снеговому району II (2).

По карте 3 районирования территории (б) СССР по давлению ветра площадка строительства относится к ветровому району III.

Территория строительства относится к сейсмической зоне

Высотное положение площадки над уровнем моря — 750,0 м.

Дополнительные данные:

C_e – коэффициент окружающей среды (табл. 5.1), $C_e = 0,8$ (местность, не защищенная от ветра),

C_t – тепловой коэффициент, $C_t = 1,0$ (снижение снеговых нагрузок предусматриваемое для покрытий с повышенной теплопередачей не учитывается).

Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт (см. пример 4.5) принято равным

$$s_k = 120 \text{ кгс/м}^2.$$

Решение

По условиям района строительства (см. пример 1) особые расчетные ситуации не рассматриваются.

Для зданий расположенных на площадках в сейсмических зонах, расчетные комбинации для проверки критических предельных состояний конструкций покрытия (приложение А, СН РК EN 1991-1-3:2003/2011), рассматриваются отдельно от расчетных ситуаций, включающих сейсмическую нагрузку (см. 3.4.5, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011).

Для установившейся/переходной расчетной ситуации

$$s = \mu_t \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k,$$

где определения C_e , C_t , μ , s_k приведены в п.5.2.3(в)

Расчетная нагрузка на покрытие

$$s = \mu_i 1,0 \times 1,0 \times 120 = \mu_i 120 \text{ кгс/м}^2.$$

Для покрытия зданий с перепадами высот коэффициенты формы снеговой нагрузки принимаются в соответствии с разделом 5.3.6 и рис. 5.7 СН РК EN 1991-1-3:2003/2011.

Случай i, схема распределения снеговой нагрузки без учета наносов, $\mu_1 = 0,8$;

Случай ii, схема распределения снеговой нагрузки с учетом наносов:

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w;$$

где μ_s — коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий соскальзывание (снос) снега с более высокого покрытия: при $\alpha \leq 15^\circ$, $\mu_s = 0$;

μ_w — коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающей влияние ветра:

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/s_k = (12+36)/2 \times 2,6 = 9,2 > 2 \times 2,6/1,2 = 4,33.$$

здесь γ — удельный вес снега, который допускается принимать 2 кН/м^2 .

Принимаем значение $\mu_w = 4,33$.

Протяженность наноса $l_s = 2h = 2 \times 2,6 = 5,2 \text{ м}$ (с учетом ограничения $5 \leq l_s \leq 15 \text{ м}$).

$$0,5 (0,2 + 10h/b) = 0,5 (0,2 + 10 \times 3/18) = 0,5 \times 1,87 = 0,93; \mu_3 = 1,87;$$

Интенсивность расчетной снеговой нагрузки на покрытии

- расчетная комбинация для установившейся/переходной расчетной ситуации,

$$\text{без учета наносов } s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,80 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 96 \text{ кгс/м}^2;$$

с учетом наносов, $s = \mu_w \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 4,33 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 520 \text{ кгс/м}^2$;
 $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 120 = 96 \text{ кгс/м}^2$.

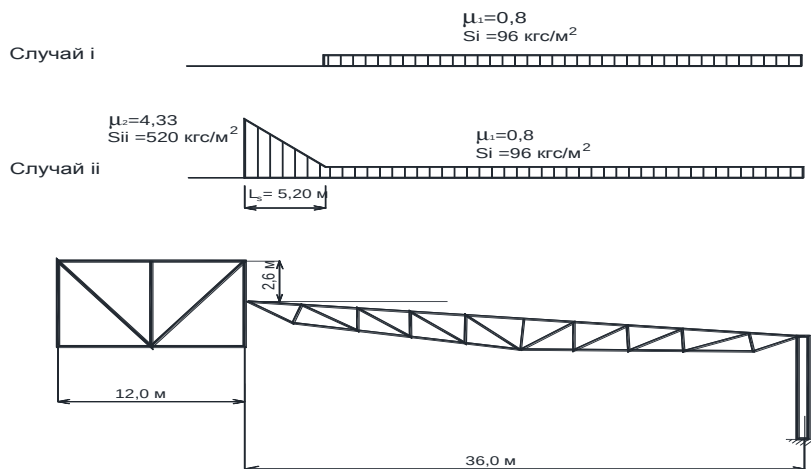


Рисунок 5.12 Расчетные значения снеговой нагрузки на покрытии ангара (пример 5.5)

6 [6] ЛОКАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ

6.1 [6.1] Общие положения

(1) Настоящий раздел содержит указания, применяемые для локальных проверок при скоплении снега:

- у надстроек (выступающих частей) и заграждений на покрытиях;
- у краев покрытий;
- у снегоудерживающих заграждений.

(2) Следует рассматривать постоянные/переходные расчетные ситуации.

6.2 [6.2] Скопление снега у надстроек и заграждений

(1) При ветровых погодных условиях скопления снега (сугробы) могут образовываться на любых покрытиях, которые имеют выступающие части (надстройки), создающие зоны аэродинамической тени, в которых накапливается (аккумулируется) снег.

(2) Коэффициенты формы снеговой нагрузки и протяженность наносов (сугробов) для квазигоризонтальных покрытий (см. рисунок 6.1) следует определять:

$$\mu_1 = 0,8, \mu_2 = \gamma \cdot h / s_k \quad (6.1) [6.1]$$

$$\text{с ограничением } 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0, \quad (6.2) [6.2]$$

где γ — удельный вес снега, который для этого расчета допускается принимать равным 2 кН/м^3 ;

$$l_s = 2h(6.3) [6.3]$$

с ограничением $5 \leq l_s \leq 15 \text{ м}$

ПРИМЕЧАНИЕ Приложение Б может быть использовано для определения случая нагрузки, вызванной наносами, если это допускается Национальным приложением.

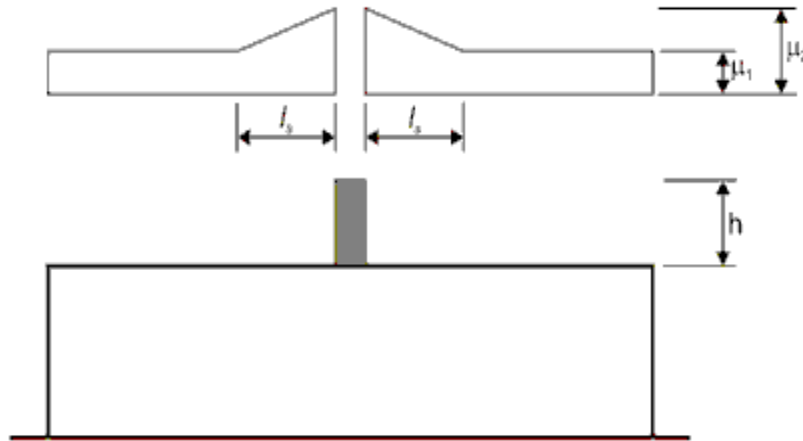


Рисунок 6.1[6.1] Коэффициенты формы снеговой нагрузки на покрытиях с выступающими частями и заграждениями

6.3 [6.3] Нависание снега на краю ската покрытия

(1) На краях скатов покрытия следует учитывать нависание снега.

ПРИМЕЧАНИЕ Условия применения настоящего пункта допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуется, чтобы этот пункт применялся для строительных площадок, расположенных на высоте более 800 м над уровнем моря.

(2) При определении расчетных параметров выступающих за стены элементов кровли наряду с нагрузкой на эту часть кровли следует учитывать также нагрузку от нависания снега на краю ската покрытия.

Нагрузку от нависания снега допускается рассчитывать следующим образом:

$$S_e = k \cdot s^2 / \gamma, \quad (6.4) [6.4]$$

где S_e — снеговая нагрузка на единицу длины, вызванная свисанием снега (см. рисунок 6.2);

s — снеговая нагрузки на кровлю (см. 5.2);

γ — удельный вес снега, который для этого расчета допускается принимать равным 3 кН/м³;

k — коэффициент, учитывающий неравномерность формы свисания снега.

ПРИМЕЧАНИЕ — Значение k допускается указывать в национальном приложении. Для расчета рекомендуется применять: $k = 3/d$ при $k \leq d \cdot \gamma$, где d — толщина слоя снега на кровле в метрах (см. рисунок 6.2).

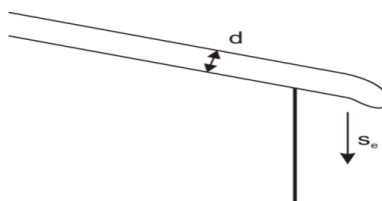


Рисунок 6.2 [6.2] Нависание снега на краях скатов покрытий (кровли)

6.4 Снеговые нагрузки на снегоудерживающих ограждениях и других преградах

(1) При определенных условиях снег может соскальзывать (сползать) с наклонных или закругленных покрытий.

Коэффициент трения снега по поверхности покрытия принимают равным нулю.

Для этих расчетов усилие F_s , возникающее при давлении соскальзывающей массы снега в направлении скольжения на единицу длины здания, следует принимать равным:

$$F_s = s \cdot b \cdot \sin \alpha, \quad (6.5) [6.4]$$

где s — снеговая нагрузка на кровлю при самом неблагоприятном расчетном случае снеговой нагрузки без учета наносов на поверхности кровли, с которой происходит обрушение снега (см. 5.2 и 5.3);

b — горизонтальное расстояние от снегоудерживающей решетки или надстройки до следующей решетки или до конька;

α — уклон кровли, измеренный относительно горизонтали.

ПРИЛОЖЕНИЕ А [А]
(обязательное)

Расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, используемые для различных местных условий

(1) В таблице А.1 приведены четыре случая А, Б1, Б2 и Б3 и указаны расчетные ситуации и распределение нагрузок для каждого отдельного случая.

Таблица А.1 — Расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, используемые для различных местных условий

Обычные условия		Особые условия	
Случай А	Случай Б1	Случай Б2	Случай Б3
Отсутствие чрезвычайных снегопадов	Чрезвычайные снегопады	Отсутствие чрезвычайных снегопадов	Чрезвычайные снегопады
Отсутствие чрезвычайных наносов	Отсутствие чрезвычайных наносов	Чрезвычайные наносы	Чрезвычайные наносы
3.2.1	3.3.1	3.3.2	3.3.2
<i>Установившаяся/переходная расчетная ситуация</i>	<i>Установившаяся/переходная расчетная ситуация</i>	<i>Установившаяся/переходная расчетная ситуация</i>	<i>Установившаяся/переходная расчетная ситуация</i>
[1] без учета наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$	[1] без учета наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$	[1] без учета наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$	[1] без учета наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$
[2] с учетом наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$	[2] с учетом наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$	[2] с учетом наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$	[2] с учетом наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot S_k$
	<i>Особая расчетная ситуация (когда снег является чрезвычайным воздействием)</i>	<i>Особая расчетная ситуация (когда снег является чрезвычайным воздействием)</i>	<i>Особая расчетная ситуация (когда снег является чрезвычайным воздействием)</i>
	[3] без учета наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot C_{est} \cdot S_k$	[3] с учетом наносов $\mu_f \cdot S_k$ (для форм кровли согласно приложению Б)	[3] без учета наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot C_{est} \cdot S_k$
	[4] с учетом наносов $\mu_f \cdot C_e \cdot C_f \cdot C_{est} \cdot S_k$		[4] с учетом наносов $\mu_f \cdot S_k$ (для форм кровли согласно приложению Б)

Таблица А.1 (продолжение)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 До составления карты климатических параметров территории РК, чрезвычайная снеговая нагрузка на кровлю, вызванная снегопадами с исключительно низкой вероятностью, $\mu \cdot Se \cdot Ct \cdot C_{est} \cdot s_k$, применяется для расчета несущих конструкций зданий, расположенных в малоизученных и горных районах (по карте 1 районирования территории (б) СССР по весу снегового покрова [приложение 5 к СНиП 2.01.07-85]).

При этом, указанная нагрузка рассматривается в расчетных комбинациях для форм кровли, без учета и с учетом наносов (вызванных, например, воздействием ветра), в соответствии разделом 5.3 СН РК EN 1991-1-3:2003/2011

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Чрезвычайная снеговая нагрузка на кровлю, вызванная чрезвычайными снеговыми наносами (в результате напластования снега с исключительно низкой вероятностью), $\mu \cdot s_k$, рассматривается в расчетных комбинациях для отдельных участков кровли, в зависимости от ее конфигурации. Указанная нагрузка определяется по приложению А (случай Б3), для форм кровли согласно приложению Б, в специфических регионах, в которых при определенных метеорологических условиях (положительные температуры или оттепели в зимний период) происходит таяние снега, сопровождаемое умеренной, до высокой, скоростью ветра.

До составления карт климатических параметров территории РК, чрезвычайная снеговая нагрузка, вызванная чрезвычайными снеговыми наносами, не учитывается.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Для случаев Б1и Б3 в Национальном приложении устанавливаются расчетные ситуации в зависимости от особых местных условий по разделу 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б[В]
(обязательное)

**Коэффициенты формы снеговых нагрузок
для чрезвычайных снеговых наносов**

Б.1 [В.1] Область применения

(1) Настоящее приложение содержит коэффициенты формы снеговой нагрузки для определения схемы распределения нагрузок при чрезвычайных снеговых наносах для следующих типов покрытий (кровель):

- а) многопролетные двускатные покрытия;
- б) ступенчатые покрытия, примыкающее к более высокому сооружению;
- в) покрытия, для которых наносы возникают на выступающих частях, надстройках, парапетах;
- г) для всех других схем распределений нагрузок следует учитывать разделы 5 и 6.

(2) При учете случаев снеговых нагрузок с применением коэффициентов формы снеговых нагрузок согласно настоящему приложению следует исходить из того, что эти нагрузки из-за снеговых наносов рассматриваются как чрезвычайные и что рядом на кровле отсутствует снег.

(3) При определенных обстоятельствах на один и тот же участок кровли может распространяться более одного расчетного случая нагрузок, вызванных чрезвычайными снеговыми наносами; в таких случаях эти расчетные случаи рассматриваются как альтернативные.

Б.2. [В.2] Многопролетные двускатные покрытия

(1) Коэффициент формы снеговой нагрузки при чрезвычайных наносах в разжелобках многопролетных двускатных покрытий указан на рисунках Б.1 и Б.2.

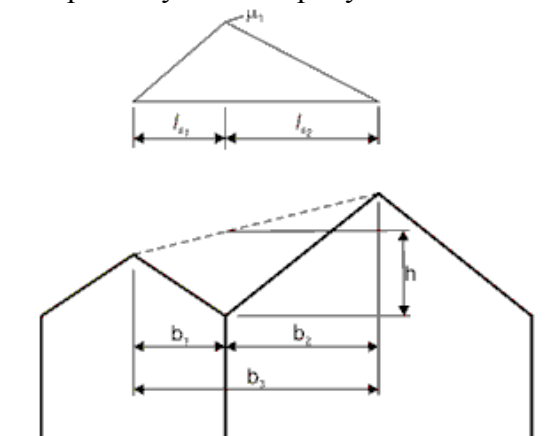


**Рисунок Б.1[В.1] — Коэффициент формы и протяженность чрезвычайного
снегового наноса. Разжелобки многопролетных двускатных покрытий**

(2) Коэффициент формы, приведенной на рисунке В.1, определяют как минимальный из следующих значений:

$$\mu_1 = 2h/s_k,$$

$$\mu_1 = 2b_3/(l_{s1}+l_{s2}),$$

$$\mu_1 = 5.$$

Протяженность наноса определяют как:

$$l_{s1} = b_1, l_{s2} = b_2.$$

(3) В покрытиях, имеющих более чем один конек, близких к симметричным и имеющим одинаковую геометрию, b_3 принимают как проекцию двух наклонных поверхностей (т.е. пролет многопролетного покрытия $\times 1,5$), и это распределение снеговой нагрузки, должно быть принято для каждого разжелобка, хотя и не обязательно одновременно.

(4) При выборе b_3 для кровель с неодинаковой геометрией следует учитывать, что значительные различия в высоте коньков и/или пролетов многопролетного покрытия могут препятствовать свободному перемещению снега по покрытию и способствовать теоретически необходимому для скопления количеству снега.

(5) В случае, когда при расчете сооружения одновременные наносы в нескольких разжелобках шедовой кровли учитывают как общую нагрузку, вводится ограничение по максимальному объему перемещенного снега на покрытии. Общая снеговая нагрузка на единицу длины всех одновременных наносов не должна превышать значения снеговой нагрузки на грунт, умноженного на длину сооружения перпендикулярно конькам в месте разжелобка.

ПРИМЕЧАНИЕ Если сооружение подвергается асимметричным нагрузкам, то проектировщик должен учитывать возможность различных снежных наносов в разжелобках.

Б.3. [В.3] Покрытия, примыкающие к более высоким сооружениям (покрытия зданий с перепадами высот)

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки при чрезвычайных наносах, применяемые к ступенчатым покрытиям, показаны на рисунке Б.2 и в таблице Б.1.

(2) Расчетный случай снеговой нагрузки, указанный на рисунке Б.2, распространяется также на кровли, расположенные поблизости, но не примыкающие к более высоким сооружениям, при этом необходимо учитывать только фактическую нагрузку на нижнюю кровлю, т. е. нагрузкой между обоими сооружениями можно пренебречь.

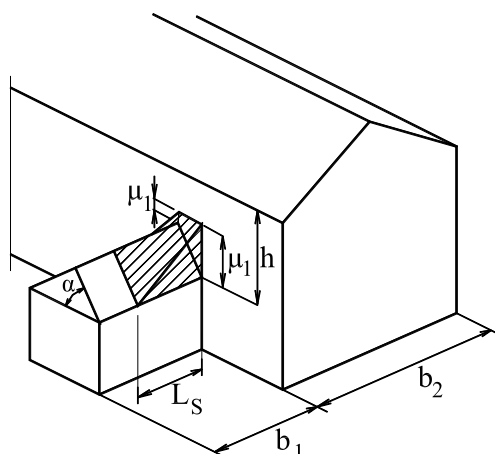


Рисунок Б.2 [В.2]— Коэффициенты формы и длина чрезвычайных снеговых наносов.

Ступенчатые покрытия, примыкающие к более высоким зданиям

(3) Длина наноса l_s равна минимальному значению из $5h$, b_1 или 15 м.

Таблица Б.1 [В.1] Коэффициенты формы для чрезвычайных снеговых наносов для покрытий, примыкающих к более высоким сооружениям

Коэффициент формы	Уклон кровли α_1			
	$0^\circ \leq \alpha_1 \leq 15^\circ$	$15^\circ < \alpha_1 \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha_1 < 60^\circ$	$60^\circ \leq \alpha_1$
μ_1	μ_3	$\mu_3[(30 - \alpha_1)/15]$	0	0
μ_2	μ_3	μ_3	$\mu_3[(60 - \alpha_1)/30]$	0
ПРИМЕЧАНИЕ μ_3 — наименьшее значение из $2h/s_k$, $2b/l_s$ или 8, где b — максимальное значение из b_1 или b_2 ; l_s — наименьшее значение из $5h$, b_1 или 15 м.				

Б.4 [В.4] Покрытия, на которых наносы появляются у выступающих частей, ограждений и парапетов

(1) Коэффициенты формы снеговой нагрузки для чрезвычайных наносов, применяемые для покрытий, на которых наносы появляются у выступающих частей (надстроек), ограждений, отличных от парапетов, даны в Б.4(2) и показаны на рисунке В.3. Коэффициенты формы для наносов на парапетах даны в Б.4(4).

(2) а) Если вертикальное возвышение, перед которым может образоваться нанос, имеет площадь не более 1 м^2 , влияние наноса можно не учитывать.

б) Настоящий раздел распространяется на:

— наносы перед надстройками (выступающими частями) высотой не более 1 м;

— наносы на козырьках, выступающих не более чем на 5 м за фасад сооружения над дверями или погрузочными рампами, независимо от высоты надстроек (ограждений);

— небольшие надстройки высотой более 1 м и шириной не более 2 м допускается рассматривать как местные выступы. Для этого специального случая h допускается рассматривать как меньшее значение высоты выступа или его ширины перпендикулярно направлению ветра.

в) Коэффициент формы снеговой нагрузки, указанный на рисунке Б.3, определяют как наименьшее значение из:

$$\mu_1 = 2h_1/s_k \text{ или } 5;$$

$$\mu_2 = 2h_2/s_k \text{ или } 5.$$

Кроме этого значение μ_1 для дверных козырьков, выступающих не более чем на 5 м от здания, должно составлять не более $2b/l_{s1}$, где b — большее из значений b_1 и b_2 .

г) Протяженность наноса l_{si} принимается равной наименьшему значению из $5h$ или b_i , $i = 1$ или 2 , $h \leq 1$ м.

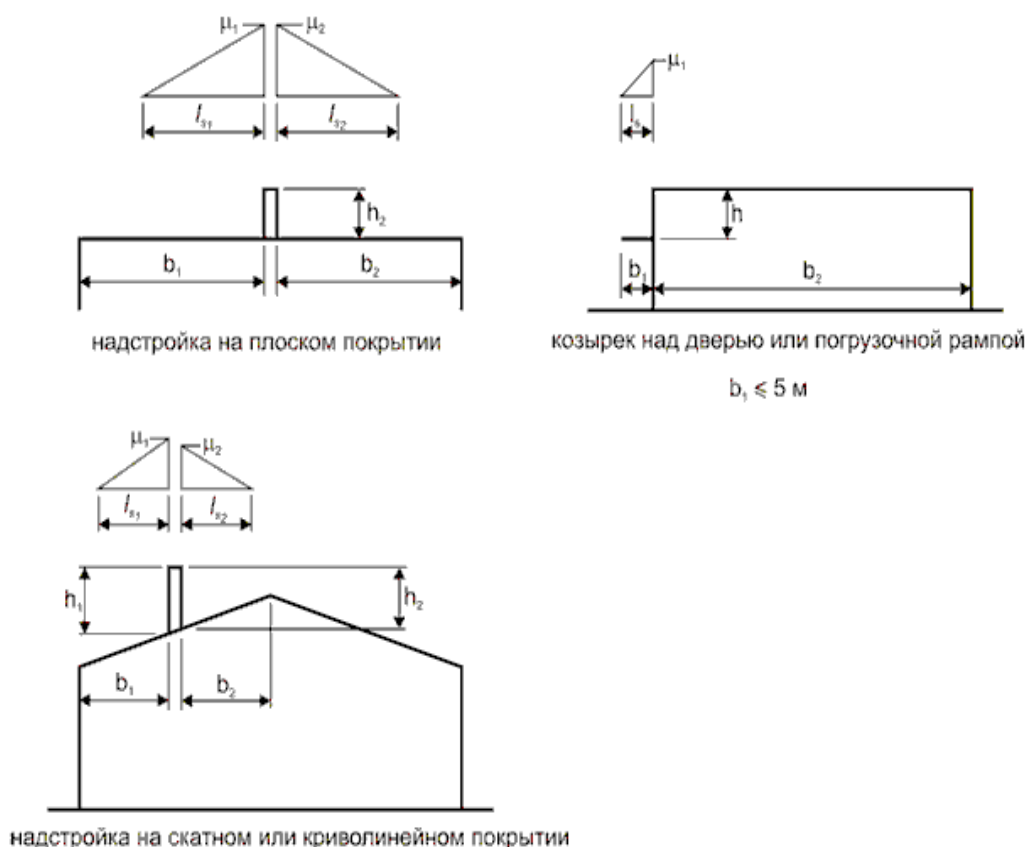
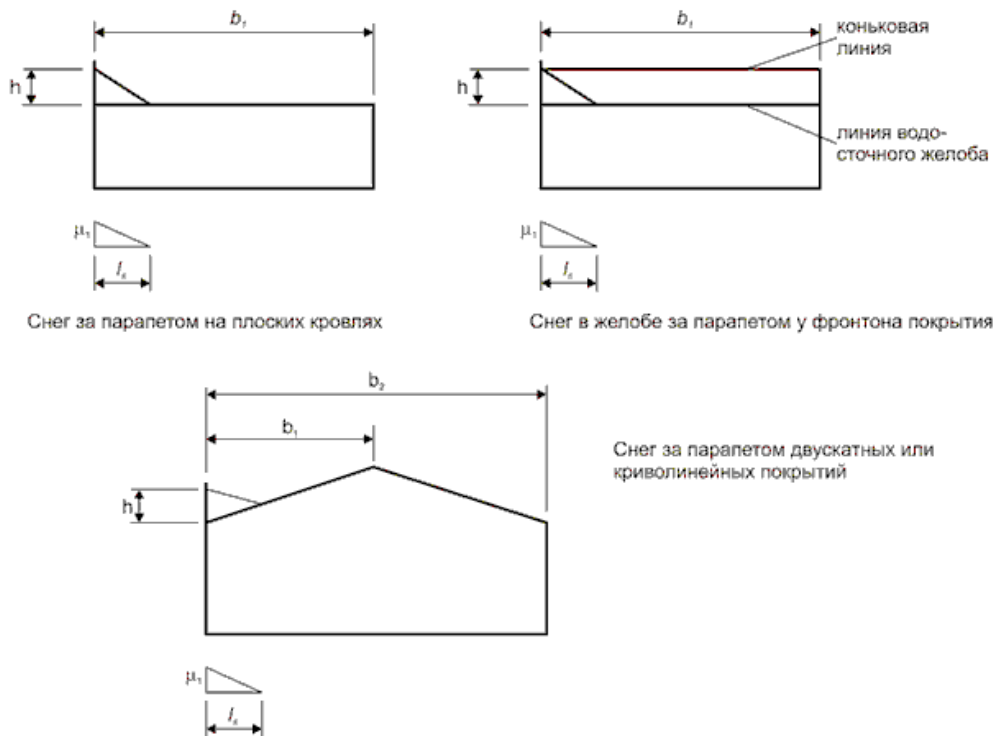


Рисунок Б.3 [В.3] — Коэффициенты формы при чрезвычайных наносах снега, когда наносы появляются у выступающих частей надстроек и заграждений

(3) Коэффициенты формы для снеговой нагрузки при чрезвычайных наносах снега на кровлях с парапетами указаны на рисунке Б.4.



ПРИМЕЧАНИЕ b_2 следует применять для расчета коэффициента формы.

Рисунок Б.4 [В.4] — Коэффициенты формы при чрезвычайных наносах снега. Покрытия с парапетами

(4) Коэффициент формы, показанный на рисунке Б.4[В.4], определяют как наименьшее из значений:

$$\mu_1 = 2h/s_k,$$

$$\mu_1 = 2b/l_s, \text{ где } b \text{ — большее значение из } b_1 \text{ и } b_2;$$

$$\mu_1 = 8.$$

Протяженность наноса l_s принимается равной наименьшему значению из $5h$, b_1 или 15 м.

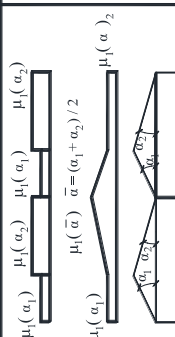
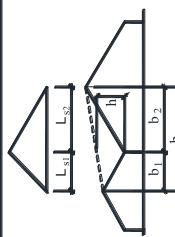
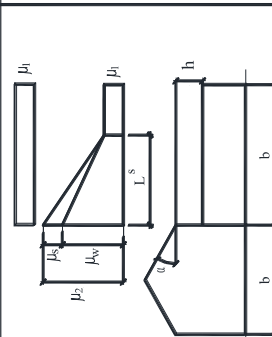
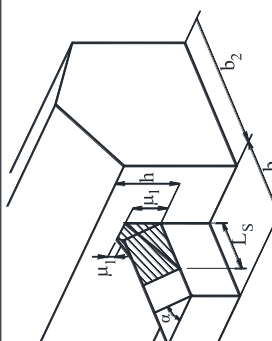
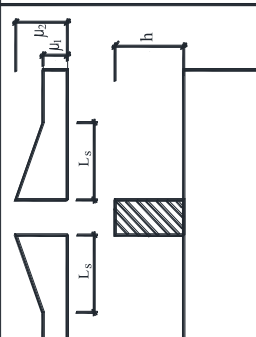
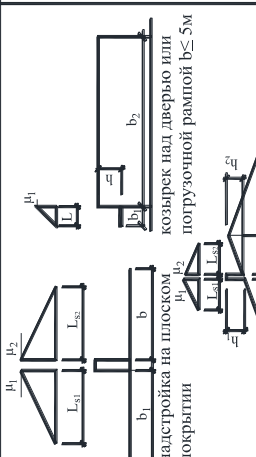
(5) При наносах в разжелобке за парапетом на фронте следует принимать, что снеговая нагрузка на лицевой стороне парапета линейно уменьшается от максимального значения в разжелобке до нуля у примыкающих коньков при условии, что парапет выступает не более чем на 300 мм над коньком

Б.5 Сопоставление коэффициентов формы снеговой нагрузки

В связи с особенностями распределения снеговой нагрузки по покрытию, при установившейся/переходной расчетной ситуации и при чрезвычайных снегопадах (разделы 5 и 6), по сравнению с распределением при чрезвычайных снеговых наносах (приложение [В]) СН РК EN 1991-1-3:2003/2011, в таблице Б.2 приведено сопоставление коэффициентов форм снеговой нагрузки для указанных случаев.

Таблица Б.2 Сравнение параметров распределения снеговых нагрузок на покрытиях зданий по СН РК EN1991-1-3-2003/2011:

5.3 Коэффициенты форм покрытия и 6 Локальные эффекты – приложение Б [В]

5.3 Коэффициенты форм покрытия, 6. Локальные эффекты				Приложение Б [В]	
Многопролетные двускатные покрытия					
№					
5.3.4		Случай i, без учета наносов	Б.2 [B.2]		Разжелобки многопролетных двускатных покрытий
	Случай ii, с учетом наносов				
Ступенчатые покрытия примыкающие к более высоким сооружениям					
5.3.6		Случай i, коэффициент формы снеговой нагрузки учитывающий, что нижняя кровля полая.	Б.3 [B.3]		Коэффициенты формы применяемые к ступенчатым покрытиям с соответствий с табл. Б.1
	Случай ii, коэффициент формы снеговой нагрузки μk, учитывающий соскальзывание снега с более высокого покрытия; μw - влияние ветра.				
Скопление снега у надстроек и загораждений					
6,2		Коэффициенты формы μ и протяженность наносов для квазигоризонтальных покрытий. с ограничением $\mu_1 = 0,8$, $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k$ $0,8 \leq \mu \leq 2,0$, $L_s = 2h$ $\gamma = 2 \text{ кН/м}^2$ – удельный вес снега, с ограничением $5 \leq L_s = 15 \text{ м}$	Б.4 [B.4]		Коэффициент формы снеговой нагрузки $\mu_1 = 2h_1 / s_k$ или 5; $\mu_2 = 2h_2 / s_k$ или 5. для дверных козырьков $\mu_1 < 2b / L_{s1}$ протяженность наноса L принимается по условию Б.4 (г)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(информационное)

Обоснование принятых характеристических значений снеговых нагрузок на грунт для территории РК

В.1 Общие данные

Приложение В содержит материалы анализа снеговых нагрузок на грунт, полученные по результатам работы («Методические указания³...»[3]), выполненной по заказу Агентства РК по делам Строительства и ЖКХ в 2011 году специально для принятой редакции СН РК EN1991-1-3:2002/2011

Целью приложения является:

— информация о содержании Научно технического документа “Методические указания по обработке климатических параметров за расчетный период наблюдений для составления карт климатических параметров к СН РК EN 1991/2007/2011 «Воздействия на несущие конструкции», КазНИИССА, 2011;

— обобщение единых правил и алгоритмов обработки климатических параметров различных регионов РК (включая малоизученные и горные районы) для составления карт климатических параметров, основанных на обеспеченности расчетных характеристик согласно требованиям Еврокода 1 (СН РК EN 1991/2007/2011);

— примеры обработки климатических параметров (годовых максимумов снеговой нагрузки на грунт), полученных службами РГП “Казгидромет” за период наблюдений 1971-2008 гг для трех метеостанций – Аршалы (Акмолинская область), Узунагаш и Большое Алматинское озеро (Алматинская область).

В.2 Сравнение снеговых нагрузок по СНиП 2.01.07-85 и по Еврокоду 1 (СН РК EN1991-1-3:2003/2011)

Обобщенные результаты многочисленных исследований [2] показали, что нормирование снеговой нагрузки в СНиП 2.01.07-85 [1] имеет ряд недостатков, среди которых наиболее важными являются:

- несовершенство методики определения расчетных значений, которое обуславливает их превышение в районах с неустойчивым и изменчивым снежным покровом каждые 7-10 лет;
- недостаточно детальное территориальное районирование, которое вызывает значительные огрубления при определении нормативных и расчетных значений;
- некорректность в нормировании длительных составляющих снеговых нагрузок;
- невозможность учета сроков эксплуатации конструкции, что приводит к их проектированию на неопределенный срок службы.

Европейские нормы (Еврокод 1) построены, в основном, на той же методологической основе, но имеют ряд существенных отличий:

- вместо нормативного значения снеговой нагрузки используется

³Научно-технический документ “Методические указания по обработке климатических параметров за расчетный период наблюдений для составления карт климатических параметров к СН РК EN 1991/2007/2011

«Воздействия на несущие конструкции», КазНИИССА, 2011.

характеристическое значение, которое отвечает среднему периоду повторяемости 50 лет;

- дополнительно введены понятия комбинационного, частого и квазипостоянного (практически постоянного) значений, которые определяются через характеристическое значение снеговой нагрузки;

- эффект возможного сдувания снега с поверхности покрытия учитывается отдельным топографическим коэффициентом;

- с целью нормирования снеговой нагрузки на тепловыделяющие (застекленные) покрытия предусмотрен отдельный тепловой коэффициент, конкретные значения которого устанавливаются в Национальных нормах;

- рассмотрено меньшее количество профилей кровли, чем в СНиП 2.01.07-85, но для них приведены более детальные указания относительно определения коэффициентов перехода от снеговой нагрузки на поверхности грунта к нагрузке на кровлю;

- рассмотрены локальные эффекты в виде снегозадерживающих препятствий на кровле, зависание снега над карнизом и сползание с крыши;

- более детально проработано районирование снеговых нагрузок в горных местностях путем введения зависимостей от высоты над уровнем моря.

Особо следует отметить использование характеристических значений снеговой нагрузки со средним периодом повторяемости 1 раз в 50 лет. Принципиальное значение такого подхода заключается в том, что в качестве базовой величины используется не весьма часто превышаемый средний годичный максимум, как в СНиП 2.01.07-85, а достаточно редко реализуемое характеристическое значение с периодом повторяемости 50 лет, близким к обычным срокам службы зданий и сооружений.

Такой подход не только полнее учитывает реальную метеорологическую информацию о снеговом покрове, но и существенно снижает возможные погрешности при переходе к расчетным значениям снеговой нагрузки.

В.3 Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт

Характеристические значения снеговой нагрузки определены по данным РГП «Казгидромет» для м/станций Аршалы (северный район РК), Узунагаш (60 км от Алматы) и БАО (Большое Алматинское озеро) по наибольшим запасам воды в снеговом покрове, для выборки наблюдений от 33 до 37 лет (1971-2008 гг.).

По результатам вычислений характеристические значения снеговых нагрузок на грунт (кгс/м^2), с вероятностью превышения 0,02 (средний период повторяемости 1 раз в 50 лет), составляют: по м/станции Узунагаш $109,5 \text{ кгс/м}^2$, по м/станции Аршалы $159,3 \text{ кгс/м}^2$ и по м/станции БАО $329,5 \text{ кгс/м}^2$.

Сравнение со значениями расчетных снеговых нагрузок для климатических регионов, в которых расположены м/станции Узунагаш $s_g = 120 \text{ кгс/м}^2$ (II снеговой район по карте 1, приложение 5, СНиП 2.01.07-85), и Аршалы $s_g = 180 \text{ кгс/м}^2$ (III снеговой район по той же карте), указывает на удовлетворительную сходимость результатов, однако, несколько отличается от ожидаемых значений, поскольку расчетные значения снеговых нагрузок по СНиП 2.01.07-85* (измененная редакция СНиП 2.01.07-85, действующая на территории Российской Федерации с 2004 года) соответствуют вероятности 0,04.

Узынагаш, снеговая нагрузка, N=35 лет

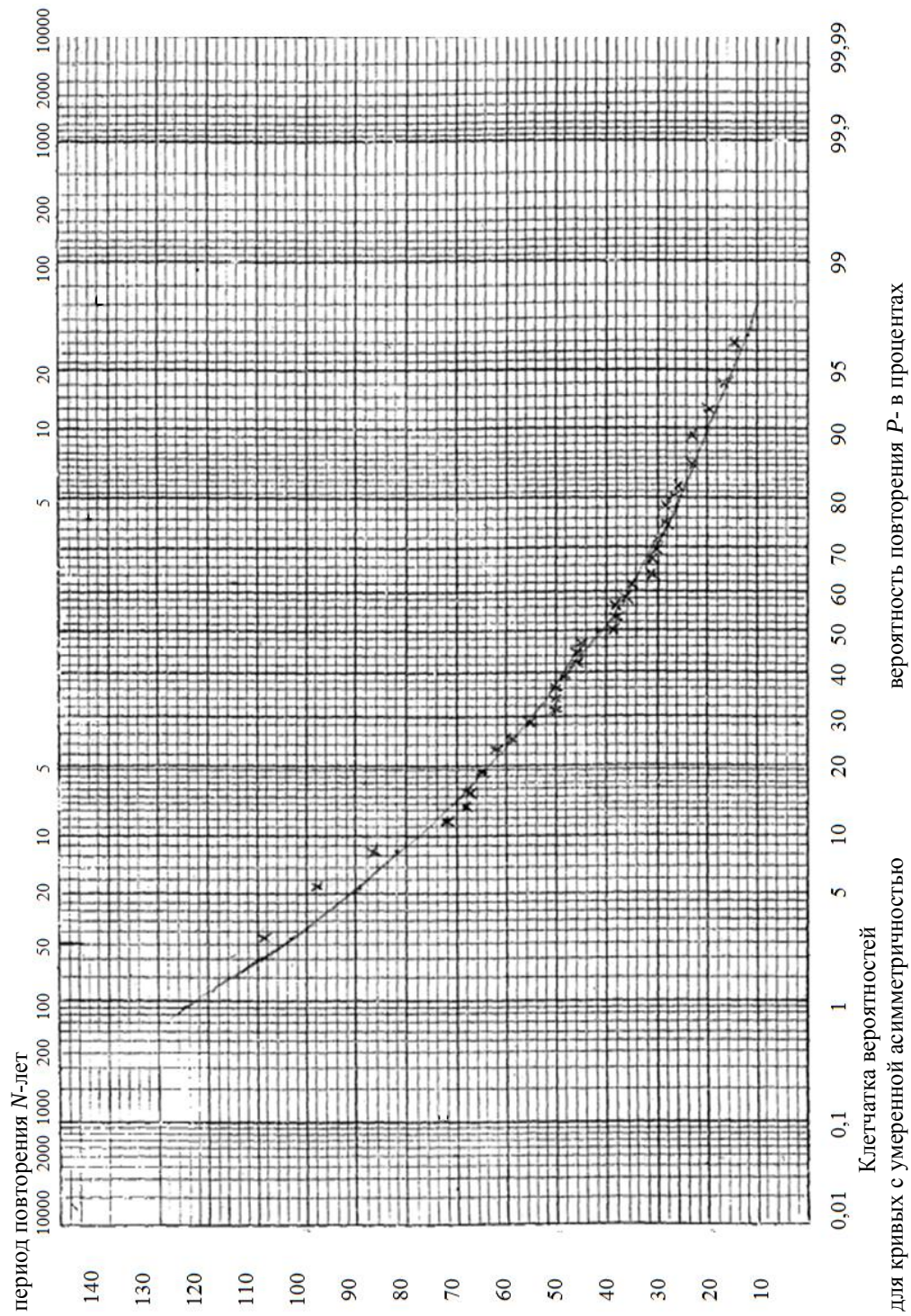


Рисунок В.1.1. Распределение Гумбеля для снеговой нагрузки по м/станции Узунагаш, 1971-2008 гг.

Можно полагать, что здесь сказывается влияние унификации снеговых нагрузок по климатическим регионам, неизбежной при составлении карт, тогда как рассматриваемые результаты получены по отдельным станциям, корректировка которых возможна при обобщении материалов обработки данных нескольких метеостанций соответствующего региона.

В.4 Влияние высоты расположения площадки

Приложение [С] (справочное) к СН РК EN 1991-1-3 содержит европейские снеговые карты, выполненные на основе научных исследований, проведенных по поручению Европейской комиссии. Цель указанного приложения состоит в установлении гармонизированных процедур составления карт и в исключении или уменьшении различий в снеговых нагрузках на границах стран-членов ЕС.

При этом, для каждого климатического региона установлены зоны, обозначенные собственным номером Z , в которых применяются расчетные зависимости, связывающие высотные отметки местности и снеговые нагрузки.

Для территории Республики Казахстан, такие зависимости могут быть получены исходя из сопоставления годовых максимумов снеговых нагрузок для близких м/станций, расположенных, соответственно, в предгорном и в горном районе одного климатического региона.

В качестве примера рассмотрены данные м/станции Узунагаш (отметка над уровнем моря $A = 814$ м) и м/станции Большое Алматинское озеро (отметка над уровнем моря $A = 2516$ м).

Графики отношений весов снегового покрова для указанных метеостанций за период 1971-2008 гг. приведены на рисунке В.4.

За исключением двух выбросов (зимние периоды 1980-1981 и 1986-1987 гг.) огибающая линия (прямая), определяющая соотношение снеговых нагрузок для м/станции БАО и м/станции Узунагаш соответствует коэффициенту 6,08.

По результатам обработки климатических данных, характеристические значения снеговых нагрузок для рассматриваемых м/станций составляют соответственно $s_k = 330$ кг/м² (3,3 кН/м²) и $s_k = 110$ кг/м² (1,1 кН/м²), а их отношение равно 3.

С учетом номера снегового района (зоны) $Z = 2$, определяющего характеристическое значение снеговой нагрузки для равнинной части климатического региона (м/станция Узунагаш), зависимость снеговой нагрузки от высоты местности принята прямолинейного типа (по аналогии с картами Великобритании и Швеции).

$$s_k = 0,130 \cdot Z - 0,10 + A/815,$$

где s_k — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, кН/м²;

A — высота местности над уровнем моря;

Z — номер района (зоны), указанный на карте характеристических снеговых нагрузок, здесь $Z = 2$.

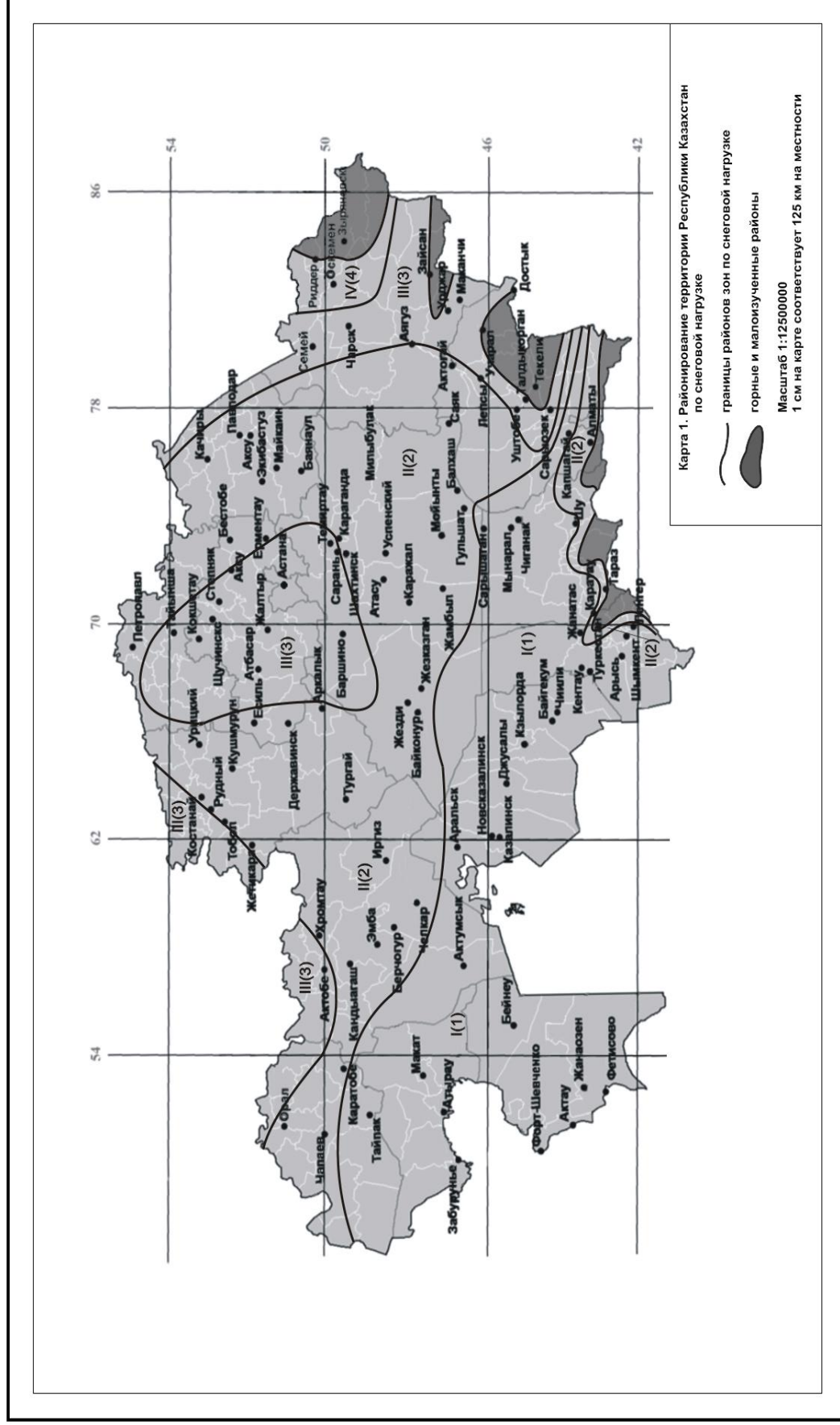


Рисунок В.2 Районирование территории РК повесу снегового покрова

В.5 Коэффициент перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам на грунт

Из приведенных на рисунке В.4 отношений веса снегового покрова для м/станций БАО и Узунагаш за период наблюдений 1971-2008 гг. составлена выборка экстремальных значений и проведен статистический анализ полученных данных с использованием нормального закона распределения

Статистическое значение отношения $s_{БАО}/s_{Узун}$, соответствующее 95% обеспеченности составляет 6,08:

$$k = \bar{X} (1 - 1,64v) = 6,576 \left(1 - 1,64 \frac{0,303}{6,576} \right) = 6,08$$

По результатам обработки климатических данных за период наблюдений с 1971 по 2008 гг. характеристические значения снеговых нагрузок для м/станций БАО и Узунагаш составляют соответственно $s_k = 330$ кгс/м² и $s_k = 110$ кгс/м², а их отношение равно 3.

Таким образом, для рассматриваемого региона (Заилийский Алатау) подтверждается значение коэффициента перехода к чрезвычайным снеговым нагрузкам C_{esi} (в результате снегопадов с исключительно низкой вероятностью), величина которого по рекомендациям СН РКЕН1991-1-3:2002/2011 принята для территорий Республики Казахстан (на переходный период до 2015 года) равной $C_{esi} = 2$, п.[4.3].

При составлении общих карт климатических параметров территории Республики Казахстан полученные результаты должны быть сопоставлены с данными по другим климатическим регионам (горные районы Восточно-Казахстанской, Алматинской, Джамбулской и Южно-Казахстанской областей).

В.6 Обоснованность принятых характеристических значений снеговых нагрузок

Обоснованность принятых характеристических значений снеговых нагрузок, приведенных в Таблице 4.1 на переходный период, до составления карт климатических параметров для территорий Республики Казахстан, определяется оценкой допускаемой ошибки, по сравнению со снеговой нагрузкой, соответствующей вероятности превышения 1 раз в 50 лет.

Принятые в Таблице 4.1 значения снеговых нагрузок соответствуют откорректированным расчетным значениям веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли $s_{0.75}$, превышаемым в среднем один раз в 25 лет (вероятность превышения 0,04).

Приведенная в Приложении Г расчетная зависимость (Г.1) между характеристическим значением снеговой нагрузки на грунт и значением снеговой нагрузки для любого периода повторяемости в n лет позволяет провести такую оценку

$$s_n = s_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722}{1 + 2,5923V} \right\} \quad (\text{Г.1}) \quad [(D.1)]$$

При значении коэффициента вариации годовых максимумов снеговых нагрузок $V=0,48$, для вероятности превышения $P_n = 0,04$, значение переходного коэффициента s_n/s_k

$$\text{составляет } s_n/s_k = \left[\frac{1 - 0,37425(-3,19853 + 0,57722)}{1 + 1,2443} \right] = \frac{1,98103}{2,2443} = 0,883.$$

Сравнение значений снеговых нагрузок на грунт, приведенных в Таблице 4.1 (соответствуют вероятности превышения 0,04) и характеристических значений снеговых нагрузок (с вероятностью превышения 0,02) приведено в Таблице В.1.

Ошибка при переходе к характеристическим значениям снеговых нагрузок при обеспеченности принятой в СН РК EN 1991-1-3 (с вероятностью превышения 0,02), при среднем значении коэффициента вариации $V=0,48$ [3], составляет: от -5,5 до -11,8%,

Таблица В.1 Сравнение значений снеговых нагрузок на грунт

Снеговые районы (зоны) РК	S_0 , кгс/м ² , по СНиП 2.01.07-85	$S_0 \cdot \gamma_f$, при $\gamma_f = 1,6$	Значения снеговых нагрузок по Таблице 4.1	Характеристические значения (по формуле Г.1), $S_0 \cdot \gamma_f / 0,883$	Отклонение табличных значений (4.1) от характеристических значений по формуле Г.1, в процентах
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-
I (1)	50	80	80	90	-11,0
II (2)	70	112	120	127	-5,5
III (3)	100	160	180	181	0
IV (4)	150	240	240	272	-11,8
V (5)	200	320	320	362	-11,6

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Значения снеговых нагрузок на грунт (Таблица 4.1), принятые на переходный период до 2015 года в качестве характеристических нагрузок для территорий РК, соответствуют откорректированным значениям $S_0 \cdot \gamma_f$, приведенным в измененной редакции СНиП 2.01.07-85 (СНиП 2.01.07-85*), действующей на территории Российской Федерации с 2004 года.

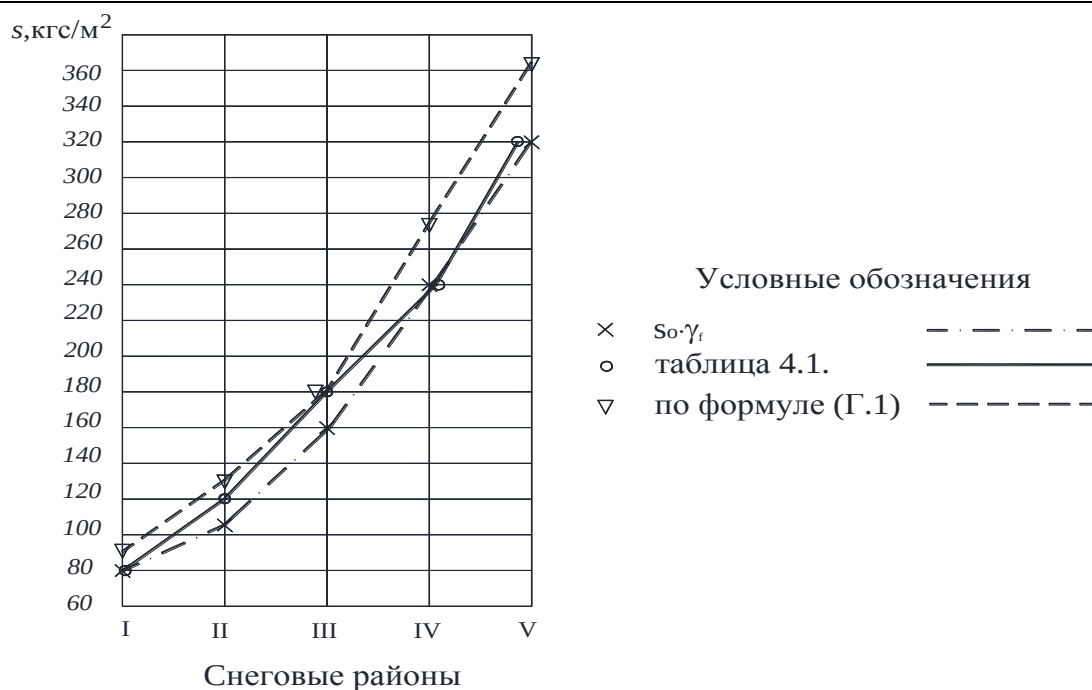


Рисунок В.3. Сравнение значений снеговых нагрузок на грунт

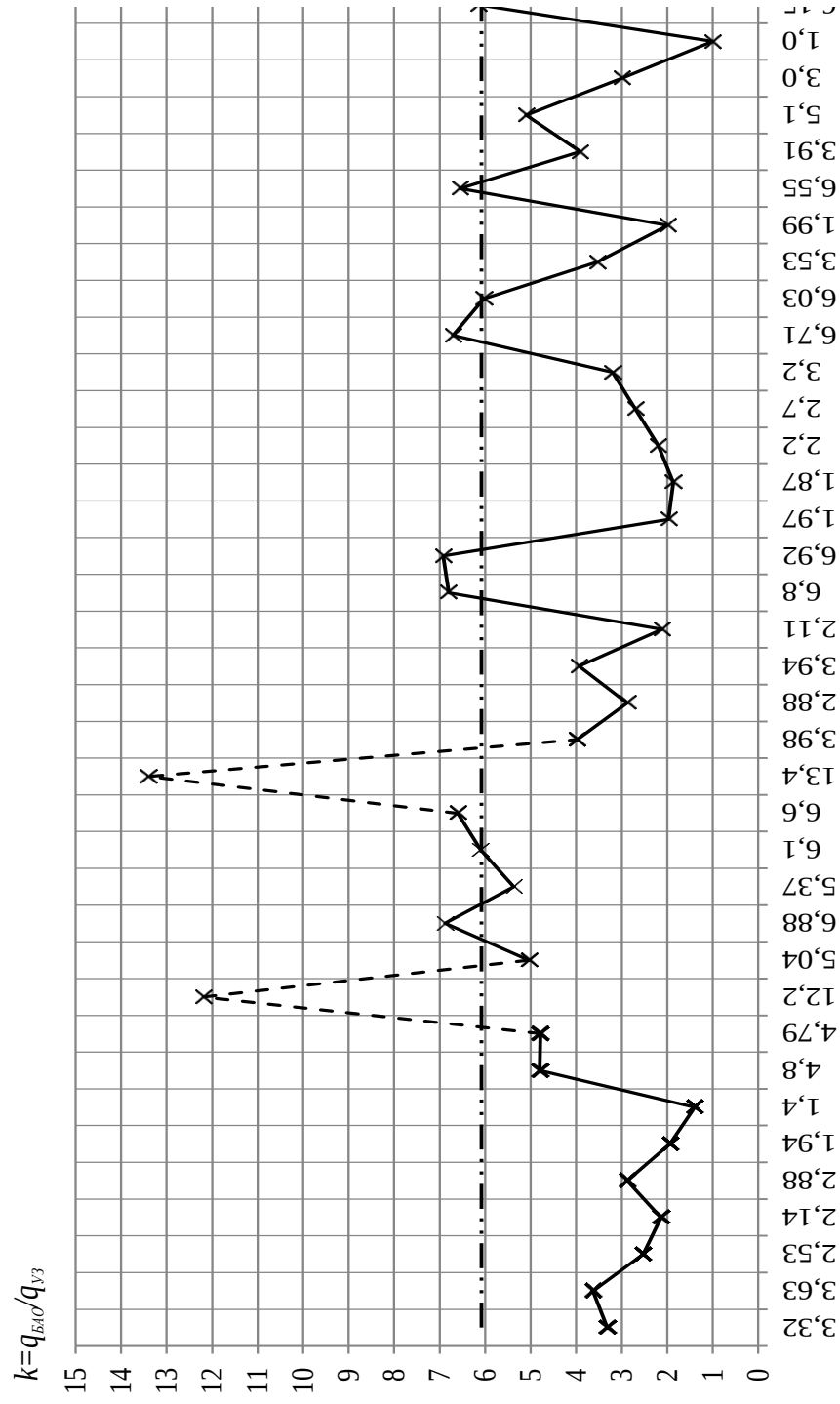


Рисунок В.4. Отношение веса снегового покрова для м/станций БАО и Узунагаш за период наблюдений 1971-2008 гг

ПРИЛОЖЕНИЕ Г [D]

(информационное)

Корректировка снеговой нагрузки на грунт в соответствии с периодом повторяемости

1 Снеговые нагрузки на грунт для любого среднего периода повторяемости, отличающегося от принятого при назначении характеристической снеговой нагрузки S_k (базирующейся на годовой вероятности превышения 0,02), допускается корректировать по зависимости (Г.1). Указанную зависимость не следует применять к годовой вероятности превышения более 0,2 (т. е. к периоду повторяемости менее 5 лет)[(1)].

2 [(2)] Если имеющиеся данные показывают, что для годовых максимумов снеговой нагрузки можно принять распределение Гумбеля, то зависимость между характеристическим значением снеговой нагрузки на грунт и значением снеговой нагрузки на грунт для среднего периода повторяемости в n лет выражается следующим

$$\text{образом: } S_n = S_k \left\{ \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln(-\ln(1 - P_n)) + 0,57722}{1 + 2,5923V} \right\}; \quad (\text{Г.1}) [(D.1)]$$

где s_k — характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт (с периодом повторяемости 50 лет);

s_n — снеговая нагрузка на грунт с периодом повторяемости n лет;

P_n — годовая вероятность превышения (соответствует приблизительно $1/n$, где n — соответствующий период повторяемости (годы);

V — коэффициент вариации годовых максимумов снеговой нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ Информация о коэффициенте вариации может предоставляться соответствующими организациями, например РГП «Казгидромет».

3 [(3)] Уравнение (Г.1) графически показано на рисунке Г.1.

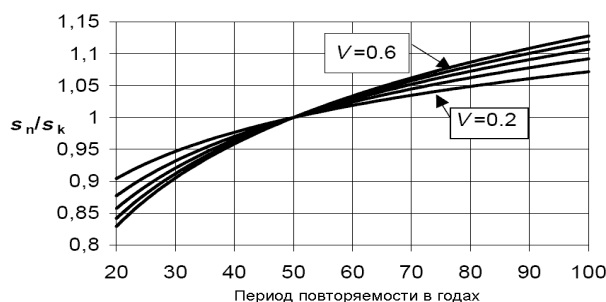


Рисунок Г.1 Корректировка снеговой нагрузки на грунт в соответствии с периодом повторяемости

4 [(4)] При необходимости, уравнение (Г.1) можно применять для расчета снеговой нагрузки на грунт для других вероятностей превышения, например, при расчете:

- сооружений, для которых следует допустить высокий риск превышения;
- сооружений, для которых требуется более высокий уровень безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д [Е]
(информационное)

Удельный вес снега

(1) Удельный вес снега изменяется и не является постоянным. В общем случае удельный вес повышается вместе с продолжительностью снегового покрова и зависит от месторасположения сооружения, климатических условий и высотной отметки.

(2) Справочные значения в таблице Д.1 допускается применять для среднего удельного веса снега, за исключением положений, отмеченных в разделах [1 – 6].

Таблица Д.1 [Е.1] Средний удельный вес снега

Вид снега	Удельный вес, кН/м ³
Свежий	1,0
Осевший (через несколько часов или суток после выпадения)	2,0
Старый (через несколько недель или месяцев после выпадения)	2,5 – 3,5
Влажный	4,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(информационное)

1. Комбинации воздействий для установившейся/переходной расчетной ситуации

Комбинации воздействий для постоянных или переходных расчетных ситуаций приведены в разделе 6.4.3.2, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Основы строительного проектирования»

(2) Комбинация эффектов воздействий, подлежащих рассмотрению, должна включать:

- расчетное значение доминирующего переменного воздействия;
- расчетную комбинацию значений сопутствующих переменных воздействий.

[6.4.3.2] В общем виде эффект воздействий может быть представлен выражением

$$E_d = \gamma_{sd} E \left(\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j}, "+" \gamma_p P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{j \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right), \quad (6.10)$$

где

"+" — «должен сочетаться с»;

$\sum$ — «комбинированный эффект от».

E_d — расчетное значение эффекта воздействия,

γ_{sd} — частный коэффициент для учета погрешности модели при идеализации воздействий и/или их эффекта,

E — эффект воздействия,

$\gamma_{G,j}$ — частный коэффициент для постоянного воздействия G_j ,

$G_{k,j}$ — характеристическое значение постоянного воздействия j ,

γ_p — частный коэффициент для воздействий от предварительного напряжения,

P — определяющее репрезентативное значение предварительного напряжения,

$\gamma_{Q,1}$ — частный коэффициент для доминирующего переменного воздействия,

$Q_{k,1}$ — характеристическое значение доминирующего переменного воздействия 1,

$\gamma_{Q,i}$ — частный коэффициент для сопутствующего переменного воздействия i ,

$\psi_{0,i}$ — коэффициент к комбинационному значению переменного воздействия i

$Q_{k,i}$ — характеристическое значение сопутствующего переменного воздействия i ,

Применение для зданий

В приложении А1, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, раздел А1.2.1, указано:

(1) Воздействия, которые по физическим или функциональным причинам не могут действовать одновременно, не должны рассматриваться совместно в комбинациях воздействий.

ПРИМЕЧАНИЕ [1] Комбинация воздействий, в зависимости от назначения, вида и местоположения зданий, могут включать не более двух переменных воздействий

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Во многих зарубежных нормах (включая структуру Еврокодов) используются отдельные коэффициенты сочетаний, приводящие к зависимостям типа:

$$s = \sum_i \psi_i s_i,$$

т.е. суммарная нагрузка комплектуется из компонент с пониженными значениями, полученными путем умножения на коэффициент сочетаний ψ_i .

В соответствии с этими документами, в случаях, когда в расчете учитывается несколько переменных нагрузок, их значения принимаются с коэффициентами сочетания, т.е. в сочетания входят не сами нагрузки, а их специальные комбинационные значения. Эти значения определяются как:

- $\psi_0 Q_k$ — редкое значение,
комбинация применяется, как правило, для необратимых предельных состояний.
- $\psi_1 Q_k$ — частое значение,
комбинация применяется, как правило, для обратимых предельных состояний.
- $\psi_2 Q_k$ — практически постоянное (квазипостоянное) значение,
комбинация применяется для учета длительных эффектов.

Значения коэффициентов сочетаний ψ_i для зданий приведены в таблице A1.1, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

Комбинация воздействий при аварийных (особых) расчетных ситуациях

Комбинации воздействий при аварийных расчетных ситуациях приведены в разделе 6.4.3.3, СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Основы строительного проектирования»

(1) В общем случае эффект воздействий определяется выражением:

$$E_d = E\{G_{k,j}; P; A_d; (\psi_{1,1} \text{ или } \psi_{2,1}) Q_{k,1}; \psi_{2,i} Q_{k,i}\}; j \geq 1; I > 1 \quad (6.11a)$$

(2) Комбинация воздействий в скобках { } может быть выражена следующим образом:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "A_d" + "(\psi_{1,1} \text{ или } \psi_{2,1}) Q_{k,1}" + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}. \quad (6.11b)$$

(3) Выбор между $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ или $\psi_{2,1} Q_{k,1}$ зависит от рассматриваемой аварийной расчетной ситуации (удар, пожарная нагрузка или иное чрезвычайное воздействие).

ПРИМЕЧАНИЕ Дополнительные указания приведены в СН РК EN 1991 –1999.

(4) Комбинация воздействий для чрезвычайных расчетных ситуаций должна содержать в себе чрезвычайное воздействие A (пожарная нагрузка, удар или чрезвычайная снеговая нагрузка) или включать ситуацию после чрезвычайного воздействия ($A = 0$).

Для пожароопасных ситуаций, помимо влияния температурного эффекта или свойств материалов, например A_d , должно учитываться значение косвенных эффектов термического воздействия при пожаре.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(информационное)

Дополнительные схемы распределения снеговых нагрузок на покрытия, и коэффициенты форм снеговой нагрузки μ по СНиП РК 2.01.07-85 (приложение 3)

Номер схемы	Профили покрытий и схемы снеговых нагрузок	Коэффициент μ и область применения схем
4	Шедовые покрытия Вариант 1 $\mu=1$ Вариант 2 $\mu=1.4$ $\mu=0.6$ $\mu=1.4$ $\mu=0.6$ $0,5L$ $0,5L$ $0,5L$ $0,5L$	Схемы следует применять для шедовых покрытий, в том числе с наклонным остеклением и сводчатым очертанием кровли.
9	Здания с двумя перепадами высоты Вариант 1 при $L_3 \geq b_1 + b_2$ Вариант 2 при $L_3 < b_1 + b_2$	Снеговую нагрузку на верхние и нижние покрытия следует принимать по соответствующим схемам. Значения μ_1, b_1, μ_2, b_2, следует определять для каждого перепада отдельно. При этом: $b_3 = b_1 + b_2 - L_3;$ $\mu_1' = (\mu_1 + 2\mu_3 - 1)b_3 / b_1 + 1 - 2\mu_3;$ $\mu_2' = (\mu_2 + 2\mu_3 - 1)b_3 / b_2 + 1 - 2\mu_3;$
11	Участки покрытий, примыкающие к возвышающимся над кровлей вентиляционным шахтам и другим надстройкам План Зона повышенной нагрузки	Схема относится к участкам с надстройками с диагональю основания не более 15 м. В зависимости от рассчитываемой конструкции плит покрытия, подстропильных и стропильных конструкций) необходимо учитывать самое неблагоприятное положение зоны повышенной нагрузки (при произвольном угле ?.) Коэффициент постоянный в пределах указанной зоны следует принимать равным: 1,0 при $d \leq 1,5$ м; $2h/s_k \ll d > 1,5$ м. но не менее 1,0 и не более: 1,5 при $1,5 < d \leq 5$ м; 2,0 « $5 < d \leq 10$ м; 2,5 « $10 < d \leq 5$ м; $b = 2h$, но не более $2d$

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (редакция 1987 года).
- [2] В.Н.Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, и др. Нагрузки и воздействия на здания сооружения. Москва, 2006
- [3] НТД «Методические указания по обработке климатических параметров за расчетный период наблюдений для составления карт климатических параметров к СН РК EN1991-2007/2011 «Воздействия на несущие конструкции»», КазНИИССА, 2011

УДК 69+624.042.4 | (083/74МКС91.040.01

Ключевые слова: снеговая нагрузка на грунт, характеристические значения, чрезвычайные снегопады, чрезвычайные снеговые наносы, высота расположения площадки, распределение снеговой нагрузки на покрытиях, локальные эффекты, установившаяся/переходная расчетная ситуация, особая расчетная ситуация, комбинации воздействий.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	65
1 Общие положения.....	66
1.1 Область применения.....	66
1.2 Нормативные ссылки	66
1.3 Термины и определения.....	67
1.4 Условные и буквенные обозначения	68
2 РАСЧЕТНЫЕ СИТУАЦИИ	72
3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	72
3.1 Общие положения	72
3.2 Представление ветровых воздействий	72
3.3 Классификация воздействий ветра	72
3.4 Характеристические значения.....	73
3.5 Модели.....	73
4 СКОРОСТЬ ВЕТРА И СКОРОСТНОЙ НАПОР	73
4.1 Основы расчета	73
4.2 Базовое значение скорости ветра	74
Примеры к разделу 4.2. Определение базового значения скорости ветра	74
4.3 Средняя скорость ветра.....	77
4.3.1 Определение коэффициента $c_t(z)$	77
4.3.2 Определение орографического коэффициента $c_o(z)$	79
4.3.3 Влияние более высоких близлежащих зданий	79
Примеры к разделу 4.3. Определение средней скорости ветра	80
4.4 Пиковое значение скоростного напора	84
4.5 Определение пикового значения скоростного напора.....	85
Примеры к разделу 4.5. Определение пикового значения скоростного напора	86
5 ВЕТРОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	86
5.1 Общие положения	86
5.2 Ветровое давление на поверхности	88
5.3 Ветровые нагрузки	89
6 КОНСТРУКЦИОННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ $C_s C_d$	91
6.1 Общие положения	91
6.2 Определение $C_s C_d$	91
6.3 Подробный метод	91
6.3.1 Конструкционный коэффициент $C_s C_d$	91
6.3.2 Интенсивность турбулентности $I_v(z)$	92
6.3.3 Бафтинг в спутной струе.....	93
7 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДАВЛЕНИЯ И УСИЛИЙ	94
7.1 Общие положения	94
7.1.1 Определение аэродинамических коэффициентов.....	94
7.1.2 Ассиметричные и уравнивающие давления и силы.....	95
7.1.3 Влияния оледенения и снега	96
7.2 Аэродинамические коэффициенты давления для зданий.....	96

7.2.1 Общие положения	96
7.2.2 Вертикальные стены прямоугольных в плане зданий	97
7.2.3 Плоские покрытия	100
7.2.4 Односкатные покрытия	103
7.2.5 Двухскатные покрытия	106
7.2.6 Вальмовые покрытия	109
7.2.7 Шедовые (многопролетные) покрытия	110
7.2.8 Сводчатые покрытия и купола	112
7.2.9 Внутреннее давление	114
7.2.10 Давление на многослойные стены и покрытия	117
7.3 Отдельно стоящие навесы	118
7.4 Отдельно стоящие стены, парапеты, ограждения и рекламные щиты	125
7.4.1 Отдельно стоящие стены и парапеты	125
7.4.2 Коэффициенты заграждения для стен и ограждений	126
7.4.3 Рекламные щиты	127
7.5 Коэффициенты трения	128
7.6 Конструктивные элементы с прямоугольным сечением	129
7.7 Конструктивные элементы с резкими углами (краями) в сечении	131
7.8 Конструктивные элементы с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника	131
7.9 Круговой цилиндр	133
7.9.1 Коэффициенты внешнего давления	133
7.9.2 Коэффициенты усилия	135
7.9.3 Коэффициенты усилия для вертикальных цилиндров, расположенных в ряд	137
7.10 Сферы	138
7.11 Решетчатые конструкции и леса	139
7.12 Флаги	142
7.13 Эффективная гибкость λ и коэффициент, учитывающий краевые эффекты, ψ_λ	143
Примеры к разделу 7	145
8 ВЕТРОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОСТЫ	152
8.1 Общие положения	152
8.2 Выбор методов расчета системы	154
8.3 Коэффициенты усилия	154
8.3.1 Коэффициенты усилия в направлении x (общий метод)	155
8.3.2 Усилия в направлении x — упрощенный метод	158
8.3.3 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении z	158
8.3.4 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении y	159
8.4 Опоры моста	160
8.4.1 Направления ветра и расчетные ситуации	160
8.4.2 Ветровые воздействия на опоры моста	160
Пример. Определение ветровой нагрузки на 5-ти этажное здание	160
Приложение А (обязательное) Влияние шероховатости местности и орографии	165

Приложение Б (<i>обязательное</i>) Первый метод расчета для определения конструкционного коэффициента $c_s c_d$	175
Приложение В (<i>обязательное</i>) Второй метод расчета для определения конструкционного коэффициента $c_s c_d$	181
Приложение Г (<i>обязательное</i>) Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для разных типов зданий	184
Приложение Д (<i>обязательное</i>) Вихревое возбуждение и динамические неустойчивости	189
Приложение Е (<i>обязательное</i>) Динамические свойства сооружений	211
Приложение Д.А (<i>обязательное</i>) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам	221
Библиография	222

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Пособие подготовлено Республиканским Государственным Предприятием «Казахский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт сейсмостойкого строительства» (РГП «КазНИИССА»).

В настоящем Пособии приведены:

– указания СН РК EN 1991-1-4:2005/2011 по определению природных ветровых воздействий на конструкции;

– рекомендации, дополняющие указания СН РК EN 1991-1-4:2005/2011;

– примеры определения ветровых нагрузок на конструкции в соответствии с указаниями СН РК EN 1991-1-4:2005/2011.

Пособие предназначено для инженерно-технических и научных работников в области строительства, а также преподавателей и студентов высших учебных заведений.

Пункты из СН РК EN 1991-1-4:2005/2011, приведенные в настоящем Пособии без изменений, выделяются квадратными скобками.

Настоящее Пособие вводится в действие для применения на добровольной основе в качестве нормативного документа Республики Казахстан.

ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДАНИЯ

Ветровые воздействия

LOADINGS AND ACTIONS ON BUILDINGS

Wind actions

Дата введения–2015-01-01

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Область применения

1.1.1 Настоящее Нормативно-техническое Пособие разработано в развитие положений СН РК EN 1991-1-4:2005/2011 «Воздействия на несущие конструкции -Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия».

1.1.2 Настоящее Нормативно-техническое Пособие содержит указания по определению природных ветровых воздействий на нагружаемые поверхности, рассматриваемые при проектировании зданий и инженерных сооружений. К ним относятся конструкции в целом или их элементы, сопряженные с несущими конструкциями, например узлы, элементы фасада с анкерными креплениями, защитные и шумозащитные ограждения.

1.1.3 Указания Нормативно-технического Пособия распространяются на:

- здания и инженерно-технические сооружения высотой до 200 м.
- мосты пролетом до 200 м.

1.1.4 Настоящее Нормативно-техническое Пособие не содержит указаний по учету воздействия местных тепловых эффектов на характеристику ветра, например сильных арктических инверсионных слоев, смерчей или торнадо.

1.1.5 Указания настоящего Нормативно-технического Пособия не распространяются на:

- воздействия ветра на установленные с помощью растяжек опоры и дымовые трубы;
- крутильные колебания, например, высотных зданий с центральным ядром;
- колебания пролетных конструкций моста вследствие турбулентности ветра;
- вантовые и висячие мосты;
- колебания, которые не достаточны для установления основной формы колебаний.

1.2 Нормативные ссылки

1.2.1 Для применения настоящего Нормативно-технического Пособия необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СН РК EN 1990 Еврокод. Основы строительного проектирования .

СН РК EN Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия.

СН РК EN Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Общие воздействия. Воздействия при производстве строительных работ.

СН РК EN Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты.

СН РК EN Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 3-1. Вышки и опоры.

ПРИМЕЧАНИЕ При пользовании настоящим Нормативно-техническим Пособием 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 межгосударственных нормативных документов», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим Нормативно-техническим Пособием 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.

1.3[1.3] Термины и определения

В настоящем Пособии применены основные термины и определения, установленные в [1], [2] и [3], также термины и определения по 1.5 EN 1990.

1.3.1 [1.6.1] основное значение базовой скорости ветра (fundamental basic wind velocity): Скорость ветра на уровне 10 м над поверхностью земли для открытого типа местности с учетом высоты над уровнем моря (если требуется), соответствующая 10-минутному интервалу осреднения независимо от направления ветра, с вероятностью превышения 0,02.

1.3.2 [1.6.2] базовое значение скорости ветра (basic wind velocity): Приведенное основное значение базовой скорости ветра с учетом направления ветра и сезонности (если требуется).

1.3.3 [1.6.3] средняя скорость ветра (mean wind velocity): Базовое значение скорости ветра, приведенное с учетом показателей шероховатости местности и орографии.

1.3.4 [1.6.4] аэродинамический коэффициент давления c_p (pressure coefficient): Аэродинамические коэффициенты внешнего давления учитывают воздействие ветра на внешние поверхности сооружений, аэродинамические коэффициенты внутреннего давления учитывают воздействие ветра на внутренние поверхности сооружений.

Коэффициенты внешнего давления подразделяются на общие и локальные коэффициенты. К локальным коэффициентам относятся аэродинамические коэффициенты давления для нагруженных поверхностей, площадь которых не превышает 1 м^2 , например, для небольших элементов конструкций или креплений; к общим коэффициентам относятся аэродинамические коэффициенты давления для нагруженных поверхностей площадью св. 10 м^2 .

Коэффициенты давления нетто (равномерно-распределенного давления) включают результирующее воздействие ветра на сооружения, элементы конструкций или узлы на единицу поверхности.

1.3.5 [1.6.5] аэродинамический коэффициент усилия (force coefficient): Аэродинамические коэффициенты усилий учитывают общее воздействие ветра на сооружения, элементы конструкций или узлы, с учетом сил трения, если они специально не исключаются.

1.3.6 [1.6.6] коэффициент фоновой составляющей реакции (background response factor): Коэффициент фоновой составляющей реакции учитывает отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции.

1.3.7 [1.6.7] коэффициент резонансной составляющей реакции (resonance response factor): Коэффициент резонансной составляющей реакции определяет резонансные колебания с учетом форм колебаний вследствие турбулентности.

1.4 Условные и буквенные обозначения

1.4.1 [1.7(1)] В настоящем Пособии применяют следующие условные и буквенные обозначения.

ПРИМЕЧАНИЕ Применяемые условные и буквенные обозначения установлены в соответствии с ISO 3898:1999. В этой части точка обозначает знак умножения. Этот способ записи применяется для исключения неточностей в функциональных выражениях функций.

1.4.2 [1.7(2)] Перечень условных и буквенных обозначений, а также терминов и определений приведен в 1.6 EN 1990. Следующие термины распространяются только на настоящую часть норм.

Прописные буквы латинского алфавита

A	— площадь;
A_{fr}	— площадь, обтекаемая ветром (смачиваемая поверхность);
A_{ref}	— базовая площадь;
B^2	— фоновая составляющая реакции;
C	— коэффициент ветровой нагрузки на мосты;
E	— модуль упругости;
F_{fr}	— результирующая сила трения;
F_j	— вихревая возбуждающая сила в точке j сооружения;
F_w	— результирующая ветровая нагрузка;
H	— высота над уровнем моря, м;
I_v	— интенсивность турбулентности;
K	— коэффициент формы колебаний; параметр формы колебаний;
K_{iv}	— коэффициент интерференции для вихревого возбуждения;
K_{rd}	— понижающий коэффициент для парапетов;
K_w	— коэффициент приведенной длины;
K_x	— безразмерный коэффициент;

L — ширина пролетной конструкции моста, масштаб длины турбулентности;
 L_d — фактическая длина проекции подветренной стороны;
 L_e — эффективная длина проекции наветренной стороны;
 L_j — приведенная длина;
 L_u — фактическая длина проекции наветренной стороны;
 N — количество циклов колебаний, вызванных вихревым возбуждением;
 N_g — количество циклов загрузок от реакций на порывы;
 R^2 — резонансная составляющая реакции;
 Re — число Рейнольдса;
 R_h, R_b — аэродинамическая проводимость;
 S — воздействие ветра;
 Sc — число Скрутона;
 S_L — безразмерная функция спектральной плотности;
 St — число Струхала;
 W_s — вес элементов конструкции дымовой трубы, способствующих жесткости;
 W_t — общий вес дымовой трубы.

Строчные буквы латинского алфавита

a_G — коэффициент неустойчивости при галопировании;
 a_{iG} — комбинированный коэффициент устойчивости при галопировании;
 b — размер конструкции по нормали к направлению действия ветра;
 c_{alt} — коэффициент высоты над уровнем моря;
 c_d — динамический коэффициент;
 c_{dir} — коэффициент, учитывающий направление ветра;
 c_f — аэродинамический коэффициент усилия;
 $c_{f,o}$ — аэродинамический коэффициент усилия конструкции или конструктивных элементов без обтекания свободных концов;
 $c_{f,l}$ — аэродинамический коэффициент подъемной силы;
 c_{fr} — аэродинамический коэффициент трения;
 c_{lat} — аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения;
 c_M — аэродинамический коэффициент момента;
 c_p — аэродинамический коэффициент давления;
 c_{prob} — вероятностный коэффициент;
 c_r — коэффициент, учитывающий тип местности;
 c_o — орографический коэффициент;
 c_s — масштабный коэффициент;
 c_{season} — сезонный коэффициент;
 d — размер конструкции параллельно направлению действия ветра;
 e — эксцентриситет силы или расстояние между краями;
 f_L — безразмерная частота;
 h — высота сооружения;
 h_{ave} — средняя высота нескольких зданий;
 h_{dis} — высота смещения;

НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2012

- k — эквивалентная шероховатость;
- k_p — пиковый коэффициент;
- k_r — коэффициент местности;
- k_θ — крутильная жесткость;
- l — длина горизонтальной конструкции;
- m — масса на единицу длины;
- m_1 — эквивалентная масса на единицу длины;
- n_i — собственная частота сооружения i -ой формы колебаний;
- $n_{1,x}$ — основная собственная частота изгибных колебаний параллельно направлению действия ветра;
- $n_{1,y}$ — основная собственная частота изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра;
- n_0 — частота изгибных колебаний овальной формы;
- p — годовая вероятность превышения;
- q_b — значение среднего (базового) скоростного напора;
- q_p — пиковое значение скоростного напора;
- r — радиус;
- s — коэффициент, координата;
- t — интервал осреднения базового значения скорости, толщина оболочки;
- v_{CG} — начальная скорость ветра при галопировании;
- v_{CIG} — критическая скорость ветра при интерференционном галопировании;
- $v_{crit,l}$ — критическая скорость ветра при вихревом возбуждении;
- v_{div} — скорость ветра при дивергенции;
- v_m — средняя скорость ветра;
- $v_{b,0}$ — основное значение базовой скорости ветра;
- v_b — базовое значение скорости ветра;
- w — ветровое давление;
- x — горизонтальное расстояние между рассматриваемой и наивысшей точкой местности;
- x -направление — горизонтальное направление по нормали к пролету;
- y -направление — горизонтальное направление параллельно пролету;
- y_{max} — максимальная амплитуда колебаний при критической скорости ветра;
- z — высота над землей;
- z_{ave} — средняя высота;
- z -направление — вертикальное направление;
- z_0 — параметр шероховатости;
- z_e, z_i — базовая высота для внешнего и внутреннего ветрового давления;
- z_g — расстояние от уровня земли до элемента конструкции;
- z_{max} — максимальная высота;
- z_{min} — минимальная высота;
- z_s — базовая высота для определения конструкционного коэффициента.

Прописные буквы греческого алфавита

Φ — уклон по нормали к направлению действия ветра;

$\Phi_{1,x}$ — основная форма собственных колебаний параллельно направлению действия ветра.

Строчные буквы греческого алфавита

α_G — коэффициент неустойчивости галопирования;

α_{IG} — комбинированный коэффициент устойчивости для интерференционного галопирования;

δ — логарифмический декремент затухания;

δ_a — аэродинамический логарифмический декремент затухания;

δ_d — логарифмический декремент затухания вследствие специальных мероприятий;

δ_s — конструкционный логарифмический декремент затухания;

ε — коэффициент;

ε_0 — коэффициент ширины полосы частот (спектра);

ε_1 — частотный коэффициент;

η — переменная;

φ — коэффициент проемности, степень заграждения для открыто стоящих навесов;

λ — гибкость;

μ — степень открытости, степень проницаемости наружного ограждения;

ν — частота восходящего потока, коэффициент Пуассона, кинематическая вязкость;

θ — угол кручения;

ρ — плотность воздуха;

σ_v — стандартное отклонение турбулентности;

$\sigma_{a,x}$ — стандартное отклонение ускорения колебаний конструкции параллельно направлению действия ветра;

ψ_{mc} — понижающий коэффициент для отдельно стоящих шедовых кровель;

ψ_r — понижающий коэффициент для аэродинамического коэффициента усилия конструкций прямоугольного сечения со скругленными углами;

ψ_λ — понижающий коэффициент для аэродинамического коэффициента усилия элементов конструкций с бесконечной гибкостью;

$\psi_{\lambda a}$ — понижающий коэффициент для кругового цилиндра с бесконечной гибкостью;

ψ_s — коэффициент затенения стен и ограждений;

ζ — экспонента формы колебаний.

Индексы

crit — критический;

e — наружный, нагрузка;

fr — трение;

i — внутренний; номер собственной частоты или собственной формы;

j — номер участка или точки сооружения или элемента конструкции;

m — средний;
 p — пик, парапет;
 ref — базовый;
 v — скорость ветра;
 x — параллельно направлению действия ветра;
 y — по нормали к направлению действия ветра;
 z — в вертикальном направлении.

2 РАСЧЕТНЫЕ СИТУАЦИИ

2.1[2(1)] Расчетные ветровые воздействия следует определять для каждой расчетной ситуации, установленной в соответствии с требованиями 3.2 EN 1990.

2.2[2(2)] В соответствии с 3.2(3)P EN 1990 другие воздействия (такие как снег, транспорт или обледенение), которые могут влиять на воздействия ветра, следует учитывать совместно с ветровыми нагрузками.

2.3[2(3)P] В соответствии с 3.2(3)P EN 1990 следует учитывать изменения конструкции во время производства строительных работ (например, различные расчетные формы сооружения во время различных этапов строительства, различные динамические характеристики и т. п.), которые могут влиять на воздействия ветра.

2.4[2(4)P] Случай открытых окон и дверей при шквалистом (штормовом) ветре следует рассматривать как чрезвычайную расчетную ситуацию.

2.5[2(5)P] Для восприимчивых к усталостному разрушению конструкций или их элементов необходимо ветровую нагрузку рассматривать как многократную циклическую.

ПРИМЕЧАНИЕ Количество циклов загрузений см. в Приложениях Б, В и Д.

3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

3.1 [3.1] Общие положения

(1) Ветровые воздействия переменны во времени. Они действуют в форме давления на внешние поверхности наружного ограждения зданий, а вследствие его проницаемости — также и на внутренние поверхности. Возможны также прямые воздействия ветра на внутренние поверхности открытых зданий. Давление ветра действует по нормали к поверхности. В случае обтекания ветром больших поверхностей, следует учитывать силы трения, действующие параллельно расчетным поверхностям.

3.2 [3.2] Представление ветровых воздействий

(1) Ветровое воздействие представляют упрощенной схемой распределения давлений или усилий, эффекты которых эквивалентны экстремальным воздействиям ветра с учетом турбулентности.

3.3 [3.3] Классификация воздействий ветра

(1) Если отсутствуют другие указания, то ветровые воздействия следует классифицировать как переменные стационарные, см. 4.1.1 EN 1990.

3.4[3.4] Характеристические значения

(1) Ветровые воздействия, вычисляемые с использованием EN 1991-1-4, являются характеристическими значениями (см. 4.1.2 EN 1990). Они определяются базовым значением скорости ветра или соответствующим скоростным напором. В соответствии с 4.1.2(7) EN 1990 базовые значения — это характеристические значения с годовой вероятностью превышения 0,02, что соответствует среднему периоду повторяемости 50 лет.

ПРИМЕЧАНИЕ Все коэффициенты или модели для получения ветровых воздействий из базовых значений следует выбирать таким образом, чтобы вероятность рассчитанного ветрового воздействия не превышала вероятность базовых значений.

3.5 Модели

Реакция сооружения на ветровые воздействия зависит от размера, формы и динамических свойств сооружения.

В Пособии также учитывается увеличение динамической нагрузки на сооружение вследствие резонансных явлений при совпадении направления турбулентной составляющей ветра и плоскости основной формы изгибных колебаний сооружения.

Реакция сооружения рассчитывается по Разделу 5 с применением пикового значения скоростного напора q_p на базовой высоте с учетом аэродинамических коэффициентов усилия или давления, а также конструкционного коэффициента $c_s c_d$ (см. Раздел 6). Значение q_p зависит от климатического режима ветра, шероховатости местности и орографии, а также от базовой высоты. Значение q_p представляет собой сумму среднего скоростного напора и кратковременной (пульсационной) составляющей давления.

Аэроупругие реакции учитываются, как правило, для гибких конструкций, таких как канаты, мачты, дымовые трубы и мосты.

ПРИМЕЧАНИЕ Упрощенные правила определения аэроупругих реакций приведены в Приложении Д.

4 СКОРОСТЬ ВЕТРА И СКОРОСТНОЙ НАПОР

4.1 [4.1] Основы расчета

(1) Скорость ветра и соответствующий ей скоростной напор содержат среднюю составляющую и переменную (пульсационную) составляющую.

Среднюю скорость ветра v_m следует определять из базового значения скорости ветра v_b , зависящего от климатического режима ветра (см. 4.2) и от профиля скорости ветра по высоте. Профиль скорости ветра по высоте зависит от шероховатости местности и орографии (см. 4.3). Пиковое значение скоростного напора определяется в 4.5.

Переменная составляющая ветра представлена интенсивностью турбулентности в соответствии с 4.4.

4.2 [4.2] Базовое значение скорости ветра

(1)Р Основное значение базовой скорости ветра $v_{b,0}$ является характеристическим значением средней скорости ветра на уровне 10 м над поверхностью земли для типа местности II по Таблице 4, соответствующее 10-минутному интервалу осреднения независимо от времени года и направления ветра.

(2)Р Базовое значение скорости ветра равно:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}, (4.1) [4.1]$$

где v_b — базовая скорость ветра;

$v_{b,0}$ — основное значение базовой скорости ветра, см. (1)Р;

c_{dir} — коэффициент, учитывающий направление ветра, рекомендуемое значение коэффициента 1,0;

c_{season} — сезонный коэффициент, рекомендуемое значение коэффициента 1,0;

ПРИМЕРЫ к разделу 4.2 Определение основного значения базовой скорости ветра

При отсутствии данных о базовых скоростях ветра со средним периодом повторяемости 50 лет основное значение базовой скорости ветра рекомендуется определять с использованием значений нормативного давления ветра [4] (СНиП 2.01.07-85) или, при наличии данных метеостанций, с использованием этих данных.

ПРИМЕР 1 Определение основного значения базовой скорости ветра с использованием Таблицы 5 СНиП 2.01.07-85

Значения нормативного давления приводятся в Таблице 4.1 (Таблица 5, СНиП 2.01.07-85).

Таблица 4.1- Нормативное давление ветра (Таблица 5, СНиП 2.01.07-85)

Ветровые районы СССР (принимаются по карте 3 обязательного приложения 5)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа (кгс/м ²)	0,17(17)	0,23(23)	0,30(30)	0,38(38)	0,48(48)	0,60(60)	0,73(73)	0,85(85)

В соответствии с Формулой (7) СНиП 2.01.07-85:

$$w_0 = 0,61 \cdot v_0^2 \text{ (Па)},$$

где v_0 – скорость ветра в м/сек на уровне 10 м над поверхностью земли для местности типа II, соответствующая 10 - минутному интервалу осреднения и превышаемая в среднем раз в 5 лет (годовая вероятность превышения 0.2):

$$v_0 = 40,49 \cdot \sqrt{w_0}. \quad (4.2)$$

Определим коэффициент перехода γ от значения базовой скорости ветра с годовой вероятностью превышения 0.2 к значению с вероятностью 0.02. Для этого примем, что плотность распределения вероятностей скорости ветра описывается законом Вейбулла:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right), \quad (4.3)$$

где α – коэффициент формы;

β – коэффициент масштаба.

Функция распределения :

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right]. \quad (4.4)$$

Подставив в формулу для функции значения вероятностей превышения, прологарифмировав и взяв их отношение, получим выражение для коэффициента перехода γ :

$$\gamma = \sqrt[3]{2,431}. \quad (4.5)$$

По данным, полученным службами РГП «Казгидромет» за период наблюдений 1971-2010 гг. для трех метеостанций Аршалы (Акмолинская область), Узунагаш и Большое Алматинское озеро (Алматинская область), арвен:

Аршалы

10,0

Узунагаш	4,5
Большое Алматинское озеро	5,8.

При этом коэффициент перехода γ по будет:

Аршалы	1,093
Узунагаш	1,218
Большое Алматинское озеро	1,166.

Усредненный коэффициент γ будет равен 1,159.

Коэффициент перехода γ , вычисленный по Формуле (4.2) пункта 4.2(2)Р, Примечания 5 СН РК EN 1991 -1-4:2005/2011 по рекомендуемым значениям параметров $K=0,2$ и $n=0,5$ равен 1,17.

Значение γ , рекомендуемое в настоящем Пособии, равно 1,17.

Таким образом, например, для III ветрового района основное значение базовой скорости ветра равно:

$$v_{b,0} = 40,49 \times (0,38)^{0,5} \times 1,17 = 29,20 \text{ м/сек.} \quad (4.6)$$

ПРИМЕР 2 Определение основного значения базовой скорости ветра с использованием данных метеостанций

При наличии для конкретного района данных метеостанций и при гипотезе, что плотность распределения вероятностей скорости ветра описывается законом Вейбулла, основное значение базовой скорости ветра можно определить графически при помощи клетчатки Вейбулла. На логарифмической оси ординат ($\ln v$) откладываются значения скорости ветра v , а на билогарифмической оси абсцисс ($\ln(-\ln F)$) соответствующие значения функции вероятности F . Рассмотрим эту методику на примере годовых максимальных скоростей ветра на метеостанции Аршалы за 40 лет с 1971г. по 2010г.

Установив n наблюденные значения максимальных скоростей ветра в порядке возрастания, получим вариационный ряд $v_m (m=1 \div n)$. Каждому v_m поставим в соответствие F_m :

$$F_m = \frac{m}{(n+1)}, \quad n=40. \quad (4.7)$$

Нанесем на клетчатке точки с координатами v_m и F_m . Совокупность точек аппроксимируем прямой линией. При достаточной достоверности гипотезы о законе распределения прямая будет соответствовать функции вероятности F максимальных скоростей ветра, замеренных на метеостанции Аршалы. Параметр α определяется как котангенс угла наклона прямой к оси абсцисс, а безразмерный параметр β численно равен значению скорости на оси ординат при $F=0,368$ (см. Рисунок 4.1).

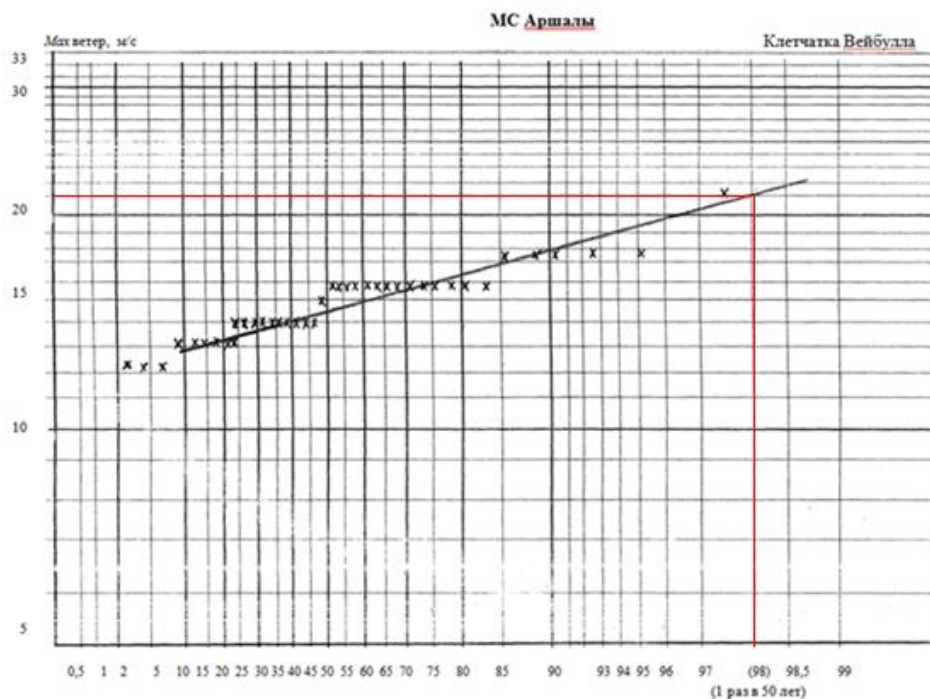


Рисунок 4.1- Функция вероятностей для Аршалы

Для метеостанции Аршалы $\alpha=10,0$ максимум 1 раз в 40 лет ($p=0,025$) равен 21,12 м/сек. Для распределения Вейбулла коэффициент перехода от годовой вероятности превышения p к вероятности 1 раз в 50 лет будет:

$$\gamma = \sqrt[a]{\frac{\ln 0,02}{\ln p}}. \quad (4.8)$$

Для Аршалы :

$$\gamma = \sqrt[10]{\frac{\ln 0,02}{\ln 0,025}} = 1,006. \quad (4.9)$$

Таким образом, для Аршалы основное значение базовой скорости ветра равно:

$$v_{b,0} = 21,12 \times 1,006 = 21,25 \text{ м/сек.} \quad (4.10)$$

ПРИМЕЧАНИЕ Это же значение можно с достаточной точностью получить на графике (см. Рисунок 4.1)

4.3[4.3] Средняя скорость ветра

Средняя скорость ветра $v_m(z)$ на высоте z над уровнем земли равна:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b, \quad (4.11)[4.3]$$

где $c_r(z)$ — коэффициент, учитывающий тип местности;

$c_o(z)$ — орографический коэффициент.

4.3 .1 [4.3.1]Определение коэффициента $c_r(z)$

Коэффициент $c_r(z)$, определяет изменчивость средней скорости ветра $v_m(z)$ в месте расположения сооружения в зависимости от:

- высоты над уровнем земли z ;
- параметра шероховатости z_0 местности с наветренной стороны сооружения для рассматриваемого направления ветра.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ для } z_{min} \leq z \leq z_{max},$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \text{ для } z \leq z_{min}, \quad (4.12)[4.4]$$

где k_r — коэффициент местности, зависящий от параметра шероховатости z_0 по следующей формуле:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ji}}\right)^{0,07}, \quad (4.13)[4.5]$$

где $z_{0,ji}$ — 0,05 м (тип местности II, Таблица 4.2);

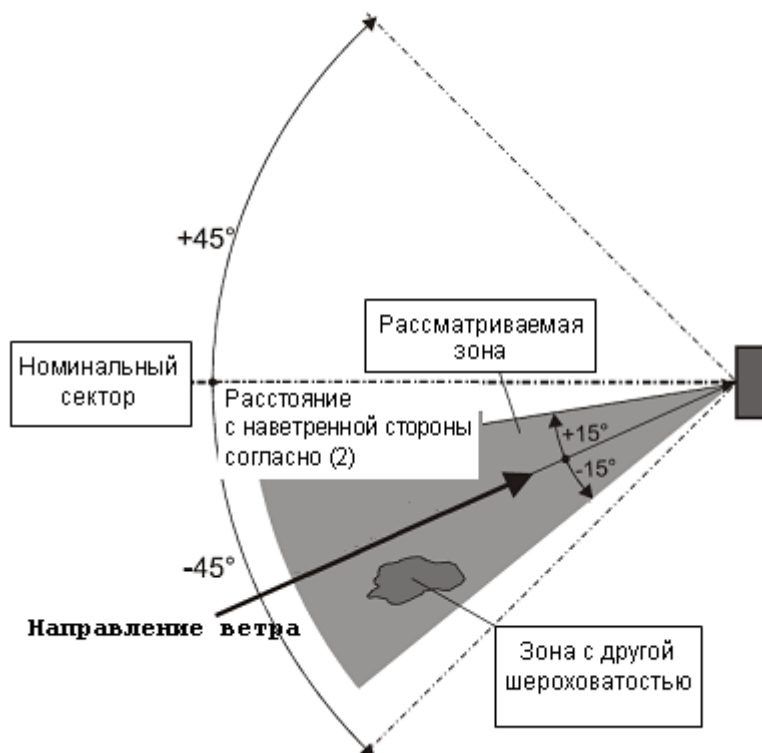
z_{min} — минимальная высота по Таблице 4.2;

z_{max} — 200 м.

Таблица 4.2-Типы местности и параметры шероховатости

Тип местности		$z_0, \text{м}$	$z_{min}, \text{м}$
0	Моря или открытые побережья морей	0,003	1
I	Озера или плоская местность с незначительной растительностью без преград	0,01	1
II	Открытая местность с низкой, как трава растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми составляет как минимум 20-кратное значение их высот	0,05	2
III	Местность с равномерной растительностью или зданиями или преградами, расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот (деревни, пригородные зоны, протяженные лесные массивы)	0,3	5
IV	Территории, в пределах которых 15 % поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м	1,0	10
ПРИМЕЧАНИЕ Типы местности проиллюстрированы в Приложении А.			

Шероховатость местности, применяемая для заданного направления ветра, зависит от шероховатости почвы и величины участка наветренной стороны с постоянной шероховатостью местности в определенном угловом диапазоне относительно рассматриваемого направления ветра. Небольшими площадями (менее 10 % рассматриваемой площади) с отличающимися шероховатостями можно пренебречь. (см. Рисунок 4.2).



ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуется угловой диапазон в форме углового сектора 30° , т. е. $\pm 15^\circ$ относительно рассматриваемого направления ветра. Рекомендуемая величина расстояния с наветренной стороны содержится в Приложении А.

Рисунок 4.2[4.1]- Оценка шероховатости местности

Если внутри рассматриваемого углового диапазона существует два и более типа местности, применяют наименьший параметр шероховатости.

4.3.2[4.3.2] Определение орографического коэффициента $c_o(z)$

Метод определения орографического коэффициента $c_o(z)$ указан в Приложении А.

Влияниями орографии можно пренебречь, если средний уклон местности с наветренной стороны менее 3° . Величина учитываемого расстояния с наветренной стороны должна превышать 10-кратное значение высоты выступающего орографического элемента.

4.3.3[4.3.4]Влияние более высоких близлежащих зданий

(1) Если сооружение тесно примыкает к другому сооружению, высота которого не менее чем в 2 раза превышает среднюю высоту близлежащей застройки, то в этом случае рассматриваемое сооружение (в зависимости от особенностей сооружения) при определенных направлениях ветра может подвергаться воздействию более высоких скоростей ветра.

Рекомендуемый метод учета близлежащей застройки дан в Приложении А.

ПРИМЕРЫ к разделу 4.3. Определение средней скорости ветра

ПРИМЕР1Определение шероховатости

Дано:

Расстояние от объекта до водохранилища 12км., до лесопарка 5км., до городского массива 8км., III ветровой район. Уклон с подветренной стороны меньше 0,03(см.Рисунок4.3).

Условие: Определить среднюю скорость ветра на высоте 7; 10; 50м над уровнем земли.

По второму методу Приложения Аи Таблице 4.2 определим тип местности для определения ветровой нагрузки на объект:

а) определим шероховатости местности в направлении наветренной стороны в секторах обтекания, которые необходимо учитывать:

По шероховатости местности в соответствии с Таблицей 4.2 район водохранилища относится к типу I, район лесопарка к типу III, район городского массива к типу IV.

б) определим расстояний между зданием и местом изменения шероховатости в каждом секторе, если расстояние x между зданием и зоной смены неровности меньше значения, указанного в Таблице 4.3, то для неровности в рассматриваемом секторе применяют меньшее значение. Если расстояние x больше значения, указанного в Таблице 4.3, то для неровности применяют большее значение. Если в Таблице 4.3 не указано расстояние x или если высота здания превышает 50 м, то применяют меньшую шероховатость.

Расстояние между зданием и водохранилищем $x = 12$ км, до лесопарка $x = 5$ км, до городского массива $x = 8$ км. В секторах А и Б $x=5$ км. Зоны I и III типов. По Таблице 4.3 для $z=7$ м и 10м $x=10$ км и 20км, что больше 5км. Принимаем I тип.

Небольшие зоны (площадью менее 10 % от учитываемых в других случаях) с шероховатостью, отличающейся от основной местности, можно не учитывать.

Таблица 4.3- Расстояние x

Высота z , м	Между I и II зоной, км	Между I и III зоной, км	Между II и III зоной, км	Между II и IV зоной, км	Между III и IV зоной, км
5	0,50	5,00	0,30	2,00	0,20
7	1,00	10,00	0,50	3,50	0,35
10	2,00	20,00	1,00	7,00	0,70
15	5,00		3,00	20,00	2,00
20	12,00		7,00		4,50
30	20,00		10,00		7,00
50	50,00		30,00		20,00

Ветер А, Б:

Для расчетной высоты $z = 7\text{ м}$ тип местности III, для высоты $z = 10\text{ м}$ тип местности I
для высоты $z = 50\text{ м}$ тип местности I

Ветер В:

Для расчетной высоты $z = 7\text{ м}$ тип местности I, для высоты $z = 10\text{ м}$ тип местности I
для высоты $z = 50\text{ м}$ тип местности I. Таким образом, для всех высот тип местности I. Базовое значение скорости ветра v_b (см. Примеры к Разделу 4.2) при $c_{dir}=1$; $c_{season}=1$ равно 29.20 м/сек . Средняя скорость ветра по Формуле (4.11) равна:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b,$$

По Таблице 2 для типа местности $l_{z_{min}} = 1\text{ м}$, $z_0 = 0.01\text{ м}$.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right); \quad k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,jl}}\right)^{0.07} \quad (4.14)$$

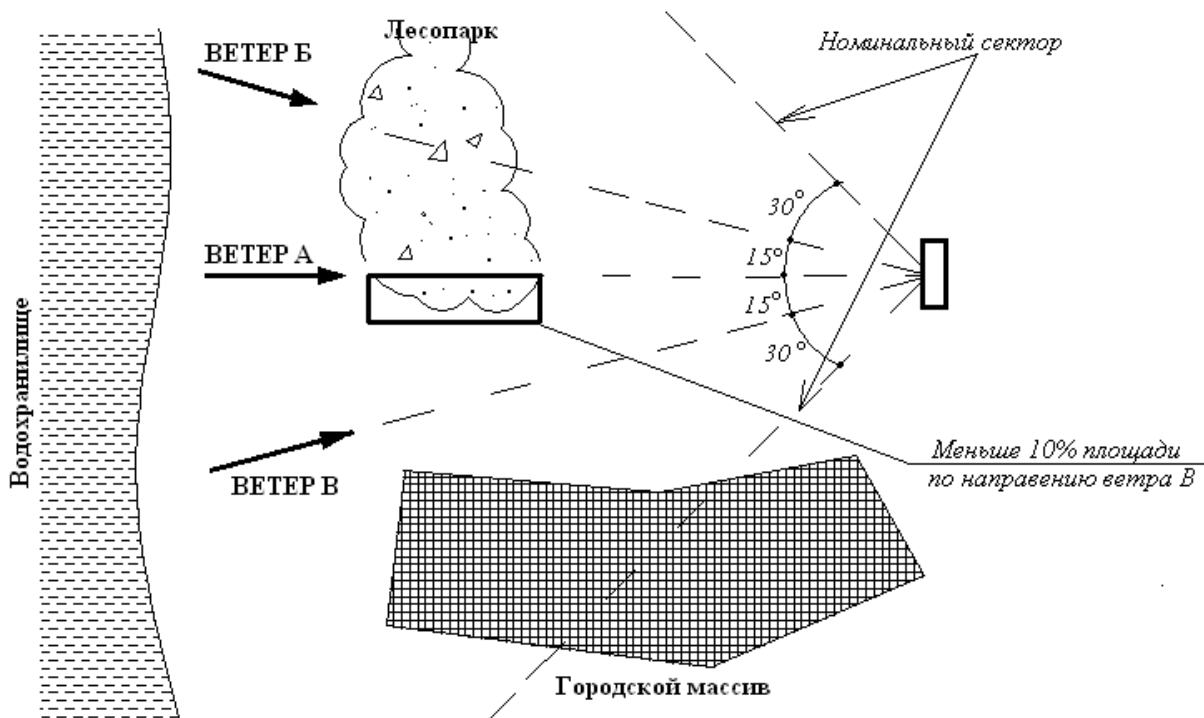


Рисунок 4.3-Схема плана местности

$$c_r(7) = 0.19 \times (0.01/0.05)^{0.07} \cdot \ln(7/0.01) = 1.11,$$

$$c_r(10) = 0.19 \times (0.01/0.05)^{0.07} \cdot \ln(10/0.01) = 1.17, \quad (4.15)$$

$$c_r(50) = 0.19 \times (0.01/0.05)^{0.07} \cdot \ln(50/0.01) = 1.45.$$

При уклоне с подветренной стороны меньше 0.05 орографический коэффициент $c_o(z) = 1$. Средняя скорость ветра с учетом шероховатости:

$$v_m(7) = 1.11 \times 29.20 = 32.41\text{ м/сек},$$

$$v_m(10) = 1.17 \times 29.20 = 34.16\text{ м/сек}, \quad (4.16)$$

$$v_m(50) = 1.45 \times 29.20 = 42.34\text{ м/сек}.$$

ПРИМЕР2 Определение орографического коэффициента σ_0

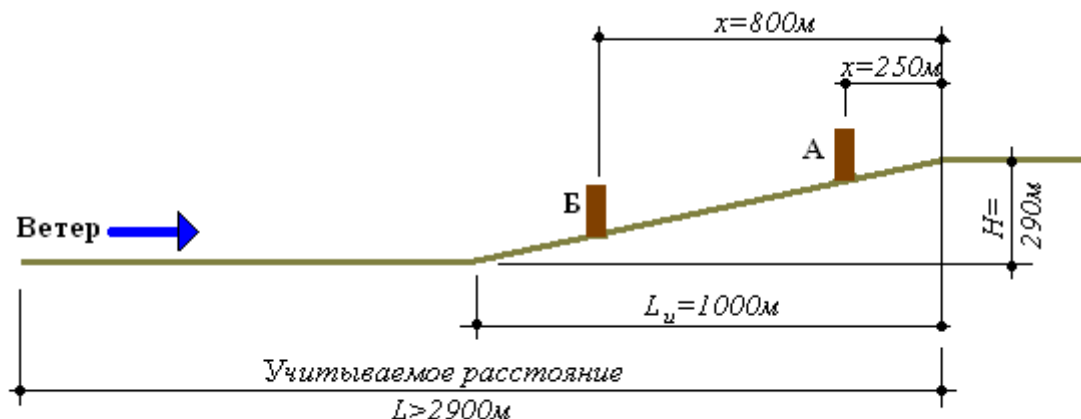


Рисунок4.4 - Схема профиля местности

Обозначения в соответствии с Приложением А:

Φ — уклон по нормали к направлению действия ветра (см. Рисунок А.2 и А.3

Приложения А);

L_e — эффективная длина проекции наветренной стороны по Таблице А.2;

L_u — фактическая длина проекции наветренной стороны (проекция на горизонталь);

L_d — фактическая длина проекции подветренной стороны;

H — эффективная высота перепада высот местности;

x — горизонтальное расстояние между рассматриваемой и наивысшей точкой местности;

z — вертикальное расстояние от уровня земли.

Влияние орографии необходимо учитывать в следующих ситуациях:

а) для мест с наветренными склонами холмов или горных хребтов:

— если $0,05 < \Phi \leq 0,3$ и $|x| \leq L_{II}/2$;

б) для мест с подветренными склонами холмов или горных хребтов:

— если $\Phi < 0,3$ и $|x| < L_d/2$;

— если $\Phi \geq 0,3$ и $|x| < 1,6H$;

с) для мест с наветренными склонами скал или крутыми склонами:

— если $0,05 < \Phi \leq 0,3$ и $|x| \leq L_y/2$;

d) для мест с подветренными склонами скал или крутыми склонами:

— если $\Phi < 0,3$ и $|x| < 1,5L_e$;

— если $\Phi \geq 0,3$ и $|x| < 5H$;

c_0 определен следующим образом:

$$c_0 = 1 \quad \text{для } \Phi < 0,05;$$

$$c_0 = 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi \quad \text{для } 0,05 < \Phi < 0,3;$$

$$c_o = 1 + 0,6 \cdot s \quad \text{для } \Phi > 0,3,$$

где s — локальный орографический коэффициент по Рисунку А.2 или А.3 относительно эффективной длины L_e проекции подветренной стороны.

Таблица 4.4-Значения эффективной длины L_e

Тип склона ($\Phi=H/L_u$)	
Плоский ($0,05 < \Phi \leq 0,3$)	Крутой ($\Phi > 0,3$)
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

Позиция А

$$\Phi = 290 / 1000 = 0,29 < 0,3; x = 250 \text{ м} < L_u / 2 = 500 \text{ м}; \quad 0,05 < \Phi < 0,3. \quad (4.17)$$

По Таблице А.2 :

$$L_e = L_u; c_o = 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi; \quad x / L_u = -250/1000 = -0,4. \quad (4.18)$$

Расчетная высота z равна 7; 10; 50 м :

$$\begin{aligned} z/L_e = 7 / 1000 = 0,007; \quad s = 0,3; \quad c_o = 1 + 2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174, \\ z/L_e = 10 / 1000 = 0,01; \quad s = 0,3; \quad c_o = 1 + 2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174, \\ z/L_e = 50 / 1000 = 0,05; \quad s = 0,3; \quad c_o = 1 + 2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174. \end{aligned} \quad (4.19)$$

Средняя скорость ветра с учетом шероховатости и орографии для позиции А:

$$\begin{aligned} v_m(7) &= 1,11 \times 1,174 \times 29,20 = 38,05 \text{ м/сек}, \\ v_m(10) &= 1,17 \times 1,174 \times 29,20 = 40,11 \text{ м/сек}, \\ v_m(50) &= 1,45 \times 1,174 \times 29,20 = 49,71 \text{ м/сек}. \end{aligned} \quad (4.20)$$

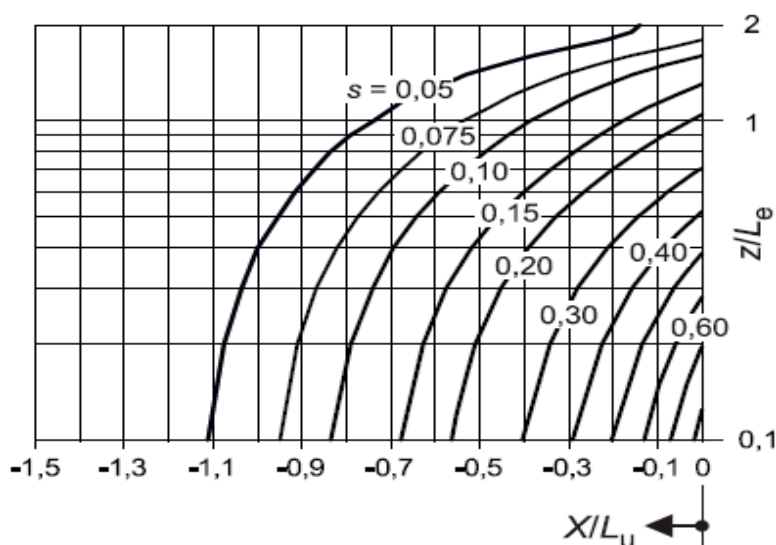


Рисунок 4.5[А.2]

Позиция Б

$$\Phi = 290 / 1000 = 0,29 < 0,3; \quad x = 800 \text{ м} > L_u / 2 = 500 \text{ м} \quad (4.21)$$

В разделе А.3(3) Приложения А не рассматривается случай для мест с наветренными склонами при $x > L_u / 2$.

Для позиции Б:

$$x / L_u = -800 / 1000 = -0,8 > -1,5; \quad z / L_e = 290 / 1000 = 0,29 < 2,0 \quad (4.22)$$

В соответствии с п.А.3(5)а):

в зонах:

$$-1,5 \leq \frac{x}{L_u} \leq 0 \text{ и } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0 \quad (4.23)$$

применяют:

$$s = A \cdot e^{\left(B \frac{x}{L_u}\right)}, \quad (4.24) [A.4]$$

где :

$$A = 0,1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 + 1,0124, \quad (4.25) [A.5]$$

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right) - 1,0577 \cdot \left(\frac{z}{L_e}\right)^2 + 2,6456, \quad (4.26) [A.6]$$

$z = 7 \text{ м}$:

$$\begin{aligned} A &= 0,1552 \times 0,007^4 - 0,8575 \times 0,007^3 + 1,81133 \times 0,007^2 - 1,9115 \times 0,007 + 1,0124 = 0,999, \\ B &= 0,3542 \times 0,007^2 - 1,0577 \times 0,007 + 2,6456 = 2,638, \\ s &= 0,999 \cdot \exp(2,638 \times (-0,8)) = 0,121, c_o = 1 + 2 \times 0,121 \times 0,29 = 1,07018. \end{aligned} \quad (4.27)$$

$z = 10 \text{ м}$:

$$\begin{aligned} A &= 0,1552 \times 0,01^4 - 0,8575 \times 0,01^3 + 1,81133 \times 0,01^2 - 1,9115 \times 0,01 + 1,0124 = 0,993, \\ B &= 0,3542 \times 0,01^2 - 1,0577 \times 0,01 + 2,6456 = 2,635, \\ s &= 0,993 \cdot \exp(2,635 \times (-0,8)) = 0,1206, c_o = 1 + 2 \times 0,1206 \times 0,29 = 1,069965. \end{aligned} \quad (4.28)$$

$z = 50 \text{ м}$:

$$\begin{aligned} A &= 0,1552 \times 0,05^4 - 0,8575 \times 0,05^3 + 1,81133 \times 0,05^2 - 1,9115 \times 0,05 + 1,0124 = 0,921, \\ B &= 0,3542 \times 0,05^2 - 1,0577 \times 0,05 + 2,6456 = 2,594, \\ s &= 0,921 \cdot \exp(2,594 \times (-0,8)) = 0,116, c_o = 1 + 2 \times 0,116 \times 0,29 = 1,06728. \end{aligned} \quad (4.29)$$

Средняя скорость ветра с учетом шероховатости и орографии для позиции Б:

$$\begin{aligned} v_m(7) &= 1,11 \times 29,20 \times 1,07018 = 34,69 \text{ м/сек.} \\ v_m(10) &= 1,17 \times 29,20 \times 1,069965 = 36,55 \text{ м/сек.} \\ v_m(50) &= 1,45 \times 29,20 \times 1,06728 = 45,19 \text{ м/сек.} \end{aligned} \quad (4.30)$$

4.4[4.5] Пиковое значение скоростного напора

(1) Пиковое значение скоростного напора $q_p(z)$ на высоте z следует определять с учетом средних и кратковременных колебаний скорости.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуемым правилом определения $q_p(z)$ является:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b, \quad (4.31)[4.8]$$

где ρ — плотность воздуха, которая зависит от высоты над уровнем моря, температуры и барометрического давления. Значение должно определяться в соответствии с регионами возникновения урагана.

$c_e(z)$ — коэффициент экспозиции:

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b}, \quad (4.32)[4.9]$$

где q_b — значение среднего (базового) скоростного напора:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2, \quad (4.33)[4.10]$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Рекомендуемое значение равно $1,25 \text{ кг/м}^3$.

Значение 7 в Формуле (4.31) соответствует пиковому коэффициенту $k_p = 3,5$ и применяется с аэродинамическими коэффициентами давления и усилия в разделе 7. Для ровной местности при $c_0(z) = 1,0$ коэффициент экспозиции $c_e(z)$ представлен на Рисунке 4.6 в виде функции высоты (над местностью) и типа местности.

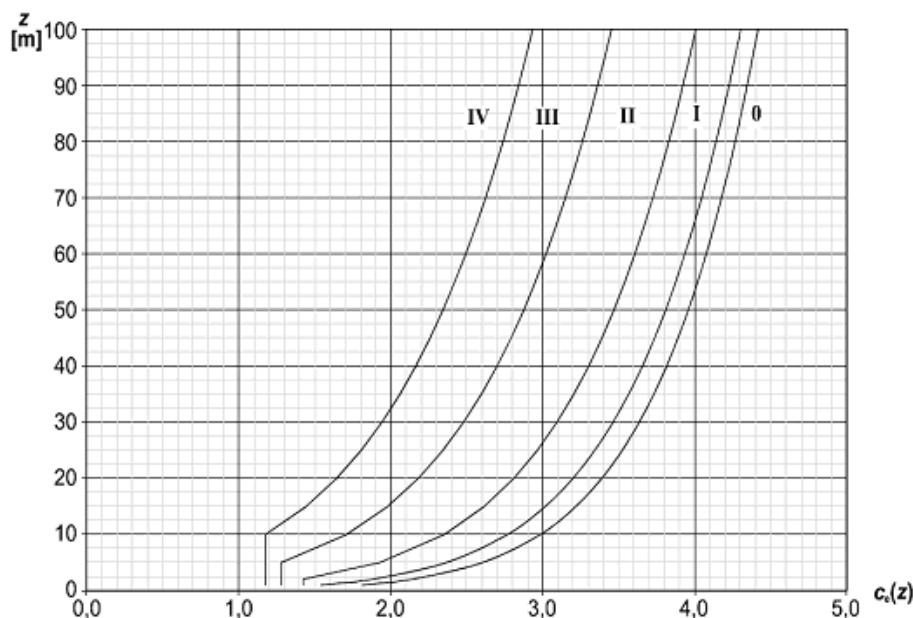


Рисунок 4.6[4.2] — Графическое представление коэффициента экспозиции $c_e(z)$ для $c_0 = 1,0$, $k_t = 1,0$

4.5 Определение пикового значения скоростного напора

Подставив выражение для v_m из Формулы (4.11) в Формулу(4.31), получим :

$$q_p(z)=[1+7 \cdot I_v(z)] \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (c_r \cdot c_0 \cdot v_b)^2=[1+7 \cdot I_v(z)] \cdot c_r^2 \cdot c_0^2 \cdot q_b, (4.34)$$

где q_b — базовый скоростной напор $q_b=0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$;
 $c_e(z)$ — коэффициент экспозиции.

Из (4.31) и (4.34):

$$c_e(z)= [1+7 \cdot I_v(z)] \cdot c_r^2 \cdot c_0^2. (4.35)$$

На Рисушке 4.5 графическое представление коэффициента экспозиции $c_e(z)$ для $c_0 = 1,0$, $k_i = 1,0$. Для коэффициента k_i рекомендуемое значение равно единице.

Таким образом, для c_0 , отличного от нуля, надо значение пикового скоростного напора, полученное с использованием графика на Рисушке 4.6, откорректировать умножением на c_0^2 .

ПРИМЕРЫ к разделу 4.5. Определение пикового значения скоростного напора

ПРИМЕР 1

Расположение объектов на местности см. Примеры к разделу 4.3. III ветровой район, тип местности I.

Условие:

Определить пиковое значение скоростного напора на высоте $z=10$ м и $z=50$ м над землей с учетом здания $60 \times 25 \times 150$ (м)м., расположенного на расстоянии 100м. от объекта:

Для $z=10$ м $c_e(z)=2,8$ и для $z=50$ м $c_e(z)=3,8$ (см. Рисунок 4.5).

Пиковое значение скоростного напора без учета близлежащего высокого здания:

$$\begin{aligned} q_p(10) &= 2,8 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1492,12 \text{Па}, \\ q_p(50) &= 3,8 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 2025,02 \text{Па}. \end{aligned} (4.36)$$

С учетом коэффициентов орографии (см. Пример в 4.3.2):

Для позиции А:

$$c_0(10) = c_0(50) = 1,174$$

$$\begin{aligned} q_p(10) &= 1492,10 \times 1,174^2 = 2056,53 \text{Па}, \\ q_p(50) &= 2025,02 \times 1,174^2 = 2791,04 \text{Па}. \end{aligned} (4.37)$$

Для позиции Б:

$$c_0(10) = 1,069965; c_0(50) = 1,06728$$

$$\begin{aligned} q_p(10) &= 1492,1 \times 1,069965^2 = 1709,78 \text{Па}, \\ q_p(50) &= 2025,02 \times 1,06728^2 = 2306,69 \text{Па}. \end{aligned} (4.38)$$

Пиковое значение скоростного напора с учетом близлежащего высокого здания:

По А4(1) :

$$d_{large}=60\text{м}; \quad h_{high}=150\text{м}; \quad \text{если } h_{high} > 2d_{large}. \quad r = 2d_{large}=120\text{м}; \\ x = 100\text{м} \leq r, \quad z_n = 0.5 \times 120 = 60\text{м}.$$

Для позиции А:

$$c_e(60)=3,9; z/L_e = 60 / 1000 = 0,06; \quad x / L_u = -250/1000 = -0,4; \\ s=0,3; \quad c_o=1+2 \times 0,3 \times 0,29 = 1,174; \\ q_p(10) = q_p(50) = q_p(60) = 3,9 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 2078,31 \text{ Па}; \quad (4.39)$$

С учетом орографии:

$$q_p(10) = q_p(50) = q_p(60) = 2078,31 \times 1,174^2 = 2864,48 \text{ Па}.$$

Для позиции Б:

Определим орографический коэффициент c_o :

$z=60\text{м};$

$$A = 0,1552 \times 0,06^4 - 0,8575 \times 0,06^3 + 1,81133 \times 0,06^2 - 1,9115 \times 0,06 + 1,0124 = 0,904, \\ B = 0,3542 \times 0,06^2 - 1,0577 \times 0,06 + 2,6456 = 2,583, \\ s = 0,904 \times \exp(2,583 \times (-0,8)) = 0,127; \quad c_o = 1 + 2 \times 0,127 \times 0,29 = 1,07366. \quad (4.40)$$

Пиковое значение скоростного напора с учетом близлежащего высокого здания:

$$q_p(10) = q_p(50) = q_p(60) = 2078,31 \times 1,074^2 = 2395,76 \text{ Па}. \quad (4.41)$$

5. ВЕТРОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

5.1 [5.1] Общие положения

(1)Р Общие ветровые воздействия на конструкции и конструктивные элементы следует определять с учетом внешнего и внутреннего ветрового давления.

Таблица 5.1— Параметры для определения ветрового воздействия

Параметр	Ссылка
Пиковое значение скоростного напора q_p	
Базовое значение скорости ветра v_b	4.2(2)Р
Базовая высота z_e	Раздел 7
Тип местности	Таблица 4.1
Характеристическое пиковое значение скоростного напора q_p	4.5(1)
Интенсивность турбулентности I_v	4.4
Средняя скорость ветра v_m	4.3.1
Орографический коэффициент $c_o(z)$	4.3.3
Коэффициент, учитывающий тип местности $c_r(z)$	4.3.2
Ветровое давление, например на покрытия, крепежные и конструктивные элементы	
Аэродинамический коэффициент внешнего давления c_{pe}	Раздел 7

Таблица 5.1 — Параметры для определения ветрового воздействия (продолжение)

Аэродинамический коэффициент внутреннего давления c_{pi}	Раздел 7
Внешнее ветровое давление: $w_e = q_p c_{pe}$	5.2(1)
Внутреннее ветровое давление: $w_i = q_p c_{pi}$	5.2(2)
Ветровая нагрузка на здания, например для случая предельного ветрового эффекта	
Конструкционный коэффициент: $c_s c_d$	Раздел 6
Ветровая нагрузка F_w , рассчитанная по аэродинамическим коэффициентам усилия	5.3(2)
Ветровая нагрузка F_w , рассчитанная по аэродинамическим коэффициентам давления	5.3(3)

5.2 [5.2] Ветровое давление на поверхности

(1) Ветровое давление w_e , действующее на внешние поверхности конструкций здания, следует определять по формуле :

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (5.1)[5.1]$$

где $q_p(z_e)$ — пиковое значение скоростного напора ветра;

z_e — базовая высота для внешнего давления по Разделу 7;

c_{pe} — аэродинамический коэффициент внешнего давления по Разделу 7.

(2) Ветровое давление w_i , действующее на внутренние поверхности конструкций здания, следует определять по формуле :

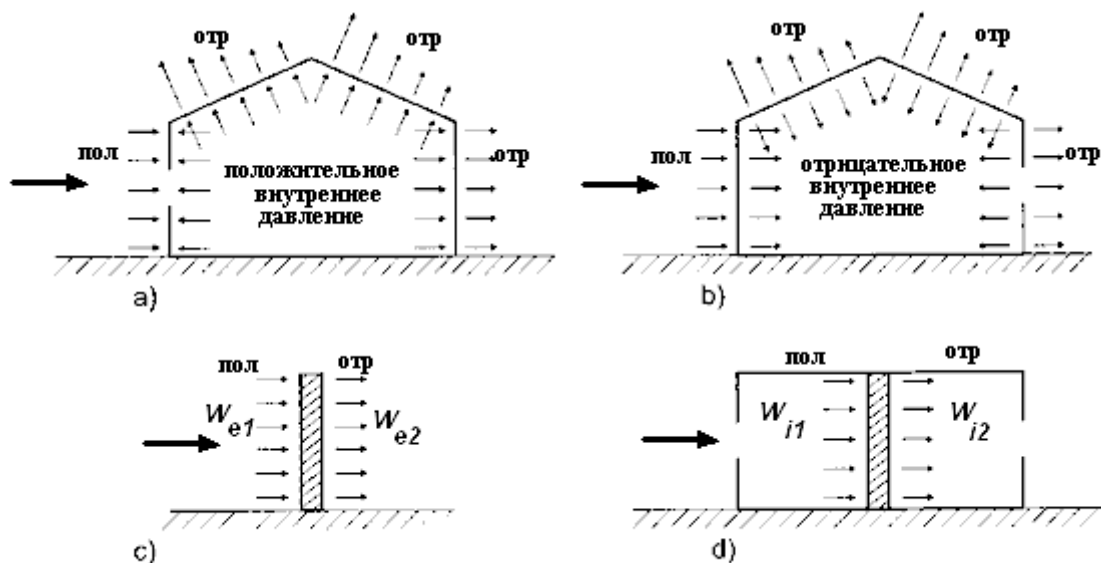
$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}, \quad (5.2)[5.2]$$

где $q_p(z_i)$ — пиковое значение скоростного напора ветра;

z_i — базовая высота для внутреннего давления по Разделу 7;

c_{pi} — аэродинамический коэффициент внутреннего давления по Разделу 7.

(3) Удельное ветровое давление на стену, кровлю или элементы определяется с учетом знаков. Давление, направленное на поверхность считается положительным, от поверхности – отрицательным. Примеры показаны на Рисунке 5.1.



ПРИМЕЧАНИЕ— Давление на поверхность считается положительным.

Рисунок 5.1[5.1] — Давление на поверхности

5.3 [5.3] Ветровые нагрузки

(1) Ветровые нагрузки на конструкции и конструктивных элементов следует определять вычислением нагрузок с использованием коэффициентов усилий (см. (2)) или вычислением нагрузок через поверхностные давления (см. (3)).

(2) Ветровая нагрузка F_w , действующая на конструкцию или конструктивный элемент, может быть определена непосредственно по формуле:

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref} (5.3) [5.3]$$

или векторной суммой ветровых нагрузок, действующих на отдельные конструктивные элементы, с использованием формулы (5.4):

$$F_{w,j} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{элементы}} c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}, (5.4) [5.4]$$

где :

$c_s c_d$ — конструкционный коэффициент по Разделу 6;

c_f — аэродинамический коэффициент усилия для конструкции или конструктивного элемента (по Разделу 7 или 8);

$q_p(z_e)$ — пиковое значение скоростного напора ветра (по 4.5) на базовой высоте z_e (по Разделу 7 или 8);

A_{ref} — базовая площадь конструкции или конструктивного элемента (по Разделу 7 или 8).

ПРИМЕЧАНИЕ В Разделе 7 значения коэффициента c_f указаны для таких конструкций или конструктивных элементов, как решетчатые, призматические, цилиндрические конструкции,

кровли (покрытия), рекламные щиты и флаги. В Разделе 8 значения c_f указаны для мостов. Значения c_f включают в себя влияние трения.

(3) Ветровая нагрузка F_w , действующая на конструкцию или конструктивный элемент, может быть определена векторным сложением сил $F_{w,e}$, $F_{w,i}$ и F_{fr} . Силы $F_{w,e}$ и $F_{w,i}$ рассчитывают из наружных и внутренних давлений, используя Формулы (5.5) и (5.6). Силы трения, действующие параллельно наружной поверхности конструкций, определяют по Формуле (5.7).

Нагрузка $F_{w,e}$, действующая на внешнюю (наружную) поверхность здания, равна:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{поверхность}} w_e \cdot A_{ref}. (5.5) [5.5]$$

Нагрузка $F_{w,i}$, действующая на внутреннюю поверхность здания, равна:

$$F_{w,i} = \sum_{\text{поверхность}} w_i \cdot A_{ref}. (5.6) [5.6]$$

Сила трения F_{fr} определяется по формуле

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) A_{fr}, (5.7) [5.7]$$

где

w_e — внешнее (наружное) ветровое давление на отдельную поверхность на высоте z_e , определяемое по Формуле (5.1);

w_i — внутреннее ветровое давление на отдельную поверхность на высоте z_i , определяемое по Формуле (5.2);

A_{ref} — базовая площадь отдельной поверхности конструкции или конструктивного элемента;

c_{fr} — коэффициент трения, получаемый согласно 7.5[7.5];

A_{fr} — площадь наружной поверхности, параллельной направлению действия ветра, вычисляемая согласно 7.5[7.5].

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для элементов (например, стен, покрытий) ветровая нагрузка принимается равной разности между наружными и внутренними результирующими нагрузками.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Силы трения F_{fr} действуют в направлении ветровой составляющей, параллельной наружной поверхности.

(4) Эффектами трения на поверхности конструкции или конструктивного элемента можно пренебречь, если общая площадь всех параллельных направлению действия ветра поверхностей (и площади с незначительным угловым отклонением от параллельности) равна или менее четырехкратной величины всех площадей, перпендикулярных направлению ветра (наветренная и подветренная сторона).

(5) При сложении ветровых нагрузок, действующих на сооружение, допускается учитывать отсутствие корреляции между давлением ветра с наветренной и подветренной стороны.

6 КОНСТРУКЦИОННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ $c_s c_d$

6.1 Общие положения

Конструкционный коэффициент $c_s c_d$ учитывает возможность одновременного возникновения пиковых значений скоростного напора ветра по всей поверхности (составляющая c_s), а также влияние резонансных колебаний сооружения вследствие турбулентности ветра (составляющая c_d).

6.2 [6.2] Определение $c_s c_d$

- (1) Значение коэффициента $c_s c_d$ допускается определять следующим образом:
- а) для здания высотой $h < 15$ м допускается принимать $c_s c_d = 1$;
 - б) для фасадов и элементов покрытия, имеющих собственную частоту колебаний более 5 Гц, допускается принимать $c_s c_d = 1$;
 - с) для каркасных зданий, которые имеют самонесущие стены и высота которых менее 100 м и не превышает четырехкратного размера здания по нормали к направлению действия ветра, допускается принимать $c_s c_d = 1$;
 - д) для дымовых труб с круглым поперечным сечением и высотой $h < 60$ м или $h < 6,5 \cdot d$ (где d — диаметр), допускается принимать $c_s c_d = 1$;
 - е) в случаях а), б), с) и д) значения $c_s c_d$ допускается определять в соответствии с 6.3.1;
 - ф) для инженерных сооружений (за исключением мостов, рассматриваемых в Разделе 8) дымовых труб и сооружений, на которые не распространяется с) и д), коэффициент $c_s c_d$ определяют по 6.3.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Собственные частоты колебаний фасадов и элементов покрытий могут быть рассчитаны по Приложению Е (остекленные поверхности с пролетом менее 3 м имеют обычно собственную частоту, превышающую 5 Гц).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 На Рисунках в Приложении Г представлены ориентировочные значения $c_s c_d$ для различных типов конструкций. На Рисунках даны огибающие безопасных значений.

6.3 Подробный метод

6.3.1 [6.3.1] Конструкционный коэффициент $c_s c_d$

(1) Конструкционный коэффициент $c_s c_d$ вычисляется по Формуле (6.1). Условием применения является соблюдение условий (2)Р.

$$c_s c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s)}, \quad (6.1)[6.1]$$

где z_s — базовая высота для определения конструкционного коэффициента, см. Рисунок 6.1.

Для сооружений, к которым Рисунок 6.1 не применим, применяют $z_s = h$,

где h — высота сооружения;

k_p — пиковый коэффициент как отношение максимального значения пульсационной составляющей реакции сооружения к его стандартному отклонению;

$l_v(z_s)$ — интенсивность турбулентности;

B^2 — фоновая составляющая реакции, учитывающая отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции;

R^2 — резонансная составляющая реакции, учитывающая резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Масштабный (размерный) коэффициент c_s учитывает снижение эффекта от ветрового воздействия в результате неодновременного появления пиковых значений скоростного напора ветра на поверхности и может рассчитываться следующим образом:

$$c_s = \frac{1 + 7 \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}{1 + 7 \cdot l_v(z_s)} (6.2 - 50) [6.2]$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Динамический коэффициент c_d учитывает влияние резонансных колебаний сооружения вследствие турбулентности ветра и может рассчитываться следующим образом:

$$c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot l_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}. \quad (6.3) [6.3]$$

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Рекомендуемый метод определения k_p , B и R указан в Приложении Б. Альтернативный метод приведен в Приложении В. Значения $c_s c_d$, определенные методами Приложений Б и В, отличаются не более чем на 5%.

(2) Р Подробная процедура по Формуле (6.1) применяется при выполнении следующих условий:

- конструкция здания соответствует одной из форм, показанных на Рисунке 6.1;
- учитывается только первая изгибная форма в направлении действия ветра с перемещениями постоянного знака.

ПРИМЕЧАНИЕ В Второй и последующими формами изгибных колебаний в направлении действия ветра можно пренебречь.

6.3.2 Интенсивность турбулентности $l_v(z)$

Согласно [4.4] интенсивность турбулентности $l_v()$ на высоте z определена как отношение стандартного отклонения турбулентности к средней скорости ветра. Турбулентная составляющая скорости ветра имеет среднее значение, равное нулю, и стандартное отклонение σ_v . Стандартное отклонение турбулентности σ_v равно:

$$\sigma_v = k_r v_b k_l, \quad (6.4) [4.6]$$

где:

k_r — коэффициент местности по Формуле (4.14);

v_b — базовое значение скорости ветра по Формуле (4.1);

k_l — коэффициент турбулентности, см. Примечание 2.

Для определения $l_v(z)$ рекомендуется следующее выражение:

$$l_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_i}{c_o(z) \ln(z/z_0)} \quad \text{для} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$l_v(z) = l_v(z_{min}) \quad \text{для} \quad z \leq z_{min}, \quad (6.5)[4.7]$$

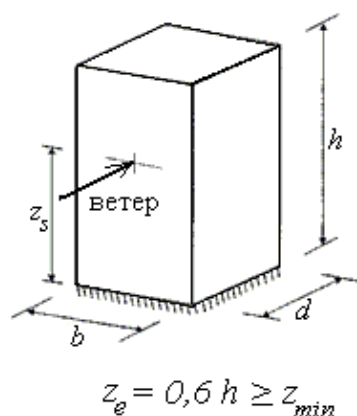
где :

k_i — коэффициент турбулентности. Рекомендуемое значение $k_i = 1,0$;

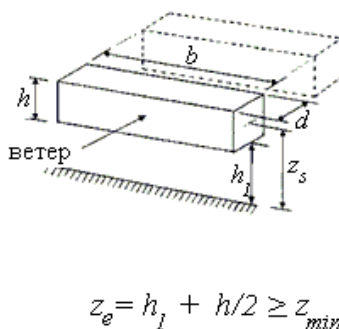
c_o — орографический коэффициент;

z_0 — параметр шероховатости по Таблице 4.2.

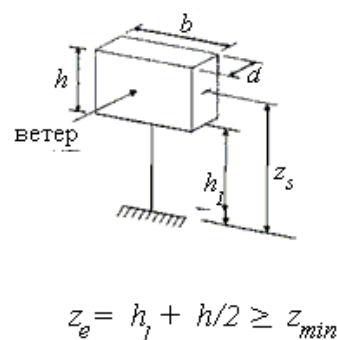
а) вертикальные сооружения,
такие как здания и т. п.



б) горизонтальные
конструкции типа балок и
т. п.



в) отдельно стоящие
сооружения типа рекламных
щитов и т. п.



ПРИМЕЧАНИЕ Ограничения применения см. также в 1.1.5.

Рисунок 6.1[6.1]— Общие формы конструкций, на которые распространяется расчетная процедура. Также показаны применяемые конструктивные размеры и базовая высота

6.3.3[6.3.3]Бафтинг в спутной струе

(1) Для гибких сооружений ($h/d > 4$) и дымовых труб ($h/d > 6,5$) с рядовой или групповой застройкой следует учитывать влияние повышенной турбулентности вследствие инерционной турбулентности близлежащих сооружений (бафтинг в спутной струе).

(2) Влияние бафтинга в спутной струе можно не учитывать, если выполнено одно из следующих условий:

- расстояние между двумя зданиями или дымовыми трубами больше 25-кратного значения размера, определенного в сечении, нормальном к направлению действия ветра, здания или дымовой трубы, расположенных с наветренной стороны;
- собственная частота колебаний зданий или труб, расположенных с подветренной стороны, превышает 1 Гц.

7 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДАВЛЕНИЯ И УСИЛИЙ

7.1 [7.1] Общие положения

(1) Данный раздел следует применять для определения соответствующих аэродинамических коэффициентов конструкций. В зависимости от формы сооружения аэродинамические коэффициенты подразделяются на:

- коэффициенты внутреннего и внешнего давления, см. 7.1.1(1);
- коэффициенты давления нетто, см. 7.1.1(2);
- коэффициенты трения, см. 7.1.1(3);
- коэффициенты усилия, см. 7.1.1(4).

7.1.1 [7.1.1] Определение аэродинамических коэффициентов

(1) Коэффициенты давления следует устанавливать для:

- конструкций зданий — в виде коэффициентов внутреннего и внешнего давления, используя указания 7.2;
- круговых цилиндров — в виде коэффициентов внутреннего давления, определенных в соответствии с 7.2.9, и коэффициентов внешнего давления в соответствии с 7.9.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Коэффициенты внешнего давления учитывают ветровое воздействие на наружные поверхности здания, а коэффициенты внутреннего давления — ветровое воздействие на внутренние поверхности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Коэффициенты внешнего давления подразделяют на общие и локальные коэффициенты давления. Локальные коэффициенты учитывают воздействие ветра на поверхности, площадь которых не превышает 1 м^2 и могут применяться для проектирования малых элементов конструкций и их анкерных креплений. Общие коэффициенты давления учитывают воздействие ветра на поверхности площадью 10 м^2 и более.

(2) Коэффициенты давления нетто следует определять для:

- отдельно стоящих навесов в соответствии с 7.3;
- отдельно (свободно) стоящих стен, парапетов и ограждений в соответствии с 7.4.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Коэффициенты давления нетто дают результирующий эффект от воздействия ветра на конструкцию, конструктивный элемент или компонента на единицу площади.

(3) Коэффициенты трения следует назначать для стен и поверхностей, определенных в 5.3(3) и (4), учитывая требования 7.5.

(4) Коэффициенты усилия следует назначать для:

- рекламных щитов в соответствии с 7.4.3;
- элементов конструкций с прямоугольным поперечным сечением в соответствии с 7.6;
- элементов конструкции с резкими углами в поперечном сечении в соответствии с 7.7;
- элементов конструкции с поперечным сечением в виде правильного многоугольника в соответствии с 7.8;
- круговых цилиндров в соответствии с 7.9.2 и 7.9.3;
- куполов в соответствии с 7.10;
- решетчатых конструкций и лесов в соответствии с 7.11;
- флагов в соответствии с 7.12.

Понижающий коэффициент, зависящий от эффективной гибкости конструкции, может быть применен в соответствии с 7.13.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 Коэффициенты усилия описывают результирующую силу ветра, действующую на конструкции или конструктивные элементы, включая силу трения, если ее специально не исключают.

7.1.2 [7.1.2] Ассиметричные и уравнивающие давления и силы

(1) Если кратковременные воздействия ветра вызывают существенные асимметричные нагрузки, а конструктивная форма чувствительна к таким нагрузкам (например, при кручении симметричных зданий только с одним ядром жесткости), то этот эффект следует учитывать в расчете.

(2) Для отдельно стоящих навесов и рекламных щитов следует применять 7.3 и 7.4.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуются следующие методы:

а) для конструкций прямоугольной формы, являющихся чувствительными к эффектам от кручения, следует применять распределение давления в соответствии с Рисунком 7.1, для представления крутильных эффектов, вызванных тем, что набегающий поток расположен под углом или отсутствует корреляция между ветровыми усилиями, действующими на различные участки конструкции;

б) для других случаев как допущение для несимметричного нагружения может быть выполнено полное перемещение (удаление) расчетного ветрового воздействия из тех частей конструкций, где эти воздействия создают благоприятный эффект.

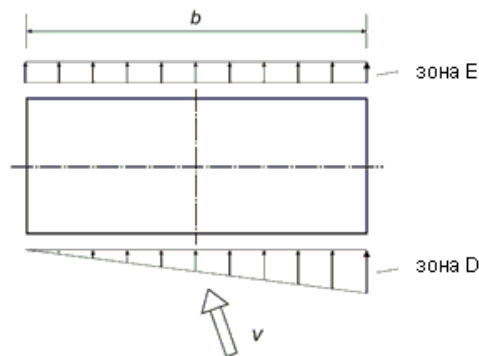


Рисунок 7.1[7.1] — Распределение давления для учета влияния кручения. Зоны давления и коэффициенты давления указаны в Таблице 7.1 и на Рисунке 7.5

7.1.3[7.1.3] Влияния оледенения и снега

(1) Если оледенение или снег вызывают изменение габаритных размеров конструктивных элементов, так что изменяется базовая площадь или форма, то это обстоятельство необходимо учитывать при расчетах.

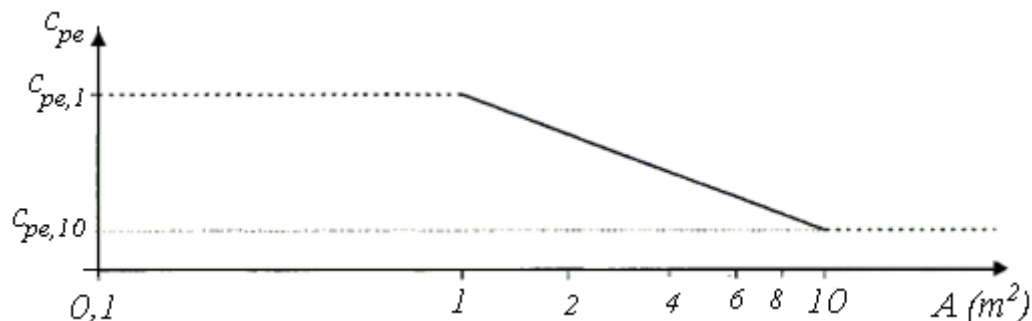
7.2 Аэродинамические коэффициенты давления для зданий

7.2.1[7.2] Общие положения

(1) Коэффициенты внешнего давления c_{pe} для зданий и его частей зависят от размера загруженной площади A , воспринимающей ветровое воздействие. Они указываются в Таблицах, распространяющихся на соответствующую форму зданий, для площадей 1 м^2 и 10 м^2 как $c_{pe,1}$ и $c_{pe,10}$ соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Значения $c_{pe,1}$ служат для проектирования малых элементов конструкций и их анкерных креплений с площадью, воспринимающей нагрузку, не превышающей 1 м^2 , например элементы наружного ограждения и кровли. Значения $c_{pe,10}$ используются для расчета всей конструкции.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 На Рисунке 7.2 представлен рекомендуемый метод для площадей до 10 м^2 .



На рисунке представлена следующая зависимость для $1 \text{ м}^2 < A < 10 \text{ м}^2$

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A.$$

Рисунок 7.2[7.2] — Коэффициенты внешнего давления для зданий в зависимости от воспринимающей нагрузки площади A

(2) Значения коэффициентов $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1b}$ в Таблицах 7.1 – 7.5 следует использовать для ортогональных направлений набегающего потока 0° , 90° и 180° , и они отражают самое неблагоприятное значение в пределах диапазона $\theta = \pm 45^\circ$ для указанного ортогонального направления набегающего потока.

(3) Для свесов покрытия (крыши) давления на нижней стороне можно принять соответствующими значению в зоне примыкающей поверхности стены, на верхней стороне — давлению в зоне граничащей поверхности кровли (см. Рисунок 7.3).

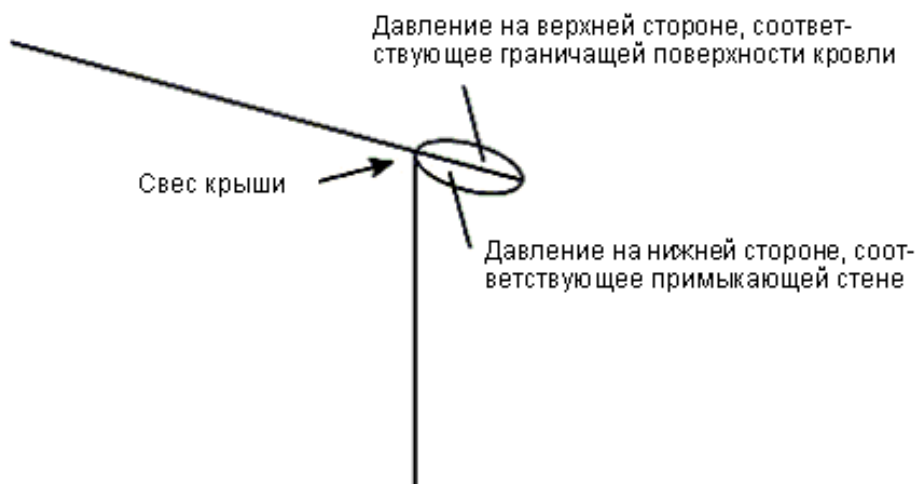


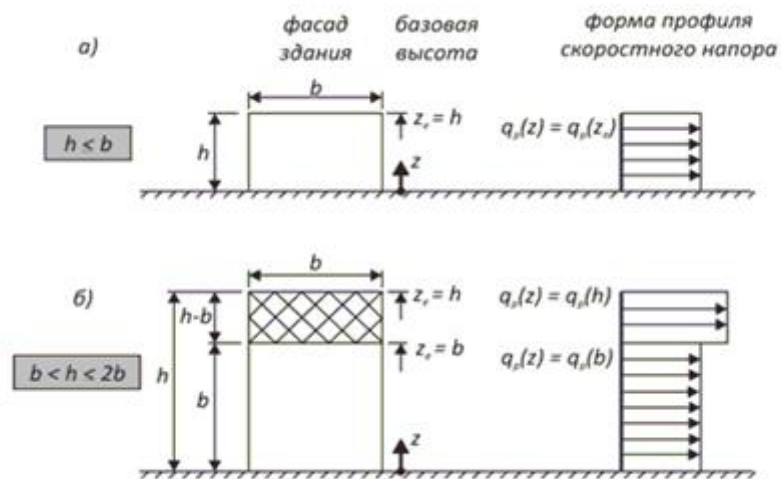
Рисунок 7.3[7.3] — Давления при свесе крыши.

7.2.2[7.2.2] Вертикальные стены прямоугольных в плане зданий

(1) Для наветренных стен прямоугольных в плане зданий (зона D на Рисунке 7.5) наружные давления по высоте здания допускается устанавливать дифференцированно согласно Рисунку 7.4. Принимается, что давление в горизонтальных полосах на Рисунке 7.4 по высоте распределено равномерно. В качестве базовой высоты z_e для скоростного напора рассматриваемой полосы следует брать высоту до его верхней отметки. Дифференцирование осуществляется в зависимости от отношения высоты здания к его ширине h/b следующим образом:

- для зданий с $h \leq b$ принимается одна полоса высотой h ;
- для зданий с $b < h \leq 2 \cdot b$ принимается нижняя полоса высотой b , а также верхняя полоса высотой $(h - b)$;
- для зданий с $h > 2 \cdot b$ принимается нижняя полоса высотой b , а также верхняя полоса высотой b , находящаяся между отметками $(h - b)$ и h . Промежуточная зона подразделяется на соответствующее число дополнительных полос высотой h_{strip} , см. Рисунок 7.4.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуются принимать в качестве базовой высоту здания.



ПРИМЕЧАНИЕ Скоростной напор следует принимать равномерно распределённым для каждой горизонтальной полосы.

Рисунок 7.4[7.4] — Базовая высота z_e в зависимости от h и b и профиля скоростного напора

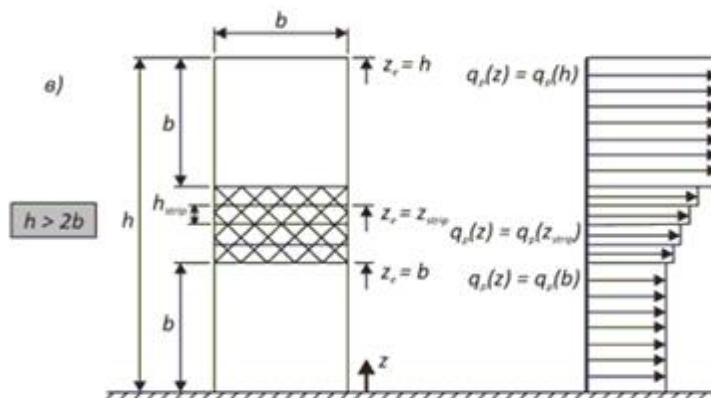


Рисунок 7.4[7.4] — Базовая высота z_e в зависимости от h и b и профиля скоростного напора (продолжение)

(2) Коэффициенты внешнего давления $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1}$ для зон А – Е определены на Рисунке 7.5.

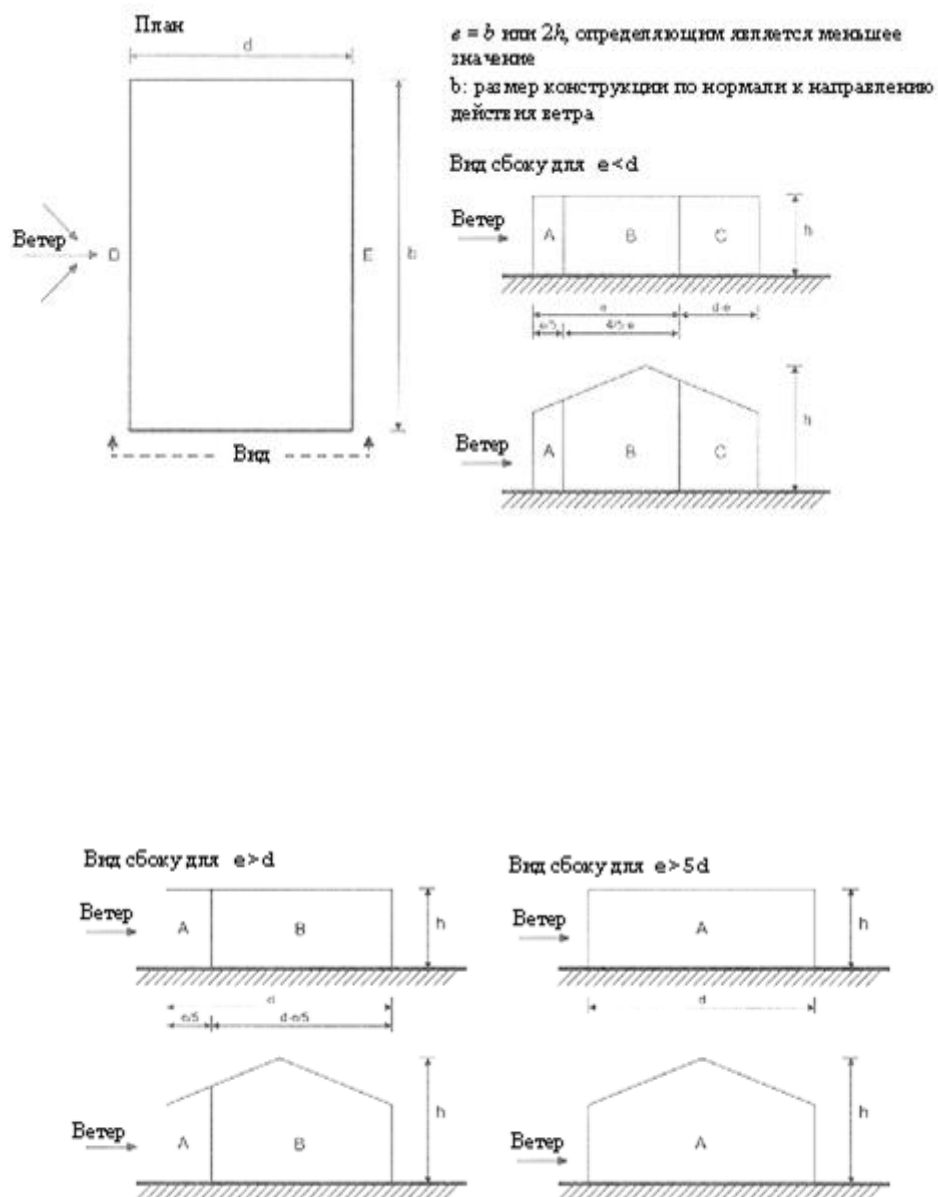


Рисунок 7.5[7.5] — К распределению давления для вертикальных стен

**Таблица 7.1 — Коэффициенты внешнего давления для вертикальных стен
прямоугольных в плане зданий**

Зона	А		В		С		D		Е	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,5	

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуемые значения $c_{pe,10}$ и $c_{pe,1}$ указаны в Таблице 7.1 в зависимости от отношения h/d . Для промежуточных значений допускается линейная интерполяция. Значения, представленные в Таблице 7.1, распространяются также на здания со скатными покрытиями, например, для двускатных или односкатных покрытий.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для зданий с $h/d > 5$ результирующая ветровая нагрузка определяется на основании коэффициентов усилий по 7.6 – 7.8 и 7.9.2.

(3) В случаях, когда ветровое усилие на конструкции зданий определяется через применение коэффициентов давления c_{pe} наветренной и подветренной сторон здания одновременно, отсутствие корреляции между ветровым давлением на наветренные и подветренные стороны (зоны D и E) может учитываться в расчете.

ПРИМЕЧАНИЕ Отсутствие корреляции между ветровыми давлениями на наветренной и подветренной стороне допускается учитывать следующим образом: для зданий с $h/d \geq 5$ результирующее усилие умножается на 1, для зданий с $h/d \leq 1$ результирующее усилие допускается умножать на коэффициент 0,85. Для промежуточных значений h/d допускается линейная интерполяция.

7.2.3 [7.2.3] Плоские покрытия

(1) Плоские покрытия — это покрытия, имеющие уклон менее $\pm 5^\circ$.

(2) Покрытия следует разделять на зоны, как показано на Рисунке 7.6.

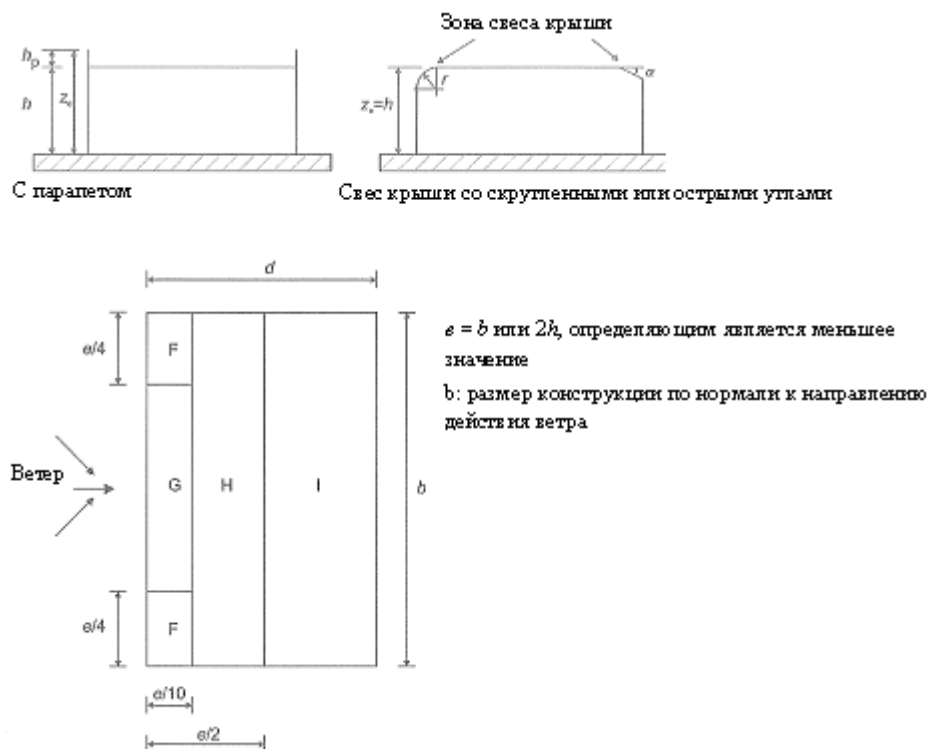


Рисунок 7.6[7.6] — К распределению давления для плоских покрытий

(3) Базовую высоту z_e для плоских покрытий со свесом крыши со скругленными или острыми углами или мансардным свесом крыши принимают равной h , для плоских покрытий с парапетом в соответствии с Рисунком 7.6 принимают $z_e = h + h_p$.

(4) Коэффициенты давления для каждой зоны указаны в Таблице 7.2.

(5) Коэффициент давления для парапета следует определять в соответствии с 7.4.

Таблица 7.2 — Коэффициенты внешнего давления для плоских покрытий

Тип покрытия (крыши)		Зона							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Свес крыши с острыми углами		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
С парапетом	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
Свес крыши со скругленными углами	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	
								-0,2	
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	
								-0,2	
	$r/h=0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	
								-0,2	
Мансардный свес крыши	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	
								-0,2	
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	

Таблица 7.2 — Коэффициенты внешнего давления для плоских покрытий
(продолжение)

							–0,2
	$\alpha = 60^\circ$	–1,3	–1,9	–1,3	–1,9	–0,5	+0,2
							–0,2

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для зон покрытия с парапетом или со свесом крыши со скругленными углами для промежуточных значений h_p/h и g/h допускается линейная интерполяция.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для зон мансардного свеса крыши для промежуточных значений α между $\alpha = 30^\circ$, 45° и 60° допускается линейная интерполяция. Для $\alpha > 60^\circ$ допускается линейная интерполяция между значениями для $\alpha = 60^\circ$ и значениями для плоских покрытий с зоной свеса крыши с острыми углами.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 В зоне I, для которой указываются положительные и отрицательные значения, необходимо учитывать оба значения.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 Коэффициенты внешнего давления для мансардного свеса крыши указываются в Таблице 7.4а «Коэффициенты внешнего давления для двухскатных покрытий» с направлением набегающего потока $\theta = 0^\circ$, зона F и G, в зависимости от угла уклона крыши мансардного типа.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 Для свеса крыши со скругленными углами коэффициенты внешнего давления определяются линейной интерполяцией по кривой между значениями вертикальной стены и покрытия.

7.2.4 [7.2.4] Односкатные покрытия

- (1) Покрытие, включая свесы, подразделяется на зоны по Рисунку 7.7.
- (2) Базовую высоту z_e следует принимать равной $z_e = h$.
- (3) Коэффициенты внешнего давления для каждой зоны, которые следует использовать в расчетах, даны в Таблицах 7.3а и 7.3б.

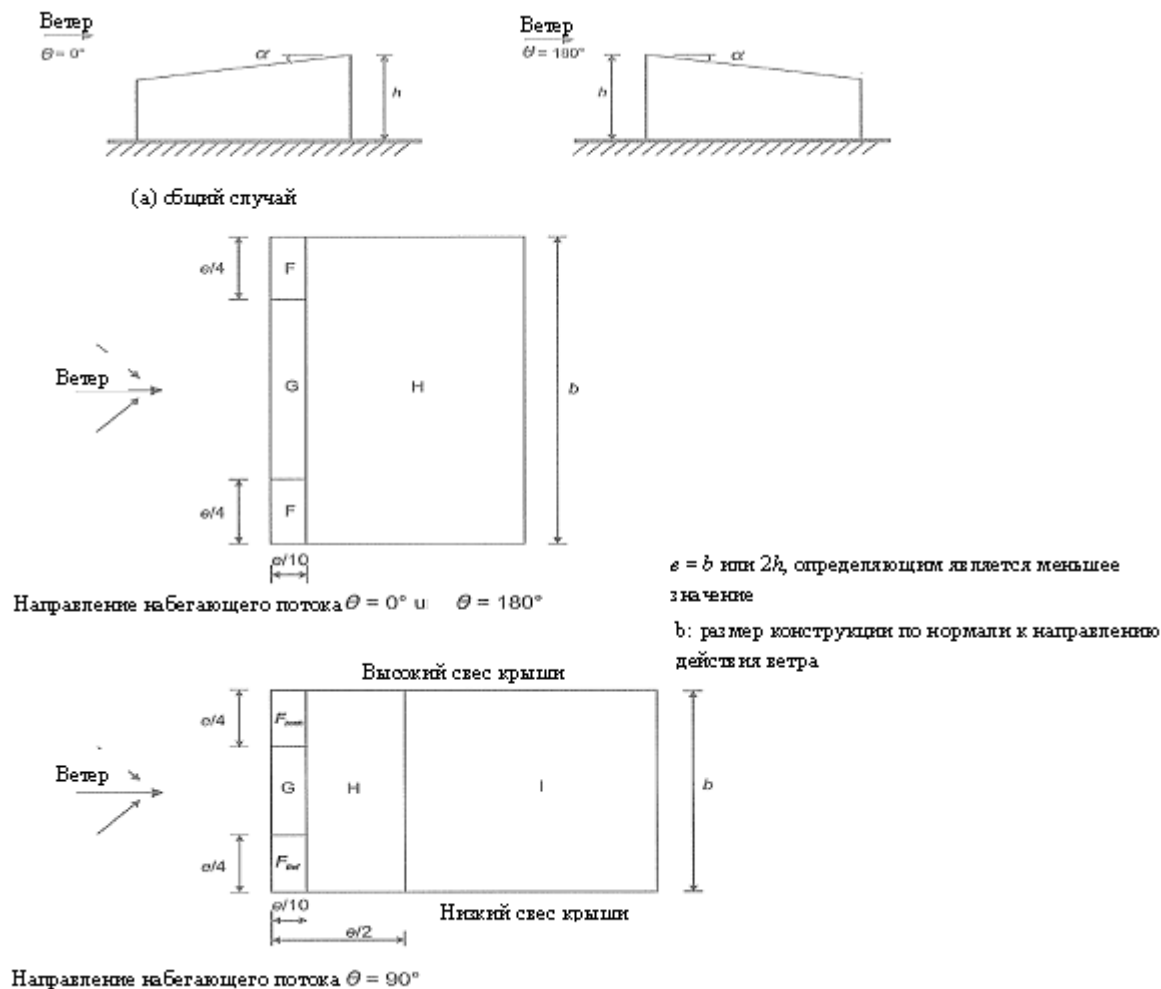


Рисунок 7.7[7.7] — К распределению давления для односкатных покрытий

Таблица 7.3а — Коэффициенты внешнего давления для односкатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$						Зона для направления набегающего потока $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							

Таблица 7.3а — Коэффициенты внешнего давления для односкатных покрытий
(продолжение)

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$						Зона для направления набегающего потока $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Таблица 7.3б — Коэффициенты внешнего давления для односкатных покрытий

Угол уклона α	Зона направления набегающего потока $\theta = 90^\circ$									
	F_{hoch}		F_{tief}		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Таблица 7.3b — Коэффициенты внешнего давления для односкатных покрытий
(продолжение)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ (см. Таблицу 7.3a) и для углов уклона от $\alpha = +5^\circ$ до $\alpha = +45^\circ$ происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указываются как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий оба случая необходимо учитывать отдельно: 1) только положительные значения и 2) только отрицательные значения. Сочетание положительных и отрицательных значений для одной и той же поверхности покрытия не допускается.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для уклона крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если знак коэффициента давления не меняется. Значение, равное нулю, указано для интерполяции.

7.2.5[7.2.5]Двухскатные покрытия

- (1) Покрытие, включая свесы, подразделяется на зоны по Рисунку 7.8.
- (2) Базовую высоту z_e следует принимать равной h .
- (3) Коэффициенты внешнего давления для каждой зоны, которые следует использовать в расчетах, даны в Таблицах 7.4a и 7.4b.

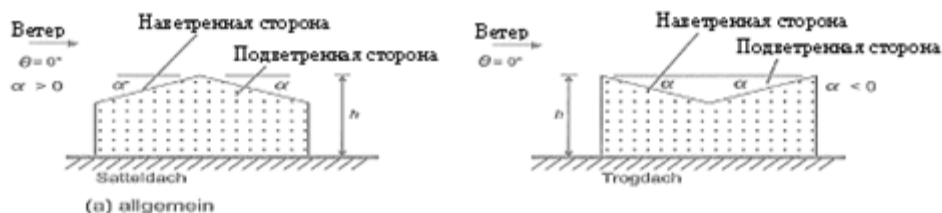


Рисунок 7.8[7.8] — К распределению ветрового давления для двухскатных покрытий

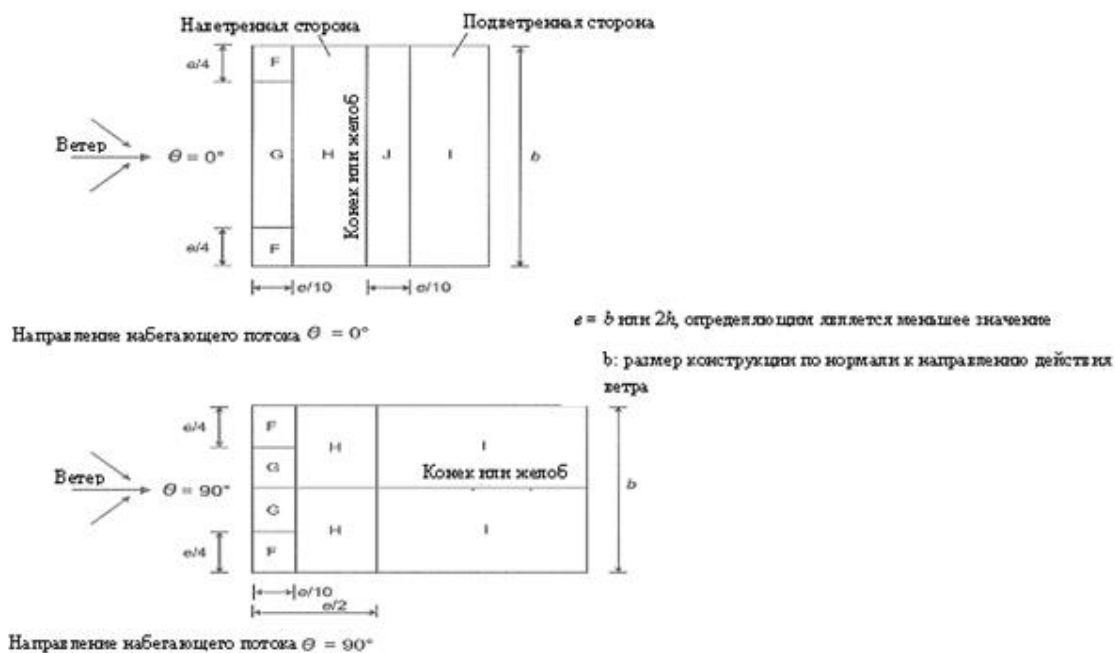


Рисунок 7.8[7.8] — К распределению ветрового давления для двухскатных покрытий (продолжение)

Таблица 7.4а — Коэффициенты для внешнего давления для двухскатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	

Таблица 7.4a — Коэффициенты для внешнего давления для двухскатных покрытий
(продолжение)

15°	−0,9	−2,0	−0,8	−1,5	−0,3	−0,4	−1,0	−1,5
	+0,2		+0,2		+0,2	+0,0	+0,0	+0,0
30°	−0,5	−1,5	−0,5	−1,5	−0,2	−0,4	−0,5	
	+0,7		+0,7		+0,7	+0,0	+0,0	
45°	−0,0		−0,0		−0,0	−0,2	−0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6	+0,0	+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7	−0,2	−0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8	−0,2	−0,3	

Таблица 7.4b — Коэффициенты внешнего давления для двухскатных покрытий

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
−45°	−1,4	−2,0	−1,2	−2,0	−1,0	−1,3	−0,9	−1,2
−30°	−1,5	−2,1	−1,2	−2,0	−1,0	−1,3	−0,9	−1,2
−15°	−1,9	−2,5	−1,2	−2,0	−0,8	−1,2	−0,8	−1,2
−50°	−1,8	−2,5	−1,2	−2,0	−0,7	−1,2	−0,6	−1,2
5°	−1,6	−2,2	−1,3	−2,0	−0,7	−1,2	−0,6	
15°	−1,3	−2,0	−1,3	−2,0	−0,6	−1,2	−0,5	

Таблица 7.4b — Коэффициенты внешнего давления для двухскатных покрытий
(продолжение)

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

7.2.6 [7.2.6] Вальмовые покрытия

(1) Покрытие, включая свесы, делится на зоны по Рисунку 7.9. Базовую высоту z_e следует принимать равной h .

(3) Коэффициенты внешнего давления для каждой зоны, которые следует использовать в расчетах, даны в Таблице 7.5.

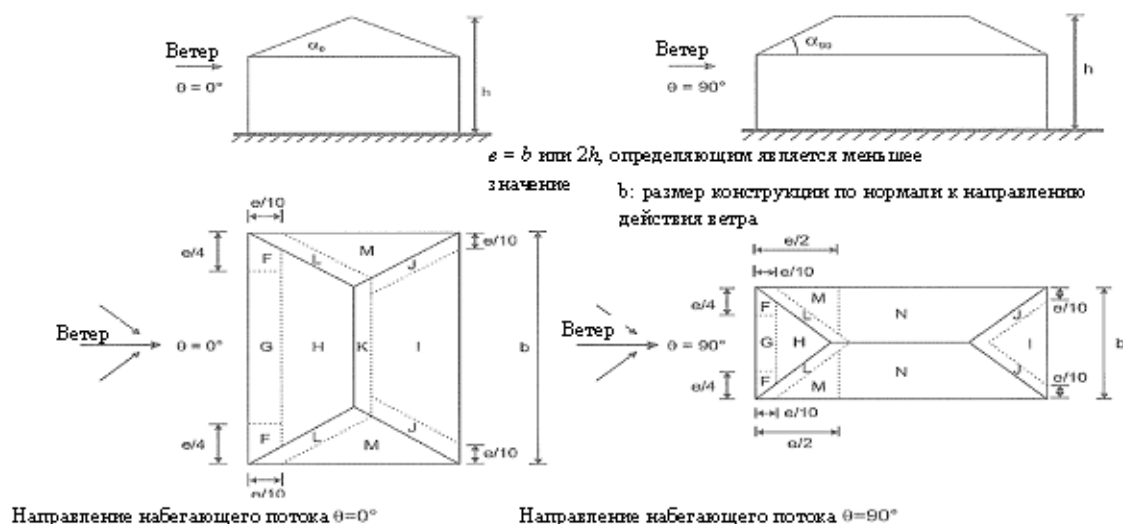


Рисунок 7.9 [7.9] — К распределению давления для вальмовых покрытий.

Таблица 7.5 — Коэффициенты внешнего давления для вальмовых покрытий

Угол уклона α_0 для $\theta = 0^\circ$, α_{90} для $\theta = 90^\circ$	Зона направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и $\theta = 90^\circ$																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,1}$	
5°	—	—	—	—	—	—	—0,3		—0,6		—0,6		—	—	—	—	—0,4	
	1,7	—2,5	—1,2	—2,0	—0,6	—1,2							—1,2	—2,0	—0,6	—1,2		
	+0,0		+0,0		+0,0													
15°	—	—	—	—	—	—	—0,5		—1,0		—1,2		—	—	—	—	—0,3	
	0,9	—2,0	—0,8	—1,5	—0,3	—							—1,4	—2,0	—0,6	—1,2		
	+0,2		+0,2		+0,2													
30°	—	—	—	—	—	—	—0,4		—0,7		—0,5		—	—	—	—	—0,2	
	0,5	—1,5	—0,5	—1,5	—0,2	—							—1,4	—2,0	—0,8	—1,2		
	+0,5		+0,7		+0,4													
45°	—0,0		—0,0		—0,0		—0,3		—0,6		—0,3		—1,3	—2,0	—0,8	—1,2	—0,2	
	+0,7		+0,7		+0,6													
60°	+0,7		+0,7		+0,7		—0,3		—0,6		—0,3		—1,2	—2,0	—0,4		—0,2	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		—0,3		—0,6		—0,3		—1,2	—2,0	—0,4		—0,2	
ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и для угла уклона от $\alpha = +5^\circ$ до $\alpha = +45^\circ$ давление с наветренной стороны происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указываются как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий должны отдельно учитываться два случая: 1) только положительные значения и 2) только отрицательные значения. Сочетание положительных и отрицательных значений на одной и той же поверхности покрытия не допускается. ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для уклонов крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если не меняется знак коэффициента давления. Значение «нуль» указано в целях интерполяции. ПРИМЕЧАНИЕ 3 Уклон крыши с наветренной стороны является определяющим для коэффициентов давления.																		

7.2.7[7.2.7]Шедовые (многопролетные) покрытия

(1) Значение коэффициентов давления для направлений ветра 0° , 90° и 180° для каждого из пролетов многопролетного покрытия могут быть получены из значений

коэффициентов для каждого отдельного пролета. Модифицированные коэффициенты для давлений (локальных и общих (глобальных)) для направлений ветра 0° и 180° для каждого пролета должны быть получены:

- для шедовых покрытий по Рисунку 7.10 (a) и (b) используют коэффициенты давления односкатных покрытий по 7.2.4. При направлении набегающего потока, параллельном конькам, применяют значения Таблицы 7.3 для $\theta = 90^\circ$. Для направлений набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и 180° значения Таблиц 7.3a и 7.3b уменьшают с учетом коэффициентов по Рисунку 7.10 (a) или (b);
- давления для покрытий корытообразного сечения по 7.2.5. При направлении набегающего потока, параллельном конькам, применяют значения Таблицы 7.4a и 7.4b для $\theta = 90^\circ$. Для направлений набегающего потока $\theta = 0^\circ$ и 180° значения Таблицы 7.4a и 7.4b для $\theta = 0^\circ$ уменьшают с учетом коэффициентов по Рисунку 7.10 (c) или (d).

(2) При этом зоны F, G и J используют только для наветренной поверхности первого пролета покрытия. Зоны H и I должны рассматриваться для каждого пролета многопролетного (шедового) покрытия.

(3) Базовую высоту z_e следует принимать равной h , см. Рисунок 7.10.

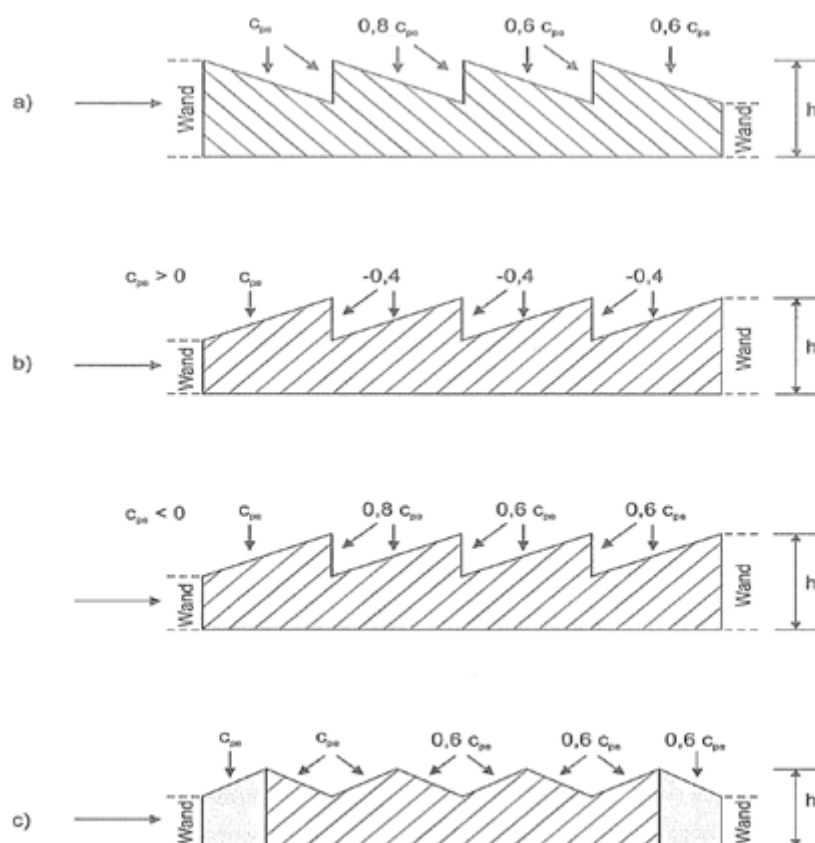
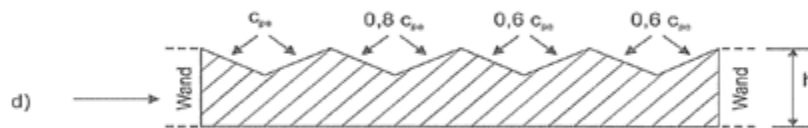


Рисунок 7.10 [7.10] — К распределению давления для многопролетных скатных (шедовых) покрытий



Стена

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для конфигурации b) рассматривают два случая в зависимости от знака коэффициента давления c_{pe} для первого пролета покрытия.

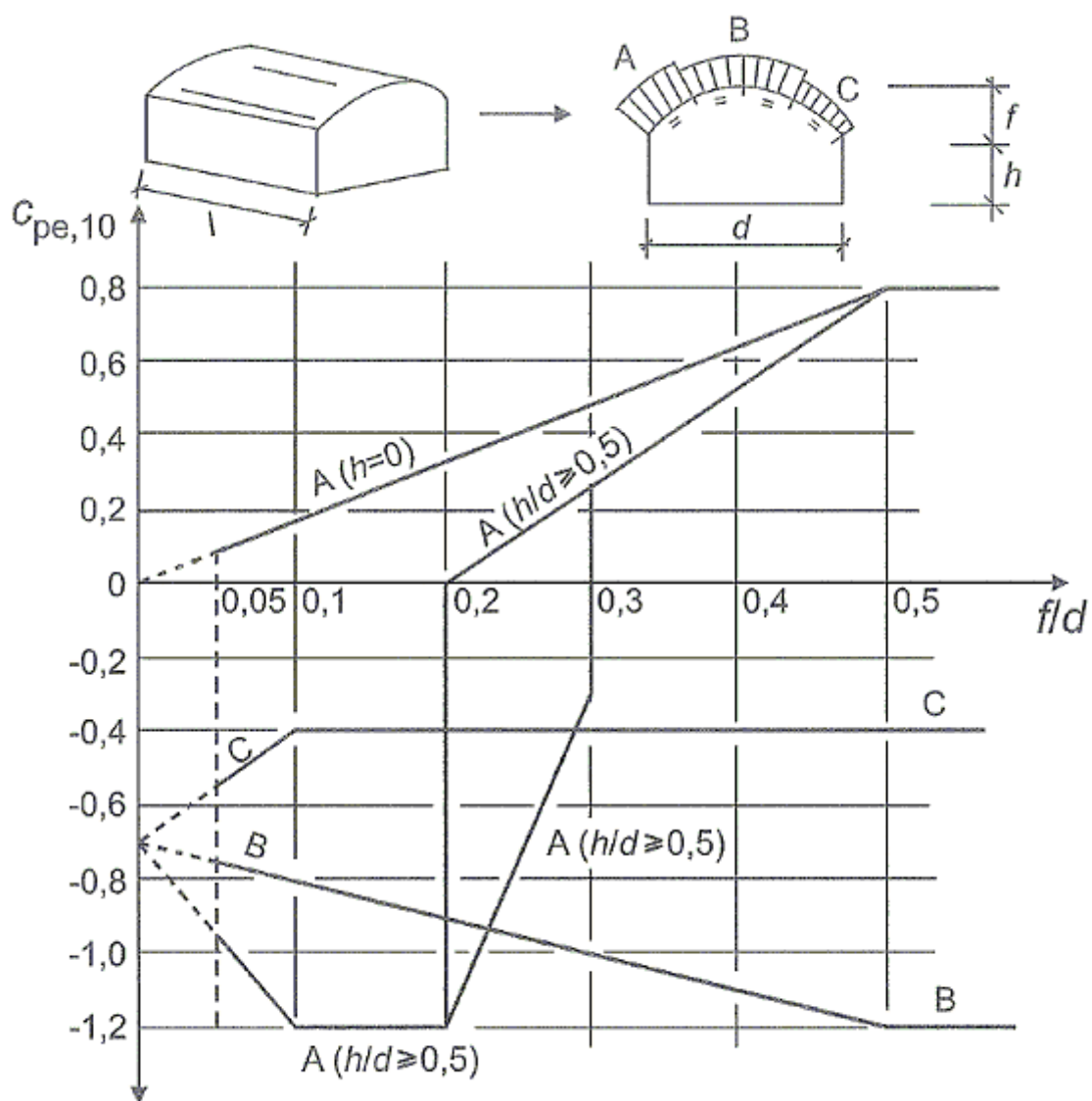
ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для конфигурации c) первым значением c_{pe} является значение c_{pe} для односкатного покрытия, следующие значения c_{pe} — значение c_{pe} для покрытия корытообразного сечения.

Рисунок 7.10 [7.10] — К распределению давления для многопролетных скатных (шедовых) покрытий (продолжение)

7.2.8 [7.2.8] Сводчатые покрытия и купола

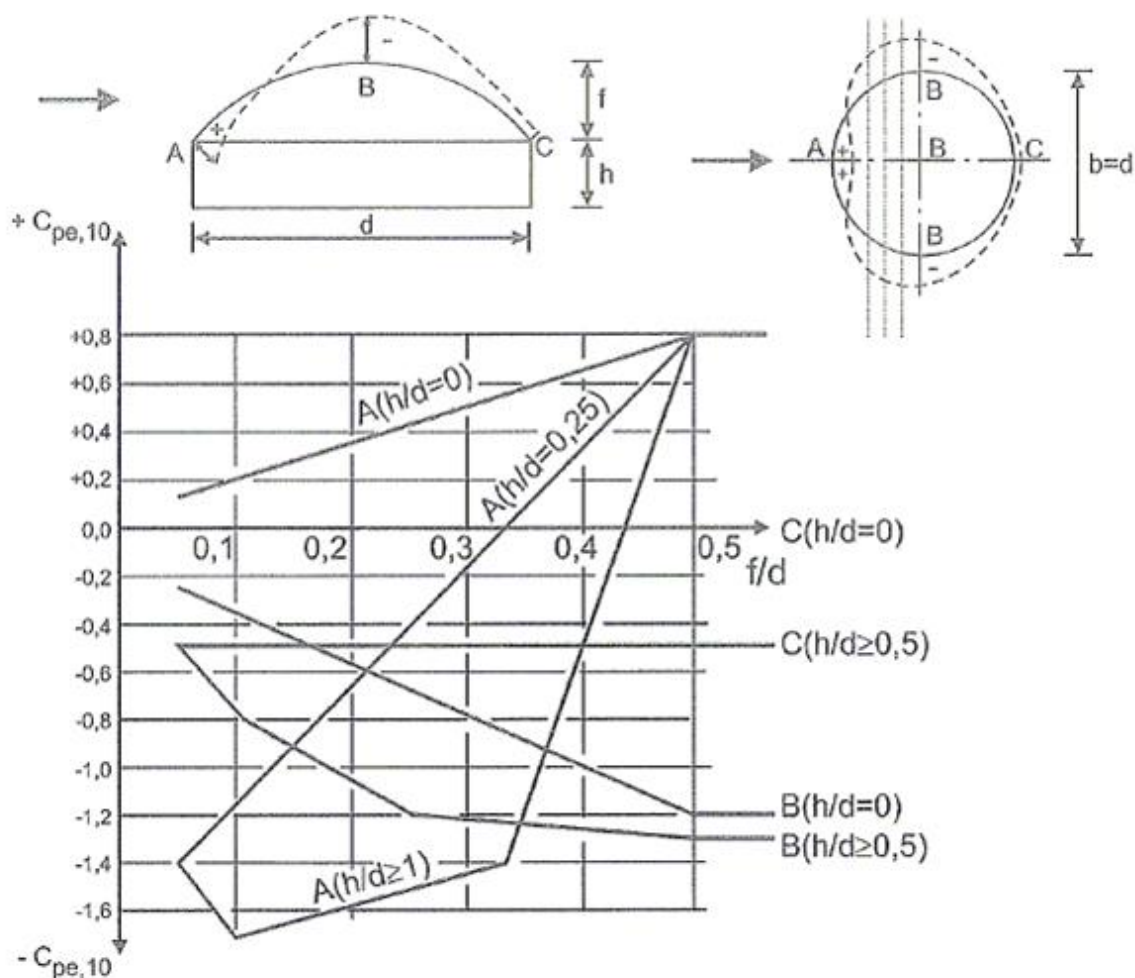
(1) Данный раздел распространяется на покрытия круглой цилиндрической формы и купола.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемые значения $c_{pe,10}$ для разных зон на покрытии указаны на Рисунках 7.11 и 7.12. Базовая высота равна $z_e = h + f$.



При $0 < h/d < 0,5$ значение $c_{pe,10}$ определяют линейной интерполяцией, при $0,2 < f/d < 0,3$ и $h/d \geq 0,5$ учитывают два значения $c_{pe,10}$. Диаграмма не распространяется на плоские покрытия

Рисунок 7.11 [7.11] — Рекомендуемые значения коэффициентов внешнего ветрового давления $c_{pe,10}$ для сводчатых покрытий прямоугольных в плане зданий



Значение $C_{pe,10}$ постоянно вдоль отрезков дуги, образуемой пересечением оболочки с плоскостью нормальной направлению набегающего потока. Его можно определить в первом приближении с помощью линейной интерполяции между значениями вдоль дуг, параллельно направлению действия ветра для зон А, В и С. Так же посредством линейной интерполяции можно определить значения $C_{pe,10}$ на основании приведенного выше Рисунка для зоны А при условии, что $0 < h/d < 1$, и для зоны В или С при условии, что $0 < h/d < 0,5$.

Рисунок 7.12 [7.12] — Рекомендуемые значения коэффициентов внешнего давления $C_{pe,10}$ для куполов круглых в плане зданий.

(2) Коэффициенты давления для поверхностей стен прямоугольных в плане зданий со сводчатыми покрытиями содержатся в 7.2.2.

7.2.9 [7.2.9] Внутреннее давление

(1) Р Внутреннее и внешнее давления следует рассматривать действующими в одно и тоже время. В помещениях с проницаемыми наружными ограждениями необходимо учитывать внутреннее давление, если его действие неблагоприятно. При этом внутреннее

давление действует на все внутренние стены помещения одновременно и имеет одинаковые знаки.

(2) Коэффициент внутреннего давления c_{pi} зависит от величины и расположения проемов в наружном ограждении здания. Если не менее чем для двух поверхностей здания (фасад и покрытие) общая площадь проемов для каждой из них превышает 30 % общей площади одной поверхности, то обе поверхности считаются полностью открытыми и ветровая нагрузка на рассматриваемое здание определяется на основании правил, установленных в 7.3 и 7.4.

ПРИМЕЧАНИЕ Проемы здания включают небольшие проемы, такие как открытые окна, вентиляционные проемы, дымоходы и т. п., а также общую негерметичность, которая, к примеру, создается за счет неплотных дверей, окон или наружного ограждения. Данная общая негерметичность обычно составляет от 0,01 % до 0,1 % площади наружной поверхности.

(3) Значительные по площади наружные проемы (доминантные), такие как двери и окна в предельном состоянии по несущей способности, например при шквалистом ветре, рассматриваются закрытыми, случай с открытыми дверями и окнами должен рассматриваться как особая расчетная ситуация в соответствии с EN 1990.

ПРИМЕЧАНИЕ Проверка в особой расчетной ситуации особенно важна для высоких внутренних стен (с высоким риском угрозы обрушения), если на них по причине наличия проема в наружном ограждении здания приходится вся внешняя ветровая нагрузка.

(4) Поверхность здания следует принимать как доминантную, если общая площадь проемов на данной поверхности не менее чем в 2 раза превышает суммарную площадь всех проемов и неплотностей оставшихся поверхностей здания.

ПРИМЕЧАНИЕ Это может также распространяться на отдельные помещения внутри здания.

(5) Для здания с доминантной поверхностью внутреннее давление следует принимать как часть от внешнего давления, действующего на площадь проемов на доминантной стороне. Если общая площадь проемов на доминантной стороне в 2 раза превышает суммарную площадь всех проемов оставшихся поверхностей здания, то применяют:

$$c_{pi} = 0,75 \cdot c_{pe}. \quad (7.1)[7.1]$$

Если общая площадь проемов на доминантной стороне не менее чем в 3 раза превышает суммарную площадь всех проемов оставшихся поверхностей здания, то применяют:

$$c_{pi} = 0,90 \cdot c_{pe}. \quad (7.2)[7.2]$$

Значением c_{pe} в этом случае является коэффициент внешнего давления на доминантной поверхности. Если площадь проемов доминантной поверхности

располагается в зонах с разными коэффициентами внешнего давления, то определяют средневзвешенное значение c_{pe} с применением площадей проемов.

Если общая площадь проемов на доминантной поверхности менее трехкратного значения, но более удвоенной суммы всех площадей проемов здания, то значение c_{pi} допускается определять линейной интерполяцией.

(6) В зданиях без доминантной поверхности значение c_{pi} допускается определять по Рисунку 7.13. Значение c_{pi} в этом случае зависит от высоты h и ширины d здания, а также от степени проницаемости наружного ограждения μ для каждого направления набегающего потока θ . Степень проницаемости наружного ограждения μ получают следующим образом:

$$\mu = \frac{\sum \text{площадей проемов при } c_{pe} \leq 0}{\sum \text{площадей всех проемов}} \quad (7.3)[7.3]$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Это требование распространяется на фасады и покрытия зданий с наличием и без наличия внутренних стен.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Если нельзя определить приемлемый параметр проницаемости наружного ограждения μ или в случае невозможности расчета, для значения c_{pi} применяют самое неблагоприятное значение из плюс 0,2 и минус 0,3.

(7) Базовая высота для внутреннего давления должна быть равной базовой высоте z_e для внешнего давления на боковые поверхности (см. 5.1(1)Р), проемы которых вызывают возникновение внутреннего давления. При наличии нескольких проемов за базовую высоту z_i принимают максимальную из полученных значений z_e .

Коэффициент внутреннего давления для открытых бункеров (силосов) и дымовых труб равен:

$$c_{pi} = -0,60. \quad (7.4)[7.4]$$

Коэффициент внутреннего давления для вентилируемых резервуаров с небольшими проемами равен:

$$c_{pi} = -0,40. \quad (7.5)[7.5]$$

Базовая высота z_i соответствует высоте h сооружения.

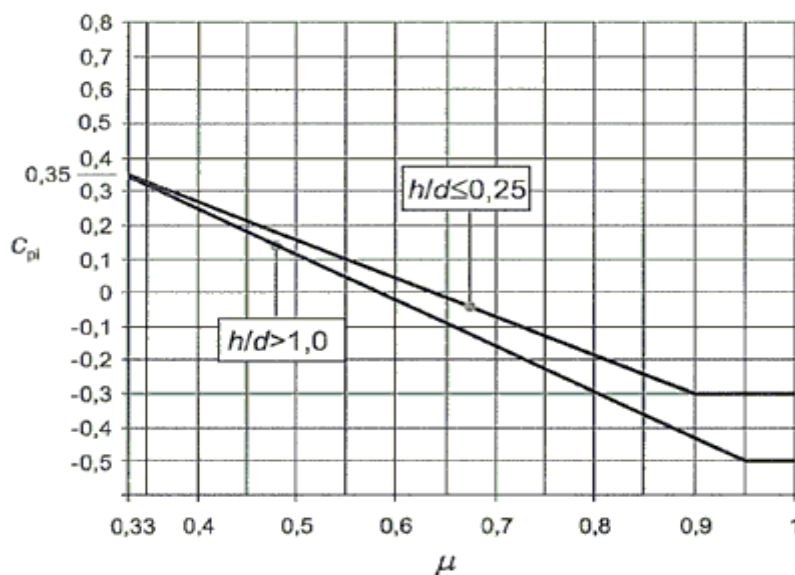


Рисунок 21[7.13] — Коэффициенты внутреннего давления при равномерно распределенных проемах. При $0,25 < h/d \leq 1$ допускается линейная интерполяция

7.2.10 [7.2.10] Давление на многослойные стены и покрытия

- (1) Ветровую нагрузку следует рассчитывать отдельно для каждого слоя.
- (2) Степень проницаемости слоя μ следует определять как отношение суммы всех площадей проемов к общей площади слоя. Слой считается непроницаемым, если значение μ не превышает 0,1 %.
- (3) Если проницаемым является только один слой, то ветровую нагрузку на непроницаемый слой следует рассчитывать в соответствии с 5.2(3) как разность между внутренним и внешним ветровым давлением. Если более чем один слой является проницаемым, ветровое усилие в каждом слое зависит от:

- относительной жесткости слоев;
- внешнего и внутреннего давления;
- расстояния между слоями;
- проницаемости слоев;
- наличия проемов в наружных слоях ограждений между слоями.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 В качестве первого приближения рекомендуется рассчитывать ветровое воздействие на слой с максимальной жесткостью как разность внутреннего и внешнего давления.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для случаев, когда промежуточные слои ограждения непроницаемы (см. Рисунок 7.14 (а)) и когда расстояние в свету между слоями менее 100 мм (включая теплоизоляцию, если она не вентилируемая). В качестве приближения могут использоваться следующие правила:

- для стен и покрытий с непроницаемым внутренним слоем и пористым внешним слоем с равномерно распределенными проемами ветровое воздействие на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$ — для избыточного давления и $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ — для пониженного давления (разрежение). Воздействие ветра на внутренний слой следует определять с использованием $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.

- для стен и покрытий с непроницаемым внутренним слоем и непроницаемым и более жестким внешним слоем воздействие ветра на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$;
- для стен и покрытий с проницаемым внутренним слоем с равномерно распределенными проемами и непроницаемым внешним слоем ветровое воздействие на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$, а ветровое воздействие на внутренний слой — с использованием $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$;
- для стен и покрытий с непроницаемым внешним слоем ветровое воздействие на внешний слой следует рассчитывать с использованием $c_{p,net} = c_{pe}$, а ветровое воздействие на внутренний слой—с применением $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$.

Если проемы вызывают взаимодействие воздушных слоев с воздушными слоями других поверхностей здания, отличных от рассматриваемых (см. Рисунок 7.14(b)), данные правила не применимы.

a)



b)



a) замкнутая угловая зона b) открытая угловая зона

Рисунок 7.14 [7.14] — Угловые элементы многослойных наружных ограждений

7.3 [7.3] Отдельно стоящие навесы

(1) Отдельно стоящие навесы — это покрытия, которые не сопряжены со стенами, например навесы на заправочных станциях или навесы на перронах.

(2) Степень заграждения для отдельно стоящих навесов ϕ в соответствии с Рисунком 7.15 равна отношению заграждаемой площади к общей площади поперечного сечения под покрытием. Обе площади ориентированы нормально к направлению набегающего потока.

ПРИМЕЧАНИЕ $\phi = 0$ представляет отдельно стоящий навес без заграждения, а $\phi = 1$ следует понимать как загражденный отдельно стоящий навес (это не замкнутое здание).

(3) Коэффициенты усилия c_f , указанные в Таблицах 7.6 – 7.8, и общие коэффициенты давления $c_{p,net}$ для $\phi = 0$ и $\phi = 1$ учитывают результирующую ветровую нагрузку на верхнюю и нижнюю стороны навеса для всех направлений набегающего потока. Промежуточные значения вычисляются интерполированием.

(4) С подветренной стороны применяют значения $c_{p,net}$ максимального заграждения для $\varphi = 0$.

(5) Коэффициент усилия c_f характеризует результирующую силу ветра. Коэффициент давления нетто $c_{p,net}$ определяет максимальное местное давление для всех направлений набегающего потока. Его применяют при расчете элементов покрытий и анкерных креплений.

(6) Отдельно стоящие навесы рассчитывают для следующих схем приложения нагрузки:

- для отдельно стоящих односкатных навесов (Таблица 7.6) следует принимать точку приложения результирующей силы ветрового давления на расстоянии $d/4$ от наветренной стороны (d — размер параллельно действию направления ветра, см. Рисунок 7.16);
- для двухскатных навесов и навесов корытообразного сечения (Таблица 7.7) следует принимать точку приложения результирующей силы ветрового давления в центре наклонной поверхности навеса (см. Рисунок 7.17). Дополнительно для двухскатного навеса или навеса корытного сечения принимают одностороннюю нагрузку на поверхности с максимальной или минимальной нагрузкой, другой слой при этом является незагруженным;
- для отдельно стоящих шедовых навесов нагрузку определяют, применяя значения $c_{p,net}$ по Таблице 7.7 и понижающие коэффициенты ψ_{mc} по Таблице 7.8.

Для отдельно стоящих навесов с двухслойными оболочками применяют правила 7.2.10.

(7) Необходимо учитывать силы трения (см. 7.5).

(8) Базовая высота z_e соответствует высоте h согласно с Рисунками 7.16 и 7.17.

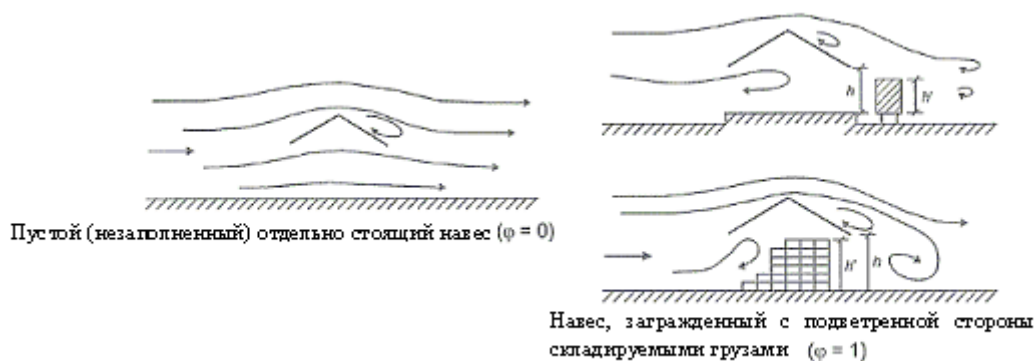


Рисунок 7.15[7.15] — Обтекание отдельно стоящих навесов

Таблица 7.6 — Значения $c_{p,net}$ и c_f для отдельно стоящих односкатных навесов

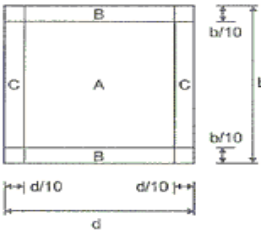
Угол уклона α	Степень заграждения φ	Коэффициент усилия c_f	Коэффициенты давления нетто $c_{p,net}$		
			План		
					
			Зона А	Зона В	Зона С
0°	Максимум все φ	+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	Минимум $\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Максимум все φ	+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,6
10°	Максимум все φ	+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	Минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Максимум все φ	+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
	Минимум $\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
	Минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Максимум все φ	+0,8	+1,7	+2,9	+2,1

Таблица 7.6 — Значения $c_{p,net}$ и c_f для отдельно стоящих односкатных навесов
(продолжение)

	Минимум $\varphi = 0$	–1,3	–2,2	–2,8	–2,9
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,6	–2,9	–3,0
25°	Максимум все φ	+1,0	+2,0	+3,1	+2,3
	Минимум $\varphi = 0$	–1,6	–2,6	–3,2	–3,2
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,5	–2,5	–2,8
30°	Максимум все φ	+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	Минимум $\varphi = 0$	–1,8	–3,0	–3,8	–3,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,5	–2,2	–2,7

ПРИМЕЧАНИЕ Положительные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вниз. Отрицательные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вверх.

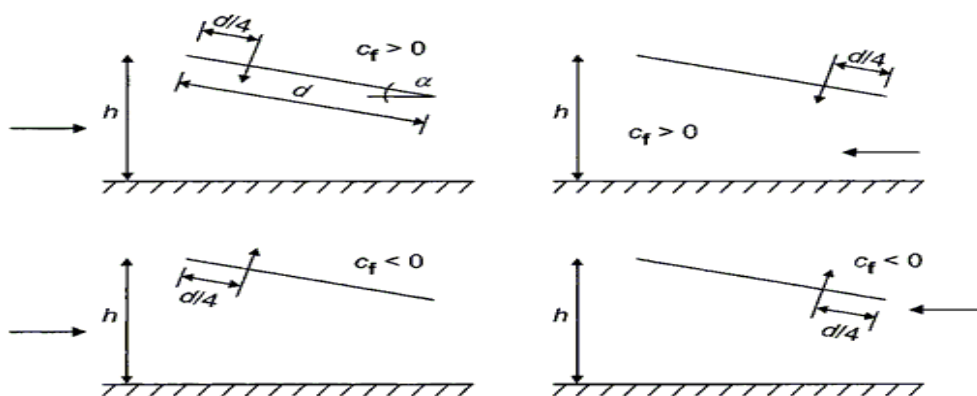


Рисунок 7.16 [7.16] — Положение центра точки приложения результирующего ветрового давления для отдельно стоящих односкатных навесов

Таблица 7.7— Значения $c_{p,net}$ и c_f для отдельно стоящих двухскатных навесов и навесов корытного сечения

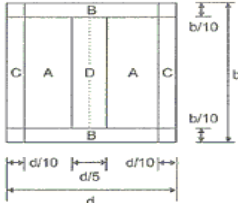
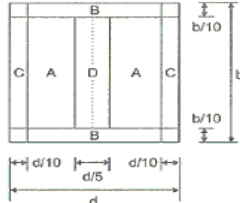
Угол уклона α	Степень заграждения φ	Коэффициент усилия c_f	Коэффициенты давления нетто $c_{p,net}$			
			План 			
			Зона А	Зона В	Зона С	Зона D
–20°	Максимум все φ	+0,7	+0,8	+1,6	+0,6	+1,7
	Минимум $\varphi = 0$	–0,7	–0,9	–1,3	–1,6	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,3	–1,5	–2,4	–2,4	–0,6
–15°	Максимум все φ	+0,5	+0,6	+1,5	+0,7	+1,4
	Минимум $\varphi = 0$	–0,6	–0,8	–1,3	–1,6	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,6	–2,7	–2,6	–0,6
–10°	Максимум все φ	+0,4	+0,6	+1,4	+0,8	+1,1
	Минимум $\varphi = 0$	–0,6	–0,8	–1,3	–1,5	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,4	–1,6	–2,7	–2,6	–0,6
–5°	Максимум все φ	+0,3	+0,5	+1,5	+0,8	+0,8
	Минимум $\varphi = 0$	–0,5	–0,7	–1,3	–1,6	–0,6
	Минимум $\varphi = 1$	–1,3	–1,5	–2,4	–2,4	–0,6
+5°	Максимум все φ	+0,3	+0,6	+1,8	+1,3	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	–0,6	–0,6	–1,4	–1,4	–1,1
	Минимум $\varphi = 1$	–1,3	–1,3	–2,0	–1,8	–1,5

Таблица 7.7— Значения $c_{p,net}$ и c_f для отдельно стоящих двухскатных навесов и навесов корытного сечения (продолжение)

Угол уклона α	Степень заграждения φ	Коэффициент усилия c_f	Коэффициенты давления нетто $c_{p,net}$			
			План			
						
			Зона А	Зона В	Зона С	Зона D
+10°	Максимум все φ	+0,4	+0,7	+1,8	+1,4	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,7	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8
+15°	Максимум все φ	+0,4	+0,9	+1,9	+1,4	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,8	-0,9	-1,7	-1,4	-1,8
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,2	-1,6	-2,1
+20°	Максимум все φ	+0,6	+1,1	+1,9	+1,5	+0,4
	Минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,2	-1,8	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,2	-1,6	-2,1
+25	Максимум все φ	+0,7	+1,2	+1,9	+1,6	+0,5
	Минимум $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,0	-1,5	-2,0
+30°	Максимум все φ	+0,9	+1,3	+1,9	+1,6	+0,7
	Минимум $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-2,0
ПРИМЕЧАНИЕ Положительные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вниз. Отрицательные значения означают результирующую ветровую нагрузку, направленную вверх.						

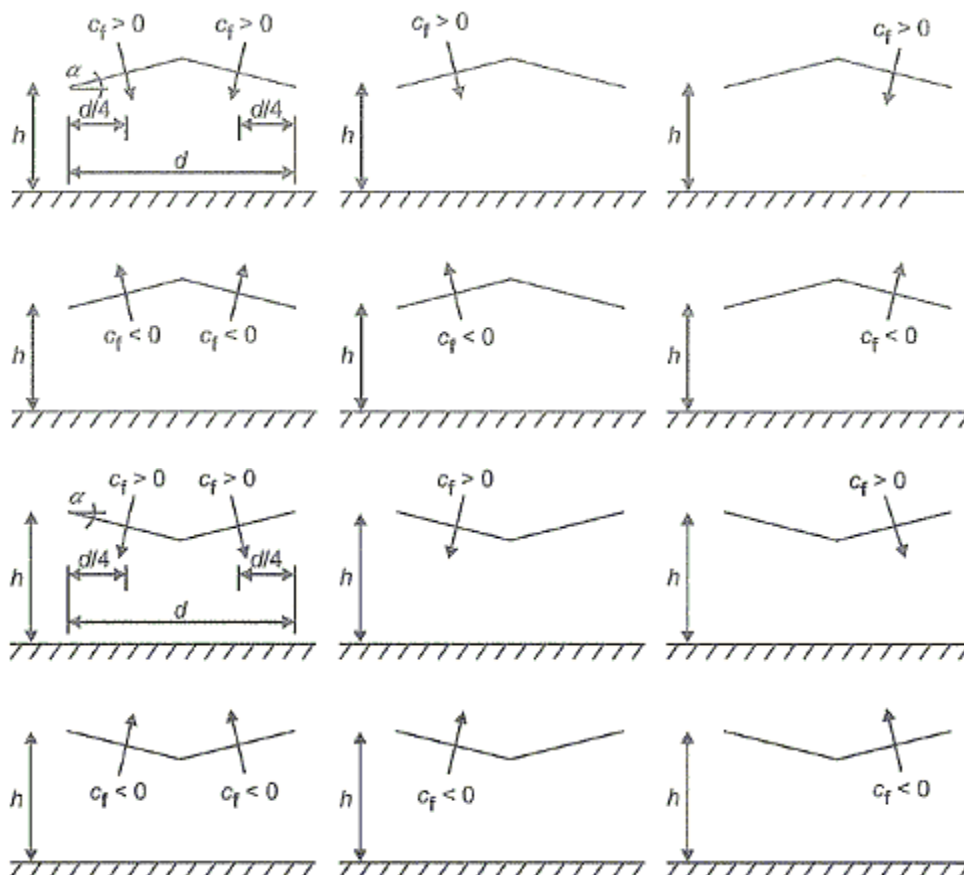


Рисунок 25[7.17] — Схемы приложения нагрузки для двухскатных навесов и навесов корытообразного сечения

(9) Нагрузки на каждый отдельный скат отдельно стоящих многопролетных (шедовых) навесов (см. Рисунок 7.18) следует определять с применением нагрузок для отдельно стоящего, изолированного двухскатного навеса или навеса корытообразного сечения с понижающим коэффициентом ψ_{mc} по Таблице 7.8.

Таблица 7.8 — Понижающие коэффициенты ψ_{mc} для отдельно стоящих многопролетных (шедовых) навесов

Площадь навеса по Рисунку 7.18	Местоположение	Значение ψ_{mc} для всех φ	
		На максимальной (вниз)	На минимальной (вверх)
		Коэффициенты усилия и коэффициенты давления	Коэффициенты усилия и коэффициенты давления
1	Первый (крайний) пролет покрытия	1,0	0,8
2	Второй пролет покрытия	0,9	0,7
3	Третий пролет покрытия	0,7	0,7

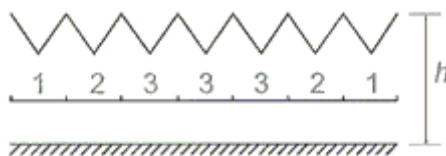


Рисунок 7.18 [7.18] — Отдельно стоящие шедовые навесы с обозначением пролета покрытия

7.4 [7.4] Отдельно стоящие стены, парапеты, ограждения и рекламные щиты

(1) Коэффициенты давления нетто $c_{p,net}$ для отдельно стоящих стен и парапетов зависят от коэффициента проемности ϕ . Для сплошных стен коэффициент проемности ϕ устанавливается равным 1, для стен с долей проемов 20 % $\phi = 0,8$. Проницаемые стены и ограждения с коэффициентом проемности $\phi \leq 0,8$ следует рассматривать как решетчатые конструкции по 7.11.

ПРИМЕЧАНИЕ Парапеты и шумозащитные экраны на мостах см. в Разделе 8.

7.4.1 [7.4.1] Отдельно стоящие стены и парапеты

Отдельно стоящие стены и парапеты для определения коэффициентов давления $c_{p,net}$ подразделяют на зоны А – D по Рисунок 7.19.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемые значения $c_{p,net}$ указаны в Таблице 7.9 для двух различных коэффициентов проемности (см. 7.4(1)). Данные значения возникают при наклонном направлении набегающего потока — для стен без угла (см. Рисунок 7.19) или при действии ветра в двух направлениях — для стен с углом по Рисунок 7.19. Базовой площадью в обоих случаях является общая площадь стены. Для коэффициентов проемности между 0,8 и 1,0 допускается линейная интерполяция.

Таблица 7.9 — Коэффициенты давления $c_{p,net}$ для отдельно стоящих стен и парапетов

Коэффициент проемности	Зона		A	B	C	D
$\varphi = 1$	Стена без угла	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Стена с углом с длиной стороны $\geq h^a)$		$\pm 2,1$	$\pm 1,8$	$\pm 1,4$	$\pm 1,2$
$\varphi = 0,8$			$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$
^{a)} При длине стороны стены с углом между значениями 0,0 и h допускается линейная интерполяция.						

(2) Базовая высота отдельно стоящей стены z_e должна устанавливаться по Рисунку 7.19 с применением $z_e = h$. Базовая высота парапетов определяется как $z_e = (h + h_p)$, см. Рисунок 7.6.

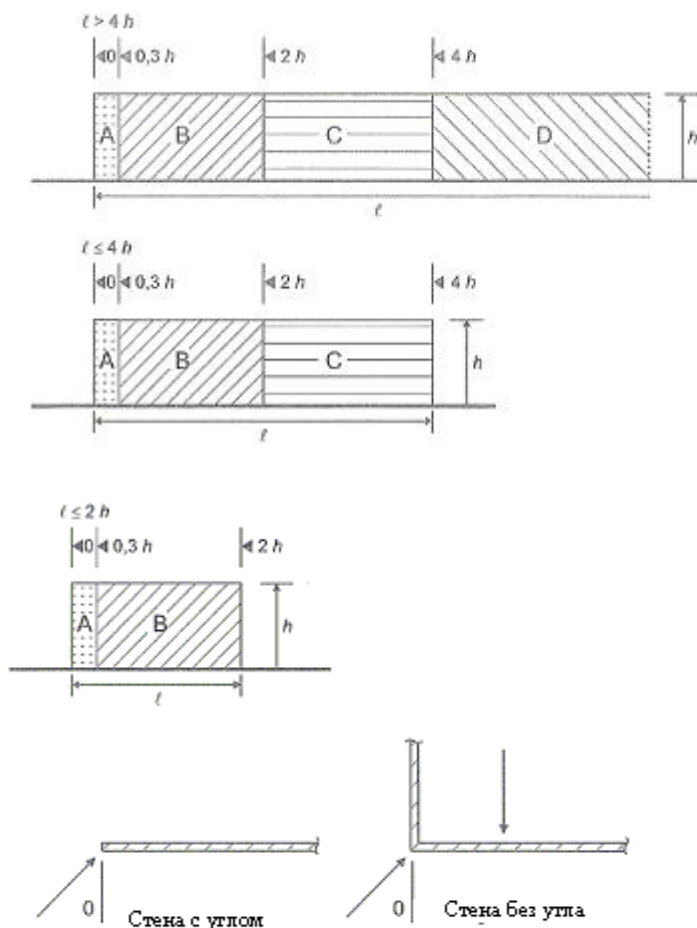


Рисунок 7.19 [7.19]— Классификация поверхностей для отдельно стоящих стен и парапетов

7.4.2 [7.4.2] Коэффициенты заграждения для стен и ограждений

(1) Если с наветренной стороны располагаются другие стены и ограждения, имеющие высоту, равную или большую, чем высота рассматриваемой стены или ограждения, то с коэффициентом давления нетто по зонам может быть применен дополнительный коэффициент заграждения. Значение коэффициента заграждения ψ_s зависит от расстояния x между стенами или ограждениями, а также от коэффициента проемости ϕ заграждающей, расположенной с наветренной стороны стены или ограждения высотой h . Значения коэффициента ψ_s представлены на Рисунке 7.20.

Коэффициент давления нетто заграждающей стены вычисляют по формуле:

$$C_{p,net,s} = \psi_s \cdot C_{p,net}. \quad (7.6) [7.6]$$

(2) Коэффициент заграждения не следует применять в крайних зонах в пределах расстояния h , измеряемого от свободного края стены.

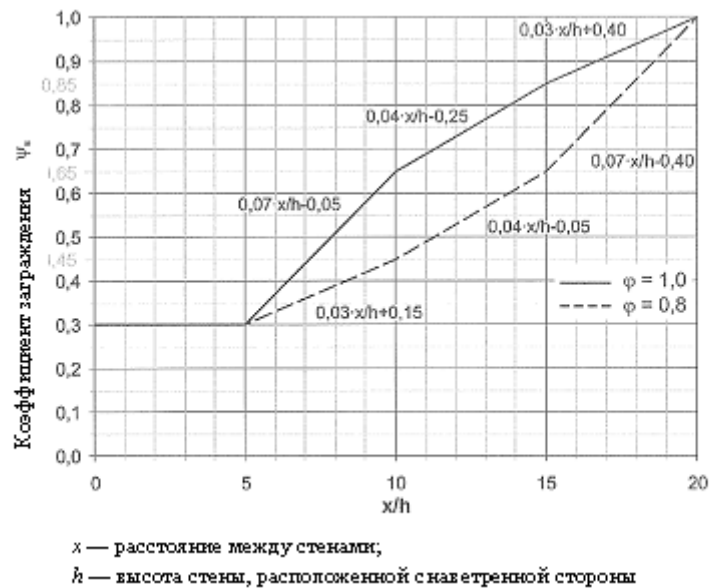


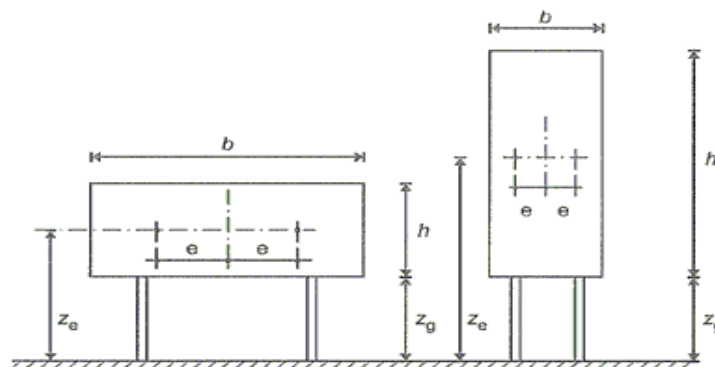
Рисунок 7.20 [7.20] — Коэффициент заграждения ψ_s для стен и ограждений для значений ϕ от 0,8 до 1,0

7.4.3 [7.4.3] Рекламные щиты

(1) Коэффициент усилия для рекламных щитов, поднятых над уровнем земли не менее чем на $z_g = h/4$ (см. Рисунок 7.21), составляет:

$$c_f = 1,80, \quad (7.7)[7.7]$$

Допускается также применять для $z_g < h/4$ и $b/h \leq 1$.



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Базовая высота $z_e = z_g + h/2$.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Базовая площадь $A_{ref} = bh$.

Рисунок 7.21 [7.21] — К распределению давления для рекламных щитов

(2) Результирующее ветровое усилие, направленное по нормали к плоскости щита, следует прикладывать на высоте его геометрического центра, с эксцентриситетом в горизонтальном направлении.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемое значение эксцентриситета составляет:

$$e = \pm 0,25 \cdot b \cdot (7.8) [7.8]$$

(3) При расстоянии от уровня земли $z_g < h/4$ и отношении ширины к высоте $b/h > 1$ щит следует рассматривать как отдельно стоящую стену (см. 7.4.1).

(4) Следует проводить проверку на потерю устойчивости вследствие дивергенции или срывного флаттера.

7.5 [7.5] Коэффициенты трения

(1) Во всех случаях, приведенных в 5.3(3), нужно учитывать влияние трения.

(2) Коэффициенты трения c_{fr} для стен и покрытий указаны в Таблице 7.10.

(3) Базовые площади поверхности A_{fr} представлены на Рисунке 7.22. Силы трения следует прикладывать на части внешней поверхности, параллельные действию ветра на расстояниях от передних свесов покрытия или углов, равных $2b$ или $4h$ (определяющим является меньшее значение).

(4) Базовая высота z_e для отдельно стоящих навесов равна высоте навеса, для стен — высоте h верхней отметки стены (см. Рисунок 7.22).

Таблица 7.10 — Коэффициенты трения c_{fr} для стен, парапетов и поверхностей покрытий

Поверхность	Коэффициент трения c_{fr}
Гладкая (например, сталь, гладкий бетон)	0,01
Шероховатая (например, шероховатый бетон, просмоленные поверхности)	0,02
Очень шероховатая (например, гофрированная, ребристая, складчатая)	0,04

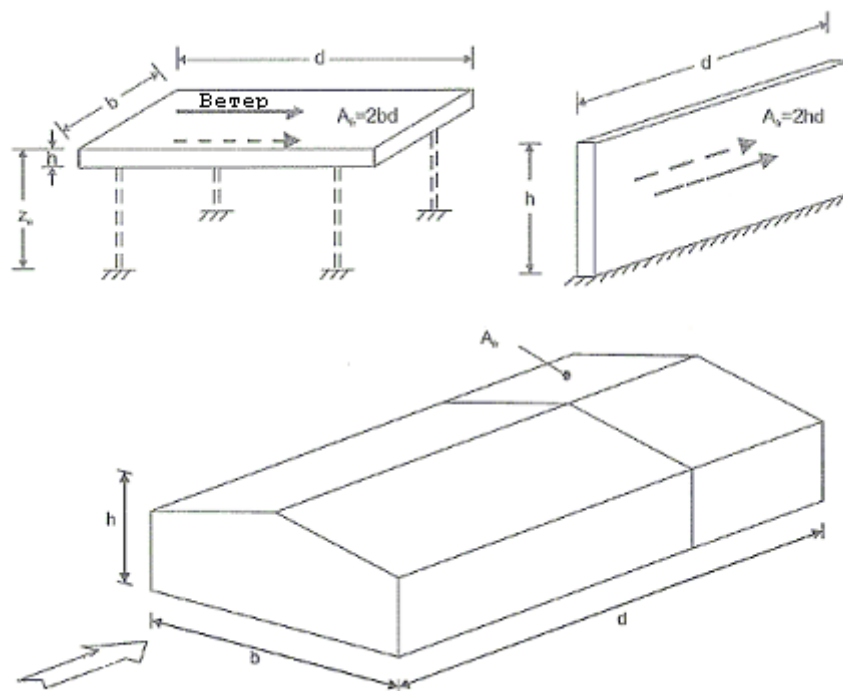


Рисунок 7.22 [7.22] — Базовая площадь для трения

7.6 [7.6] Конструктивные элементы конструкций с прямоугольным сечением

(1) Коэффициент усилия c_f для конструктивных элементов с прямоугольным поперечным сечением при направлении набегающего потока нормально стороне поперечного сечения равен

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda, \quad (7.9) [7.9]$$

где $c_{f,0}$ — коэффициент усилия для конструкций прямоугольного поперечного сечения с острыми углами без обтекания свободных концов, как показано на Рисунке 31;

ψ_r — понижающий коэффициент для конструкций квадратного поперечного сечения со скругленными углами в зависимости от числа Рейнольдса;

ψ_λ — коэффициент, учитывающий концевой эффект для конструкций со свободным обтеканием концов, как определено в 7.13.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуемые верхние предельные значения ψ_r указаны на Рисунке 7.24. Они определены для условий слабой турбулентности и дают достаточно надежные результаты.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Рисунок 7.24 можно также применять для зданий с $h/d > 5,0$.

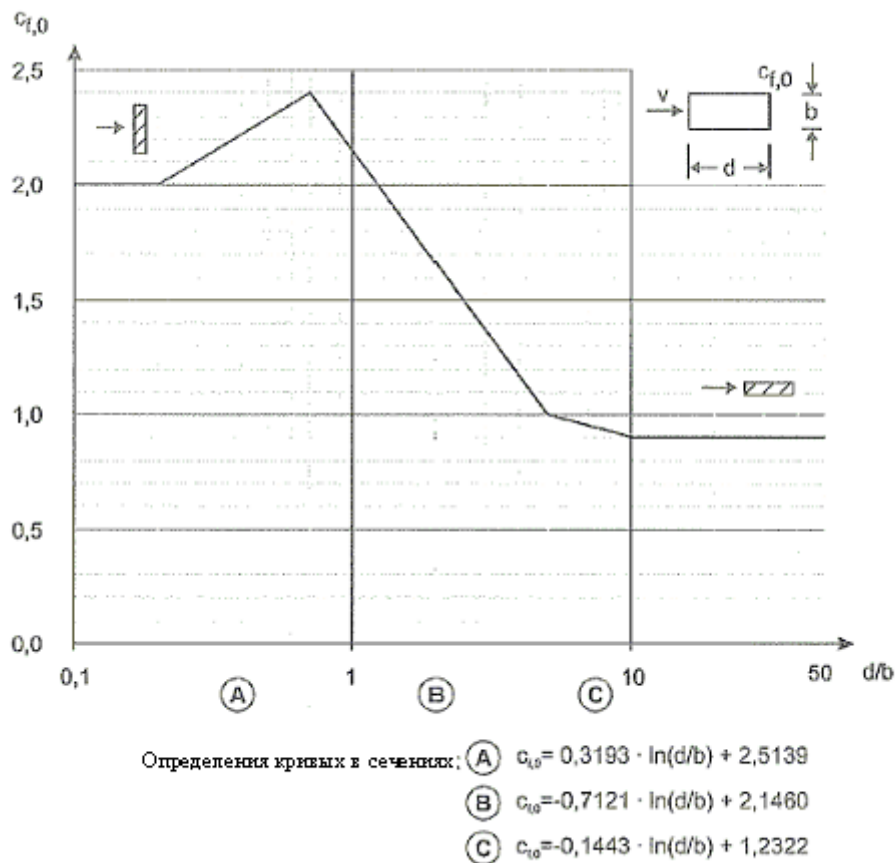


Рисунок 7.23 [7.23] — Коэффициенты усилия $c_{f,0}$ для конструкций прямоугольного поперечного сечения с острыми углами без обтекания свободного конца

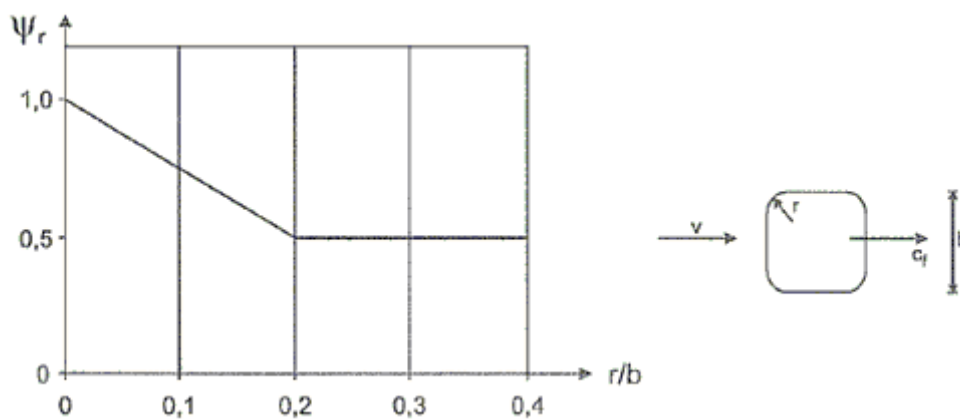


Рисунок 7.24 [7.24] — Понижающий коэффициент ψ_r для конструкций квадратного поперечного сечения со скругленными углами

(2) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{ref} = lb,$$

(7.10) [7.10]

где l — длина рассматриваемого участка.

Базовая высота z_e равна верхней отметке рассматриваемого участка над верхней точкой местности.

(3) Для пластинчатых поперечных сечений ($d/b < 0,2$) подъемные силы при определенных углах атаки набегающего потока могут приводить к повышению значений c_f до 25 % включительно.

7.7 [7.7] Конструктивные элементы с резкими углами (краями) в сечении

(1) Коэффициент усилия c_f конструктивных элементов с резкими углами в сечении (см. Рисунок 7.23) следует рассчитывать по формуле

$$c_f = c_{f,0} \psi_\lambda, \quad (7.11)[7.11]$$

где ψ_λ — коэффициент, учитывающий краевой эффект (см. 7.13).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуемое значение для всех элементов конструкции без свободного обтекания краев сечения $c_{f,0} = 2,0$. Это значение основывается на измерениях при слабых турбулентных условиях и дает надежный результат.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Формула (7.11) и Рисунок 7.25 могут применяться также для зданий с $h/d > 5,0$.

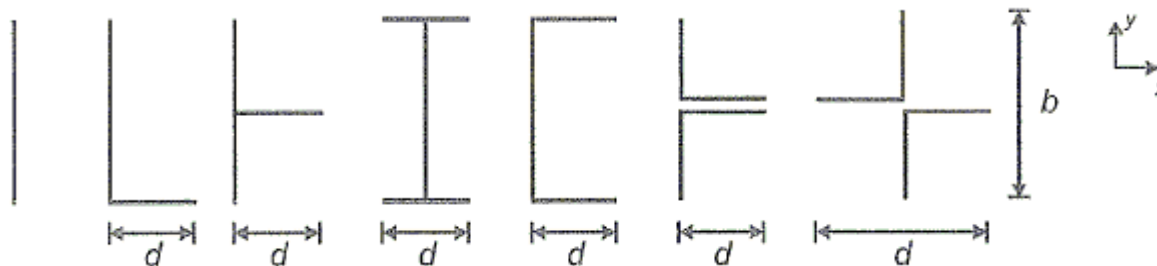


Рисунок 7.25 [7.25] — Сечения с резкими углами в сечении

(2) Следует принимать следующие значения базовой площади A_{ref} (см. Рисунок 7.25):

— в направлении x $A_{ref,x} = l \cdot b;$ (7.12)[7.12]

— в направлении y $A_{ref,y} = l \cdot d,$

где l — длина рассматриваемого конструктивного элемента.

(3) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

7.8 [7.8] Конструктивные элементы с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника

(1) Коэффициент усилия c_f конструктивных элементов с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника с пятью или семью гранями равен

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda, \quad (7.13)[7.13]$$

где ψ_λ — коэффициент, учитывающий концевой эффект, определяемый по 7.13;

$c_{f,0}$ — коэффициент усилия для конструктивных элементов без обтекания свободного конца.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемые значения $c_{f,0}$, полученные измерениями при слабых турбулентных условиях, указаны в Таблице 7.11.

(2) Для зданий с $h/d > 5$ значение $c_{f,0}$ можно определить по Формуле (7.13) с применением данных, указанных в Таблице 7.11 и на Рисунке 7.26.

(3) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле:

$$A_{\text{ref}} = f \cdot b, \quad (7.14)[7.14]$$

где l — длина рассматриваемого элемента конструкции;

b — диаметр описанной окружности, см. Рисунок 7.26.

(4) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

Таблица 7.11 — Коэффициенты усилия $c_{f,0}$ для конструкций с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника

Число сторон	Поперечное сечение	Свойства поверхности и исполнение кромок	Число Рейнольдса Re^1	$c_{f,0}$
5	Пятиугольник	Все	Все	1,80
6	Шестиугольник	Все	Все	1,60
8	Восьмиугольник	Гладкая поверхность $r/b < 0,075^2$	$Re \leq 2,4 \cdot 10^5$	1,45
			$Re \geq 3 \cdot 10^5$	1,30
		Гладкая поверхность $r/b \geq 0,075^2$	$Re \leq 2 \cdot 10^5$	1,30
			$Re \geq 7 \cdot 10^5$	1,10
10	Десятиугольник	Все	Все	1,30
12	Двенадцатиугольник	Гладкая поверхность ³⁾ со скругленными кромками	$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^5$	0,90
			$Re < 4 \cdot 10^5$	1,30
		Другое	$Re > 4 \cdot 10^5$	1,10
6 – 18	Шестнадцатиугольник	Гладкая поверхность ³⁾ со скругленными кромками	$Re < 2 \cdot 10^5$	Как круговой цилиндр, см. 7.9
			$2 \cdot 10^5 \leq Re < 1,2 \cdot 10^5$	0,70

¹⁾ Числа Рейнольдса Re для $v = v_m$ и значения v_m — см. 4.3. Re определено в 7.9.

²⁾ r — радиус закругления, b — диаметр описанной окружности.

³⁾ Определена с помощью испытаний в аэродинамической трубе на модели с гальванизованными стальными поверхностями с поперечным сечением $b = 0,3$ м и радиусом скругления $0,6b$.

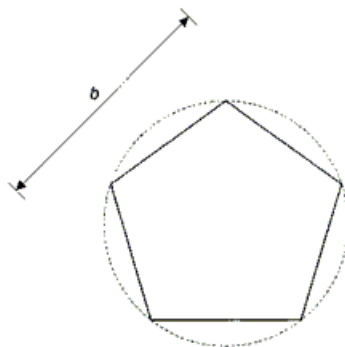


Рисунок 7.26 [7.26] — Конструктивный элемент с поперечным сечением, имеющим форму правильного многоугольника

7.9 Круговой цилиндр

7.9.1 [7.9.1] Коэффициенты внешнего давления

(1) Коэффициент внешнего давления c_{pe} для кругового цилиндра зависит от числа Рейнольдса Re , которое определяется по формуле:

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{v}, \quad (7.15)$$

где b — диаметр;

v — кинематическая вязкость воздуха ($\nu = 15 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$);

$v(z_e)$ — пиковое значение скорости ветра в соответствии с Примечанием 2 к Рисунок 7.27 на высоте z_e .

(2) Коэффициент внешнего давления c_{pe} для кругового цилиндра равен

$$c_{pe} = c_{p,0} \cdot \Psi_{\lambda,0}, \quad (7.16) [7.16]$$

где $c_{p,0}$ — коэффициент внешнего давления для цилиндра с бесконечной гибкостью λ (см. (3));

$\Psi_{\lambda,0}$ — коэффициент, учитывающий концевой эффект для кругового цилиндра (см.

(3) На Рисунок 7.27 представлен коэффициент внешнего давления $c_{p,0}$ для различных значений чисел Рейнольдса в зависимости от угла α .

(4) Коэффициент для кругового цилиндра без обтекания свободного конца $\Psi_{\lambda,0}$ равен

$$\Psi_{\lambda,0} = 1 \quad \text{при } 0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_{\min},$$

$$\Psi_{\lambda,0} = \Psi_{\lambda} + (1 - \Psi_{\lambda}) \cdot \cos \left(\frac{x}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_A - \alpha_{\min}} \right) \right) \quad \text{при } \alpha_{\min} < \alpha < \alpha_A, \quad (7.17) [7.17]$$

$$\Psi_{\lambda,0} = \Psi_{\lambda} \quad \text{при } \alpha_A \leq \alpha \leq 180^\circ,$$

где α_A — положение отрыва потока на окружности (см. Рисунок 7.27);

Ψ_{λ} — коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13).

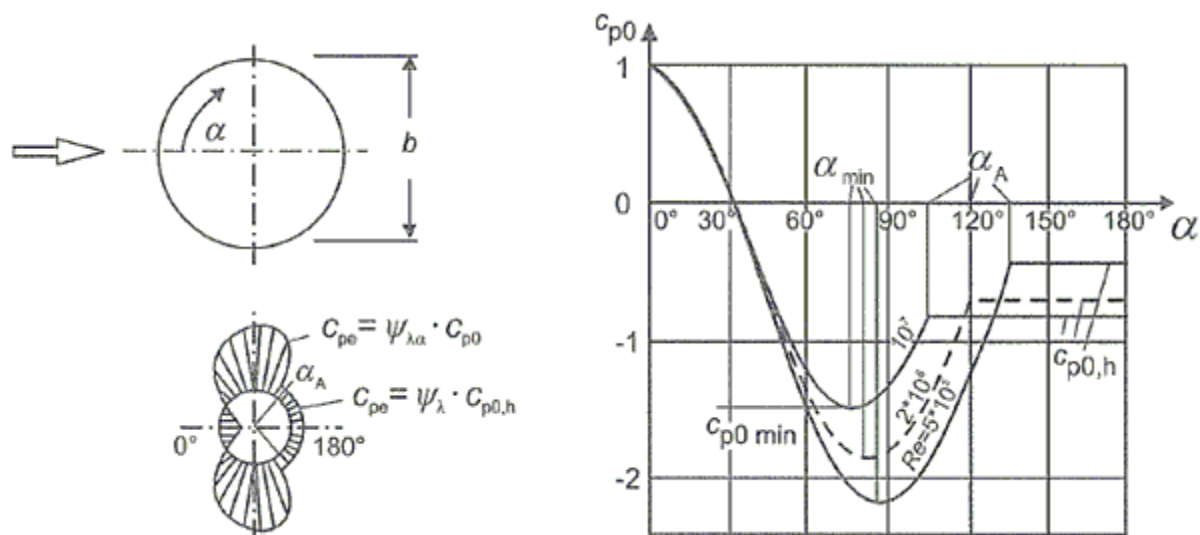


Рисунок 7.27 [7.27] — Распределение давления по поперечному сечению кругового цилиндра без обтекания свободного конца

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Промежуточные значения допускается принимать линейной интерполяцией.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значения Re , $\alpha_{\min}$, $C_{p0, \min}$, α_A и $C_{p0, h}$ указаны в Таблице 7.12. Рисунок 7.27 и Таблица 7.12 базируются на числе Рейнольдса $Re = \frac{\sqrt{2q_p}}{p}$ и q_p по 4.5.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Рисунок 7.27 базируется на эквивалентной шероховатости k/b , не превышающей $5 \cdot 10^{-4}$. Значения эквивалентной шероховатости k указаны в Таблице 7.13.

Таблица 7.12 — Значения Re , $\alpha_{\min}$, $C_{p0, \min}$, α_A и $C_{p0, h}$ для поперечного сечения кругового цилиндра без обтекания свободного конца

Re	$\alpha_{\min}$	$C_{p0, \min}$	α_A	$C_{p0, h}$
$5 \cdot 10^5$	85°	-2,2	135°	-0,4
$2 \cdot 10^5$	80°	-1,9	120°	-0,7
10^7	75°	-1,5	105°	-0,8
Где $\alpha_{\min}$ — положение минимального давления; $C_{p0, \min}$ — значение минимального коэффициента давления; α_A — положение от отрыва потока; $C_{p0, h}$ — основной коэффициент давления.				

(5) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле

$$A_{\text{ref}} = l \cdot b. \quad (7.18) [7.18])$$

(6) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

7.9.2 Коэффициенты усилия

(1) Коэффициент усилия $c_{f,конечного}$ кругового цилиндра равен

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda, \quad (7/19)[7.19]$$

где $c_{f,0}$ — коэффициент усилия кругового цилиндра без обтекания свободного конца (см. Рисунок 36);

ψ_λ — коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рисунок 7.28 может также применяться для зданий с $h/d > 5,0$.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Рисунок 7.28 базируется на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{p}}$ и q_p по 4.5.

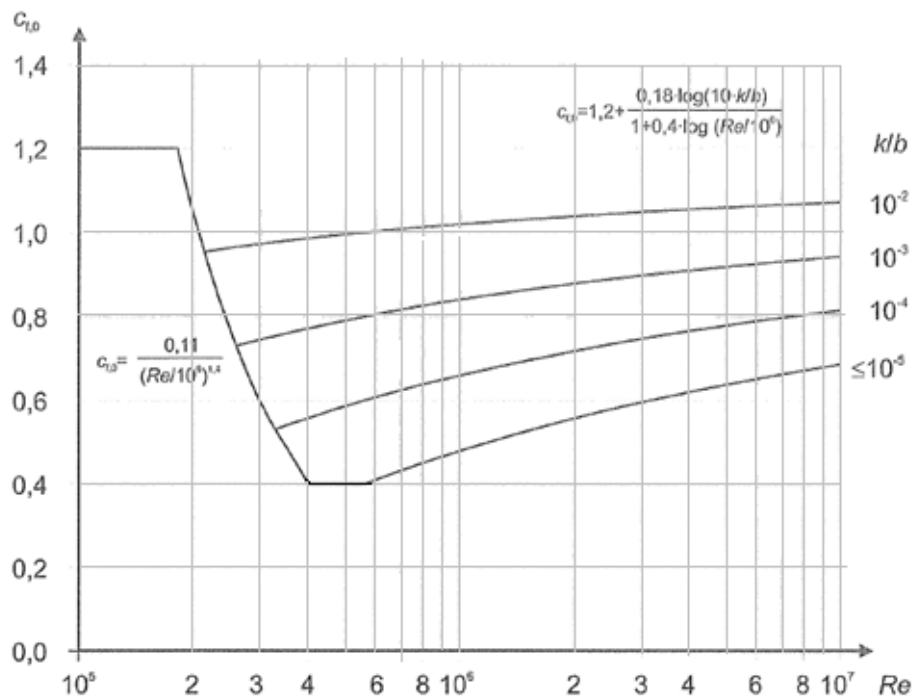


Рисунок 7.28 [7.28] — Коэффициент усилия $c_{f,0}$ круговых цилиндров с бесконечной гибкостью для разных значений эквивалентной шероховатости k/b

(2) Значения эквивалентной шероховатости k указаны в Таблице 7.13.

(3) Коэффициент усилия $c_{f,0}$ для проволочных канатов применяют независимо от числа Рейнольдса, $c_{f,0} = 1,2$.

Таблица 7.13 — Эквивалентная шероховатость k

Поверхность	Эквивалентная шероховатость k , мм	Поверхность	Эквивалентная шероховатость k , мм
Стекло	0,0015	Гладкий бетон	0,2
Полированный металл	0,002	Строганное дерево	0,5
Высококачественная окраска	0,006	Шероховатый бетон	1,0
Окраска напылением	0,02	Грубо распиленная древесина	2,0
Сталь со светлой поверхностью (без покрытия)	0,05	Ржавчина	2,0
Чугун	0,2	Кирпичная кладка	3,0
Гальванизированная сталь	0,2		

(4) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле:

$$A_{\text{ref}} = l \cdot b, \quad (7.20)[7.20]$$

где l — длина рассматриваемого конструктивного элемента.

(5) Во всех случаях базовую высоту z_e следует принимать равной максимальной высоте над поверхностью земли для рассматриваемого сечения.

(6) Для цилиндров с относительно ровной поверхностью с расстоянием в свету $z_g/b < 1,5$ над уровнем земли (см. Рисунок 7.29) требуются специальные исследования.

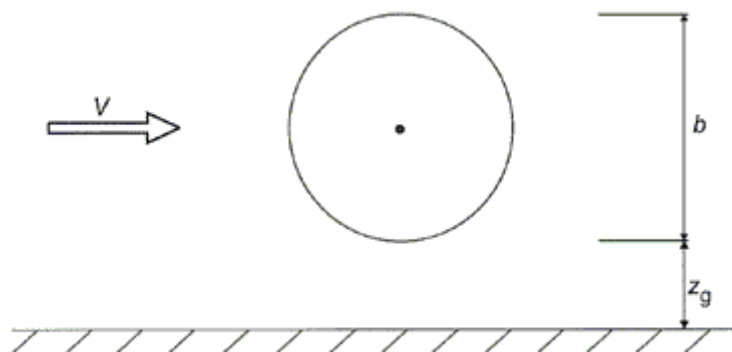


Рисунок 7.29 [7.29] — Цилиндр с относительно ровной поверхностью

7.9.3 Коэффициенты усилия для вертикальных цилиндров, расположенных в ряд

При расположении цилиндров в ряд коэффициент усилия $c_{f,0}$ зависит от направления ветра относительно оси ряда и от отношения расстояния, a к среднему диаметру b — см. Таблицу 7.14. Коэффициент усилия c_f для любого цилиндра равен:

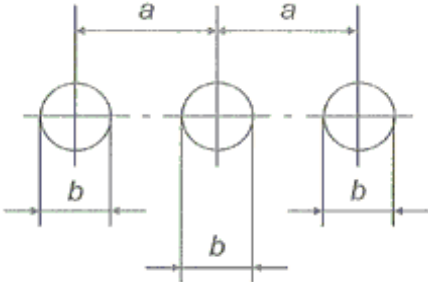
$$c_f = c_{f,0} \psi_\lambda \kappa, \quad (7.21) [7.21]$$

где $c_{f,0}$ — коэффициент усилия кругового цилиндра без обтекания свободного конца (см. 7.9.2);

ψ_λ — коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13);

κ — коэффициент в соответствии с Таблицей 7.14 (для самого неблагоприятного направления набегающего потока).

Таблица 7.14 — Коэффициент κ для круговых цилиндров, расположенных в ряд

a/b	κ	
$a/b < 3,5$	1,15	
$3,5 < a/b < 30$	$\kappa = \frac{210 - \frac{a}{b}}{180}$	
$a/b > 30$	1,00	

a — расстояние; b — диаметр.

7.10 Сферы

(1) Коэффициент усилия $c_{f,x}$ для сфер в направлении действия ветра представляет собой функцию числа Рейнольдса Re (см. 7.9.1) и эквивалентной шероховатости k/b (см. Таблицу 7.13).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуемые значения $c_{f,x}$ на основании измерений при слабых турбулентных условиях представлены на Рисунке 7.30. Рисунок 7.30 базируется на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ и q_p по 4.5.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значения на Рисунке 7.30 ограничены значениями $z_g > b/2$, где z_g — расстояние в свету между сферой и плоской поверхностью, а b — диаметр сферы (см. Рисунок 7.31). При $z_g < b/2$ коэффициент усилия $c_{f,x}$ умножают на коэффициент 1,6.

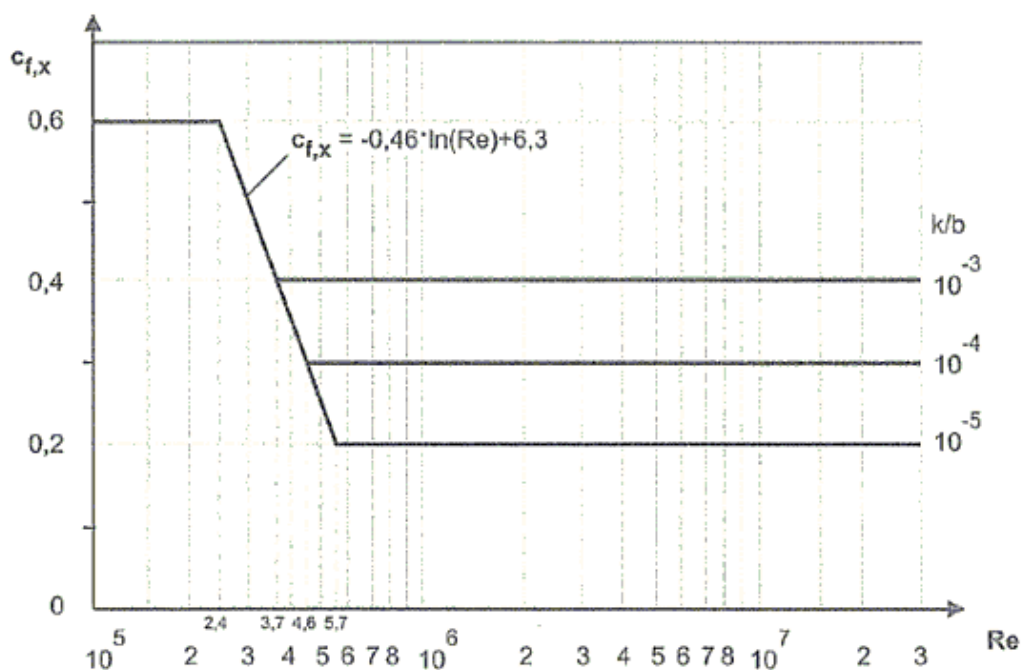


Рисунок 7.30 [7.30] — Коэффициент усилия сферы в направлении действия ветра

(2) Вертикальный коэффициент усилия $c_{f,x}$ сфер по равен:

$$c_{f,x} = 0 \quad \text{при} \quad z_g > \frac{b}{2};$$

$$c_{f,x} = +0,60 \quad \text{при} \quad z_g < \frac{b}{2}.$$

(7.22) [7.22]

(3) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле :

$$A_{\text{ref}} = \pi \cdot \frac{b^2}{4}. \quad (7.23)[7.23]$$

(4) Базовую высоту следует определять по формуле :

$$z_e = z_g + \frac{b}{2}. \quad (7.24)[7.24]$$

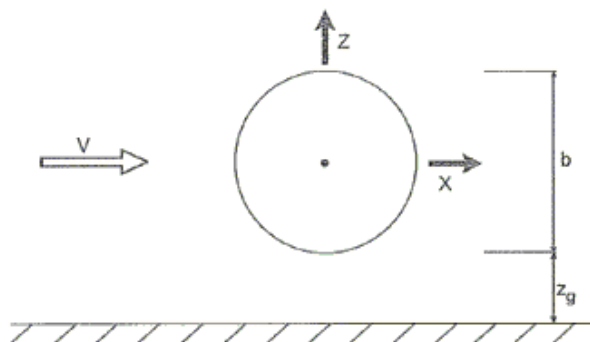


Рисунок 7.31[7.31] — Сфера вблизи плоской поверхности.

7.11 Решетчатые конструкции и леса

(1) Коэффициент усилия c_f для решетчатых конструкций и лесов следует определять по формуле:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_{\lambda}, \quad (7.25)[7.25]$$

где $c_{f,0}$ — коэффициент усилия решетчатых конструкций и лесов без обтекания свободного конца. Он указан на Рисунках 7.33 – 7.35 как функция коэффициента проецируемости ϕ (см. 7.11(2)) и числа Рейнольдса Re ;

Re — число Рейнольдса, принимаемое на основании среднего диаметра стержня b , см. примечание 1;

ψ_{λ} — коэффициент, учитывающий концевой эффект (см. 7.13), который рассчитывается с применением l и ширины $b = d$, по Рисунку 7.32.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рисунки базируются на числе Рейнольдса при $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$ и q_p по 4.5.

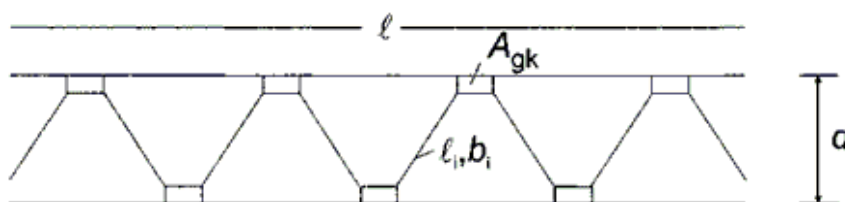


Рисунок 7.32[7.32] — Решетчатые конструкции или леса

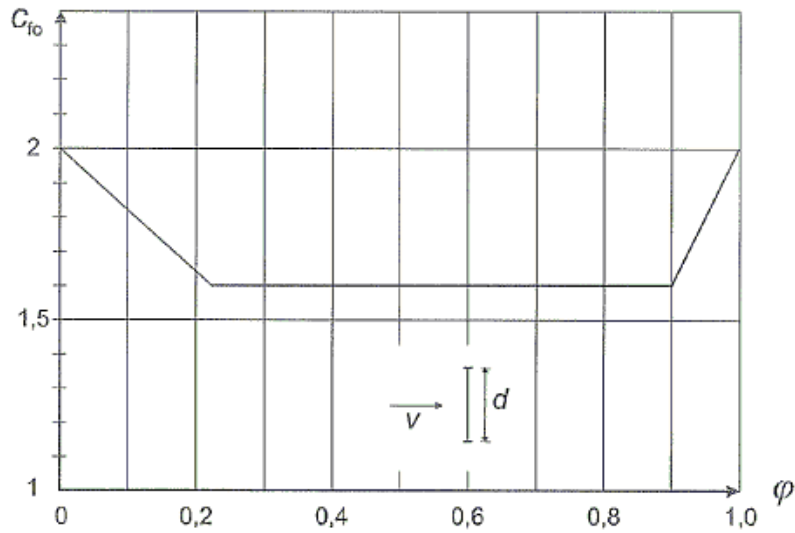


Рисунок 7.33 [7.33] — Коэффициент усилия $c_{f,0}$ решетчатых конструкций из угловых профилей с острыми кромками в зависимости от коэффициента проемности φ

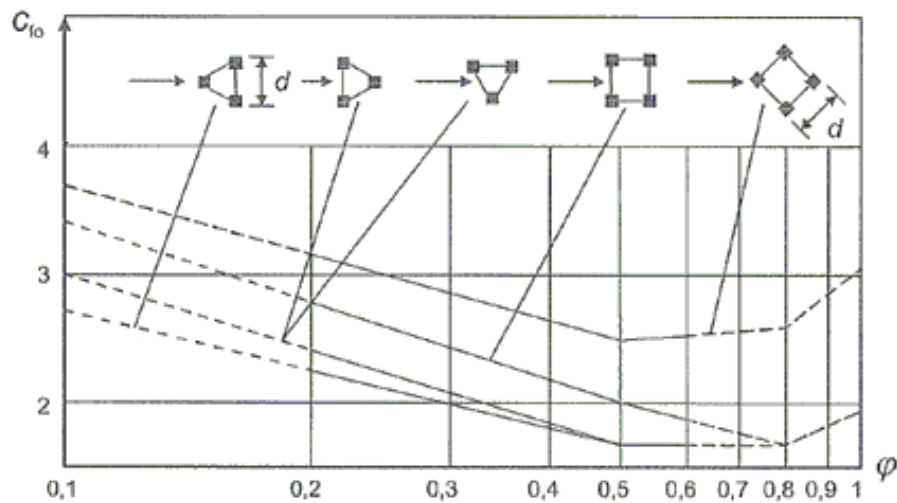


Рисунок 7.34 [7.34] — Коэффициент усилия $c_{f,0}$ для пространственной решетчатой конструкции из угловых профилей и из профилей с острыми кромками в зависимости от коэффициента проемности φ

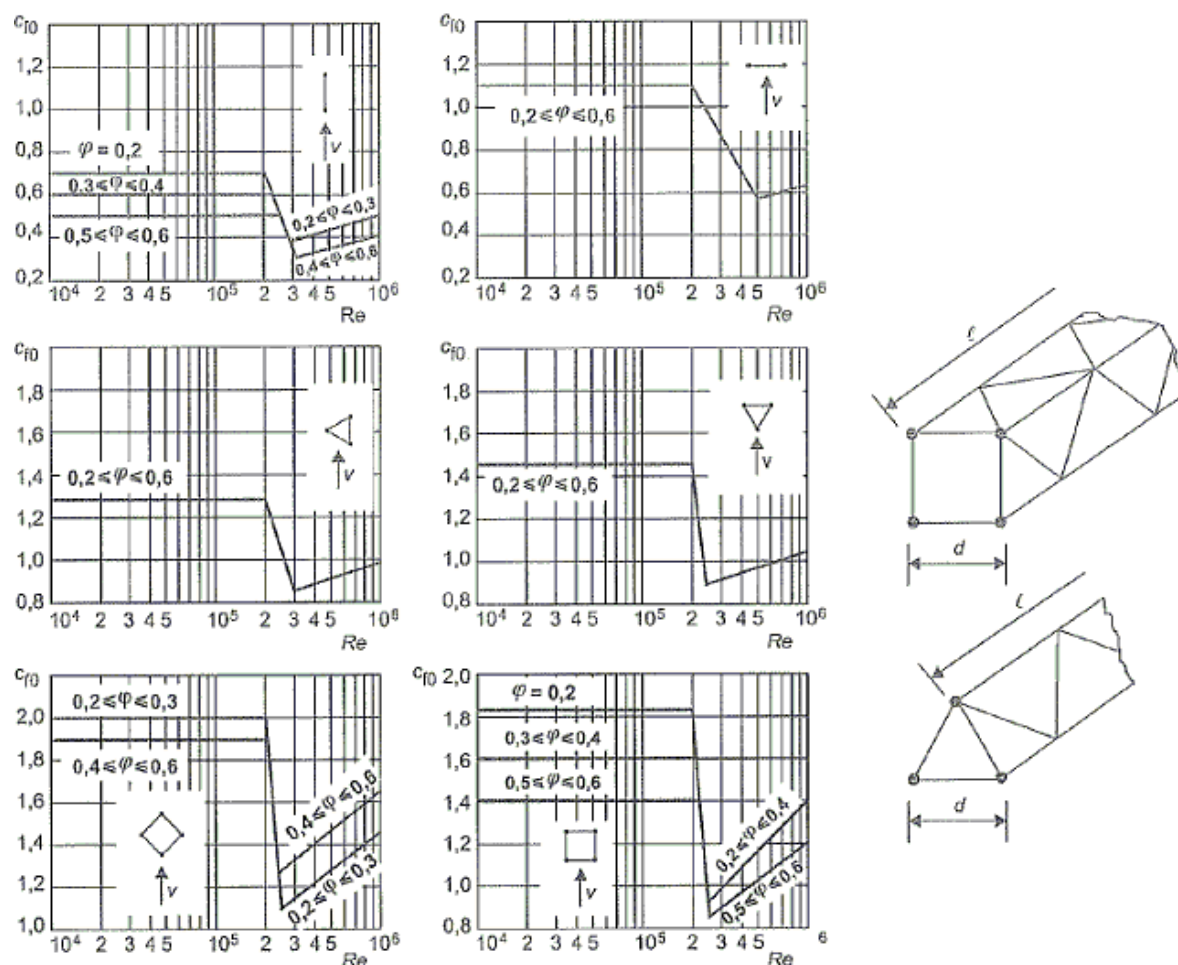


Рисунок 7.35 [7.35] — Коэффициент усиления c_{f0} для плоских и пространственных решетчатых конструкций из профилей с круглым поперечным сечением

(2) Коэффициент проемности φ следует определять по формуле :

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.26)$$

где A — сумма площадей проекций стержней и узловых накладок, проецируемых на рассматриваемую сторону, $A = \sum_i b_i l_i + \sum_k A_{gk}$. В пространственных решетчатых конструкциях следует рассматривать наветренную сторону;

A_c — площадь вертикальной проекции, ограниченной контурами конструкции, $A_c = d \cdot l$;

l — длина решетчатой конструкции;

d — ширина решетчатой конструкции;

b_i, l_i — проекция ширины и длины отдельного стержня i (см. Рисунок 7.32);

A_{qk} — площадь узловой накладки k .

(3) Базовую площадь A_{ref} следует определять по формуле:

$$A_{\text{ref}} = A. \quad (7.27)[7.27]$$

(4) Базовая высота z_e равна высоте до верхней отметки рассматриваемого сечения.

7.12 Флаги

(1) Коэффициенты усилия c_f и базовая площадь A_{ref} для флагов в Таблице 7.15.

(2) Базовая высота z_e равна высоте до верхней отметки флага над поверхностью земли.

Таблица 7.15 — Коэффициенты усилия c_f для флагов

[illegible]

7.13 Эффективная гибкость λ и коэффициент, учитывающий краевые эффекты ψ_λ

В необходимых случаях следует определять коэффициент, учитывающий краевые эффекты в зависимости от эффективной гибкости λ .

ПРИМЕЧАНИЕ Коэффициенты усилия c_{f0} в 7.6-7.12 основываются на исследованиях конструкций без обтекания свободных краев, удаленных от земли (основания).

Понижение сопротивления конструкций при обтекании ветра вокруг конца (краевой эффект) описывается коэффициентом краевого эффекта. Рисунок 7.36 и Таблица 7.16 основываются на измерениях при слабых турбулентных течениях.

Эффективная гибкость λ зависит от размеров конструктивного элемента и его положения.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемые значения λ указаны в Таблице 7.16. Ориентировочные значения ψ_λ для различных коэффициентов проемости ϕ приведены на Рисунок 7.36.

Таблица 7.16 — Значения эффективной гибкости λ для цилиндров, многоугольных и прямоугольных поперечных сечений, конструктивных элементов с острыми кромками и решетчатых конструкций

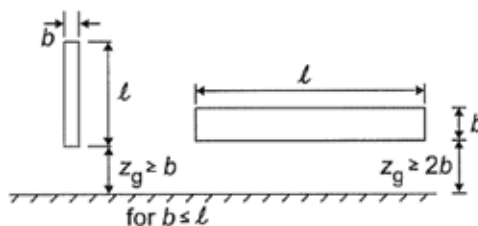
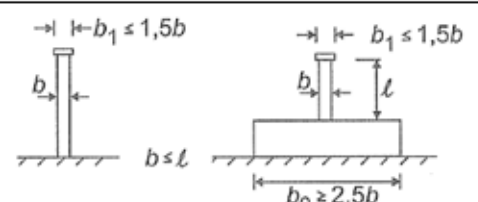
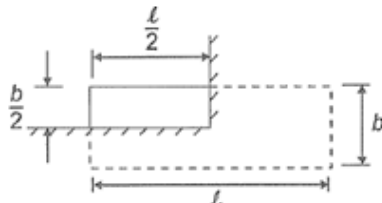
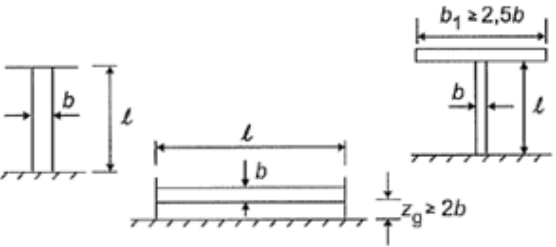
Номер	Положение конструкции при направлении набегающего потока по нормали к плоскости чертежа	Эффективная гибкость λ
1		Для многоугольных, прямоугольных поперечных сечений и поперечных сечений с острыми кромками, а также для решетчатых конструкций: при $l \geq 50$ м, $\lambda = 1,4l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является меньшее значение при $l < 15$ м, $\lambda = 2l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является меньшее значение
2		
		Для круговых цилиндров: при $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим

Таблица 7.16 — Значения эффективной гибкости λ для цилиндров, многоугольных и прямоугольных поперечных сечений, конструктивных элементов с острыми кромками и решетчатых конструкций (продолжение)

3		является меньшее значение при $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является меньшее значение Промежуточные значения принимаются линейной интерполяцией.
4		при $l \geq 50$ м, $\lambda = 0,7l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является большее значение при $l < 15$ м, $\lambda = l/b$ или $\lambda = 70$ определяющим является большее значение Промежуточные значения принимаются линейной интерполяцией

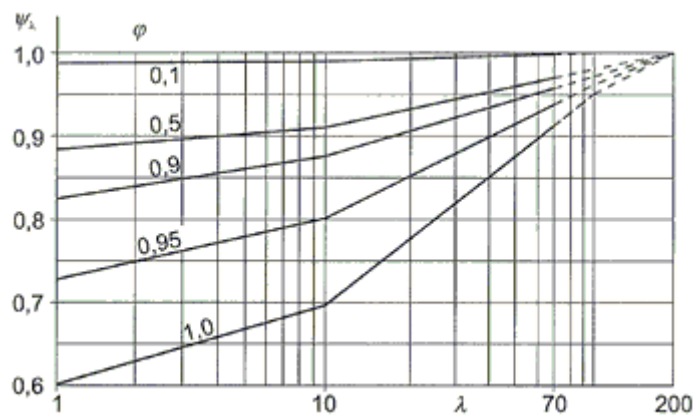


Рисунок 44 [7.36] — Коэффициент ψ_λ в зависимости от эффективной гибкости λ и для разных коэффициентов проемности φ

(3) Коэффициент проемности φ следует определять следующим образом (см. Рисунок 7.37):

$$\varphi = \frac{A}{A_c}, \quad (7.28) [7.28]$$

где A — сумма проецируемых площадей отдельных конструктивных элементов;

A_c — площадь ограждения, $A_c = l \cdot b$.

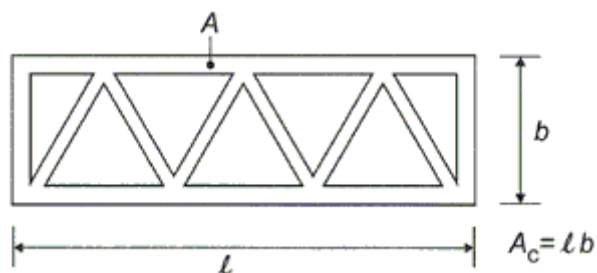


Рисунок 7.37 [7.37] — Определение коэффициентов проемности ϕ

ПРИМЕРЫ к разделу 7

ПРИМЕР 1 Определение ветрового давления на вертикальные стены прямоугольных в плане зданий

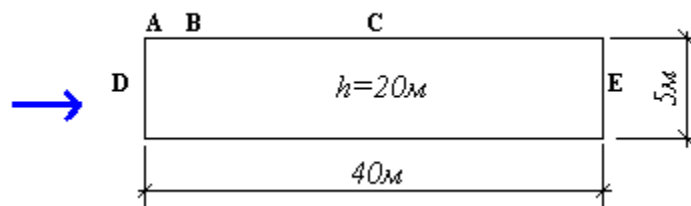


Рисунок 7.38 — План здания

1. Внешнее давление. Навстренная сторона (D)

Условие:

Определить ветровое давление w_e , действующее на внешнюю поверхность стены размером $15 \times 20(h)$ м.

Разобьем здание по высоте на зоны, соответствующие базовой высоте для внешнего давления z_e по методике 7.2.2(1) при $h=20\text{ м} > 2b=10\text{ м}$:

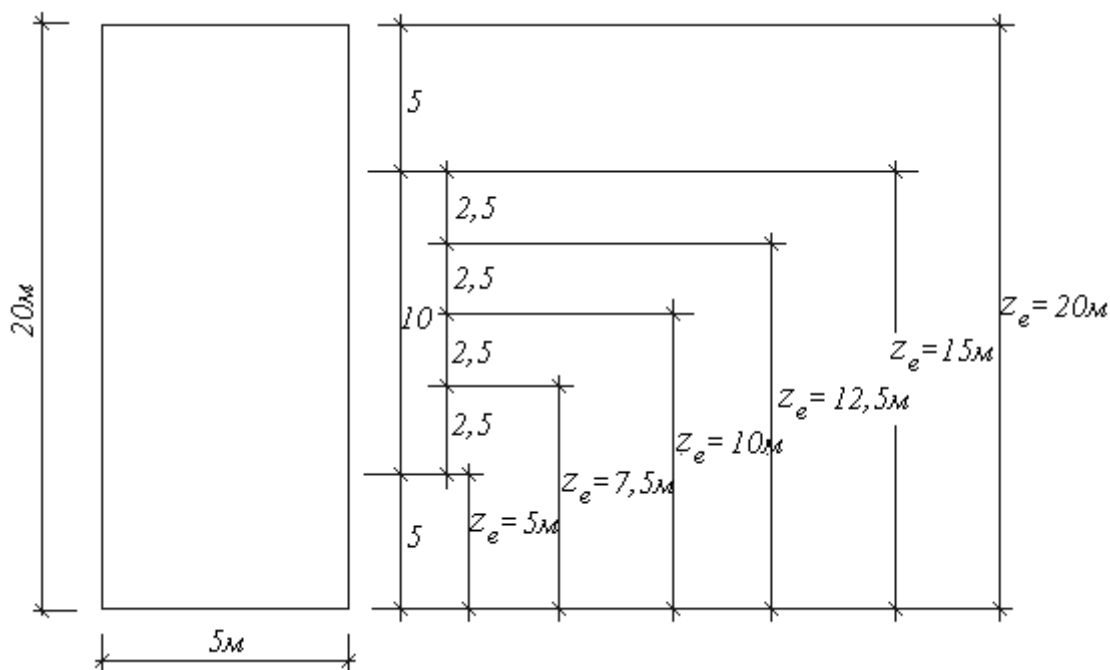


Рисунок 7.39 — Зоны, соответствующие базовой высоте

Ветровое давление w_e , по Формуле (5.1) :

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe} ,$$

где

$q_p(z_e)$ — пиковое значение скоростного напора ветра $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$;

c_{pe} — аэродинамический коэффициент внешнего давления по Таблице 7.1 при $h/d = 4 c_{pe} = +0,8$.

Базовый скоростной напор $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$ (Па). Базовое значение скорости ветра v_b равно 29,20 м/сек. (см. пример к разделу 4.2.) :

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 29,2^2 = 532,9 \text{ Па.} \quad (7.29)$$

Ветровое давление w_e равно:

$z_e = 5 \text{ м}$	$c_e(5) = 2,4$	$w_e = 0,8 \times 532,9 \times 2,4 = 1023,17 \text{ Па}$
$z_e = 7,5 \text{ м}$	$c_e(7,5) = 2,6$	$w_e = 0,8 \times 532,9 \times 2,6 = 1108,43 \text{ Па}$
$z_e = 10 \text{ м}$	$c_e(10) = 2,8$	$w_e = 0,8 \times 532,9 \times 2,8 = 1193,70 \text{ Па} \quad (7.30)$
$z_e = 12,5 \text{ м}$	$c_e(12,5) = 2,9$	$w_e = 0,8 \times 532,9 \times 2,9 = 1236,33 \text{ Па}$
$z_e = 15 \text{ м}$	$c_e(15) = 3,0$	$w_e = 0,8 \times 532,9 \times 3,0 = 1278,96 \text{ Па}$
$z_e = 20 \text{ м}$	$c_e(20) = 3,2$	$w_e = 0,8 \times 532,9 \times 3,2 = 1364,22 \text{ Па}$

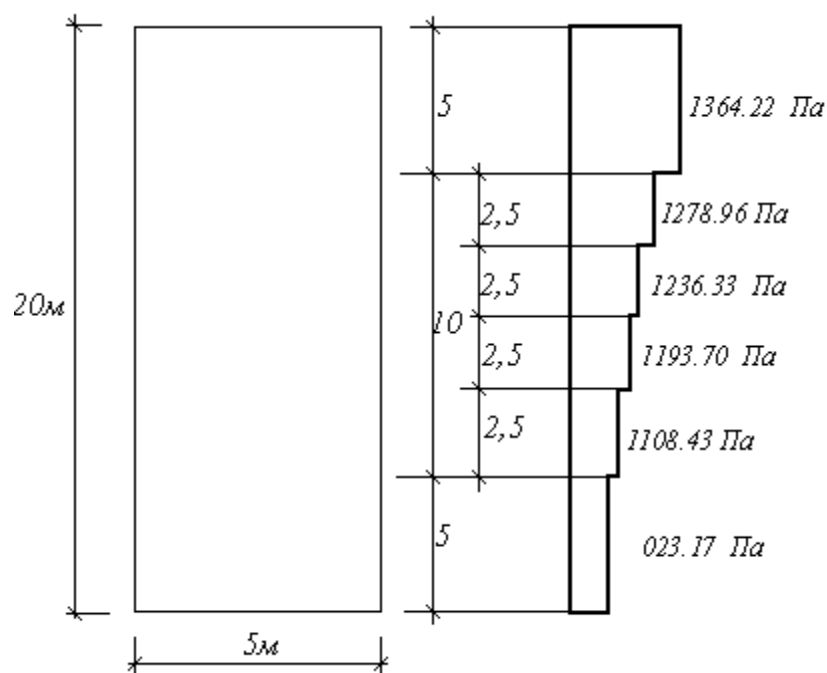


Рисунок 7.40 — Эпюра ветрового давления

2. Внешнее давление. Боковые стороны

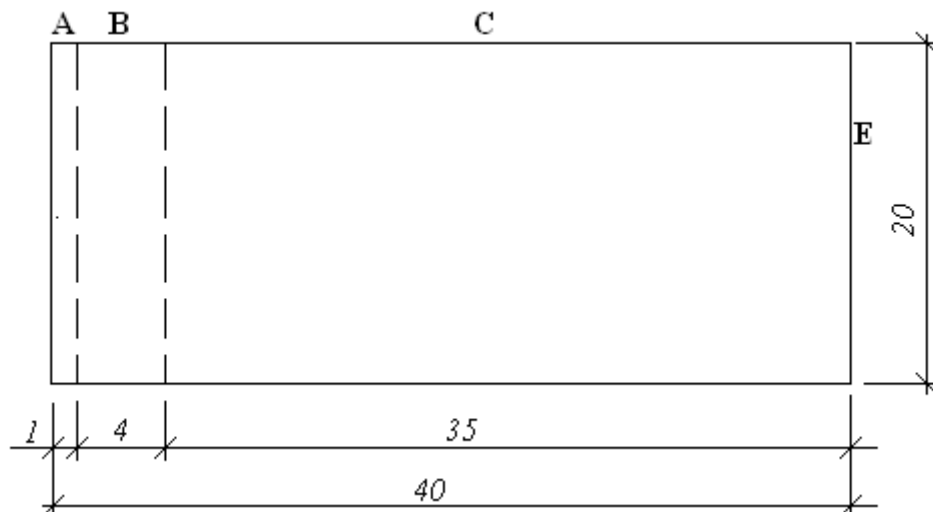


Рисунок 7.41 — Схема разбивки на зоны

Рекомендуется принимать в качестве базовой высоту здания $z_e = 20$ м (см. 7.2.2 Примечание). Коэффициенты внешнего давления c_{pe} (см. 7.2.2(2)).

Ветровое давление w_e равно:

$$A \quad c_{pe} = -1,2; \quad c_e(20) = 3,2; \quad w_e = -1,2 \times 532,9 \times 3,2 = -2046,34 \text{ Па.}$$

$$B \quad c_{pe} = -0,8; \quad c_e(20) = 3,2; \quad w_e = -0,8 \times 532,9 \times 3,2 = -1364,22 \text{ Па.}$$

$$\begin{aligned} \text{С} \quad c_{pe} &= -0,5; \quad c_e(20) = 3,2; \quad w_e = -0,5 \times 532,9 \times 3,2 = -852,64 \text{ Па.} \quad (7.31) \\ \text{Е} \quad c_{pe} &= -0,7; \quad c_e(20) = 3,2; \quad w_e = -0,7 \times 532,9 \times 3,2 = -1193,70 \text{ Па.} \end{aligned}$$

3. Внутреннее давление.

Здание без доминантных поверхностей (см. 7.2.9 (4)). Проемность равномерная $\mu=0,4$. Аэродинамический коэффициент внутреннего давления c_{pi} определим по Рисунку 7.13:

$$\begin{aligned} h/d &= 4; \quad c_{pi} = 0,25 \\ h/d &= 0,5; \quad c_{pi} = 0,25 \end{aligned}$$

Наветренная сторона (D):

$$\begin{aligned} z_e &= 5 \text{ м} \quad c_e(5) = 2,4 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 2,4 = 319,74 \text{ Па} \\ z_e &= 7,5 \text{ м} \quad c_e(7,5) = 2,6 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 2,6 = 346,39 \text{ Па} \\ z_e &= 10 \text{ м} \quad c_e(10) = 2,8 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 2,8 = 373,03 \text{ Па} \\ z_e &= 12,5 \text{ м} \quad c_e(12,5) = 2,9 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 2,9 = 386,35 \text{ Па} \\ z_e &= 15 \text{ м} \quad c_e(15) = 3,0 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 3,0 = 399,68 \text{ Па} \\ z_e &= 20 \text{ м} \quad c_e(20) = 3,2 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 3,2 = 426,32 \text{ Па} \end{aligned} \quad (7.32)$$

Боковые стороны (А,В,С):

$$z_e = 20 \text{ м} \quad c_e(20) = 3,2 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 3,2 = 426,32 \text{ Па} \quad (7.33)$$

Подветренная сторона Е:

$$z_e = 20 \text{ м} \quad c_e(20) = 3,2 \quad w_i = 0,25 \times 532,9 \times 3,2 = 426,32 \text{ Па.} \quad (7.34)$$

Пример 2. Определение ветровой нагрузки F_w

1. Внешняя ветровая нагрузка определяется по Формуле (46)

$$F_{w,e} = c_s c_d \sum_{\text{поверхность}} w_e A_{ref},$$

где

A_{ref} — базовая площадь отдельной поверхности конструкции или конструктивного элемента;

$c_s c_d$ — конструкционный коэффициент, принимаем $c_s c_d = 1$ (см. 6.2).

Наветренная сторона (D)

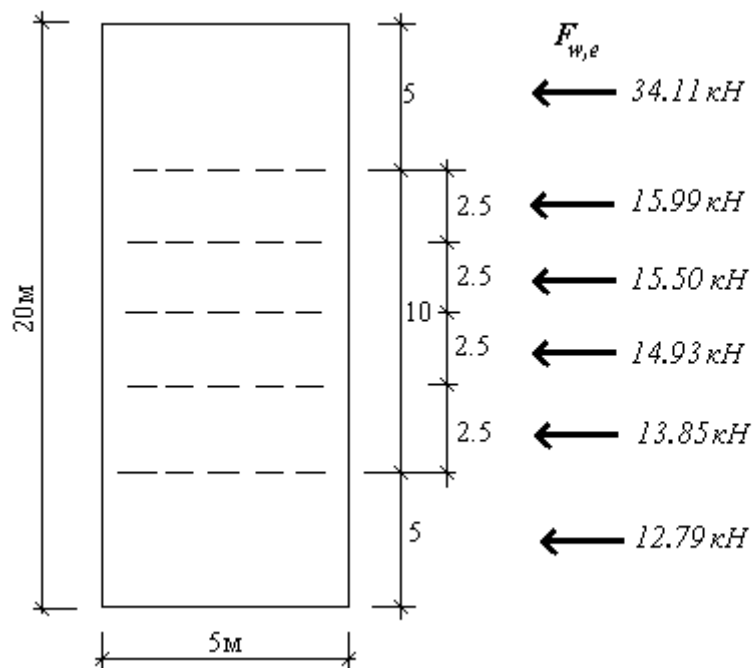


Рисунок 7.42 — Сосредоточенные ветровые нагрузки.

Боковые стороны:

- А $A_{ref} = 1 \times 20 = 20 \text{ м}^2$; $F_{w,e} = -2046,34 \times 20 = -40,93 \text{ кН}$
 В $A_{ref} = 4 \times 20 = 80 \text{ м}^2$; $F_{w,e} = -1364,22 \times 80 = -109,14 \text{ кН}$
 С $A_{ref} = 35 \times 20 = 700 \text{ м}^2$; $F_{w,e} = -852,64 \times 700 = -596,85 \text{ кН}$ (7.35)
 Е $A_{ref} = 5 \times 20 = 100 \text{ м}^2$; $F_{w,e} = -1193,70 \times 100 = -119,37 \text{ кН}$

2. Внутренняя ветровая нагрузка определяется по (47):

$$F_{w,i} = \sum_{\text{поверхность}} w_i \cdot A_{ref}$$

Наветренная сторона (D):

- $z_e = 5 \text{ м}$ $A_{ref} = 5 \times 5 = 25 \text{ м}^2$ $F_{wi} = 25 \times 319,74 = 7,99 \text{ кН}$
 $z_e = 7,5 \text{ м}$ $A_{ref} = 5 \times 2,5 = 12,5 \text{ м}^2$ $F_{wi} = 12,5 \times 346,39 = 4,32 \text{ кН}$
 $z_e = 10 \text{ м}$ $A_{ref} = 5 \times 2,5 = 12,5 \text{ м}^2$ $F_{wi} = 12,5 \times 373,03 = 4,66 \text{ кН}$
 $z_e = 12,5 \text{ м}$ $A_{ref} = 5 \times 2,5 = 12,5 \text{ м}^2$ $F_{wi} = 12,5 \times 386,35 = 4,82 \text{ кН}$ (7.36)
 $z_e = 15 \text{ м}$ $A_{ref} = 5 \times 2,5 = 12,5 \text{ м}^2$ $F_{wi} = 12,5 \times 399,68 = 4,99 \text{ кН}$
 $z_e = 20 \text{ м}$ $A_{ref} = 5 \times 5 = 25 \text{ м}^2$ $F_{wi} = 25 \times 426,32 = 10,6 \text{ кН}$

Боковые стороны:

- А $A_{ref} = 1 \times 20 = 20 \text{ м}^2$; $F_{w,e} = 426,32 \times 20 = 8,53 \text{ кН}$
 В $A_{ref} = 4 \times 20 = 80 \text{ м}^2$; $F_{w,e} = 426,32 \times 80 = 34,11 \text{ кН}$

$$\begin{array}{ll} \text{С} & A_{ref} = 35 \times 20 = 700 \text{ м}^2; \quad F_{w,e} = 426,32 \times 700 = 298,42 \text{ кН} \\ \text{Е} & A_{ref} = 5 \times 20 = 100 \text{ м}^2; \quad F_{w,e} = 426,32 \times 100 = 42,63 \text{ кН} \end{array} \quad (7.37)$$

Сила трения F_{fr} определяется по Формуле (5.7):

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr} ,$$

где

c_{fr} — коэффициент трения по Таблице 7.10 $c_{fr}=0.1$;
 A_{fr} — площадь наружной поверхности, параллельной направлению действия ветра.

При $z_e=20\text{м}$ (см.Пример1):

$$q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 3,2 \times 532,9 = 1705,28 \text{ Па}$$

$$\begin{array}{ll} \text{А} & A_{fr} = 20 \text{ м}^2; \quad F_{fr} = 0,1 \times 1705,28 \times 20 = 3,41 \text{ кН} \\ \text{В} & A_{fr} = 80 \text{ м}^2; \quad F_{fr} = 0,1 \times 1705,28 \times 80 = 13,64 \text{ кН} \\ \text{С} & A_{fr} = 700 \text{ м}^2; \quad F_{fr} = 0,1 \times 1705,28 \times 100 = 17,05 \text{ кН} \end{array} \quad (7.38)$$

Пример 2. Определение ветрового давления на покрытия

Условие: Определить ветровое давление на двускатное покрытие здания (см. Рисунок 7.43), расположенного в пределах городской застройки. По ветровой нагрузке II ветровой район. Высоких ($> 2h=18\text{м}$) близлежащих зданий нет.

Разобьем плоскость покрытия на зоны согласно схеме:

$e=b$ или $2h$ определяющим является меньшее значение. Принимаем $e=9\text{м}$.

Площадь участка F равна $A=9/4 \times 9/10 = 3,15 \text{ м}^2$.

Ветровое давление

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}.$$

Базовая высота z_e равна $h=9\text{м}$, аэродинамический коэффициент внешнего давления для каждой зоны принимаем по Таблице 7.4а, при этом для зоны F согласно указаниям на Рисунке 7.2:

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \cdot \log_{10} A = -2 - (-2+1,1) \log_{10} 3,15 = -1,55$$

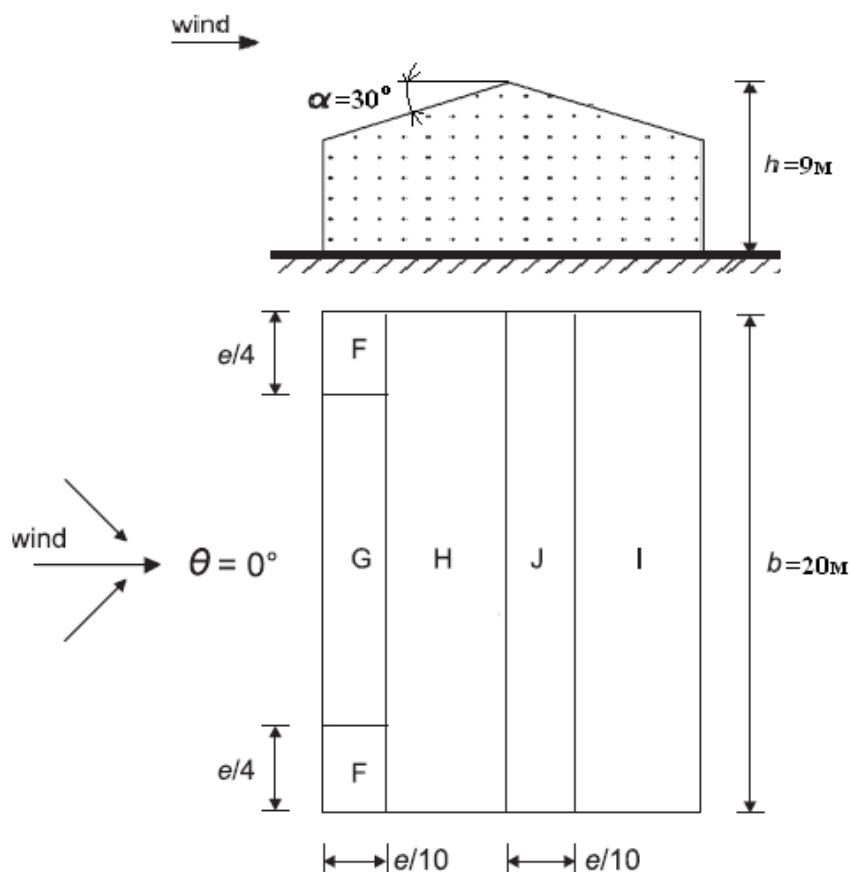


Рисунок 7.43 — Схема здания

Фрагмент Таблицы [7.4а]

Угол уклона α	Зона для направления набегающего потока $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4

Тип местности III. Коэффициент экспозиции $c_e(z)$ (см. Рисунок 4.5):

$$c_e(9) = 1.6$$

Для III ветрового района основное значение базовой скорости ветра равно (см. Пример к Разделу 4.2):

$$v_{b,0} = 40,49 \times (0,38)^{0.5} \times 1,17 = 29,20 \text{ м/сек.}$$

Значение базовой скорости ветра:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \times 1 \times 29,20 = 29,20 \text{ м/сек.}$$

Пиковое значение скоростного напора ветра:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,6 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 852,64 \text{ Па.}$$

Ветровое давление:

F	$w_e = -1,55 \times 852,64 = -1321,59 \text{ Па.}$	
G	$w_e = -0,80 \times 852,64 = -682,11 \text{ Па.}$	
		H $w_e = -0,80 \times 852,64 = -682,11 \text{ Па. (7.39)}$
I	$w_e = -0,60 \times 852,64 = -511,58 \text{ Па.}$	
J	$w_e = -0,80 \times 852,64 = -682,11 \text{ Па.}$	

8 ВЕТРОВЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОСТЫ

8.1 Общие положения

(1) Данный раздел распространяется только на однопролетные и многопролетные мосты с постоянными поперечными сечениями, показанными на Рисунке 8.1 и одинарными пролетными конструкциями.

(2) Ветровые нагрузки на пролетные конструкции рассматриваются в 8.2 и 8.3, нагрузки на опоры моста — в 8.4. Ветровые нагрузки на различные элементы моста следует учитывать как действующие одновременно, в случаях неблагоприятного влияния.

(3) Воздействия ветра на конструкции мостов вызывают силы в направлениях x , y и z в соответствии с Рисунком 8.2.

В этом случае:

- направление x — параллельно настилу по нормали к пролету;
- направление y — вдоль пролета;
- направление z — перпендикулярно настилу.

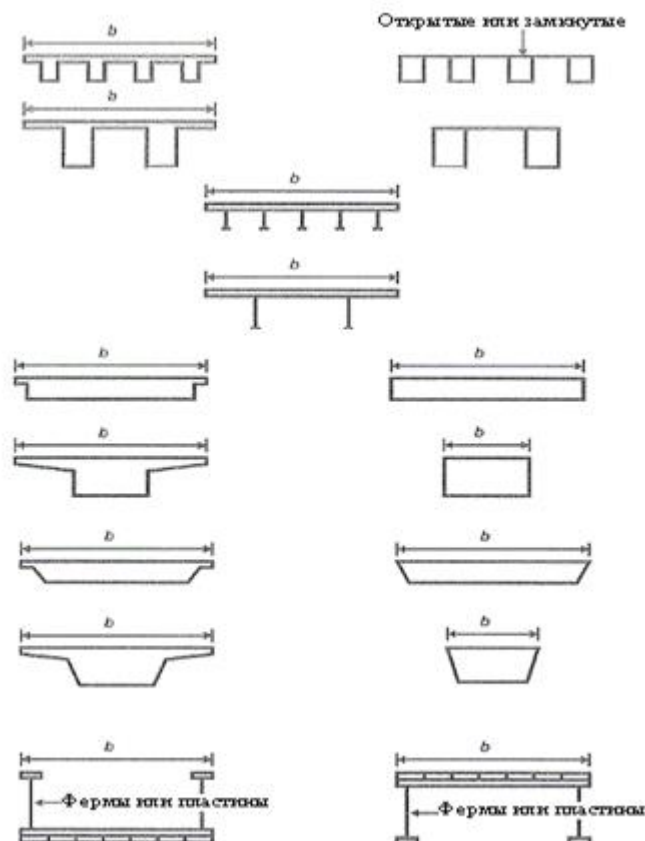


Рисунок 8.1 [8.1] — Примеры поперечных сечений стандартных пролетных конструкций моста

Силы в направлениях x и y вызываются воздействиями ветра в различных направлениях и обычно не возникают одновременно. Силы в направлении z могут возникать в различных направлениях, их следует учитывать как одновременно действующие с силами других направлений, в случае неблагоприятности их действия.

ПРИМЕЧАНИЕ Система обозначений, применяемая для мостов, отличается от установленной в 1.7. Для конструкций мостов применяют следующие обозначения:

L — длина в направлении y ;

b — ширина в направлении x ;

d — высота в направлении z .

Размеры L , b и d , представленные на Рисунке 8.2, более точно определены в последующих разделах. При ссылках на разделы 5 – 7 обозначения b и d необходимо соответственно корректировать.

(4) При необходимости одновременного учета воздействия ветра и дорожного движения сопутствующее воздействие $\psi_c \cdot F_{wk}$ от ветра и транспортных средств на мост ограничивают значением $F'_{w,0}$, заменяя основные значения базовой скорости $v_{b,0}$ значением $v'_{b,0}$.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемое значение $v'_{b,0}$ равно 23 м/с.



Рисунок 8.2 [8.2] — Направления воздействий ветра на пролетные конструкции моста

(5) При необходимости одновременного учета воздействия ветра и железнодорожного движения (см. А.2.2.1 и А.2.2.2 в Приложении А.2 EN 1990) сопутствующее воздействие $\psi_c F_{wk}$ от ветра и поездов на мост ограничивают значением F''_w , заменяя основное значение исходной скорости $v_{b,0}$ значением $v''_{b,0}$.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемое значение $v''_{b,0}$ равно 25 м/с.

8.2 Выбор методов расчета системы

(1) Следует оценить необходимость расчета мостов на динамические воздействия.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Если динамический расчет не требуется, можно применять значение $c_s c_d = 1,0$.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для обычных дорожных и железнодорожных пролетных конструкций моста с шириной пролета менее 40 м учет динамических реакций системы, как правило, не требуется. Под обычными пролетными конструкциями могут пониматься конструкции из стали, бетона, алюминия или дерева, а также комбинированные конструкции, поперечное сечение которых соответствует формам на Рисунке 8.1.

8.3 Коэффициенты усилия

(1) Коэффициенты усилия для парапетов и ограждений мостов необходимо учитывать, если они относятся к порядку величин, которыми нельзя пренебречь.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемое значение коэффициента усилия равно 7,4.

8.3.1 Коэффициенты усилия в направлении x (общий метод)

(1) Коэффициенты усилия воздействий ветра на пролетные конструкции моста в направлении x равны:

$$c_{f,x} = c_{fx,0} (8.1) [8.1]$$

где $c_{fx,0}$ — аэродинамический коэффициент для конструкций без обтекания свободных концов (см. 7.13).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Пролетные конструкции мостов, как правило, не содержат свободно обтекаемых элементов, так как при обтекании отклонение вызывается только двумя сторонами (верхней стороной и нижней стороной пролетной конструкции).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для обычных мостов можно применять $c_{fx,0} = 1,3$. Альтернативно можно применять значение $c_{fx,0}$ из Рисунка 8.3.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Если угол уклона набегающего потока превышает 10° , то могут потребоваться специальные исследования для аэродинамического коэффициента. Такой угол уклона может сводиться к уклону местности с наветренной стороны моста.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 Если в одной плоскости находятся две практически идентичные пролетные конструкции и они разделены только в продольном направлении зазором менее 1 м, то силу ветра с наветренной стороны можно рассчитывать как для составной конструкции. В других случаях целесообразны специальные исследования, касающиеся взаимодействия между конструкциями моста.

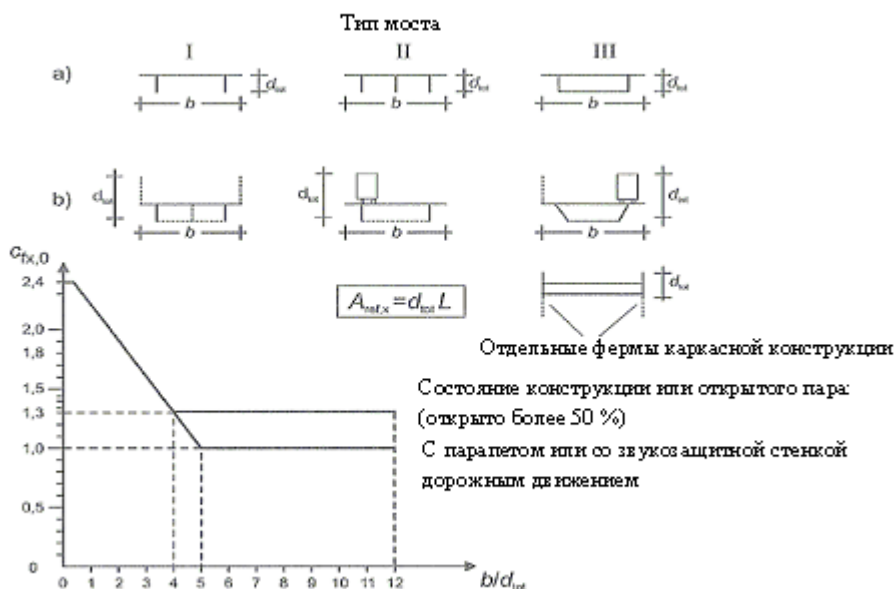


Рисунок 8.3[8.3] — Коэффициенты усилия $c_{fx,0}$ для мостов

(2) Если поверхность воздействия ветра по Рисунку 8.4 имеет уклон к вертикали, то коэффициент усилия $c_{fx,0}$ уменьшают относительно вертикали на 0,5 % на каждый градус угла наклона α , но не более чем на 30 %.

ПРИМЕЧАНИЕ Это снижение не применимо к величине F_w , как определено в 8.3.3.

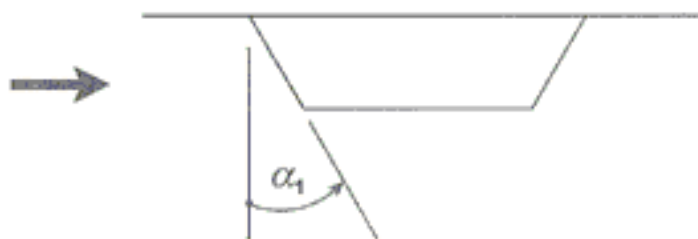


Рисунок 8.4[8.4] — Мосты с наклонной поверхностью в направлении действия ветра

(3) Если мост имеет уклон в поперечном направлении, то $c_{fx,0}$ увеличивают на 3 % на каждый градус уклона, но не более чем на 25 %.

(4) Для базовой площади A_{ref} для сочетаний нагрузок без транспортной составляющей применяют:

а) для пролетной конструкции в виде плоской балочной системы (см. Рисунок 8.5 и Таблицу 8.1) — сумму:

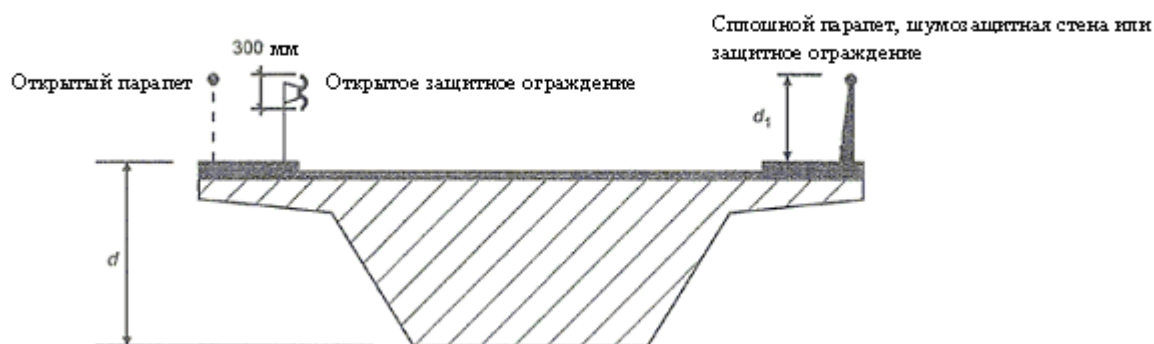
- 1) видимой площади лицевой стороны главной балки;
- 2) видимой площади выступающих над ней элементов других главных балок;
- 3) видимой площади элементов карнизов, пешеходных дорожек или балластных путей, выступающей над лицевой стороной главной балки;
- 4) видимой площади сплошных ограждений или шумозащитных стен, которые выступают над зоной 3), или, при отсутствии таких элементов, 0,3 м для каждого открытого парапета или ограждения;

б) для пролетной конструкции в виде решетчатой фермы — сумму:

- 1) видимой площади элементов карнизов, пешеходных дорожек или балластных путей;
- 2) сплошных элементов решетчатой конструкции, расположенных по нормали к направлению обтекания и выступающих над или под зоной 1);
- 3) видимой площади сплошных ограждений или шумозащитных стен, которые выступают над зоной 1), или, при отсутствии таких элементов, 0,3 м для каждого открытого парапета или ограждения.

Однако суммарная базовая площадь не должна превышать площадь рассматриваемой плоской балочной системы с такой же высотой и со всеми перечисленными выше зонами;

с) для пролетной конструкции в виде нескольких плоских балочных систем для этапа производства строительных работ до монтажа дорожного покрытия применяют видимую поверхность двух главных балок.

Рисунок 8.5 [8.5] — Применяемые высоты поперечного сечения для $A_{ref,x}$ Таблица 8.1 — Применяемые высоты поперечного сечения для $A_{ref,x}$

Защитная система проезжей части	С одной стороны	С обеих сторон
Открытый парапет или открытое защитное ограждение	$d + 0,3 \text{ м}$	$d + 0,6 \text{ м}$
Закрытый парапет или закрытое защитное ограждение	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Открытый парапет и открытое защитное ограждение	$d + 0,6 \text{ м}$	$d + 1,2 \text{ м}$

(5) Базовую площадь $A_{ref,x}$, при учете сочетания нагрузок дорожного движения, рассчитывают как базовую площадь в (4), применяя вместо площадей, указанных в а) 3) и 4) и б) 3), следующие площади, если они превышают первоначальные:

а) для автодорожных мостов дорожное полотно высотой 2 м над проезжей частью при самой неблагоприятной длине независимо от положения воспринимаемой вертикальной транспортной нагрузки;

б) для железнодорожных мостов дорожное полотно высотой 4 м над рельсами по всей длине моста.

(6) За базовую высоту z_e принимают расстояние от самой низкой точки местности под мостом до середины пролетной конструкции моста. Другие элементы моста (например, парапеты) не учитывают.

(7) Воздействия от давления вследствие движения транспортных средств не входят в область применения настоящего стандарта. Воздействия от давления вследствие движения поездов см. в EN 1991-2.

8.3.2 Усилия в направлении x — упрощенный метод

(1) В случаях, когда динамический расчет реакции конструкции моста не требуется, силу ветра в направлении x рассчитывают по следующей формуле:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}, (8.2) [8.2]$$

где v_b — базовое значение скорости ветра (см. 4.2 (2));

C — коэффициент ветровой нагрузки, где $C = c_e c_{f,x}$,

c_e — коэффициент экспозиции по 4.5,

$c_{f,x}$ — по 8.3.1(1);

$A_{ref,x}$ — базовая площадь по 8.3.1.

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемые значения C указаны в Таблице 8.2.

Таблица 8.2 — Коэффициенты усилия C для мостов.

b/d_{tot}	$z_e \leq 20$ м	$z_e = 50$ м
$\leq 0,5$	5,7	7,1
$\geq 4,0$	3,1	3,8

ПРИМЕЧАНИЕ Значения, приведенные в данной Таблице, основаны на следующих допущениях:

тип местности II в соответствии с Таблицей 8.2;

- коэффициент усилия $c_{f,x}$ в соответствии с 8.3.1(1);
- $c_o = 1,0$;
- $k_i = 1,0$.

Промежуточные значения b/d_{tot} и z_e допускается определять линейной интерполяцией.

8.3.3 Ветровые усилия на пролетные конструкции моста в направлении z

(1) Коэффициенты усилий $c_{f,z}$ ветра в направлении z устанавливают как направленные вверх, так и вниз (коэффициент подъемной силы). Значение $c_{f,z}$ нельзя применять для расчета вертикальных колебаний пролетных конструкций.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуется применять значение $c_{f,z} = \pm 0,9$. Это значение учитывает возможный поперечный уклон пролетной конструкции, возможный уклон местности и влияние угла уклона набегающего потока на основании турбулентности.

Альтернативно $c_{f,z}$ можно применять по Рисунок 8.6. При этом необходимо учитывать следующее:

- высота d_{tot} должна ограничиваться высотой пролетной конструкции, при этом дорожное движение и оснастку моста можно не учитывать;
- для плоской горизонтальной местности в качестве угла уклона набегающего потока относительно горизонтали применяют угол $\alpha \pm 5^\circ$ как следствие турбулентности набегающего потока. Данное условие распространяется также на холмистую местность, если высота пролетной конструкции не менее 30 м над уровнем земли.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Вертикальная сила имеет значение только в случае, когда она относится к величине такого же порядка, что и нагрузка от собственного веса.

(2) Базовая площадь $A_{ref,z}$ соответствует площади вертикальной проекции (см. Рисунок 8.2):

$$A_{ref,z} = bL. \quad (8.3)[8.3]$$

(3) Влияние гибкости не учитывают.

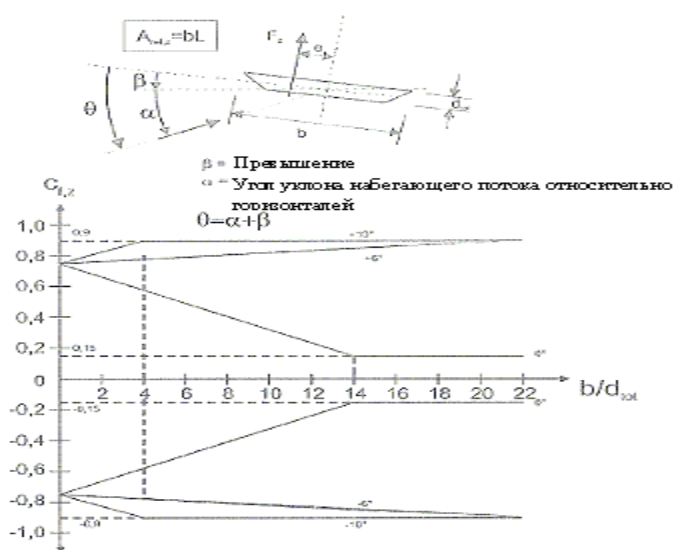


Рисунок 8.6[8.6] — Коэффициенты усилия для мостов с поперечным уклоном и угловым направлением набегающего потока

(4) Базовая высота такая же, как при определении $c_{f,x}$ (см. 8.3.1(6)).

(5) В качестве эксцентриситета силы в направлении x применяют $e = b/4$.

8.3.4 Ветровые нагрузки на пролетные конструкции моста в направлении y

(1) При необходимости определяют также продольные силы ветра в направлении y .

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендуемыми значениями силы ветра являются:

- для мостов со сплошными стенами — 25 % силы ветра в направлении x ;
- для мостов решетчатой конструкции — 50 % силы ветра в направлении x .

8.4 Опоры моста

8.4.1 Направления ветра и расчетные ситуации

(1) Воздействия ветра на пролетные конструкции моста и на несущие опоры рассчитывают с учетом наиболее неблагоприятного для всей конструкции направления ветра.

(2) Для этапа производства строительных работ воздействия ветра определяют специально, если невозможна горизонтальная передача или перераспределение силы ветра через пролетные конструкции. Если на этапе производства строительных работ опоры воспринимают нагрузки от выступающих элементов пролетных конструкций или элементов опалубки, то необходимо учитывать возможное асимметричное ветровое воздействие на такие элементы.

ПРИМЕЧАНИЕ Этапы производства строительных работ обычно более критичны для опор моста и некоторых типов пролетных конструкций, чем для постоянных расчетных ситуаций, возникающих после завершения строительных работ. Нормативные значения для временных расчетных ситуаций на этапе производства строительных работ указаны в EN 1991-1-6. Влияние лесов см. в 7.11.

8.4.2 Ветровые воздействия на опоры моста

(1) Воздействия ветра на опоры моста определяют методом, установленным в настоящем стандарте. При расчете результирующей нагрузки необходимо учитывать условия 7.6, 7.8 или 7.9.2.

ПРИМЕР Определение ветровой нагрузки на 5-ти этажное здание

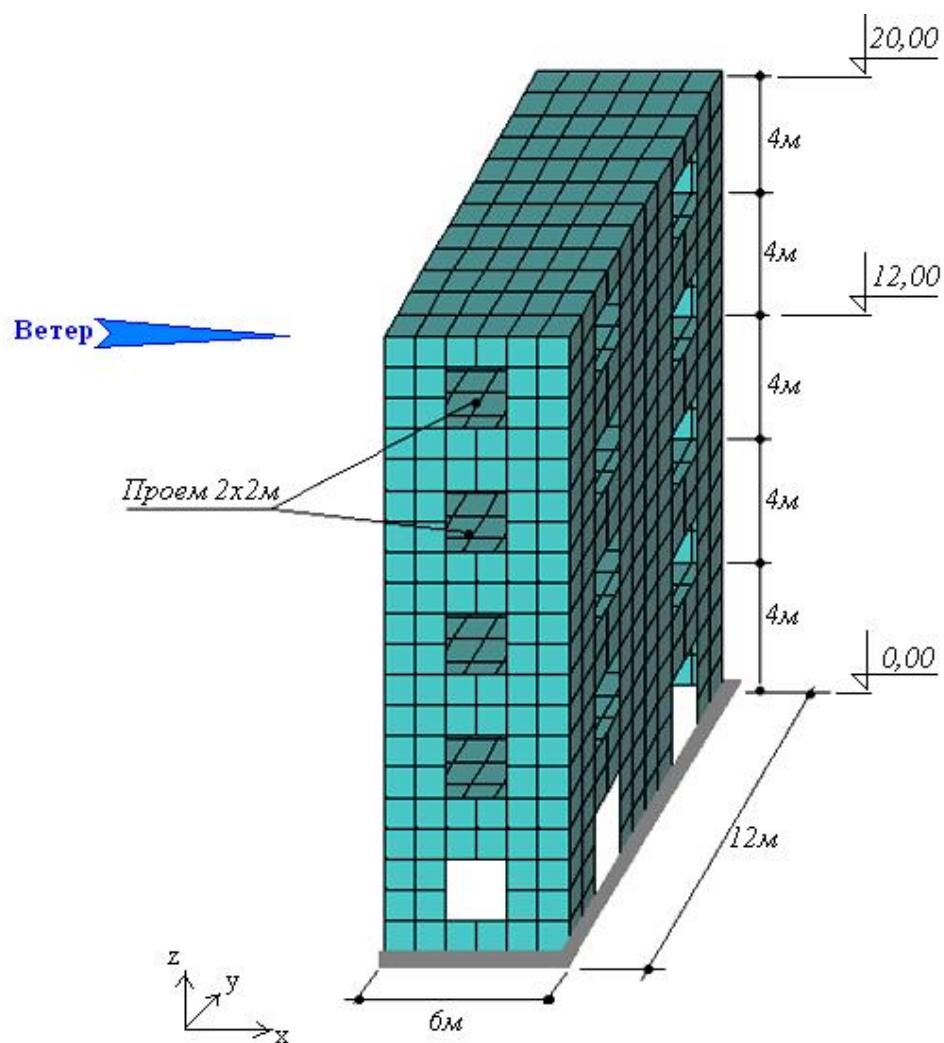


Рисунок 8.7- Схема здания

Здание расположено в пределах городской застройки, IV тип местности, III ветровой район. Определить ветровое давление на здание при направлении ветра по оси X.

Разобьем здание на зоны.

1) Разбивка по высоте:

$$h=20\text{м}, b=12\text{м}, d=6\text{м}. b < h < 2b$$

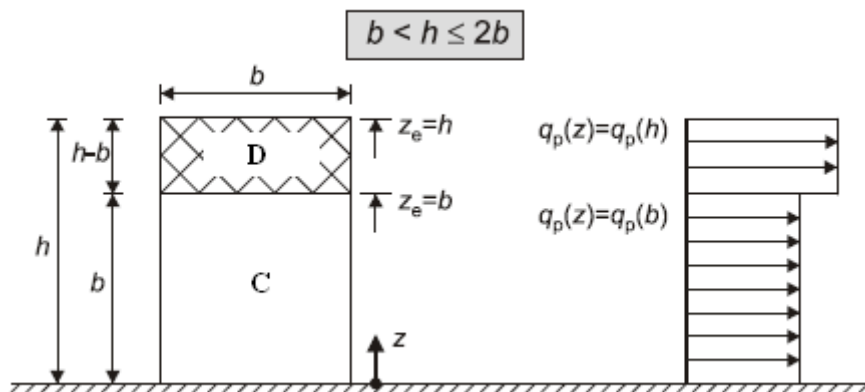


Рисунок 8.8- Схема разбивки по высоте
(см. Рисунок 7.4)

$z_e = h = 20\text{м}$, $z_e = b = 12\text{м}$. Таким образом, по высоте две зоны: 1-я от отметки 0,00 до отметки 12,00 и 2-я от отметки 12,00 до 20,00.

2) Разбивка по ширине:

$e = b$ или $2h$ определяющим является меньшее значение. Принимаем $e = 12\text{м}$.

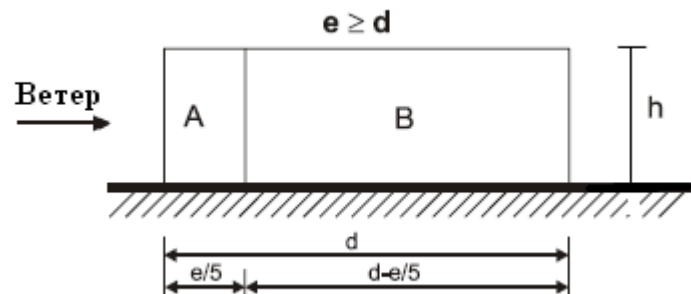


Рисунок 8.9-Схема разбивки по ширине
(см. Рисунок 7.4)

Ширина зоны А $e/5 = 12/5 = 2,4\text{м}$, зоны В - 3.6м

Для 3 типа местности :

$$z_0 = 0,3\text{м} ; \quad z_{\min} = 5\text{м} ; \quad c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0);$$

$$k_r = 0,19 \times (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215.$$

Средняя скорость ветра с учетом шероховатости:

$$Az_e = 20\text{м} c_r(20) = 0,215 \times \ln(20/0,3) = 0,90 \quad v_m(20) = 0,90 \times 29,20 = 26,28\text{м/сек.}$$

$$Bz_e = 20\text{м} c_r(20) = 0,215 \times \ln(20/0,3) = 0,90 \quad v_m(20) = 0,90 \times 29,20 = 26,28\text{м/сек.}$$

$$Cz_e=12mcr(12)=0,215 \times \ln(12/0,3)=0,79 v_m(12)=0,79 \times 29,20 = 23,07/\text{сек.} \quad (8.4)$$

$$Dz_e=20mcr(20)=0,215 \times \ln(20/0,3)=0,90 v_m(20)=0,90 \times 29,20 = 26,28\text{м/сек.}$$

Внешнее ветровое давление

Пиковое значение скоростного напора :

$$\begin{aligned} Az_e=20mce(20) &= 2,2 & q_p(20) &= 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{Па} \\ Bz_e=20mce(20) &= 2,2 & q_p(20) &= 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{Па} \\ Cz_e=12mce(12) &= 1,8 & q_p(12) &= 1,8 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 959,22 \text{Па} \\ Dz_e=20mce(20) &= 2,2 & q_p(20) &= 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{Па} \\ Ez_e=20mce(20) &= 2,2 & q_p(20) &= 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = 1172,38 \text{Па} \end{aligned} \quad (8.5)$$

Внешнее ветровое давление w_e равно:

$$\begin{aligned} A & \quad c_{pe} = -1,20 & w_e &= -1,20 \times 1172,38 = -1,41 \text{кПа} \\ B & \quad c_{pe} = -0,80 & w_e &= -0,80 \times 1172,38 = -0,94 \text{кПа} \\ C & \quad c_{pe} = 0,80 & w_e &= 0,80 \times 959,22 = 0,77 \text{кПа} \\ D & \quad c_{pe} = 0,80 & w_e &= 0,80 \times 1172,38 = 0,94 \text{кПа} \\ E & \quad c_{pe} = -0,67 & w_e &= -0,67 \times 1172,38 = -0,79 \text{кПа} \end{aligned} \quad (8.6)$$

Внутреннее ветровое давление

Здание без доминантных поверхностей (см. Раздел 7.2.9 (4)). Прорезность равномерная:

$$\mu = \frac{\text{Площадь проемов при } c_{pe} \leq 0}{\text{Площадь всех проемов}} = \frac{22}{34} = 0.647.$$

Аэродинамический коэффициент внутреннего давления c_{pi} определим по Рисунку 21:

$$\text{При } \mu=0,647 \text{ и } h/d=20/6>1,0 \quad c_{pi} = -0,10. \quad (8.7)$$

Внутреннее ветровое давление w_i равно:

$$c_e=2,2; \quad w_i = -0,1 \times 2,2 \times 0,5 \times 1,25 \times 29,20^2 = -117,24 \text{Па.} \quad (8.8)$$

Результаты расчета здания

(ПК Лира)

Суммарные узловые нагрузки на основную схему в т.

X	Y	Z	UX	UY	UZ	
1-	0.0	0.0	8.888+2	0.0	0.0	0.0
2-	-3.131+1	0.0	0.0	0.0	1.040-1	0.0

ПРИМЕЧАНИЕ В строке 1 – нагрузки от постоянных нагрузок.

В строке 2 – нагрузки от ветрового воздействия.

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ

=====							
:N	: СОБСТВ.	: Ч А С Т О Т Ы	: ПЕРИОДЫ	: КОЭФФИЦИЕНТ	: МОДАЛЬНАЯ		
:П/П:	ЗНАЧЕНИЯ	:-----	:-----	: РАСПРЕДЕЛЕНИЯ:	МАССА		
:	:	: РАД/С	: ГЦ	: С	:	: В %	

1	0.080830	12.37	1.97	0.5076	8.023110	26.5	26.5
2	0.065200	15.34	2.44	0.4095	8.206077	27.7	54.2
3	0.052766	18.95	3.02	0.3314	-0.000000	0.0	54.2
4	0.026143	38.25	6.09	0.1642	3.324915	4.5	58.7
5	0.021939	45.58	7.26	0.1378	3.031732	3.8	62.5
6	0.017621	56.75	9.04	0.1107	-0.000005	0.0	62.5

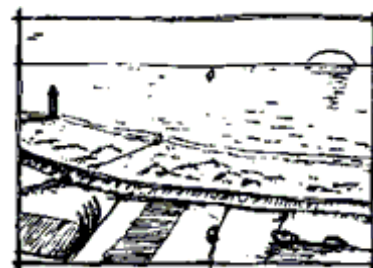
ПРИЛОЖЕНИЕ А[А]
(обязательное)

Влияние шероховатости местности и орографии

А.1 Графическое представление максимальных шероховатостей различных типов местности

Тип местности 0

Моря или открытые побережья морей



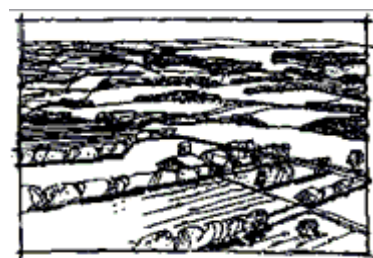
Тип местности I

Озера или плоская местность с незначительной растительностью без преград



Тип местности II

Открытая местность с низкой, как трава, растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми не менее 20-кратного значения их высот



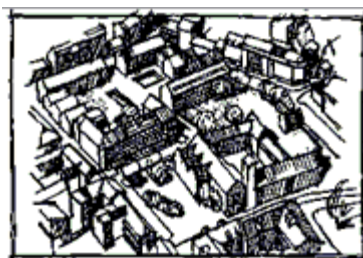
Тип местности III

Местность с равномерной растительностью или зданиями или преградами, расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот (деревни, пригородные зоны, протяженные лесные массивы)



Тип местности IV

Территории, в пределах которых, по крайней мере, 15 % поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м



A.2 Переходы между типами местности 0, I, II, III и IV

(1) Переходы между зонами с различной шероховатостью учитывают при расчете q_p и $C_s C_d$.

ПРИМЕЧАНИЕ Два рекомендуемых метода:

Первый метод.

Если здание находится вблизи места изменения шероховатости местности на расстоянии:

- менее 2 км от типа местности 0;
- менее 1 км от типа местности I – III,

то применяют меньшую шероховатость местности в направлении наветренной стороны.

Небольшие зоны (площадью менее 10 % от учитываемых в других случаях) с шероховатостью, отличающейся от основной поверхности, можно не учитывать.

Второй метод:

а) определить шероховатости местности в направлении наветренной стороны в секторах обтекания, которые необходимо учитывать;

б) определить расстояния x между зданием и местом изменения шероховатости в каждом секторе;

с) если расстояние x между зданием и зоной смены неровности меньше значения, указанного в Таблице А.1, то для неровности в рассматриваемом секторе применяют меньшее значение. Если расстояние x больше значения, указанного в Таблице А.1, то для неровности применяют большее значение.

Небольшие зоны (площадью менее 10 % от учитываемых в других случаях) с шероховатостью, отличающейся от основной поверхности, можно не учитывать.

Если в Таблице А.1 не указано расстояние x или если высота здания превышает 50 м, то применяют меньшую шероховатость.

Для промежуточных значений высоты z допускается линейная интерполяция.

Здание, расположенное в определенном типе местности можно рассчитывать с применением меньшей шероховатости местности, если оно находится на расстоянии, не превышающем пределов, определенных в Таблице А.1.

Таблица А.1 — Расстояние x

Высота z , м	Между I и II зоной, км	Между I и III зоной, км	Между II и III зоной, км	Между II и IV зоной, км	Между III и IV зоной, км
5	0,50	5,00	0,30	2,00	0,20
7	1,00	10,00	0,50	3,50	0,35
10	2,00	20,00	1,00	7,00	0,70
15	5,00		3,00	20,00	2,00
20	12,00		7,00		4,50
30	20,00		10,00		7,00
50	50,00		30,00		20,00

А.3 Численный расчет орографических коэффициентов

(1) На изолированных возвышенностях (холмах), горных хребтах или скалах и склонах возникают разные скорости ветра из-за уклона местности $\Phi = H/L_u$ в направлении набегающего потока. В этом случае H обозначает высоту, а L_u — фактическую длину, как представлено на Рисунке А.1.

(2) Наибольшее возрастание скорости ветра происходит у вершины склона и описывается орографическим коэффициентом c_o (см. Рисунок А.1). Склон не оказывает существенного влияния на стандартное отклонение турбулентности, как описано в 4.4(1).

ПРИМЕЧАНИЕ Интенсивность турбулентности снижается с увеличением скорости ветра, стандартное отклонение, напротив, не меняется.

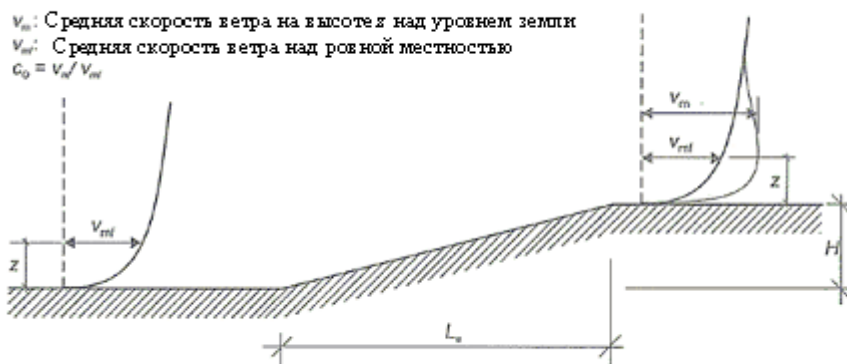


Рисунок А.1 — Пример увеличения скорости ветра на склоне

(3) Орографический коэффициент $c_0(z) = v_m/v_{mf}$ описывает возрастание средней скорости ветра для изолированных гор или склонов (не для холмистой местности или горных районов). Он относится к скорости ветра у подножия горы или склона. Влияние орографии необходимо учитывать в следующих ситуациях:

- а) для мест с наветренными склонами холмов или горных хребтов:
— если $0,05 < \Phi \leq 0,3$ и $|x| \leq L_u/2$;
 - б) для мест с подветренными склонами холмов или горных хребтов:
— если $\Phi < 0,3$ и $|x| < L_d/2$;
— если $\Phi \geq 0,3$ и $|x| < 1,6H$;
 - в) для мест с наветренными склонами скал или крутыми склонами:
— если $0,05 < \Phi \leq 0,3$ и $|x| \leq L_u/2$;
 - г) для мест с подветренными склонами скал или крутыми склонами:
— если $\Phi < 0,3$ и $|x| < 1,5L_e$;
— если $\Phi \geq 0,3$ и $|x| < 5H$;
- c_0 определен следующим образом:

$$c_0 = 1 \quad \text{для } \Phi < 0,05; \quad (\text{A.1})$$

$$c_0 = 1 + 2s\Phi \quad \text{для } 0,05 < \Phi < 0,3; \quad (\text{A.2})$$

$$c_0 = 1 + 0,6s \quad \text{для } \Phi > 0,3, \quad (\text{A.3})$$

где s — локальный орографический коэффициент по Рисунку А.2 или А.3 относительно эффективной длины L_e проекции подветренной стороны;

Φ — уклон по нормали к направлению действия ветра (см. Рисунок А.2 и А.3);

L_e — эффективная длина проекции наветренной стороны по Таблице А.2;

L_u — фактическая длина проекции наветренной стороны (проекция на горизонталь);

L_d — фактическая длина проекции подветренной стороны;

H — эффективная высота перепада высот местности;

x — горизонтальное расстояние между рассматриваемой и наивысшей точкой местности;

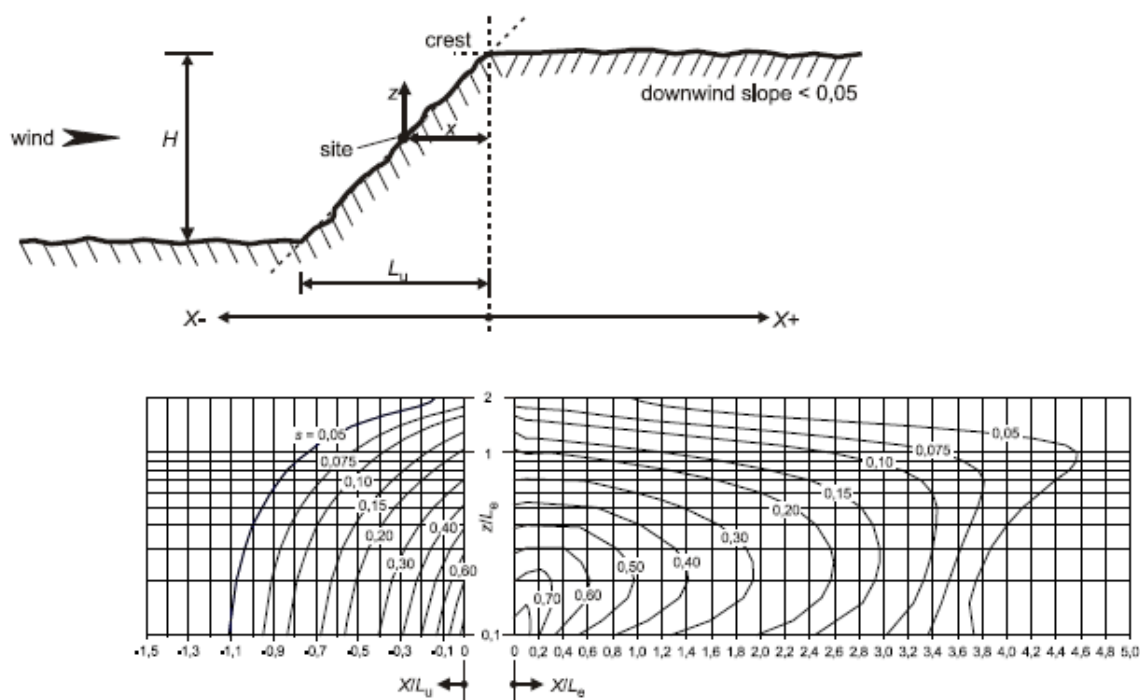
z — вертикальное расстояние от уровня земли.

Таблица А.2 — Значения эффективной длины L_e

Тип склона ($\Phi=H/L_u$)	
Плоский ($0,05 < \Phi \leq 0,3$)	Крутой ($\Phi > 0,3$)
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

ПРИМЕЧАНИЕ Расчетные диаграммы на Рисунках А.2 и А.3 превышают определенные выше диапазоны применения. Учет влияния орографии вне этого диапазона является необязательным.

(4) В долинах допускается устанавливать коэффициент $s_0(z)$, равный 1,0, если можно исключить ускорения, вызванные эффектом диффузирования. Для расположенных в долинах сооружений или для мостов, перекрывающих такие долины, следует проверить необходимость учета повышения скорости ветра.

Рисунок А.2 — Коэффициент s для склонов скал или крутых склонов.

(5) Формулы (А.4) – (А.7) и (А.11) могут применяться для расчетов орографического коэффициента. Так как эти формулы получены эмпирическим путем, то чрезвычайно важно, чтобы используемые параметры находились в заданных пределах, так как в противном случае следствием являются ошибочные результаты.

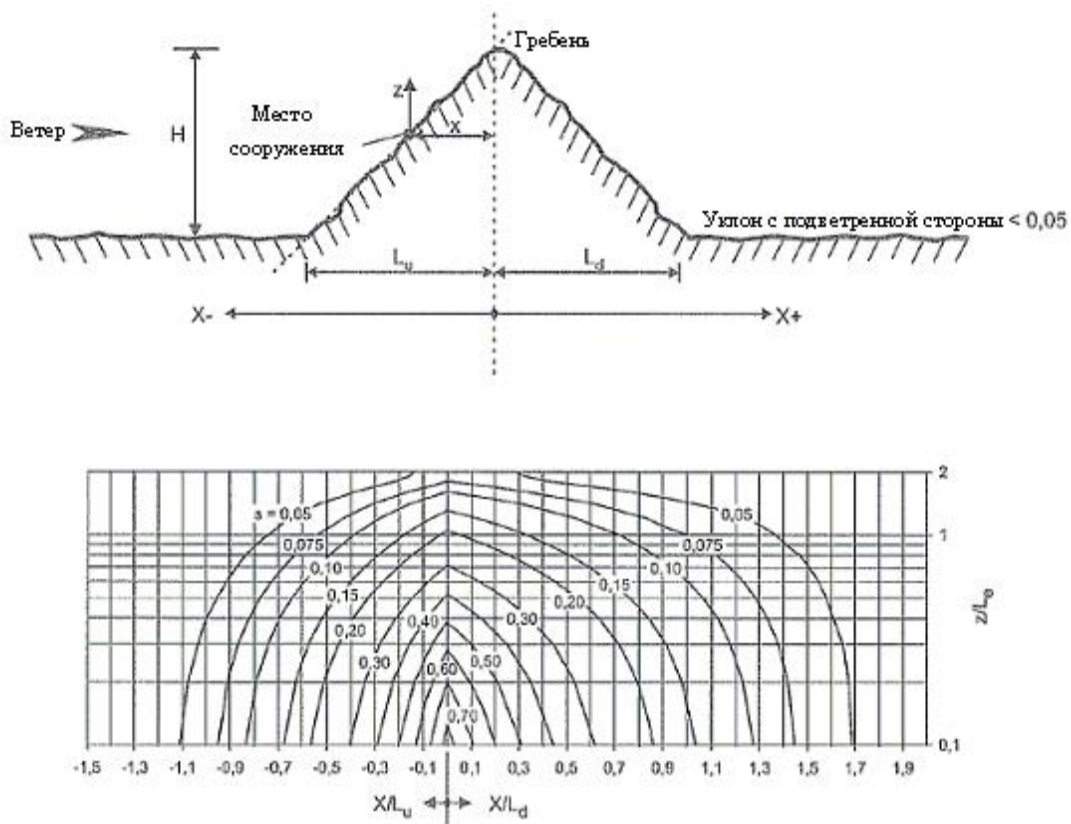


Рисунок А.3 — Коэффициент s для гор или горных хребтов

а) Наветренная зона при любой орографии (см. Рисунок А.2 и А.3)

В зонах

$$-1.5 \leq \frac{X}{L_u} \leq 0 \text{ и } 0 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2.0$$

применяют:

$$s = A e^{\left(B \frac{X}{L_u} \right)}, \quad (\text{A.4})$$

$$\text{где } A = 0.1552 \cdot \left(\frac{z}{L_e} \right)^4 - 0.8575 \cdot \left(\frac{z}{L_e} \right)^3 + 1.8133 \cdot \left(\frac{z}{L_e} \right)^2 - 1.9115 \cdot \left(\frac{z}{L_e} \right) + 1.0124; \quad (\text{A.5})$$

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{z}{L_e} \right)^2 - 1,0577 \cdot \left(\frac{z}{L_e} \right) + 2,6456. \quad (\text{A.6})$$

Для $\frac{X}{L_u} < -1,5$ или $\frac{z}{L_e} > 2$ применяют $s = 0$.

б) подветренная зона склонов скал или крутых склонов (см. Рисунок А.2):

В зонах

$$-0,1 \leq \frac{X}{L_u} \leq 3,5 \text{ и } 0,1 \leq \frac{z}{L_e} \leq 2,0$$

применяют:

$$s = A \cdot \left(\log \left[\frac{X}{L_e} \right] \right)^2 + B \cdot \left(\log \left[\frac{X}{L_e} \right] \right) + C, \quad (\text{A.7})$$

$$\text{где } A = -1,3420 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e} \right] \right)^3 - 0,8222 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e} \right] \right)^2 + 0,4609 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e} \right] - 0,0791; \quad (\text{A.8})$$

$$B = -1,0196 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e} \right] \right)^3 - 0,8910 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e} \right] \right)^2 + 0,5343 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e} \right] - 0,1156; \quad (\text{A.9})$$

$$C = 0,8030 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e} \right] \right)^3 + 0,4236 \cdot \left(\log \left[\frac{z}{L_e} \right] \right)^2 - 0,5738 \cdot \log \left[\frac{z}{L_e} \right] + 0,1606. \quad (\text{A.10})$$

В зонах $0 \leq \frac{X}{L_e} \leq 0,1$ проводят интерполяцию между значениями для $\frac{X}{L_e} = 0$ ($s = A \cdot B$ формуле (А.5)) и $\frac{X}{L_e} = 0,1$.

При $\frac{z}{L_e} < 0,1$ применяют значения $\frac{z}{L_e} = 0,1$.

При $\frac{z}{L_e} < 3,5$ или $\frac{z}{L_e} > 2,0$ применяют $s = 0$.

с) Подветренная зона холмов или горных хребтов (см. Рисунок А.3)

В зонах

$$0 \leq \frac{X}{L_d} \leq 2,0 \text{ и } 0 \leq \frac{Z}{L_e} \leq 2,0$$

применяют:

$$s = Ae^{\left(\frac{B \cdot X}{L_d}\right)}, \quad (\text{A.11})$$

$$\text{где } A = 0,1552 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right) + 1,0124; \quad (\text{A.12})$$

$$B = 0,3056 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^2 - 1,0212 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right) - 1,7637. \quad (\text{A.13})$$

Для $\frac{X}{L_d} > 2,0$ или $\frac{Z}{L_e} > 2,0$ применяют $s = 0$.

ПРИМЕЧАНИЕ — Формулы (А.5) и (А.12) идентичны.

А.4 Влияние более высокого близлежащего здания

(1) Если здание более чем вдвое выше средней высоты h_{ave} близлежащего здания, то в первом приближении расчет данного близлежащего здания может проводиться с применением пикового значения скоростного напора на высоте z_n ($z_0 = z_n$) над уровнем земли (формула А.14), см. Рисунок А.4.

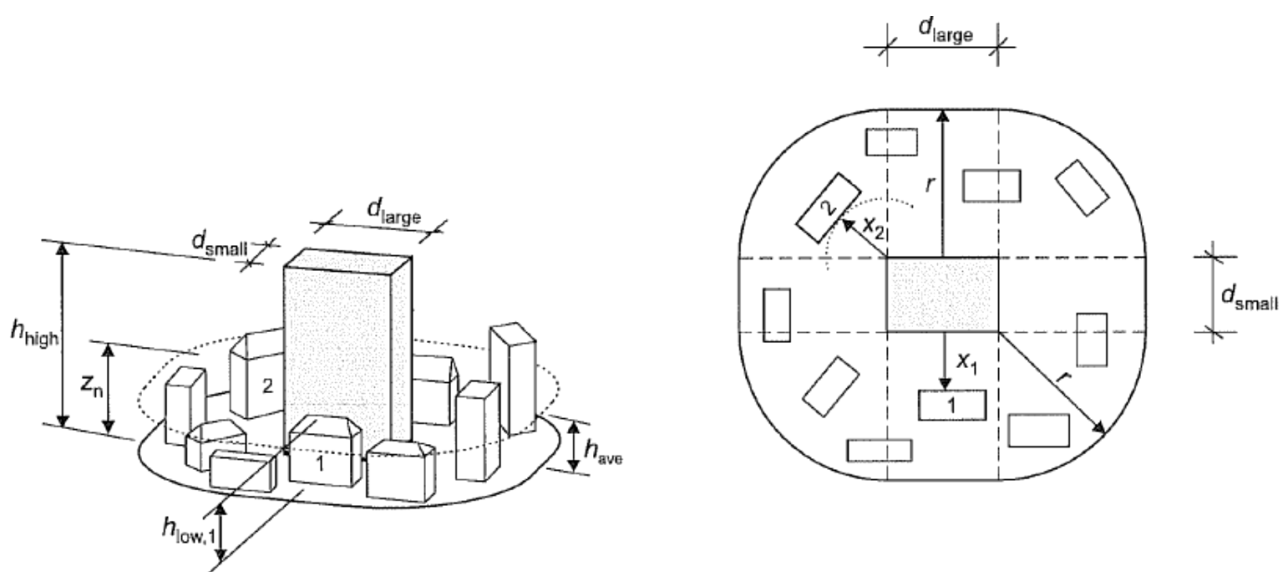


Рисунок А.4 — Влияние высокого здания на два разных соседних здания (1 и 2).

$$x \leq r / z_n = \frac{1}{2} \cdot r ,$$

$$r < x < 2r / z_n = \frac{1}{2} \cdot \left(r - \left(1 - \frac{2h_{\text{low}}}{r} \right) \cdot (x - r) \right), \quad (\text{A.14})$$

$$x \geq 2r / z_n = h_{\text{low}}.$$

Радиус r определяют следующим образом:

$$r = h_{\text{high}}, \quad \text{если } h_{\text{high}} \leq 2d_{\text{large}};$$

$$r = 2d_{\text{large}}, \quad \text{если } h_{\text{high}} > 2d_{\text{large}}.$$

Высота здания h_{low} , радиус r , расстояние x и размеры d_{small} и d_{large} представлены на Рисунке А.4. Повышение скорости ветра можно не учитывать, если h_{low} превышает половину высоты h_{high} более высокого здания. Базовая высота в этом случае равна $z_n = h_{\text{low}}$.

А.5 Высота смещения

(1) При расположении зданий на типе местности IV близлежащие здания и другие преграды вызывают смещение профиля ветра вверх. Эта высота смещения обозначается h_{dis} и может определяться по формуле (А.15), см. Рисунок А.5. Профиль скоростного напора как функцию высоты (см. Рисунок 4.2) допускается смещать вверх на величину высоты смещения h_{dis} .

$$x \leq 2h_{\text{ave}}h_{\text{dis}} \quad \text{— меньшее значение из } 0,8h_{\text{ave}} \text{ или } 0,6h;$$

$$2h_{\text{ave}} < x < 6h_{\text{ave}}h_{\text{dis}} \quad \text{— меньшее значение из } 1,2h_{\text{ave}} - 0,2x \text{ или } 0,6h; \quad (\text{A.15})$$

$$x \geq 6h_{\text{ave}}h_{\text{dis}} = 0.$$

При отсутствии более подробной информации для типа местности IV для средней высоты преград допускается применять значение $h_{\text{ave}} = 15$.

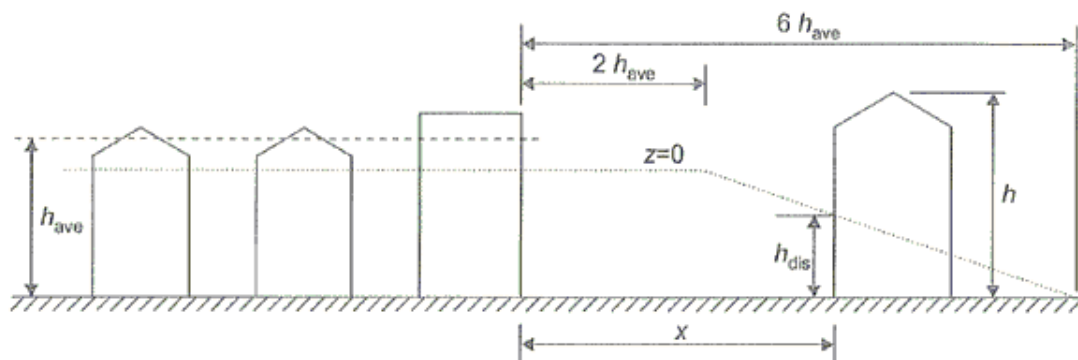


Рисунок А.5 — Высота смещения и расстояние с наветренной стороны.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б[В]
(обязательное)

Первый метод расчета для определения конструкционного коэффициента c_{sd}

В.1 Турбулентность ветра

(1) Масштаб длины турбулентности $L(z)$ представляет среднюю величину порывов естественного ветра. Для высоты z ниже 200 м масштаб длины турбулентности рассчитывают по формуле (В.1)

$$L(z) = L_t \cdot \left(\frac{z}{z_t} \right)^\alpha \quad \text{при } z \geq z_{\min},$$

$$L(z) = L(z_{\min}) \quad \text{при } z < z_{\min},$$
(В.1)

принимая базовую высоту $z_t = 200$ м, базовый масштаб длины $L_t = 300$ м, $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0)$ и параметр шероховатости z_0 , м. Минимальная высота $z_{\min}$ указана в Таблице 4.1.

(2) Распределение воздушного потока в диапазоне частот определяется безразмерной функцией спектральной плотности силы ветра $S_L(z, n)$. Расчет осуществляется по формуле (В.2)

$$S_L(z, n) = \frac{n \cdot S_v(z, n)}{\sigma_v^2} = \frac{6,8 \cdot f_L(z, n)}{(1 + 10,2 \cdot f_L(z, n))^{5/3}},$$
(В.2)

где $S_v(z, n)$ — односторонний дисперсный спектр ветра;

$f_L(z, n) = \frac{n \cdot L(z)}{v_m(z)}$ — безразмерная частота, определяемая по $n = n_{1,x}$, собственной

частоте изгибных колебаний сооружения, Гц, средней скорости ветра $v_m(z)$ и масштабу длины турбулентности $L(z)$, как представлено на Рисунке (В.1). Функция безразмерной спектральной плотности силы ветра представлена на Рисунке В.1.

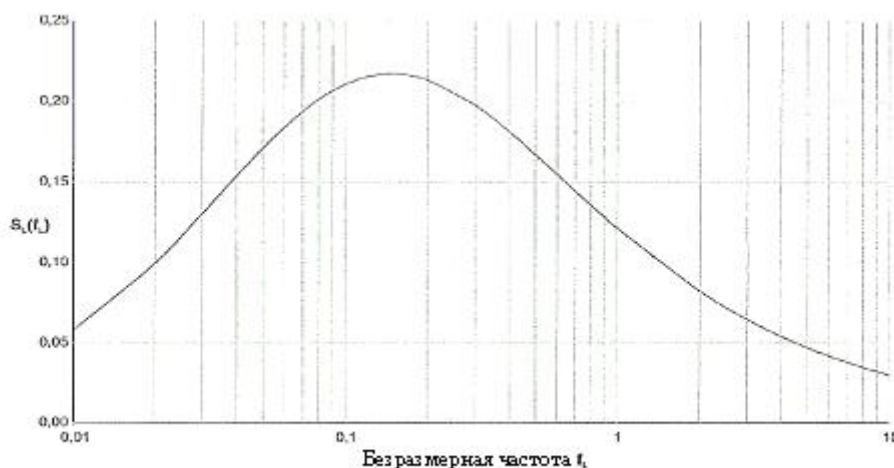


Рисунок В.1 — Функция спектральной плотности $S_L(f_L)$.

В.2 Конструкционный коэффициент c_{scd}

- (1) Конструкционный коэффициент c_{scd} определен в 6.3.1.
 (2) Фоновая составляющая реакции B^2 учитывает отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции и может рассчитываться по формуле (В.3)

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left(\frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}, \quad (\text{В.3})$$

где

b, h — ширина и высота сооружения, см. Рисунок 6.1.

$L(z_s)$ — масштаб длины турбулентности в соответствии с В.1(1) для базовой высоты z_s , как определено на Рисунке 6.1. С целью безопасности может применяться $B^2 = 1$.

(3) Пиковый коэффициент k_p определен как отношение максимального значения пульсационной составляющей реакции сооружения к его стандартному отклонению. Он рассчитывается по формуле (В.4) и представлен на Рисунке В.2.

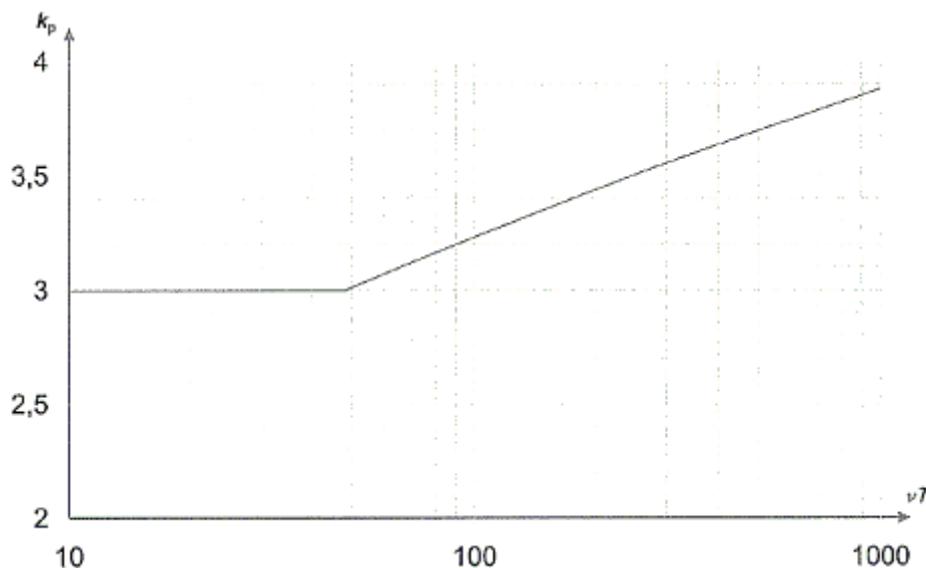


Рисунок В.2 — Пиковый коэффициент

$$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)}} \text{ или } k_p = 3,$$

определяющим является большее значение, (В.4)

где v — частота восходящего потока согласно (4);

T — период осреднения для средней скорости ветра, $T = 600$ с.

(4) Частоту восходящего потока v определяют по формуле (В.5)

$$v = n_{1,x} \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}}; v \geq 0,08 \text{ Гц}, \quad (\text{В.5})$$

где $n_{1,x}$ — собственная частота изгибных колебаний сооружения, которую можно определять согласно приложению F. Ограничение $v \geq 0,08$ Гц соответствует пиковому коэффициенту 3,0.

(5) Резонансная составляющая реакции R^2 определяет резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности и определяется по формуле (В.6)

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b), \quad (\text{В.6})$$

где δ — логарифмический декремент затухания согласно F.5 (приложение F);

S_L — безразмерная функция спектральной плотности, как указано в В.1(2) (приложение В);

R_h, R_b — функции аэродинамической проводимости, определяемые по формулам (В.7) и (В.8).

(6) Функции аэродинамической проводимости R_h и R_b для формы основных изгибных колебаний могут рассчитываться по формулам (В.7) и (В.8):

$$R_p = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} \cdot (1 - e^{-2\eta_h}); \quad R_h = 1 \quad \text{для} \quad \eta_h = 0; \quad (\text{В.7})$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} \cdot (1 - e^{-2\eta_b}); \quad R_b = 1 \quad \text{для} \quad \eta_b = 0. \quad (\text{В.8})$$

С применением $\eta_h = \frac{4,6h}{L(z_0)} \cdot f_L(z_s, n_{1x})$ и $\eta_b = \frac{4,6b}{L(z_0)} \cdot f_L(z_s, n_{1x})$.

ПРИМЕЧАНИЕ Для форм колебаний с дополнительными узлами колебаний требуются более точные исследования.

В.3 Количество циклов нагружений для динамической реакции

(1) На Рисунке В.3 показано количество N_g , при котором величина воздействия ветра ΔS достигается или превышает в течение 50 лет. ΔS — доля значения S_k в процентах, при этом S_k является определяющим ветровым воздействием, определенным с периодом повторяемости 50 лет.

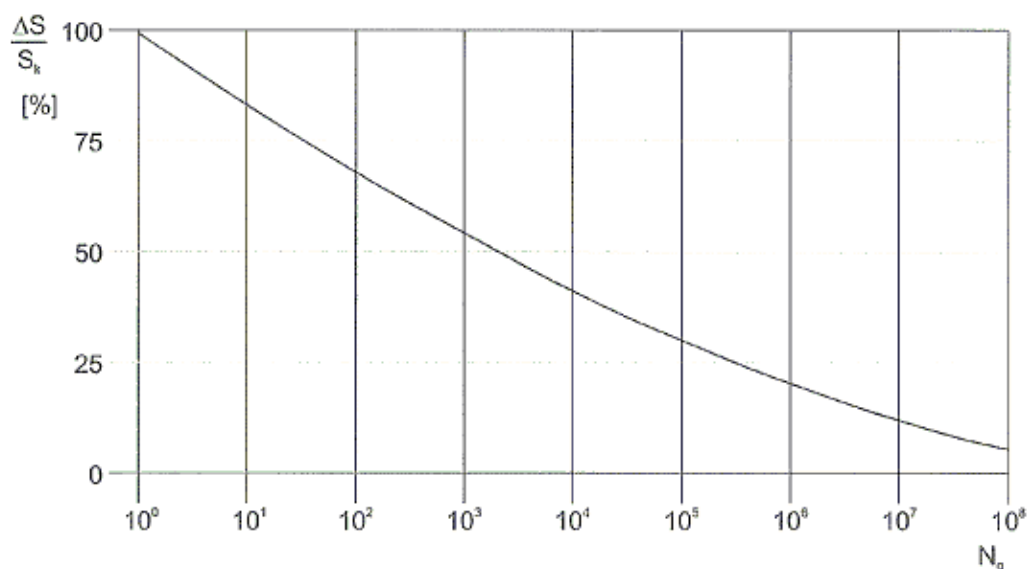


Рисунок В.3 — Количество циклов нагружений N_g при воздействии $\Delta S/S_k$ в течение 50 лет.

Зависимость между $\Delta S/S_k$ и N_g указана в формуле (В.9).

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0,7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17,4 \cdot \log(N_g) + 100. \quad (\text{В.9})$$

В.4 Перемещения и ускорения для оценки эксплуатационной пригодности вертикальных конструкций

(1) Максимальное перемещение вдоль направления ветра устанавливают по эквивалентному статическому ветровому усилию, определяемому в соответствии с требованиями 5.3.

(2) Стандартное отклонение $\sigma_{a,x}$ характеристического ускорения конструкции по направлению ветра на высоте z определяется по формуле (В.10)

$$\sigma_{a,x}(z) = \frac{c_f \cdot \rho \cdot b \cdot I_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s)}{m_{1,x}} \cdot R \cdot K_x \cdot \Phi_{1,x}(z), \quad (\text{В.10})$$

где c_f — коэффициент усилия, см. раздел 7;

ρ — плотность воздуха, см. 4.5(1);

b — ширина здания, как определено на Рисунке 6.1;

$I_v(z_s)$ — интенсивность турбулентности $I_v(z_s)$ в направлении действия ветра на высоте $z = z_s$ по 4.4 и Рисунку 6.1;

$v_m(z_s)$ — средняя скорость ветра $v_m(z)$ для $z = z_s$, см. 4.3.1(1);

z_s — базовая высота, см. Рисунок 6.1;

R — квадратный корень из резонансной составляющей реакции, см. В.2(5) (приложение В);

K_x — безразмерный коэффициент, приведенный в формуле (В.11);

$m_{1,x}$ — эквивалентная масса на единицу длины в направлении действия ветра, см. F.4(1) (приложение F);

$n_{1,x}$ — собственная частота изгибных колебаний параллельно направлению действия ветра. Более подробная информация содержится в ПРИЛОЖЕНИИ F;

$\Phi_{1,x}(z)$ — основная форма собственных колебаний параллельно направлению действия ветра. В качестве первого приближения могут использоваться формулы из приложения F.

(3) Безразмерный коэффициент K_x определен следующим образом:

$$K_x = \frac{\int_0^h v_m^2(z) \cdot \Phi_{1,x}(z) dz}{v_m^2(z_e) \cdot \int_0^h \Phi_{1,x}^2(z) dz}, \quad (\text{В.11})$$

где h — высота сооружения в соответствии с Рисунком 6.1.

ПРИМЕЧАНИЕ При применении $\Phi_{1,x}(z) = (z/h)^\zeta$ (см. приложение F) и $c_0(z) = 1$ (плоская местность, см. 4.3.3) выражение (В.11) может быть аппроксимировано с применением формулы (В.12). Эта аппроксимация представлена на Рисунке В.4.

$$K_x = \frac{(2\zeta + 1) \cdot \left\{ (\zeta + 1) \cdot \left[\ln\left(\frac{z_s}{z_0}\right) + 0,5 \right] - 1 \right\}}{(\zeta + 1)^2 \cdot \ln\left(\frac{z_s}{z_0}\right)}, \quad (\text{В.12})$$

где z_0 — параметр шероховатости (см. Таблицу 4.1);

ζ — экспонента формы колебаний (см. приложение F).

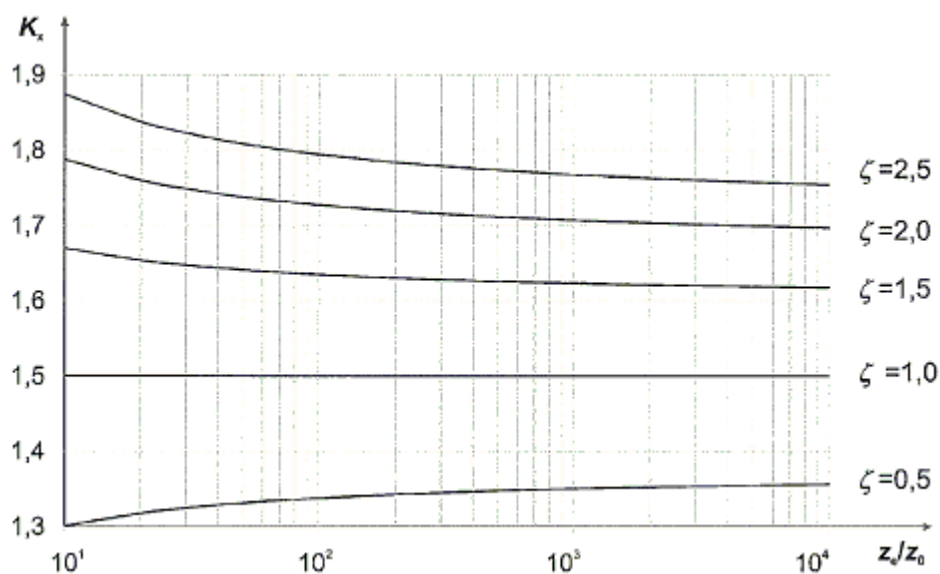


**Рисунок В.4 — Аппроксимация безразмерного коэффициента K_x
в соответствии с формулой (В.12)**

(4) Характеристические пиковые значения ускорения определяют умножением стандартного отклонения, указанного в (2), на пиковый коэффициент по В.2(3) (приложение В) с использованием собственной частоты изгибных колебаний, т. е. $\nu = n_{1x}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ В[С]

(обязательное)

Второй метод расчета
для определения конструкционного коэффициента c_{scd}

С.1 Турбулентность ветра

(1) Турбулентность определяют по формуле В.1.

С.2 Конструкционный коэффициент c_{scd} (1) Конструкционный коэффициент c_{scd} определен в 6.3.1.(2) Фоновая составляющая реакции B^2 учитывает отсутствие полной корреляции давления на поверхность конструкции и может рассчитываться по формуле (С.1)

$$B^2 = \frac{1}{1 + \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{b}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{h}{L(z_s)}\right)^2 + \left(\frac{b}{L(z_s)} \cdot \frac{h}{L(z_s)}\right)^2}}, \quad (\text{С.1})$$

где b, h — ширина и высота сооружения, см. Рисунок 6.1; $L(z_s)$ — масштаб длины турбулентности в соответствии с В.1(1) для базовой высоты z_s , как определено на Рисунке 6.1. С целью безопасности может применяться $B^2 = 1$.(3) Для определения значения пикового коэффициента k_p может быть использовано В.2(3) (приложение В).(4) Резонансная составляющая реакции R^2 определяет резонансные колебания с учетом формы колебаний вследствие турбулентности и определяется по формуле (С.2)

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot K_s(n_{1,x}), \quad (\text{С.2})$$

где δ — логарифмический декремент затухания в соответствии с F.5 (приложение F); S_L — безразмерная функция спектральной плотности, как указано в В.1(2) (приложение В); $n_{1,x}$ — собственная частота изгибных колебаний параллельно направлению действия ветра, значение которой может быть определено по приложению F; K_s — функция уменьшения размера, как указано в (5).(5) Функция уменьшения размера K_s может быть аппроксимирована с применением формулы (С.3)

$$K_s(n) = \frac{1}{1 + \sqrt{(G_y \cdot \varphi_y)^2 + (G_z \cdot \varphi_z)^2 + \left(\frac{2}{\pi} \cdot G_y \cdot \varphi_y \cdot G_z \cdot \varphi_z\right)^2}}, \quad (\text{С.3})$$

$$\text{где } \varphi_y = \frac{c_y b n}{v_m(z_s)}, \varphi_z = \frac{c_z h n}{v_m(z_s)}.$$

Постоянные G_y и G_z зависят от изменения формы собственных изгибных колебаний параллельно горизонтальной оси y и вертикальной оси z (в указанной последовательности). Обе постоянные затухания c_y и c_z равны 11,5.

(6) Постоянная G , приведенная в (5), и постоянная K для расчета ускорений представлены в Таблице С.1.

Таблица С.1 — G и K как функции форм колебаний

Форма колебаний	Равномерная	Линейная	Параболическая	Синусоидальная
G	1/2	3/8	5/18	$4/\pi^2$
K	1	3/2	5/3	$4/\pi$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для зданий с равномерной горизонтальной формой колебаний и линейной вертикальной формой колебаний применяют: $\Phi(y,z) = z/h$, $G_y = 1/2$, $G_z = 3/8$, $K_y = 1$ и $K_z = 3/2$.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для дымовых труб с равномерной горизонтальной формой колебаний и параболической вертикальной формой колебаний применяют: $\Phi(y,z) = z^2/h^2$, $G_y = 1/2$, $G_z = 5/18$, $K_y = 1$ и $K_z = 5/3$.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Для мостов с синусоидальной горизонтальной формой колебаний применяют:

$\Phi(y,z) = \sin(\pi \cdot y/b)$, $G_y = 4/\pi^2$, $G_z = 1/2$, $K_y = 4/\pi$, $K_z = 1$.

С.3 Количество циклов нагружений для динамической реакции

(1) Количество нагружений может быть принято в соответствии с приложением В.3.

С.4 Перемещения и ускорения для оценки эксплуатационной пригодности вертикальных конструкций

(1) Максимальное перемещение по направлению действия ветра устанавливают по эквивалентному статическому ветровому усилию в соответствии с требованиями 5.3.

(2) Стандартное отклонение $\sigma_{a,x}$ характеристического ускорения конструкции по направлению действия ветра на высоте z определяется по формуле (С.4)

$$\sigma_{a,x}(y,z) = c_f \rho l_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s) \cdot R \cdot \frac{K_y \cdot K_z \cdot \Phi(y,z)}{\mu_{ref} \Phi_{max}}, \quad (C.4)$$

где c_f — коэффициент усилия, см. раздел 7;

ρ — плотность воздуха, см. 4.5(1);

$l_v(z_s)$ — интенсивность турбулентности $l_v(z)$ в направлении действия ветра на высоте $z = z_s$ по 4.4 и Рисунку 6.1;

$v_m(z_s)$ — средняя скорость ветра $v_m(z)$ для $z = z_s$, см. 4.3.1(1);

z_s — базовая высота, см. Рисунок 6.1;

R — квадратный корень из резонансной составляющей реакции, см. С.2(4) (приложение С);

K_y, K_z — постоянные, как указано в С.2(6) (приложение С);

μ_{ref} — базовая масса на единицу площади, см. F.5(3) (приложение F);

$\Phi(y, z)$ — форма колебаний;

Φ_{max} — значение амплитудной точки формы колебания.

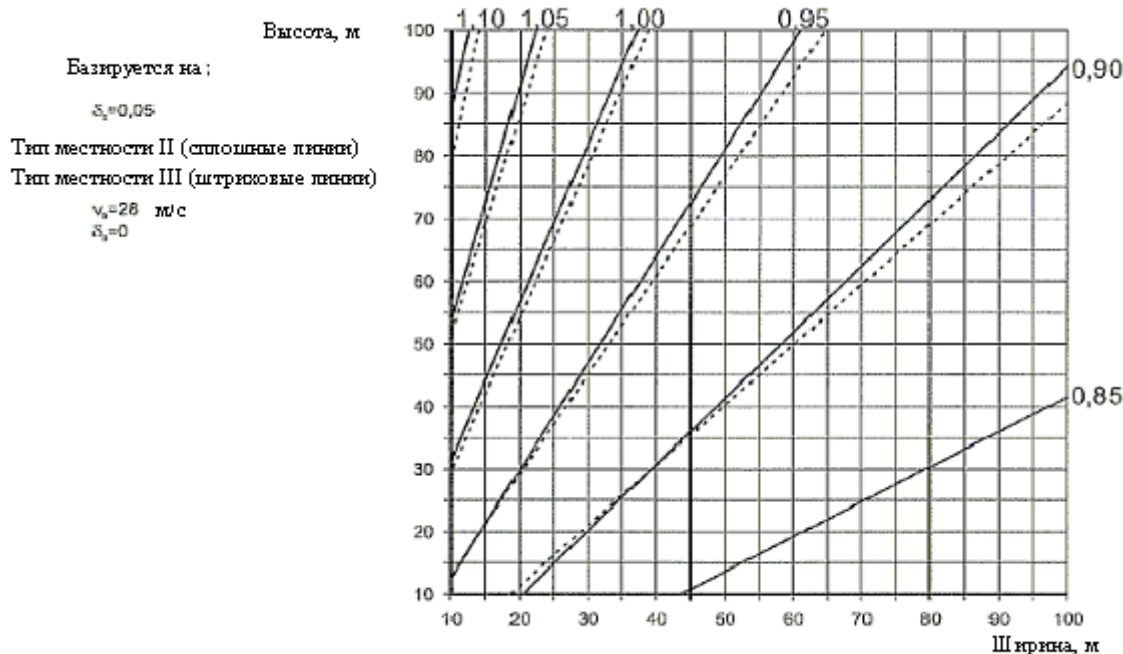
(3) Характеристические пиковые значения ускорения определяют умножением стандартного отклонения, указанного в (2), на пиковый коэффициент из приложения В.2(3) с использованием собственной частоты изгибных колебаний, т. е. $V = n_{1x}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г[D]

(обязательное)

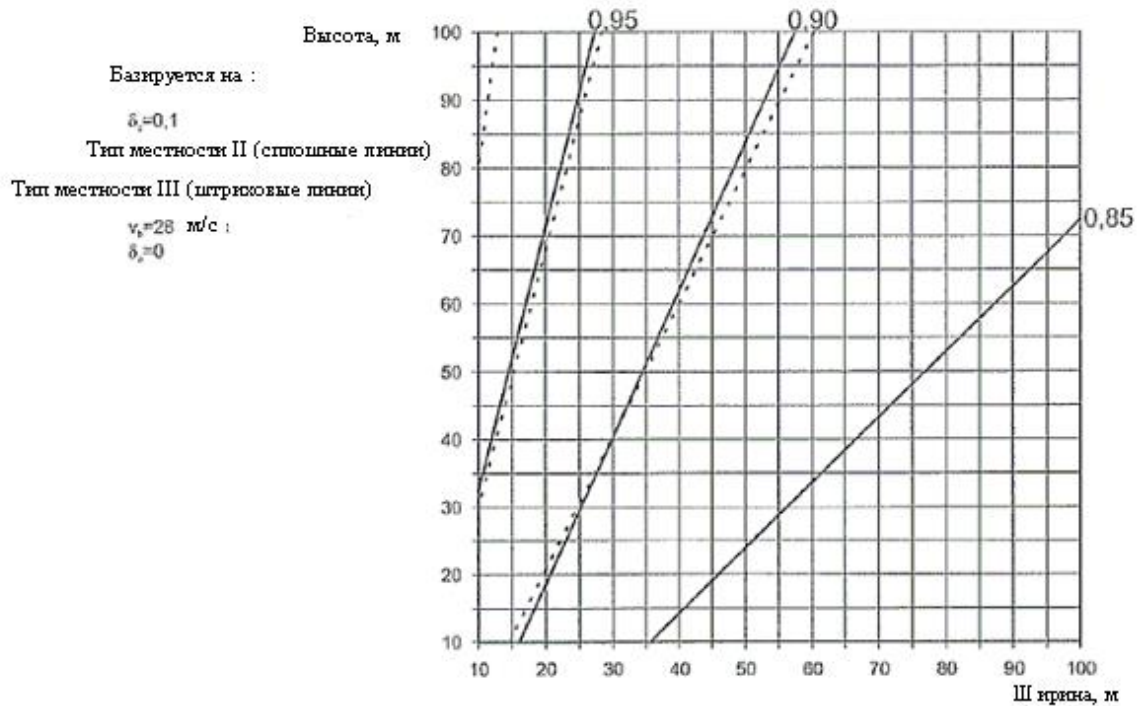
Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для разных типов зданий

(1) Собственные частоты и формы колебаний конструкций, которые представлены в данном ПРИЛОЖЕНИИ, получены аналитически или с использованием формул из приложения F.

 $c_s c_d$ для многоэтажных зданий со стальным каркасом

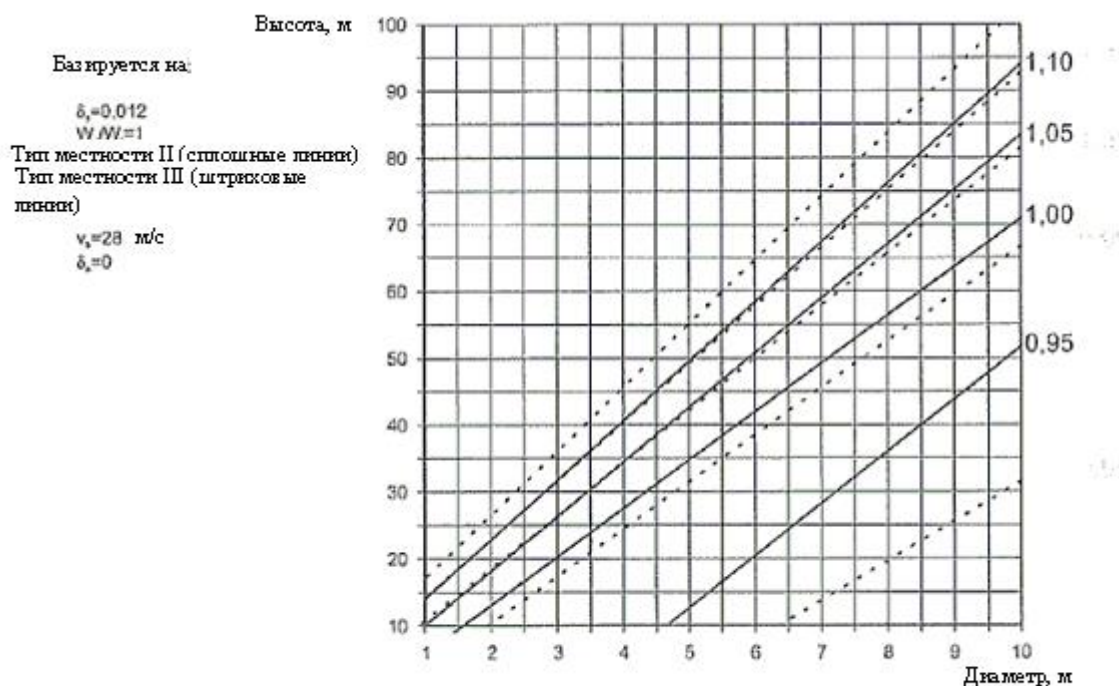
ПРИМЕЧАНИЕ Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.1 — Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для многоэтажных зданий со стальным каркасом прямоугольных в плане и с вертикальными наружными ограждениями, а также с равномерно распределенными массами и жесткостями (частота в соответствии с формулой (F.2)) $c_s c_d$ для многоэтажных зданий с железобетонным каркасом



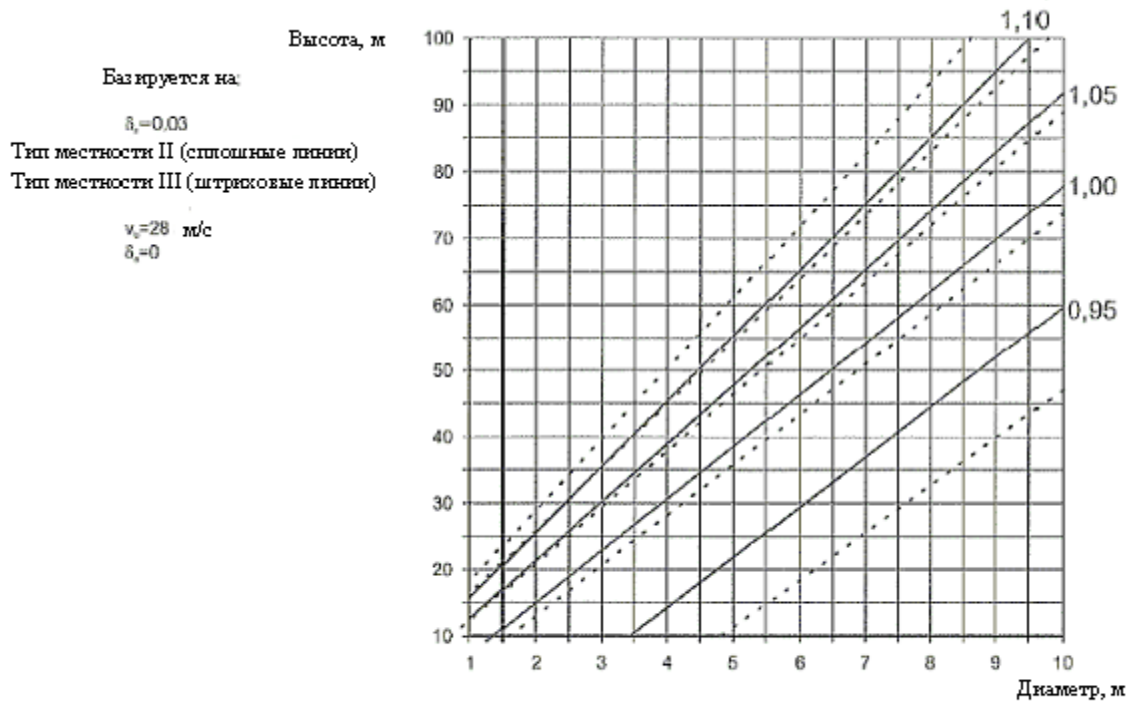
ПРИМЕЧАНИЕ Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_{scd} = 0,85$).

Рисунок D.2 — Значения конструкционного коэффициента c_{scd} для многоэтажных зданий с железобетонным каркасом прямоугольных в плане и с вертикальными наружными ограждениями, а также с равномерно распределенными массами и жесткостями (частота в соответствии с формулой (F.2)) c_{scd} для стальных дымовых труб без футеровки



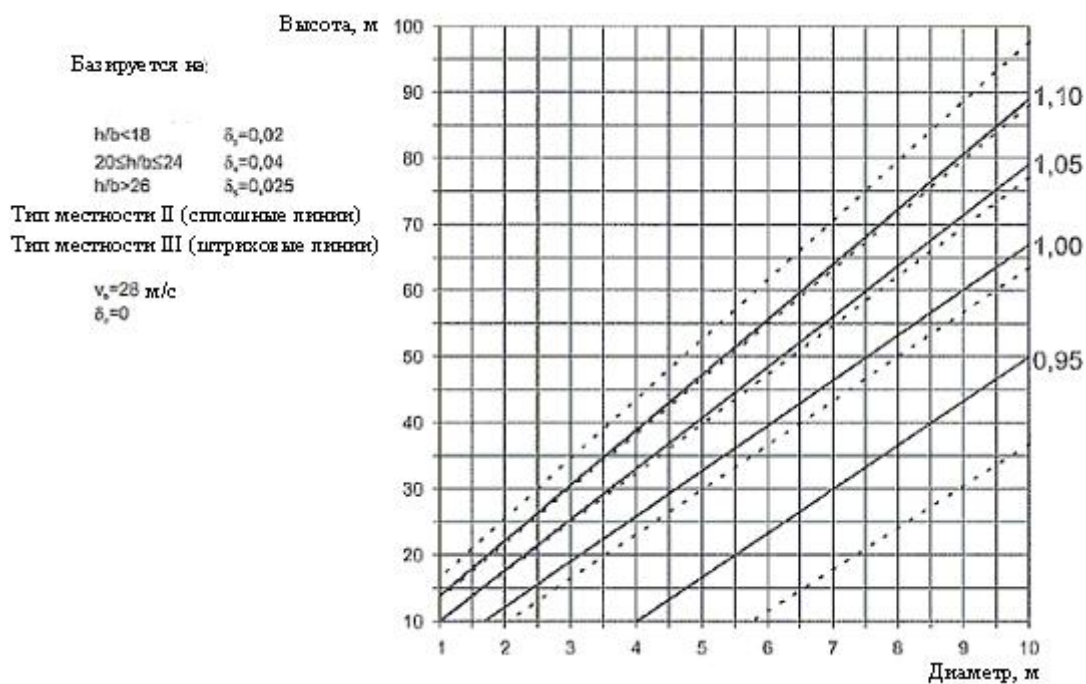
ПРИМЕЧАНИЕ Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.3 — Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для стальных дымовых труб без футеровки (частота в соответствии с формулой (F.3), при $\varepsilon_1 = 1\,000$ и $W_s/W_t = 1,0$) $c_s c_d$ для железобетонных дымовых труб без футеровки



ПРИМЕЧАНИЕ Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.4 — Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для железобетонных дымовых труб без футеровки (частота в соответствии с формулой (F.3), при $\varepsilon_1 = 700$ и $W_s/W_t = 1,0$) $c_s c_d$ для стальных дымовых труб с футеровкой



ПРИМЕЧАНИЕ Для значений, превышающих 1,1, следует применять уточненный метод по 6.3 (допустимое минимальное значение $c_s c_d = 0,85$).

Рисунок D.5 — Значения конструкционного коэффициента $c_s c_d$ для стальных дымовых труб с футеровкой (частота в соответствии с формулой (F.3), при $\varepsilon_1 = 1000$ и $W_s/W_t = 1,0$)

ПРИЛОЖЕНИЕ Д[Е] (обязательное)

Вихревое возбуждение и динамические неустойчивости

Е.1 Вихревое возбуждение

Е.1.1 Общие положения

(1) Вихревое возбуждение возникает, если вихри попеременно распространяются от противоположных сторон конструкции, в результате чего возникает переменная нагрузка, нормальная направлению действия ветра. Если частота вихревых возбуждений равняется собственной частоте конструкции, в конструкции могут возникнуть колебания. Это условие имеет место, если скорость ветра соответствует критической скорости ветра, определенной в Е.1.3.1. Обычно критическая скорость ветра является часто появляющейся скоростью, так что циклическая нагрузка и связанное с ней количество циклов нагружения могут стать важными для расчета.

(2) Реакция системы при вихревых возбуждениях определяется общими колебаниями, так или иначе имеющими место при ветровых воздействиях и частными от вихревого возбуждения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Реакции при общих колебаний важны для железобетонных или тяжелых металлических конструкций.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Реакции при частных колебаниях важны для легких металлоконструкций.

Е.1.2 Критерии для вихревого возбуждения

(1) Эффект вихревого возбуждения должен исследоваться, если отношение максимального размера конструкции к минимальному в плоскости, нормальной направлению действия ветра, превышает значение, равное 6.

(2) Вызываемое вихревое возбуждение исследовать не нужно, если

$$v_{crit,i} > 1,25 v_m, \quad (E.1)$$

где $v_{crit,i}$ — критическая скорость ветра согласно Е.1.3.1 для i -ой собственной формы колебаний;

v_m — средняя скорость ветра, соответствующая 10-минутному интервалу осреднения по 4.3.1(1) в зоне поперечного сечения, где возникает вихревое возбуждение (см. Рисунок Е.3).

Е.1.3 Базовые параметры для вихревого возбуждения

Е.1.3.1 Критическая скорость ветра $v_{crit,i}$

(1) Критическая скорость ветра i -ой формы изгибного колебания определена как скорость ветра, при которой частота вихревого возбуждения равна собственной частоте конструкции или конструктивного элемента. Она рассчитывается по формуле (Е.2)

$$v_{\text{crit},i} = \frac{bn_{i,y}}{St}, \quad (\text{E.2})$$

где b — базовая ширина поперечного сечения в зоне вихревого возбуждения, в которой возникает максимальное модальное перемещение конструкции или конструктивного элемента; для круговых цилиндров базовая ширина равна наружному диаметру;

$n_{i,y}$ — собственная частота i -ой формы изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра. Приближенные формулы указаны в F.2 (приложение F);

St — число Струхала в соответствии с E.1.3.2.

(2) Критическая скорость ветра для эллиптической формы колебаний цилиндрических оболочек определяется как скорость ветра, при которой частота колебаний вихревого возбуждения вдвое больше собственной частоты колебаний i -ой эллиптической формы цилиндрической оболочки:

$$v_{\text{crit},i} = \frac{bn_{i,0}}{2St}, \quad (\text{E.3})$$

где b — внешний диаметр оболочки;

St — число Струхала в соответствии с E.1.3.2;

$n_{i,0}$ — собственная частота эллиптической i -ой формы колебаний оболочки.

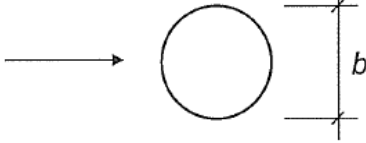
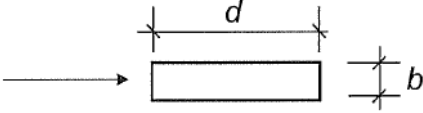
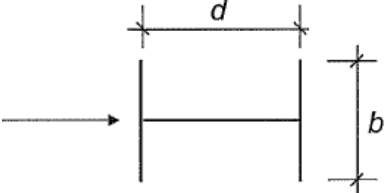
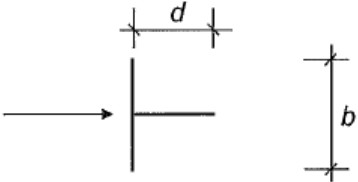
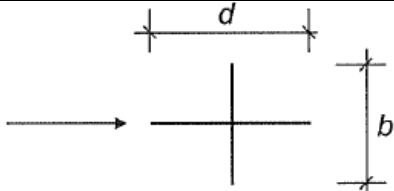
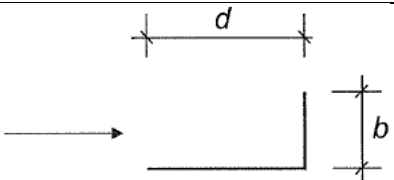
ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для оболочек без колец жесткости значение n_0 указано в F.2(3) (Приложение F).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Методы расчета эллиптических колебаний оболочек в Приложении E не указаны.

E.1.3.2 Число Струхала St

(1) Число Струхала St для разных поперечных сечений указано в Таблице E.1.

Таблица Е.1 — Числа Струхала St для разных поперечных сечений

Поперечное сечение		St
 Для всех чисел Рейнольдса		0,18
 $0,5 \leq d/b \leq 10$		По Рисунку Е.1
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,11
	$d/b = 1,5$	0,10
	$d/b = 2$	0,14
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,13
	$d/b = 2$	0,08
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,16
	$d/b = 2$	0,12
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1,3$	0,11
	$d/b = 2,0$	0,07
ПРИМЕЧАНИЕ Экстраполяция чисел Струхала как функции d/b не допускается.		

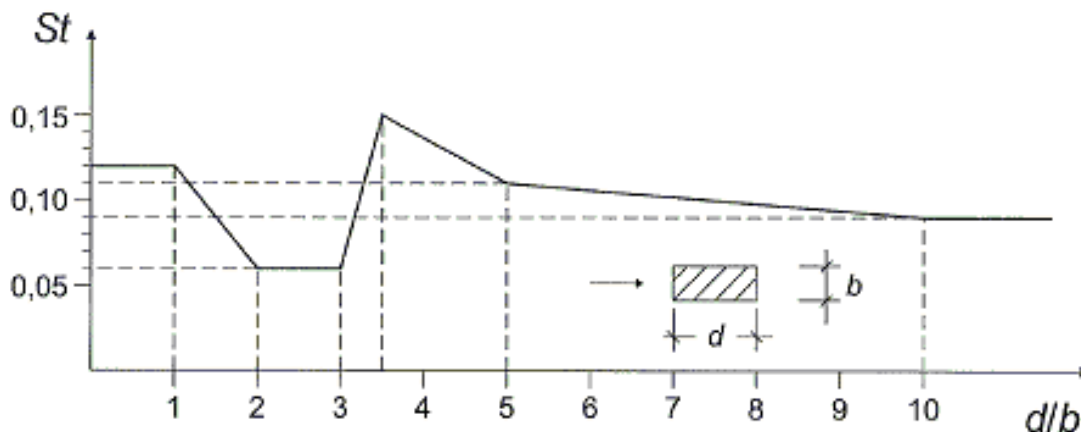


Рисунок Е.1 — Число Струхаля St для прямоугольных поперечных сечений с острыми кромками.

Е.1.3.3 Число Скрутона Sc

(1) Восприимчивость к колебаниям зависит от амортизации (демпфирования) конструкции и от отношения массы сооружения к массе текучей среды. Это отношение выражается как число Скрутона по формуле (Е.4).

$$Sc = \frac{2\delta_s m_{i,e}}{\rho b^2}, \quad (\text{Е.4})$$

где δ_s — амортизация (демпфирование) конструкции, выраженная логарифмическим декрементом затухания;

ρ — плотность воздуха;

$m_{i,e}$ — эквивалентная масса на единицу длины по формуле (F.14);

b — базовая ширина поперечного сечения в зоне вихревого возбуждения.

Е.1.3.4 Число Рейнольдса Re

(1) У круговых цилиндров нагрузка от вихревого возбуждения колебаний зависит от числа Рейнольдса Re при критической скорости ветра $v_{crit,i}$. Число Рейнольдса рассчитывается по формуле (Е.5).

$$Re(v_{crit,i}) = \frac{bv_{crit,i}}{\nu}, \quad (\text{Е.5})$$

где b — наружный диаметр кругового цилиндра;

ν — кинетическая вязкость воздуха ($\nu \approx 15 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$);

$v_{crit,I}$ — критическая скорость ветра по Е.1.3.1.

Е.1.4 Нагрузка вследствие вихревого возбуждения

(1) Нагрузки вследствие колебаний от вихревого возбуждения рассчитывают из сил инерции системы. Силы инерции на единицу длины $F_w(s)$, которые действуют на конструкцию нормально направлению действия ветра в месте s , могут рассчитываться по формуле (Е.6).

$$F_w(s) = m(s) \cdot (2\pi \cdot n_{1,y})^2 \cdot \Phi_{i,y}(s) \cdot y_{F,\max}, \quad (\text{Е.6})$$

где $m(s)$ — колеблющаяся масса конструкции, отнесенная к длине, кг/м;

$n_{i,y}$ — собственная частота i -ой формы колебаний конструкции;

$\Phi_{i,y}(s)$ — форма колебаний конструкции, нормированная к единице в точке с максимальным перемещением (амплитудой колебаний);

$y_{F,\max}$ — максимальное перемещение во времени (амплитуда колебаний) в точке $s\Phi_{i,y}(s)$, равным единице, см. Е.1.5.

Е.1.5 Расчет амплитуды поперечных колебаний

Е.1.5.1 Общие положения

(1) В Е.1.5.2 и Е.1.5.3 указаны два разных метода расчета амплитуд поперечных колебаний.

ПРИМЕЧАНИЕ Совместное применение методов расчета по Е.1.5.2 и Е.1.5.3 не допускается, за исключением случаев, когда на это явно указано в тексте.

(2) Метод расчета по Е.1.5.2 может применяться для различных видов конструкций и различных форм колебаний. Метод включает влияние турбулентности ветра и шероховатости и может применяться для нормальных климатических условий.

(3) Метод расчета по Е.1.5.3 может применяться для определения реакции консольных конструкции на первую форму колебаний. Условиями являются постоянные размеры нормально направлению действия ветра параллельно основной оси. Метод обычно применим для дымовых труб и мачт. Метод не может применяться для сгруппированных или расположенных в ряд цилиндров. Этот метод позволяет учитывать различные интенсивности турбулентности, которые могут возникать из-за метеорологических условий. В районах, в которых вероятны низкие температуры и стратифицированное течение (например, в прибрежных районах Северной Европы), можно применять принцип расчета по Е.1.5.3.

Е.1.5.2 Первый метод для расчета амплитуды поперечных колебаний**Е.1.5.2.1 Расчет перемещения**

(1) Максимальное перемещение $y_{F,\max}$ рассчитывают по формуле (Е.7)

$$\frac{y_{F,\max}}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{1}{Sc} \cdot KK_w c_{lat}, \quad (E.7)$$

где St — число Струхала по Таблице Е.1;

Sc — число Скрудона по Е.1.3.3;

K_w — коэффициент приведенной длины по Е.1.5.2.4;

K — коэффициент формы колебаний по Е.1.5.2.5;

c_{lat} — аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения по Таблице Е.3.

ПРИМЕЧАНИЕ Аэродинамические силы учитываются через коэффициент корреляции длины K_w .

Е.1.5.2.2 Аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения c_{lat}

(1) Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения $c_{lat,0}$ указаны в Таблице Е.2.

Таблица Е.2 — Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения c_{lat} для разных поперечных сечений

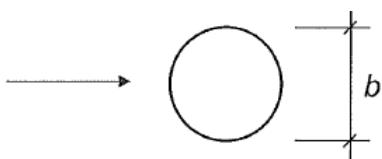
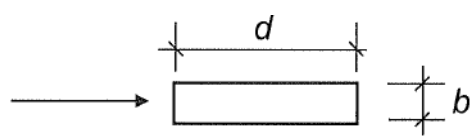
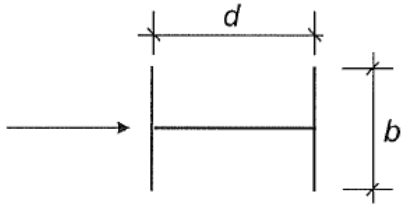
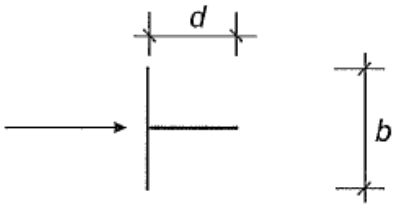
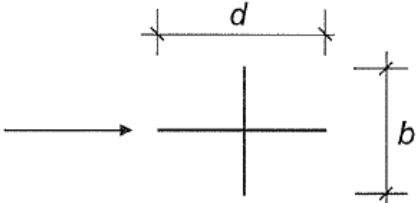
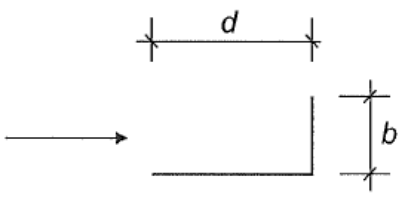
Поперечное сечение	$c_{lat,0}$
 Для всех чисел Рейнольдса	См. Рисунок Е.2
 $0,5 \leq d/b \leq 10$	1,1

Таблица Е.2 — Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения c_{lat} для разных поперечных сечений (продолжение)

 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	0,8
	$d/b = 1,5$	1,2
	$d/b = 2$	0,3
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	1,6
	$d/b = 2$	2,3
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1$	1,4
	$d/b = 2$	1,1
 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 1,3$	0,8
	$d/b = 2,0$	1,0
ПРИМЕЧАНИЕ Экстраполяция коэффициентов вихревого возбуждения как функции d/b не допускается.		

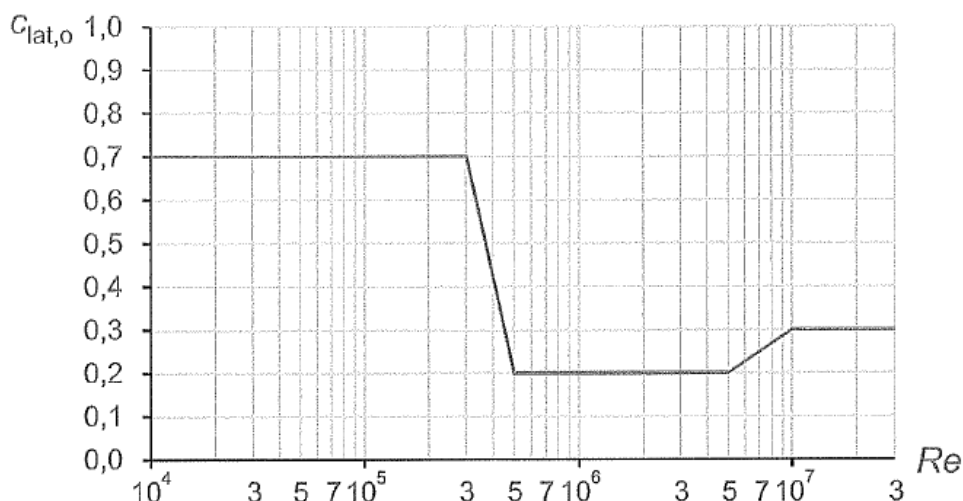


Рисунок Е.2 — Базовые значения аэродинамических коэффициентов вихревого возбуждения $c_{lat,0}$ в зависимости от числа Рейнольдса $Re(v_{crit,i})$ для круговых цилиндров, см. Е.1.3.4.

(2) Аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения c_{lat} указан в Таблице Е.3.

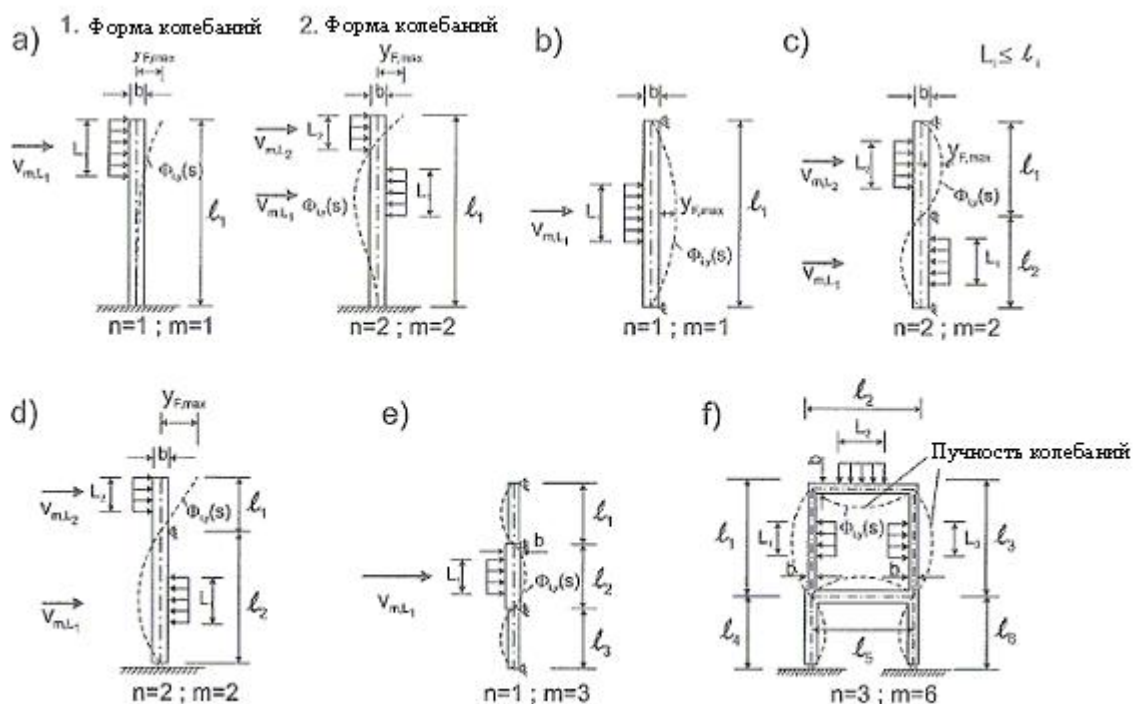
Таблица Е.3 — Аэродинамический коэффициент вихревого возбуждения c_{lat} в зависимости от отношения критической скорости ветра к средней скорости ветра $v_{crit,i}/v_{m,Lj}$

Критическое отношение скоростей ветра	c_{lat}
$\frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 0,83$	$c_{lat} = c_{lat,0}$
$0,83 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 1,25$	$c_{lat} = \left(3 - 2,4 \cdot \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \right) \cdot c_{lat,0}$
$1,25 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}}$	$c_{lat} = 0$

Где $c_{lat,0}$ — основное значение c_{lat} по Таблице Е.2 и для круговых цилиндров по Рисунку Е.2;
 $v_{crit,i}$ — критическая скорость ветра (см. формулу (Е.1));
 $v_{m,Lj}$ — средняя скорость ветра (см. 4.3) в середине эффективной приведенной длины по Рисунку Е.3.

Е.1.5.2.3 Корреляционная длина L_j

(1) Корреляционная длина L_j должна размещаться в области пучности колебаний. Примеры приведены на Рисунке Е.3. Для мачтовых вышек с оттяжками и многопролетных мостов требуются специальные исследования.



ПРИМЕЧАНИЕ При указании более одной корреляционной длины, их применяют одновременно с использованием наибольшего значения C_{lat} .

Рисунок Е.3 — Примеры использования корреляционной длины L_j ($j = 1, 2, 3$).

Таблица Е.4 — Корреляционная длина L_j как функция амплитуды колебаний $F(s_j)$

$y_F(s_j)/b$	L_j/b
$<0,1$	6
$0,1 - 0,6$	$4,8 + 12 \cdot \frac{y_F(s_j)}{b}$
$>0,6$	12

Е.1.5.2.4 Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w

(1) Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w следует определять по формуле (Е.8).

$$K_w = \frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds} \leq 0,6, \quad (\text{Е.8})$$

где $\Phi_{i,y}$ — i -ая форма колебаний (см. F.3);

L_j — корреляционная длина;

l_j — длина конструкции между двумя узловыми точками (см. Рисунок Е.3); для консольных систем длина идентична высоте конструкции;

n — количество зон, в которых одновременно возникает вихревое возбуждение (см. Рисунок Е.3);

m — количество пучностей колебаний учитываемой формы колебаний $\Phi_{i,y}$ колеблющейся системы;

s — координата по Рисунку Е.5.

(2) Для некоторых простых конструкций, которые колеблются в основной форме и на которые воздействует вихревое возбуждение, как в Таблице Е.5, коэффициент приведенной длины K_w допускается определять приближенно по формулам, приведенным в Таблице Е.5.

Таблица Е.5 — Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w и коэффициент K формы колебаний простых конструкций

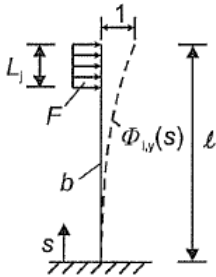
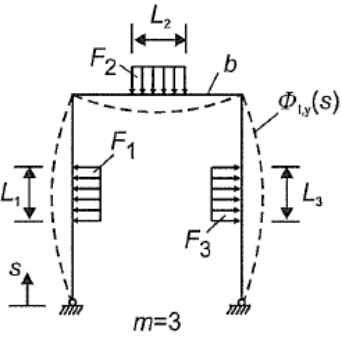
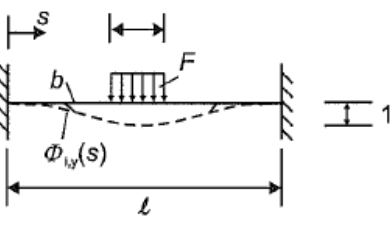
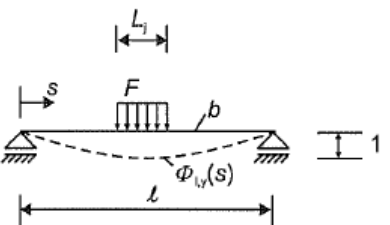
Конструкция	Форма колебаний $\Phi_{i,y}(s)$	K_w	K
	См. F.3 (приложение F) $c \zeta = 2,0;$ $n = 1;$ $m = 1$	$3 \cdot \frac{L_j/b}{\lambda} \cdot \left[1 - \frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{L_j/b}{\lambda} \right)^2 \right]$	0,13

Таблица Е.5 — Коэффициент эффективной корреляционной длины K_w и коэффициент K формы колебаний простых конструкций (продолжение)

	Модальный анализ $n = 3;$ $m = 3$	$\frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} \Phi_{i,y}(s) ds}{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} \Phi_{i,y}(s) ds}$	0,10
	См. Таблицу Е.1 (приложение F) $n = 1;$ $m = 1$	$\frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{\pi} \cdot \sin \left[\pi \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda} \right) \right]$	0,11
	См. Таблицу Е.1 (приложение F) $n = 1;$ $m = 1$	$\cos \left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda} \right) \right]$	0,10
ПРИМЕЧАНИЕ 1 Форма колебаний $\Phi_{i,y}(s)$ может определяться по разделу F.3 (приложение F). Параметры n и m определены в формуле (Е.8) и на Рисунке Е.3. ПРИМЕЧАНИЕ 2 $\lambda = l/b$.			

Е.1.5.2.5 Коэффициент формы колебаний

(1) Коэффициент формы колебаний K определен по формуле

$$K = \frac{\sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(s)| ds}{4\pi \cdot \sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}^2(s)| ds}, \quad (\text{Е.9})$$

где m — определяется по Е.1.5.2.4(1);

$\Phi_{iy}(s)$ — i -ая форма поперечных колебаний (см. Е.3);

l_j — длина конструкции между двумя узловыми точками (см. Рисунок Е.3).

(2) Для некоторых простых конструкций, колеблющихся в основной форме колебаний, коэффициент указан в Таблице Е.5.

Е.1.5.2.6 Количество циклов нагружений

(1) Количество N циклов нагружений, вызываемых вихревым возбуждением колебаний, можно определять по формуле (Е.10).

$$N = 2T \cdot n_y \cdot \varepsilon_0 \cdot \left(\frac{v_{\text{crit}}}{v_0} \right)^2 \cdot \exp \left(- \left(\frac{v_{\text{crit}}}{v_0} \right)^2 \right), \quad (\text{Е.10})$$

где n_y — собственная частота, Гц, i -ой формы поперечных колебаний конструкции; приближенные методы указаны в ПРИЛОЖЕНИИ F;

v_{crit} — критическая скорость ветра, м/с, по Е.1.3.1;

v_0 — $\sqrt{2}$ -кратное наиболее вероятное значения (модальная величина v_{mod}) распределения вероятностей Вейбулла средней скорости ветра, м/с;

T — проектный срок службы в секундах, соответствующий $3,2 \cdot 10^7$ -кратному требуемому сроку службы в годах;

ε_0 — коэффициент ширины диапазона частот, описывающий ширину диапазона скоростей ветра, индуцирующих вихревое возбуждение колебаний.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Рекомендуемое значение $N \geq 10^4$.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для значения v_0 может приниматься 20 % характеристической средней скорости ветра на высоте поперечного сечения, где возникает вихревое возбуждение (см. 4.3.1(1)).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Коэффициент ширины диапазона частот ε_0 может принимать значения от 0,1 до 0,3. Он может приниматься как $\varepsilon_0 = 0,3$.

Е.1.5.2.7 Резонансное вихревое возбуждение для сгруппированных или расположенных в ряд вертикальных цилиндров

(1) У сгруппированных или расположенных в ряд круговых цилиндров со связью и без нее (см. Рисунок Е.4) могут возникать вызываемые вихревым возбуждением колебания.

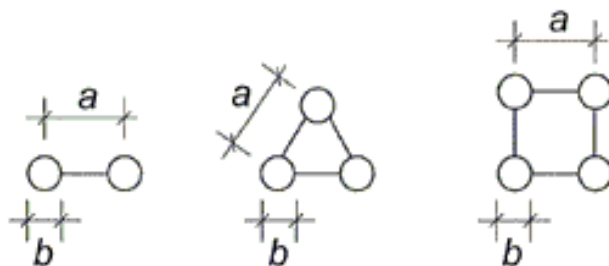


Рисунок Е.4 — Сгруппированные или расположенные в ряд цилиндры.

(2) Максимальное перемещение может оцениваться по формуле (Е.7) и с применением методов расчета по Е.1.5.2 и модификаций соответственно формулам (Е.11) и (Е.12).

Для цилиндров, расположенных в ряд, без связи применяют:

$$c_{lat} = 1,5c_{lat(single)} \quad \text{для} \quad 1 \leq \frac{a}{b} \leq 10;$$

$$c_{lat} = c_{lat(single)} \quad \text{для} \quad \frac{a}{b} \geq 15;$$

линейную интерполяцию для $10 \leq \frac{a}{b} \leq 15;$

(Е.11)

$$St = 0,1 + 0,085 \cdot \log\left(\frac{a}{b}\right) \quad \text{для} \quad 1 \leq \frac{a}{b} \leq 9;$$

$$St = 0,18 \quad \text{для} \quad \frac{a}{b} \geq 9,$$

где $c_{lat(single)} = c_{lat}$ по Таблице Е.3.

Для цилиндров со связями применяют:

$$c_{lat} = K_{iv}c_{lat(single)} \quad \text{для} \quad 1,0 \leq a/b \leq 3,0,$$

где K_{iv} — коэффициент интерференции для вихревого возбуждения (Таблица Е.8);

St — число Струхала, по Таблице Е.8;

Sc — число Скрудтона, по Таблице Е.8.

Для цилиндров со связями с $a/b > 3,0$ требуются специальные исследования.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Коэффициент $1,5c_{lat}$ для круговых цилиндров без связи является грубым приближением. Это приближение рассматривается как консервативное.

Е.1.5.3 Второй метод для расчета амплитуды поперечных колебаний

(1) Характеристическое максимальное перемещение $y_{\max}$ для точки с наибольшей деформацией можно рассчитать по формуле (Е.13)

$$y_{\max} = \sigma_y k_p, \quad (\text{Е.13})$$

где σ_y — стандартное отклонение для перемещения, см. (2);

k_p — пиковый коэффициент, см. (6).

(2) Стандартное отклонение σ_y для перемещения, отнесенное к ширине b в точке с наибольшей деформацией ($\Phi = 1$), может рассчитываться по формуле (Е.14).

$$\frac{\sigma_y}{b} = \frac{1}{St^2} \cdot \frac{C_c}{\sqrt{\frac{Sc}{4\pi} - K_a \cdot \left(1 - \left(\frac{\sigma_y}{b \cdot a_L}\right)^2\right)}} \cdot \sqrt{\frac{\rho b^2}{m_e}} \cdot \sqrt{\frac{b}{h}}, \quad (\text{Е.14})$$

где C_c — аэродинамическая постоянная, зависящая от формы поперечного сечения, а для круговых цилиндров — также от числа Рейнольдса Re , которое определено в Е.1.3.4(1) и указано в Таблице Е.6;

K_a — аэродинамическая постоянная затухания, как указано в Е.1.5.3(4);

a_L — нормированная предельная амплитуда, которая определяет перемещение конструкций с очень незначительными значениями затухания; приведена в Таблице Е.6;

St — число Струхала, как указано в Е.1.3.2;

ρ — плотность воздуха в условиях поперечных колебаний, см. примечание 1;

m_e — эффективная масса на единицу длины, по F.4(1);

h, b — высота и ширина конструкции. Для конструкции с переменной шириной используется ширина с наибольшим перемещением.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Аэродинамическая постоянная C_c зависит от подъемной силы, действующей на неподвижную конструкцию.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Вызываемые движением ветровые нагрузки учитывают за счет применения K_a и a_L .

(3) Решение формулы (Е.14) приведено в формуле (Е.15).

$$\left(\frac{\sigma_y}{b}\right)^2 = c_1 + \sqrt{c_1^2 + c_2}. \quad (\text{Е.15})$$

При этом постоянные c_1 и c_2 определены следующим образом:

$$c_1 = \frac{a_L^2}{2} \cdot \left(1 - \frac{Sc}{4\pi K_a} \right); \quad c_2 = \frac{\rho b^2}{m_e} \cdot \frac{a_L^2}{K_a} \cdot \frac{C_c^2}{St^4} \cdot \frac{b}{h}. \quad (E.16)$$

(4) Аэродинамическая постоянная затухания K_a снижается с возрастанием интенсивности турбулентности. При интенсивности турбулентности 0 % аэродинамическая постоянная затухания принимает значение $K_a = K_{a,max}$, которое приведено в Таблице Е.6.

(5) Для круговых цилиндров и квадратных поперечных сечений постоянные C_c , $K_{a,max}$ и a_L указаны в Таблице Е.6.

Таблица Е.6 — Постоянные для определения воздействия вихревого возбуждения

Постоянная	Круговой цилиндр $Re \leq 10^5$	Круговой цилиндр $Re = 5 \cdot 10^5$	Круговой цилиндр $Re \geq 10^6$	Квадратное поперечное сечение
C_c	0,02	0,005	0,01	0,04
$K_{a,max}$	2	0,5	1	6
a_L	0,4	0,4	0,4	0,4
ПРИМЕЧАНИЕ Для круговых цилиндров принимается, что значения постоянных C_c и $K_{a,max}$ пропорциональны логарифму числа Рейнольдса для диапазона $10^5 < Re < 5 \cdot 10^5$ и $5 \cdot 10^5 < Re < 10^6$.				

(6) Следует учитывать пиковый коэффициент k_p .

ПРИМЕЧАНИЕ Пиковый коэффициент рекомендуется определять по формуле:

$$k_p = \sqrt{2} \cdot \left(1 + \frac{1,2}{\tan \left(0,75 \cdot \frac{Sc}{(4\pi K_a)} \right)} \right). \quad (E.17)$$

(7) Количество N циклов загрузений, вызываемых вихревым возбуждением колебаний, определяют по Е.1.5.2.6 с использованием коэффициента ширины диапазона частот $\varepsilon_0 = 0,15$.

Е.1.6 Мероприятия по предотвращению возникновения вихревых возбуждений

(1) Резонансные амплитуды вихревых возбуждений можно снижать за счет использования аэродинамических мер (только при выполнении определенных условий,

например для чисел Скрутона $Sc \geq 8$) или с помощью мер, повышающих демпфирование. При использовании аэродинамических мер нужно учитывать, что аэродинамический коэффициент усилия может расти до значения $c_a = 1,4$. Аэродинамические и повышающие демпфирование меры требуют специальных исследований.

(2) По дополнительной информации дается ссылка на специальные правила, распространяемые на типы конструкции.

Е.2 Галопирование

Е.2.1 Общие положения

(1) Галопирование — это самовозбуждающиеся колебания гибких конструкций или конструктивных в форме изгибных колебаний по нормали к направлению ветра. Некруглые поперечные сечения, включая сечения I-, U-, L- и Т-образной формы, склонны к возникновению галопирования. Обледенение также может вызывать неустойчивость поперечного сечения.

(2) Колебания при галопировании начинаются с определенной начальной скорости v_{CG} . Амплитуды в этом случае быстро растут с увеличением скорости ветра.

Е.2.2 Начальная скорость

(1) Начальная скорость при галопировании v_{CG} определена в формуле (Е.18):

$$v_{CG} = \frac{2Sc}{a_G} n_{1,v} b, \quad (\text{Е.18})$$

где Sc — число Скрутона по формуле (Е.4);

$n_{1,v}$ — основная собственная частота изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра. Приближенные формулы для определения основной собственной частоты указаны в F.2 (приложение F);

b — ширина поперечного сечения по Таблице Е.7;

a_G — коэффициент неустойчивости при галопировании (см. Таблицу Е.7). Если не известно ни одного значения, то расчеты можно проводить с применением $a_G = 10$.

(2) Следует обеспечить:

$$v_{CG} > 1,25v_m, \quad (\text{Е.19})$$

где v_m — средняя скорость ветра, м/с, определенная по формуле (4.3), на высоте, при которой ожидается течение галопирования; как правило, это точки, в которых появляются наибольшие амплитуды колебаний.

(3) При критической скорости ветра v_{crit} , вызываемой вихревым возбуждением, почти равной начальной скорости v_{CG} галопирования,

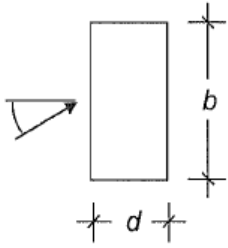
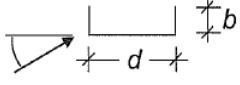
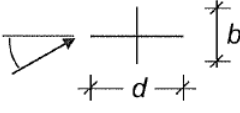
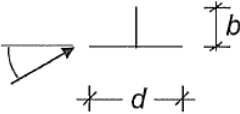
$$0,7 < \frac{V_{CG}}{V_{crit}} < 1,5, \quad (E.20)$$

вероятно влияние взаимодействия между вихревым возбуждением и галопированием. В этом случае рекомендуются специальные исследования.

Таблица Е.7 — Коэффициент неустойчивости при галопировании a_G

Поперечное сечение		Коэффициент неустойчивости a_G	Поперечное сечение	Коэффициент неустойчивости и a_G
		1,0		1,0
				4
Допустима линейная интерполяция	$d/b = 2$	2		$d/b = 2$ 0,7
	$d/b = 1,5$	1,7		$d/b = 2,7$ 5
	$d/b = 1$	1,2		$d/b = 5$ 7

Таблица Е.7 — Коэффициент неустойчивости при галопировании a_G (продолжение)

 Допустима линейная интерполяция	$d/b = 2/3$	1		$d/b = 3$	7,5
	$d/b = 1/2$	0,7		$d/b = 3/4$	3,2
	$d/b = 1/3$	0,4		$d/b = 2$	1
ПРИМЕЧАНИЕ Экстраполяция коэффициента a_G в виде функции d/b не допустима.					
Eis an Kabel			Обледенение троса		

Е.2.3 Классическое галопирование цилиндров со связями

(1) В цилиндрах со связями (см. Рисунок Е.4) может возникнуть классическое галопирование.

(2) Начальная скорость v_{CG} классического галопирования цилиндров со связями может определяться по формуле:

$$v_{CG} = \frac{2Sc}{a_G} \cdot n_{1,y} b, \quad (\text{Е.21})$$

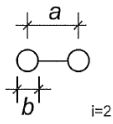
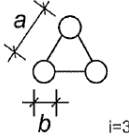
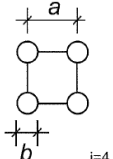
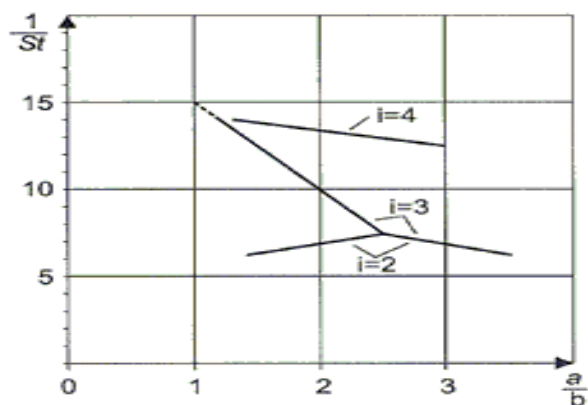
при этом применяют установленные в Таблице Е.8 значения для Sc , a_G и b , параметр $n_{1,y}$ является основной собственной частотой изгибного колебания (см. F.2 (приложение F)).

(3) Следует обеспечить:

$$v_{CG} > 1,25v_m(z), \quad (\text{Е.22})$$

где $v_m(z)$ — средняя скорость ветра, м/с, определенная по формуле (4.3), на высоте, при которой ожидается течение галопирования; как правило, это точки, в которых появляются наибольшие амплитуды колебаний.

Таблица Е.8 — Значения для оценки реакции системы по нормали к направлению ветра для цилиндров со связями рядового или группового расположения

Расположение цилиндров	Число Скрутона $Sc = \frac{2\delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho b^2}$ (сравнить с формулой (Е.4))			
	$a/b = 1$	$a/b \geq 2$	$a/b \leq 1,5$	$a/b \geq 2,5$
	$K_{iv} = 1,5$	$K_{iv} = 1,5$	$a_G = 1,5$	$a_G = 3,0$
	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 6,0$	$a_G = 3,0$
	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 1,0$	$a_G = 2,0$
Допустима линейная интерполяция				
 Обратные величины числа Струхала для цилиндров со связями рядового или группового расположения				

Е.3 Интерференционное галопирование двух или более отдельно стоящих цилиндров

(1) Интерференционное галопирование — это самовозбуждающееся колебание, которое может возникнуть, если два или более цилиндра расположены на незначительном расстоянии друг от друга без связи друг с другом.

(2) Если угол набегающего потока находится в диапазоне критического направления потока β_k , а также при $a/b < 3$ (см. Рисунок Е.5) начальная скорость v_{CIG} может определяться по формуле (Е.23).

$$v_{CIG} = 3,5 n_{i,y} b \sqrt{\frac{a}{b} \frac{Sc}{a_{IG}}}, \quad (Е.23)$$

где Sc — число Скрутона, как определено в Е.1.3.3(1);
 a_{IG} — комбинированный коэффициент стабильности; $a_{IG} = 3,0$;
 $n_{i,y}$ — основная собственная частота изгибных колебаний по нормали к направлению действия ветра. Приближенные значения указаны в F.2 (приложение F);
 a — расстояние;
 b — диаметр.

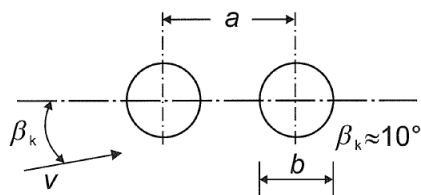


Рисунок Е.5 — Геометрические размеры для интерференционного галопирования.

(3) Интерференционное галопирование может предотвращаться установкой связей между отдельно стоящими цилиндрами. Но в этом случае может появляться классическое галопирование (см. Е.2.3).

Е.4 Дивергенция и флаттер

Е.4.1 Общие положения

(1) Дивергенция и флаттер — это виды динамической неустойчивости, которые могут возникать только в подверженных деформациям пластинчатых конструкциях, например рекламные щиты, или пролетных конструкциях вантовых мостов, при превышении определенного порогового значения или критической скорости ветра. Эти виды динамической неустойчивости возникают, если деформации конструкции вызывают переменные аэродинамические нагрузки.

(2) Дивергенция и флаттер должны принципиально исключаться.

(3) Приведенные далее методы расчета позволяют проверить восприимчивость конструкции к данным неустойчивостям с помощью простых конструктивных критериев. Если эти условия не выполнены, проводят специальные исследования.

Е.4.2 Критерии для пластинчатых конструкций

(1) Чтобы быть восприимчивым к дивергенции или флаттеру, конструкция должна одновременно выполнять три следующих условия. Условия проверяют в указанной последовательности. Если одно из условий не выполнено, то сооружение или элемент конструкции не подвергается угрозе дивергенции или флаттера.

Конструкция или ее существенная часть должна иметь протяженное в длину сечение (подобное плоской пластине) с отношением размеров b/d менее 0,25 (см. Рисунок Е.6).

Ось кручения должна проходить параллельно плоскости пластины и перпендикулярно направлению действия ветра. Кроме того, ось кручения должна располагаться на расстоянии не менее $d/4$ в направлении действия ветра к краю панели с наветренной стороны, при этом d — ширина панели в направлении действия ветра перпендикулярно оси кручения. Это включает также случаи, когда ось кручения находится в центре тяжести поверхности, как например у рекламного щита, имеющего опору в центре, или у отдельно стоящего навеса с точкой опоры посередине. Ось кручения может совпадать с краем с подветренной стороны, как например у консольного, отдельно стоящего навеса.

Минимальная частота собственных колебаний должна относиться к крутящим колебаниям или частота собственных колебаний кручения должна быть меньше двойного значения минимальной частоты собственных поступательных колебаний.

Е.4.3 Скорость дивергенции

(1) Критическая скорость ветра для дивергенции составляет (по формуле (Е.24)):

$$v_{div} = \left[\frac{2k_{\theta}}{\rho d^2 \cdot \frac{dc_M}{d\theta}} \right], \quad (E.24)$$

где k_{θ} — крутильная жесткость;

c_M — аэродинамический коэффициент момента, как указано в формуле (Е.25):

$$c_M = \frac{M}{\frac{1}{2} \cdot \rho v^2 d^2}, \quad (E.25)$$

$dc_M/d\theta$ — производная аэродинамического коэффициента момента после оборота вокруг оси кручения. При этом θ выражается в радианах;

здесь M — аэродинамический момент на единицу длины конструкции;

ρ — плотность воздуха, как указано в 4.5;

d — высота сооружения в направлении действия ветра (хорда) (см. Рисунок Е.6);

b — ширина, как определено на Рисунке Е.6.

(2) Значения $dc_M/d\theta$ для прямоугольных сечений относительно центра тяжести плоскости сечения указаны на Рисунке Е.6.

(3) Следует обеспечить:

$$v_{div} > 2v_m(z_e), \quad (E.26)$$

где $v_m(z_e)$ — средняя скорость ветра по формуле (4.3) на высоте z_e (как определено на Рисунке 6.1).

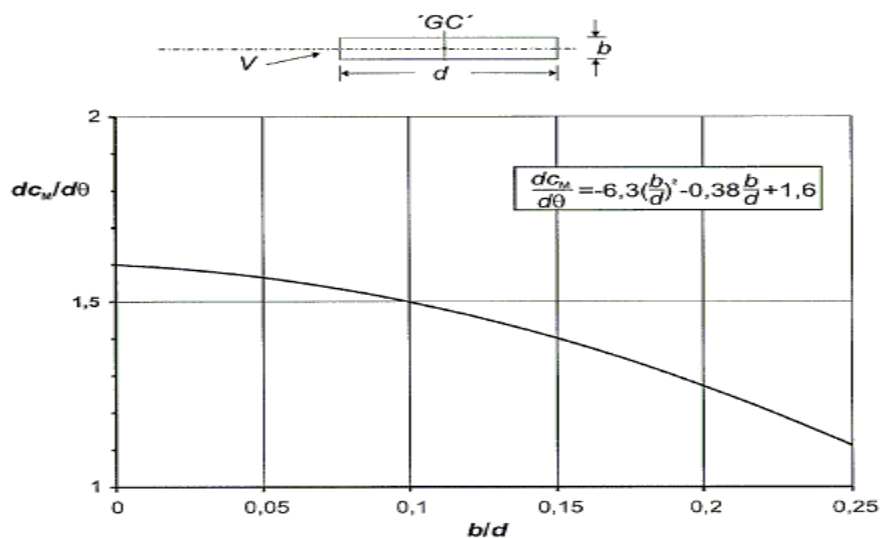


Рисунок Е.6 — Производная $dc_M/d\theta$ аэродинамического коэффициента момента c_M (относительно геометрического центра тяжести «GC» прямоугольного поперечного сечения) по θ как функция b/d .

ПРИЛОЖЕНИЕ Е[F]

(обязательное)

Динамические свойства сооружений

F.1 Общие положения

(1) Методы расчета, указанные в настоящем разделе, применяют при условии, что конструкции работают в упругой стадии с учетом классических форм собственных колебаний. В этом случае динамические свойства сооружения выражаются:

- собственными частотами;
- модальными формами;
- эквивалентными массами;
- логарифмическими декрементами затухания.

(2) Собственные частоты, модальные формы, эквивалентные массы и логарифмические декременты затухания определяют теоретическим или экспериментальным путем с помощью структурно-динамических методов.

(3) Основополагающая динамическая характеристика может быть определена с применением упрощенных аналитических, полуэмпирических или эмпирических приближенных формул при условии достаточной апробированности. Некоторые из этих формул указаны в F.2 – F.5.

F.2 Основная собственная частота

(1) Для консольных конструкций с центром масс (одной массой) на конце стержня для расчета основной собственной частоты изгиба n_1 конструкции может применяться упрощенная формула (F.1)

$$n_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{x_1}}, \quad (\text{F.1})$$

где g — ускорение свободного падения, равно $9,81 \text{ м/с}^2$;

x_1 — максимальное перемещение под действием собственного веса в направлении колебаний, м.

(2) Основная собственная изгибная частота n_1 , Гц, для многоэтажных зданий высотой более 50 м может определяться по формуле (F.2)

$$n_1 = \frac{46}{h}, \quad (\text{F.2})$$

где h — высота здания, м.

Эту формулу можно применять как вспомогательную для одноэтажных зданий и мачт.

(3) Основная собственная изгибная частота n_1 , Гц, дымовых труб может оцениваться по формуле (F.3)

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot b}{h_{\text{eff}}^2} \cdot \sqrt{\frac{W_s}{W_t}}, \quad (\text{F.3})$$

с применением

$$h_{\text{eff}} = h_1 + \frac{h}{3}, \quad (\text{F.4})$$

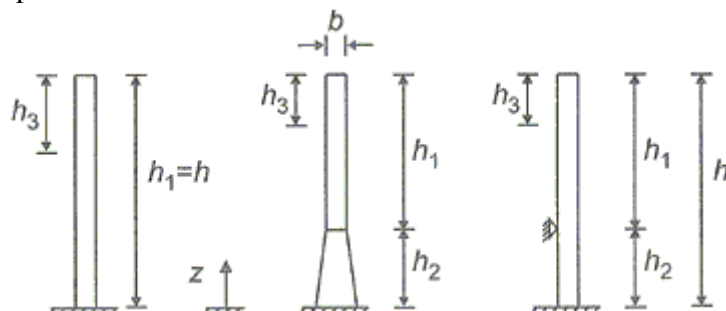
где b — верхний диаметр дымовой трубы, м;

h_{eff} — эффективная высота дымовой трубы, м, h_1 и h_2 указаны на Рисунке F.1;

W_s — вес элементов конструкции дымовой трубы, способствующих жесткости;

W_t — общий вес дымовой трубы;

ε_1 — 1000 — для стальных дымовых труб и 700 — для дымовых труб из железобетона или кирпичной кладки.



ПРИМЕЧАНИЕ — $h_3 = h_1/3$; h_3 — см. F.4(2).

Рисунок F.1 — Размеры для дымовых труб

(4) Основная частота $n_{1,0}$ эллиптических колебаний длинной цилиндрической оболочки без колец жесткости может рассчитываться по формуле (F.5)

$$n_{1,0} = 0,492 \cdot \sqrt{\frac{t^3 E}{\mu_s \cdot (1 - \nu^2) \cdot b^4}}, \quad (\text{F.5})$$

где E — модуль упругости, Н/м²;

t — толщина оболочки, м;

ν — коэффициент Пуассона;

μ_s — масса оболочки на единицу площади, кг/м²;

b — диаметр оболочки, м.

По формуле (F.5) получают минимальную собственную частоту оболочки. Кольца жесткости повышают собственную частоту n_0 .

(5) Минимальная вертикальная собственная изгибная частота $n_{1,B}$ мостов пластинчатого или коробчатого сечения может приближенно определяться по формуле (F.6)

$$n_{1,B} = \frac{K^2}{2\pi L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_b}{m}}, \quad (\text{F.6})$$

где L — длина основного пролета, м;

E — модуль упругости, Н/м²;

I_b — момент инерции площади поперечного сечения в центре пролета для вертикального изгиба, м⁴;

m — масса на единицу длины общего поперечного сечения в центре пролета (для нагрузки от собственного веса и других стационарных грузов), кг/м;

K — безразмерный коэффициент, который зависит от распределения пролета, как определено ниже:

а) для однопролетных мостов:

$K = \pi$, если опоры шарнирные;

$K = 3,9$, если с заделанными концами с одной стороны и с опорой на шарнирах с другой;

$K = 4,7$, если с заделанными концами с двух сторон;

б) для двухпролетных неразрезных мостов:

K получают из Рисунка F.2, с использованием кривой для мостов с двумя пролетами,

где L_1 — длина крайнего пролета и $L > L_1$;

с) для трехпролетных неразрезных мостов:

K получают из Рисунка F.2, с использованием соответствующей кривой для мостов с тремя пролетами,

где L_1 — длина наибольшего крайнего пролета;

L_1 — длина другого крайнего пролета и $L > L_1 > L_2$.

Данное условие распространяется также на мосты с тремя пролетами, у которых основной пролет подвешен.

Если $L_1 > L$, то K может определяться по кривой для мостов с двумя пролетами, без учета самого короткого крайнего пролета и применяя самый длинный крайний пролет в качестве основного пролета, эквивалентного двухпролетному мосту;

д) для симметричных четырехпролетных неразрезных мостов (например, мосты, симметричные относительно средней опоры).

Значение K может определяться по кривой для мостов с двумя пролетами по Рисунку F.2, рассматривая каждую половину моста как эквивалентный мост с двумя пролетами;

е) для несимметричных четырехпролетных неразрезных мостов и неразрезных мостов с количеством пролетов свыше четырех.

K можно получить из Рисунка F.2 с использованием кривой для мостов с тремя пролетами и считая основной пролет наибольшим пролетом.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Если значение $\sqrt{\frac{EI_b}{m}}$ на опоре более чем в 2 раза превышает значение в центре пролета или составляет менее 80 % значения в центре пролета, то формула (F.6) не применяется, за исключением, если приемлемы очень грубые оценки.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для определения $n_{1,B}$ в циклах в секунду следует выбирать согласующиеся исходные величины.

(6) Собственная частота кручения балочных мостов идентична основной собственной изгибной частоте, рассчитываемой по формуле (F.6), если средняя инерция продольного изгиба на единицу ширины не менее 100-кратной средней инерции поперечного изгиба на единицу длины.

(7) Собственная частота кручения мостов коробчатого сечения может приближенно определяться по формуле (F.7)

$$n_{1,T} = n_{1,B} \cdot \sqrt{P_1 \cdot (P_2 + P_3)}, \quad (F.7)$$

С применением:

$$P_1 = \frac{mb^2}{I_p}, \quad (F.8)$$

$$P_2 = \frac{\sum r_j^2 I_j}{b^2 I_p}, \quad (F.9)$$

$$P_3 = \frac{L^2 \cdot \sum r_j^2 I_j}{2K_2 b^2 I_p \cdot (1 + \nu)}, \quad (F.10)$$

где $n_{1,B}$ — основная частота изгиба, Гц;
 b — общая ширина моста;
 m — масса на единицу длины, определяемая в F.2(5);
 ν — коэффициент Пуассона материала опоры;
 r_j — расстояние от центра тяжести коробчатого сечения до центра тяжести поперечного сечения моста;
 I_j — статический момент инерции единичного коробчатого сечения в центре пролета для вертикального изгиба, отнесенный к единице длины, включая эффективную ширину работающей совместно пролетной части;

I_p — статический момент инерции поперечного сечения в центре пролета, отнесенный к единице длины. Он рассчитывается по формуле (F.11)

$$I_p = \frac{m_d b^2}{12} + \sum (I_{pj} + m_j r_j^2), \quad (\text{F.11})$$

здесь m_d — масса на единицу длины пролетной конструкции в центре пролета;

I_{pj} — статический момент инерции единичного коробчатого сечения в центре пролета;

m_j — масса единичного коробчатого сечения на единицу длины в центре пролета, без учета работающей совместно пролетной части;

J_j — постоянная кручения единичного коробчатого сечения в центре пролета.

Определение проводят по формуле (F.12)

$$J_j = \frac{4 \cdot A_j^2}{\oint \frac{ds}{t}}, \quad (\text{F.12})$$

A_j — включенная площадь полости коробчатого сечения в центре пролета;

$\oint \frac{ds}{t}$ — интеграл отношения ширины стенки коробчатого сечения к толщине

стенки коробчатого сечения по его периметру в центре пролета.

ПРИМЕЧАНИЕ Потеря точности очень незначительна, если предлагаемая формула (F.12) применяется для многоячеистых мостов коробчатого сечения, для которых отношение длины пролета к его ширине не превышает значения 6.

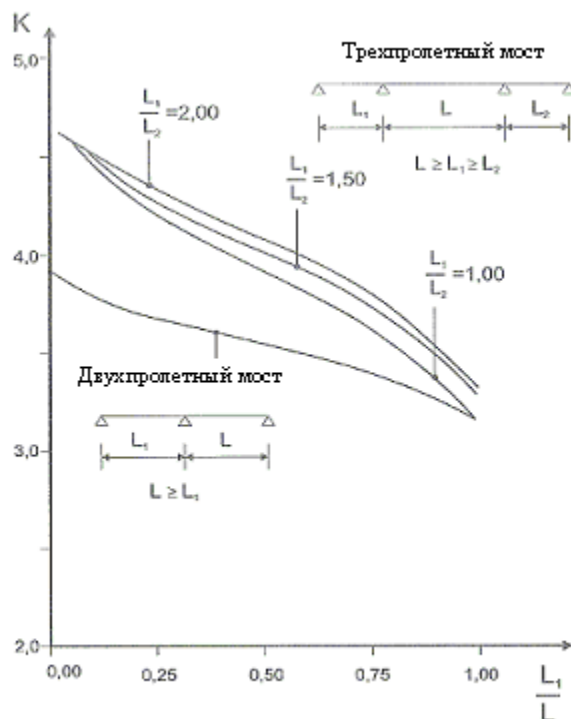


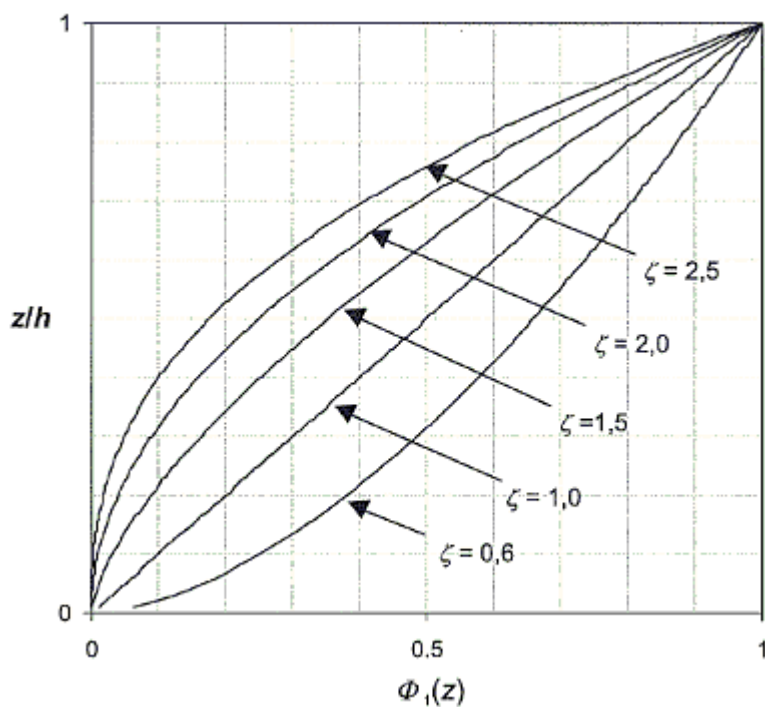
Рисунок F.2 — Коэффициент K для определения основной собственной изгибной частоты.

Е.3 Основная форма колебания

(1) Основная изгибная форма $\Phi_1(z)$ для консольных конструкций, таких как здания, мачты и дымовые трубы, может быть определена по формуле (Е.13), см. РисунокЕ.3.

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h}\right)^2. \quad (\text{Е.13})$$

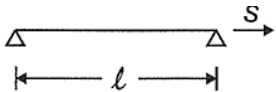
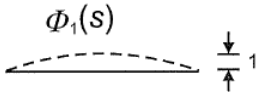
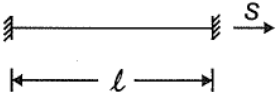
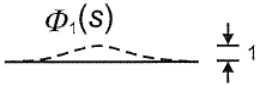
- $\zeta = 0,6$ — для гибких рамных каркасов без диафрагм жесткости;
- $\zeta = 1,0$ — для зданий с центральным ядром и периметрическими колоннами или развитыми колоннами и элементами жесткости;
- $\zeta = 1,5$ — для гибких консольных зданий и зданий, поддерживаемых центральными железобетонными ядрами;
- $\zeta = 2,0$ — для мачт и дымовых труб;
- $\zeta = 2,5$ — для металлических мачт решетчатой конструкции.



РисунокЕ.3 — Основная форма изгибных колебаний для зданий, мачт и дымовых труб, работающих как консольные конструкции.

(2) Основная форма изгибных колебаний $\Phi_1(s)$ мостов может приближенно определяться по Таблице F.1.

Таблица F.1 — Основные формы изгибных колебаний для шарнирно опертых или защемленных с обеих сторон конструкций или конструктивных элементов

Система	Форма колебаний	$\Phi_1(s)$
		$\sin\left(\pi \cdot \frac{s}{l}\right)$
		$\frac{1}{2} \left[1 - \left(2\pi \cdot \frac{s}{l} \right) \right]$

F.4 Эквивалентная масса

(1) Эквивалентная масса на единицу длины m_e для основной формы колебаний указана в формуле (F.14).

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) \cdot \Phi_1^2(s) ds}{\int_0^l \Phi_1^2(s) ds}, \quad (F.14)$$

где m — масса на единицу длины;

l — высота или длина пролета конструкции или конструктивного элемента;

$i = 1$ — номер модальной формы.

(2) Для консольных конструкций с неравномерным распределением массы эквивалентная масса m_e может быть приближенно определена через среднее значение m , распределенное в верхней трети h_3 сооружения (см. Рисунок F.1).

(3) Для элементов конструкции с длиной пролета l с шарнирным опиранием по обоим концам и с неравномерным распределением массы на единицу длины эквивалентная масса m_e может быть определена с применением среднего значения распределенной массы, рассчитанного на длине $l/3$ для максимального значения $\Phi(s)$ (см. Таблицу F.1).

F.5 Логарифмический декремент демпфирования

(1) Логарифмический декремент затухания δ для основной формы изгибных колебаний может определяться по формуле (F.15).

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d, \quad (\text{F.15})$$

где δ_s —

логарифмический декремент конструкционного демпфирования;

δ_a — логарифмический декремент аэродинамического демпфирования основной собственной формы;

δ_d — логарифмический декремент затухания вследствие специальных мероприятий (амортизатор колебаний, жидкостной амортизатор).

(2) Приближенные значения логарифмического декремента конструкционного демпфирования δ_s указаны в Таблице F.2.

(3) Логарифмический декремент аэродинамического демпфирования δ_a для колебаний в направлении действия ветра может оцениваться по формуле (F.16).

$$\delta_a = \frac{c_f \rho v_m(z)}{2n_1 \mu_e}, \quad (\text{F.16})$$

где c_f — коэффициент усилия в направлении действия ветра, как указано в разделе 7;

μ_e — эквивалентная масса на единицу поверхности конструкции, которая для прямоугольной поверхности может рассчитываться по формуле (F.17)

$$\mu_e = \frac{\int_0^a \int_0^b \mu(e, z) \cdot \Phi_1^2(y, z) dy dz}{\int_0^a \int_0^b \Phi_1^2(y, z) dy dz}, \quad (\text{F.17})$$

здесь $\mu(e, z)$ — масса на единицу площади конструкции;

$\Phi(y, z)$ — модальная форма.

Масса на единицу площади конструкции в точке максимальной амплитуды модальной формы является для обычных случаев хорошим приближением для μ_e .

(4) В большинстве случаев модальные отклонения $\Phi(y, z)$ постоянны для каждой точки по высоте и вместо формулы (F.16) для логарифмического декремента аэродинамического демпфирования δ_a может использоваться формула (F.18).

$$\delta_a = \frac{c_f \rho b v_m(z_s)}{2n_1 m_e}. \quad (\text{F.18})$$

(5) Если на сооружении принимаются специальные мероприятия по демпфированию колебаний, то δ_d определяют на основании соответствующего теоретического или экспериментального метода.

**Таблица F.2 — Приближенные значения логарифмического конструкционного
декремента затухания δ_s для основной формы колебаний конструкций**

Тип сооружения		Значения конструкционного демпфирования δ_s
Здания с железобетонным каркасом		0,10
Здания со стальным каркасом		0,05
Здания со смешанным каркасом (сталь и бетон)		0,08
Мачты и дымовые трубы из железобетона		0,03
Сварные стальные дымовые трубы без наружной теплоизоляции		0,012
Сварные стальные дымовые трубы с наружной теплоизоляцией		0,020
Стальные дымовые трубы с обсадной трубой и с наружной теплоизоляцией ^{a)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b \leq 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,014
Стальные дымовые трубы с двумя и более обсадными трубами и с наружной теплоизоляцией ^{a)}	$h/b < 18$	0,020
	$20 \leq h/b \leq 24$	0,040
	$h/b \geq 26$	0,025
Стальные дымовые трубы с внутренней кирпичной облицовкой		0,070
Стальные дымовые трубы с внутренней облицовкой из торкретбетона		0,030
Связанные стальные дымовые трубы без обсадной трубы		0,015
Расчлененные стальные дымовые трубы без обсадной трубы		0,04

Таблица F.2 — Приближенные значения логарифмического конструкционного декремента затухания δ_s для основной формы колебаний конструкций (продолжение)

Стальные мосты и мачты решетчатой конструкции	сварные	0,02
	высокопрочные болты	0,03
	обыкновенные болты	0,05
Железобетонные мосты	предварительно напряженные без трещин	0,04
Сталежелезобетонные мосты		0,04
Деревянные мосты		0,06 – 0,12
Мосты из алюминиевых сплавов		0,02
Мосты, усиленные стекло- или пластиковым волокном		0,04 – 0,08
Тросы	Параллельные связки проволоки	0,006
	Проволока, расположенная в виде спирали	0,020
ПРИМЕЧАНИЕ 1 Значения для деревянных и пластмассовых составных конструкций являются только указаниями; если аэродинамические воздействия важны для расчета, то более точные формы колебаний определяют с применением специальных исследований. ПРИМЕЧАНИЕ 2 Для вантовых мостов значения из Таблицы F.2 умножают на коэффициент 0,75.		
^{a)} Для промежуточных значений h/b допускается линейная интерполяция.		

Приложение Д.А
(справочное)

**Сведения о соответствии государственных стандартов
ссылочным европейским стандартам**

Таблица Д.А.1

Обозначение и наименование европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
EN 1990:2002 Еврокод. Основы строительного проектирования	IDT	СН РК EN1990:2002. Еврокод. Основы строительного проектирования
EN 1991-1-3:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки	IDT	СН РК EN1991-1-3:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки
EN 1991-1-6:2005 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Особые воздействия. Воздействия при производстве строительных работ	IDT	СН РК EN 1991-1-6:2005 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-6. Особые воздействия. Воздействия при производстве строительных работ

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] ISO 2394 General principles on reliability for structures
(ИСО 2394) (Общие принципы проверки надежности строительных конструкций).
- [2] ISO 3898 Bases for design of structures — Notations — General symbols
(ИСО 3898) (Основы проектирования конструкций. Условные обозначения. Общие символы).
- [3] ISO 8930 General principles on reliability for structures — List of equivalent terms
(ИСО 8930) (Общие принципы проверки надежности строительных конструкций. Перечень эквивалентных терминов).
- [4] СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия.

УДК 69+624.041.6] (083.74)

МКС 91.040.01

Ключевые слова: Строительство, проектирование, расчет, ветровое воздействие, скорость ветра, давление ветра, аэродинамический коэффициент, динамика, резонанс, пульсация.

Ресми басылым

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

ҚР НТҚ 01-01-3.1(4.1)-2012

ҒИМАРАТҚА ТҮСЕТІН ЖҮКТЕМЕЛЕР МЕН ӘСЕР ЕТУ.

Қар жүктемелері. Желдің әсер етуі

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, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
Республики Казахстан**

НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2012

**НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДАНИЯ
Снеговые нагрузки. Ветровые воздействия**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

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