ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

ПРОМИСЛОВІ ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Основи проєктування

ДБН В.2.2-29:2025

Видання офіційне

Київ
Міністерство розвитку громад та територій України
2025

ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

ПРОМИСЛОВІ ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Основи проєктування

ДБН В.2.2-29:2025

Видання офіційне

Київ
Мінрозвитку
2025

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:	Товариство з обмеженою відповідальністю «Український інститут сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського» (ТОВ «УКРІНСТАЛЬКОН ім. В. М. Шимановського»)
РОЗРОБНИКИ:	**В. Адріанов; Ю. Гезенцвей**, д-р філософії; **В. Гордеєв**, д-р техн. наук; **О. Голоднов**, д-р техн. наук; **О. Іосилевич**, канд. техн. наук; **І. Костюченко**; **О. Кордун**; **В. Пасечник**; **В. Пасечнюк**; **В. Холькін**; **О. Холькін**; **В. Шалінський**, канд. техн. наук; **М. Шимановська**, канд. техн. наук; **О. Шимановський**, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України (науковий керівник)
За участю:	Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» ДП НДІБК (**О. Бєлоконь,** канд. техн. наук; **Ю. Мелашенко**, канд. техн. наук; **О. Лісений**, канд. техн. наук; **І. Любченко**, канд. техн. наук; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **Г. Фаренюк**, д-р техн. наук; **О. Фесенко**, канд. техн. наук) Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України (**А. Барвінко**, канд. техн. наук; **В. Позняков**, д-р техн. наук; **О. Синєок**) Київський національний університет будівництва і архітектури (**С. Білик**, д-р техн. наук) Центральноукраїнський національний технічний університет (**В. Пашинський**, д-р техн. наук) Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка (**Ю. Винников**, д-р техн. наук; **С. Пічугін**, д-р техн. наук; **В. Руденко**, канд. техн. наук; **О. Семко**, д-р техн. наук; **М. Харченко**, канд. техн. наук; **К. Оксененко**) ПП «Полтава-проект» (**С. Скляренко,** канд. техн. наук, **О. Борт**, канд. техн. наук) Український державний університет науки і технологій (**Д. Банніков**, д-р техн. наук; **М. Нетеса**, д-р техн. наук) Асоціація «Український центр сталевого будівництва» (**К. Калафат**, д-р філософії; **В. Колісник**)
2 ВНЕСЕНО:	Міністерство розвитку громад та територій України
3 ПОГОДЖЕНО:	Міністерство економіки України (лист від 09.01.2023 № 3802-03/1084-03) Державна служба України з питань праці (лист від 14.11.2022 № 4145/1/.2-22а) Державна служба України з надзвичайних ситуацій (лист від 12.09.2024 № 01-20717/261-4)
4 ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАБРАННЯ ЧИННОСТІ:	наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 25.08.2025 № 1302 з першого числа місяця, що настає через 90 днів з дня їх реєстрації та оприлюднення на порталі Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (з 2026–01–01)
5 НА ЗАМІНУ:	СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий

Мінрозвитку, 2025

ЗМІСТ

1Сферазастосування……..... 1
2 Нормативні посилання …….…… 1
3 Терміни та визначення понять…….. ……..... 5
4 Познаки та скорочення…… 8
5 Загальні положення……..……..... 11
6 Підземні і заглиблені у ґрунті споруди ……..... 19
6.1 Стіни підпірні……... 19
6.2 Підвали……..…….. 20
6.3 Тунелі та канали……..... 21
6.4 Занурені колодязі…… 24
7 Ємнісні споруди для рідин та газів……..... 25
7.1 Резервуари для нафти і нафтопродуктів……..……... 25
7.2 Сталеві резервуари…… 28
7.3 Залізобетонні резервуари……..…… 30
7.4 Газгольдери……..…….. 31
8 Ємнісні споруди для сипких матеріалів…….…… 32
8.1 Засіки……..…… 32
8.2 Бункери……..... 34
8.3 Силоси і силосні корпуси для зберігання сипких матеріалів……..…… 37
8.4 Башти для вугілля коксохімзаводів……..…… 42
9 Наземні споруди…….. 44
9.1 Етажерки та площадки……..……. 44
9.2 Відкриті кранові естакади…….……... 46
9.3 Автономні опори та естакади під технологічні трубопроводи……..……. 49
9.4 Конвеєрні та пішохідні галереї й естакади…….……. 55
9.5 Кабельні та комбіновані галереї й естакади……... 56
9.6 Розвантажувальні залізничні естакади……... 57
10 Висотні споруди…….…… 59
10.1 Градирні…… 59
10.2 Вентиляторні градирні…….. 61
10.3 Баштові градирні……..…….. 61
10.4 Баштові копри підприємств з видобування корисних копалин……..…… 62
10.5 Димові та вентиляційні труби…….…….. 65
10.6 Цегляні димові труби……..…….. 71
10.7 Залізобетонні димові труби…….. 71
10.8 Сталеві димові труби…… 72
10.9 Витяжні башти……..……... 74
10.10 Водонапірні башти…….……... 78
11 Сталеві конструкції основних споруд комплексів доменних печей …….…… 79
11.1 Загальні правила……..…….. 79
11.2 Розрахункові коефіцієнти та характеристики матеріалу……..……. 81
11.3 Вимоги до конструювання……..…… 86
11.4 Вимоги щодо конструювання доменної печі……... 93
11.5 Вимоги щодо конструювання повітронагрівачів, пиловловлювачів, газоповітропроводів……..…… 93
11.6 Вимоги щодо конструювання похилого моста…….……... 94
11.7 Вимоги щодо конструювання будівель комплексу……..…….. 95
11.8 Вимоги до ліфтів……..…….. 96
11.9 Вимоги до технологічних конструкцій……..…….…... 96
Додаток А (довідковий) Розрахунок тунелів і каналів…….……... 98
Додаток Б (довідковий) Розрахунок занурених колодязів……..…… 101
Додаток В (обов´язковий) Визначення навантажень від сипких матеріалів на стіни та днище силосу й осьових зусиль розтягу стінки круглих силосів…….. 108

Додаток Г (довідковий) Конструктивні схеми споруд доменного комплексу……...110
Додаток Д (обов´язковий) Навантаження на конструкції доменного комплексу……...……121
Додаток Е (довідковий) Вибір сталей для конструкцій доменного комплексу……...……135
Додаток Ж (довідковий) Мінімальна товщина листів огороджувальних конструкцій без захисту від корозії……...140
Додаток И (обов'язковий) Анкерні болти для кріплення конструкцій та обладнання……141
Додаток К (довідковий) Бібліографія……..……...146

ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ

ПРОМИСЛОВІ ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Основи проєктування

INDUSTRIAL ENGINEERING STRUCTURES

Basic of designing

Чинні від 2026–01–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Ці норми встановлюють вимоги до проєктування промислових інженерних споруд: **підземних і заглиблених у** ґрунті **споруд** (підпірних стін, підвалів, тунелів та каналів, занурених колодязів), **ємнісних споруд для рідин та газів** (резервуарів для нафти та нафтопродуктів, газгольдерів), **ємнісних споруд для сипких матеріалів** (засіків, бункерів, силосів і силосних корпусів для зберігання сипких матеріалів, башт для вугілля коксохімзаводів), **наземних споруд** (етажерок та майданчиків, відкритих кранових естакад, опор та естакад під технологічні трубопроводи, конвеєрних та пішохідних галерей та естакад, кабельних та комбінованих галерей та естакад, розвантажувальних залізничних естакад), **висотних споруд** (вентиляційних градирень, баштових градирень, баштових копрів підприємств з видобування корисних копалин, димових (цегляних, залізобетонних і сталевих) та вентиляційних труб, витяжних башт, водонапірних башт), **сталевих конструкцій основних споруд комплексів доменних печей.**

1.2 Вимоги цих норм не поширюються на проєктування споруд спеціального призначення (для виробництва та зберігання вибухових речовин, зберігання горючих продуктів спеціального призначення, захисних споруд цивільної оборони тощо), конструкцій поперечно-потокових і радіаторних (сухих) градирень, а також споруд з терміном експлуатації до 5 років.

1.3 Під час проєктування споруд промислових підприємств, які призначені для будівництва у складних інженерно-геологічних умовах, слід дотримуватися вимог ДБН А.2.1-1, ДБН В.1.1-12, ДБН В.1.1-24, ДБН В.1.1-25, ДБН В.1.1-45, ДБН В.1.1-46 та ДБН В.1.2-14.

1.4 Ці норми не поширюються на вибір технічних рішень та роботи щодо спеціального захисту сталевих конструкцій (вогнезахист, вторинний протикорозійний захист, вибухостійкість тощо) та на проєктування ємнісних споруд для водопостачання і каналізації, які слід проєктувати згідно з ДБН В.2.5-74 та ДБН В.2.5-75.

1.5 Дія цих норм не поширюється на автомобільні дороги загального користування, які слід проєктувати згідно з ДБН В.2.3-4.

1.6 Вимоги цих норм можна враховувати під час проєктування інженерних споруд об’єктів невиробничого призначення та інженерно-транспортної інфраструктури в частині, що не суперечить вимогам будівельних норм для вказаних об’єктів.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цих нормах є посилання на такі нормативні акти та нормативні документи:

ДБН А.1.1-94:2010 Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення

ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва

ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)

ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво

ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення

Видання офійне

ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України

ДБН В.1.1-24-2009 Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проєктування

ДБН В.1.1-25-2009 Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення

ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди у складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення

ДБН В.1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення

ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування

ДБН В.1.2-5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів

ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість

ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

ДБН В.1.2-8:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля

ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації

ДБН В.1.2-14:2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд

ДБН В.1.2-15:2009 Мости та труби. Навантаження і впливи

ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення

ДБН В.2.2-8:2025 Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна

ДБН В.2.2-12-2003 Будинки і споруди. Будівлі і споруди для зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення

ДБН В.2.2-27:2025 Промислові будівлі

ДБН В.2.2-28:2010 Будинки адміністративного та побутового призначення

ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина1. Проектування. Частина 2. Будівництво

ДБН В.2.4-3:2025 Гідротехнічні споруди. Основні положення

ДБН В.2.5-23:2025 Проєктування електроустановок житлових будинків та громадських будівель і споруд

ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту

ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво

ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування

ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди Основні положення проектування

ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення

ДБН В.2.6-160:2010 Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення

ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення

ДБН В.2.6-162:2010 Кам'яні і армокам'яні конструкції. Основні положення

ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування

ВБН В.2.2-58.1-94 Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа

ВБН В. 2.2-58.2-94 Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3кПа

ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

СНиП 2.03.04-84 Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур (Бетонні і залізобетонні конструкції, які призначені для роботи в умовах впливу підвищених і високих температур)

СНиП 2.03.13-88 Полы (Підлоги)

ДСТУ 4454:2005 Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання

ДСТУ 4809-2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування

ДСТУ 8539:2015 Прокат для будівельних сталевих конструкцій. Загальні технічні умови

ДСТУ 8541:2015 Прокат сталевий підвищеної міцності. Технічні умови

ДСТУ 8817:2018 Прокат конструкційний з нелегованої та легованої сталі для мостобудування. Технічні умови

ДСТУ 8818:2018 Прокат листовий. Методи ультразвуковоого контролю

ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація

ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)

ДСТУ 9176:2020 Пожежна безпека. Методи визначення параметрів легкоскидних конструкцій для приміщень і будинків. Основні положення

ДСТУ 9243.7:2023 Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень

ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість

ДСТУ 9586:2024 Правила виконання проєктної та робочої документації металевих будівельних конструкцій

ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування

ДСТУ Б В.2.2-29-2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємства. Параметри (ГОСТ 23838-89, MOD)

ДСТУ Б В.2.3-29-2011 Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD)

ДСТУ Б В.2.6-49:2008 Огорожі сходів, балконів і дахів сталеві. Загальні технічні умови

ДСТУ Б В.2.6-52:2008 Сходи маршеві, площадки та огорожі сталеві. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.6-108:2010 Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови (ГОСТ 13579-78, MOD)

ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні умови (ГОСТ 31384-2008, NEQ)

ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування

ДСТУ Б В.2.6-183:2011 Резервуари вертикальні циліндричні сталеві для нафти та нафтопродуктів. Загальні технічні умови (ГОСТ 31385-2008, NEQ)

ДСТУ Б В.2.6-207:2015 Розрахунок конструювання кам'яних і армокам'яних конструкцій будівель та споруд

ДСТУ Б В.2.6-210:2016 Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються

ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-36-2008 Цегла та камені стінові безцементні. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Цегла та камені керамічні лицьові. Технічні умови (EN 771-11:2003, NEQ)

ДСТУ Б В.2.7-75-98 Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-85-99 Цементи сульфатостійкі. Технічні умови (ГОСТ 22266-94)

ДСТУ Б В.2.7-171:2008 Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови (EN 934-2:2001, NEQ)

ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд (СНиП 3.04.01-87, MOD)

ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014 Настанова щодо проведення авторського нагляду за будівництвом

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія

ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення

ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова

ДСТУ HD 60364-5-52:2021 Низьковольтні електричні установки. Частина 5-52. Вибирання та монтування електричного устаткування системи електропроводки (HD 60364-5-52:2011/A11:2017, IDT.Зміна № 11:2022)

ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)

ДСТУ-Н Б В.2.1-31:2014 Настанова з проектування підпірних стін

ДСТУ EN 620:2022 (EN 620:2021, IDT) Підіймально-транспортувальне устаткування та системи неперервної дії. Конвеєри стрічкові стаціонарні для сипких матеріалів. Вимоги щодо безпеки

ДСТУ EN 1090-2:2019 (EN 1090-2:2018, IDT) Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій

ДСТУ EN 1090-4:2019 (EN 1090-4:2018, IDT) Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій. Частина 4. Технічні вимоги до холодноформованих сталевих будівельних елементів та конструкцій для покрівель, стель, підлог і стін

ДСТУ EN 10025-1:2007 (EN 10025-1:2004, IDT) Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 1. Загальні технічні умови постачання

ДСТУ EN 10025-2:2022 Вироби гарячекатані з конструкційної сталі. Частина 2. Технічні умови постачання нелегованих конструкційних сталей (EN 10025-2:2019, IDT)

ДСТУ EN 10025-3:2022 Гарячекатані вироби з конструкційних сталей. Частина 3. Технічні умови постачання нормалізованого/нормалізованого прокату зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей (EN 10025- 3:2019, IDT)

ДСТУ 10025-4:2022 Гарячекатані вироби з конструкційних сталей. Частина 4. Технічні умови постачання для термомеханічного прокату зварюваних дрібнозернистих конструкційних сталей (EN 10025-4:2019, IDT)

ДСТУ EN 10025-5:2022 Гарячекатані вироби з конструкційних сталей. Частина 5. Технічні умови постачання конструкційних сталей із підвищеною стійкістю до атмосферної корозії (EN 10025-5:2019, IDT)

ДСТУ EN 10025-6:2022 Гарячекатані вироби з конструкційних сталей. Частина 6. Технічні умови постачання плоских виробів із конструкційних сталей із високою межею текучості в загартованому та відпущеному стані (EN 10025-6:2019, IDT)

ДСТУ ISO 148-1:2022 (ISO 148-1:2016, IDT) Металеві матеріали. Випробування на ударний вигін за Шарпі на маятниковому копрі. Частина 1. Метод випробування

ДСТУ EN 1315-1-2001 Класифікація за розмірами. Частина 1. Лісоматеріали круглі листяні (EN 1315-1:1997, IDT)

ДСТУ EN 1316-1:2019 (EN 1316-1:2012, IDT) Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук

ДСТУ EN 13501-1:2024 (EN 13501-1:2018, IDT) Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 1. Класифікація за результатами випробувань щодо реакції на вогонь

ДСТУ EN 13501-5:2024 (EN 13501-5:2016, IDT) Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 5. Класифікація за результатами випробувань покриттів будівель на стійкість до зовнішнього вогневого впливу

ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2012, IDT)

ДСТУ IEC 62305-2:2012 Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (IEC 62305-2:2010, IDT)

ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD)

ДСТУ EN 62305-4:2012 Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2011, IDT)

ДСТУ ISO 12944-2:2019 (ISO 12944-2:2017, IDT) Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 2. Класифікація середовищ

ДСТУ ISO 12944-3:2019 (ISO 12944-3:2017, IDT) Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 3. Критерії проектування

ДСТУ EN ISO 1461:2024 Покриття, нанесені методом гарячого цинкування на вироби із чавуну та сталі. Технічні вимоги та методи випробування (EN ISO 1461:2022, IDT; ISO 1461:2022, IDT)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цих нормах використано терміни, установлені в:

ДБН В.2.2-15: **поверх, поверх цокольний;**

ДБН В.1.1-7: **протипожежний відсік, протипожежна секція**;

ДБН В.2.5-56: **система протипожежного захисту, автоматична система пожежогасіння, система протидимного захисту, система пожежної сигналізації, система керування евакуюванням;**

ДСТУ-Н Б В.2.1-31: **стіни підпірні;**

ПУЕ: **кабельний підвал**.

Нижче подано терміни, додатково використані у цих нормах, та визначення позначених ними понять:

3.1 баштова градирня

Градирня, у якій охолодження води досягається за рахунок створення тяги атмосферного повітря в її башті

3.2 баштовий копер

Постійна споруда, яку зводять над гирлом стовбура глибокої (понад 500 м) шахти. Баштовий копер призначено для розміщення підіймальної машини, електричного та іншого обладнання, яке забезпечує переміщення у стовбурі підіймальних місткостей (клітей і скипів)

3.3 бункер

Саморозвантажувальна ємнісна споруда, розмір вертикальної частини якої не перевищує її полуторного мінімального розміру у плані

3.4 вентиляторна градирня

Градирня, у якій тяга повітря створюється припливною або витяжною вентиляцією

3.5 вибухостійкість

Властивість обладнання, будівельних конструкцій, транспортних засобів, енергетичних систем і ліній зв'язку протидіят потужній дії вибуху завдяки запасу міцності і доцільному розташуванню

3.6 витяжна башта

Спеціальна висотна споруда, призначена для створення тяги і виносу відходів виробництва, які після очищення зберігають залишковий вміст шкідливих речовин, у верхні шари атмосфери

3.7 вугільна башта

Споруда, призначена для акумуляції вугільної шихти перед коксуванням

3.8 вут

Плавне збільшення перерізу залізобетонних опорних або прогонових конструкцій поблизу місця спирання

3.9 газгольдер

Стаціонарна споруда для приймання, зберігання і видачі газів у розподільні мережі або для їх використання в промислових установках. Залежно від надлишкового тиску газів, що зберігаються, газгольдери проєктують постійного або змінного об'єму

3.10 градирня

Споруда, призначена для охолодження води в системах зворотного водопостачання, у якій вода є засобом відведення великої кількості тепла від енергетичних та промислових агрегатів. Принцип охолодження полягає в тому, що вода, яка циркулює в градирні, розділяється на тонкі плівки або краплі, внаслідок чого збільшується поверхня для її охолодження потоком повітря

3.11 етажерка

Багатоярусна каркасна споруда (без стін), розміщена в будівлі або поза нею і призначена для розміщення й обслуговування технологічного та іншого обладнання

3.12 занурений колодязь

Циліндрична або призматична оболонка, заглиблена в ґрунт

3.13 засіка

Відгороджене місце у вигляді комірки, призначеної для зберігання сипких (крейда, вапно тощо) матеріалів

3.14 зрошувач

Пристрій у градирнях, який розділяє струмінь води на тонкі плівки або краплі, внаслідок чого збільшується поверхня її охолодження

3.15 канал

Штучне русло (водовід) з безнапірним рухом води зазвичай влаштований у ґрунті

3.16 конвеєрна галерея

Наземна горизонтальна або похила споруда мостового типу, переважно значної протяжності, розташована, зазвичай, між будівлями. Галереї складаються з прогонових будов і опор. Всередині них розміщуються стрічкові конвеєри для транспортування сипких матеріалів. За потреби, у прогонних спорудах можуть бути розміщені також технологічні комунікації різного призначення

3.17 мезоструменева течія

Шар повітря завтовшки 100—300 м, який має підвищену швидкість відносно інших шарів, що знаходяться знизу або зверху зазначеного

3.18 основа

Масив ґрунту (гірської породи), який безпосередньо сприймає навантаження від будівлі (споруди)

3.19 плавуча покрівля

Конструкція в резервуарі без стаціонарного покриття, яка плаває на поверхні нафти або інших нафтопродуктів, що у ньому зберігаються, і призначена для зменшення втрат від випаровування, захисту від атмосферних опадів та є запобіжником виникнення вибуху і пожежі

3.20 площадка

Одноповерхова споруда, розміщена в будівлі або поза нею, спирається на самостійні опори, конструкції будівлі або обладнання та призначена для встановлення, обслуговування і ремонту обладнання, а також переміщення робочого персоналу

3.21 прогонова споруда

Споруда, встановлена між опорами в прогоні

3.22 силос

Вертикальна циліндрична чи призматична місткість, призначена для зберігання сипкого матеріалу

3.23 силосний корпус

Споруда, складена з системи силосів, які об'єднані спільним фундаментом, підсилосним поверхом для заїзду транспорту та надсилосної галереї з механізмами, які переміщують вантажі

3.24 скіпова яма

Підземна споруда, призначена для зберігання матеріалів

3.25 траверса

Горизонтальна балка, яка є частиною конструкції

3.26 тролей

Сукупність електропроводу і підтримувальних конструкцій, призначених для передавання електричної енергії рухомим механізмам, що пересуваються вздовж опорних конструкцій, а також у деяких випадках для підтримки цих механізмів або їхніх частин

3.27 трубопровід

Сукупність споруд, призначених для транспортування газоподібних та рідких речовин

3.28 тунель

Горизонтальна або похила підземна споруда, призначена для транспортних цілей, переміщення води, прокладання підземних комунікацій

3.29 футерування

Спеціальне оброблення для забезпечення захисту поверхні від можливих механічних або фізичних ушкоджень

3.30 царга

З’єднувальний елемент у вигляді рами

3.31 промислова інженерна споруда

Наземна або підземна споруда, що складається з несних та, в окремих випадках, огороджувальних конструкцій і призначена для тимчасового перебування і пересування людей, вантажів, переміщення і зберігання рідких, сипких та газоподібних продуктів

3.32 підвал

Окремо розташоване чи вбудоване в будівлю або споруду заглиблене нижче рівня землі приміщення із параметрами, що забезпечують виконання призначених технічних, виробничих та господарсько-побутових цілей.

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У цих нормах використано такі позначення.

Індекси в літерних позначеннях і пояснювальні слова:

a – активний (*active*);

a – анкерний (*anchor*);

b – бетон (*concrete*);

c – умова (*condition*);

f – тертя (*fricnion*);

n – надійність (*safe*);

h – інтенсивність (*intensive*);

v – вертикаль (*vertical*);

w – вода (*water)*;

t – температура (*temperature*);

s – верхній (*super*);

s – скелет (*skeleton*);

u – межа (*border*);

0 – тиск (*pressure*);

ad – додатковий (*additional*);

hc – від'ємний тиск;

hq – рівномірний тиск (*uniform*);

fm – навантаження;

hr – пасивний тиск;

hw – додатковий тиск від ґрунтових вод;

hy – власний тиск (*own*);

ba – опір болта (*bolt*);

sa – переріз (*section*);

sb – вага ґрунту з урахуванням зважувальної дії води;

sr – утримати;

red – редукований;

ser – стиск (*cqueeze*).

Основні літерні позначення

Геометричні характеристики:

A – площа перерізу брутто; площа підошви фундаменту;

A_{sa} – площа поперечного перерізу анкерного болта по різьбі;

B – ширина перерізу

d – внутрішній діаметр круглого силосу або сторона квадратного силосу, діаметр анкерного болта

t – товщина стіни;

t_{red} – приведена товщина стінки;

y – відстань від поверхні ґрунту до перерізу, що розглядається;

h_w – висота від низу споруди до розрахункового рівня ґрунтових вод;

u – периметр поперечного перерізу;

p – гідравлічний радіус;

δ – ширина розкриття тріщин, товщина;

μ_z – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю у місцях примикання галерей до вузлів перевантаження і будівель за наявності перепаду висот

Навантаження, тиск, опір:

H – номінальна глибина заглиблення болта у бетоні;

M – згинальний момент;

N – поздовжня сила;

N_u – вертикальна складова сили межі опору основи;

P – вертикальне зосереджене навантаження;

q – рівномірне розподілене навантаження на поверхню;

p_v – інтенсивність вертикального тиску ґрунту;

p_h – інтенсивність горизонтального тиску ґрунту, характеристичне значення горизонтального тиску сипкого матеріалу в силосі;

p_{hy} – інтенсивність горизонтальної складової тиску ґрунту від власної ваги;

p_{hq} – інтенсивність горизонтальної складової тиску від розподіленого навантаження на поверхні;

p_{hc} – інтенсивність від'ємного тиску як еквіваленту зчеплення ґрунту;

p_{hw} – інтенсивність додаткового горизонтального тиску від ґрунтових вод;

$p_{h.ad}$ – інтенсивність додаткового горизонтального тиску ґрунту на стінку зануреного колодязя;

vi – рівномірно розподілене навантаження від транспортних засобів;

F_v – сума проєкцій сил на вертикальну площину;

F_{sa} – сила зсуву;

F_{sr} – утримувальна сила;

F_a – зусилля попереднього натягу анкерного болта;

E – модуль загальної деформації ґрунту основи;

E_b – модуль пружності бетону;

$E_à$ – активний тиск ґрунту на стіну;

E_{hr} – пасивний опір ґрунту;

I_h – момент інерції 1 м перерізу стіни;

R – розрахунковий граничний тиск на ґрунт; реакція опори;

f_{ck} – розрахунковий опір бетону осьовому розтягу;

R_{ba} – розрахунковий опір розтягу анкерного болта (одноболтового з’єднання);

α_t – коефіцієнт лінійної температурної деформації матеріалу;

α_v – показник гнучкості днища;

v – коефіцієнт Пуассона.

Коефіцієнти надійності:

γ_c — коефіцієнт умов роботи;

γ_n — коефіцієнт надійності за призначенням споруди;

γ_f — коефіцієнт надійності за навантаженням;

Характеристики ґрунту:

γ — істинна густина ґрунту (сипкого матеріалу);

γ_s — істинна густина часток ґрунту;

γ_{sb} — істинна густина ґрунту з урахуванням зважувальної дії води;

γ_d — істинна густина сухого ґрунту;

γ_w — істинна густина води;

φ — кут внутрішнього тертя ґрунту (сипкого матеріалу);

c — питоме зчеплення ґрунту;

θ_0 — кут нахилу площини ковзання ґрунту до вертикалі;

f — коефіцієнт тертя;

β — кут нахилу поверхні ковзання до горизонталі;

λ_{ha} — коефіцієнт активного горизонтального тиску ґрунту;

λ_{hr} — коефіцієнт пасивного горизонтального опору ґрунту;

λ_0 — коефіцієнт бокового тиску ґрунту в стані спокою.

У цих нормах використано такі скорочення:

АЕС — атомна електростанція;

ГЕС — гідроелектростанція;

ЕШЗ — електрошлакове зварювання;

КВП — контрольно-вимірювальний прилад;

ПВР — проєкт виконання робіт;

ПЗ — огорожа для зовнішніх сходових площадок;

ПУЕ — правила улаштування електроустановок;

ССБ — тип пластифікатора;

ТЕС — теплова електростанція;

ТЕЦ — теплова електрична централь.

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою встановлюють відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36.

Інженерні споруди слід проєктувати з урахуванням вимог ДБН В.1.1-7, ДБН В.1.2-7, ДБН В.2.-56 щодо забезпечення пожежної безпеки промислових інженерних споруд.

Показники пожежної небезпеки технологічних матеріалів і речовин (рідин, розчинників, порошків, гранул тощо) повинні бути визначені на етапі проєктування відповідно до ДСТУ 8829.

Промислові інженерні споруди повинні бути запроєктовані та побудовані так, щоб у разі виникнення пожежі:

— протягом визначеного проміжку часу зберігалас тримальна здатність конструкцій;

— було обмежено виникнення та поширення вогню і диму всередині будівлі чи споруди;

— було обмежено поширення вогню на сусідні будівлі та споруди;

— була забезпечена можливість евакуації людей або їхній порятунок в інший спосіб;

— було враховано безпеку рятувальників.

5.2 Ступінь вогнестійкості будинків інженерних споруд, залежно від категорії будинку за вибухопожежною та пожежною небезпекою, кількості поверхів будинку та площі поверху в межах протипожежного відсіку, потрібно приймати згідно з таблицею 1. Сумарна площа поверхів, з'єднаних відкритими отворами в перекриттях, не повинна перевищувати площі поверху, наведеної в таблиці 1.

Таблиця 1 – Ступінь вогнестійкості інженерних споруд

Категорія будівлі	Максимальна кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Максимальна площа поверху в межах протипожежного відсіку, м^2		
			одноповерхових	двоповерхових	багатоповерхових
А і Б	1	1	Не обмежується	—	—
В	6	I, II	Не обмежується		
	3	III	5200	3500	2600
	2	IV	2600	200	—
	1	V	1200	—	—
Г	10	I, II	Не обмежується		
	3	III	6500	5200	3500
	2	IV	3500	2600	—
Д	10	I, II	Не обмежується		
	3	III	7800	6500	3500
	2	IV	3500	2600	—
	2	V	2600	1500	—

Класи вогнестійкості будівельних конструкцій інженерних споруд визначають згідно з цими нормами, іншими будівельними нормами та національними стандартами України.

5.3 Шляхи евакуації будинків інженерних споруд. Евакуаційні коридори потрібно відокремлювати:

— для будівель I, II, III, IIIа та IIIб ступенів вогнестійкості протипожежними перегородками 1-го типу та перекриттям 3-го типу;

— для будівель IV, IVа ступенів вогнестійкості – протипожежними перегородками 2-го типу та перекриттям 4-го типу.

Евакуаційні виходи не допускається влаштовувати через приміщення категорій А, Б та

протипожежні тамбур-шлюзи при цих приміщеннях.

Евакуаційні виходи з приміщень, що розташовані на антресолях будівель I, II, III та IIIa ступенів вогнестійкості, у разі відсутності в таких приміщеннях постійних робочих місць, допускається передбачати на сходи типу С3. Евакуаційні виходи з антресолей, площа яких на будь-якій відмітці перевищує 40 % площі поверху, за наявності на них постійних робочих місць, слід передбачати через сходові клітки.

Допускається передбачати один евакуаційний вихід (без улаштування другого) за таких умов:

а) із будь-якого поверху будівель I, II ступенів вогнестійкості з кількістю надземних поверхів не більше чотирьох (з умовною висотою не більше ніж 15 м), із приміщеннями категорії Д за кількості працівників у найчисельнішій зміні на кожному поверсі не більше п'яти осіб та площі поверху не більше ніж 300 м^2;

б) із приміщення, розташованого на будь-якому поверсі (крім підвального та цокольного), якщо цей вихід веде до двох евакуаційних виходів із поверху, відстань від найвіддаленішого робочого місця до виходу з приміщення не перевищує 25 м та кількість працівників у найчисленнішій зміні не перевищує: 5 осіб – у приміщенні категорій А, Б; 25 осіб – у приміщенні категорії В; 50 осіб – у приміщенні категорій Д;

в) з одноповерхових будівель категорій А та Б площею не більше ніж 54 м^2, інших категорій – не більше ніж 108 м^2. При цьому кількість працівників у найчисленнішій зміні не повинна перевищувати 5 осіб у будівлях категорій А та Б, 25 осіб – у будівлях категорій В та Д. У зазначених будівлях потрібно передбачати 25 % вікон, що відчиняються назовні без захисних сіток та ґрат;

г) із будь-якого поверху (ярусу) багатоповерхових (багатоярусних) будівель IIIa ступеня вогнестійкості категорії Д заввишки від планувальної позначки землі до позначки підлоги верхнього поверху (ярусу) не більше ніж 30 м при площі поверху (ярусу) не більше ніж 300 м^2 . Водночас загальна кількість працівників у будівлі в найчисленнішій зміні не повинна перевищувати 5 осіб. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця повинна бути не більше ніж 25 м.

Як другий евакуаційний вихід із другого та вищих поверхів будівель з умовною висотою до 26,5 м допускається приймати сходи типу С3, якщо кількість працівників на кожному поверсі (крім першого) у найчисленнішій зміні не перевищує: 15 осіб – у багатоповерхових будівлях із приміщеннями будь-якої категорії; 50 осіб – у двоповерхових будівлях із приміщеннями категорії В; 100 осіб – у двоповерхових будівлях із приміщеннями категорії Д. Із підвалів та цокольних поверхів площею понад 300 м^2 потрібно передбачати не менше двох евакуаційних виходів. Евакуаційні виходи з підвалів із приміщеннями категорії Д допускається проєктувати в приміщення зазначеної категорії, що розташовані на першому поверсі. Евакуаційні виходи з підвалів із приміщеннями категорії В треба передбачати назовні безпосередньо або по відокремлених сходових клітках згідно з 7.2.1 ДБН В.1.1-7.

Відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу з приміщення не повинна перевищувати значення, наведених у таблиці 2. За наявності проміжних значень об'єму приміщень відстані визначають лінійною інтерполяцією. Відстані в таблиці 2 встановлено для приміщень висотою до 6 м (для одноповерхових будівель висоту потрібно приймати до низу несних конструкцій покриття). За висоти приміщень більше ніж 6 м, відстані дозволяється збільшувати: за висоти приміщення 12 м – на 20 %, 18 м – на 30 %, 24 м – на 40 %. При проміжних значеннях висоти приміщень збільшення відстаней визначають лінійною інтерполяцією. У цьому разі значення відстані від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу повинно бути не більше ніж 140 м для приміщень категорій А та Б, та 240 м – для приміщень категорії В.

Таблиця 2 – Відстані до найближчого евакуаційного виходу

Об'єм приміщення, тис.м^3	Категорія	Ступінь вогнестійкості будівлі	Відстань, м, за щільності людського потоку в загальному проході, люд/м^2		
			до 1	понад 1 до 3	понад 3 до 5
До 15	А, Б	I, II, IIIa	40	25	15
	В	I, II, IIIa,	100	60	40
		IIIб, IV,	70	40	30
		V	50	30	20
30	А, Б	I, II, IIIa	60	35	25
	В	I, II, III, IIIa,	145	85	60
		IIIб, IV	100	60	40
40	А, Б	I, II, IIIa	80	50	35
	В	I, II, III, IIIa	160	95	65
		IIIб, IV	110	65	45
50	А, Б	I, II, IIIa	120	70	50
	В	I, II, III, IIIa	180	105	75
60 та більше	А, Б	I, II, IIIa	140	85	60
60	В	I, II, III, IIIa	200	110	85
80 та більше	В	I, II, III, IIIa	240	140	100
Незалежно від об'єму	Д	I, II, III, IIIa	не обмежується		
		IIIб, IV	160	95	65
		V	120	70	50

Примітка1. Щільність людського потоку визначається згідно з ДСТУ 8828.
Примітка 2. Відстані для приміщень категорій А і Б встановлено з урахуванням розливу легкозаймистих або горючих рідин на площі 50 м^2 . За інших значень площі можливого розливу наведені в таблиці 2 відстані слід множити на коефіцієнт 50/F, де F – площа можливого розливу, визначена в технологічній частині проєкту.

Відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу з одноповерхових чи двоповерхових будівель IVa ступеня вогнестійкості з горючим полімерним утепленням слід приймати не більше: 50 м – для приміщень категорії В одноповерхових будівель; 80 м – для приміщень категорії Д одноповерхових будівель; 40 м – для приміщень категорії В двоповерхових будівель; 60 м – для приміщень категорії Д двоповерхових будівель; Допускається збільшувати наведені відстані на 50 %, якщо площа не зайнятої стелажами та обладнанням підлоги приміщень становить більше ніж 75 м^2 на одного працівника в найчисленнішій зміні. В одноповерхових будівлях з приміщеннями категорії В і Д у разі неможливості дотримання вказаних відстаней, евакуаційні виходи необхідно розміщувати в зовнішніх стінах по периметру будівлі через кожні 72 м. Ширину сходового маршу залежно від кількості людей, що евакуюються по ній з другого поверху, а також ширину дверей, коридорів чи проходів на шляхах евакуації слід приймати з розрахунку 0,6 м на 100 осіб.

Відстань по коридору від дверей найвіддаленішого приміщення до найближчого виходу назовні або в сходову клітку не повинна перевищувати значень, наведених у таблиці 3. Щільність людського потоку визначається згідно з ДСТУ 8828.

Таблиця 3 – Відстань по коридору від дверей найвіддаленішого приміщення до найближчого виходу назовні або в сходову клітку

Розташування виходу	Категорія	Ступінь вогнестійкості будівлі	Відстань по коридору, м, до виходу назовні або в найближчу сходову клітку за щільності людського потоку в коридорі, люд/м^2			
			до 2	понад 2 до 3	понад 3 до 4	понад 4 до 5
Між двома виходами назовні або сходовими клітками	А, Б	I, II, IIIа	60	50	40	35
	В	I, II, IIIа, IIIб, IV, V	120	95	80	65
			85	65	55	45
			60	50	40	35
	Д	I, II, III, IIIа IIIб, IV V	180	140	120	100
			125	100	85	70
			90	70	60	50
У тупиковий коридор	Незалежно від категорії	I, II, III, IIIа IIIб, IV V	30	25	20	15
			20	15	15	10
			15	10	10	8

Ширину евакуаційного виходу з приміщень потрібно приймати залежно від загальної кількості осіб, які евакуюються через цей вихід, та кількості осіб на 1 м ширини виходу, встановленого в таблиці 4, але не менше ніж 0,8 м, а за наявності серед працівників маломобільних груп – 0,9 м.

Кількість осіб на 1 м ширини евакуаційного виходу, встановлену в таблиці 4, з приміщень заввишки більше ніж 6 м допускається збільшувати: за висоти приміщення 12 м – на 20 %, 18 м – на 30 %, 24 м – на 40 %; при проміжних значеннях висоти приміщень збільшення кількості осіб на 1 м ширини виходу визначається інтерполяцією.

Таблиця 4 – Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу

Об'єм приміщення, тис.м^3	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу (дверей), люд.
15	А, Б	I, II, IIIа	45
	В	I, II, III, IIIа	110
		IIIб, IV	75
		V	55
30	А, Б	I, II, IIIа	65
	В	I, II, III, IIIа	155
		IIIб, IV	110
40	А, Б	I, II, IIIа	85
	В	I, II, III, IIIа	175
		IIIб, IV	120
50	А, Б	I, II, IIIа	130
	В	I, II, III, IIIа	195
		IIIб	135

Кінець таблиці 4

60 та більше	А, Б	I, II, IIIа	150
60	В	I, II, III, IIIа	220
		IIIб	155
80 та більше	В	I, II, III, IIIа	260
Незалежно від об'єму	Д	I, II, III, IIIа	260
		IIIб, IV	180
		V	130

Ширину евакуаційного виходу з коридору назовні або в сходову клітку потрібно приймати залежно від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід, та кількості людей на 1 м ширини виходу, встановленої в таблиці 5, але не менше ніж 0,8 м, а за наявності серед працівників маломобільних груп – не менше ніж 0,9 м.

Таблиця 5 – Ширина евакуаційного виходу з коридору назовні або в сходову клітку

Категорія	Ступінь вогнестійкості будівлі	Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу з коридору, люд.
А, Б	I, II, IIIа	85
В	I, II, III, IIIа	175
	IIIб, IV	120
	V	85
Д	I, II, III, IIIа	260
	IIIб, IV	180
	V	130

Ширину маршу сходів потрібно приймати не меншою за розрахункову ширину евакуаційного виходу з поверху з найширшими дверима в сходову клітку, але не менше ніж 1 м. Ширину проходів та сходів до одиночних робочих місць слід приймати за 7.3.6 ДБН В.1.1-7.

Якщо в проєктованій будівлі передбачено можливість перебування людей з інклюзивністю, ширину маршу сходів потрібно приймати не менше ніж 1,35 м. Ширина евакуаційних коридорів повинна становити не менше ніж 2 м. Заборонено влаштовувати в евакуаційних коридорах тупикові частини, що перевищують 25 м.

5.4 Під час проєктування для забезпечення надійності, безпеки, довговічності та економічності конструкцій споруд необхідно:

— дотримуватись вимог щодо надійності конструкцій споруд відповідно до ДБН В.1.2-14;

— забезпечувати необхідну міцність, стійкість, просторову незмінність споруди загалом, а також окремих її елементів на всіх етапах виготовлення, зведення, реконструкції, ремонту й експлуатації відповідно до ДБН В.1.2-6 та ДБН В.1.2-9;

— передбачати заходи щодо забезпечення довговічності конструкцій та захисту їх від корозії, термічних впливів та зносу;

— забезпечувати монтаж конструкцій, розраховуючи точність геометричних параметрів згідно з ДСТУ-Н Б В.1.3-1, із встановленням необхідності контрольного чи загального складання або використанням регулювальних пристроїв;

— встановлювати методи та обсяги контролю під час виготовлення та зведення конструкцій, а також під час їхньої експлуатації, охоплюючи, за потреби, виконання випробувань окремих елементів, вузлів, з'єднань і конструкцій загалом, а також, за потреби, встановлення контрольно-сигнальних систем чи інших засобів моніторингу;

— передбачати можливість оглядання, обстеження і діагностики, а також проведення

ремонтних робіт; за потреби передбачати для цього ходові сходи та площадки, спеціальні пристосування (столики, фіксатори тощо) для забезпечення можливості кріплення постійних і тимчасових пристосувань, а також пристосувань для встановлення засобів діагностики технічного стану конструкцій під час експлуатації;

— вибирати матеріали конструкцій згідно з правилами безпеки;

— дотримуватись вимог щодо охорони навколишнього середовища відповідно до ДБН В.1.2-8 і ДБН А.2.2-1, вживаючи заходів щодо зменшення забруднення повітря викидами з димових труб і витяжних башт, продуктами випаровуванням нафти і нафтопродуктів, а також від проникнення витоків рідини з резервуарів і трубопроводів тощо;

— передбачати заходи щодо забезпечення санітарних правил під час планування та забудови населених пунктів, норм мікроклімату виробничих приміщень згідно з [1] та ДСН 3.3.6.042.

5.5 Проєктування будівельних конструкцій промислових інженерних споруд необхідно виконувати згідно з ДБН А.2.1-1, ДБН В.1.1-12, ДБН В.1.2-2, ДБН В.1.2-15, ДБН В.2.1-10, ДБН В.2.6-98, ДБН В.2.6-160, ДБН В.2.6-161, ДБН В.2.6-162, ДБН В.2.6-198, ДБН В.1.1-7 або за ДБН А.1.1-94.

Проєктну документацію промислових інженерних споруд слід розробляти згідно з ДБН А.2.2-3, ДСТУ 9243.7 та ДСТУ 9586.

Під час проєктування бетонних і залізобетонних конструкцій, призначених для роботи в умовах систематичного впливу технологічних температур понад 50 °С, необхідно дотримуватися вимог щодо врахування навантаження від температурних впливів.

Під час проєктування статично невизначених залізобетонних конструкцій, які систематично зазнають впливу технологічних температур нижче 50°С, в яких від спільного впливу технологічних і кліматичних температур виникають по висоті перерізу перепади більше ніж 40°С, необхідно враховувати температурні зусилля в елементах цих конструкцій. Для визначення зусиль допускається користуватись СНиП 2.03.04 без врахування впливу температури на фізико-механічні властивості матеріалів.

У проєктній документації сталевих конструкцій слід враховувати вимоги щодо виготовлення і монтажу конструкцій згідно з ДСТУ EN 1090-2 та ДСТУ EN 1090-4 та вказувати клас виконання конструкцій, елементів або деталей відповідно до додатка У ДБН В.2.6-198.

Примітка. Застосування сталей для сталевих конструкції визначається згідно з ДБН В.2.6-198 для груп 1-4 конструкцій, у тому числі сталей згідно з ДСТУ EN 10025-1, ДСТУ EN 10025-2, ДСТУ EN 10025-3, ДСТУ EN 10025-4, ДСТУ EN 10025-5, ДСТУ EN 10025-6.

У проєктній документації вимоги до антикорозійного захисту залізобетонних конструкцій слід приймати згідно з ДСТУ Б В.2.6-145. Для сталевих будівельних конструкцій споруд у робочій документації (креслення КМ) слід наводити відомості про ступінь агресивності середовища в період будівництва та експлуатації споруди згідно з ДСТУ ISO 12944-2, який, зазвичай, визначається в завданні на проєктування.

5.6 Маршрути тунелів, каналів, галерей і естакад повинні мати найменшу довжину і найменшу кількість поворотів, а також перехресть з дорогами та іншими комунікаціями.

5.7 Слід приймати такі розміри пішохідних тунелів, галерей і естакад:

— висоту тунелів і галерей від рівня підлоги до низу виступних конструкцій перекриттів з урахуванням комунікацій або їхніх огорож слід закладати не менше ніж 2,0 м (у похилих тунелях і галереях висоту слід вимірювати по нормалі до підлоги);

— ширина тунелів, галерей і естакад приймається не менше ніж 1,5 м в одному напрямку руху і розраховується з умов пропускної здатності в одному напрямку 2000 людей на годину на 1 м ширини.

5.8 Внутрішні розміри конвеєрних тунелів, галерей та естакад приймають згідно з чинними державними нормами і правилами та відповідно до ДСТУ EN 620.

Вимоги щодо безпеки та внутрішні розміри галерей та естакад, розташованих у шахтах,

кар'єрах та на збагачувальних, великоуламкових, дробильних та дробильно-сортувальних фабриках, приймають згідно з чинними державними нормами і правилами під час гірничих робіт і переробленні твердих корисних копалин.

У разі визначення внутрішніх розмірів конвеєрних галерей відповідно до особливих вимог технологічної частини проєкту дозволено приймати запас ширини галереї для забезпечення заміни конвеєрів значних розмірів під час експлуатації. Розмір резерву по ширині та навантаженнях встановлюється у завданні на проєктування.

5.9 Підвали, канали, тунелі, галереї й естакади, де передбачається розміщення кабелів, повинні бути запроєктовані відповідно до цих норм і [2].

5.10 Канали, тунелі та естакади, призначені для трубопроводів пари та гарячої води, слід проєктувати згідно з вимогами цих норм.

5.11 Підвали, тунелі і канали не допускається передбачати в будівлях категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою А та Б і на територіях, де розміщено зовнішні установки, у яких застосовуються чи утворюються вибухонебезпечні або токсичні гази густиною більше ніж 0,8 відносно повітря, а також вибухонебезпечний пил. Допускається проєктувати відкриті приямки і лотки у приміщеннях та на територіях із виробництвами категорій А та Б, якщо без цих приямків і лотків неможливо забезпечити вимоги технологічного процесу.

У цих випадках приямки і лотки повинні бути забезпечені надійною, неперервно діючою припливною або припливно-витяжною вентиляцією; кількість сходів із відкритих приямків площею понад 50 м^2 або протяжності більше ніж 30 м повинна бути не менше двох.

Виходи з відкритих приямків повинні бути запроєктовані на рівні підлоги приміщень у протилежних кінцях приямків.

Примітка. Виробництва, де застосовують або перероблюють речовини з густиною парів і газів менше ніж 0,8 відносно повітря, допускається, якщо це потрібно за вимогами технологічного процесу, проєктувати з невентильованими каналами завглибшки не більше ніж 0,5 м.

5.12 У пішохідних тунелях і галереях не допускається проєктувати трубопроводи, які транспортують отруйні, легкозаймисті і горючі рідини, отруйні і горючі гази та трубопроводи для пари і теплових мереж.

Способи прокладання транзитних проводів і кабелів треба передбачати згідно з вимогами ДСТУ НД 60354-5-52 та ДБН В.2.5-23.

5.13 Не допускається передбачати евакуацію людей з приміщень через кабельні споруди, а також транзитну прокладку повітроводів через кабельні споруди. Кабельні споруди повинні бути обладнані системами димовидалення згідно з ДБН В.2.5-56.

5.14 Під час проєктування відкритих кранових та розвантажувальних залізничних естакад повинні бути запроєктовані приміщення, які мають бути обладнані засобами для захисту працівників від несприятливих метеорологічних впливів. Для цього допускається використовувати приміщення сусідніх будівель або споруд, прилеглих до естакад, якщо відстань від найвіддаленіших робочих місць до цих приміщень не перевищує 300 м. Приміщення повинно відповідати вимогам відповідно до ДБН В.2.2-28.

5.15 Бетонні та залізобетонні конструкції, які систематично зволожуються атмосферними опадами, повинні мати на горизонтальних елементах (карнизах, полицях тощо) гідроізоляцію і зливники для забезпечення вільного стікання води.

5.16 Настили сервісних зон розвантаження залізничних естакад, кранових естакад, витяжних башт та інших споруд слід проєктувати з таким розрахунком, щоб унеможливити ковзання людей, які ходять у цих зонах (за сталевих настилів слід передбачати просічно-витяжні настили відповідно до ДСТУ Б В.2.6-52 та гратчасті настили), а також забезпечити стікання дощової і талої води (у разі дерев'яних настилів повинні бути забезпечені зазори 20 мм між дошками).

5.17 У проєктах підвалів, тунелів, каналів, стін підпірних та інших підземних споруд слід надавати вказівки щодо необхідності виконання заповнення пазух ґрунтом із ущільненням згідно з ДСТУ-Н Б В.2.1-28.

5.18 Нижня частина сталевої опорної плити відкритих споруд повинна розташовуватись над планувальною позначкою ґрунту зазвичай не менше ніж на 0,15 м.

5.19 Будівельні конструкції і технологічне обладнання (за необхідності вказаної у технологічних рішеннях) слід кріпити до бетонних і залізобетонних конструкцій (фундаментів, силових підлог, стін тощо), що експлуатуються за розрахункової температури зовнішнього повітря до мінус 40 °С включно і за нагрівання бетону фундаментів до 50 °С, анкерними та фундаментними болтами відповідно до додатка И. Допускається використання інших способів фіксації обладнання на фундаментах (наприклад, на віброгасниках, на клеї тощо).

5.20 Підземні споруди, розташовані в зоні впливу блукального струму, повинні бути захищені від електричної корозії відповідно до ДСТУ ISO 12944-3 та ДСТУ Б В.2.6-145.

Сталеві конструкції споруд повинні бути заземлені відповідно до ДСТУ EN 62305-1.

5.21 Огорожі для сходових площадок слід приймати згідно з ДСТУ Б В.2.6-49.

5.22 Під час проєктування висотних споруд, підземних і наземних резервуарів і газгольдерів для нафти і нафтопродуктів, бункерів та силосів, зовнішніх кабельних галерей і естакад градирень, копрів тощо слід передбачати захист від блискавки відповідно до ДСТУ EN 62305-1, ДСТУ EN 62305-2, ДСТУ EN 62305-3 та ДСТУ EN 62305-4.

5.23 Проєктна документація висотних конструкцій (силосів, водонапірних башт, градирень, димових труб, витяжних башт, вугільних та рудних шахтних башт) має передбачати заходи (фарбування смугами кольорового маркування і світлову сигналізацію висотних перешкод відповідно до [3]), що забезпечують безпеку польоту повітряних суден.

5.24 Димові труби, витяжні башти, градирні та інші висотні споруди зазвичай потрібно розташовувати з боку найдовших глухих стін будівель. Від стін будівель, які мають світлові прорізи для природного освітлення, ці споруди повинні розміщуватись на відстані не менше їхнього діаметра в плані або довжини сторони, що повернута до будівлі, з дотриманням вимог згідно з ДБН Б.2.2-12 та ДСН 3.3.6.042.

5.25 Димові труби, витяжні башти, градирні та інші незалежні висотні споруди, розташовані поряд, повинні мати єдине розчленування, фактуру і колір зовнішніх поверхонь, єдиний маркувальний колір і однотипні світлофорні площадки, якщо ці споруди віддалені одна від одної на відстань не більше від їхньої висоти, якщо вона не перевищує 120 м, або не більше половини цієї висоти, якщо вона перевищує 120 м.

5.26 Для конструкцій, що перебувають під впливом постійного замерзання і розтавання, у проєкті повинна бути вказана марка бетону за морозостійкістю і водонепроникністю. Проєктну марку бетону визначають залежно від температурного режиму, що виникає під час експлуатації об'єкта, розрахункових значень зимових температур зовнішнього повітря в зоні будівництва і приймають відповідно до ДСТУ Б В.2.6-145. Для окремих типів споруд марки бетону за морозостійкістю і водонепроникністю наведено у відповідних розділах цих норм.

5.27 У разі реконструкції споруди проєктне рішення слід приймати на підставі спеціального обстеження конструкцій згідно з ДСТУ 9273. Додатково класифікацію сталевих конструкцій за технічним станом слід оцінювати згідно з ДСТУ Б В.2.6-210.

5.28 Під час проєктування підземних і заглиблених у ґрунті споруд слід керуватись основними принципами та геотехнічними вимогами відповідно до ДБН В.1.1-25 і ДБН В.2.5-74. Проєктування водної, наземної і підземної екосистем охорони води потрібно виконувати відповідно до ДБН В.2.4-3.

5.29 У приміщеннях категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою А, Б легкоскидні конструкції слід проєктувати відповідно до ДСТУ 9176.

5.30 Приміщення промислових споруд, до яких за технологічними вимогами не допускається пряме проникнення сонячних променів, та приміщення з системами кондиціонування повітря обладнують сонцезахисними пристроями. У будівлях I і II ступенів вогнестійкості сонцезахист виконують з будівельних матеріалів з класом щодо реакції на вогонь не нижче A2-s1, d0 (групи горючості Г1).

Огороджувальні конструкції сходів повинні бути виконані з будівельних матеріалів з класом щодо реакції на вогонь не нижче A2-s1, d0 (групи горючості Г1). При цьому відстань від найбільш віддаленого робочого місця до виходу на сходи не повинна перевищувати 25 м.

5.31 Покриття споруд (покрівель) повинні відповідати класу B_{ROOF}(t2).

5.32 Шляхи евакуації інженерних споруд.

Під час проєктування інженерних споруд слід передбачати вільні проходи між інженерним технологічним обладнанням для можливості вільного проходу обслуговувального персоналу за межі споруди.

Внутрішні етажерки та площадки повинні мати не менше двох відкритих сталевих сходів. Допускається проєктування одних сходів, якщо площа підлоги кожного ярусу етажерки або площадки не перевищує:

108 м² — для зовнішніх установок категорій Аз і Бз,

400 м² — для зовнішніх установок категорій Вз, Гз і Дз.

5.33 Відстань від найвіддаленішої точки на площадках і етажерках до найближчого евакуаційного виходу з будівлі слід приймати за таблицею 2, з урахуванням довжини шляху по відкритих сходах із площадки чи етажерки, яку слід вважати такою, що дорівнює втричі більшій за висоту маршів.

6 ПІДЗЕМНІ І ЗАГЛИБЛЕНІ У ҐРУНТІ СПОРУДИ

6.1 Стіни підпірні

6.1.1 Норм цього підрозділу слід дотримуватись у разі проєктування окремо розташованих стін підпірних, що зводять на природній основі на територіях промислових підприємств, під'їзних відомчих (технологічних) залізничних та автомобільних доріг.

Стіни підпірні зводять для утримання в необхідному положенні ґрунту або інших сипких тіл, якщо неможливо влаштовувати природні схили.

6.1.2 Стіни підпірні, стіни в ґрунті (траншейні і пальові) слід проєктувати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.1-31. Стіни підпірні з анкерними тягами повинні бути перевірені на надійність закріплення в ґрунті і достатність цього закріплення для сприйняття зусилля в анкерній тязі.

6.1.3 Основні розміри стін підпірних рекомендується приймати такими:

— повну ширину фундаментної плити в межах (0,4–0,5) *H*, де *H* – повна висота стінки;

— винос фундаментної плити за зовнішню грань стінки в межах (0,08–0,15) *H*;

— товщину фундаментної плити вздовж площини зовнішньої грані стінки в межах (0,06–0,08) *H* .

6.1.4 Глибину закладання підошви стіни підпірної слід визначати відповідно до ДБН В.2.1-10. Заглиблення фундаменту стіни нижче поверхні ґрунту приймається залежно від висоти підпору, навантаження і характеристики ґрунту не менше ніж 0,6 м у нескельних і не менше ніж 0,3 м у скельних ґрунтах.

За наявності кювету глибина закладання приймається від позначки дна кювету.

6.1.5 У поздовжньому напрямку підошву стіни підпірної слід приймати горизонтальною або з ухилом не більше ніж 0,02. За більшого ухилу підошва виконується ступінчастою.

У поперечному напрямку підошва стіни підпірної повинна бути горизонтальною або з ухилом у бік засипки не більше ніж 0,125.

6.1.6 Відстань між температурно-усадковими швами слід приймати не більше ніж 10 м – у монолітних з бутобетону і бетонних стінах підпірних без конструктивного

армування; 20 м – у монолітних бетонних конструкціях за наявності конструктивного армування; 25 м – у монолітних і збірно-монолітних залізобетонних конструкціях стін; 30 м – у збірних залізобетонних конструкціях.

Відстань між температурно-усадковими швами допускається збільшувати під час виконання відповідних перевірних розрахунків конструкцій.

6.1.7 Висоту стін підпірних для вантажних рамп автомобільного транспорту з боку під'їзду автомобілів визначають згідно з характеристиками автомобілів, які передбачено приймати.

Висоту стін підпірних для вантажних і пасажирських рамп залізничного транспорту приймають з урахуванням ДСТУ Б В.2.3-29.

6.1.8 У місцях, де можливий рух пішоходів, стіни підпірні повинні мати перильне огородження згідно з ДСТУ Б В.2.6-49.

У разі розташування відомчих (технологічних) доріг уздовж стіни підпірної слід передбачати тротуар завширшки не менше ніж 1,8 м із бортовим каменем заввишки не менше ніж 0,4 м.

6.1.9 Відстань від осі найближчої залізничної колії до внутрішньої грані стіни підпірної приймають згідно з ДСТУ Б В.2.3-29.

6.1.10 Поверхня стін підпірних, звернена у бік засипки, повинна бути захищена гідроізоляцією. Допускається використовувати фарбувальну гідроізоляцію бітумними сполуками або мастиками згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-23.

У разі розташування стін підпірних поза будівлею слід передбачати влаштування з боку підпору ґрунту пристінного дренажу з каменю, щебеню або гравію з поздовжнім ухилом 0,04. У стіні підпірній через (3–6) м повинні бути передбачені отвори для випуску води з дренажу.

6.1.11 На крутих схилах для відводу атмосферних опадів за грань стіни з боку ґрунту повинен бути влаштований водовідвідний кювет.

6.1.12 Стіни підпірні розраховують на навантаження від активного тиску ґрунту засипки з урахуванням тимчасових навантажень, які приводять до еквівалентної висоти засипки, охоплюючи навантаження від рухомого складу залізниць і автомобільного транспорту.

6.1.13 Навантаження на стіни підпірні слід визначати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.1-31, тимчасові навантаження від транспортних засобів приймати згідно з ДБН В.1.2-15.

6.1.14 Основні положення щодо розрахункової перевірки стін підпірних наведено в ДСТУ-Н Б В.2.1-31.

6.2 Підвали

6.2.2 У цьому підрозділі розглянуто особливості проєктування підвалів виробничого призначення як окремо розташованих, так і вбудованих у промислові будівлі і споруди.

6.2.3 Підвали допускається проєктувати одноповерховими або багатоповерховими. За технологічними вимогами допускається влаштування підвалів з технічним поверхом для кабельних проводок.

6.2.4 Монтажні отвори повинні бути перекриті на рівні верху конструкції перекриття підвалу і мати клас вогнестійкості не нижче за нормований клас вогнестійкості перекриття.

6.2.5 Підлоги підвалів слід передбачати з ухилом до трапів (приямків) каналізації з окремою системою відводу води. Заборонено з'єднувати безпосередньо приямки зі стоковою каналізацією та з іншими видами каналізації.

6.2.6 У разі влаштування підвалів у складних гідрогеологічних умовах будівельного майданчика, значних навантаженнях на підлогу або за наявності різних технологічних отворів у стінах і перекриттях, а також у разі особливих технологічних вимогах, підвали слід проєктувати з монолітного залізобетону.

6.2.7 Підвал за наявності ґрунтових вод повинен бути захищений гідроізоляцією відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.1-23.

Як основний захист слід влаштувати дренаж під всією підлогою підвалу.

6.2.8 Температурні та усадкові шви в підвалах повинні бути передбачені на відстані не більше ніж 60 м для монолітних і 120 м для збірних і збірно-монолітних конструкцій підвалів (без розрахунку на температурні й усадкові деформації). Під час визначення граничних відстаней між температурними й усадковими швами необхідно передбачати додатковий шов у середині температурного блоку.

6.2.9 Зворотне заповнення пазух котловану слід виконувати з двох протилежних боків підвалу з перепадом висоти не більше ніж 1 м.

6.2.10 Евакуаційні виходи та сходи із підвалів у приміщення категорій В, Г і Д, протипожежні вимоги до підвальних приміщень категорії В передбачають згідно з ДБН В.2.2-27 та ДБН В.1.1-7.

6.2.11 Кабельні підвали і кабельні поверхи підвалів слід розділяти протипожежними перегородками 1-го типу згідно з ДБН В.1.1-7 на протипожежні секції об'ємом не більше ніж 3000 м^3 з ущільненням місця проходу кабелів крізь протипожежні перешкоди системами вогнезахисту з дотриманням вимог ДБН В.1.1-7, а також передбачати автоматичні системи пожежогасіння об’ємним способом.

Кабелі, що прокладають у кабельних підвалах і кабельних поверхах, повинні мати клас стійкості до поширення полум'я, що відповідає вимогам ДСТУ 4809 (зокрема, клас стійких згідно з 4.1 або стійких категорії A F/R згідно з 4.2). Стійкість кабелів забезпечується спеціалізованим маркуванням або їх вогнезахисним обробленням.

6.2.12 З кожного відсіку підвалу, кабельного підвалу або кабельного поверху підвалу необхідно передбачати не менше двох виходів; виходи слід розташовувати з різних боків приміщення. Виходи слід розташовувати так, щоб не було тупиків завдовжки більше ніж 25 м. Довжина шляху від найвіддаленішого місця знаходження персоналу до найближчого виходу не повинна перевищувати 25 м. Другий вихід допускається передбачати через розташоване на тому самому рівні (поверху) сусіднє приміщення (підвал, поверх підвалу, тунель) категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, Г і Д.

У разі виходу в приміщення категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В сумарна довжина шляху евакуації не повинна перевищувати 75 м.

6.2.13 Двері виходів із кабельних підвалів (кабельних поверхів підвалів) і двері між протипожежними секціями повинні бути протипожежними 2-го типу згідно з ДБН В.1.1-7 та відчинятися в напрямку найближчого виходу.

6.2.14 Евакуаційні виходи з підвалів для зберігання мастила і кабельних поверхів підвалів слід улаштовувати через відокремлені сходові клітки, які мають вихід безпосередньо назовні.

Допускається використовувати загальну сходову клітку, яка веде до наземних поверхів, при цьому для підвальних приміщень повинен бути передбачений відокремлений вихід зі сходової клітки на рівні першого поверху назовні, який віддалений від решти частини сходової клітки на висоту одного поверху суцільною без прорізів протипожежною перегородкою з класом вогнестійкості не нижче EI 60.

6.2.15 Улаштування порогів на виході із підвалу і перепадів на рівні підлоги не допускається, крім підвалів для мастила, де на виходах повинні бути пороги заввишки не менше ніж 300 мм з можливим відхилом до плюс 30 мм зі сходами або пандусами.

6.2.16 Основні положення розрахунку стін підвалів наведено в ДСТУ-Н Б В.2.1-31.

6.3 Тунелі та канали

6.3.2 Вимоги цього підрозділу поширюються на проєктування тунелів (конвеєрних, підштабельних, пішохідних, комунікаційних, кабельних і комбінованих) і каналів, які будують відкритим способом.

6.3.3 Висоту і ширину тунелів і каналів (між виступними частинами несних конструкцій) слід приймати відповідно до технологічної частини або розділів прокладання інженерних мереж.

Внутрішні канали можуть мати верхню частину перекриття.

Відкриті канали-траншеї повинні мати перильне огородження заввишки не менше ніж 0,6 м.

6.3.4 Тунелі і канали слід проєктувати зі збірних уніфікованих бетонних елементів або монолітного залізобетону.

Для оздоблення пішохідних тунелів слід використовувати довговічні, економічні, зручні у використанні негорючі матеріали, які дозволяють легке очищення і змивання.

6.3.5 Кабельні канали не допускається розміщувати на ділянках, де можуть бути пролиті розплавлений метал, горючі і легкозаймисті рідини, рідини з високою температурою або речовини, які руйнують оболонку кабелів.

6.3.6 У тунелях і каналах необхідно дотримувати повздовжній ухил не менше ніж 0,002 і поперечний ухил не менше 0,01. У тунелях через кожні (100–150) м слід улаштовувати приямки для збирання рідини і відводу її в каналізацію; у каналах приямки для збирання рідини повинні бути передбачені у колодязях або камерах. Заборонено поєднувати приямки зі зливовою й іншими типами каналізації.

6.3.7 Тунелі і канали за межами будівель і доріг, зазвичай, повинні бути заглиблені від поверхні ґрунту до верха перекриття не менше ніж на 0,3 м.

На огороджених ділянках, доступних тільки для обслуговувального персоналу, відмітку верхньої частині перекриття кабельного каналу можна передбачати на рівні планувальної позначки ґрунту.

6.3.8 Тунелі і канали, розташовані під дорогами, повинні бути поглиблені від верхньої частини дорожнього покриття до верха перекриттів не менше ніж на 0,5 м, а в разі розташування під залізницями – не менше ніж 1 м від низу шпал.

6.3.9 Якщо тунелі і канали розташовано всередині цехів, мінімальну глибину верха перекриттів тунелів і каналів від позначки чистої підлоги цеха слід приймати:

— для тунелів – 0,3 м;

— для каналів дозволяється позначку верхньої частину перекриття каналу приймати на рівні позначки чистої підлоги.

Виходи з конвеєрних, комунікаційних (окрім кабельних) тунелів повинні передбачатись не рідше ніж через 100 м, але не менше двох, окрім випадків, які передбачені документами з будівельного проєктування підприємств окремих галузей промисловості. У кабельних тунелях відстань між евакуаційними виходами може бути збільшена: до **120 м** для кабелів, наповнених мастилом; до **150 м** для інших типів кабелів.

Виходи з міжцехових кабельних тунелів слід передбачати через сходові клітки (які ведуть також на верхні поверхи будівель) або через окремі сходи, які ведуть на перший поверх. Сходи і сходові клітки повинні мати вихід безпосередньо назовні або в приміщення першого поверху (з урахуванням пункту 6.3.10). Для використання загальної сходової клітки (яка веде також на верхні поверхи) для виходу з кабельних тунелів слід улаштовувати у сходовій клітці відокремлений вихід назовні, відокремлений від решти сходової клітки суцільною протипожежною перегородкою з класом вогнестійкості EI60 на висоту одного поверху. Якщо для виходу призначено окремі сходи, які ведуть на перший поверх будівлі, вони повинні бути огороджені протипожежними перегородками 1-го типу за ДБН В.1.1-7, при цьому на виході з тунелю на сходи слід передбачати протипожежний тамбур-шлюз 1-го типу, якщо на рівні першого поверху влаштовується відкритий отвір. Площадки сходів, через які здійснюється вихід із кабельних тунелів, можливо використовувати також для організації виходу із інших приміщень.

Виходи з міжцехових кабельних тунелів слід виконувати з наземною частиною, яка суміщена з вентиляційними камерами. Для цих виходів слід проєктувати вертикальні драбини, двері з наземної частини повинні відчинятись назовні. Камера виходу повинна бути відділена

від основної частини тунелю (протипожежної секції) протипожежною перегородкою 1-го типу за ДБН В.1.1-7.

Примітка 1. Виходами комунікаційних тунелів можуть слугувати люки з розмірами не менше ніж 0,6 м × 0,8 м, оснащені запірними пристроями, які легко відкриваються із середини, стаціонарними сходами або скобами.

6.3.10 Виходи з конвеєрних, комунікаційних і кабельних тунелів повинні бути передбачені назовні (на територію підприємства, населеного пункту тощо) або в приміщення категорій Г і Д. У приміщення категорії В допускається виконання зазначених виходів за умови влаштування протипожежних дверей, люків.

Двері на виході з кабельних тунелів повинні відчинятися в напрямку евакуації та бути обладнані самозамикальними пристроями.

Якщо виходи ведуть у приміщення, двері повинні бути протипожежними 2-го типу згідно з ДБН В.1.1-7.

Двері кабельних тунелів, розташованих усередині будівель, повинні відчинятися без ключа з обох боків, якщо вони ведуть до електротехнічних або кабельних приміщень; відчинятися без ключа лише з боку тунелю, якщо вони ведуть до суміжного виробничого приміщення.

6.3.11 Виходи з тунелів під штабелями, призначені для транспортування негорючих матеріалів і руди, слід передбачати не рідше ніж через 100 м, однак не менше двох, які розташовані у торцях складу. Для влаштування проміжних виходів слід передбачати поперечні тунелі з переходами під повздовжніми конвеєрами або над ними і виходами за межі складу.

6.3.12 Відстань від тупикового кінця тунелю (охоплюючи кабельні) до найближчого виходу слід приймати не більше ніж 25 м.

У тунелях завдовжки до 50 м допускається передбачати один вихід за умови забезпечення довжини від тупикового кінця тунелю до виходу не більше ніж 25 м.

6.3.13 Люки кабельних тунелів не слід розташовувати на проїжджій частині, а також ближче ніж за **2 м** від будівель, споруд, інших люків, колодязів та залізничних колій

6.3.14 На прямолінійних ділянках комунікаційних тунелів, призначених для прокладання трубопроводів, не рідше ніж через 300 м слід передбачати монтажні прорізи завдовжки не менше ніж 4 м і завширшки не менше діаметру труби, що прокладається, плюс 0,1 м, однак не менше ніж 0,7 м.

Монтажні прорізи необхідно перекривати збірними залізобетонними плитами.

6.3.15 У каналах, під зовнішніми або протипожежними стінами і перегородками, що розділяють приміщення категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою А, Б і В, необхідно влаштовувати суцільні протипожежні стіни 3-го типу, виконані з матеріалів класу А1 (негорючі матеріали).

У каналах, призначених для прокладання трубопроводів з легкозаймистими і горючими рідинами або горючими газами, під стінами, які поділяють суміжні приміщення, слід виконувати засипку піском на всю висоту каналу на довжині не менше ніж 1 м зверху в кожен бік від осі стіни. Через кожні 80 м по довжині каналу необхідно влаштовувати відсипки з піску (перемички) завдовжки не менше ніж 2 м.

Примітка. У підпільних каналах-повітроводах не допускається замінювати стіни 3-го типу вогнезатримувальними клапанами.

6.3.16 У тунелях (крім пішохідних і кабельних) допускається прокладання мастилопроводів (наприклад, у прокатних цехах заводів чорної металургії) за умови розподілу тунелів на протипожежні секції завдовжки не більше ніж 150 м. Перегородки між протипожежними секціями повинні бути протипожежними 1-го типу згідно з ДБН В.1.1-7.

6.3.17 Кабельні тунелі і канали необхідно виконувати з матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) з класом вогнестійкості не нижче EI 45.

Кабельні тунелі і канали треба розділяти на протипожежні секції протипожежними перегородками 1-го типу за ДБН В.1.1-7.

При цьому місця проходу кабелів крізь протипожежні перешкоди повинні бути ущільнені системами вогнезахисту з дотриманням вимог ДБН В.1.1-7. Кабелі, що прокладають у кабельних тунелях і на кабельних поверхах, повинні мати клас стійкості до поширення полум'я і відповідати вимогам ДСТУ 4809, зокрема класу стійких згідно з 4.1 або стійких категорії A F/R згідно з 4. Стійкість кабелів до поширення полум’я визначається відповідним маркуванням або їх спеціалізованою обробкою вогнезахисними засобами.

Довжина протипожежної секції тунелю не повинна перевищувати **150 м** для звичайних кабелів; **120 м** для кабелів, наповнених мастилом.

Двері між протипожежними секціями повинні бути протипожежними 2-го типу за ДБН В.1.1-7 і відчинятися у напрямку найближчого виходу.

6.3.18 Канали слід проєктувати зі знімними перекриттями (плитами, лотками тощо), які виготовлені з матеріалів класу А1 (негорючі матеріали).

Допускається у приміщеннях з паркетними підлогами (наприклад, у приміщеннях щитів керування) влаштовувати перекриття кабельних каналів з дерев'яних щитів з паркетом, захищених знизу матеріалами не нижче класу A2-s3, d2 (групи горючості Г1) з покриттям по ньому тонколистової сталі або з матеріалів класу А1 (негорючі матеріали). Ці конструкції повинні мати клас вогнестійкості не менше EI 30.

Перекриття повинні мати пристрої для підіймання. Вага окремого елемента перекриття, який підіймають вручну, не повинна перевищувати 0,5 кН. У виробничих і електротехнічних приміщеннях у разі розташування каналів у зоні дії цехового підіймально-транспортного обладнання (крани мостові та підвісні, талі тощо), а також зовні будівель в зоні дії пересувного підіймально-транспортного обладнання, вага елемента перекриття не нормується.

6.3.19 Тунелі і канали повинні бути захищені від проникнення до них підземних і поверхневих вод згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-23.

6.3.20 Перехід з однієї позначки кабельного тунелю на іншу слід здійснювати за допомоги пандусу з ухилом не більше ніж 15 градусів або сходів з ухилом не більше 1:1. Указаний перехід повинен бути тільки в межах одного протипожежного відсіку (секції); влаштування сходів або ухилів безпосередньо біля розподільних перегородок забороняється. Відстань від сходів або похилої ділянки підлоги до розподільної перегородки повинна бути не менше ніж 1,5 м.

6.3.21 Тунелі будь-якого призначення слід вентилювати основними вентиляційними установками постійної дії, обладнані реверсним улаштуванням і розміщені на поверхні у зонах, не забруднених пилом, димом і газами.

6.3.22 Кабельні тунелі повинні бути забезпечені незалежною вентиляцією кожного протипожежного відсіку (секції), яка автоматично вимикається від сигналу системи пожежної сигналізації.

6.3.23 Розрахунок конструкцій тунелів та каналів допускається виконувати згідно з додатком А.

6.4 Занурені колодязі

6.4.2 Норм цього підрозділу слід дотримуватись під час проєктування занурених колодязів, які за призначенням поділяють на два типи: для влаштування фундаментів наземних будівель і споруд або заглиблених споруд для розміщення різноманітного технологічного обладнання в приміщеннях (водозабірних і каналізаційних насосних станцій; дробильних камер гірничо-збагачувальних, металургійних і калійних заводів; скіпових ям доменних печей; складів і сховищ різного призначення та інших заглиблених об'єктів).

6.4.3 Занурені колодязі, зазвичай, повинні мати круглу форму або форму багатокутника, вписаного в коло.

6.4.4 У разі примикання зануреного колодязя до інших споруд слід враховувати різницю в їхніх осіданнях.

6.4.5 Занурені колодязі слід проєктувати тонкостінними з використанням тиксотропної сорочки, за винятком будівництва на скельних ґрунтах, зсувонебезпечних ділянках, а також на майданчиках із карстовими проявами або порожнинами. Збірні залізобетонні стіни колодязів слід проєктувати з площинних панелей або великогабаритних пустотних блоків з важкого бетону класу не нижче С20/25. Бетон класу або розчину для поєднання збірних конструкцій слід приймати не нижче бетону класу цих елементів.

Монолітні залізобетонні стіни занурених колодязів слід проєктувати з важкого бетону класу не нижче С20/25.

Застосування бетону класу міцності С12/15 або С16/20 для стін занурених колодязів потребує обґрунтування з позицій довготривалої експлуатації за морозостійкістю, водопроникністю й антикорозійним захистом.

6.4.6 Залізобетонні днища занурених колодязів повинні бути монолітними з важкого бетону класу не нижче С20/25. Застосування бетону класу міцності С12/15 або С16/20 для днища занурених колодязів потребує обґрунтування з позицій довготривалої експлуатації за морозостійкістю, водопроникністю й антикорозійним захистом.

6.4.7 Бетон колодязів, занурених у вологі ґрунти, повинен мати проєктну марку за водопроникненням не нижче W4; марку за морозостійкістю і середню густину бетону слід приймати згідно з ДБН В.2.6-98.

6.4.8 Конструкцію гідроізоляції зануреного колодязя слід приймати залежно від значень гідростатичного напору ґрунтових вод на рівні підлоги найбільш заглибленого приміщення і вимог до внутрішніх приміщень колодязя згідно з ДСТУ Б В.2.6-145 та відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-38. Гідроізоляцію стін слід приймати на 0,5 м вище максимального рівня прогнозованих ґрунтових вод.

6.4.9 Гідроізоляція занурених колодязів із листової сталі, що виконується зсередини, може застосовуватися лише у виняткових випадках за наявності відповідного обґрунтування. Розрахунок цієї гідроізоляції повинен виконуватись на повний гідростатичний тиск.

6.4.10 Занурені колодязі можна виконувати сталевими з відповідним протикорозійним захистом.

6.4.11 Розрахунок занурених колодязів виконують згідно з додатком Б.

7 ЄМНІСНІ СПОРУДИ ДЛЯ РІДИН ТА ГАЗІВ

7.1 Резервуари для нафти і нафтопродуктів

7.1.2 Норм цього підрозділу слід дотримуватись у разі проєктування сталевих і залізобетонних резервуарів для нафти і нафтопродуктів.

Примітка. Ці норми не поширюються на проєктування резервуарів для:

— нафтопродуктів з пружністю парів вище 93,3 кПа за температури 20 °С;

— нафти і нафтопродуктів, що зберігаються під внутрішнім робочим тиском вище атмосферного на 70 кПа;

— нафти і нафтопродуктів, які розміщують у скельних виробках і в резервуарах казематного типу;

— технологічних установок.

7.1.3 Проєктування наземних і підземних резервуарів слід виконувати з урахуванням вимог пожежної безпеки, безпеки експлуатації, протикорозійного захисту й охорони навколишнього середовища відповідно до ДСТУ 4454, ДБН В.1.2-8, ДБН В.1.2-9 та ВБН В.2.2-58.1.

7.1.4 Під час розроблення проєктів резервуарів слід передбачати заходи зі скорочення втрат нафти і нафтопродуктів від випаровування та витікання. Конкретний засіб скорочення втрат вибирають залежно від умов експлуатації згідно з ВБН В.2.2-58.1.

7.1.5 Під час проєктування слід вибирати резервуари таких типів:

— для наземного зберігання – сталеві і залізобетонні вертикальні циліндричні з плавальною

покрівлею і зі стаціонарною покрівлею (з понтонами та без понтонів); вертикальні циліндричні сталеві резервуари із додатковою захисною стінкою; горизонтальні циліндричні (сталеві);

— для підземного зберігання – залізобетонні (циліндричні і прямокутні); траншейного типу; сталеві горизонтальні циліндричні.

Використання сталевих резервуарів із додатковою захисною стінкою обґрунтовується з позицій екологічної безпеки та можливості зменшення відстані до поряд розташованих резервуарів.

Максимальні корисні об'єми і площі дзеркала підземних резервуарів слід приймати згідно з ВБН В.2.2-58.1.

Примітка 1. Корисний об'єм резервуарів визначається множенням площі горизонтального перерізу резервуара на висоту від днища до рівня максимального заповнення для резервуарів зі стаціонарною покрівлею і до максимального підйому низу плавальних конструкцій для резервуара з плавучою покрівлею або понтоном.

Примітка 2. Геометричний об'єм резервуарів слід визначати множенням горизонтального перерізу резервуара на висоту стінки.

Примітка 3. У разі вибору засобів гасіння і визначення місткості груп резервуарів слід приймати геометричний об'єм резервуарів.

7.1.6 Резервуари слід обладнувати системами протипожежного захисту та охолодження відповідно до ВБН В.2.2-58.1, ВБН В.2.2-58.2 та ДБН В.2.5-56.

У резервуарах слід передбачати установки пожежогасіння та охолодження відповідно до ВБН В.2.2-58.2.

На резервуарах місткістю від 1 000 м^3 до 3 000 м^3 слід встановлювати генератори піни з сухими стояками, які не доходять до поверхні ґрунту на (1–1,05) м. Кількість генераторів піни визначається розрахунком, однак їх повинно бути не менше двох.

7.1.7 Резервуари залежно від типу продукту, що зберігається, повинні бути оснащені пристроями, які забезпечують дотримання допустимого тиску всередині резервуарів, що передбачений проєктом згідно з нормами технологічного проєктування та конструктивним рішенням резервуара.

7.1.8 Конструкції резервуарів повинні передбачати можливість їхнього очищання від залишків продукту, який зберігається, провітрювання і дегазації під час ремонту і фарбування.

Під час проєктування резервуарів слід унеможливлювати заклинення плавучих покрівель і понтонів на напрямних і стінці резервуара у разі дії епізодичних навантажень та впливів (нерівномірне снігове навантаження, локальне примерзання затворів до стінки, сейсмічні навантаження і нерівномірний опір руху покрівлі (понтона) по поверхні.

7.1.9 Для обслуговування устаткування (апаратури для дихання, приладів і інших пристроїв) усі резервуари повинні мати стаціонарні сходи, площадки і переходи завширшки не менше ніж 0,7 м. Огорожу площадок слід приймати згідно з 5.21 типу ПЗ заввишки не менше ніж 1,2 м.

7.1.10 Резервуари повинні мати технологічні, світлові, монтажні люки, а також люки-лази. У стінах резервуарів з понтонами або плавучими покрівлями слід улаштовувати люки-лази (найменший розмір діаметра патрубка 600 мм), який забезпечує доступ персоналу на плаваючі конструкції за нижнього їхнього положення. Кількість люків-лазів і їхній тип встановлюється у проєкті.

7.1.11 Резервуари з плавучою покрівлею слід застосовувати для будівництва у районах із граничним розрахунковим значенням снігового навантаження не більше ніж 2,3 кПа.

7.1.12 Відстань від верха стінки резервуара з плавучою покрівлею або опорного кільця у резервуарі з понтоном до максимального рівня рідини слід приймати не менше ніж 0,6 м.

У резервуарах зі стаціонарною покрівлею мінімальна відстань від низу урізки камер піни до

максимального рівня рідини слід визначати з урахуванням температурного розширення продукту і приймати не менше ніж 0,1 м.

7.1.13 Плавучість металевих плавучих покрівель і понтонів необхідно забезпечувати наявністю відкритих або закритих відсіків, які повинні бути доступні для контролю і обслуговування.

Плавучість неметалевих понтонів або екранів слід забезпечувати формою понтонів і середньою густиною матеріалу, з якого вони виготовлені.

Розрахунок плавучої покрівлі і понтонів на плавучість слід виконувати виходячи з умови істинної густини продукту 7 кН/м^3 і враховувати навантаження від конденсату у розмірі 0,3 кПа.

7.1.14 Плавучі покрівлі повинні мати обладнання для видалення дощових та талих вод за межі резервуарів.

7.1.15 У резервуарах з плавучими покрівлями або понтонами слід передбачати ущільнювачі (затвори) між стінкою резервуара і краєм плавучої покрівлі або понтоном, що забезпечує зменшення витрат рідини або газу від 70 до 99 % порівняно з відкритою площею зазору, який не захищено яким-небудь затвором.

7.1.16 На плавучих покрівлях резервуарів геометричною місткістю 5 000 м^3 і більше слід передбачати встановлення для утримання піни сталевого кільцевого бар'єру заввишки не менше ніж 1 м. Кільцевий бар'єр слід встановлювати на відстані не менше ніж 2 м від стінки резервуара і у нижній його частині забезпечувати щільне примикання до поверхні плавучої покрівлі.

Для стікання із кільцевого простору, який утворено бар'єром і стінкою резервуара, дощових та талих вод, а також розчину піноутворювача після пожежі, у нижній частині бар'єра слід передбачити дренажні отвори діаметром 30 мм, які розташовані на відстані (1–1,05) м один від одного по периметру.

7.1.17 Опорні сталеві стояки плавучих покрівель і понтонів слід проєктувати з можливістю зміни їхньої висоти під плавучими конструкціями під час експлуатації резервуара.

Висоту опорних стояків слід призначати дотримуючись таких умов:

— мінімальна відстань від днища резервуара до плавучої покрівлі або понтона під час експлуатації повинна забезпечувати зазор не менше ніж 100 мм між обладнанням, яке встановлене всередині резервуара, або приймальним патрубком приймально-розподільного трубопроводу і днищем коробу плавучої покрівлі, або скребком затвора;

— відстань від днища резервуара до плавучої покрівлі або понтона біля стінки резервуара під час ремонту повинна бути не менше ніж 2 м.

Неметалеві понтони слід проєктувати з матеріалів класу А1 (негорючі матеріали), які проводять струм, або застосовувати пристрої, що забезпечують зняття статичної електрики.

7.1.18 Плавучі покрівлі і понтони повинні мати пристрої для видалення пароповітряної суміші і регулювання тиску під ними на плаву і в разі нижнього фіксованого їхнього положення, а також пристрої для відведення статичної електрики.

7.1.19 Резервуари зі стаціонарними покрівлями слід проєктувати:

— для нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів 26,6 кПа і нижче;

— для легкозаймистих нафтопродуктів із температурою спалаху парів 28 °С і нижче, з розрахунковим тиском у газовому просторі на 70 кПа вище атмосферного і нижче атмосферного за технічним завданням на проєктування;

— для нафтопродуктів, що підігріваються, з температурою зберігання від 20 °С до 90 °С включно з теплоізоляцією із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) за відповідного обґрунтування;

— для нафтопродуктів, що підігріваються, з температурою зберігання від 60 °С до 90 °С включно з обов'язковою теплоізоляцією із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) і пристроями для обігріву;

— для нафтопродуктів з температурою зберігання понад 90 °С, за умов відсутності вологи, з урахуванням додаткових вимог за пожежною безпекою (подачу під покрівлю інертних

газів) і влаштуванням теплоізоляції із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) і зовнішніх систем підігріву.

7.1.20 Під час розрахунку резервуарів зі стаціонарними покриттями тиск у газовому просторі слід приймати:

— у разі вогневих запобіжників і вентиляційних патрубків на 0,2 кПа вище і нижче атмосферного;

— у разі вогневих запобіжників і запобіжних клапанів – на 2,5 кПа або більше за завданням на проєктування і на тиск 0,5 кПа нижче атмосферного.

7.1.21 Горизонтальні циліндричні резервуари із сталі слід проєктувати для нафтопродуктів із тиском вище атмосферного у газовому просторі резервуара, який дорівнює:

— із плоскими торцевими елементами – до 40 кПа;

— із конічними (або сферичними, елептичними) торцевими елементами – до 70 кПа.

Резервуари також слід розраховувати на тиск нижче атмосферного, що становить до 10 % від максимального розрахункового тиску, зазначеного в цьому пункті.

Підземні сталеві резервуари траншейного типу дозволяється проєктувати тільки для світлих нафтопродуктів.

7.1.22 Граничні деформації основи резервуара, які відповідають вимогам норм за експлуатаційної придатності (друга група граничних станів за технологічними вимогами), слід встановлювати згідно з правилами технологічної експлуатації обладнання або завданням на проєктування. При цьому максимальне абсолютне осідання не повинно перевищувати 0,2 м, а відносне осідання основи під днищем, яке дорівнює відношенню різниці осідань двох суміжних точок до відстані між ними, не повинно перевищувати 0,005.

У циліндричних вертикальних резервуарах різниця осідань під центральною частиною днища і під стінкою не повинно перевищувати 0,003*R* (*R* – радіус резервуара) і не повинно перевищувати 0,1 м. Крен резервуара (відношення горизонтального зміщення його верхньої осьової теоретичної точки покрівлі в робочому стані до висоти між цією точкою і проєктною позначкою верха центра днища резервуара) не повинен перевищувати 0,002 – для резервуарів з понтоном або плавучою покрівлею і 0,004 – для резервуарів без понтона або плавучої покрівлі.

7.1.23 Позначка низу днища наземних резервуарів під час проєктування приймається, зазвичай, на 0,5 м вище рівня планувальної позначки ґрунту біля резервуара на генплані.

7.1.24 Вздовж зовнішнього периметра резервуара слід проєктувати вимощення, рівень якого не повинен бути вище крайки днища.

7.1.25 Висота стінки вертикальних резервуарів, незалежно від типу матеріалів (сталевих, залізобетонних), що використовують для будівництва за відповідного техніко-економічного обґрунтування, може бути прийнята більше ніж 18 м.

7.2 Сталеві резервуари

7.2.2 Основні розміри вертикальних і горизонтальних циліндричних резервуарів (діаметр, висота, довжина) слід визначати з урахуванням мінімальних питомих витрат сталі, промислових методів виготовлення і монтажу відповідно до ДСТУ Б В.2.6-183 (для вертикальних резервуарів).

Проєктувати сталеві конструкції вертикальних резервуарів, їхніх основ та фундаментів слід згідно з ДСТУ Б В.2.6-183.

У разі встановлення резервуарів на палях простір між днищем резервуарів і рівнем ґрунту слід заповнювати ґрунтом.

Резервуари заввишки 12 м і більше (враховуючи висоту підсипки під днищем) необхідно обладнати стаціонарними кільцями водяного зрошення, які розміщують під кільцями жорсткості, якщо у кільцях жорсткості є отвори для стікання води, то кільце зрошення розміщують тільки під верхнім кільцем жорсткості.

7.2.3 Конструкції резервуарів слід розраховувати згідно з ДБН В.2.6-198. Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5) та

ДСТУ Б В.2.6-183.

Вертикальні циліндричні резервуари зі стаціонарними металевими покриттями, відповідно вихідних даних, які надає замовник залежно від типу продукту, що зберігається, і умов його зберігання, проєктуються з покрівельним настилом, що легко відкидається під час вибуху.

7.2.4 За розрахунку вертикальних циліндричних сталевих резервуарів необхідно враховувати зусилля, які виникають у цих конструкціях при взаємодії з основою.

7.2.5 Значення коефіцієнта умов роботи γ_c слід приймати згідно з таблицею 6.

Таблиця 6 – Значення коефіцієнтів умов роботи γ_c для стінок резервуарів

Елементи	γ_c	
Стінки вертикальних циліндричних резервуарів:	під час розрахунку на міцність	під час розрахунку на стійкість
— нижня зона поясів до верха врізок	0,7	1,0
— решта поясів	0,8	1,0
— з'єднання стінки резервуара з днищем	1,2	1,0
Сферичні та конічні покриття розпірної конструкції під час розрахунку:		
— без урахування згинальних моментів	0,9	
— з урахуванням згинальних моментів	1,0	

Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f приймають відповідно до ДБН В.1.2-2 з урахуванням додаткових коефіцієнтів γ_f, які наведено в таблиці 7.

Таблиця 7 – Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f для стінок резервуарів

Характеристика навантаження	γ_f
Тиск вище або нижче атмосферного	1,2
Вітрове навантаження на вертикальні стіни циліндричних резервуарів під час розрахунку на стійкість	0,5
Снігове навантаження на сферичні покриття резвуарів	0,7
Примітка. Вітрове навантаження умовно приймається рівномірно розподіленим по колу. Аеродинамічний коефіцієнт слід визначати згідно з ДБН В.1.2-2.	

7.2.6 У складі проєкту сталевого резервуара слід зазначити, що перед герметизацією необхідно встановити клапани, які унеможливлюють збільшення навантаження на днище, покриття і стінки від впливу перепаду тиску і температури повітря всередині і ззовні резервуара.

7.2.7 Горизонтальні резервуари необхідно проєктувати зі спиранням на окремі опори або суцільні штучні основи.

7.2.8 Під підземними горизонтальними циліндричними сталевими резервуарами та резервуарами траншейного типу слід передбачати лоток з нахилом у напрямку колодязя для можливості виявлення витоків нафтопродуктів у разі порушення герметичності резервуара.

7.2.9 Підземні сталеві резервуари повинні мати на покрівлі люки-лази, які виступають над рівнем ґрунту не менше ніж на 0,2 м.

7.2.10 Під час проєктування підземних горизонтальних сталевих циліндричних резервуарів і резервуарів траншейного типу слід передбачати стаціонарні сходи (драбини). Сходи необхідно кріпити до патрубка люка-лаза. Між низом сходів (драбин) і днищем резервуара повинен бути передбачений зазор не менше ніж 0,5 м.

7.2.11 Основи під надземні вертикальні резервуари місткістю 5 000 м^3 і менше слід виконувати із застосуванням піщаних подушок з влаштуванням гідроізоляційного шару, а фундаменти під резервуари місткістю 10 000 м^3 і більше – залізобетонними у вигляді кільця, суцільної плити або фундаментів із паль з ростверком.

Резервуари, призначені для етильованих бензинів, під днищем повинні мати суцільну бетонну або залізобетонну плиту з ухилом від центра до периметра.

7.3 Залізобетонні резервуари

7.3.2 Вимоги цього підрозділу поширюються на проєктування підземних залізобетонних резервуарів для нафти і темних нафтопродуктів.

7.3.3 Основні координаційні розміри та їхні поєднання в первинних об'ємно-планувальних елементах споруди рекомендується приймати згідно з ДСТУ Б В.2.2-29.

7.3.4 У циліндричних резервуарах днища, стіни і покриття слід проєктувати попередньо напруженими у двох напрямках, а вертикальні шви між збірними елементами стін допускається приймати стиснутими в одному напрямку (перпендикулярно довжині шва) за умови попереднього напруження панелей у вертикальному напрямку. У резервуарах для зберігання мазуту допускається застосовувати нестиснуті стіни.

7.3.5 Позначка закладення днища резервуара повинна бути на 1 м вище максимального рівня ґрунтових вод під час будівництва та експлуатації з можливим відхилом до плюс 0,02 м.

Допускається розташування підошви фундаменту резервуара нижче рівня ґрунтових вод. При цьому слід виконати розрахунок резервуара на спливання і перевірку міцності, тріщиностійкості днища і стін від тиску ґрунтових вод за порожнього та підсипаного ґрунтом резервуарі.

7.3.6 Для захисту довкілля під днищем резервуара слід передбачити дренажну систему з контрольними свердловинами для контролю за можливими витоками продукту.

Якщо на ділянці є ґрунтові води, для їх відведення слід запроєктувати незалежну дренажну систему.

7.3.7 На поверхні ґрунту необхідно передбачити вимощення, яке унеможливлює затікання верхніх вод між засипом і стіною резервуара.

7.3.8 Збірні і монолітні конструкції залізобетонних резервуарів слід проєктувати з використанням бетону класу за міцністю на стискання не менше ніж С20/25. Дозволяється застосовувати бетон вищих класів, якщо це економічно обґрунтовано.

У проєкті повинні бути вказані вимоги до складу бетону згідно з 7.3.10 і 7.3.11.

7.3.9 Залізобетонні конструкції покрівель резервуарів, що заливаються водою, повинні мати марку бетону за морозостійкістю не нижче F300 і за водонепроникністю не нижче W8. Решту залізобетонних конструкцій резервуара за морозостійкістю слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-98, а водонепроникність повинна відповідати марці не нижче W6.

7.3.10 Вузли і стики повинні бути заповнені бетоном або розчином, проєктні класи міцності на стиск яких, марки морозостійкості і водонепроникності в момент попереднього напруження конструкції повинні бути не нижче класів і марок основних конструкцій.

7.3.11 Під час проєктування резервуарів для нафти і темних нафтопродуктів їхній захист від корозії слід передбачати згідно з ДСТУ Б В.2.6-145 з використанням сульфатостійкого цементу відповідно до ДСТУ Б В.2.7-85.

7.3.12 Конструкції резервуарів слід розраховувати на навантаження і впливи, що виникають під час їх зведення й експлуатації:

— навантаження від води під час випробування незасипаного резервуара;

— навантаження від ґрунту (для заглибленого резервуара) у засипаному і порожньому резервуарі з урахуванням вакууму;

— перепади температур і усадка бетону в період будівництва.

Експлуатаційні навантаження і зміни температур продукту, який зберігається, і зовнішнього середовища повинні бути передбачені у завданні на проєктування.

7.3.13 Під час проєктування резервуарів слід враховувати:

— згинальні моменти, що виникають через нерівномірний розподіл температур по товщині стінок у разі наповнення гарячими нафтопродуктами або в разі зниження температури зовнішнього повітря до розрахункової зимової температури;

— температурні зусилля, що виникають у разі зміни середньої температури стіни резервуарів у поздовжньому напрямку.

7.3.14 У конструкціях резервуарів допускаються (у разі врахування найбільш невигідного сполучення експлуатаційних навантажень, зокрема температурний вплив) за позацентрового стиску наскрізні тріщини завширшки не більше ніж 0,1 мм. При цьому в огороджувальних конструкціях (стінах, днищі і покритті) напруження стиску у крайньому стиснутому перерізі повинно бути не менше ніж 0,05 f_{ck} .

7.3.15 Розрахункові й експлуатаційні опори бетону і сталі повинні прийматись відповідно до ДБН В.2.6-98.

У разі нагрівання конструкцій вище ніж 50 °С необхідно враховувати зміну розрахункових опорів бетону й арматури під час розрахунку за першою і другою групами граничних станів та початкового модуля пружності бетону відповідно до СНиП 2.03.04.

7.4 Газгольдери

7.4.2 Вимоги цього підрозділу слід враховувати під час проєктування сталевих газгольдерів, призначених для зберігання, змішування, усереднення концентрацій та вирівнювання тиску і розподілу газів.

7.4.3 Під час проєктування газгольдерів слід передбачати можливість поточного методу виготовлення і монтажу конструкцій, їхню доступність для оглядання, очищення, ремонту, відновлення протикорозійного захисту, фарбування, а також провітрювання і дегазації.

7.4.4 Газгольдери слід проєктувати двох типів:

— низького тиску – не вище 4 кПа;

— високого тиску – від 70 кПа.

7.4.5 Місткість газгольдерів слід приймати, м^3:

— вологих – до 50 000;

— сухих із гнучкою секцією – до 10 000;

— сферичних від 600 (для продуктів з тиском до 1800 кПа) до 2 000 (для негорючих продуктів з тиском до 1200 кПа, і до 4 000 (для легкозаймистих і горючих продуктів з тиском до 250 кПа);

— горизонтальних циліндричних – від 50 до 300;

— вертикальних циліндричних – від 50 до 200.

7.4.6 Під час проєктування газгольдерів слід приймати марки сталей і матеріали для зварних з'єднань відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

7.4.7 Опори газгольдерів високого тиску слід проєктувати:

— кульові-стійкові або суцільні (циліндричні, конічні тощо);

— горизонтальні циліндричні – сідлоподібні або стійкові;

— вертикальні циліндричні – суцільні або стійкові.

Клас вогнестійкості несних конструкцій під газгольдерами постійного об’єму повинен бути не менше R120.

7.4.8 Під час проєктування газгольдерів низького тиску (вологих і сухих) слід передбачати використання (виготовлення і монтаж) способу рулонування.

7.4.9 Висоту і діаметр сухих газгольдерів і ланок вологих газгольдерів, а також

оболонок горизонтальних і вертикальних циліндричних газгольдерів можна приймати кратними ширині і довжині прокатної листової сталі.

7.4.10 Листові конструкції газгольдерів низького тиску слід проєктувати зі сталі не більше трьох марок.

7.4.11 Під час проєктування оболонок сферичних газгольдерів слід:

— приймати форму пелюсток, яка забезпечує найменші відходи листової сталі;

— проєктувати оболонки зі сталі однієї марки;

— кількість пелюсток оболонки приймати парною;

— кількість стійок оболонки приймати парною;

— зварювальні з'єднання пелюсток приймати встик з обробленими крайками.

7.4.12 Під час розрахунку газгольдерів низького тиску слід застосовувати коефіцієнти за умовами роботи відповідно до ДБН В.2.6-198, а також коефіцієнти надійності за навантаженням згідно з ДБН В.1.2-2.

Додаткові коефіцієнти умов роботи γ_c слід приймати за таблицею 8, а додатковий коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f під час розрахунку на надлишковий тиск у газгольдерах високого тиску слід приймати таким, що дорівнює $\gamma_f = 1{,}2$.

Таблиця 8 – Додаткові коефіцієнти умов роботи γ_c для газгольдерів

Елементи	Коефіцієнт умов роботи γ_c
Оболонка кульового газгольдера під час розрахунку на міцність і стійкість:	
– без урахуванням згинальних моментів;	0,6
– з урахуванням згинальних моментів	0,9
Ділянки крайового ефекту	1,2
Зовнішні вертикальні напрямні вологих газгольдерів	0,9
Стиснуті основні елементи купола і стиснутий пояс жорсткості вологого газгольдера	0,9

7.4.13 Для обслуговування установленої арматури, люків, приладів та інших пристроїв газгольдери повинні бути обладнані стаціонарними сходами, площадками, переходами завширшки не менше ніж 0,7 м з огорожами заввишки не менше ніж 1,2 м.

Верхня частина газгольдерів, яка нагрівається сонячними променями, повинна бути пофарбована у такий колір, коефіцієнт відбиття якого не менше ніж 50 %. На газгольдерах дозволено розміщувати знаки, номери й інші позначення збережених матеріалів, а також логотип підприємства.

8 ЄМНІСНІ СПОРУДИ ДЛЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

8.1 Засіки

8.1.2 Норм цього підрозділу слід дотримуватися під час проєктування відкритих засіків для сипких матеріалів більшості промислових підприємств.

Зберігання та складування зернових і сільськогосподарської продукції приймають за ДБН В.2.2-8 та ДБН В.2.2-12.

8.1.3 Засіки допускається розташовувати у будівлях і на відкритих майданчиках заглибленими або надземними, зазвичай, зблокованими, багатосекційними.

8.1.4 Мінімальне заглиблення стін засіків від рівня підлоги або планувальної позначки ґрунту слід приймати 0,6 м, а підлоги – 0,3 м. Мінімальне перевищення верха стін засіків над рівнем підлоги або планувальної позначки ґрунту становить 1,2 м.

8.1.5 У засіках для зберігання металевої шихти стіни з внутрішньої сторони і зверху повинні бути захищені дерев'яним брусом. У монолітних засіках допускається влаштовувати захист сталевими листовими та стрижневими елементами. У засіках для сипких матеріалів захист слід передбачати тільки зверху стін.

8.1.6 Підлоги засіків належить виконувати з каменю грубого околу або ґрунтовими.

У разі заповнення і вивантаження матеріалів грейферними кранами слід передбачати буферний шар матеріалу, що зберігається всередині засіків, завтовшки не менше ніж 0,3 м.

8.1.7 Горизонтальний тиск матеріалу на стіни засіків допускається визначати як для стін підпірних. Характеристики матеріалів, які зберігають у засіках, слід приймати згідно з таблицею 9.

8.1.8 Стіни у засіках повинні бути розраховані також на горизонтальний тиск ґрунту з врахуванням тимчасового характеристичного значення навантаження на поверхні ґрунту інтенсивністю не менше ніж 20 кН/м^2 у разі порожнього засіку.

Таблиця 9 – Характеристики матеріалів, які зберігають у засіках

Матеріал	Характеристичне значення істинної густини, γ , кН/м^3	Значення кута внутрішнього тертя φ , град
Чушковий чавун	39,2	45°
Відливки	34,3	
Феросплави	39,2	
Метал переробний	34,3	
Сталева стружка	19.6	50°
Чавунний брухт	25	45°
Сталевий брухт	19.6	
Хромова руда	27	45°
Марганцева руда	19,6	
Залізна руда	24,5	
Шлак переробний	17,7	
Кварцит	19,6	
Шамот	17,7	
Дуніт	27,5	
Хроміт	30,4	
Шлак	11,8	40°
Пісок вологий	17,65	35°
Вапняк	16,7	
Глина	17,7	
Каолін сірий	13,8	
Вапно	7,9	
Магнезитовий порошок	18,7	33°
Пісок сухий	15,7	30°
Кокс и коксит	7,9	

8.1.9 Коефіцієнт надійності за навантаженням для визначення розрахункової ваги матеріалів, що заповнюють засіки, слід прийняти γ_f = 1,2.

Розрахунковий кут внутрішнього тертя визначається діленням значення характеристичного кута внутрішнього тертя на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f =1,1.

8.1.10 Для оглядання, ремонту, прибирання засіків вони повинні бути забезпечені переносними драбинами.

8.2 Бункери

8.2.2 Залежно від розташування випускного отвору бункери поділяють на симетричні, частково симетричні і несиметричні (рисунок 1).

Сталеві гнучкі бункери – це параболічна оболонка, закріплена до двох горизонтальних балок, які в опорних вузлах спираються на колони і поєднані розпірками, що розташовані перпендикулярно до повздовжньої осі оболонки. По торцях бункера встановлюють жорсткі вертикальні стінки. Спряження гнучкої стінки бункера з торцевими виконується рухомим.

8.2.3 Проєктування бункера повинно охоплювати два послідовних етапи:

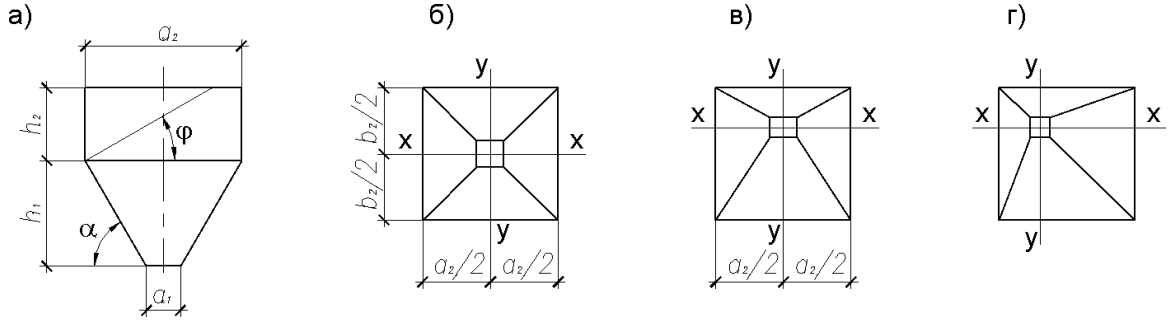
1) прийняття геометричних параметрів – форми бункера і його розвантажувального конуса, кутів нахилу стінок, розмірів випускного отвору, які розраховують на основі фізико-механічних характеристик сипкого матеріалу з урахуванням несприятливих змін, при цьому слід не допускати утворення склепіння із сипких матеріалів над випускними отворами і зависання їх на стінках;

2) розрахунок і проєктування конструкцій бункерів та захисту їх від ударів і стирання.

8.2.4 Визначення геометричних параметрів бункерів відрізняється для зв'язних (яким притаманні зчеплення, злежування) і незв'язних (яким не притаманні зчеплення, злежування) сипких матеріалів. До зв'язних належать, зазвичай, матеріали, які містять фракції менше ніж 2 мм з вологістю більше ніж 2 %, а до незв'язних – щебінь, галька та інші матеріали з фракціями 2 мм і більше, а також пісок фракцією до 2 мм і вологістю до 2 %.

8.2.5 Під час проєктування бункерів необхідно враховувати, що існує дві можливі форми витоку сипкого матеріалу: гідравлічна, за якої сипкий матеріал рухається по всьому об'єму бункера, і негідравлічна, за якої рухається тільки центральна частина над випускним отвором, а інша частина матеріалу нерухома.

Для зв'язних або самозаймистих сипких матеріалів слід проєктувати бункери з гідравлічною формою витоку, а для незв'язних, зазвичай, негідравлічною.



Умовні позначки:

а) – схема бункера;

б) – симетричний пірамідальний бункер;

в) – частково симетричний пірамідальний бункер;

г) – несиметричний пірамідальний бункер

Рисунок 1 – Різновид пірамідальних бункерів

8.2.6 Під час проєктування геометричних параметрів для бункерів з негідравлічним випуском для незв'язних матеріалів (форма пірамідальна, конічна, з плоским горизонтальним днищем, параболічна тощо) нормами визначається тільки один параметр – розмір випускного отвору, який залежить від розміру максимальних частинок сипкого матеріалу. Кут нахилу стінок розвантажувального конуса допускається приймати довільним, крім випадків, коли за умовами технології вимагається повне випорожнення бункера. У цьому разі кут нахилу стінок слід приймати за кутом природного укосу сипкого матеріалу з перевищенням останнього на 5–7 градусів.

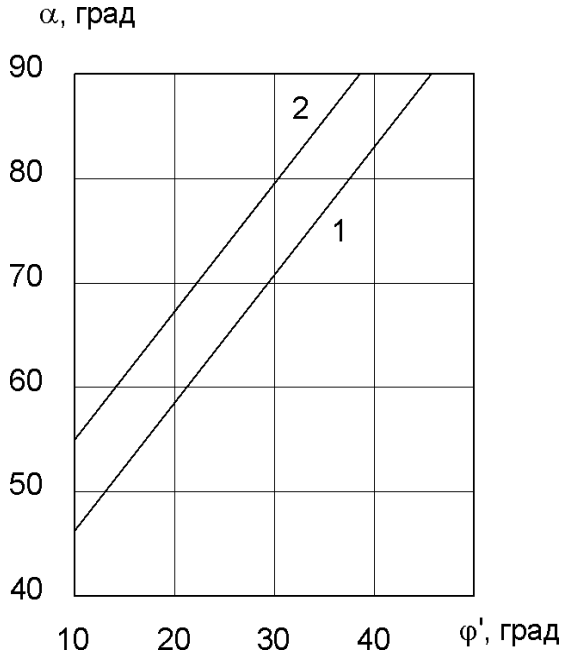
8.2.7 Бункери для зв'язних матеріалів гідравлічного витоку слід проєктувати конічної, пірамідальної або лоткової форми. Інші форми (параболічні, з плоским днищем), а також несиметричні бункери не допускаються.

Кут нахилу стінок і розміри випускного отвору таких бункерів слід розраховувати на основі фізико-механічних характеристик сипкого матеріалу: кута внутрішнього тертя (кут природного укосу не допускається), питомого зчеплення, кута зовнішнього тертя, ефективного кута тертя, функції витоку, які визначають з допомогою приладів, що вимірюють опір сипкого матеріалу на зсув.

Кут нахилу стінок допускається вибирати згідно з рисунком 2 залежно від кута зовнішнього тертя (кут тертя сипкого матеріалу по матеріалу стінки бункера – див. таблицю 10).

8.2.8 Під час проєктування бункерів для зв'язних сипких матеріалів об'ємно-планувальне рішення бункерного прогону будівель слід встановлювати після визначення геометричних параметрів бункерів. Прогони бункерів можуть мати уніфіковані сітки колон і висоти поверхів.

8.2.9 Тиск сипкого матеріалу на стінки бункера слід приймати як для стіни підпірної без врахування сил тертя між сипким матеріалом і стінками бункера.



Умовні познаки:

1– для бункерів з прямокутною формою випускного отвору (відношення сторін 3:1 і більше);

2 – для воронок конічної форми з круглим отвором або пірамідальної форми з квадратним отвором;

φ` – кут тертя насипного матеріалу по стінках бункера;

α – кут нахилу стінки до горизонталі

Рисунок 2 – Графіки для визначення кута нахилу стінок бункерів для зв'язних матеріалів

8.2.10 Конструкції бункера слід розраховувати на дію тимчасового навантаження від ваги сипкого матеріалу, який заповнює бункер, постійного навантаження від власної ваги конструкцій, ваги футурування, а також постійних і тимчасових навантажень надбункерного перекриття.

Напрямок тиску приймається перпендикулярно до поверхні стінки в заданій точці.

8.2.11 Стінки бункера можна розраховувати на зусилля розтягу в горизонтальному і скатному напрямках, згинальні моменти від локального вигину із площини стінок.

8.2.12 Під час розрахунку конструкцій бункерів істинну густину сипкого матеріалу слід приймати за технологічним завданням на проєктування.

Таблиця 10 – Коефіцієнт тертя *f* сипких матеріалів по матеріалу стінки бункера

Сипкі матеріали	Коефіцієнт тертя f	
	по бетону	по сталі
1	2	3
Апатитовий концентрат	0,6	0,35
Гіпс кусковий крупний з розмірами ребер більше ніж 0,1 м	0,45	0,3
Гіпс кусковий дрібний з розмірами ребер менше ніж 0,1 м	0,55	0,35
Глинозем	0,5	0,3
Вапно випалене дрібне з розмірами зерен до 0,1 м	0,55	0,35
Вапно випалене крупне з розмірами зерен понад 0,1 м	0,45	0,3
Кокс і коксит	0,84	0,47
Магнезитовий порошок з розмірами зерен до 0,01 м	0,53	0,35
Пісок сухий	0,7	0,5
Пісок вологий	0,65	0,4
Пісок, насичений водою	0,45	0,35
Вугілля антрацит	0,5	0,3
Вугілля дрібне	0,65	0,35
Фосфоритна мука	0,5	0,3
Цемент	0,58	0,3

Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань елементів бункерів слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

8.2.13 Внутрішні грані кутів бункерів для зв'язних матеріалів повинні бути запроєктовані з вутами або заокругленнями.

8.2.14 Бункери для пилуватих матеріалів повинні бути герметичними, а бункери, призначені для матеріалів, які утворюють пил (сухі шматкові матеріали порід малої щільності, наприклад, вапняк), – оснащують аспіраційними установками.

8.2.15 Внутрішні поверхні бункерів слід розділяти на ділянки, які можуть зношуватись (I і II зони) і які не зношуються (III зона).

I зона – це ділянка, що піддається ударній дії потоку сипкого матеріалу під час завантаження бункера та інтенсивному стиранню при його вивантаженні. Ця зона повинна бути захищена, зазвичай, із застосуванням принципу самозахисту або зносостійкого захисту на пружній

основі чи гумою.

II зона – це ділянка, яку стирає сипкий матеріал під час вивантаження бункера. Ця зона повинна бути захищена литим каменем, шлакоситалом, полімерними матеріалами, гумою та іншими матеріалами, а за температури сипкого матеріалу понад 50 °С – шлакокам'яним і кам'яним литтям з термостійких сполук.

III зона – це ділянка, яка не потребує захисту.

8.2.16 У разі наповнення бункера твердими великими шматками або абразивними матеріалами, що сприяють швидкому зносу поверхні конструкцій, необхідно забезпечити спеціальне захисне облицювання, для цього найчастіше використовують сталеві листи, плити, грати із стрічкової сталі тощо.

Для захисту внутрішніх поверхонь бункерів від одночасного впливу стирання, високих температур і хімічної агресії, необхідно використовувати захисні плити із шлакокам'яного лиття, зносостійкого і термостійкого бетону (з наповненням швів розчином кислотостійких і жароміцних сполук), а також, в окремих випадках, листами з відповідних видів сталей (термостійких тощо).

8.2.17 Металеві конструкції бункерів в агресивному і газовому середовищі повинні бути захищені від корозії відповідно до ДСТУ ISO 12944-2, ДСТУ ISO 12944-3.

8.2.18 Під час проєктування бункерів для вологих сипких матеріалів у неопалюваних приміщеннях слід забезпечувати ефективне нагрівання стінок бункера для запобігання замерзанню матеріалу.

8.2.19 Утеплення стінок бункерів для пилуватого матеріалу має виконуватися з зовнішнього боку для запобігання утворенню конденсату. При цьому, згідно з нормативними вимогами, слід використовувати матеріали класу А1 (негорючі).

8.2.20 Під час проєктування бункерів для зв'язних матеріалів, що перебувають у нагрітому або замерзлому стані, необхідно передбачати теплоізоляцію їхніх стін. Вона повинна відповідати теплотехнічному розрахунку та запобігати конденсації водяної пари (для нагрітого матеріалу) і примерзанню до стін (для змерзлого).

8.2.21 Бункери повинні мати перекриття з негорючих матеріалів класу **А1**, обладнане прорізами для завантаження. Дозволяється не влаштовувати перекриття, якщо завантаження бункера здійснюється транспортом періодичної дії (вагони, автомобілі, грейфери). При цьому обов'язковою умовою є встановлення суцільної огорожі висотою не менше 1 м по периметру, крім зони завантаження.

8.2.22 Необхідність влаштування сталевих ґраток для перекриття технологічних прорізів і розмір клітин ґраток визначається технологічним завданням.

8.2.23 У бункерах, призначених для гарячих сипких матеріалів, слід передбачати термоізоляцію із негорючих матеріалів.

8.2.24 Бункери повинні бути оснащені пристроями для механічного очищання стінок і видалення налиплого сипкого матеріалу для уникнення потреби спуску в них людей.

8.3 Силоси і силосні корпуси для зберігання сипких матеріалів

8.3.1 Форма, розміри, розташування та кількість силосів визначають згідно з вимогами технологічної частини проєкту, а також із врахуванням систем протипожежного захисту відповідно до ДБН В.2.5-56, ДСТУ Б В.1.1-36 та [4]. Силоси для зберігання та переробки зерна слід проєктувати відповідно до ДБН В.2.2-8.

8.3.2 Форму, розміри і розміщення силосів у плані слід приймати згідно з вимогами технології виробництва, уніфікації, ґрунтовими умовами і температурним режимом з урахуванням архітектурно- композиційних вимог.

Допускається блокування силосних корпусів з обслуговувальними будівлями I і II ступеню вогнестійкості. При цьому повинна бути врахована різниця осідання силосів і розташованих біля них будівель.

8.3.3 Форму розвантажувального конуса силосу, кути її нахилу, а також розмір випускного отвору слід визначати з урахуванням умов надійного витоку сипкого матеріалу відповідно до вимог 8.2.2 - 8.2.6.

8.3.4 Силоси допускається проєктувати як окремо розташованими, так і зблокованими в корпуси. Якщо діаметр більше ніж 12 м, силос слід проєктувати окремо розташованим.

8.3.5 Залізобетонні силосні корпуси завдовжки не більше ніж 48 м допускається проєктувати без деформаційних швів.

8.3.6 Під час проєктування сталевих силосних стінок слід передбачати індустріальні методи їх виготовлення і монтажу через застосування листів і стрічок значних розмірів; спосіб рулонування та навивання, виготовлення заготовок у вигляді «шкаралуп», автоматичне зварювання з мінімальною кількістю зварних швів, які виконуються на монтажі, а також іншими методами.

Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань силосів слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

8.3.7 У проєкті повинні бути передбачені заходи, що забезпечують захист з'єднань збірних елементів від проникнення атмосферних опадів і пилу від дрібнодисперсних матеріалів, що зберігаються.

8.3.8 Внутрішні поверхні стінок і днища силосів не повинні мати виступних горизонтальних ребер і западин.

8.3.9 Стіни і днища силосів для абразивних і шматкових матеріалів слід захищати від стирання і руйнування під час завантаження.

Матеріал для захисту стін і днища силосів слід вибирати залежно від фізико-механічних властивостей матеріалу, що зберігається. Під час проєктування силосів також необхідно враховувати хімічну агресивність матеріалу, що зберігається, та повітряного середовища.

8.3.10 У разі використання для завантаження силосів трубопровідного контейнерного пневматичного транспорту на надсилосному перекритті слід передбачати запобіжні клапани для запобігання виникненню надлишкового тиску в силосах.

8.3.11 Покриття окремо розташованих круглих силосів за відсутності надсилосного приміщення, а також силосів діаметром більше ніж 12 м допускається проєктувати у вигляді оболонок.

8.3.12 Надсилосні приміщення та конвеєрні галереї слід проєктувати з застосуванням легких стінових огороджень із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали). Також допускається використання збірних залізобетонних конструкцій.

8.3.13 Під час проєктування з'єднувальних галерей між силосами або між силосними корпусами слід враховувати можливі відносні зміщення силосів або силосних корпусів, спричинені їхніми кренами від нерівномірних осідань фундаментів.

8.3.14 Конструкції силосів необхідно розраховувати на навантаження і впливи відповідно до ДБН В.1.1-12 і ДБН В.1.2-2. Під час розрахунку силосів повинні бути також враховані такі навантаження і впливи:

— *змінні тривалі* **–** від ваги сипких матеріалів, частин горизонтального тиску і тертя сипких матеріалів на стіни силосів, розподіленої ваги технологічного обладнання (не менше ніж 2 кПа), усадці і повзучості бетону, крену і нерівномірного осідання;

— *змінні короткочасні* **–** під час виготовлення, транспортування і монтажу збірних конструкцій, у разі зміни зовнішньої температури повітря, від частини горизонтального нерівномірного тиску сипких матеріалів, від тиску повітря, яке подається до силосу, за активної вентиляції та гомогенізації;

— *епізодичні* **–** сейсмічні впливи, впливи від тиску під час вибуху тощо.

Залежно від призначення, зони розташування та швидкості завантаження і розвантаження силосу слід враховувати відповідні коефіцієнти динамічності або виконувати динамічний розрахунок конструкцій.

8.3.15 Аеродинамічні коефіцієнти під час розрахунку силосів на вітрові навантаження визначають відповідно до ДБН В.1.2-2.

Допускається аеродинамічні коефіцієнти загального лобового опору під час розрахунку нижньої зони силосів (колон і фундаментів) приймати: для одиночного круглого силосу, який розташований від інших на відстані більше ніж 3 діаметри силосів (по центрах), C_{aer} = 0,7; за меншої відстані C_{aer} = 1,3; для зблокованих силосів C_{aer} = 1,4.

8.3.16 Коефіцієнти надійності за навантаженням для власної ваги конструкцій, корисного навантаження на перекриття поверхів, снігових та вітрових навантажень слід приймати відповідно до ДБН В.1.2-2, а також:

— для горизонтальних і вертикальних тисків сипких матеріалів $\gamma_f = 1{,}3$;

— для температурних впливів і для тиску повітря в силосі $\gamma_f = 1{,}1$.

Коефіцієнти умов роботи для конструкцій залізобетонних силосів і їхніх елементів та коефіцієнт α, який враховує додаткові тиски у разі наповнення та випуску силосів, обваленню сипкого матеріалу і в разі дії пневматичних систем випуску наведено в таблиці 11.

8.3.17 Для розрахунку на стискання нижньої силосної зони (колони підсилосного поверху і фундаменти) розрахункове навантаження від ваги сипких матеріалів враховують з коефіцієнтом 0,9.

Колони підсилосного поверху слід проєктувати збірними або з монолітного залізобетону класом вогнестійкості не менше R45.

8.3.18 Стіни круглих залізобетонних силосів діаметром до 12 м включно, квадратних і багатогранних силосів, крім розрахунку на міцність, слід розраховувати на витривалість з коефіцієнтами асиметрії циклу p_s і p_b:

— для стін з попереднім напруженням $p_s = 0{,}85$;

— для стін без попереднього напруження $p_s = p_b = 0{,}7$.

8.3.19 Залізобетонні силоси, які завантажуються гарячим сипким матеріалом (з температурою вище ніж 100 °С у контакті з бетоном), повинні бути розраховані з урахуванням короткочасної та довгострокової дії температури за граничними станами першої і другої груп.

8.3.20 Для змішувальних силосів з утворенням киплячого шару (гомогенізації) характеристичний тиск на днище і стіни (у межах висоти киплячого шару) від сипкого матеріалу і стиснутого повітря визначається як рівномірний по площі днища і периметру стін гідростатичний з істинною густиною, що дорівнює 0,6 γ, з урахуванням підвищеного рівня сипкого матеріалу під час гомогенізації. У розрахунку враховується більший із тисків, визначених без гомогенізації або з нею.

Надлишковий тиск повітря, що подається без утворення киплячого шару, слід враховувати у поєднанні з тиском сипкого матеріалу.

Таблиця 11 – Коефіцієнти умов роботи γ_c для конструкцій залізобетонних силосів і їхніх елементів та коефіцієнт α

Конструкції силосів і їхніх елементів	Коефіцієнти		α/γ_c
	α	γ_c	
І У разі розрахунку горизонтальної арматури стін:			
1 Окремо розташованого круглого залізобетонного силосу 2 Залізобетонного силосного корпусу зі звичайним розташуванням круглих силосів:	2	1	2
— зовнішніх — внутрішніх	2 2	1 2	2 1
3 Залізобетонного силосного корпусу та квадратними силосами із сторонами до 4 м:			
— зовнішніх	2	1,65	1,2
— внутрішніх	2	2	1
ІІ У разі розрахунку конструкцій плити та балок днища і воронки			
4 Плити днища без забутка, балок днища, залізобетонної воронка силосу	2	1,3	1,5
5 Плити днища із закутком за найбільшої висоті забутки 1,5 м* і більше	2	2	1
6 Сталевої воронки і сталевих кільцевих балок у залізобетонному або сталевому силосі	2	0,8	2,5
7 Вузлів кріплення сталевої воронки до кільцевих балок і стін залізобетонного або сталевого силосу	1,5	0,8	2,0
*За висоти забутки $h<1{,}5$ м значення коефіцієнта γ_c визначається за інтерполяцією між 1,3 і 2 за формулою $\gamma_c=1{,}3+0{,}47h$. **Примітка 1.** Під час розрахунку стінок сталевого силосу коефіцієнти γ_c слід множити на 0,8. **Примітка 2.** Під час розрахунку стінок силосу для вугілля коефіцієнти α і γ_c дорівнюють 1.			

8.3.21 У разі позацентрового завантаження і розвантаження матеріалу залізобетонного силосу діаметром 12 м і більше його стінки слід перевіряти на дію несиметричного тиску сипкого матеріалу.

8.3.22 Максимальна ширина розкриття вертикальних тріщин у стінах залізобетонних силосів визначається згідно з ДБН В.2.6-98, при цьому приймається $\delta = 1{,}2$ мм для круглих і $\delta = 1$ мм для квадратних силосів.

8.3.23 Прогин від змінних тривалих характеристичних значень навантажень для стінок квадратних і багатогранних силосів не повинен перевищувати 1/200 прогону між осями стінок.

8.3.24 Навантаження від сипких матеріалів та добових температурних перепадів зовнішнього повітря (вертикальні та горизонтальні тиски) на стінки та днище силосу, а також формули для визначення осьових зусиль розтягу силами *N* стінки круглих силосів наведено в додатку В.

8.3.25 Під час розрахунку стін круглих силосів на центральне розтягування за формулою (В.7) додатка Е опір бетону не враховують.

Стінки квадратних і багатогранних силосів слід розраховувати на позацентрове розтягування. Осьове зусилля розтягування визначається за формулою (В.7), де d дорівнює внутрішньому диаметру силосу. Моменти згинання визначаються як для горизонтальної замкнутої рами, яка завантажена по периметру рівномірно розподіленим розрахованим тиском сипкого матеріалу.

8.3.26 Коефіцієнти умов роботи під час розрахунку стін силосів слід визначати згідно з 3.1.2.5 ДСТУ Б В.2.156.

8.3.27 Стіни сталевих круглих силосів розраховуються на такі самі поєднання навантажень, що і стіни залізобетонних круглих силосів.

Додатково стіни сталевих силосів повинні бути перевірені на стійкість з коефіцієнтом умов роботи, який дорівнює $\gamma_c = 1$.

Сталеві стіни на витривалість дозволяється не розраховувати.

8.3.28 Місця зміни форми сталевого силосу, зокрема зони з'єднання циліндричної частини з конусом або з плоским днищем, а також місця різкої зміни навантажень повинні бути перевірені з урахуванням додаткових місцевих локальних напружень (крайовий ефект) і з урахуванням коефіцієнта умов роботи $\gamma_c = 1{,}4$.

8.3.29 У разі симетричного завантаження і вивантаження сипкого матеріалу стіни сталевих силосів слід перевіряти на міцність відповідно до ДБН В.2.6-198 з коефіцієнтом умов роботи $\gamma_c = 0{,}8$.

8.3.30 У разі асиметричного завантаження або вивантаження сипких матеріалів стіни сталевих круглих силосів, які не сприймають кільцеві моменти згинання, перевіряють на стійкість і міцність від впливу кільцевих меридіональних і зсувних зусиль, які визначають розрахунком циліндричної оболонки.

8.3.31 Стіни залізобетонних силосів слід проєктувати з бетону класу не нижче С 16/20.

8.3.32 У разі визначення крену фундаментів корпусів у вигляді жорстко зблокованих силосів на загальній фундаментній плиті за відсутності впливу сусідніх корпусів враховується підвищений модуль деформації ґрунту. Збільшення модуля деформації ґрунту забезпечується попереднім стисненням ґрунту первинним рівномірним завантаженням силосів тривалістю не менше двох місяців.

8.3.33 У разі визначення тиску на ґрунти під підошвою фундаменту слід враховувати комбінації навантажень як за повного завантаження силосів сипкими матеріалами, так і за часткового їхнього вивантаження, що створює найбільш несприятливе поєднання навантажень. Під час розрахунку колон повинні бути враховані додаткові зусилля від згинання і стискання у разі крену корпусу (прийнятим 0,004) від нерівномірного осідання, а також додатковий момент вигину, спричинений відхиленням верха колон і зміщенням збірних плит днища і воронок у межах допусків.

8.3.34 У надсилосних приміщеннях слід передбачати не менше двох евакуаційних виходів. Евакуаційні сходи повинні бути запроєктовані завширшки маршу не менше ніж 1,0 м і нахилом не більше 1:1. Сходи типу С3, передбачені для евакуації людей, слід проєктувати завширшки не менше ніж 0,7 м з нахилом маршів не більше 1:1 та огородженням заввишки не менше ніж 1,2 м і площадками, які розташовані на відстані не більше ніж 8 м.

8.3.35 Другий евакуаційний вихід допускається передбачати через зовнішні відкриті сходи, які повинні доходити до покриття надсилосного приміщення, мати ширину не менше ніж 0,7 м, нахил не більше 1:1. Перильну огорожу зовнішніх сходів слід приймати згідно з 5.21 типу П3 заввишки не менше ніж 1,2 м. Другий вихід також допускається передбачати через конвеєрні галереї, що ведуть до будівель або споруд і забезпечені евакуаційними виходами. У цьому разі

матеріали, що транспортуються по конвеєрних галереях, а також самі галереї, повинні бути виготовлені з негорючих матеріалів

У надсилосних приміщеннях площею до 300 м^2, в яких працює не більше 5 працівників на зміну, у разі зберігання в силосах негорючих матеріалів допускається передбачати один евакуаційний вихід (без улаштування другого) на сходи типу С3 з нахилом не більше 1:1. Огороджувальні конструкції сходів повинні виконуватись із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали). У разі площі надсилосних приміщень понад 300 м^2 як один із евакуаційних виходів слід передбачати сходову клітку відповідно до ДБН В.2.2-27.

8.3.36 В усіх силосних корпусах може бути передбачений ліфт для підіймання людей на надсилосну галерею, що зазначається у завданні на проєктування або технологічній частині проєкту.

8.3.37 Відстань від найбільш віддаленої частини надсилосного приміщення до ближнього виходу на зовнішні сходи або сходову клітку повинна бути не більше ніж 75 м. У разі зберігання у силосі негорючих матеріалів цю відстань допускається збільшити до 100 м.

8.3.38 По периметру зовнішніх стін силосних корпусів заввишки до верха карниза більше 10 м слід передбачати на покритті огорожі з ґраток заввишки не менше ніж 0,6 м із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали).

8.3.39 У разі проєктування силосів для сипких матеріалів, пил яких здатний утворювати вибухонебезпечні концентрації під час завантаження або вивантаження силосів, слід передбачати заходи, що унеможливлюють виникнення вибухів, а також запобігають появі електростатичних розрядів.

8.3.40 Силосні корпуси, окремо розташовані силоси, надсилосні галереї, надбудови (вище рівня надсилосного покриття) повинні мати клас вогнестійкості не менше REI15.

8.3.41 Колони і перекриття надбудов, крім двох верхніх поверхів, а також несні конструкції підсилосних поверхів (колон і балок під стіни силосів) повинні мати клас вогнестійкості не менше REI 45.

8.4 Башти для вугілля коксохімзаводів

8.4.1 Норм цього підрозділу слід дотримуватись під час проєктування вугільних башт коксохімічних заводів, які призначені для накопичення вугільної шихти перед коксуванням і завантаженням у вантажні вагони для розподілу по коксових печах.

8.4.2 Об'ємно-планувальні рішення вугільних башт і їхні габаритні розміри повинні забезпечувати можливість раціональної компоновки з коксовими батареями і відповідне будівельному завданню взаємне розташування із пересувним технологічним обладнанням (коксовиштовхувачами, машинами для знімання дверей, гасильними і вантажними вагонами).

Зазвичай, вугільні башти повинні бути прямокутними в плані.

8.4.3 У разі проєктування декількох вугільних башт для одного підприємства, їхню конфігурацію і розміри горизонтального перерізу має бути, зазвичай, уніфіковано.

8.4.4 Нижня зона вугільної башти, вільна від технологічного обладнання основного призначення, може бути використана для розміщення допоміжних приміщень: електричних пунктів, вентиляційних установок, приміщень КВП, службово-побутових приміщень коксового блока тощо.

8.4.5 Внутрішні габарити у наскрізній частині вугільної башти повинні забезпечувати наявність:

— визначених правилами безпеки зазорів між будівельними і технологічними конструкціями, але не менше 0,1 м;

— проходів з обох боків завантажувального вагону завширшки не менше ніж 0,8 м і заввишки не менше ніж 2,1 м.

8.4.6 Розмір надземної частини вугільної башти повинен забезпечувати можливість розміщення обладнання, призначене для розподілу шихти по комірках сховища бункера. При цьому між обладнанням і будівельними конструкціями слід передбачати проходи завширшки не менше ніж 0,8 м.

8.4.7 Під час розрахунку вугільних башт і їхніх конструктивних елементів слід враховувати такі навантаження: власну вагу конструкцій, навантаження від стаціонарного обладнання і завантажувального вагона, тиск матеріалу наповнення місткостей, вітрові навантаження, тиск ґрунту, навантаження від прилеглих конструкцій.

За потреби, враховують епізодичні навантаження і впливи (сейсмічні, вплив гірничих виробіток тощо).

8.4.8 Найбільший прогин стінок сховища бункера не повинен перевищувати 1/200 меншого прогону.

8.4.9 Розрахунковий горизонтальний тиск матеріалу заповнення на стіни сховища бункера слід визначати залежно від відношення геометричних розмірів як для прямокутного силосу або бункера.

Істинну густину вугільної шихти і кут її внутрішнього тертя слід приймати згідно з технологічним завданням на проєктування вугільної башти, але не менше ніж $\gamma = 8{,}5$ кН/м^3, а кут внутрішнього тертя не більше ніж $\varphi = 40°$.

8.4.10 Під час розрахунку стін сховища бункера необхідно розглядати такі поєднання навантажень:

— усі місткості заповнено, на одну зі стін діє від'ємний тиск вітру, як на завітряну вертикальну поверхню;

— місткості не заповнено, на стіну діє позитивний тиск вітру, як на підвітряну вертикальну поверхню;

— заповнено одну з місткостей (для розрахунку внутрішньої поперечної стіни).

8.4.11 Вугільну башту слід розраховувати як просторову систему з урахуванням фізичної, а для стін у зоні проїзду завантажувального вагона – і геометричної нелінійності (за деформованою схемою з урахуванням несприятливих для конструкцій відхилень від вертикалі в межах, що дозволені будівельними нормами і правилами на виконання робіт).

8.4.12 Допускається виконувати розрахунок стін вугільної башти, розділивши її на окремі елементи: поздовжні і поперечні стінки сховища бункера, поздовжні стіни у зоні проїзду завантажувального вагона, нижню зону стін. Під час розрахунку поперечних стін сховища бункера слід враховувати наявність прорізів для проїзду завантажувального вагона, які перетворюють ці стіни за поелементного розрахунку у балки-стінки.

8.4.13 У разі поелементного розрахунку стін розрахункову схему стін наскрізної частини слід приймати у вигляді однопрогонової одноповерхової рами з абсолютно жорстким ригелем і затиснутими стійками з урахуванням їх відхилення від вертикалі відповідно до нормативних допусків на бетонування стін у пересувній опалубці. При цьому допустиме горизонтальне поперечне зміщення верха прорізу α_h для проїзду завантажувального вагона відносно низу цього отвору визначається за формулою:

$$\alpha_h = 1{,}2\eta\alpha, \tag{1}$$

де α — допустиме горизонтальне зміщення, яке відповідає висоті стіни, рівній висоті прорізу для проїзду завантажувального вагона;

η — коефіцієнт збільшення ексцентриситету приймається згідно з ДБН В.2.6-98.

8.4.14 Надємнісна частина вугільної башти повинна мати щонайменше два виходи. Сходову клітку дозволяється розміщувати за межами башти. Як другий евакуаційний вихід допускається використовувати конвеєрну галерею для подачі шихти (за площі приміщень до 300 м^2), яка повинна виготовлятись із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) і відповідати вимогам, які висувають до шляхів евакуації згідно з ДБН В.1.1-7. Несні конструкції каркаса вугільної башти повинні мати клас вогнестійкості не менше R60.

Сходи до рівня верха коксової батареї повинні бути із залізобетонних східців по сталевих косоурах, а вище – зі сталі з ухилом маршів не більше 1:1. Крім того, повинні передбачатись сходи для виходу на покрівлю й огородження покрівлі згідно з ДСТУ Б В.2.6-49.

8.4.15 У приміщеннях вугільної башти влаштовують внутрішній протипожежний водопровід (пожежні кран-комплекти) відповідно вимог до ДБН В.2.5-64.

8.4.16 Вугільні башти можуть мати вантажно-пасажирський ліфт до приміщень надємнісної частини.

9 НАЗЕМНІ СПОРУДИ

9.1 Етажерки та площадки

9.1.1 Норм цього підрозділу слід дотримуватись під час проєктування зовнішніх і розташованих усередині будівель етажерок і площадок, які призначені для розміщення технологічного обладнання і прокладання трубопроводів, а також площадок для обслуговування обладнання і розміщення матеріалів, необхідних для ремонту.

9.1.2 Етажерки рекомендується проєктувати з таким розрахунком, щоб площі перекриттів використовувати не менше ніж на 70–80 % (до корисної площі слід враховувати площу під обладнанням у плані з додаванням навколо неї площі, що забезпечує прохід завширшки не менше ніж 1 м за умов постійного обслуговування обладнання і 0,8 м у разі його періодичного обслуговування, а також площі монтажних площадок, отворів і сходів).

9.1.3 Транзитні технологічні трубопроводи, які проходять поблизу етажерок, слід прокладати на спеціальних зовнішніх консолях або траверсах, які спирають на конструкції етажерок чи підвішують до конструкцій перекриттів, якщо це допускається технологічними і протипожежними вимогами, затвердженими у встановленому порядку.

9.1.4 Висоту ярусів етажерок обирають, виходячи з технологічних вимог.

9.1.5 Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань етажерок та площадок слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

9.1.6 Площадки і перекриття етажерок, на які встановлено технологічне обладнання, що містить легкозаймисті та горючі рідини, зріджені горючі гази, слід проєктувати щільними, такими які не пропускають вологу, і огороджувати їх по периметру та у місцях отворів щільними бортами заввишки не менше ніж 150 мм з улаштуванням пандусів і виходів на сходи. Огорожу площадок слід приймати згідно з 5.21 типу ПЗ заввишки не менше ніж 1,2 м.

Допускається влаштування металевих піддонів під одним або групою апаратів.

9.1.7 У сталевих етажерках, що потребують бетонування їхніх елементів, бетон повинен бути включений у спільну роботу із сталевим каркасом відповідно до ДБН В.2.6-160.

9.1.8 Етажерки, на яких розміщено обладнання, що може вібрувати, як правило, не повинні приєднуватись до каркаса будівлі, а обладнання на них слід встановлювати на віброгасниках.

9.1.9 Зовнішні етажерки слід розраховувати на снігові та вітрові навантаження відповідно до ДБН В.1.2-2 з урахуванням таких додаткових вимог: на верхньому ярусі снігове навантаження слід враховувати повністю, а на проміжних ярусах – 50 %.

Вітрове навантаження слід визначати з урахуванням впливу вітру на обладнання.

9.1.10 Колони етажерок і площадок, які розміщені у будівлях I, II і III ступенів вогнестійкості, слід виконувати із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали), а у будівлях IV ступеню вогнестійкості – матеріалів не нижче класу B-s3, d2. Перекриття етажерок і площадок, розміщених у будівлях I та II ступенів вогнестійкості, слід виконувати із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали), а в будівлях III і IV ступенів вогнестійкості – матеріалів не нижче класу C-s3, d0.

9.1.11 Конструкції етажерок, які розміщені у будівлях з приміщеннями категорій А, Б і В, повинні мати клас вогнестійкості не менше R 45. При цьому необхідно влаштовувати автоматичні системи пожежогасіння під перекриттями відповідно до ДБН В.2.5-56.

У приміщеннях категорій А і Б слід передбачувати захист відокремлених сталевих конструкцій від іскроутворення.

9.1.12 Клас вогнестійкості конструкцій зовнішніх етажерок, на яких розташовано обладнання або трубопроводи, що містять легкозаймисті та горючі рідини, а також горючі гази, повинен бути не менше R45.

Зовнішні етажерки, на яких розташовано обладнання або трубопроводи, які містять легкозаймисті та горючі рідини і горючі гази, слід виконувати залізобетонними. У сталевих етажерках перший ярус, охоплюючи перекриття, на висоту не менше ніж 4 м, слід захищати від впливів високої температури. Клас вогнестійкості захищених конструкцій повинен бути не менше R 45.

9.1.13 Площа одного ярусу окремо розташованої зовнішньої етажерки або площадки з обладнанням виробництв, що розміщують у приміщеннях категорій А, Б і В, не повинна перевищувати:

– якщо висота етажерки або площадки до 30 м – 5200 м^2;

– якщо висота 30 м і більше – 3000 м^2.

У разі більшої площі етажерки або площадки її слід поділяти на секції з розривами між ними не менше ніж 15 м.

Площа етажерок і площадок з обладнанням виробництв, що розміщають у приміщеннях категорій Г і Д, не обмежується.

Граничні площі етажерок або площадок відносяться до етажерок або площадок з апаратами і місткостями, які містять легкозаймисті та горючі рідини і зріджені гази. Для етажерок і площадок з обладнанням, що містить горючі гази у незволоженому стані, граничну площу збільшують у 1,5 раза.

Ширина окремо розташованої етажерки або площадки повинна бути за висоти етажерки або площадки разом з обладнанням на ній 18 м і менше – не більше ніж 48 м, понад 18 м – не більше ніж 36 м.

Примітка 1. Висотою етажерки або площадки з обладнанням слід вважати максимальну висоту обладнання або безпосередньо етажерки, що займають не менше ніж 30% загальної площі етажерки або площадки.

9.1.14 Зовнішні етажерки і площадки, призначені для розміщення обладнання з легкозаймистими і горючими рідинами і газами, а також площадки обслуговування, у тому числі закріплені до технологічного обладнання, повинні мати з кожного ярусу відкриті сходи:

— за довжини етажерки або площадки до 18 м і площі до 108 м^2 – одні сходи, а за площі понад 108 м^2 – не менше двох сходів;

— за довжини етажерки або площадки понад 18 м, але не більше 80 м — не менше двох сходів;

— за довжини етажерки або площадки понад 80 м кількість сходів визначається із розрахунку розташування їх на відстані не більше 80 м одних від інших незалежно від кількості ярусів етажерки.

Кількість відкритих сходів з перекриттів зовнішніх етажерок і площадок, призначених для розміщення обладнання з вибухобезпечними, пожежобезпечними виробництвами, повинно бути:

— за довжини етажерки або площадки до 180 м – одні сходи;

— за довжини етажерки або площадки понад 180 м кількість сходів визначається із розрахунку розташування їх на відстані одних від інших не більше 180 м незалежно від кількості ярусів етажерки.

9.1.15 Внутрішні етажерки і площадки повинні мати, зазвичай, не менше двох відкритих сталевих сходів. Допускається проєктувати одні сходи, якщо площа підлоги кожного ярусу етажерки або площадки не більше 108 м^2 для приміщень категорій В, Г і Д.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не повинна бути більше 25 м, а також вимоги до сходів повинні прийматись відповідно до ДБН В.1.1-7 і ДБН В.2.2-27 (приймається менша відстань).

Етажерки і площадки допускається проєктувати з другим евакуаційним виходом на сходи типу С3.

9.1.16 Відкриті сходи зовнішніх етажерок і площадок, які призначені для евакуації людей, слід розташовувати по зовнішньому периметру етажерок і площадок. Допускається для групи апаратів колонного типу розташовувати сходи між апаратами.

Сходи слід проєктувати сталевими відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-52.

У разі розміщення на зовнішніх етажерках і площадках обладнання з легкозаймистими, горючими рідинами і горючими газами відкриті сходи повинні мати вогнезахисні екрани, які виступають не менше ніж на 1 м у кожен бік за межу сходів (з боку технологічного обладнання), виконувати із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) та класом вогнестійкості не менше EI15.

Примітка 1. Для апаратів колонного типу, що не потребують щоденного обслуговування, за довжини площадок, що об'єднують апарати, до 24 м допускається улаштування одних маршових і одних вертикальних сходів. Ухил маршових сходів у цьому разі слід приймати не більше 2:1.

Примітка 2. Якщо в групі апаратів колонного типу є окремі апарати вище інших, а також для окремо розташованих апаратів колонного типу допускається на площадках цих апаратів влаштовувати вертикальні сходи, які повинні мати огорожу з сіткою і площадки через не більше ніж 6 м по висоті.

9.1.17 Спирання площадок і сходів допускається виконувати безпосередньо на обладнання, коли це допустимо за його несною спроможністю і конструктивним рішенням, за винятком обладнання, яке є джерелом вібрації.

9.1.18 По зовнішньому периметру етажерок і площадок, відкритих отворів у перекриттях, сходах і площадках сходів (у тому числі площадках на стовпчастих апаратах) необхідно передбачати огорожу згідно з 5.21 типу ПЗ заввишки не менше ніж 1,2 м.

Нижня частина огорожі повинна мати щільний борт заввишки не менше ніж 0,14 м.

9.2 Відкриті кранові естакади

9.2.1 Вимоги цього підрозділу слід враховувати під час проєктування відкритих кранових естакад, які призначені для обслуговування складів і виробництв, що можуть розташовуватись на відкритому повітрі, а також потребують підіймально-транспортного обладнання у вигляді мостових кранів та кран-балок.

9.2.2 Відкриті кранові естакади можуть бути оснащені мостовими електричними опорними кранами загального призначення (крюкові), вантажопідйомністю не більше ніж 500 кН і спеціальними (магнітними, грейферними, магнітно-грейферними) вантажопідйомністю не більше ніж 200 кН усіх груп режиму роботи кранів.

9.2.3 У разі проєктування відкритих кранових естакад основні параметри (вантажопідйомність, прогони, габарити наближення крана до будівельних конструкцій) слід приймати згідно з технологічною частиною проєкту і номенклатурою кранів заводів-виробників.

9.2.4 Відкриті кранові естакади проєктують однопрогоновими і багатопрогоновими.

9.2.5 Відкриті кранові естакади допускається проєктувати такими, що примикають до торців неопалюваних будівель із виходом мостових кранів із будівель на естакади, при цьому у місцях поєднання слід сполучати:

— поздовжні проєктні осі колон естакад і будівель;

— фундаменти колон естакад і будівель, якщо це дозволено конструктивними рішеннями.

Під час проєктування відкритих кранових естакад, які прибудовують до поздовжніх стін, стік води з покрівлі будівлі на підкранові шляхи, тролеї і майданчики технічного обслуговування не допускається.

9.2.6 Відкриті кранові естакади слід розташовувати на горизонтальному майданчику, при цьому слід передбачати відведення атмосферних опадів із площадки за рахунок улаштування місцевих ухилів.

9.2.7 На ділянці відкритої кранової естакади допускається прокладення автомобільних шляхів та залізничних колій уздовж і впоперек естакади.

У разі улаштування на території естакади залізничних колій, мостовий кран повинен бути обладнаний кабіною керування з можливістю оглядання зон завантаження і розвантаження, в тому числі підлоги напіввагону.

9.2.8 Відкриті кранові естакади слід проєктувати з колонами, що розташовані окремо (вільно).

Естакади з колонами, що розкріпляються вище габариту крана жорсткими поперечними конструкціями, дозволяється приймати у разі нерівномірних деформацій основи або за значення характеристичного навантаження на основу естакади більше ніж 200 кПа. При цьому слід дотримуватись габаритів наближення кранів до будівельних конструкцій.

У поздовжньому напрямку стійкість естакади слід забезпечувати підкрановими балками і вертикальними в'язями, які встановлюють у кожному температурному блоці.

9.2.9 Для фундаментів глибокого закладення (понад 5 м) допускається поєднувати колони поздовжнього ряду залізобетонною нерозрізною балкою на рівні підлоги естакади.

9.2.10 Для фундаментів глибокого закладення (понад 5 м) допускається поєднувати колони поздовжнього ряду залізобетонною нерозрізною балкою на рівні підлоги естакади.

9.2.11 Фундаменти під колони відкритих кранових естакад слід проєктувати залізобетонними монолітними або збірними відповідно до загальних вимог до фундаментів одноповерхових промислових будівель згідно з ДБН В.2.2-27.

Закладання колон у стакани фундаментів повинно забезпечити необхідне жорстке закріплення розтягнутої арматури, а також ущільнення бетонним розчином стиків колон з фундаментами.

9.2.12 Нерозрізні підкранові балки допускається застосовувати у разі значення коефіцієнта пружної податливості $c \leq 0{,}05$

$$c = \Delta \frac{EI}{l^3} \leq 0{,}05 \ , \qquad (2)$$

де Δ — переміщення опори від вертикальної одиничної сили, яка прикладена на рівні головки рейки з урахуванням деформації колони і осідання фундаменту, м;

EI — жорсткість підкранової балки, кНм^2);

l — прогін підкранової балки, м.

У разі можливих значних нерівномірних осідань фундаментів естакади у складних ґрунтових умовах слід використовувати розрізні підкранові балки.

Марки сталей для естакад слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5)

9.2.13 Конструкції гальм, кінцеві упори на підкранових балках, вертикальні в'язі по колонах, поперечні розпірки над крановим габаритом, площадки і сходи слід проєктувати зі сталі.

9.2.14 Розрахункову схему естакади слід приймати у вигляді окремо розташованих поздовжніх рядів колон, жорстко з'єднаних з фундаментами на рівні їхнього обрізу і шарнірних з'єднань у межах температурного блока з підкрановими балками і вертикальними в'язями.

Для естакад з розпірками розрахункову схему слід приймати у вигляді поперечної рами, що охоплює колони і розпірки.

Примітка. Зв'язок протилежних рядів несних конструкцій естакади мостом крана не враховується.

9.2.15 Навантаження на відкриті кранові естакади необхідно визначати згідно з ДБН В.1.2-2. При цьому для перехідних галерей слід враховувати характерне значення вертикального навантаження від персоналу та ремонтних матеріалів, що дорівнює 2 кПа. Снігове навантаження при цьому не враховують.

9.2.16 Основи під фундаменти відкритої кранової естакади слід розраховувати на навантаження, що діють у площині моста крана, за граничними станами першої і другої груп відповідно до ДБН В.2.1-10.

Крайові тиски на ґрунти під фундаментом слід приймати за відношенням:

$$p_{\min} / p_{\max} \geq 0,25 \qquad (3)$$

де $p_{\min}$, $p_{\max}$ – відповідно мінімальний і максимальний тиск на ґрунт, кН/м^2.

Для естакад під крани загального призначення вантажністю не більше ніж 160 кН за $R \geq 150$ кН/м^2 допускається трикутна форма епюри тиску під підошвою фундаменту $(p_{\min} = 0)$

9.2.17 Різниця деформацій основ суміжних колон від сумарного впливу постійної і кранових навантажень не повинна спричинювати вертикальне осідання фундаментів, які обумовлюють ухили кранових шляхів, що перевищують 0,004 вздовж шляху і 0,003 впоперек прогону.

Кількість і розташування кранів у разі визначення деформацій основ суміжних колон відкритих кранових естакад повинні бути прийняті відповідно до ДБН В.1.2-2.

Якщо навантаження на підлогу естакади від ваги матеріалів, виробів тощо, які складуються чи переробляються, становить понад 50 кПа або біля естакади є будівлі і споруди, у яких активна зона деформованого ґрунту під фундаментами накладається на активну зону під фундаментами колон естакади, то деформація основи не повинна викликати додаткової різниці позначок головок підкранових рейок на сусідніх колонах (вздовж і впоперек естакади) більше ніж 20 мм і зміни відстані між крайніми рейками більше ніж на 10 мм.

9.2.18 Вигини та переміщення конструктивних елементів не повинні перевищувати меж, встановлені відповідно до ДСТУ Б В.1.2-3.

9.2.19 Вздовж підкранових шляхів по кожному поздовжньому ряду колон для обслуговувального персоналу необхідно забезпечити проходи завширшки не менше ніж 0,5 м (у світлі), а у місцях обходу колони (у разі влаштування жорстких поперечних конструкцій над габаритом крана) – завширшки не менше ніж 0,4 м або влаштувати прохід розміром не менше 0,4 м × 1,8 м у стінці колони. Проходи повинні мати постійну огорожу (перила) заввишки не менше ніж 1 м.

Перильні огорожі в крайніх рядах колон повинні встановлюватися тільки ззовні, а в середніх рядах – з двох сторін, з улаштуванням у кожному кроці колон знімної ділянки для доступу до крана.

По всій довжині і ширині проходу слід передбачати настил, який щільно підходить до верхніх поясів підкранових балок.

9.2.20 Кожен прогін естакади повинен бути обладнаний посадковими і ремонтними майданчиками, а також сходами для підйому на естакаду.

9.2.21 На кожний прохід вздовж підкранових шляхів і посадковий майданчик слід проєктувати постійні сталеві сходи завширшки не менше ніж 0,7 м із кутом нахилу не більше ніж 60 градусів з виходом на них через люки розміром не менше 0,5 м × 0,5 м. Кришки люків повинні бути шарнірно закріплені, легко і зручно відчинятись і зачинятись. Сходи слід передбачати на торцях естакади і не рідше ніж через 200 м по її довжині. Якщо довжина естакади менше ніж 200 м, допускається передбачати одні сходи. Під час визначення кількості сходів слід враховувати сходи на посадкові, ремонтні та інші майданчики.

9.3 Автономні опори та естакади під технологічні трубопроводи

9.3.1 Норм цього підрозділу слід дотримуватись під час проєктування автономних опор, а також естакад під технологічні трубопроводи.

Висоту (відстань від планувальної позначки ґрунту до верха траверси) автономних опор і естакад слід приймати: низьких опор залежно від планування ґрунту і ухилів естакад; високих автономних опор і естакад такою, що забезпечує проїзд під трубопроводами і естакадами залізничного й автомобільного транспорту відповідно із габаритами наближення будівель відповідно до ДСТУ Б В.2.3-29 і ДБН В.2.3-4.

9.3.2 Прокладення трубопроводів слід передбачати на територіях, які не підлягають забудові, ззовні орних земель і за відсутності перетину з дорогами.

9.3.3 Під час проєктування автономних опор і естакад ухил трубопроводів слід створювати за рахунок зміни позначки верхнього обрізу фундаменту або довжини колон з урахуванням рельєфу поверхні ґрунту вздовж траси.

9.3.4 Відстань між автономними опорами під трубопроводи слід визначати на основі розрахунку труб на міцність і жорсткість.

9.3.5 Автономні опори та естакади зазвичай слід проєктувати зі збірних уніфікованих залізобетонних або сталевих конструкцій.

Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань конструкцій естакад слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

9.3.6 Автономні опори й естакади, на яких прокладають трубопроводи з негорючими речовинами, рідинами або газами, допускається проєктувати із матеріалів не нижче B-s3, d0 (групи горючості Г1).

9.3.7 Конструкції автономних опор та естакад під трубопроводи з легкозаймистими і горючими речовинами, рідинами або газами повинні проєктуватись із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) та класом вогнестійкості не менше R45.

9.3.8 На естакадах повинні бути передбачені прохідні містки для обслуговування трубопроводів, якщо це потрібно за умовами експлуатації.

9.3.9 Залізобетонні опори допускається проєктувати: закладеними в окремі фундаменти; у вигляді паль-колон і паль-колон, що об'єднані в плоскі або просторові системи; у вигляді колон, що встановлені на однопальові фундаменти із паль-оболонок або буронабивних паль.

Для технологічних трубопроводів можуть застосовуватись залізобетонні збірні та монолітні фундаменти, що використовують для колон одноповерхових промислових будівель.

Колони сталевих опор слід передбачати жорстко з’єднаними з фундаментами. Допускається шарнірне спирання на фундаменти за умови забезпечення стійкості опор у поздовжньому напрямку.

9.3.10 Поздовжню стійкість автономних опор і естакад слід забезпечувати влаштуванням анкерних опор із встановленням однієї анкерної опори у кожному температурному блоці.

Естакади із залізобетонними опорами слід, зазвичай, проєктувати без анкерних опор. При цьому горизонтальні навантаження на температурний блок, що діють вздовж траси, слід

передавати на усі опори.

9.3.11 У поздовжньому напрямку автономні опори й естакади слід розділяти на температурні блоки, довжина яких не повинна перевищувати граничних відстаней між нерухомими опорними частинами трубопроводів.

9.3.12 Температурні шви естакад слід поєднувати з компенсаторними пристроями трубопроводу. При цьому необхідно, за результатами розрахунків, передбачати максимально можливу довжину температурних блоків.

Автономні опори й естакади слід розраховувати на навантаження від ваги трубопроводів з ізоляцією продукту, що транспортується, людей та ремонтних матеріалів на майданчиках обслуговування та перехідних містках, відкладень промислового пилу, на горизонтальні навантаження та впливи від трубопроводів, а також на снігові та вітрові навантаження.

При цьому додаткове характеристичне значення вертикального навантаження від ваги води в паропровідних трубах у разі гідравлічних випробувань слід враховувати за наповнення водою тільки одного паропроводу.

Коефіцієнти надійності за навантаженнями визначають відповідно до ДБН В.1.2-2 з урахуванням вимог цього підрозділу.

9.3.13 Характеристичне навантаження від працівників та ремонтних матеріалів на майданчиках, містках і сходах приймають рівномірно розподіленим, не нижче ніж 0,75 кПа.

Навантаження від відкладень промислового пилу слід враховувати тільки для трубопроводів і об'єктів технічного обслуговування, розташованих на відстані не більше ніж 100 м від джерела, що виділяє пил, і приймати:

— 1 кПа для майданчиків обслуговування й елементів прогонової споруди;

— 0,45 кПа для трубопроводів (горизонтальної проєкції трубопроводів). При цьому коефіцієнти надійності за навантаженням слід приймати: від працівників та ремонтних матеріалів – $\gamma_f = 1{,}4$, від ваги відкладень промислового пилу – $\gamma_f = 1{,}2$.

9.3.14 Розрахунок будівельних конструкцій автономних опор і естакад слід виконувати як для плоских конструкцій. За потреби уточнення розрахунків і врахування додаткових чинників, розрахунок будівельних конструкцій автономних опор і естакад слід проводити як для просторових систем з урахуванням їхньої спільної роботи з трубопроводами.

9.3.15 Під час прокладання трубопроводів на естакаді поздовжнє горизонтальне навантаження від сил тертя в рухомих опорних частинах труб сприймається прогоновою спорудою та анкерними опорами і на проміжні опори не передається.

9.3.16 Характеристичне вертикальне навантаження від трубопроводів на автономні опори і естакади слід приймати як суму вертикальних навантажень від усіх трубопроводів.

Розрахункова сила тертя одного трубопроводу на опорі визначається множенням розрахункового вертикального навантаження від трубопроводу на коефіцієнт тертя, який приймають таким, що дорівнює в опорних частинах «сталь по сталі»: ковзні – 0,3; каткові вздовж осі трубопроводу – 0,1; ковзальні поперек осі – 0,3; кульові – 0,1.

9.3.17 За відсутності уточненого компонування трубопроводів значення інтенсивності вертикального навантаження на одиницю довжини траверси *p* автономної опори та естакади слід визначати за формулою:

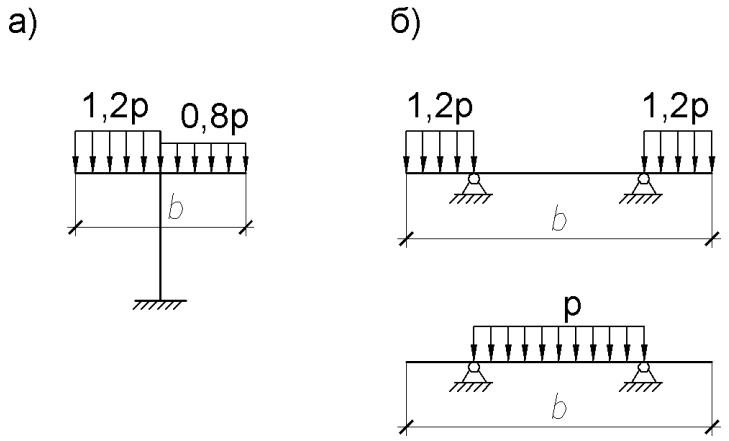
$$p = q\alpha / b, \tag{4}$$

де q – вертикальне навантаження від трубопроводів на 1 м довжини траси, kН/м;

α – крок траверс, м;

b – довжина траверси, м.

Розподіл цього навантаження по довжині траверси слід приймати згідно з рисунком 3.



Умовні познаки:

а) – схема навантаження для одностійкових опор;

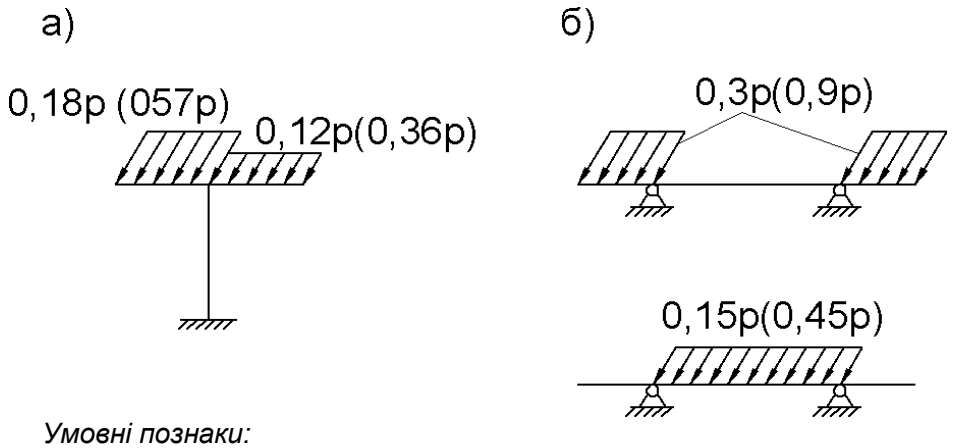
б) – те саме, для двостійкових опор

Рисунок 3 – Розподіл інтенсивності вертикального навантаження на траверси для автономних опор і естакад

Характеристичне значення інтенсивності горизонтального навантаження на одиницю довжини траверси автономних опор і естакад за відсутності уточненого компонування трубопроводів визначається відповідно до рисунка 4. При цьому коефіцієнт надійності за навантаженням слід приймати на рівні γ_f = 1,1.

9.3.18 Розподіл вертикальних і горизонтальних навантажень за відсутності уточненого компонування трубопроводів на ярусах для багатоярусних автономних опор і естакад слід приймати:

— у двоярусних опорах і естакадах: на верхньому ярусі – 60 %, на нижньому ярусі – 40 %; у триярусних опорах і естакадах на верхньому ярусі – 40 %, на середньому ярусі – 30 %, на нижньому ярусі – 30 %.



Умовні познаки:

а) – схема розподілу навантаження для одностійкових опор;

б) – те саме для двостійкових опор і естакад

Рисунок 4 – Розподіл горизонтальної інтенсивності навантаження під час розрахунку автономних опор і естакад

Примітка. У дужках наведено значення навантаження, якщо трубопроводи жорстко кріпляться до траверси у горизонтальному напрямку

9.3.19 Характеристичні значення навантажень для розрахунку колон і фундаментів автономних опор за відсутності уточненої компоновки трубопроводів слід приймати:

— вертикальні та горизонтальні технологічні навантаження вздовж траси на проміжну опору відповідно до рисунка 5 ($P = pb$ – характеристичне вертикальне навантаження на опору або на відповідний ярус опори в kH, де – p характеристичне значення інтенсивності вертикального навантаження на траверсу, яке визначається за формулою (4));

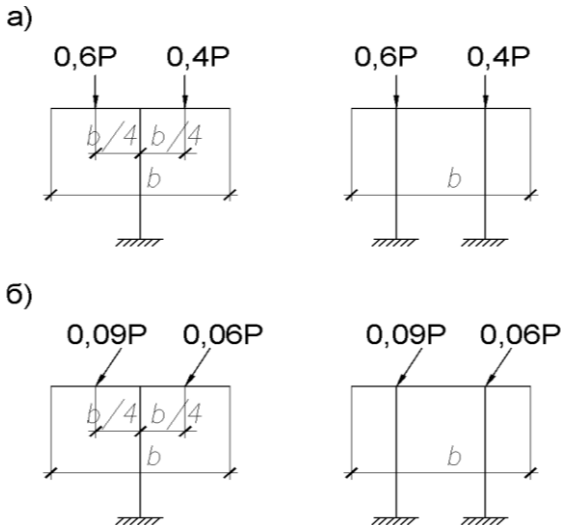
— горизонтальне технологічне навантаження вздовж траси на анкерну проміжну опору, яку встановлено всередині температурного блока – $(0{,}03l + 2)q$;

— горизонтальне технологічне навантаження вздовж траси на кінцеву опору – $(0{,}15l + 4)q$;

— горизонтальне навантаження поперек траси від відводів трубопроводів на проміжну опору – $1{,}5q$;

тут l – максимальна відстань від анкерної опори до кінця температурного блока, м;

q – характеристичне вертикальне навантаження від трубопроводів на 1 м довжини траси.



Умовні познаки:

а) схема розподілу вертикального навантаження;

б) те саме горизонтального навантаження.

Рисунок 5 – Розподіл навантаження для розрахунку колон і фундаментів проміжних автономних опор по поперечному перерізу траси

9.3.20 За заданим планом прокладання труб трубопроводу розрахункове горизонтальне технологічне навантаження вздовж траси на проміжні окремо розташовані опори, що діє у місцях рухомого спирання трубопроводів, слід визначати так:

а) під час прокладання одного трубопроводу горизонтальне технологічне навантаження на траверси, колони і фундаменти дорівнює розрахунковому значенню відповідної сили тертя і вважається прикладеним у місці його спирання (у разі з тепловими водопровідними мережами замість кожного окремого трубопроводу приймається одна система: подавальний і зворотний трубопроводи);

б) під час прокладання від двох до чотирьох трубопроводів горизонтальне технологічне навантаження на траверси, колони і фундаменти враховується тільки від двох трубопроводів, що мають найбільш негативний вплив; значення кожного горизонтального навантаження дорівнює розрахунковому значенню відповідної сили тертя, яка прикладена в місцях спирання трубопроводів;

в) під час прокладання понад чотирьох трубопроводів на автономних опорах, якщо жорсткість опори не перевищує 600 кН/см, а розподіл вертикального навантаження перебуває в межах, зазначених на рисунку 4, розраховане горизонтальне навантаження, що передається з траверси на найбільш завантажену колону і фундамент, слід визначати як добуток суми розрахункових значень сил тертя від кожного трубопроводу на коефіцієнт одночасності (сполучення), значення якого приймається за таблицею 12 (у разі визначення горизонтального зусилля, що діє на рівні верхніх граней траверс двоярусних опор, враховується тільки кількість трубопроводів, які базуються на траверсі другого ярусу, а у рівні нижнього ярусу за підпунктом "г)";

г) під час прокладання понад чотирьох трубопроводів розрахункове горизонтальне навантаження на траверси, а також на колони і фундаменти опор, до яких не можуть бути застосовані умови за підпунктом "в)", враховується або від двох трубопроводів, як у підпункті "б)", або від усіх трубопроводів, в останньому випадку розрахункове горизонтальне навантаження від кожного трубопроводу приймається таким, що дорівнює добутку розрахункового значення відповідної сили тертя на коефіцієнт, що дорівнює 0,5; розподіл його по перерізу траси приймається за рисунком 5*б)*; з двох навантажень, знайдених за цими методами, приймається найбільш несприятливе.

Таблиця 12 – Коефіцієнти одночасності (сполучення) для розрахунку трубопроводів

Загальна кількість трубопроводів на траверсі	5	6	7	8	9	10
Коефіцієнти одночасності (сполучення)	0,25	0,2	0,15	0,12	0,09	0,05

Примітка 1. Якщо кількість трубопроводів понад 10, зусилля, що розглядається, враховується тільки від 10 найбільш несприятливих для розрахунку трубопроводів.

Примітка 2. Рекомендовані коефіцієнти одночасності (сполучення) не застосовують, якщо на окремо розташованих опорах є лише неізольовані трубопроводи.

Примітка 3. Під жорсткістю опори приймається горизонтальна сила (кН), прикладена до верху опори і спричиняє її зміщення на 1 см.

9.3.21 За заданим планом прокладання трубопроводів розрахункове горизонтальне технологічне навантаження вздовж траси на кінцеві анкерні окремо розташовані опори визначається виходячи із зусиль, які діють по один бік від анкерної опори, і складається із суми зусиль у компенсаторах, суми горизонтальних навантажень від проміжних опор (див. 9.3.20), розташованих на ділянці від осі компенсатора до анкерної опори, суми незбалансованих осьових зусиль, спричинені дією внутрішнього тиску на запірні пристрої.

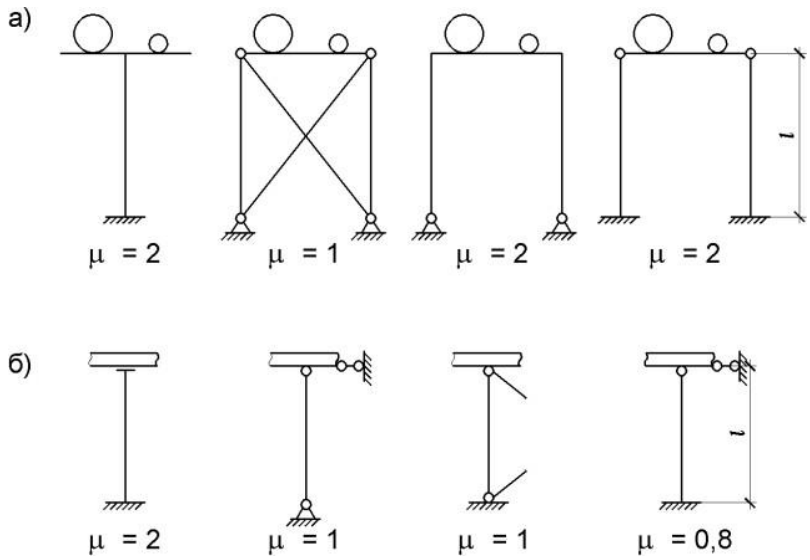
Навантаження на проміжні автономні анкерні опори визначається як різниця вище вказаних навантажень, що діють у протилежних напрямках праворуч і ліворуч від анкерної опори. При цьому менше (від'ємне) навантаження слід множити на коефіцієнт 0,8 (якщо протилежні навантаження рівні, то враховане у розрахунку навантаження дорівнює 0,2 від усього навантаження, яке діє з одного боку).

9.3.22 Проміжні автономні опори, розташовані під П-подібними компенсаторами на відстані не більше 40 d (d – внутрішній діаметр найбільшого трубопроводу) від кута повороту трубопроводу, за рухомого обпирання трубопроводу повинні бути розраховані на горизонтальне навантаження, яке спрямоване під кутом до осі траси. При цьому розрахункове значення навантаження слід прийняти таким самим, як під час розрахунку вздовж траси, а кут його напрямку до осі трубопроводу приймається 45° при опорних частинах, що ковзають, і 70° при каткових опорних частинах. Для опор, які розташовані під «спинкою» П-подібного компенсатора, наведений вище кут слід відрахувати від осі, яка є нормальною до осі трубопроводу.

9.3.23 Нормативне технологічне навантаження на естакаду вздовж траси за відсутності заданої схеми трубопроводів слід приймати: за розрахунку опор кінцевого (кутового) температурного блока – 4 q; за розрахунку опор проміжного блока – 2 q.

Характеристичне горизонтальне технологічне навантаження від кожної поперечної гілки трубопроводів на опору, найближчу до відгалуження, слід приймати залежно від вертикального навантаження q на основну трасу. При q <49 кН/м, $q =$ від 49 до 90 кН/м включно, $q >$ 98 кН/м поперечне навантаження від поперечних гілок трубопроводів приймається відповідно q, 0,8 q, 0,5 q.

9.3.24 Розрахункові довжини колон $l_0 = \mu l$ автономних опор під час перевіряння стійкості допускається визначати за рисунком 6.



Умовні позначки:

а) – у площині, що перпендикулярна до осі трубопроводів;

б) – у площині осі трубопроводів

Рисунок 6 – Значення коефіцієнтів для визначення розрахункових довжин колон опор

9.3.25 Значення граничних вертикальних і горизонтальних відносних переміщень елементів конструкцій автономних опор і естакад встановлюються технологічними вимогами і не повинні перевищувати 1/150 прогону і 1/75 виносу консолі.

Вигини та переміщення конструктивних елементів не повинні перевищувати меж, які встановлені відповідно до ДСТУ Б В.1.2-3.

9.3.26 Розмір підошви окремих фундаментів допускається визначати виходячи з того, що розмір зони відриву не повинен перевищувати 0,33 повної площі фундаменту.

Найбільший тиск ґрунту на краю підошви не повинен перевищувати у разі дії згинального моменту в одному напрямку 1,2R, а за дії згинальних моментів у двох напрямках – 1,5R, де R – розрахунковий тиск на ґрунт.

9.3.27 Розрахунок опор з використанням колон, установлених на однопальові фундаменти із паль-оболонок і буронабивних паль, паль-колон, на спільну дію вертикальних і горизонтальних навантажень виконують відповідно до ДБН В.2.1-10. При цьому граничне значення горизонтального переміщення верха опори задається у завданні на проєктування, а за відсутності таких вимог у завданні на проєктування приймають таким, що дорівнює 1/75 відстані від верха опори до поверхні ґрунту.

Під час перевіки міцності розрахункову довжину колон-паль слід визначати розглядаючи палю як жорстко защемлену в перерізі, на відстані від поверхні ґрунту, яка визначається згідно з ДБН В.2.1-10. Розрахункову довжину колон, установлених на фундаменти з паль-оболонок та паль, дозволено приймати, розглядаючи колону як жорстко закріплену на рівні поверхні ґрунту.

9.4 Конвеєрні та пішохідні галереї й естакади

9.4.1 Внутрішні розміри галерей і естакад можна приймати відповідно до 5.8. Геометричні параметри галерей (модульні розміри прогонів, кроків колон та висот поверхів) слід приймати згідно з ДСТУ Б В.2.2-29.

9.4.2 Несні конструкції галерей слід проєктувати збірними залізобетонними, монолітними або сталевими.

Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань естакад слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

9.4.3 Конструкції прогонів, опор галерей і естакад слід розраховувати на такі навантаження:

— від власної ваги галереї, конвеєра, вантажу, який транспортується на стрічці конвеєра, ваги розсипаного матеріалу, ремонтних матеріалів та людей;

— від атмосферних впливів (сніг, вітер, перепади температур);

— вздовж конвеєра, що передаються від стрічкових конвеєрів;

— динамічні, які створені рухомими частинами конвеєра.

9.4.4 Характеристичні значення навантажень від ваги розсипаного матеріалу, людей і ремонтних матеріалів для розрахунку конструкцій конвеєрних галерей слід приймати за таблицею 13.

Коефіцієнти надійності за навантаженнями визначаються відповідно до ДБН В.1.2-2 з урахуванням вимог цього підрозділу.

Таблиця 13 – Характеристичні значення навантажень від ваги розсипаного матеріалу

Елементи галерей	Вид навантаження	Одиниці виміру	Значення навантаження
1 Основні поздовжні конструкції галерей	Від ваги ремонтних матеріалів і людей	кН/м	$1{,}5\,q$, але не менше ніж $0{,}15\,b$
	Додаткове навантаження від ваги розсипаного матеріалу	Те саме	$0{,}15\,\gamma_b\,B$
2 Елементи покриття та перекриття	Від ваги розсипаного матеріалу, ремонтних матеріалів і людей	кН/м^2	$0{,}12\gamma_b$, але не менше ніж 1,5 кН/м^2
Усі навантаження змінні короткочасні. тут q – погонна вага роликових опор, кН/м; γ_b – характеристичне значення істинної густини насипного вантажу на стрічці, кН/м^2; B – сумарна ширина стрічок конвеєрів, м; b – загальна ширина проходів, м.			

9.4.5 У місцях примикання галерей до вузлів перевантаження і будівель (за наявності перепаду висот) навантаження від снігу і відкладень промислового пилу слід приймати діючими одночасно і розташованими на площі квадрата зі стороною, що дорівнює ширині галереї. При цьому коефіцієнт μ_z переходу від ваги снігового покриву на галереї до снігового

навантаження на обумовленій площі квадрата слід приймати μ_z =2.

9.4.6 Для зручності очищення підлоги від пилу і розсипаного матеріалу у галереях конвеєри зазвичай повинні проєктуватися підвісними.

9.4.7 Для гідрозмиву розсипаного матеріалу огороджувальні конструкції галерей слід проєктувати утепленими і вологостійкими.

9.4.8 У галереях, призначених для транспортування абразивних сипких матеріалів (руд чорних і кольорових металів, коксу, піску, щебеню), покриття підлоги повинні бути запроєктовані стійкими до абразивного впливу шламу під час гідромиття пилу і розсипаного матеріалу відповідно до СниП 2.03.13.

9.4.9 Галереї й естакади, призначені для транспортування негорючих матеріалів, що не підлягають нагріванню, або шматкових горючих матеріалів (торф, деревина), допускається проєктувати з матеріалів із групою горючості не нижче A2-s2, d0 (група горючості Г1), якщо висота галереї або естакади не перевищує 10 м.

Конструкції галерей і естакад для пішоходів слід передбачати з матеріалів ере п А1 (негорючі матеріали).

Виходи з галерей для пішоходів слід передбачати не більше ніж через 120 м.

9.4.10 У місцях примикання галерей до вузлів перевантаження, які суміщають з протипожежними секціями, слід передбачати протипожежні перегородки 1-го типу.

У галереях з опаленням, призначених для транспортування горючих матеріалів, слід передбачати влаштування водяної завіси.

9.4.11 Евакуаційні виходи з галерей з конструкціями із горючих матеріалів слід передбачати не більше ніж через 100 м. Для галерей, конструкції яких виконано з матеріалів класу А1 (негорючі матеріали), а також для галерей з конструкціями із матеріалів класу не нижче A2-s1, d0 (групи горючості Г1), але призначених для транспортування негорючих вантажів, відстань між евакуаційними виходами допускається збільшувати до 200 м. Відстань від торця галереї до виходу має бути не більше ніж 25 м.

9.4.12 Виходи з галерей допускається поєднувати з вузлами перевантаження. У вільних об'ємах вузлів перевантаження дозволяється розміщувати допоміжні приміщення, призначені для працівників цього вузла перевантаження.

Для приміщень вузлів перевантаження площею не більше ніж 300 м^2, де працює не більше 5 людей у зміну, дозволяється передбачати один евакуаційний вихід на сходи типу С3 з ухилом не більше ніж 1:1, завширшки не менше ніж 0,7 м. Огороджувальні конструкції сходів повинні бути із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали).

9.5 Кабельні та комбіновані галереї й естакади

9.5.1 Проєктування об’ємно-планувальних і конструктивних рішень кабельних і комбінованих галерей і естакад слід виконувати, враховуючи вимоги щодо обмеження поширення пожежі відповідно до ДБН В.1.1-7.

Примітка 1. Комбіновані галереї й естакади призначені для установки стрічкових конвеєрів, прокладання транзитних кабелів та інших комунікацій.

Примітка 2. Кабельну електропроводку зазвичай розташовують на відкритих естакадах.

9.5.2 Ширину проходів у прохідних кабельних галереях і естакадах слід приймати не менше ніж 0,9 м – за однобічного розташування кабелів, 1 м – за двобічного.

9.5.3 Під час проєктування кабельних естакад і галерей з кількістю кабелів не менше ніж 12, а також комбінованих галерей і естакад, призначених для прокладання (крім інших комунікацій транзитних кабелів для постачання електричних приймачів I та II категорій), необхідно передбачати несні будівельні конструкції з ере пі вогнестійкості не менше R45.

Огороджувальні конструкції галерей слід приймати із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали), з класом вогнестійкості не менше EI 15.

9.5.4 Закриті кабельні і комбіновані галереї у місцях сполучень між собою і у місцях примикання їх до виробничих приміщень і споруд, слід розділяти глухими протипожежними перегородками 1-го типу.

9.5.5 У разі розміщення кабельних і комбінованих галерей і естакад поблизу будівель і споруд з глухими протипожежними стінами 3-го типу відстань між ними не нормується. У цьому разі стіну будівлі можна використовувати як огороджувальну конструкцію галереї. У разі розташування галереї безпосередньо біля стін будівлі кабелі повинні бути захищені від стікання води з покрівлі і від снігу, що сповзає з неї.

9.5.6 У разі суміщення кабелів і трубопроводів в одній галереї або естакаді відстань між трубопроводами і кабельними конструкціями повинна бути не менше ніж 0,5 м. Умови суміщеного прокладання кабелів із трубопроводами з горючими газами, з горючими і легкозаймистими рідинами повинні відповідати вимогам згідно з [2] у вибухонебезпечних зонах.

9.5.7 Кабельні галереї мають бути вентильованими, необхідність вентиляції з механічним приводом повинна визначатись розрахунком.

Заходи щодо обмеження поширення пожежі системами вентиляції повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-67.

9.5.8 У разі прокладання в галереях кабелів, заповнених мастилом, галереї повинні мати опалення.

9.5.9 Гранична довжина відсіків кабельних і комбінованих (з прокладанням кабелів) галерей – 150 м, а у галереях з наповненими мастилом кабелями – 120 м.

9.5.10 Відстані між виходами у кабельних і комбінованих галереях повинні бути не більше ніж 150 м, а на естакадах не більше ніж 300 м. Відстань від торця естакад або галерей до виходу не повинна перевищувати 25 м.

9.5.11 Для виходу з галерей і естакад слід передбачати відкриті сталеві сходи з ухилом не більше ніж 1:1.

Виходи повинні мати двері для запобігання вільному доступу на галерею або естакаду особам, не пов’язаним з обслуговуванням кабельного господарства. Двері повинні відчинятися назовні і мати замки, що самі зачиняються. Замки повинні відчинятися без ключа зсередини галереї або естакади.

Двері, які ведуть назовні (на територію підприємства, населеного пункту тощо), допускається застосовувати із горючого матеріалу.

Внутрішні двері повинні самі зачинятись, з ущільненням у стулках.

9.5.12 У разі перепаду висоти галереї або естакади необхідно у проході передбачати пандус з ухилом не більше 12 градусів або сходи з ухилом не більше ніж 1:1. Відстань від початку або кінця пандуса або сходів до дверей повинна бути не менше ніж 1,5 м.

9.6 Розвантажувальні залізничні естакади

9.6.1 Вимоги цього підрозділу слід враховувати у разі проєктування естакад під залізницю, що призначені для вивантаження з вагонів сипких матеріалів. Під час проєктування залізничних зливо-наливних естакад легкозаймистих і горючих рідин і зріджених вуглеводневих газів слід керуватися положеннями ВБН В.2.2-58.1.

9.6.2 Естакади можуть використовуватись як тупикові, так і прохідні. У кінці тупикових естакад необхідно передбачати колійний упор.

9.6.3 Залізничні колії на розвантажувальних естакадах слід розташовувати в поздовжньому профілі на горизонтальному майданчику, а в плані – на прямій ділянці.

З майданчика слід забезпечити відведення води і, за потреби, передбачити тверде суцільне покриття в зоні первинного штабеля.

9.6.4 Висоту естакади (відстань від головки рейки на естакаді до планувальної позначки ґрунту) слід приймати з урахуванням місцевих будівельних умов і обсягів сипкого матеріалу ,що підлягає переробці.

Довжину естакади слід призначати відповідно до технологічних розрахунків і з урахуванням місцевих умов будівництва.

9.6.5 Естакади заввишки не більше ніж 3 м зазвичай треба виконувати з залізобетонних конструкцій або у вигляді бетонних підпірних стін, розташованих з обох боків залізничної колії. Простір між ними повинен бути заповнений утрамбованим дренажним матеріалом.

Естакади заввишки понад 3 м слід проєктувати балкової конструкції з залізобетонними монолітними або збірними опорами кроком 12 м і сталевими або збірними попередньо напруженими залізобетонними прогоновими конструкціями.

Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань прогонових конструкцій естакад слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

9.6.6 Естакади слід розраховувати відповідно до ДБН В.1.2-15 на такі тимчасові навантаження:

— характеристичне тимчасове вертикальне навантаження СК за *К* = 14;

— характеристичне горизонтальне поперечне навантаження від ударів рухомого складу слід визначати залежно від передбачуваної швидкості руху на естакаді;

— у разі оброблення і розвантаженні на естакаді вагонів-самоскидів додатково слід виконувати розрахунки на навантаження від вагонів-самоскидів у момент розвантаження, приймаючи характеристичне значення вертикального тиску на упорну рейку 80 %, а на рейку, напроти напрямку розвантаження – 20 % від повного тимчасового вертикального навантаження. Характеристичне значення горизонтальної сили від поперечного удару, яка прикладається до головки упорної рейки, слід приймати у розмірі 20 % тимчасового вертикального навантаження на упорну рейку.

Розрахункове значення вертикального тиску і горизонтальної сили від поперечного удару слід приймати з коефіцієнтом надійності навантаження $\gamma_f = 1{,}25$. Розрахункове горизонтальне навантаження на протилежну рейку слід приймати рівним нулю.

Естакади масивні або утворені зі стін підпірних з засипкою слід розраховувати без урахування динамічного коефіцієнта.

Елементи прогонових конструкцій і опори естакад балкової конструкції слід розраховувати з урахуванням динамічного коефіцієнта, який приймається:

— для вагонів-самоскидів у момент розвантаження – 1,1 до вертикального тиску на упорну рейку;

— для інших видів рухомого складу – відповідно до ДБН В.1.2-15, але не менше ніж 1,1.

9.6.7 За умовами самоочищення та надійності в експлуатації верхню споруду залізниці на естакадах слід приймати посиленої конструкції, передбачивши захисні заходи щодо її елементів, а також безперешкодну їхню заміну під час ремонтних робіт.

9.6.8 Естакади заввишки не більше ніж 3 м повинні бути обладнані пересувними площадками для обслуговування. Для естакад заввишки 3 м і більше слід передбачати, зазвичай, стаціонарні площадки.

Естакади, призначені для розвантаження тільки вагонів-самоскидів, дозволено облаштовувати площадки для обслуговування з боку, який розташований протилежно зоні розвантаження.

Примітка. Естакади для електропневматичної дистанційної системи керування розвантаженням вагонів-самоскидів слід проєктувати без площадки для обслуговування.

Для обслуговування та ремонту естакади на її кінцях слід передбачати сталеві сходи завширшки не менше ніж 0,7 м, з ухилом не більше ніж 60 градусів із огорожею відповідно до ДСТУ Б В.2.6-52.

9.6.9 За інтенсивної експлуатації конструкцій естакад (вивантаження матеріалу шматками вагою понад 0,49 кН , вивантаження матеріалу з температурою понад 50 °С, вивантаження хімічно активних матеріалів) необхідно передбачити механічний, протикорозійний і термічний захист елементів конструкцій естакади.

10 ВИСОТНІ СПОРУДИ

10.1 Градирні

10.1.1 Норм цього підрозділу слід дотримуватись під час проєктування конструкцій вентиляторних і баштових градирень.

10.1.2 Основні габаритні розміри (у плані, по висоті, розміри отворів для надходження повітря тощо), а також розміри градирень слід приймати відповідно до техніко-економічних розрахунків.

10.1.3 Форму градирень у плані слід приймати для:

— вентиляторних секційних – квадратну або прямокутну;

— баштових і односекційних – круглу, багатокутну або квадратну.

10.1.4 Висоту рівня води у водоймах градирень слід приймати не менше ніж 1,7 м, а відстань від найвищого рівня води у водоймі до верху його борту – не менше 0,3 м.

Для градирень, розташованих на покриттях будівель, допускається влаштування піддонів з глибиною води не менше ніж 0,15 м.

Примітка 1. Вимоги цього пункту не відносять до градирень повного комплектного заводського постачання.

10.1.5 Верх фундаментів градирень, а також верхню частину стін водозбірних резервуарів градирень слід приймати вище планувальної позначки навколо градирні не менше ніж на 0,2 м.

10.1.6 Сталеві конструкції градирень повинні бути доступні для періодичних оглядів, а також повторного нанесення протикорозійних покриттів без демонтажу обладнання.

10.1.7 Зрошувачі слід проєктувати у вигляді блоків із полімерних матеріалів, дерева або інших матеріалів. Конструкція й облаштування блоків повинні забезпечити рівномірний розподіл потоку води і повітря по всій площі градирні.

10.1.8 Проєктування несних дерев'яних конструкцій градирень слід виконувати згідно з ДБН В.2.6-161.

Для дерев'яних конструкцій градирень слід застосовувати модифіковану деревину м'яких листяних порід згідно з ДСТУ EN 1316-1. Допускається використовувати деревину хвойних порід не нижче 2-го сорту згідно з ДСТУ EN 1315-1, оброблену антисептиками, що не вимиваються.

10.1.9 З'єднання збірних залізобетонних елементів градирень слід проєктувати без відкритих сталевих закладних та накладних деталей. У деяких випадках допускається застосування сталевих закладних та накладних деталей і їхніх зварних з'єднань за умови захисту їх лакофарбовими покриттями відповідно до ДСТУ Б В.2.6-145.

10.1.10 Бетон для конструкцій градирень і матеріали для його приготування слід приймати відповідно до ДСТУ 9208.

10.1.11 Бетон залізобетонних конструкцій градирень необхідно приймати не нижче таких класів міцності на стиск для:

— плит днища водозбірних резервуарів С20/25 (застосування класу міцності бетону С12/15 або С16/20 потребує обґрунтування для тривалої експлуатації за морозостійкістю, водопроникністю і протикорозійним захистом);

— монолітних фундаментів (окремо розташованих і стрічкових) – С20/25;

— монолітних стін водозбірних резервуарів і оболонок баштових градирень – С20/25;

— збірних елементів похилої колонади баштових градирень – С25/30;

— збірних стін водозбірних резервуарів – С20/25 і збірних конструкцій водоохолоджувальних пристроїв – С25/30.

10.1.12 Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань градирень слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

10.1.13 Класи бетону за міцністю на стиск і марки за морозостійкістю і за водонепроникністю залізобетонних конструкцій градирень залежно від умов експлуатації і значень розрахункових зимових температур повітря в районі будівництва слід приймати за таблицею 14 з можливим зниженням марок на одну ступінь для градирень заввишки менше ніж 100 м.

Таблиця 14 – Класи бетону за міцністю на стиск, марки за морозостійкістю, водонепроникністю залізобетонних конструкцій градирень

Конструктивний елемент градирні	Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки з імовірністю забезпечення 0.92 згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27	Мінімальні марки і класи бетону терміном після виготовлення 28 діб			
		за морозостійкістю	за водонепроникністю	за міцністю на стиск в конструкціях	
				збірні	монолітні
Оболонка вихлопної башти, опорна колонада	Від мінус 20 °С до мінус 28 °С	F400	W8	С25/30	С25/30
	Вище мінус 20 °С	F300	W8	С25/30	С20/25
Стіни басейна для води, підколонники кільцевого фундаменту, опори трубопроводів, каркас охолоджувального пристрою для води	Нижче мінус 20 °С	F300	W8	С25/30	С20/25
	Мінус 20 °С і вище	F300	W8	С20/25	С16/20
Днище басейну для водозбору, плита кільцевого фундаменту	Нижче мінус 20 °С	F200	W6	С16/20*	С16/20*
	Мінус 20 °С і вище	F100	W6	С16/20*	С16/20*
*)Використання бетону класу С16/20 необхідно обґрунтувати з урахуванням його морозостійкості, водонепроникності й антикорозійного захисту для забезпечення довговічної експлуатації.					

10.1.14 Дозволену ширину довготривалого розкриття тріщин у монолітних і збірних залізобетонних градирнях наведено в таблиці 15.

10.1.15 Для градирень повинні бути передбачені проїзди і майданчики для установки пожежних машин для використання водозбірних резервуарів градирень як резервного джерела води під час пожеж.

Таблиця 15 – Дозволена ширина довготривалого розкриття тріщин у монолітних і збірних залізобетонних градирнях

Конструктивні елементи градирень	Гранично допустима ширина тріщини δ , мм	
	за тривалого розкриття	за нетривалого розкриття
Оболонка витяжної башти	0,15	0,2
Опорна колонада	0,1	0,15

10.1.16 Навколо градирень слід виконати вимощення завширшки не менше ніж 2,5 м і організувати кювети для збирання і відведення атмосферних вод і вод, принесених вітром з повітряних отворів у градирнях. Площа, прилегла до градирень, повинна бути спланована, мати трав'яний покрив або щебінь.

10.2 Вентиляторні градирні

10.2.1 Вентиляторні градирні, які збирають з окремих секцій, складаються з каркаса, що тримає зрошувальні блоки, уловлювача води, системи розподілу води, вентиляторної установки, а також водозбірного басейну.

Секційні градирні слід проєктувати з секціями не більше ніж 400 м^2, а баштові вентиляційні градирні – 400 м^2 і більше.

10.2.2 Геометричні параметри градирень (розміри прогонів, сітки колон) приймають згідно з вимогами технологічної частини та з врахуванням номенклатури заводів-виробників обладнання градирень.

10.2.3 Огороджувальні конструкції секційних градирень слід передбачати з деревини, полімерних листів, залізобетону або зі сталі. При цьому слід забезпечувати герметичність огороджувальних конструкцій (обтискання стиків, склеювання, ущільнення герметиками тощо).

За умови встановлення на покритті споруди градирень заввишки 15 м і більше, їхній каркас та обшивка повинні бути виконані з негорючих матеріалів класу А1. Розрахунок конструкції градирень слід виконувати на основні та епізодичні сполучення навантажень відповідно до ДБН В.1.2-2, а також додатково до основних сполучень – на змінне навантаження від ваги льоду, що утворюється в зоні розташування зрошувача, яке приймається таким, що дорівнює 2 кПа з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1{,}4$.

Навантаження від ваги льоду не слід враховувати для градирень, що експлуатуються тільки влітку. У разі розрахунку на епізодичні сполучення навантажень необхідно враховувати навантаження, зумовлене розривом однієї лопаті вентилятора (поломка обладнання).

10.3 Баштові градирні

10.3.1 Баштові градирні повинні проєктуватись у системах зворотного виробничого водопостачання за витратах охолодженої води, зазвичай, понад 10 000 м^3 на годину. Температура води, що надходить до градирні, не повинна перевищувати плюс 50 °С.

10.3.2 Витяжні башти градирень слід проєктувати гіперболічної, циліндричної, конусної або пірамідальної форми.

10.3.3 Сітку колон зрошувача рекомендується призначати з урахуванням технологічних вимог і матеріалу конструкцій каркаса.

10.3.4 Витяжні башти градирень слід проєктувати із монолітного або збірного залізобетону, а також із застосуванням ґратчастого каркаса зі сталі або деревини з обшивками. Каркаси і обшивка з деревини та інших горючих матеріалів допускаються за площі поперечного перерізу в нижній частині витяжної башти не більше ніж 100 м^2 і заввишки не більше ніж 15 м.

10.3.5 Витяжні башти зі сталевим каркасом повинні бути запроєктовані з урахуванням їхнього монтажу укрупненими блоками.

10.3.6 Обшивку сталевих каркасів баштових градирень слід передбачати із застосуванням алюмінієвих гофрованих листів завтовшки не менше ніж 1 мм, сталевих гофрованих листів з цинковим чи протикорозійним лакофарбовим покриттям або пластикових хвилястих листів.

10.3.7 Кріплення обшивки до каркасів баштових градирень слід виконувати із застосуванням метизів із цинковим покриттям.

10.3.8 Товщину залізобетонної монолітної оболонки витяжної башти слід приймати не менше ніж 0,16 м.

Товщину захисного шару бетону для монолітних оболонок завтовшки (0,16–0,2) м, а також для збірних елементів слід приймати не менше 25 мм, а для оболонок більше 0,2 м – не менше ніж 35 мм.

10.3.9 Опори під залізобетонну башту і зрошувальні пристрої слід виконувати зі збірного залізобетону.

10.3.10 У верхній частині залізобетонної оболонки витяжної башти слід передбачати кільце жорсткості, ширина якого повинна бути не менше ніж 1 м.

10.3.11 У верхній частині витяжних башт слід передбачати площадки для підвішування люльок під час виконання ремонтних робіт, а також для встановлення освітлювальних приладів для забезпечення безпеки повітряних суден. У градирнях із залізобетонними витяжними баштами допускається поєднувати ці площадки з кільцями жорсткості.

10.3.12 Для входу на верхню площадку витяжної башти та охолоджувального агрегата для води необхідно передбачити сходи з огорожею та проміжними площадками.

10.3.13 На площадках має бути огорожа, яку слід приймати згідно з 5.21 типу ПЗ заввишки не менше ніж 1,2 м.

10.3.14 Несний каркас охолоджувального агрегата для води слід проєктувати зі збірних або монолітних залізобетонних конструкцій.

10.3.15 На поверхні конструкцій витяжної башти рекомендується наносити захисні покриття:

— на внутрішню поверхню з паро- та водонепроникних матеріалів;

— на зовнішню поверхню з паропроникних матеріалів (органосілікатних, акрилових із сополімерами або інших матеріалів з подібними властивостями).

10.3.16 Конструкції зрошувальних пристроїв дозволяється призначати на основі теплових та техніко-економічних розрахунків і розрахункових параметрів зрошувальних приладів, що отримані за результатами випробувань. Рекомендується проєктувати градирні з застосуванням одно- або двоярусних зрошувальних пристроїв з полімерів. Проєктування зрошувального пристрою з трьома ярусами і більше дозволяється виконувати тільки в разі обґрунтування достатньої ефективності охолодження води.

10.3.17 Конструкції баштових градирень повинні розраховуватись на сполучення навантажень відповідно до ДБН В.1.2-2. Для градирень, що працюють взимку, необхідно враховувати короткочасне навантаження від ваги льоду: за розрахунку сталевих каркасів витяжних башт – 20 % від загальної ваги башти, а за розрахунку несної рами пристрою водяного охолодження – розрахункове навантаження 3,5 кПа на площу зрошення.

10.4 Баштові копри підприємств з видобування корисних копалин

10.4.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на проєктування скіпових, кліткових і скіпо-кліткових баштових копрів, які призначені для розміщення багатоканатних підіймальних машин з приводом і пускорегулювальною апаратурою, технологічного, ремонтного та допоміжного обладнання підйому, приймальних пристроїв і місткостей для корисних копалин, а також за наявності вільних площ – складів та інших приміщень на підприємствах з видобування корисних копалин закритим способом.

10.4.2 Баштові копри зазвичай слід проєктувати прямокутної або квадратної форми в плані.

У разі неможливості розміщення окремих частин обладнання, а також проходів між обладнанням і конструкціями стін у межах габаритів копра за нормами допускається збільшувати площу машинного залу за рахунок влаштування еркерів.

10.4.3 Баштові копри допускається блокувати з надшахтними будівлями, дозувально-акумуляторними бункерами, адміністративно-побутовими приміщеннями.

Зазначені приміщення повинні відокремлюватися від баштових копрів протипожежними

перегородками 1-го типу та протипожежним перекриттям 3-го типу та протипожежними перешкодами для адміністративно-побутових приміщень згідно з ДБН В.2.2-28.

У разі блокування баштового копра з іншими будівлями і приміщеннями слід забезпечувати доступ до монтажних прорізів у стінах копра.

Блокувати баштові копри з приміщеннями, які пов'язані з використанням і зберіганням горючих матеріалів, легкозаймистих і горючих рідин та горючих газів, не допускається.

10.4.4 У баштових копрах, приміщення яких мають безпосередній зв'язок зі стовбуром і віднесені до категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою А, слід передбачати вентиляційні протиметанні камери заввишки не менше ніж 2,0 м, які унеможливлюють появу вибухонебезпечних концентрацій метану в машинних залах.

10.4.5 Геометричні параметри баштових копрів (розміри прогонів, сітки колон, висоти поверхів) приймають згідно з вимогами технологічної частини та з урахуванням номенклатури заводів-виробників обладнання копрів.

10.4.6 Природне освітлення повинно бути передбачено тільки в машинному приміщенні і на сходах. В інших приміщеннях слід передбачувати штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28.

10.4.7 Монтаж обладнання слід передбачати через монтажні прорізи у стінах копра на нульовій позначці в монтажну комірку і в перекриттях, розташованих одне над одним. Допускається влаштування монтажних прорізів у стінах копра на позначці розташування обладнання, що монтується. На нульовій позначці слід передбачати наскрізні прорізи в стінах для монтажу і демонтажу комунікацій в стовбурі копра, оглядання, навішування і заміни підіймальних місткостей і канатів.

10.4.8 Баштові копри слід виконувати з монолітними залізобетонними стінами або із залізобетонним чи сталевим каркасом зі стінами із навісних панелей.

Несні конструкції каркаса баштового копра повинні мати клас вогнестійкості не менше R60.

10.4.9 Для копрів, що монтують насуванням на фундаменти, необхідно використовувати сталевий каркас.

Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань конструкцій баштових копрів слід приймати згідно з ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

10.4.10 Для несних залізобетонних конструкцій баштових копрів слід приймати бетон класом за міцністю на стиск не нижче С16/20.

10.4.11 Зовнішні стінки копра і стінки внутрішньої шахти повинні спиратися на загальну плиту фундаменту. Якщо основою баштових копрів є скельні ґрунти, допускається відокремлене спирання зовнішніх стін або колон копра на фундамент, а стінки внутрішньої шахти або всього копра – на гирло стовбура шахти.

10.4.12 У разі спирання зовнішніх і внутрішніх стін копра на загальний фундамент між гирлом стовбура і конструкціями фундаменту копра слід передбачати зазор, який унеможливлює їхній контакт під час осідання і крену копра.

10.4.13 Крен і осідання баштових копрів не повинні перевищувати значень відповідно до ДБН В.2.1-10 і відповідати умовам щодо забезпечення працездатності розміщених в них підіймальних установок.

Якщо неможливо забезпечити допустимі значення осідання за рахунок збільшення розмірів фундаменту, влаштування пальової основи, зміцнення ґрунту основи тощо, слід вжити спеціальних заходів для можливості подальшої корекції положення копра (застосування домкратів, легкоплавких подушок тощо).

10.4.14 Під час розрахунку баштових копрів навантаження і впливи та коефіцієнти надійності за навантаженням слід приймати відповідно до ДБН В.1.2-2, а також за таблицею 16.

10.4.15 Під час розрахунку стін, колон, фундаментів і основ копра характеристичні рівномірно розподілені навантаження на перекриття більше двох допускається зменшувати множенням на коефіцієнт за формулою:

$$\eta = 0,6\left(1 + 1/\sqrt{n}\right), \quad (5)$$

де n – кількість перекриттів над обчислюваним перерізом.

10.4.16 Розрахунок монолітних баштових копрів допускається виконувати за розрахунковою схемою стиснено-зігнутого консольного стрижня, визначаючи моменти від вертикальних навантажень з урахуванням ексцентриситетів від крену фундаментів.

10.4.17 Під час розрахунку міцності стін згідно з 10.4.16 несну здатність горизонтального перерізу слід визначати з урахуванням концентрації деформацій і напружень біля прорізів.

10.4.18 Нормальні зусилля стиску в горизонтальних перерізах несної стіни копра у зоні спирання балок слід визначати з урахуванням локальної дії навантаження від них.

Якщо балка спирається над прорізом на висоті менше ширини прорізу, необхідно перевірити міцність вертикальних і похилих перерізів стіни на ділянках між балкою і краями прорізу.

Таблиця 16 – Навантаження, впливи та коефіцієнти надійності за навантаженням для баштових копрів

Класифікація навантажень	Навантаження	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_f
Тимчасові тривалі	Від підіймальних машин (зусилля в канатах)	1,2
	Від прохідного обладнання (баштовий копер)	1,2
	Від тиску (депресія або стиснення)	1,2
Короткочасні	Від обладнання під час пуску, зупинки та випробувань	1,0
	Від мобільного підіймально-транспортного обладнання (будівництво, експлуатація, монтаж, ремонт	1,2
	Від посадки кліті на кулаки	1,2
Епізодичні	Від зусилля в підіймальних канатах під час аварійних ситуацій (заклинюванні, перепідйомі)	1,0

Примітка 1. Характеристичне значення навантаження від депресії (стиснення) приймається максимальним з урахуванням перспектив розвитку шахти.

Примітка 2. Характеристичні тривалі та короткочасні навантаження від тимчасового прохідного обладнання для перевірних розрахунків постійних баштових копрів, які проєктуються з урахуванням використання їх для прохідних робіт під час будівництва шахти, приймаються за завданням на проєктування.

10.4.19 Захист конструкцій копра від корозії повинен виконуватися відповідно до ДСТУ ISO 12944-2, ДСТУ ISO 12944-3 та ДСТУ Б В.2.6-145 із урахуванням впливу мінералізованої шахтної води і вихідного вентиляційного струменя, а для конструкцій, які розташовані у приміщеннях з механічним обладнанням, що підлягає регулярному змащуванню, – впливом мастильних матеріалів.

10.4.20 Сходи і сходові клітки слід проєктувати забезпечуючи необхідний клас вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1-7. Ухил сталевих сходів слід приймати не менше 1:1. В умовах обмеженого простору допускається збільшення ухилу сходів до 1,7:1. Огороджувальні конструкції сходових кліток слід проєктувати із матеріалів класу А1 (негорючі матеріали) з класом вогнестійкості не менше EI15.

10.4.21 Сполучення між поверхами баштових копрів слід передбачати з допомогою сходів, а за обґрунтованої технологічної потреби також може передбачатися ліфт. Крім того, баштові копри повинні проєктуватись із зовнішніми пожежними сходами з виходами у приміщення на кожному поверсі.

10.4.22 Виходи зі сходової клітки до приміщень категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою А і Б слід передбачати через протипожежний тамбур-шлюз 1-го типу з постійним підпором повітря. Підпір повітря до тамбур-шлюзів передбачається згідно з вимогами ДБН В.2.5-56. Ширина проходів між обладнанням із нерухомими деталями або огорожами обладнання з рухомими частинами, а також між обладнанням і стіною, повинна бути не менше ніж 0,7 м.

10.4.23 Приміщення категорій А, Б і В відокремлюються між собою та від інших приміщень протипожежними перегородками 1-го типу, а приміщення категорій А і Б за умовами забезпечення вимог вибухопожежної і пожежної небезпеки – також пилогазонепроникними перегородками.

Об'єм копра, який призначений для розміщення підіймальних місткостей, повинен бути відділений стінами, перегородками або металевою обшивкою. Протипожежні вимоги до цих конструкцій встановлюються згідно з відомчими нормами технологічного проєктування. Протипожежні заходи для ліфтових шахт, сходових кліток, а також стін і перегородок, які поділяють приміщення різних категорій, повинні відповідати вимогам згідно з ДБН В.1.1-7 та ДБН В.1.2-7.

10.4.24 Конструкції та матеріал стін і перегородок, що поділяють приміщення під різними тисками повітря, повинні забезпечувати герметичність цих приміщень.

10.4.25 У машинному залі або на найближчому перекритті слід передбачати санітарний вузол.

10.4.26 У баштових копрах має бути передбачено організоване скидання води із даху (внутрішній або зовнішній).

10.4.27 У копрах слід передбачати вихід на покрівлю. Покрівля повинна мати огорожу згідно з ДСТУ Б В.2.6-49.

10.4.28 У баштових копрах слід передбачати внутрішній протипожежний водопровід (пожежні кран-комплекти) з витратами і відповідною кількістю струменів згідно з вимогами ДБН В.2.5-64.

10.4.29 У баштових копрах на стовбурах з вихідним струменем повітря вхід у герметичні приміщення слід передбачати через шлюзи.

10.5 Димові та вентиляційні труби

10.5.1 Норм цього підрозділу слід дотримуватись під час проєктування димових труб з несними стовбурами із цегли, залізобетону, металу і композиційних матеріалів, які забезпечують ефективне розсіювання димових газів різної температури, вологості й агресивності до допустимих чинними санітарними нормами меж концентрації на рівні ґрунту. Цих норм слід дотримуватись у разі проєктування димових труб заввишки більше ніж 15 м.

10.5.2 Труби, зазвичай, слід проєктувати циліндричної, конічної або комбінованої форми.

10.5.3 Діаметри вихідних отворів і висоти димових труб слід визначати на основі аеродинамічних, теплових і санітарно-гігієнічних розрахунків.

Діаметри можна приймати за таким уніфікованим рядом:1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 2.7; 3,0; 3,3; 3,6 м і далі через 0,6 м.

Мінімальні діаметри труб можна приймати з урахуванням обладнання, яке застосовують під час зведення труб, але не менше ніж 1,2 м – для труб з цегли (у світлі при футеровці) і 3,6 м – для монолітних залізобетонних.

Діаметри сталевих труб допускається приймати не менше ніж 0,4 м за їхньої висоти не більше ніж 45 м.

10.5.4 Висоту цегляних, армованих цегляних і сталевих окремо розташованих (безкаркасних) труб слід приймати не більше ніж 120 м.

Висоту збірних залізобетонних труб слід приймати не більше ніж 60 м, самонесних труб із композиційних матеріалів не більше ніж 70 м, труб із цегли й армованої цегли не більше ніж 100 м, сталевих вільно розташованих (без каркасів) труб – не більше ніж 120 м.

Для більших висот застосовують монолітні залізобетонні, а також сталеві труби і труби з композиційних матеріалів із несними каркасами (баштами).

Вимоги до проєктування витяжних труб, які встановлюють у металевих баштах, див. у 10.9.

Висота труби визначається екологічними вимогами, необхідним розрідженням повітря на рівні вводу газоходу і вимогами щодо безпеки польотів повітряного транспорту.

10.5.5 Відстань по осях між сусідніми димовими трубами має бути не менше п'яти середніх діаметрів більшої труби. Якщо таке розташування неможливе, то необхідно передбачити додаткові заходи, що забезпечують надійність конструкцій: розтяжки, різні типи гасників коливань, підтримувальні конструкції.

10.5.6 У місцях з'єднання газоходів з димовою трубою слід передбачити осаджувальні шви або компенсатори. Розміщення компенсаторів (або осаджувальних швів) повинно визначатись залежно від розташування траси трубопроводу у зоні димової труби.

Мінімальна швидкість димових газів на виході з гирла димової труби рекомендується не менше ніж 4 м/с влітку і 7 м/с взимку для усунення ефекту задування й «обволікання» оголовка труби. Максимальна швидкість на виході визначається із умови відсутності надмірного статичного тиску по всьому газовідвідному каналу стовбура труби (крім труб з газостійкими газовідвідними стовбурами і труб з протитиском).

10.5.7 У разі введення в димову трубу в одному горизонтальному перерізі двох газоходів, вони повинні бути розташовані з протилежних боків на одній осі, у разі введенні трьох газоходів – під кутом 120 градусів один до одного. При цьому загальна площа ослаблення в одному горизонтальному перерізі не повинна перевищувати 40 % від загальної площі ділянки стовбура або стакана фундаменту залізобетонної труби, 30 % стовбура цегляної труби і 20 % несного стовбура сталевої труби.

У разі введення в димову трубу декількох газоходів і їхньої одночасної роботи необхідно передбачати у нижній частині димової труби або у стакані фундаменту розподільні стінки або напрямні патрубки, які унеможливлюють взаємний вплив газових потоків, а також знижують аеродинамічний опір вузла вводу в димову трубу.

Розподільні стінки не повинні проєктуватись в розпір з футерівкою, крім того, може бути передбачена «продувка» через розподільну стінку.

10.5.8 Для захисту несного стовбура димової труби від температурного й агресивного впливу вивідних газів за потреби допускається футерування і теплова ізоляція стовбура. Залежно

від температури й агресивності газів, наявності абразивних часток у повітрі, футерування слід виконувати із шамотної, кислототривкої або глиняної звичайної цегли, спеціального бетону, керамічних блоків, металів, а також композиційних полімерних матеріалів.

Можуть бути використані такі види футерування:

— з прямим нанесенням на внутрішню поверхню несного стовбура бетонного розчину методом торкретування або монолітної футерівки зі спеціального теплоізоляційного бетону;

— з теплоізоляційним матеріалом, який заповнює зазор між футерівкою і зовнішнім стовбуром;

— з повітряним зазором між футерівкою і зовнішнім стовбуром («труба в трубі»).

Улаштування футерівки з повітряним зазором можна виконувати у вигляді внутрішнього газовідвідного стовбура з обслуговуваним і необслуговуваним міжтрубним простором із спиранням на фундамент димової труби або на зовнішній несний стовбур.

Улаштування цегляної футерівки з повітряним зазором і спиранням на зовнішній стовбур слід забезпечувати ланками, а як опорну конструкцію проєктувати консольні виступи у стовбурі. Висота ланок повинна бути не більше ніж 25 м за товщини 250 мм і не більше ніж 12,5 м за товщини 125 мм. У зоні прорізів для газоходів товщину облицювання слід приймати у $1^1/_2$ – 2 цеглини. У разі використання спеціальної фасонної шпунтової кераміки товщину футерівки може бути зменшено.

У разі проєктування внутрішніх газовідвідних стовбурів використовують вуглецеві, низьколеговані, корозійностійкі, жароміцні сталі, титан і сплави, а також полімерні композиційні матеріали з урахуванням рівня хімічного навантаження, а також шаруваті пластмаси.

Для вуглецевої сталі та поковок зі сталі слід передбачати збільшення товщини листів з внутрішньої сторони труби з урахуванням хімічного корозійного зносу відповідно до ДСТУ ISO 12944-3.

Зовні газовідвідні стовбури в зоні дії відхідних газів повинні бути виготовлені з корозійностійкої сталі відповідно до ДСТУ 8541 (сталь марки 09Г2Д, 15ХСНД, 10ХСНД тощо) та ДСТУ EN 10025-5 (сталь марки S355 J0W тощо).

Композиційну футерівку рекомендується використовувати у вологих хімічно агресивних середовищах, при цьому температура експлуатації повинна бути, зазвичай, не більше ніж 100 °С. Для ряду агресивних вологих середовищ допускається температура експлуатації не більше ніж 120 °С. Допускається короткочасне підвищення температури до 150 °С. В умовах сухих димових газів футерівку із композиційних матеріалів, виготовлену зі сполучених на основі епоксидних вінілефірних, фенолформальдегідних і епоксідних смол, допускається застосовувати за температури вихідних газів, зазвичай, не більше ніж 180 °С. Допускається короткочасне підвищення температури до 200 °С.

Слід враховувати, що підвищення температури до вказаних граничних рівнів призводить до скорочення експлуатації футерівки.

Улаштування футерівок усіх типів слід проєктувати з урахуванням температурного розширення матеріалу футерівки як заввишки, так і за діаметром.

Для футерівок необхідно враховувати перепад температур. Для цегляних футерівок, щоб забезпечити вимоги норм за тріщиностійкістю, різниця температур не повинна перевищувати 80 °С.

10.5.9 У нижній частині димової труби, фундаменті або підвідних газоходах слід передбачати лази для оглядання труби, а за потреби – пристрої для видалення конденсату.

10.5.10 На зовнішньому боці труби повинні передбачатись площадки і сходи, а для цегляних труб – скоби. Сходи або скоби встановлюють на висоті (2,4–2,5) м від поверхні ґрунту. Площадки, сходи і скоби повинні мати огорожу або спеціальні системи для захисту від падіння.

Для контролю температури, складу та інших характеристик газів (відповідно до завдання на проєктування) на труби встановлюють прилади (КВП).

10.5.11 Надмірний статичний тиск усередині димових труб порівняно з атмосферним не допускається, щоб запобігти проникненню димових газів у несні конструкції цегляних і залізобетонних труб з газопроникною футерівкою. За наявності надмірного статичного тиску слід проєктувати димову трубу спеціальної конструкції (з внутрішнім газопроникним газовідвідним стовбуром або протитиском у вентильованому зазорі між стовбуром і футерівкою).

10.5.12 У димових трубах з протитиском (залежно від режиму роботи) слід використовувати природну або примусову вентиляцію повітряного зазору між стовбуром і футерівкою. Величину протитиску слід приймати у кожному перерізі труби не менше ніж 0,05 кПа.

10.5.13 У разі підключення декількох агрегатів до труби і коливанні кількості димових газів, що утворюють конденсат, допускається проєктувати багатостовбурні труби з декількома газовідвідними стовбурами, які розташовані всередині стовбура несної труби. Для захисту від опадів міжтрубний простір повинен мати дах з можливістю доступу до нього.

У просторі (у прохідному зазорі) між несними і газовідвідними стовбурами технічним завданням можуть бути передбачені кільцеві площадки, сходи, електроосвітлення, а також ліфт.

10.5.14 Мінімальний діаметр верхньої частини зовнішнього стовбура несної труби слід визначати з умов розміщення необхідної кількості газовідвідних стовбурів і ліфта, а також необхідних проходів для монтажу, контролю під час експлуатації і виконання ремонтних робіт.

10.5.15 Газовідвідні стовбури слід виготовляти з металевих, неметалевих негорючих жароміцних матеріалів або важкозаймистих полімерних композиційних матеріалів. На зовнішньому боці труби газовідвідних стовбурів слід встановлювати теплову ізоляцію, товщина якої розраховується, виходячи із забезпечення перепаду необхідної температури газу на внутрішній поверхні стовбура, а також температурі зовнішньої поверхні теплоізоляції не більше ніж 60 °С.

Газовивідні стовбури можуть спиратись на загальний фундамент димової труби (чи окремий фундамент під стійку/стійки для газоходів) або їх підвішують цілком чи окремими частинами (за значної висоти труби) на внутрішніх металевих несних площадках, які, своєю чергою, спираються на конструкції несного стовбура або башти.

10.5.16 Фундаменти димових труб повинні бути запроєктовані залізобетонними з підошвою круглого, квадратного, багатокутного або кільцевого обрису відповідно до ДБН В.2.1-10.

10.5.17 Граничні допустимі значення осідання та крену для фундаментів димових труб приймають відповідно до ДБН В.2.1-10. Ці значення, залежно від висоти труби, наведено в таблиці 17.

10.5.18 У разі високих рівнів ґрунтових вод і підземному розташуванні газоходів слід передбачати дренаж.

Таблиця 17 – Граничні допустимі значення осідання та крену для фундаментів димових труб

Висота труби h м	Крен	Осідання, м
<100	0,005	0,4
100–200	1/(2 h)(м)	0,3
200–300	1/(2 h)(м)	0,2
>300	1/(2 h)(м)	0,1

10.5.19 Під час розрахунку залізобетонних димових труб за граничними станами першої групи необхідно враховувати одночасний вплив навантаження від власної ваги, розрахункового граничного вітрового навантаження, а також вплив температури відвідних газів.

Під час розрахунку за граничними станами другої групи – одночасний вплив навантаження від власної ваги, експлуатаційного розрахункового навантаження від вітру, а також вплив температури відвідних газів і температури від сонячного випромінювання.

Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f від власної ваги наведено в таблиці 18.

Таблиця 18 – Коефіцієнти надійності за навантаженням, γ_f, від власної ваги для димових труб

Конструкції	Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f
Метал	1,05
Цегла й арматура, бетон і залізобетон середньої щільності понад 16 кН/м^3, виготовлені з полімерних композиційних матеріалів	1,1
Бетонні та залізобетонні монолітні футерівки, виконані:	
— на будівельному майданчику;	1,2
— у заводських умовах	1,1
Усі види теплоізоляції, стяжок, засипок, захисних та ізоляційних шарів, що виконуються:	
— на будівельному майданчику;	1,3
— у заводських умовах	1,2
Ґрунти непорушеного складу	1,1
Ґрунти на будівельному майданчику (реверсної засипки тощо)	1,15
Під час розрахунку елементів збірних конструкцій:	
— у разі транспортування;	1,8
— у разі підіймання та кріплення	1,5

10.5.20 Навантаження та впливи на димові труби, коефіцієнти надійності за навантаженням та можливі сполучення навантажень визначаються і враховуються відповідно до ДБН В.1.2-2, а також вказівок цього підрозділу.

У разі розрахунку труб заввишки не більше ніж 150 м коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження γ_{fm} визначається за таблицею 9.1 ДБН В.1.2-2 як для конструкцій масового будівництва, для яких період повторюваності T приймається таким, що дорівнює встановленому строку експлуатації T_{ef} Для труб заввишки 150…300 м коефіцієнт надійності визначається за таблицею 9.1 для періоду повторюваності, обчисленого з урахуванням встановленого строку експлуатації T_{ef} та коефіцієнта з таблиці 9.2 ДБН В.1.2-2 у разі забезпеченості $P=0{,}55$. Для труб заввишки понад 300 м ця забезпеченість приймається $P=0{,}65$.

10.5.21 Температурні перепади в стінці труби від впливу температури вивідних газів повинні визначатись на основі теплових розрахунків для встановленого теплового потоку за найвищої температури газів і розрахункової температури зовнішнього повітря (середня температура найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0,92) та найбільшого значення коефіцієнта теплопередачі зовнішньої поверхні димової труби.

10.5.22 Димові циліндричні труби і труби невеликої конусовісті (не більше ніж 0,012) слід розраховувати на швидкісний натиск вітру і резонанс відповідно до ДБН В.1.2-2. Димові циліндричні труби з конусовістю більше ніж 0,012 на резонанс допускається не перевіряти.

10.5.23 Допускається розрахункову схему димової труби приймати у вигляді затиснутого в основі консольного стрижня постійної або змінної висоти кільцевого перерізу.

Для сталевих труб і труб із композиційних матеріалів з відтяжками розрахункова схема може бути прийнята у вигляді консольного стрижня, затиснутого біля основи з пружними опорами у місцях кріплення до труби відтяжок.

10.5.24 Визначення згинальних моментів у горизонтальних перерізах стовбура димової труби повинно проводитись за деформованою схемою з урахуванням додаткових моментів вигину від власної ваги за рахунок прогину труби від впливу вітрових навантажень, температури, сонячного випромінювання і крену фундаменту. Для залізобетонних труб необхідно враховувати збільшення прогинів за рахунок утворення тріщин і нелінійної деформації бетону й арматури.

10.5.25 Для врахування кільцевих напружень у поперечному перерізі, а також додаткових моментів від прогину труби під впливом сонячного випромінювання необхідно враховувати розподіл температурних перепадів на зовнішній поверхні від 25 °С із сонячної сторони до 0 °С на межі з тіньовою стороною.

10.5.26 Горизонтальне переміщення верхньої частини труби від експлуатаційного значення вітрового навантаження не повинно перевищувати 1/75 її висоти.

10.5.27 Розрахункова довжина труби у разі визначення форм вільних коливань і перевірці несної здатності горизонтальних перерізів для вільно розташованих труб повинна бути прийнята такою, що дорівнює висоті труби, помноженої на коефіцієнт 1,12.

10.5.28 Розмір підошви фундаменту на природній основі повинен бути таким, щоб за умовної трапецієподібної епюри тиску під підошвою від навантажень, які приймаються для розрахунку за другою групою граничних станів, для крайових тисків виконуються співвідношення $p_{\min} \geq 0,25 p_{\max}$, а від навантажень, взятих для розрахунку за першим граничним станом і розрахунку на особливе сполучення навантажень $p_{\min} \geq 0$.

10.5.29 У разі коливання температур по висоті фундаментної плити для розрахунку фундаменту необхідно враховувати температурні зусилля, які визначають відповідно до СНиП 2.03.04.

10.5.30 Під час проєктування в сейсмічних зонах, крім вимог згідно з ДБН В.1.1-12, необхідно враховувати таке:

— у разі розрахунку основ і фундаментів труб класів відповідальності СС1 і СС2 на аварійне сполучення навантажень з урахуванням сейсмічного впливу не допускається відрив підошви фундаменту від ґрунту в будь-якій точці підошви, тобто $p_{\min} / p_{\max} \geq 0$;

— кільцеву арматуру залізобетонного стовбура димової труби на навантаження від сейсмічного впливу розраховувати не слід;

— з'єднання кільцевої арматури виконують з напуском завдовжки не менше 40 діаметрів; в одному перерізі слід стикувати не більше ніж 25 % розтягнутої арматури, під час армування у зонах прорізів допускається не більше ніж 50 % стиків в одному перерізі;

— вертикальне армування повинно виконуватись стрижнями діаметром не більше ніж 25 мм із періодичного профілю;

— з'єднання вертикальної арматури з напуском без зварювання проєктувати відповідно до ДБН В.1.1-12, за наявності додаткових анкерних пристроїв на кінцях стрижнів, що з'єднуються з напуском, довжина якого може бути зменшена відповідно до ДБН В.2.6-98.

10.6 Цегляні димові труби

10.6.1 Стовбур цегляної димової труби слід проєктувати у вигляді зрізаного конуса (цоколь труби повинен бути циліндричної форми). Нахил твірної зовнішньої поверхні стовбура

труби до вертикалі слід приймати зазвичай у межах 0,02–0,04 по всій висоті.

10.6.2 Для складання стовбурів цегляних димових труб слід використовувати цеглу керамічну відповідно до ДСТУ Б В.2.7-61 та згідно з ДСТУ Б В.2.7-36.

Допускається застосовувати звичайну глиняну цеглу пластичного пресування марки не нижче 125 та водопоглинанням не більше ніж 15 %. Також допускається використання порожнистої керамічної цегли з об'ємом пустот не більше ніж 5 %.

Марку цегли за морозостійкістю слід приймати залежноі від режиму роботи труби, але не нижче 25. Для складання стовбура необхідно використовувати складні розчини марок не нижче ніж 50.

10.6.3 По висоті цегляної труби слід передбачати горизонтальні стяжні кільця зі стрічкової сталі, крок і переріз яких потрібно визначати за розрахунком. При цьому товщина стяжних кілець повинна бути не менше ніж 10 мм, крок – не більше ніж 1,5 м.

10.6.4 Товщина стінок стовбура визначається розрахунком, але не менше ніж 1,5 цегли.

10.6.5 Розрахунок горизонтальних перерізів димової труби за несною здатністю слід виконувати відповідно до ДБН В.2.6-162 та ДСТУ Б В.2.6-207.

Для усіх горизонтальних перерізів стовбура точка прикладення поздовжньої сили повинна бути в межах ядра перерізу, тобто $e_0 \le \left(D^2 + d^2\right)/8D$, де D і d – відповідно зовнішній і внутрішній діаметр перерізу стовбура димової труби. Розрахунковий опір цегляної кладки на стиск *R* приймається з коефіцієнтом умов роботи $\gamma_c = 0{,}9$.

10.6.6 Розрахунок вертикальних перерізів стовбура димової труби на температурні впливи, спричинені різницею температур у товщині стінки стовбура, слід виконувати приймаючи епюру в стиснутій зоні прямокутною. Зусилля розтягу слід сприймати стяжними сталевими кільцями. Коефіцієнт умов роботи для визначення розрахункового опору сталі стяжних кілець, які працюють на розтяг, приймати таким, що дорівнює $\gamma_c = 0{,}7$.

10.7 Залізобетонні димові труби

10.7.1 Стовбур залізобетонної димової труби слід проєктувати у вигляді циліндра, зрізаного конуса або комбінованої форми – у вигляді комбінації зрізаного конуса і циліндра. Відношення висоти усього стовбура або його окремої ділянки до його зовнішнього діаметра зазвичай повинно бути не більше ніж 20/1.

Нахил твірної поверхні труби до вертикалі слід приймати не більше 0,1.

10.7.2 Збірні залізобетонні димові труби слід проєктувати циліндричної форми з окремих царг. З'єднання царг між собою необхідно виконувати шпильками або болтами класу міцності не нижче 10.9.

10.7.3 Для фундаментів і стовбурів залізобетонних монолітних труб слід використовувати клас бетону за міцністю на стиск не менше С20/25, за водоцементного відношення – не більше ніж 0,45. Марка бетону труб за морозостійкістю повинна бути не менше F200, за водонепроникністю – W8.

Для труб, в яких можливо утворення конденсату, марка бетону за морозостійкістю повинна бути не менше F300.

Підбір складу бетону, що відповідає викладеним вище вимогам, проводиться до початку зведення стовбура для заданих значень рухливості і стійкості. Для бетонних стовбурів труб слід використовувати сульфатостійкий портландцемент, сульфатостійкий портландцемент з мінеральними добавками відповідно до ДСТУ 9208 або портландцемент марки не менше 400 відповідно до ДСТУ Б В.2.7-46.

Як крупний заповнювач слід приймати фракційний щебінь щільних і міцних не вивітрених порід (граніт, сієніт, діорит тощо), що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-75.

Модифікатори або хімічні добавки повинні використовуватись для отримання проєктних значень класу бетону відповідно до ДСТУ Б В.2.7-171.

Допускається застосування інших хімічних, зокрема модифікованих добавок, одержаних під час застосування технологій, що забезпечують стабільну рухливість бетонних сумішей, а також виробництво бетону за проєктними вимогами. Додавання до бетону хлористих солей не допускається.

Допускається зниження марки за морозостійкістю, але не нижче значення згідно з ДБН В.2.6-98.

10.7.4 Товщину стінок стовбура залізобетонної димової труби слід приймати за розрахунком. Мінімальна товщина стінки верхньої частини монолітної труби повинна бути не менше ніж 0,2 м.

10.7.5 Армувати стінки монолітної труби слід подвійно (ззовні і зсередини). Площа перерізу арматури, яка віднесена до площі розрахункового перерізу стовбура, повинна бути не менше: для кільцевої арматури – 0,2 %; поздовжньої – 0,4 %.

У разі застосування переставної опалубки для спорудження монолітної залізобетонної димової труби кільцеву арматуру слід розташовувати з внутрішнього боку вертикальної арматури (за технологією зведення). Під час застосування ковзної опалубки кільцеву арматуру слід розташовувати з зовнішнього боку поздовжньої арматури.

10.7.6 Стики розтягнутої арматури труб допускається влаштовувати внапуск без зварювання. Стики вертикальної і кільцевої арматури слід влаштовувати так, щоб кількість стиків у перерізі була не більше ніж 25 % від загальної кількості стрижнів.

10.7.7 Товщину захисного шару бетону для робочої арматури слід приймати не менше ніж 40 мм і не менше діаметра арматури, а за наявності агресивних газів додатково збільшувати на 5 мм.

10.7.8 Допустиму межу температури нагрівання арматури, вибір складу бетону залежно від температури димових газів, додаткові коефіцієнти умов роботи для розрахункових опорів бетону й арматури, а також метод розрахунку вертикальних перерізів на вплив нерівномірного нагрівання по товщині стінки слід приймати відповідно до СНиП 2.03.04.

10.7.9 Максимальна ширина розкриття тріщин у розтягнутій зоні перерізу не повинна перевищувати: для верхньої третини висоти труби – 0,1 мм, для нижніх двох третин висоти труби – 0,2 мм. За відповідного обґрунтування для нижньої частини димової труби допускається ширина розкриття тріщин товщиною не більше ніж 0,3 мм.

10.8 Сталеві димові труби

10.8.1 Стовбур сталевої димової труби може складатися із верхньої циліндричної і нижньої конічної частин. Сталеві димові труби за конструктивною схемою поділяються на вільно розташовані і труби з додатковими несними конструкціями.

10.8.2 Геометричні параметри сталевих димових труб приймаються на основі розрахунків залежно від висоти труби, необхідного вихідного діаметра, обраної форми споруди або компонування стовбурів у споруді. Для вільно розташованих сталевих димових труб співвідношення розмірів до загальної висоти труби зазвичай приймають такими: діаметр циліндричної частини стовбура повинен бути не менше 1/20 висоти труби, діаметр основи конічної частини – не менше 1/10, висота конічної частини – не менше 1/4 висоти труби.

Примітка. Під час встановлення динамічних або механічних гасників коливань діаметр циліндричної частини може складати 1/25 загальної висоти труби.

10.8.3 Сталеві димові труби без футерівки заввишки 60 м і більше, а також футеровані

труби з відношенням висоти труби до діаметра більше 20:1 слід проєктувати з відтяжками.

10.8.4 Під час проєктування димових труб з відтяжками розташування відтяжок слід приймати так: висота верхньої частини стовбура труби над відтяжками за одного ярусу відтяжок повинна бути в межах від 1/3 до 1/4 від загальної висоти труби, за двох ярусів – не більше 1/5; відстань між ярусами відтяжок повинна дорівнювати 1/3 висоти труби.

Примітка. Зазначені відстані між ярусами відтяжок можуть бути скориговані відповідно до техніко-економічних обґрунтувань.

10.8.5 Сталеві димові труби заввишки більше ніж 120 м повинні бути розкріплені в нижній частині жорсткими підкосами. Як несну конструкцію допускається використовувати ґратчасті башти.

10.8.6 Циліндричну і конічну частини сталевої труби слід з'єднувати встик без ребер. Товщина стінок труби повинна бути не менше ніж 4 мм.

10.8.7 Верх циліндричної частини димової труби слід посилювати горизонтальним ребром жорсткості.

Для покращення аеродинамічних властивостей конструкції рекомендується верхню частину стовбура димової труби проєктувати з гасниками коливань (інтерцепторами) спиралеподібної форми з металевих смуг.

10.8.8 Футерування сталевих труб слід спирати на спеціальні горизонтальні кільцеві ребра, які приварюють з внутрішнього боку до стінки труби для забезпечення її місцевої стійкості.

Сталеві елементи кріплення футерування, сталеві захисні екрани тощо, які працюють за температури металевої поверхні до 300 °С, слід виготовляти із корозійностійкої і жароміцної сталі.

Використання в газовивідних стовбурах з корозійностійких жароміцних сталей кільцевих ребер жорсткості з маловуглецевих низьколегованих сталей для запобігання корозії під дією залишкових напружень під час улаштування ребер зварюванням не допускається.

10.8.9 Технологічні отвори й отвори для пропускання газових труб через оболонку димової труби повинні мати круглу, овальну або прямокутну форму з закругленими кутами. Щоб не допустити втрати стійкості і забезпечити необхідну міцність оболонки труби, слід передбачити додаткове підсилення оболонки в місцях утворення отворів і прорізів.

10.8.10 Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань конструкцій димових труб слід приймати згідно з ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

10.8.11 Розрахунок несних елементів сталевих конструкцій димових труб і визначення розрахункового опору матеріалів для розрахункової температури до 100 °С і можливого короткочасного підвищення температури до 150 °С виконується відповідно до ДБН В.2.6-198.

Товщину стовбура димової труби слід приймати з урахуванням внутрішнього і зовнішнього припуску на корозію. Ці припуски слід додавати до товщини оболонки, яка визначена за результатами розрахунку на міцність, стійкість і граничні деформації. З'єднання елементів несного стовбура труби слід виконувати зварюванням або болтовими фланцевими з'єднаннями з використанням високоміцних болтів із попереднім розрахунковим натягом.

10.8.12 Сталеві димові труби слід розраховувати на втому відповідно до ДБН В.2.6-198 з урахуванням критичної швидкості вітру, що спричиняє резонансні коливання споруди. Перевірці підлягають стикові шви димових труб і зварні шви кріплення фланців до оболонки, при цьому в розрахунку слід враховувати не менше ніж $2 \cdot 10^6$ циклів вітрового навантаження.

10.8.13 Сталеві димові труби слід перевіряти на загальну та локальну стійкість.

Слід вжити заходів для усунення втрати місцевої стійкості або втрати круглої геометричної форми поперечного перерізу труби. Для цього передбачають сталеві кільцеві ребра жорсткості або армований бетон з внутрішнього боку оболонки.

Місця поєднання циліндричної і конічної частин труби, а також усі місця зміни товщини

оболонки необхідно перевіряти на міцність з урахуванням додаткових напружень від крайового ефекту.

10.8.14 Необхідно виконувати розрахунок сталевих димових труб на резонансне вихрове збудження згідно з ДБН В.1.2-2.

Для запобігання вихровим збудженням за рахунок покращення аеродинамічних властивостей димової труби можуть бути використані різні конструктивні заходи: встановлення у у верхній частині стовбура гасників коливань (інтерцепторів) у вигляді вертикальних або спіральних ребер, встановлення відповідно налаштованих динамічних або механічних гасників коливань тощо.

10.8.15 Не допускається використання як зовнішнього утеплення несних сталевих димових труб мінераловатної ізоляції з облицюванням, що пропускає газові пари.

Використання в газовивідних стовбурах з корозійностійких жароміцних сталей кільцевих ребер жорсткості (для забезпечення місцевої стійкості) з маловуглецевих низьколегованих сталей для запобігання корозії під дією залишкових напружень під час улаштування ребер зварюванням не допускається.

10.9 Витяжні башти

10.9.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на проєктування сталевих витяжних башт із закріпленими до них одного або декількох газовідвідних стовбурів із труб, призначених для видалення шкідливих незаймистих газів, які були очищені, але зберігають певний ступінь агресивності, з вологістю 80–90 %, що містять конденсат і, зазвичай, не мають високої температури.

Витяжні башти можуть бути призначені для видалення газів або високотемпературного повітря (до 300 °С). При цьому необхідно враховувати можливі зміни розрахункових характеристик матеріалів газовідвідних стовбурів труб.

Витяжні башти слід проєктувати із металу і конструкційних негорючих і важкогорючих полімерних матеріалів.

10.9.2 До постійних дій на витяжні башти відносяться вага самої башти, охоплюючи її фундамент, вага і тиск ґрунту; до змінних дій – вага частин споруди, які під час експлуатації можуть бути змінені, середня швидкість вітру, яка може викликати коливання; від ожеледі, зміни температури протягом доби та від сонячного випромінювання; опади (сніг, дощ, відкладення пилу); до епізодичних дій – сейсмічні і вибухові впливи, несправність або поломка обладнання, наприклад, відмова в роботі автоматичних пристроїв, які регулюють зусилля у відтяжках; нерівномірність осідання основи.

Навантаження та впливи на башти,коефіцієнти надійності за навантаженням та можливі сполучення навантажень визначаються і враховуються відповідно до ДБН В.1.2-2, а також вказівок цього підрозділу. Під час розрахунку башт заввишки не більше ніж 150 м коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження γ_{fm} визначається за таблицею 9.1 ДБН В.1.2-2 як для конструкцій масового будівництва, для яких період повторюваності T приймати за величиною, що дорівнює встановленому терміну експлуатації T_{ef}. Для башт заввишки 150... 300 м коефіцієнт надійності визначається за таблицею 9.1 для періоду повторюваності, обчисленого з урахуванням встановленого строку експлуатації T_{ef}. та коефіцієнта з таблиці 9.2 ДБН В.1.2-2 у разі забезпеченості P = 0,55. Для башт заввишки понад 300 м ця забезпеченість приймається такою, що дорівнює P = 0,65.

Сталеві конструкції каркасів витяжних башт слід проєктувати та приймати марки сталей і матеріали для зварних з'єднань згідно з ДБН В.2.6- 198 (див. 5.5).

10.9.3 Під час визначення навантажень від маси несних конструкцій і обладнання слід враховувати такі значення коефіцієнтів надійності за навантаженням:

— фасонні деталі і вузли – $\gamma_f = 1{,}2$;

— несні конструкції і обладнання — $\gamma_f = 1{,}1$ у розрахунку міцності і $\gamma_f = 0{,}9$ у розрахунку на перекидання і відшарування;

— відтяжки башт – $\gamma_f = 1{,}0$.

10.9.4 Під час розрахунку на вітрові навантаження слід враховувати вплив максимальних значень швидкості вітру, які виникають під час шторму значної тривалості; максимальні, але нерівномірні по висоті швидкості вітру, що виникають у приграничному шарі атмосфери внаслідок мезоструменевих течій; локальні впливи вітру при локальних штормах, вихрових шквалах тощо; пульсаційні впливи вітру.

Під час розрахунку витяжних башт, які мають декілька газовивідних стовбурів, навантаження на споруду від впливу вітру слід збільшувати за рахунок впливу декількох близько розташованих (на відстані менше ніж 5 м або менше ніж 8 діаметрів стовбура) газовідвідних стовбурів. Для башт, які мають переломи поясу, під час розрахунку розкосів і розпірок необхідно враховувати зональну дію вітру з урахуванням можливого зменшення вітрового навантаження.

Характеристичні значення вітрових і ожеледно-вітрових навантажень, а також кліматичні впливи визначаються згідно з ДБН В.1.2-2.

10.9.5 У витяжній башті допускається один або кілька газовивідних стовбурів. Один газовідвідний стовбур необхідно розташувати всередині витяжної башти; якщо всередині башти є кілька газовідвідних стовбурів, допускається розміщення всіх їх всередині башти або частину стовбурів — всередині башти, а іншу частину — з її зовнішніх боків.

10.9.6 Розміри газовідвідного стовбура рекомендується визначати за технологічними розрахунками, що відповідають вимогам санітарних норм за граничними концентраціями шкідливих викидів в атмосферу. Внутрішній діаметр газовивідного стовбура можна приймати за таблицею 19. У нових проєктах можуть бути застосовані інші діаметри сталевих труб.

10.9.7 Форму ґратчастої башти і її розміри слід визначати з урахуванням економії сталі, технології виготовлення, умов прийнятого методу монтажу, раціонального розміщення башти на генплані і зручності експлуатації.

10.9.8 Несну витяжну башту слід проєктувати як поєднання призматичної (верхньої) і пірамідальної (нижньої) частини з трьома, чотирма гранями і більше, повністю призматичною або пірамідальною.

Таблиця 19 – Внутрішні діаметри газовивідного стовбура

Висота, м	Внутрішній діаметр, м
45	0,6–1,5
60	0,6–2,4
75	1,5–3,6
90	1,5–6
120–210	1,8–7,2
240	3,6–7,2

10.9.9 Різниця позначок верха газовідвідного стовбура і верха несної башти повинна бути в межах 2–2,5 діаметрів газовідвідного стовбура, що не перевищує 8 м і 10 м відповідно. Висота виступних стовбурів визначається згідно з конструктивними й архітектурними міркуваннями. Під час виконання газовідвідного стовбура із полімерних матеріалів ця різниця визначається конструктивно з урахуванням підвищених вимог до протикорозійного захисту верхньої площадки башти.

10.9.10 Найменший габаритний розмір несної башти в нижній частині слід приймати, зазвичай, не менше 1/10 її висоти.

Найменший габаритний розмір несної башти на її верхній позначці слід визначати з умови розміщення необхідної (за завданням на проєктування) кількості газовідвідних стовбурів і ліфта (за наявності), а також необхідних проходів для виконання ремонтних робіт. У разі стисненого габариту верхньої частини башти (за великого діаметру газовідвідної магістралі або потреби розміщення декількох газовідвідних стовбурів всередині башти і стиснених умовах генплану) для проходів дозволяється проєктувати виносні площадки. Ширина проходів повинна бути не менше ніж 0,7 м.

10.9.11 По висоті несної башти необхідно передбачати влаштування горизонтальних діафрагм. Відстань між діафрагмами чотиригранних і багатогранних башт слід призначати не більше трьох розмірів середнього поперечного перерізу башти, а також розміщувати їх у місцях зламу поясів.

У верхніх секціях башти допускається встановлювати діафрагми по одній на кожну секцію башти (за висоти секції не більше ніж 12 м).

10.9.12 Діафрагми повинні використовуватись для горизонтального спирання газовідвідних стовбурів і площадки, що необхідні для експлуатації та забезпечення проходів навколо газовідвідних стовбурів до поясів і вузлів решітки несної башти.

10.9.13 Газовідвідні стовбури повинні бути виготовлені із матеріалів, стійких до впливу відвідних газів, або мати відповідний протикорозійний захист.

Газовідвідні стовбури повинні проєктуватись з металевих і конструкційних полімерних матеріалів.

Захист від корозії і температурного впливу внутрішніх поверхонь оболонок газовідвідних стовбурів повинен здійснюватися згідно з ДСТУ ISO 12944-2, ДСТУ ISO 12944-3 або ДСТУ EN ISO 1461.

Для газовідвідних стовбурів із конструкційних полімерів слід приймати хімічно- і термостійкі склопластики, текстофаоліти, біопластики (склопластики з внутрішнім шаром термопласту) і шаруваті конструкційні пластики.

Примітка. Конструкційні полімерні матеріали, що використовують для газовідвідних стовбурів, повинні відповідати класу реакції на вогонь не нижче С- s3, d1 (не нижче групи горючості Г2).

10.9.14 Вертикальне навантаження з газовідвідного стовбура повинно передаватись у нижніх рівнях витяжної башти.

Залежно від рівня вводу газоходів слід приймати один із таких варіантів спирання газовідвідного стовбура:

— на власний фундамент або спільний фундамент;

— на спеціальну додаткову опору;

— на одну з нижніх діафрагм несної башти (у деяких випадках допускається спиратись на кілька діафрагм по висоті).

10.9.15 Під час монтування несної башти методом підрощування або підіймання необхідно виконувати додатковий розрахунок елементів башти на монтажні навантаження.

10.9.16 Горизонтальне навантаження від газовідвідного стовбура слід передавати на несну башту у площині горизонтальних діафрагм башти.

Горизонтальне навантаження від газовідвідного стовбура із конструкційних полімерів, що монтується з царг, поєднаних сталевим проміжним каркасом, слід передавати на діафрагми башти з допомогою проміжного каркаса.

10.9.17 Конструктивне рішення вузлів спирання газовідвідного стовбура на несну башту в місцях передачі горизонтальних навантажень повинно забезпечувати вільні вертикальні та горизонтальні температурні переміщення стовбура і башти.

10.9.18 Вузли поєднання царг газовідвідних стовбурів повинні забезпечувати, крім вимог міцності і герметичності, також свободу вертикальних переміщень, що виникають у разі температурних деформацій полімерного матеріалу.

10.9.19 Сталевий проміжний каркас несної башти слід проєктувати, зазвичай, з вертикальних підвісок, горизонтальних кілець і опорних елементів, при цьому:

— горизонтальні кільця, що передають навантаження, повинні розташовуватись на тому самому рівні, що і діафрагми башти;

— кріплення проміжного каркаса до башти має забезпечити свободу вертикальних переміщень від температурних впливів;

— проміжний каркас заввишки слід проєктувати з окремих секцій зі стиками, які необхідні для монтажу царг стовбура разом із каркасом великими блоками методом підрощування;

— вертикальні підвіски каркаса слід приймати у вигляді гнучких елементів, що закріплені в кожній секції.

10.9.20 Розрахунок газовідвідних стовбурів із конструкційних полімерних матеріалів слід виконувати з урахуванням анізотропії матеріалів.

Розрахункові характеристики матеріалів повинні визначатися з урахуванням максимальної температури відвідних газів, впливу агресивного середовища і тривалості дії навантаження.

10.9.21 Фундамент газовідвідного стовбура слід проєктувати з бетону або залізобетону у вигляді порожнистого зрізаного конуса або циліндра, суцільної або кільцевої плити.

10.9.22 Під час проєктування окремих фундаментів (під кожен пояс башти) слід передбачати заходи, що забезпечують рівномірне осідання усіх фундаментів і горизонтальне зміщення верхньої частини фундаментів для унеможливлення зусиль розпору в металевих конструкціях башти. Допускається проєктування спільного фундаменту для всієї башти.

10.9.23 Під час проєктування витяжних башт необхідно передбачати надійний протикорозійний захист фундаментів згідно з ДСТУ Б В.2.6-145, усіх сталевих конструкцій газовідвідного стовбура і несної башти згідно з ДСТУ ISO 12944-2 та ДСТУ ISO 12944-3.

10.9.24 Якщо можливе утворення конденсату у газовідвідному стовбурі, необхідно передбачати влаштування установки для його збирання та відведення.

10.9.25 Для ремонту і монтажу газовідвідного стовбура слід передбачати можливість його підвішування на верхній діафрагмі несної башти, а за висоти стовбура понад 150 м – також на одній із проміжних діафрагм. У цьому разі для розрахунку конструкцій приймається граничне характеристичне значення вітрового навантаження.

10.9.26 У разі технологічної необхідності для підіймання на башту мають бути передбачені сходи, що вказується в технічному завданні.

Допускається проєктування вертикальних драбин на повну висоту башти з влаштуванням люків, що закриваються, на рівні площадок. При відстанях між діафрагмами більше ніж 12 м повинні бути передбачені спеціальні проміжні площадки. Суцільні настили площадок-діафрагм повинні мати отвори для видалення з їх поверхні атмосферних опадів. Сходи і перехідні площадки повинні мати огорожі.

Не для всіх башт потрібно забезпечувати підіймання на башту.

10.9.27 За температури зовнішньої поверхні газовідвідного стовбура більше ніж 50 °С прилеглі до нього площадки, прорізи сходів і підходи повинні мати захисні екрани. Огорожу сходів витяжних башт слід приймати згідно з 5.21 типу П3 заввишки не менше ніж 1,2 м. Частина огорожі заввишки не менше ніж 140 мм від рівня підлоги повинна бути суцільною.

10.10 Водонапірні башти

10.10.1 Вимоги цього підрозділу слід враховувати під час проєктування водонапірних башт, призначених для використання в системах господарсько-питного, виробничого і протипожежного водопостачання промислових підприємств.

Водонапірні башти для масового будівництва можна проєктувати без шатрового даху, зі сталевими резервуарами = й опорами (колонами) із залізобетону, цегли або сталі, фундаментами зі збірного або монолітного залізобетону. Марки сталей і матеріали для зварних з'єднань конструкцій водонапірних башт слід приймати згідно з ДБН В.2.6-198 (див. 5.5).

10.10.2 Розміри водонапірних башт визначаються за двома параметрами: місткістю резервуара і висотою від позначки ґрунту до дна резервуара.

Загальний обсяг резервуара води водонапірної башти визначається на основі розрахунку нормативних, протипожежних і аварійних запасів води залежно від прийнятої системи і схеми водопостачання.

10.10.3 У покритті резервуара необхідно передбачати люк з драбиною для спускання у резервуар і труби для вентиляції.

10.10.4 Днище резервуара слід проєктувати з ухилом не менше ніж 5 % до підвідної, відвідної або зливної труби.

10.10.5 Опори (колони) водонапірних башт слід проєктувати в формі циліндра або у вигляді системи збірних залізобетонних стояків.

Допускається приймати для опор (колон) монолітний залізобетон, кладку з цегли або сталь залежно від техніко-економічних розрахунків і з урахуванням архітектурних вимог. Нижню частину опор слід обсипати ґрунтом заввишки не більше ніж 2,0 м.

10.10.6 За умови застосування суцільних конструкцій опор із монолітного залізобетону або цегли простір під резервуаром допускається використати для розміщення службових приміщень, складів, виробничих приміщень, які унеможливлюють утворення пилу, диму і виділення газу.

10.10.7 Фундамент водонапірної башти слід проєктувати залізобетонним монолітним, всередині якого слід передбачати утеплені, але неопалювані приміщення з природною припливно-витяжною вентиляцією для розміщення засувок на водопровідних трубах і контрольно-вимірювальних приладах;

10.10.8 Вузли перетину підвідного і відвідного стояків із перекриттями повинні допускати вільне вертикальне температурне переміщення стояків.

10.10.9 Для розрахунку башт вітрові навантаження слід визначати відповідно до ДБН В.1.2-2 як для висотних споруд, з урахуванням динамічного впливу пульсації швидкісного тиску вітру.

Розрахунок башт слід виконувати для двох випадків: з заповненим чи незаповненим резервуаром.

Форма епюри тиску під підошвою фундаменту під час перевірки башти з заповненим резервуаром повинна бути трапецієподібною зі співвідношенням мінімального і максимального напруження не менше ніж 0,25. Під час перевірки башти з незаповненим резервуаром допускається трикутна епюра напружень.

Крен башти повинен бути ≤ 0,004.

10.10.10 Башти слід облаштовувати сталевими сходами для підіймання на резервуар та його покриття, а також площадками для оглядання й обслуговування будівельних конструкцій і трубопроводів. Драбини можуть проєктуватись з дугами, що забезпечують безпеку їх використання. При цьому відстань між площадками повинна бути не більше ніж 8 м.

Огорожу площадок слід приймати згідно 5.21 типу ПЗ заввишки не менше ніж 1, 2 м.

10.10.11 Під час проєктування водонапірних башт слід передбачати заходи щодо протикорозійного захисту будівельних конструкцій згідно з ДСТУ Б В.2.6-145, ДСТУ ISO 12944-2 та ДСТУ ISO 12944-3.

Конструктивні рішення повинні забезпечувати доступ для оглядання і відновлення протикорозійних покриттів.

11 СТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ ОСНОВНИХ СПОРУД КОМПЛЕКСІВ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

11.1 Загальні правила

11.1.1 Норм цього розділу слід дотримуватись під час проєктування нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту сталевих конструкцій комплексів доменних печей об'ємом 1000 м^3 і більше.

11.1.2 Матеріали для зварювання сталевих конструкцій доменного комплексу слід приймати згідно з ДБН В2.6-198.

11.1.3 До основних конструкцій комплексу доменної печі належать:

— доменна піч з опорною системою;
— пиловловлювач з опорою монтажної балки;
— газопроводи брудного газу;
— похилий міст (скіповий підіймач) і будівля скіпового підіймача (машзал);
— монтажна балка;
— будівля доменної печі (ливарний двір і піддоменник);
— ліфт;
— блок повітронагрівачів;
— газоочисник;
— бункерна естакада.

11.1.4 Конструктивні схеми споруд див. у додатку Г.

11.1.5 Навантаження на конструкції доменного комплексу див. у додатку Д.

11.2 Розрахункові коефіцієнти та характеристики матеріалу

11.2.1 Коефіцієнти надійності за навантаженням під час розрахунків споруд доменного комплексу слід приймати за ДБН В.1.2-2 і за таблицею 20.

Таблиця 20 – Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f під час розрахунків споруд доменного комплексу

Вид навантаження	Значення γ_f
Власна вага конструкцій:	
— за зусиллях від власної ваги менше ніж 50 %	1,05
— за зусиллях від власної ваги понад 50 %	1,1
Вага теплоізоляції	1,2
Внутрішній тиск газового середовища	1,15
Внутрішній тиск газового середовища під час випробування	1,0
Рівномірно розподілене корисне навантаження на перекриття і покриття:	
— за характеристичного значення менше ніж 2,0 кПа	1,3
— при за характеристичногому значенняі 2,0 кПа і понадбільше	1,2

Кінець таблиці 20

Вага стаціонарного обладнання	1,05
Вага футерівки, ізоляції стаціонарного обладнання і трубопроводів	1,2
Вага внутрішніх відкладень пилу, конденсату тощо:	
— за нормального технологічного процесу	1,1
— за порушенні технологічного процесу	1,0
Термічні впливи:	
— за нормального технологічного процесу	1,1
— за порушенні технологічного процесу	1,0
Обладнання	1,2
Дія кранів та інших вантажопідіймальних засобів	1,1
Гідростатичний тиск	1,1
Снігове навантаження:	
— граничне розрахункове значення навантаження*	1,04
— експлуатаційне розрахункове значення навантаження**	0,49
Вплив вітру:	
— граничне розрахункове значення навантаження*	1,035
— експлуатаційне розрахункове значення навантаження**	0,21
Ожеледно-вітрові навантаження*	1,04
Температурні кліматичні впливи:	
— граничне розрахункове значення температури	1,1
— експлуатаційне розрахункове значення температури	1,0
Усі види навантажень і впливів, що зменшують силовий вплив за розрахунку фундаментів і анкерних болтів	0,9

*) За середнього періоду повторюваності 60 років, що відповідає терміну експлуатації споруди.

**) За допустимого проміжку часу порушення умов другого граничного стану 2 %, рекомендованому для споруд масового будівництва.

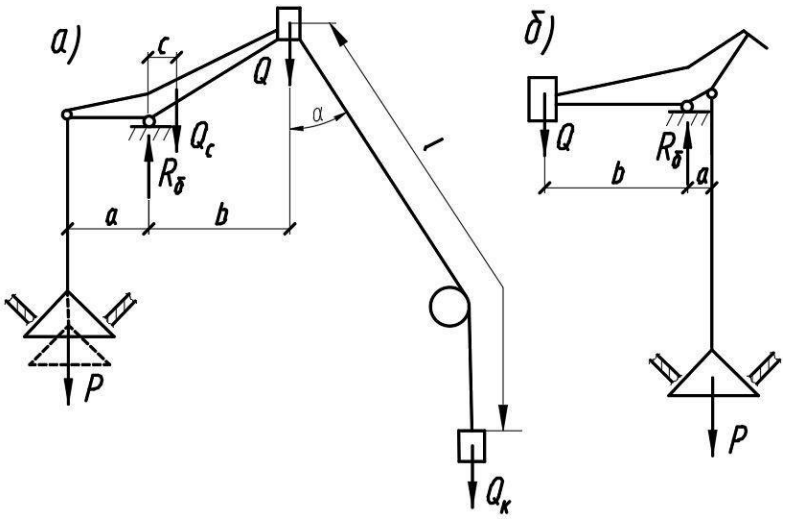
Примітка 1.Крім коефіцієнта надійності за навантаженням, слід враховувати нерівномірність розподілу навантаження між колонами печі введенням коефіцієнта 1,1 (тільки для навантажень, що передаються через кожух печі, який спирається на колони, і від кільцевого повітропроводу гарячого дуття та кільцевого газопроводу гарячого газу).

Примітка 2. У разі розрахунку анкерів та інших елементів, постійне навантаження яких зменшує силовий вплив, γ_f = 0,9.

11.2.2 Значення коефіцієнта динамічності наведено в таблиці 21.

Таблиця 21 – Значення коефіцієнта динамічності K

Навантаження	Коефіцієнт динамічності, K	Конструкції
Вплив шихти у разі осідання (враховується вага тільки частини шихти, розташованої вище рівня конструкції, що розглядається)	2	Кожух печі і колони горна
Вплив шихти під час розвантаження в скіп або зі скіпа (враховується маса шихти обсягом, що дорівнює об'ємускіпа)	1,8	Балки, що підтримують спускові жолоби та приймальний бункер, а також шляхи скіпа
Неврівноважена частина ваги контрвантажу конусних балансирів (тільки для печей з конусним завантажувальним пристроєм): а) у момент закривання конуса б) у разі ліквідації слабини конусних канатів	2 визначається розрахунком за формулами (6), (12)	Підбалансирні балки (що безпосередньо несуть навантаження) Конструкції колошникового пристрою (підбалансирні балки, рами та в'язи копра), балки колошникової площадки, а також балки, що тримають механізми управління конусами, якщо на них безпосередньо передається навантаження від динамічного впливу (без урахування амортизуючого впливу каната), наприклад, у разі безканатного приводу
Зусилля в канаті конусних шківів, крім випадку ліквідації слабини конусних шківів (див. вище): а) за примусового опускання конуса б) за вільного опускання конуса	1,1 1,5	Підшківні балки Те саме
Від лебідки для маневрування конусами, крім випадку ліквідації слабини конусних канатів (див. вище)	1,1	Балки, що безпосередньо несуть навантаження від лебідки
Від циліндрів для маневрування конусами, крім випадку ліквідації слабини конусних канатів (див. вище)	1,5	Балки, що безпосередньо несуть навантаження від циліндрів
Від скіпової лебідки	1,1	Балки, що безпосередньо несуть навантаження від лебідки
Вертикальне навантаження від електричних кранів та рухомого складу (у тому числі від скіпів), крім візка монтажної балки	1,1	Підкранові та підрейкові балки
Від газових пальників	1,1	Балки, що безпосередньо несуть навантаження



Умовні познаки:

а – за вільного опускання конусів; *б* – за примусового опускання конусів.

Рисунок 7 – Розрахункові схеми балансирів (тільки для печей з конусним засипним апаратом)

Коефіцієнт динамічності для навантаження на копер за вільного опускання конусів (тільки для печей з конусним завантажувальним пристроєм) слід визначати за формулою:

$$K_1 = 1 + \sqrt{\left(1 + \upsilon_b^2 / gf_{cm}\right)}, \tag{6}$$

де $g = 9{,}81$ *м/с*^{2} – прискорення сили тяжіння;

f_{cm} – статична деформація каната, *м,* під дією підвішеного до нього контрвантажу (l за рисунком 7 а) визначається за формулою:

$$f_{cm} = Q_k l / E_{mp} F_{mp}, \tag{7}$$

де Q_k – вага основного контрвантажу, кН;

E_{mp} та F_{mp} – модуль пружності, кН/м^2 , та площа перерізу каната, м^2;

υ_b – післяударна швидкість контрвантажу, *м/с*, що дорівнює:

$$\upsilon_b = \left(\frac{2\beta b / a}{\beta + b / a}\right) \cdot \upsilon_a \tag{8}$$

за

$$\beta = \frac{a^2 P + b^2 Q + Jg}{abQ_k} \tag{9}$$

і

$$\upsilon_a = \sqrt{2 g_h h}. \tag{10}$$

Тут P – зусилля у штанзі від ваги конуса, штанги та шихтив, кН;

g_h – прискорення сили тяжіння за невільного падіння, $g_h = \varepsilon g$;

ε – коефіцієнт уповільнення системи, що дорівнює:

$$\varepsilon = \frac{a^2 P - abQ - acQ_c}{a^2 P + b^2 Q + Jg}, \tag{11}$$

Q_c – вага важеля балансирів, кН (див. рисунок 7а);

c – плече центра ваги важеля балансирів, м (див. рисунки 7а та 7б);

J – момент інерції ваги важеля балансира відносно осі його обертання, кН·м·с^2;

h – висота уповільненого падіння конуса, *м*, яку визначають залежно від швидкості спрацьовування вимикача слабини каната (за відсутності спеціального завдання слабини каната приймається такою, що дорівнює 0,5 м).

Коефіцієнт динамічності щодо навантаження на копер за примусового опускання конусів (падіння зупиняється під час удару конуса об чашу, тільки для печей з конусним завантажувальним пристроєм):

$$K_2 = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h_1\varepsilon_1}{\sum f_{cm}}}, \tag{12}$$

ε_1 – коефіцієнт уповільнення системи, що дорівнює:

$$\varepsilon_1 = \frac{b^2 Q - abP}{b^2 Q + a^2 P}, \tag{13}$$

P – зусилля у штанзі конуса, яке урівноважує вагу конуса та штанги без врахування натягу каната, кН;

h_1 — висота уповільненого падіння конуса, м, що визначається відстанню між конусом і чашею в момент зупинки конуса під час закривання (якщо відсутнє спеціальне завдання, приймається таким, що дорівнює 0,12 м);

$\sum f_{cm}$ – сумарне статичне вертикальне переміщення контрвантажу (під дією власної ваги) за рахунок деформації штанги та опорних конструкцій (балок) копра;

Q – вага контрвантажу в кН.

11.2.3 Коефіцієнти умов роботи для споруд доменного комплексу слід приймати за таблицею 22.

Таблиця 22 – Коефіцієнти умов роботи γ_c для споруд доменного комплексу

Елементи конструкцій	Значення, γ_c
Кожухи доменних печей, пиловловлювачів, трубопроводів	
а) за розрахунку на міцність у зоні крайового ефекту і локальних навантажень:	

Кінець таблиці 22

— з урахуванням концентрації пружних місцевих напружень у зонах крайового ефекту і локальних навантажень;	1,25
— без урахування концентрації пружних місцевих напружень	0,85
б) за розрахунку на стійкість	0,65
Кожухи повітронагрівачів:	
а) за розрахунку на міцність:	
— з урахуванням концентрації пружних місцевих напружень у зонах крайового ефекту і локальних навантажень;	1,0
— без урахування концентрації пружних місцевих напружень	0,75
б) за розрахунку на стійкість	0,65
Інші конструкції:	
— колони, опори, рами;	1,0
— стиснуті елементи ферм похилого моста;	0,9
— споруди та елементи під час розрахунку на епізодичні навантаження;	1,0
— плоскі анкери кожухів повітронагрівачів	0,9
Примітка. Інші конструкції приймати за чинними нормами проєктування сталевих конструкцій.	

Коефіцієнти умов роботи для кожухів повітронагрівачів залежно від виявлених дефектів, їхнього виду, кількості та місця розташування слід приймати за таблицею 23.

Таблиця 23 – Коефіцієнти умов роботи для кожухів повітронагрівачів

№ з/п	Опис виявлених дефектів	Значення, γ_c
1	Дефекти не виявлено або є тріщини тільки в місцях розташування штуцерів і в зварних швах місцевих вставок	0,85
2	Тріщини в місцях розташування штуцерів, у куполі, у циліндричній частині, що примикає до купола – заввишки до 1 м, у зварних швах місцевих вставок і не більше ніж 5 тріщин завдовжки до 500 мм на решті поверхні кожуха	0,8
3	Кількість і протяжність тріщин більше ніж за п. 2	0,7
4	У разі усунення тріщин за п.п. 2 і 3 вирізуванням ділянок кожуха, а також реконструкції і ремонту футерівки в цих місцях	0,85

11.2.4 Для кожухів агрегатів в умовах двовісного напруженого стану величину розрахункового опору сталі поза зонами крайового ефекту слід приймати за формулою:

$$R_M = K_M R, \tag{14}$$

де $K_M = \dfrac{1}{\sqrt{(1-\eta)+\eta^2}}$ у разі зміни значення в межах $1 \geq \eta = \sigma_1 / \sigma_2 \geq -1$;

σ_1 і σ_2 відповідно більші і менші (за абсолютним значенням) головні напруження, рівні для плоско-напруженого стану, за відсутності згинальних напружень, осьовим (меридіональним і кільцевим) напруженням.

Значення коефіцієнта η наведено на рисунку 8.

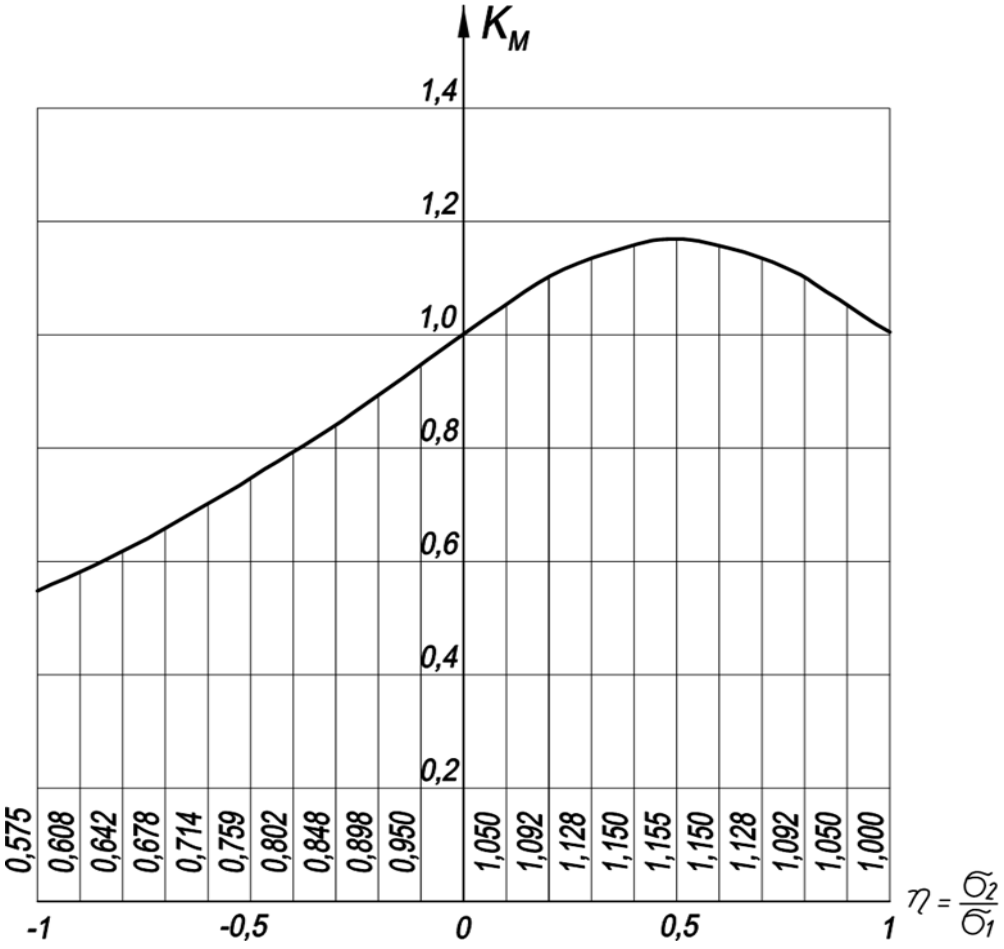


Рисунок 8 – Залежність коефіцієнта η від співвідношення осьових напружень

11.2.5 Граничні значення прогинів конструкцій наведено в таблиці 24. Прогини слід визначати для найгіршого поєднання навантажень без урахування коефіцієнтів динамічності і приймаючи коефіцієнти надійності за експлуатаційним значенням навантаження, що дорівнює 1,0.

Таблиця 24 – Граничні значення прогинів конструкцій

Елементи конструкцій	Значення, f/l
Балки монтажного візка та крана колошника: — несамохідний візок — самохідний кран	 1/500 1/750
Головні балки похилого моста	1/800
Каркас ліфта	1/400
Примітка: f – величина прогину; l – довжина прогону або подвоєна довжина консолі.	

11.2.6 Марки сталей і групи основних сталевих конструкцій доменного комплексу слід приймати згідно з додатком Е.

11.3 Вимоги до конструювання

11.3.1 Під час виготовлення та монтування конструкцій слід застосовувати автоматичне двостороннє зварювання під шаром флюсу на заводі-виробнику, електрошлакове зварювання (ЕШЗ) дротами суцільного перерізу вертикальних монтажних стикових швів товщиною ≥ 40 мм, монтажне автоматичне багатошарове зварювання з примусовим і напівпримусовим формуванням порошковими присадними матеріалами горизонтальних стиків на вертикальній площині кожухів доменних печей і повітронагрівачів товщиною до 60 мм, механізоване монтажне зварювання в усіх просторових положеннях з вільним формуванням стикових і поясних кутових з’єднань порошковими присадними матеріалами усіх діапазонів товщин.

Допускається застосування інших видів зварювання за умови, що ударна в'язкість металу зварного шва і зони термічного впливу на зразках типу Шарпі за мінімальної температури експлуатації кожуха буде не менше ніж 29 Дж/см^2.

Виконання зварних швів кожухів повітронагрівачів електрошлаковим зварюванням (ЕШЗ) не допускається.

11.3.2 Розміри отворів у кожусі доменної печі для кріпильних болтів і вивідних трубок холодильних і футерувальних плит повинні бути в 1,6 рази більше діаметрів болтів і трубок відповідно з відхиленням убік збільшення, що не перевищує 2 мм. Розміри від краю овальних отворів для трубок холодильних плит випарного охолодження до зовнішніх країв захисних трубок цих плит повинні дорівнювати 15 мм з відхиленням +2 мм; - 0 мм.

Отвори для льоток, холодильних плит і фурмених приладів, краї яких розташовані ближче ніж на 200 мм від краю відправного елемента, намічають, але не вирізають.

Вирізування отворів під час монтажу в кожусі доменної печі, кожухах повітронагрівачів, повітропроводі гарячого дуття повинно виконуватись киснево-плазмовим різанням по копірах по попередній розмітці.

11.3.3 Отвори для штуцерів, люків, патрубків (крім кожуха доменної печі) слід виконувати під час їх встановлення під час монтування.

Отвори та лази, необхідні для виконання будівельних та монтажних робіт, повинні, зазвичай, розміщуватись у місцях стаціонарних люків. Вирізування отворів із прямими кутами забороняється. Допускається вирізування прямокутних отворів з радіусами закруглення в кутах не менше ніж 50 мм. Переважною є кругла або овальна форма отворів.

11.3.4 Усі стикові шви виконують рівноміцними до основного металу з наскрізним проплавленням і контролем якості фізичними неруйнівними методами.

Початок і кінець зварного з'єднання повинні виводитися за межі деталей, що зварюють, на початкові та вивідні планки.

11.3.5 Зварювання конструкцій слід виконувати згідно з нормативно-правовими актами та/або нормативними актами та згідно з проєктом.

Зварювання стикових, поясних та кутових швів в елементах завдовжки більше двох метрів виконується автоматичним зварюванням під флюсом, інших заводських швів усіх елементів – механізованим зварюванням у середовищі вуглекислого газу або в його суміші з аргоном.

11.3.6 Якість стикових зварних з'єднань кожухів доменних печей, повітронагрівачів і виносних камер горіння повітронагрівачів, повітропроводів гарячого дуття, охоплюючи кільцеву ділянку, пиловловлювачів, скруберів, електрофільтрів і місць перетинів та зміни перерізів газоповітропроводів, що працюють під надлишковим тиском, а також швів на прямих ділянках у газопроводах від доменної печі до пиловловлювача і від пиловловлювача до скрубера, повинна контролюватись ультразвуковою дефектоскопією і просвічуванням проникаючим випромінюванням (γ- графування).

Останній метод (як додатковий) доцільно використовувати лише в місцях уточнення характеру дефектів, виявлених при УЗ контролі в місцях Т-подібного чи «**+**»- подібного перетину стикових швів. Норми контролю цих швів наведено в таблиці 25.

Таблиця 25 – Норми контролю стикових зварних швів

Конструкція	Норми контролю, %, до загальної довжини швів (не менше ніж) для			Місця обов'язкового просвічування проникаючим випромінюванням
	Ультразвукової дефектоскопії	Просвічування проникаючим випромінюванням		
		ручною та напів автоматичною	автоматичною або електрошлаковою	
1. Кожух доменної печі	100	3	1,5	Ділянки швів з ознаками дефектів, виявлені ультра-звуковою дефектоскопією
2. Повітронагрівачі та виносні камери горіння повітронагрівачів, повітропровід гарячого дуття, охоплюючи кільцеву ділянку	100	10	1,5	Ділянки швів з ознаками дефектів, виявлені ультразвуковою дефектоскопією, перетину кільцевих і вертикальних швів, стиковий периферійний шов приварювання купола до коробчастої балки при виносній камері горіння

Кінець таблиці 25

3. Пиловловлювачі, скрубери, електрофільтри, місця перетину та зміни перерізів трубопроводів – однієї з норм: — без контролю; — з контролем ультразвуковою дефектоскопією	— 100	3 1	1,5 0,5	Перетин швів Ділянки швів з ознаками дефектів, виявлені ультра-звуковою дефектоскопією
4. Стикові зварні з'єднання на ділянках газопроводів від доменної печі до пиловловлювача та від пиловловлювача до скрубера (крім місць перетину та зміни перерізу швів)	—	1	0,5	—

11.3.7 Допустимі відхилення геометричних розмірів і форми сталевих конструкцій доменних печей і газоочисників від проєктних не повинні перевищувати величин, наведених у таблиці 26.

Контроль відхилень слід проводити вимірювальними чи геодезичними методами. Метод вимірювань зазначає виконавець робіт у технологічній карті у складі проєкту виконання робіт (ПВР).

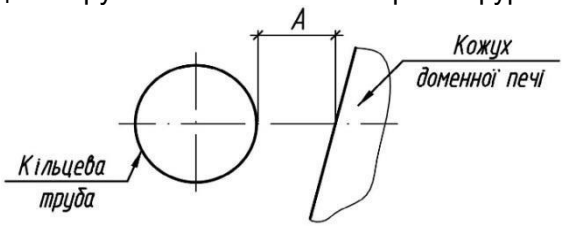
Таблиця 26 – Допустимі відхилення геометричних розмірів і форми сталевих конструкцій доменних печей і газоочисників від проєктних

Найменування відхилення	Допустиме відхилення
Кожух доменної печі 1. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) царг	0,003 проєктного діаметра царги
2. Зміщення центрів царг шахти відносно центра нижнього рівня розпару	0,002(H - h), але не більше ніж 30 мм, де h – відмітка мораторного кільця або нижнього рівня розпару (для доменних печей без мораторного кільця), H – позначка царг
3. Зміщення центра верхнього колошникового фланця відносно центра нижнього рівня розпару	30 мм
4. Різниця відміток будь-яких точок верхньої площини колошникового фланця	3 мм
5. Позначки кромок вирізів у кожусі для горизонтальних холодильників	± 2 мм

Продовження таблиці 26

Кожух повітронагрівача 6. Зміщення центра купола відносно центра днища 7. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) царг 8. Депланація кромок у поздовжніх (вертикальних) і в кільцевих стиках 9. Місцеве викривлення оболонки за утворювальним і кільцевим обрисом, що вимірюється шаблоном завдовжки 1500 мм. 10. Западання або випинання стиків, що вимірюється шаблоном завдовжки 200 мм 11. Відхилення вертикальної осі кожуха та вертикальних стінок від проєктного положення	30 мм 0,003 проєктного діаметра 0,1 товщини оболонки, але не більше ніж 3 мм Не більше ніж15 мм 5 мм 0,001 H, але не більше ніж 30 мм (H – висота від днища до точки, що вивіряється)
Конструкція колошникового копра 12. Зміщення осей рам від їхнього проєктного положення 13. Відхилення позначок верху підбалансирних балок майданчика копра від проєктних (для печей з конусним завантажувальним пристроєм) 14. Негоризонтальність балок	20 мм ± 20 мм 3 мм на 1 м довжини балки
Конструкція похилого моста 15. Позначка низу головних ферм (балок) моста на опорах (біля скіпової ями, на пілонах тощо) 16. Зміщення осі похилого моста від осі доменної печі 17. Відхилення розмірів між осями рейок (під скіпи) від проєкту 18. Перевищення однієї з рейок над іншою в одному поперечному перерізі скіпових шляхів	± 10 мм 20 мм ± 2 мм 4 мм
Низхідний газопровід брудного газу 19. Прогин низхідного газопроводу	0,0015 L, але не більше ніж 70 мм (L – прогін газопроводу)
Опори газопроводів 20. Відхилення осей опор від вертикальної площини	0,0015h, але не більше ніж 20 мм (h – висота опори)
Агрегати та газоповітропроводи 21. Перекіс дзеркала фланця (крім колошникового) відносно осі патрубка	2 мм на 1 м діаметра фланця

Продовження таблиці 26

Кожух електрофільтра 22. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) царг 23. Зміщення центрів верхньої та нижньої частин апаратів 24. Негоризонтальність опорних балок під труби осаджувальних електродів (у вузлі спирання верх проміжної балки не повинен бути вище верху головної балки)	0,002 проєктного діаметра царг 0,002 висоти апарата 0,5 мм на 1 м довжини балки, але не більше ніж 15 мм
Кожух пиловловлювача 25. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) циліндричної та конічної частин	0,005 проєктного діаметра царг або конічної частини
Кожух скрубера 26 Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) царг	0,005 проєктного діаметра царг
27. Зміщення центрів верхньої та нижньої частин апаратів	0,003 висоти апарата
Кожухи електрофільтра, скрубера та пиловловлювача 28. Місцеве викривлення оболонки за твірною і за кільцевим або конічним обрисом, що вимірюється шаблоном завдовжки 1500 мм 29. Заходження або випинання стиків, що вимірюється шаблоном завдовжки 200 мм	Не більше ніж 25 мм 5 мм
Кільцевий повітропровід гарячого дуття 30. Відхилення позначок низу (кожуха) кільцевої труби (заміряних по осі кожної повітряної фурми) від проєктних 31. Відхилення відстані А від поверхні труби до зовнішньої поверхні кожуха доменної печі, заміряного на осі кільцевої труби по осі кожної повітряної фурми  32. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) поперечного перерізу кільцевої труби	± 10 мм ± 20 мм 0,003 проєктного діаметра
Колони шахти 33. Різниця у позначці верху колон 34. Різниця у позначці окремих гілок однієї колони	5 мм 1 мм
Кільцева балка колошникової площадки 35. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) осі кільцевої балки	0,002 *D* (*D* – діаметр осі кільцевої балки)

Кінець таблиці 26

Балки під монтажний візок 36. Зміщення осі балки від проєктного положення Різниця позначок рейок в одному поперечному перерізі 37. Різниця позначок рейок уздовж колій на опорах (ухил не більше ніж 0,001) 38. Відхилення відстані між осями рейок	15 мм 4 мм 5 мм 5 мм
Несні конструкції стовбура ліфта (крім шахти) 40. Відхилення осі стовбура від проєктного положення 41. Еліптичність (найбільша різниця діаметрів) циліндричних конструкцій стовбура 42. Відхилення розміру поперечного перерізу прямокутного стовбура від проєктного	1/750 висоти точки, що вивіряється над фундаментом, але не більше ніж 55 мм 0,004 номінального діаметра кола ± 4 мм
Примітка1. До конструкцій шахти ліфта відносяться кутові стояки, пояси для кріплення напрямних та дверей. **Примітка2.** Встановлення шахти ліфта повинне виконуватись згідно з нормативно- правовими актами та/або нормативними актами.	

11.3.8 Конструктивні рішення споруд комплексу доменної печі повинні сприяти забезпеченню максимально можливої механізації трудомістких робіт із виплавлення чавуну та проведення ремонтів. Під час проєктування необхідно враховувати можливість появи значних температурних деформацій конструкцій, що впливають як на міцність несівних елементів, так і на безаварійну експлуатацію споруд. Так, наприклад, використання вертикальних газопроводів печі як опор для конструкцій колошника можливе тільки у разі застосування засипного апарата, робота якого не порушується у разі нерівномірного зростання газопроводів.

11.3.9 Конструкції споруд комплексу розробляються за умови виконання максимального обсягу робіт на заводах-виробниках металевих конструкцій. Схеми споруд та розподіл конструкцій на монтажні одиниці повинні враховувати максимальне впровадження великоблокового та комплексного монтажу.

11.3.10 Під час проєктування споруд доменного комплексу краще віддати перевагу розрізним конструкціям, ніж аналогічним нерозрізним, за відповідного техніко-економічного обґрунтування.

11.3.11 У разі виконання детальних креслень листових конструкцій розміри листів і радіуси кривизни вальцювання слід встановлювати з урахуванням припусків на усадку зварних швів. Розмір усадки визначається за прийнятою технологією зварювання стикових швів.

11.3.12 Для зменшення силових впливів від нагрівання конструкцій рекомендується встановлювати компенсатори на трубопроводах та оболонках, враховуючи загальну конструктивну схему споруд.

11.3.13 Ухил сходів не повинен бути більше ніж 45°. Збільшення ухилу виконується за технологічним завданням.

11.3.14 У всіх місцях розташування обладнання для зручності його обслуговування рекомендується влаштування спеціальних площадок згідно з технологічними вимогами.

11.3.15 Мінімальна ширина проходу, перехідних площадок та сходів, враховуючи габарити обладнання, повинні дорівнювати 800 мм.

11.3.16 Настил зовнішніх обслуговувальних та перехідних площадок (за винятком колошникової та місць розташування обладнання) для забезпечення просипання пилу виконується ребристим зі смуг встановлених на ребро кроком (40–45) мм. Настил внутрішніх площадок, крім тих випадків, коли настил використовується як несний елемент у загальній схемі споруди (наприклад, кільцеві площадки печі, що забезпечують незмінність положення її колон), та місць встановлення обладнання також виконується зі смуг. Листовий настил виконується з отворами діаметром (25–30) мм через (250–255) мм. Якщо колошникова площадка одночасно слугує покрівлею будівлі, отвори не роблять.

11.3.17 Огородження на площадках (крім колошникових) і сходах виконується заввишки (1,2–1,3) м, зі смугою по низу огородження не менше 140 мм × 4 мм. Низ смуги встановлюється не більше ніж на 20 мм вище рівня майданчика або зовнішнього кута ступеня сходів.

Огородження колошникової площадки слід виконувати заввишки 1200 мм і зашивати листом на всю висоту із зазором від верху площадки, що дорівнює не більше ніж 20 мм.

11.3.18 Кабельні містки повинні мати зверху знімний суцільний настил.

11.3.19 Для доступу людей і підіймання вантажів на колошник, оглядові площадки печі і верхні площадки повітронагрівачів новозбудованих і реконструйованих печей повинні бути обладнані ліфтами. Шахти ліфтів повинні з'єднуватись з площадками доменної печі та повітронагрівачів перехідними містками, обладнаними поручнями. Виходи з шахти ліфта на площадки печі, починаючи з площадки кільцевого повітропровода гарячого дуття, повинні бути обладнані дверима із замком, що відчиняється з боку печі без ключа.

Сходова клітка та шахта ліфта з боку печі повинна мати суцільне обшиття, а з інших боків – сітчасту огорожу. Огорожа повинна виконуватися на всю висоту шахти ліфта.

11.3.20 Для зменшення впливу корозії слід віддавати перевагу суцільностінчастим конструкціям замість наскрізних і суцільним швам замість шпонкових.

11.3.21 Сталеві конструкції та споруди для виробництв з агресивними середовищами з елементами із труб або із замкнутого прямокутного профілю повинні проєктуватися із суцільними швами та заварюванням торців. При цьому захист від корозії внутрішніх поверхонь не допускається. Застосування елементів замкнутого перерізу для конструкцій на відкритому повітрі допускається в слабоагресивних середовищах за умови забезпечення відведення води з ділянок її можливого накопичення.

11.3.22 Застосовувати металеві конструкції з тавровими перерізами з двох кутових профілів, хрестовими перерізами з чотирьох кутових профілів, з незамкнутими прямокутними перерізами, двотавровими перетинами зі швелерів або з гнутого профілю в будівлях і спорудах із середньоагресивними та сильноагресивними середовищами не допускається.

11.3.23 Несні конструкції одноповерхових опалювальних будівель із захисними конструкціями з панелей, що містять профільовані листи, слід проєктувати для неагресивних і слабоагресивних середовищ.

Не допускається проєктувати будівлі з панелями, що містять профільовані листи, для виробництв із сильноагресивними середовищами.

11.3.24 Не допускається застосування алюмінію, оцинкованої сталі або металевих захисних покриттів під час проєктування конструкцій будівель та споруд, на які впливають рідкі середовища або ґрунти з pH до 3 і більше 11 розчинів солей міді, ртуті, олова, нікелю, свинцю та інших важких металів, тверді луги, кальцинована сода або інші добре розчинні гігроскопічні солі з лужною реакцією, здатні відкладатися на конструкціях у вигляді пилу, якщо без урахування впливу пилу ступінь агресивного впливу середовища відповідає середньоагресивному або сильноагресивному.

11.3.25 Не допускається проєктувати сталеві конструкції зі з'єднаннями на високоміцних болтах зі сталі марки 30ХЗМФ «селект» та заклепках зі сталі марки 09Г2 для

будівель і споруд у слабоагресивних середовищах, що містять сірчистий ангідрид або сіркогідроген за групами газів В, а також будівель та споруд із середньо- і сильноагресивними середовищами.

11.3.26 Під час проєктування конструкцій із різнорідних металів для експлуатації в агресивних середовищах необхідно передбачати заходи щодо запобігання контактній корозії в зонах контакту різнорідних металів.

11.3.27 Мінімальну товщину листів огороджувальних конструкцій, які застосовують без захисту від корозії, потрібно визначати згідно з додатком Ж.

11.4 Вимоги щодо конструювання доменної печі

11.4.1 Кріплення зачіпу гармати до кожуха печі не допускається через передачу на нього великих зосереджених змінних навантажень. Кріплення повинне виконуватися до конструкцій робочого майданчика будівлі ливарного двору.

11.4.2 Отвори в кожусі печі рекомендується виконувати круглими або овальними, допускається вирізування прямокутних отворів із радіусом закруглення в кутах не менше ніж 50 мм. Вирізування отворів з прямими кутами забороняється.

11.4.3 Для вільного температурного розширення футерівки закріплення штуцерів до кожуха слід виконувати без виступу крайки усередину кожуха або з виступом, розмір якого повинен бути менше, ніж зазор між кожухом і кладкою.

11.4.4 Для забезпечення стійкості кожуха в місцях впливу на нього значних зосереджених навантажень (спрямованих по твірній), наприклад, над опорами, необхідно передбачати поздовжні ребра, висота яких не повинна бути менше ніж 0,15 діаметра оболонки.

11.4.5 Ділянки кільцевого повітропроводу гарячого дуття, розташовані над жолобами для чавуну та шлаку, щоб уникнути місцевого перегріву, повинні захищатися спеціальними екранами (у разі якщо фурменна площадка не може бути захистом кільцевого повітропроводу від теплового випромінювання).

11.4.6 Допускається розбіжність у плані колон шахти з колонами горна, крім доменних печей, які працюють на цинковмісних рудах.

11.4.7 Габарити колон горна повинні забезпечувати можливість зміни фурмених приладів. Повернена до печі поверхня колон не повинна мати виступів (для зручності розміщення водопровідних пристроїв).

11.4.8 У разі застосування знімних холодильників шахти, розташування та габарити колон шахт повинні максимально забезпечувати можливість їх заміни.

11.4.9 Відстань між колонами печі та її кожухом для забезпечення його ремонту не повинна бути менше ніж 600 мм.

11.4.10 Проєктний зазор між гранями стояків колошникового копра та конструкціями похилого моста, враховуючи неточності монтажу, має бути не менше ніж 75 мм.

11.4.11 Площадки для обслуговування обладнання та дослідницькі площадки, розташовані на шахті печі, повинні мати два виходи.

11.4.12 Відстань між гранню кільцевих площадок та кожухом печі для пропуску труб охолодження має бути не менше ніж 350 мм. На межі площадок, щоб уникнути зісковзування ноги, встановлюється бортик заввишки не менше ніж 140 мм. Ширина проходу кільцевих майданчиків, враховуючи габарити обладнання, повинна бути не менше ніж 1000 мм.

11.4.13 Основні площадки колошникового копра пов'язуються двома розташованими з протилежних боків сходами. Одна з цих сходинок може бути замінена сходовою шахтою ліфта.

11.4.14 Усі сходи, по яких можливий вихід на площадки печі і колошникову площадку, обладнуються знизу дверима, що замикаються, які відчиняються без ключа з боку печі.

11.5 Вимоги щодо конструювання повітронагрівачів, пиловловлювачів, газоповітропроводів

11.5.1 На металоконструкції перерахованих споруд поширюються 11.4.2–11.4.4, 11.4.9, 11.4.14 вимог для доменної печі та 11.7.2–11.7.4 вимог до будівель комплексу.

11.5.2 Під час проєктування кожухів повітронагрівачів і повітропроводів холодного і гарячого дуття, які зазнають змінного впливу значного внутрішнього тиску, слід застосовувати проєктні рішення. що унеможливлюють або значно зменшують вплив концентраторів напружень у їх вузлових з'єднаннях, а саме:

а) застосування зварних з'єднань встик без вирубування та підварювання кореня шва не допускається. Як виняток, за відповідного обґрунтування дозволяється застосування швів на підкладці. У цих випадках у проєкті слід обумовлювати вимогу щодо забезпечення щільного прилягання листів до підкладки з обов'язковою перевіркою прилягання вимірюванням депланації листів з урахуванням їхніх фактичних товщин (контроль допусків). Таку перевірку оформлюють відповідним документом;

б) вимоги до зачищення швів, що мають підрізи:

— завглибшки ≤ 0,5 мм – заплавлення з подальшим зачищенням швів;

— з підрізами завглибшки > 0,5 мм – метод виправлення дефекту приймається після виконання відповідного розрахунку;

в) наявність більше двох дефектів в одному місці зварного шва (депланація тощо) не допускається. У разі появи більшої кількості дефектів (більше двох) останні підлягають виправленню. Розміри кожного дефекту не повинні бути більшими за встановлений відповідними допусками.

11.5.3 Цегляне (в півцегли) футерування пиловловлювачів закріплюється з допомогою кільцевих ребер, вирізаних із 10 мм листів і вертикальних ребер з двотаврів № 14, розташованих так, щоб площа панелі не перевищувала 7,5 м^2, а її висота – 2,5 м.

Відстань між кільцевими ребрами (у світлі) визначається за формулою $h = n$ (230+2) + зазор (15–20) мм, де n – кількість рядів цегли, 230 мм – довжина цегли, 2 мм – товщина шва між цеглою.

11.5.4 Для захисту від стирання верхньої конусної частини пиловловлювача та зовнішніх поверхонь його внутрішніх труб рекомендується застосовувати листову сталь згідно з ДБН В.2.6-198 з приварюванням її електродами типу Е-42. Для вальцьованої броні листи повинні попередньо піддаватися термічному обробленню.

11.5.5 Під час розрахунку конструкцій трубопроводів та визначенні навантажень від них на місця закріплень рекомендується враховувати самокомпенсацію труб. За потреби зменшення зусиль слід встановлювати спеціальні компенсатори.

11.5.6 У газопроводах для кріплення цегляної футерівки передбачаються кільцеві ребра з максимальною відстанню між ними 1750 мм. Крок ребер визначається за 11.5.3.

11.5.7 Цегляна футерівка газопроводів у місцях перегинів і сполучень, де відбувається інтенсивне стирання або не забезпечується надійність від випадання цегли, замінюється вальцьованими захисними плитами.

11.5.8 Стики трубопроводів слід влаштовувати на напівбандажах. Фланцеві з'єднання допускаються лише у місцях примикання обладнання.

Для зручності монтування обладнання в місцях встановлення фланців рекомендується передбачати короткі ділянки труб, які спочатку приварюють до фланців, а потім на напівбандажах до основного трубопроводу.

Фланці трубопроводів діаметром понад 1000 мм слід виконувати литими, згідно з технологічним розділом проєкту.

11.5.9 По всій довжині низхідних газопроводів влаштовують сходи зі сходинами з ребристого настилу.

11.6 Вимоги щодо конструювання похилого моста

11.6.1 У рівні верхніх поясів поперечних балок моста для запобігання падінню матеріалів зі скіпу виконується суцільний листовий настил. Для забезпечення горизонтальної жорсткості моста настил рекомендується використовувати як вітрову балку.

Щоб уникнути потрапляння води та матеріалів:

а) до скіпової ями – настил перед нею на довжині однієї панелі переривається і замінюється в'язями, що забезпечують передачу горизонтальних зусиль вітровій балці;

б) до машинного приміщення – прорізи в настилі навколо конусних та скіпових канатів захищаються бортиками заввишки 100 мм. У плані бортики повинні мати гострий кут у верхній частині.

11.6.2 Для проходу мостом по всій його довжині між рейками приварюють скоби, що слугують сходинами.

11.6.3 Щоб уникнути сходу скіпів з рейок вздовж усього моста над їхніми схилами встановлюють напрямні, що перешкоджають відриву скатів від рейок.

11.6.4 У разі влаштування закритих мостів їхня верхня решітка повинна забезпечувати можливість швидкої зміни скіпів, для цього в місці підйому скіпа ділянка решітки замінюється рамою.

11.6.5 Зазор між конструкціями моста і габаритами скіпа, що рухається, повинен бути не менше: збоку 150 мм (крім перекидного пристрою, де допускається 50 мм), зверху 250 мм.

11.6.6 Зазор між скіповими і конусними канатами, що рухаються, і елементами моста повинен бути не менше: за кута нахилу каната до горизонту від 20° до 60° – знизу 250 мм, збоку і зверху 150 мм; за вертикального положення каната – 150 мм. При проміжних положеннях каната величина зазору визначається інтерполяцією. Зазор визначається як відстань між конструкцією та віссю гілки каната з урахуванням його прогину за нормальної експлуатації.

11.6.7 Для забезпечення зміни канатів на мосту передбачаються стопорні пристрої, що закріплюють скіпи.

11.7 Вимоги щодо конструювання будівель комплексу

11.7.1 Для попередження корозії нижньої частини колон, фундаменти під них (крім опор під марші сходів) потрібно зводити до позначки не менше ніж 250 мм від рівня землі. Якщо розміщення баз колон вище рівня землі неможливе (наприклад, внаслідок порушення габариту наближення залізничних колій), дозволяється опускати бази нижче рівня землі з обов'язковим бетонуванням до позначки 250 мм вище рівня землі.

В'язі між конструкціями не повинні заходити нижче ніж 250 мм від рівня землі.

11.7.2 У місцях можливого пошкодження колони високими температурами або безпосередньо гарячим металом їх захищають на необхідну висоту облицюванням із жаротривкого бетону або цегли завтовшки 120 мм. Для колон ливарного двору, чотириколонника і колон горна печі облицювання виконується до рівня робочої площадки.

11.7.3 У місцях можливого механічного пошкодження колон на їхніх нижніх частинах передбачається спеціальний захист.

11.7.4 Для захисту конструкцій перекриттів і переходів, що проходять над ковшами з гарячим чавуном і шлаком, слід виконувати захисні екрани, у разі їх розташування заввишки менше ніж 5 м від верху ковша в місцях можливої його тривалої зупинки.

Екрани слід робити з незв'язаних один з одним елементів площею понад 4,0 м^2 кожен. Кріплення захисних екранів ливарного двору, піддоменника та колон повинно унеможливлювати їхнє падіння.

11.7.5 Заповнення стін у неопалюваних приміщеннях рекомендується виконувати із профільованого сталевого листа. У разі заповнення стін кладкою в 1/2 цегли розміри полів фахверка повинні бути не більше ніж 12,0 м^2. При цьому менший розмір цегляних панелей не повинен перевищувати 2,5 м. Якщо розмір одного з боків панелі менше ніж 1,2 м, її площа не обмежується.

11.7.6 Щоб уникнути скупчення пилу, кут ухилу покрівлі будівель, розташованих у радіусі 50 м від осі доменної печі, слід приймати не менше ніж 45°. У разі влаштування покрівлі або її ділянок з меншим ухилом повинні бути передбачені способи видалення пилу, наприклад,

гідрозмивання. При цьому слід враховувати на додаткове навантаження від пилу. На покрівлі влаштовується звис завдовжки (400–500) мм від зовнішньої поверхні стіни без влаштування жолобів та водостічних труб. Якщо вздовж стіни розташовуються сходи або площадки, то звис покрівлі над ними збільшується або влаштовується спеціальний навіс до розмірів, що забезпечують захист від опадів, що стікають.

11.7.7 Влаштування покрівлі зі скатом до виступної вертикальної стіни, де можливе відкладення пилу, не допускається.

11.7.8 За периметром покрівлі, що не експлуатується, передбачається огорожа заввишки (0,6–0,7) м. Якщо покрівлю експлуатують, за її периметром встановлюється огорожа заввишки (1,2–1,3) м згідно з 5.21.

11.7.9 Не слід виконувати скління у місцях, де за умовами виробництва воно може бути вибите або сильно забруднюватись. Зокрема, освітлення робочої площадки печі та ливарного двору рекомендується виконувати через отвори, що закриваються поворотними механічними щитами. Площа скління має бути мінімальною, його площина – вертикальною.

11.7.10 Перехідні площадки на рівні робочого майданчика ливарного двору, зазвичай, вистилають шамотною цеглою завтовшки 113 мм.

11.7.11 Обслуговувальні та перехідні площадки над жолобами та в інших місцях можливого сильного нагрівання повинні бути захищені спеціальною теплоізоляцією.

11.7.12 Для покрівель уздовж ліхтарів передбачаються площадки, з яких можна проводити оглядання та ремонтування.

11.8 Вимоги до ліфтів

11.8.1 Шахти ліфтів повинні з’єднуватися з площадками доменної печі та повітронагрівачів перехідними містками, огородженими поручнями.

11.8.2 Шахта ліфта в горизонтальному напрямку повинна кріпитися до конструкцій опорної системи печі та колошникової надбудови (копра).

11.8.3 Паралельно з шахтою ліфта на всю його висоту влаштовується сходова шахта.

11.9 Вимоги до технологічних конструкцій

11.9.1 Технологічні конструкції повинні виконуватися з урахуванням наведених нижче вимог, що забезпечують раціональне використання сталевих конструкцій. В останніх не повинні з'являтися руйнування та деформації, що виникають внаслідок зміни технологічних конструкцій у часі (руйнування, перегрівання, температурне розширення тощо).

11.9.2 Футерування та системи охолодження агрегатів і трубопроводів повинні забезпечувати стабільну температуру нагрівання металу оболонок у межах величин, наведених у таблиці Д.11 додатка Д. Їх конструкція та матеріали повинні відповідати даним та результатам розрахунку, що враховує спільну роботу кожуха та футерівки. Конструкція футерівки та властивості її матеріалів повинні забезпечувати стабільний рівень напруженого стану та температури нагрівання печі під час її експлуатації.

11.9.3 Висота ребер чавунних холодильників доменної печі повинна забезпечувати охолодження цих ребер, щоб уникнути необоротного температурного розширення зазначених холодильників.

11.9.4 Під холодильниками, що мають жорсткий зв'язок з кожухом печі, повинна передбачатися пружна набійка, що забезпечує вертикальне температурне розширення нижче кладки, такі самі зазори повинні бути влаштовані вище або нижче захисних сегментів колошника (залежно від їхньої конструкцій).

11.9.5 Частка протяжності вертикальних і горизонтальних зазорів між суцільними плитними холодильниками від загальної довжини зони, що охолоджується, повинна визначатися розрахунком згідно з методикою, що враховує спільну роботу холодильників, кладки і кожуха.

11.9.6 Врізане в кожухи доменних печей, повітронагрівачів та інших агрегатів обладнання та підводи до нього, для зменшення загрози утворення тріщин, слід виконувати тільки з плавними переходами, наприклад, раму льотки для виплавки чавуну – овальної форми, а холодильники – із закругленими краями.

11.9.7 Для футерування печі та вогнетривкого пня не допускається застосування матеріалів, що мають великий коефіцієнт температурного розширення або здатність до незворотного температурного росту (наприклад, динасового щебеню).

11.9.8 Конструкція та матеріал встановлюваних на агрегатах литих фланців повинні забезпечувати можливість їхнього приварювання до основного металу оболонки агрегата з вирубуванням та підварюванням кореня шва.

11.9.9 Кладка повітронагрівачів з плоским листовим (гнучким) днищем у нижній частині (на висоту не менше ніж 1,5 м) повинна бути виконана із зазором між кожухом та кладкою не більше ніж 15 мм, щоб забезпечити максимальне погашення підіймальної сили від внутрішнього тиску масою периферійної кладки. По всій висоті зазор визначається розрахунком і заповнюється пружними матами, що компенсують температурне розширення футерування.

11.9.10 Конструкція куполів повітронагрівачів повинна давати можливість вертикального температурного зростання периферійної кладки.

11.9.11 У футерованих газопроводах у місцях встановлення компенсаторів конструкція кладки повинна відповідати компенсаційній здатності металу.

11.9.12 У периферійній кільцевій кладці необхідно передбачати горизонтальні шви, що заповнюють пружними матами завтовшки 30 мм, які компенсують вертикальне температурне розширення футерування. Відстань між цими швами повинна бути не більше діаметра кожуха повітронагрівача, шви рекомендується призначати в місцях зміни конструкції футерування.

11.9.13 Конструкція насадки повинна унеможливлювати передачу тиску від її температурного розширення на кільцеву кладку повітронагрівача.

ДОДАТОК А
(довідковий)

РОЗРАХУНОК ТУНЕЛІВ І КАНАЛІВ

А.1 Вимоги до проєктування тунелів і відкритих каналів, які будуються відкритим способом, див. 6.3.

Канали і тунелі повинні бути розраховані:

— за граничними станами першої групи (за несною здатністю) – на міцність елементів конструкцій і вузлових з'єднань;

— за граничними станами другої групи (за придатністю до нормальної експлуатації) – на допустимі значення деформацій і ширину розкриття тріщин.

А.2 Під час розрахунків конструкцій тунелів і каналів необхідно враховувати симетричне й одностороннє завантаження їх тимчасовими вертикальними навантаженнями. Розрахунок слід виконувати з урахуванням пружного відпору ґрунту у вертикальному і горизонтальному напрямках, приймаючи пружну основу у вигляді однорідного середовища, яке характеризується модулем деформації E для ґрунту у непорушеному стані (ґрунту основи) і модулем деформації E' для ґрунту засипки.

А.3 За симетричного навантаження (рисунок А.1, *а*) згинальний момент у нижньому вузлі тунелю M_1 з шарнірним спиранням плит перекриття слід визначати за формулою:

$$M_1 = -\frac{1}{1+k}\left[\left(p_{h1}\nu_3 + p_{h2}\nu_4\right)h^2 + N_1 bk\frac{\psi_N}{\psi_M}\right], \qquad (А.1)$$

де k – коефіцієнт, який враховує зміну моменту в нижньому вузлі за рахунок його повороту

$$k = \frac{3E_b I\nu}{\pi E b^2 h}\psi_M; \qquad (А.2)$$

N_1 – нормальна сила (рисунок А.1, *а*);

ψ_N, ψ_M – коефіцієнти, які визначають за формулами:

$$\psi_N = 0,3\left(6 + 0,1\alpha_\nu\right); \qquad (А.3)$$

$$\psi_M = 0,2\left(100 + \alpha_\nu\right), \qquad (А.4)$$

тут α_ν – показник гнучкості днища

$$\alpha_\nu = \pi E b^3 / E_b I_\nu. \qquad (А.5)$$

У формулах (А.1–А.5) прийнято такі позначення:

I_ν – момент інерції 1м перерізу днища;

E – модуль деформації ґрунту основи;

ν_3, ν_4 – коефіцієнти, які враховують зміну товщини стіни по висоті, і приймаються за таблицею А.1 залежно від товщини стіни у верхній t_1 та нижній t_2 частинах тунелю.

Таблиця А.1 – Коефіцієнти, які враховують зміну товщини стіни по висоті

t_1 / t_2	1,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
v_3	0,0583	0,0683	0,0753	0,0813	0,0883	0,0993
v_4	0,0667	0,0747	0,0747	0,0837	0,0907	0,0977

Зусилля в стіні слід визначати як для балки, яка опирається на дві опори з навантаженнями – p_{h1}, p_{h2} реакцією на верхній опорі (розпірці) R_1 і опорним моментом на нижній опорі M_1.

Зусилля у верхній розпірці R_1 визначається за формулою:

$$R_1 = -\left(2p_{h1} + p_{h2}\right)\frac{h}{6} - \frac{M_1}{h}. \qquad (А.6)$$

Зусилля у днищі слід визначати як у балці, що лежить на пружній основі з модулем деформації E і завантажена симетричними силами N_1 і моментами M_1 (див. рисунок А.1, *а*).

А.4 За одностороннього завантаження горизонтальними навантаженнями p_{h3}, p_{h4} (рисунок А.1, *б*) момент у нижньому лівому куті тунелю визначається за формулою:

$$M_2 = -h^2\left(p_{h3}v_3 + p_{h4}v_4\right)\frac{1+4k_1}{1+k+k_1}, \qquad (А.7)$$

де k_1 – коефіцієнт, який враховує зміну моменту у нижньому вузлі за рахунок зміщення перекриття, визначається за формулою:

$$k_1 = 6E_bI_h / E'h^3, \qquad (А.8)$$

E' – модуль деформації ґрунту засипки визначається за формулою (В.1).

Решта позначень такі самі, як у формулі (А.1).

Зусилля у верхній розпірці R_2 визначається за формулою (А.6).

Горизонтальне зміщення тунелю знизу і момент у нижньому правому вузлі тунелю за рахунок їх невеликих значень прирівнюють до нуля.

Зусилля в завантаженій (лівій) стіні визначаються аналогічно зусиллям у стіні від симетричного навантаження. Зусилля у днищі визначаються аналогічно зусиллям від симетричного навантаження, але з прикладанням одностороннього моменту M_2 (див. рисунок А.1).

Зусилля у незавантаженій стіні підпірній (правій) визначаються як для вертикальної балки, що лежить на пружній основі з модулем деформації ґрунту E' і має нерухому горизонтальну опору на рівні днища, яка завантажена у верхньому кінці силою R_2.

А.5 У разі заглиблення верха тунелю від поверхні ґрунту більше ніж на 2 м, а також за тимчасового навантаження, яке розташоване на поверхні, інтенсивністю $q \le 10$ кН/м^2 незалежно від глибини закладу розрахунок тунелів слід виконувати тільки на симетричне завантаження повним навантаженням.

А.6 Розрахункові зусилля у замкнених тунелях і каналах з шарнірними вузлами всередині стіни повинні визначатись з урахуванням змін розрахункових зусиль (моментів і поперечних сил), зумовлені взаємодією конструкцій з ґрунтом.

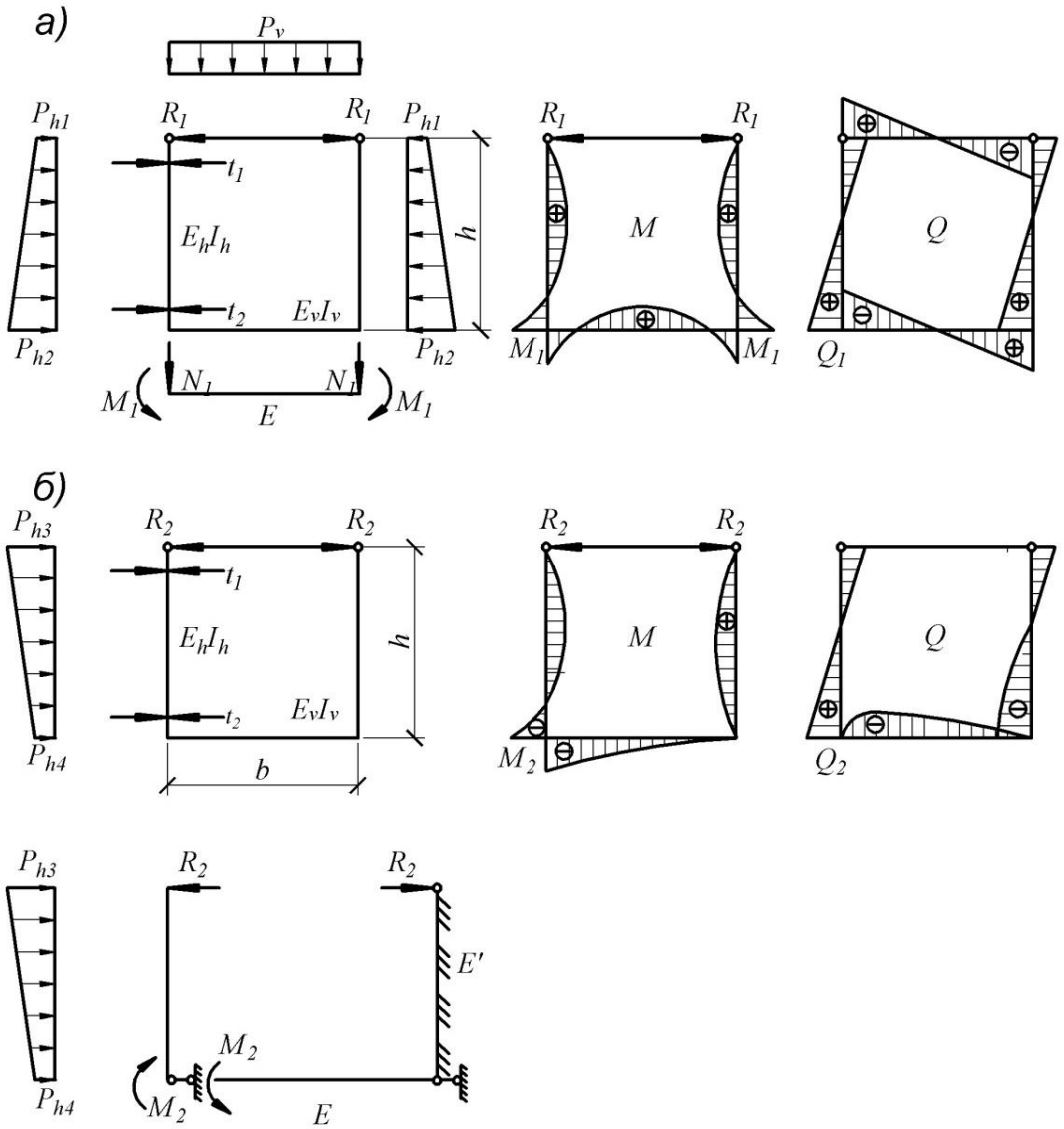


Рисунок А.1 – Розрахункова схема тунелю з шарнірами
на рівні плит перекриття: а) симетричне завантаження; б) одностороннє завантаження

А.7 Тунелі й канали, закладені нижче рівня прогнозованих ґрунтових вод, слід розраховувати на можливість спливання від розрахункових навантажень за формулою:

$$\frac{\sum G}{A h_w \gamma_w} \geq \gamma_f, \qquad \text{(А.9)}$$

де $\sum G$ – сума всіх постійних вертикальних розрахункових навантажень з мінімальними коефіцієнтами надійності за навантаженням, які діють на довжину одного метра тунелю або каналу;

A – площа підошви тунелю або каналу на довжині одного метра;

h_w – відстань від рівня ґрунтових вод до підошви тунелю або каналу (без урахування бетонної підготовки);

γ_w – істинна густина води, яка дорівнює 10 кН/м^3;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням, який приймається таким, що дорівнює 1,2.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

РОЗРАХУНОК ЗАНУРЕНИХ КОЛОДЯЗІВ

Б.1 Горизонтальний тиск ґрунту на стіни і ніж зануреного колодязя слід визначати як суму тисків: основного – від ґрунту або тиксотропного розчину і додаткового – від крену зануреного колодязя, який виникає в результаті його занурення.

Б.2 Розрахунок зануреного колодязя слід виконувати в такій послідовності: визначають глибину колодязя, зовнішні розміри (діаметр) зануреного колодязя, товщину стінок оболонки, розраховують окремі конструктивні елементи оболонки.

Глибину занурення колодязя приймають згідно з даними інженерно-геологічних вишукувань, виконаних на майданчику будівництва споруди, яку зводять над зануреним колодязем. Необхідно, щоб у межах контуру зануреного колодязя було закладено не менше ніж одну бурову свердловину. Для занурених колодязів діаметром понад 10 м закладають не менше трьох бурових свердловин.

Якщо за основи зануреного колодязя прийнято практично нестиснуті скельні породи, глибина занурення колодязя визначається позначками верха цих порід і поверхні, з якої він буде занурюватися. Під час закладання колодязя на ґрунтах, що стискаються, глибину його занурення визначають виходячи з допустимого осідання цієї споруди.

Б.3 Основний горизонтальний тиск ґрунту під час занурення колодязя слід визначати за формулою:

$$p_h = \frac{\bar{p}_h + c_0 tg\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)}{1 - tg\varphi_0 tg\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)}, \qquad (Б.1)$$

де $\bar{p}_h = \gamma r k_1 + q k_2 - c k k_3$;

c_o, φ_0 – питоме зчеплення і кут внутрішнього тертя ґрунту приймаються за відсутності покриттів стін і електроосмосу такими, що дорівнюють:

$$\begin{Bmatrix} c_0 = ck \\ \varphi_0 = \varphi \end{Bmatrix}; \qquad (Б.2)$$

Таблиця Б.1 – Значення коефіцієнтів k_1, k_2, k_3

$\frac{z}{r}$	*Значення* k_1, k_2, k_3, *за* $\varphi_з$, *град*						
	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
0,50	0,32	0,26	0,20	0,16	0,13	0,10	0,08
1,00	0,62	0,49	0,36	0,28	0,21	0,16	0,11
1,50	0,92	0,71	0,50	0,37	0,27	0,20	0,13
2,00	1,15	0,90	0,62	0,42	0,30	0,23	0,15
2,50	1,30	1,00	0,72	0,47	0,32	0,25	0,16
3,00	1,45	1,10	0,80	0,52	0,34	0,26	0,17
3,50	1,60	1,20	0,85	0,56	0,36	0,27	0,17
4,00	1,70	1,30	0,90	0,60	0,38	0,27	0,17
4,50	1,79	1,38	0,95	0,64	0,40	0,27	0,17
5,00	1,38*	1,45	1,00	0,68	0,42	0,27	0,17
0	0,81	0,60	0,49	0,40	0,33	0,27	0,22
0,50	0,64	0,46	0,37	0,28	0,21	0,15	0,11
1,00	0,58	0,38	0,29	0,20	0,14	0,08	0,06
1,50	0,50	0,33	0,23	0,15	0,10	0,05	0,04
2,00	0,46	0,30	0,20	0,12	0,07	0,04	0,02
2,50	0,43	0,27	0,17	0,09	0,05	0,03	0,01
3,00	0,41	0,25	0,15	0,08	0,04	0,02	0
3,50	0,39	0,24	0,14	0,07	0,04	0,02	0
4,00	0,38	0,23	0,13	0,06	0,03	0,01	0
4,50	0,36	0,21	0,12	0,05	0,03	0,01	0
5,00	0,35	0,20	0,11	0,04	0,02	0,01	0
0	1,70	1,50	1,40	1,25	1,05	1,00	0,90
0,50	2,25	2,00	1,75	1,55	1,30	1,15	1,05
1,00	2,60	2,30	1,95	1,70	1,45	1,30	1,13
1,50	2,90	2,50	2,10	1,85	1,52	1,38	1,18
2,00	3,05	2,65	2,25	1,90	1,58	1,40	1,20
2,50	3,15	2,75	2,30	1,95	1,60	1,40	1,20
3,00	3,30	2,83	2,35	1,97	1,65	1,40	1,20
3,50	3,45	2,90	2,40	2,00	1,66	1,40	1,20
4,00	3,55	2,95	2,45	2,00	1,68	1,40	1,20
4,50	3,63	3,00	2,47	2,05	1,70	1,40	1,20
5,00	3,80	3,05	2,50	2,10	1,70	1,40	1,20

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти, які залежно від кута внутрішнього тертя ґрунту і відношення z/r, визначаються за таблицею Б.1;

r – радіус зовнішнього кола колодязя або умовний радіус не для круглих у плані занурених колодязів приймається за величиною, що дорівнює найбільшій відстані від центральної осі колодязя до найбільш віддаленої точки його зовнішньої поверхні;

γ – істинна густина ґрунту;

z – відстань від поверхні ґрунту до перерізу, який розглядається;

q – суцільне вертикальне рівномірно-розподілене навантаження, яке приймається 20 кН/м^2, окрім випадків, обумовлених у завданні;

c – питоме зчеплення ґрунту;

k – коефіцієнт, який враховує зменшення зчеплення ґрунту в результаті зсуву і приймається залежно від консистенції ґрунту.

У разі розрахунків за граничними станами першої групи (у дужках – другої групи) значення *k* приймається за таблицею Б.2.

Таблиця Б.2 – Значення коефіцієнта *k*

Консистенція ґрунту	*k*
Тверда	0,22 (0,33)
Напівтверда	0,25 (0,38)
Тугопластична	0,29 (0,43)
М'якопластична	0,65 (1)

Якщо занурений колодязь заглиблюється в ґрунт з різнорідними нашаруваннями, за визначення p_h весь ґрунт, що лежить вище шару, який розглядається, замінюються еквівалентним шаром ґрунту, висота якого визначається за формулою:

$$h_n = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i h_i}{\gamma_n}, \qquad (Б.3)$$

де $\sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i h_i$ – вага усіх (n-1) шарів ґрунту, що лежать вище шару, який розглядається, заввишки h_n;

γ_i _ істинна густина шару ґрунту; i-го

γ_n — істинна густина ґрунту в шарі, n.

Б.4 Основний тиск тиксотропного розчину в період занурення колодязя слід визначати за формулою:

$$p_h = \gamma_1 z, \qquad (Б.4)$$

де γ_1 – істинна густина тиксотропного розчину.

Основний горизонтальний тиск ґрунту на ділянці ножа і глиняного замка слід визначати за формулою (Б.1).

Б.5 Тиск ґрунту, розташованого нижче рівня ґрунтових вод, необхідно визначати з урахуванням зважувальної дії води.

Б.6 Додатковий горизонтальний тиск ґрунту на ділянку стіни зануреного колодязя і ножа, а за тиксотропної сорочки – тільки на ділянці ножа слід визначати за формулою:

$$p_{ad} = 0,25 p_h. \qquad (Б.5)$$

Додатковий горизонтальний тиск на ділянці стіни за тиксотропної сорочки слід визначити за формулою:

$$p_{ad} = 0,15 p_h. \qquad (Б.6)$$

Б.7 Основний тиск ґрунту в плані колодязя слід приймати рівномірним з врахуванням зважувальної дії води.

Б.8 Розподіл додаткового тиску в плані круглих колодязів (див. рисунок Б.1) слід приймати за формулою:

$$p_{ad\beta} = p_{ad} \sin \beta, \tag{Б.7}$$

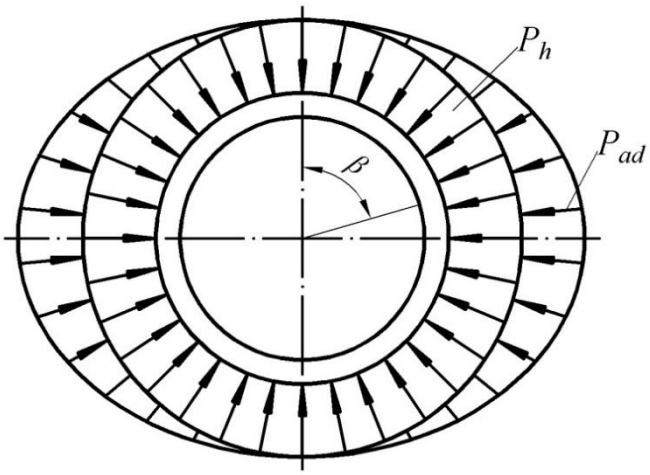


Рисунок Б.1 – Схема розподілу основного p_h і додаткового p_{ad} горизонтальних тисків ґрунту на круглий колодязь

Б.9 Занурений колодязь слід розраховувати на горизонтальний тиск ґрунту в стані спокою. Основний горизонтальний тиск слід визначати за формулою:

$$p_{h0} = \left(\gamma_z + q\right)\lambda_0, \tag{Б.8}$$

де z – відстань від поверхні ґрунту до перерізу, який розглядається;

λ_0 – коефіцієнт бокового тиску ґрунту в стані спокою приймається таким, що дорівнює:

$$\lambda_0 = \frac{\nu}{1-\nu}, \tag{Б.9}$$

тут ν – коефіцієнт Пуассона, який приймається таким, що дорівнює:

0,23 – для пісків гравійних і крупних;

0,26 – те саме, середньої крупності;

0,28 – мілких;

0,30 – пилуватих;

0,33 – для супісей

0,35 – суглинків;

0,38 – глини.

Якщо колодязь занурено у ґрунти з різнорідним нашаруванням, значення основного тиску ґрунту для кожного шару визначається за формулою:

$$p_{h0i} = \lambda_{0i}\left(\gamma_i z_i + \sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i h_i\right), \tag{Б.10}$$

де λ_{0i} – коефіцієнт бокового тиску ґрунту в стані спокою *i*-го шару ґрунту, який розглядається;

γ_i, $z_з$ – відповідно істинна густина ґрунту і відстань від поверхні *i*-го шару до перерізу колодязя, який розглядається;

γ_i, $h_з$ – відповідно істинна густина ґрунту і товщина кожного вище розташованого шару.

Додатковий горизонтальний тиск у стані спокою слід визначати за формулою:

$$p_{ad0} = 0,1 p_{h0}. \quad (Б.11)$$

Б.10 Розрахункове значення на 1м^2 сили тертя ґрунту F_z за зовнішньою поверхнею колодязя на глибині *z* слід визначати за формулою:

$$F_z = f_z u, \quad (Б.12)$$

де u – зовнішній периметр ножа або стіни колодязя;

f_z – питома сила тертя ґрунту за боковою поверхнею колодязя на глибині на 1 м^2 площі, яка залежить від стадії роботи колодязя і визначається за формулами:

а) на стадії занурення

$$f_z = \gamma_c \left(p_h tg\varphi_0 + c_0 \right), \quad (Б.13)$$

де $\gamma_{c_}$ – коефіцієнт умов роботи, який приймається таким, що дорівнює 1,2 для щільних пісків, що утримують гравій, щебінь тощо, і 1 – для інших ґрунтів;

б) на стадії спливання

$$f_{z1} = p_{h1} tg\varphi_0 + c_0, \quad (Б.14)$$

де p_{h1} – основний горизонтальний тиск у період спливання

$$p_{h1} = \frac{\bar{p}_h - c_0 tg\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)}{1 + tg\varphi_0 tg\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)} \geq 0. \quad (Б.15)$$

Якщо колодязь занурюється у тиксотропній сорочці, питома сила тертя у зоні сорочки не враховується, а в зоні глиняного замка приймається такою, що дорівнює 20 кН/м^2.

Б.11 Розрахунок колодязів необхідно виконувати на найбільш невигідні сполучення навантажень і впливів, які діють в умовах будівництва й експлуатації:

— в умовах будівництва – за розрахунковими схемами з урахуванням засобів, прийнятих у проєкті виконання робіт;

— в умовах експлуатації – за розрахунковими схемами, з урахуванням наявності днища, внутрішніх стін, колон, перекриттів тощо, охоплюючи навантаження і впливи від усіх розташованих всередині колодязя і від обпертих на колодязь будівельних конструкцій і обладнання, а також з урахуванням впливу сусідніх фундаментів будівель, споруд і обладнання.

Б.12 На навантаження і впливи, які виникають під час будівництва колодязів, повинні виконуватись такі розрахунки:

а) за розрахунковими схемами, які враховують наявність тільки зовнішніх стін (без днища):

— занурення колодязя;

— міцність колодязя або його першого ярусу, який підлягає зануренню, у разі знімання з тимчасової основи (якщо це передбачено проєктом виконання робіт);

— міцності зовнішніх стін при зануренні колодязя;

— загальної стійкості форми циліндричної оболонки колодязів, які занурюються у тиксотропній сорочці;

б) за розрахунковими схемами, які враховують наявність зовнішніх стін і днища:

— спливання колодязя;

— міцності днища;

— міцності стін;

— зсуву за підошвою за односторонньої виїмки ґрунту поблизу зануреного колодязя (якщо передбачено проєктом).

Б.13 На навантаження і впливи, які виникають в умовах експлуатації зануреного колодязя, повинні виконуватись такі розрахунки:

— міцність зовнішніх і внутрішніх стін, днища, перекриттів, колон тощо;

— спливання зануреного колодязя;

— основи зануреного колодязя за деформаціями.

Б.14 Усі розрахунки занурених колодязів слід виконувати за граничними станами першої групи, крім розрахунків основ за деформаціями і за розкриттям тріщин елементів конструкцій, які виконуються за граничними станами другої групи.

Б.15 Розрахунок занурення колодязя слід виконувати за умови:

$$\frac{G}{F+N_u} \geq \gamma_{f1}, \qquad (Б.16)$$

де G – вага зануреного колодязя і вантажу з врахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_f = 0,9$;

F – сила тертя стін зануреного колодязя по ґрунту при зануренні колодязя;

N_u – вертикальна складова сили граничного опору основи під ножем, яка визначається згідно з ДБН В.2.1-10;

γ_{f1} – коефіцієнт надійності занурення;

$\gamma_{f1} > 1$ в момент руху зануреного колодязя;

$\gamma_{f1} = 1$ в момент зупинки колодязя або ярусу на проєктній позначці.

Занурені колодязі нижче горизонту ґрунтових вод після влаштування днища повинні бути розраховані на спливання у різних ґрунтах (за винятком, якщо під днищем виконується постійно діючий дренаж) на розрахункові навантаження за умови:

$$\frac{\sum G + F_1}{A h_w \gamma_w}, \geq \gamma_{fw} \qquad (Б.17)$$

де $\sum G$ – сума усіх постійних вертикальних розрахункових навантажень із врахуванням привантаження з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_{fw} = 0,9$.

F_1 – сила тертя під час розрахунку на спливання;

A – площа основи колодязя;

h_w – відстань від рівня ґрунтових вод до основи днища зануреного колодязя;

γ_w – істинна густина води;

γ_{fw} – коефіцієнт надійності проти спливання, що дорівнює 1,2.

Якщо умову (Б.17) не забезпечено, необхідно передбачити заходи, які перешкоджають спливанню зануреного колодязя (влаштування анкерних конструкцій у ґрунті тощо).

Б.16 Розрахунок міцності стін зануреного колодязя на будівельні навантаження виконують після досягнення ним проєктної глибини.

Б.17 Розрахунок міцності залізобетонного днища слід виконувати на такі навантаження:

— на підпір ґрунту під днищем зануреного колодязя, якщо значення постійних вертикальних

навантажень зануреного колодязя більше сили спливання;

— на гідростатичний тиск ґрунтових вод, якщо значення постійних вертикальних навантажень зануреного колодязя менше сили спливання (занурений колодязь закріплений анкерами у прилеглому ґрунтовому масиві).

Розрахунок міцності днища зануреного колодязя без внутрішніх стін і колон слід виконувати як пластини, що лежить на пружній основі, а на навантаження від гідростатичного тиску ґрунтових вод – як пластини з шарнірними опорами, які завантажені рівномірно розподіленим навантаженням.

Днище, на яке спираються внутрішні стіни або колони, розраховується як багатопрогінна пластина, яка складається із прямокутних панелей, або як пластина, яка опирається у вершинах прямокутної сітки колон.

Б.18 Розрахунок осідань занурених колодязів слід виконувати згідно з ДБН В.2.1-10.

ДОДАТОК В
(обов´язковий)

ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ВІД СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ НА СТІНИ ТА ДНИЩЕ СИЛОСУ Й ОСЬОВИХ ЗУСИЛЬ РОЗТЯГУ СТІНКИ КРУГЛИХ СИЛОСІВ

В.1 Навантаження від сипких матеріалів на стінки та днище силосу.

В.1.1 Характеристичний горизонтальний тиск сипкого матеріалу p_h на стінки силосу рівномірно розподіляється по периметру і розраховується за формулою:

$$p_h = \frac{\gamma \cdot p}{f}\left(1 - e^{-\lambda f \frac{z}{p}}\right), \qquad (В.1)$$

де γ, f – істинна густина і коефіцієнт тертя сипкого матеріалу;

$p = \frac{A}{u}$ – гідравлічний радіус перерізу (A і u – площа і периметр перерізу силосу відповідно;

e – основа натуральних логарифмів;

$\lambda = tg^2\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right)$ – коефіцієнт бокового тиску сипкого матеріалу;

φ – кут внутрішнього тертя сипкого матеріалу;

z – відстань від верхньої частини матеріалу для наповнення до днища.

В.1.2 Характеристичний вертикальний тиск сипкого матеріалу визначається за формулою:

$$p_v = \frac{p_h}{\lambda}. \qquad (В.2)$$

В.1.3 Повний характеристичний (тривалий і короткочасний) горизонтальний тиск сипкого матеріалу на стіни силосів визначається за формулою:

$$p_{h0} = \alpha p_h, \qquad (В.3)$$

де α – коефіцієнт, наведений у таблиці 6, враховує додаткові тиски під час наповнення і випуску силосів, обвалу сипкого матеріалу і під час дії пневматичних систем випуску.

В.1.4 Короткочасна частина характеристичного повного горизонтального тиску визначається за формулою:

$$p_{h1} = p_h(\alpha - 1). \qquad (В.4)$$

В.1.5 Характеристичний вертикальний тиск сипкого матеріалу p_f, який передається на стіни силосу силами тертя, визначається за формулою:

$$p_f = f p_h. \qquad (В.5)$$

В.1.6 Характеристичний вертикальний тиск сипкого матеріалу на днище силосу p_{v1} визначається за формулою:

$$p_{v1} = \alpha p_v, \qquad (В.6)$$

але не більше ніж $p_{v1} = \gamma z$,

де α, p_v – визначають за В.1.3 та В.1.2;

γ – істинна густина засипки над днищем;

z – висота засипки.

В.1.7 Вертикальний тиск сипкого матеріалу в межах похилого днища або воронки силосу вважається постійним, таким, що дорівнює визначеному для верхньої частини похилого днища або воронки.

В.2 Круглі силоси слід розраховувати на осьове зусилля розтягування стінки силосу силами N за формулою:

$$N = \frac{\gamma_f}{\gamma_c} \alpha p_h \frac{d}{2}, \qquad (В.7)$$

,

де N – розрахункове осьове зусилля розтягування;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням, який приймається за 8.3.27;

α, γ_c – поправковий коефіцієнт і коефіцієнт умов роботи, приймають за таблицею 6;

d – внутрішній діаметр силосу.

В.3 Для сталевих силосів слід враховувати вплив зміни добової температури зовнішнього повітря у вигляді додаткового горизонтального характеристичного значення тиску сипкого матеріалу, важаючи його рівномірно розподіленим за периметром і заввишки, за формулою:

$$p_{ht} = k_t \frac{\alpha_t T_1 E_m}{\frac{d}{2t} \cdot \frac{E_m}{E_c} + (1 - v)}, \qquad (В.8)$$

де k_t – коефіцієнт, який приймається таким, що дорівнює 2;

α_t – коефіцієнт лінійної температурної деформації матеріалу сталевих стін, який дорівнює 1,2 х 10^{-5};

T_1 – середня добова амплітуда температури зовнішньої повітря, яка приймається згідно з ДБН В.1.2-2;

E_m – модуль деформації стиску сипкого матеріалу;

d – внутрішній радіус круглого силосу або сторони квадратного силосу;

t – приведена товщина стіни по вертикальному перерізу, м;

E_c – модуль пружності матеріалу стіни;

v – коефіцієнт поперечної деформації (Пуассона) матеріалу, що заповнює силос.

ДОДАТОК Г
(довідковий)

КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ СПОРУД ДОМЕННОГО КОМПЛЕКСУ

Г.1 *Доменна піч*

Основні конструкції, що входять до складу доменної печі і її центрального вузла:

Г.1.1 *Кожух доменної печі* – сукупність співвісних пов'язаних циліндричних і конічних оболонок, ослаблених великою кількістю отворів для вивідних трубок і болтів холодильних плит, фурмених приладів, прорізів для льоток та іншого устаткування. Кожух печі захищає кладку від руйнування у разі появи тріщин і розпалу, забезпечує герметичність внутрішнього простору печі і слугує опорою для технологічних конструкцій (кладка, холодильники, обладнання тощо). Для оглядання і ремонту кожуха шахти доменної печі і системи охолодження навколо шахти повинні бути влаштовані оглядові майданчики з проходами завширшки не менше ніж 1 м. Для забезпечення стоку води до збірних кільцевих лотків по кожуху шахти оглядові майданчики не повинні примикати впритул до кожуха печі. Майданчики повинні з'єднуватися маршовими сходами. Розташування сходів над чавунними або жужільними вічками забороняється.

Г.1.2 *Опорна система доменної печі* (чотириколонник або колони шахти і горна) заввишки від фундаменту до колошникової площадки з системою площадок для обслуговування обладнання різного призначення. Колони шахти і горна розташовуються навколо печі і утворюють просторовий багатогранний каркас, який у верхній частині закріплений горизонтальними в'язями до кожуха печі. Чотириколонник виконується у вигляді незалежної просторової призматичної рамно-в´язевої конструкції. Колони чотириколонника розташовуються на відстані від печі і до кожуха не прив´язуються.

Г.1.3 *Колошникова площадка*, яка є верхом опорної системи печі. Колошникова площадка повинна бути огороджена поручнями заввишки не менше ніж 1,2 м із суцільним зашиванням сталевими листами. Настил площадки повинен бути суцільним. Поверхня настилу повинна унеможливлювати ковзання. Для доступу на колошникову площадку має бути передбачено не менше двох входів. Для спускання пилу і сміття з колошникової площадки в залізничні вагони повинна бути передбачена спеціальна пилоспускна труба, що закривається кришкою.

Г.1.4 *Колошниковий пристрій*, що забезпечує роботу засипного апарата печі. Основною конструкцією колошникового пристрою є колошниковим копер, розташований на колошниковій площадці, що становить просторову систему, дві паралельні вертикальні площини якої утворені рамами, а дві інші – вертикальними фермами. Основними площадками копра є площадка балансирів (тільки для печей з конусним засипним апаратом), монтажної балки, приймального бункера тощо. Доступ на площадки копра здійснюється по двох шахтах сходів.

Г.1.5 *Кільцевий повітропровід гарячого дуття* призначений для подачі повітря з температурою 1200–1450° в фурми печі. Усередині повітропровід футерують декількома рядами вогнетривкої кладки. Між кладкою й оболонкою труби виконується компенсаційний зазор з азбестового картону завтовшки 30–40 мм.

Кільцева труба повітропроводу завтовшки 20 мм у плані проєктується багатогранною з відрізків, кількість яких дорівнює кількості фурм, що коливається від 16–18 для малих печей до 28–42 для печей великого об'єму. Між собою ділянки з'єднуються встик за допомогою зварювання. Для кріплення фурмених приладів всередині кожного відрізка з боку печі встановлюють патрубки. Довжина кожного відрізка кільцевого повітропроводу повинна забезпечувати відстань від шва кріплення патрубка до стикового шва не менше п'яти товщин стінки оболонки повітропровода, яка приймається в межах 200–300 мм.

Діаметр окружності кільцевого повітропроводу повинен ув'язуватися з габаритами наближення крана ливарного двору.

Найбільш розповсюдженим способом спирання кільцевого повітропроводу є шарнірна підвіска його до колон горна або до конструкцій чотириколонника. У місцях кріплення підвісок на

повітропроводі передбачаються жорсткі опорні кільця. Інші способи спирання – через ковзні опори на консолі до колон горна, на балки чотириколонника або на круглих ливарних дворах, що споруджують для печей великого об'єму, через каткові опори на спеціальну естакаду, розташовану навколо печі.

Для зменшення або повного унеможливлення зміщення кільцевого повітропроводу щодо фурм, а також для зниження навантажень на опорні конструкції, у місці примикання прямого повітропровода до кільцевого доцільне встановлення компенсатора, що сприймає поздовжні і зсувні переміщення. Зусилля від неврівноваженого тиску при цьому сприймаються спеціально встановленими поздовжніми затяжками. За відсутності конструктивної можливості влаштування таких затяжок можливе застосування розвантаженого компенсатора зі стяжними болтами, затягування яких проводиться після розігрівання, перед подачею дуття. Під час тривалих зупинок печі з припиненням подачі дуття або під час капітальних ремонтів після скидання дуття стяжні болти на таких компенсаторах відпускають.

Г.1.6 Основними елементами конструкції *монтажної балки* є дві поздовжні підрейкові балки, по яких пересувається візок. Монтажна балка виконується або консольною, виліт консолі якої визначається необхідністю підіймати з залізничної платформи (і опускати на неї) укрупнений вузол засипного апарата, або однопрогоновою з опорами на копер і пиловловлювач. При цьому на колошниковому копрі виконується нерухома опора, а на опорі монтажної балки на пиловловлювачі – рухома з використанням каткових опорних частин прогонових будов мостів. За відсутності колошникового копра монтажна балка з боку печі спирається на вертикальні газоходи брудного газу з відповідним їхнім підсиленням.

За умов іншого планування печі та розташування пиловловлювача для монтажної балки передбачається спеціальна опора з опиранням на фундамент – просторова або плоска.

Підрейкові балки виконуються зазвичай зварного двотаврового перетину і за прогону не більше ніж 40 м мають висоту перетину (3–3,2) м. По верхньому і нижньому поясу кожної балки влаштовують системи горизонтальних в'язів, які спираються на допоміжні вертикальні ферми, що йдуть уздовж балок, і перетворюють плоскі балки на просторові блоки. Вони ж слугують для спирання площадок. Для забезпечення просторової незмінності поперечного перерізу блоків необхідно через кожні 6 м встановлювати вертикальні в'язі діафрагми.

Г.2 *Блок пиловловлювача* (або осьового циклона)

До складу блока пиловловлювача входять:

Г.2.1 *Пиловловлювач* (або осьовий циклон) з його опорою, обслуговувальними площадками і опорою монтажної балки, розташованої на пиловловлювачі.

Пиловловлювач – циліндрична посудина завтовшки 16 мм з конічними куполом і днищем, що встановлюється на сталеву просторову опору. Місця сполучення циліндра з конусами згладжуються вставками у вигляді усічених конусів або частин тора завтовшки 20 мм. Усередині пиловловлювача встановлюється каркас для кріплення кладки з шамотної цегли або вогнетривкого бетону.

Г.2.2 *Вертикальні і низхідний газопровід брудного газу* призначені для відведення доменного газу з печі. Гирла вертикальних газопроводів розташовуються рівномірно по поверхні купола печі. Товщина стінки газопроводів звичайно приймається такою, що дорівнює 12 мм. У місцях спирання газопроводів і в місцях трійників товщина стінки збільшується до 20 мм.

Для кріплення футерівки з шамотної цегли всередині газопроводу встановлюються кільцеві ребра зі сталі завтовшки 10 мм. Відстань між осями ребер приймається:

$l = n \cdot (230 + 2) + 10$ (товщина ребра)+проміжок (15-20 мм),

але не більше ніж 2000 мм,

де *n* – товщина шва між цеглою;

По всьому низхідному газопроводу розташовуються маршові сходи, що дають можливість доступу до лазів, призначених для ремонту футерівки. Ці сходи мають виходи на пиловловлювач і до колошникового пристрою.

Г.2.3 *Пилоспускна труба*, по якій пил видаляється з колошникової площадки і подається в залізничний потяг, встановлений під пиловловлювачем.

Г.3 *Похилий міст* (скіповий підіймач) призначений для подачі сировинних матеріалів у доменну піч, зазвичай виконується двопрогоновим з консоллю з нерухомою опорою на стінці скіпової ями і рухливими – на плоских пілонах, верхній з яких спирається на колошникову площадку, а нижній – на ливарний двір.

Щоб уникнути виникнення додаткових напружень від різного осідання фундаментів або температурної деформації опор, конструкція похилого мосту може бути прийнята статично визначеною, для цього над першим пілоном (з боку від скіпової ями) передбачається спеціальний шарнір.

Похилі мости виконуються двох типів: закритого (зі в'язями по верхніх поясах головних балок (ферм)) і закритого – без в'язів по верхніх поясах. Поперечна стійкість моста відкритого перетину забезпечується жорсткими поперечними напіврамами, що складаються з поперечних балок проїзної частини і стійок головних ферм або ребер головних балок, що закріплюють верхні пояси від втрати стійкості в горизонтальній площині.

Головні балки (або ферми) похилого мосту, зазвичай, слід виконувати габаритними для перевезення. Габарити похилого мосту за завширшки визначаються: зсередини – розмірами скипів, ззовні – його положенням між ногами задньої рами колошникового копра. Проєктний зазор між габаритами скіпа й елементами похилого моста повинен бути не менше: збоку скіпа – 150 мм (крім перекидального пристрою, в якому допускається його зменшення до 50 мм) і зверху – 250 мм. Зазор між зовнішніми габаритами головних балок (ферм) похилого мосту і вертикальними гранями конструкції ніг колошникового копра не повинен бути менше ніж 75 мм. Зазор між конструкціями моста і горизонтальними елементами копра слід призначати з урахуванням пружних деформацій консолі моста, а у разі роботи печі на рудах, що містять цинк, слід враховувати і можливість збільшення висоти печі під час експлуатації.

По нижніх поясах головних балок, в рівні проїзної частини, влаштовується суцільний листової настил, що захищає від просипання матеріалів зі скіпа.

Кріплення рейок до поїзних балок має передбачати можливість їхнього рихтування, незмінюваність відстані між рейками забезпечується влаштуванням тяжів. Для стійкості поздовжні поїзні балки закріплюють від перекидання, конструкція закріплення не повинна перешкоджати вільному переміщенню випалу зі скіпа матеріалів уздовж настилу. Щоб уникнути сходу скипів, уздовж всього моста необхідно встановлювати напрямні, що йдуть по обидва боки скіпа і перешкоджають відриву його скатів від рейок. Для проходу по мосту і настилу проїзної частини між рейками по всій довжині приварюють скоби.

На похилому мосту повинні бути встановлені бункери для уловлювання розсипаного матеріалу, стопорні пристрої для утримання скіпа під час ремонтів і пристрої для зміни шківів.

У верхній частині моста влаштовується перекидний пристрій, що слугує для висипання матеріалу зі скіпа до приймального бункера колошникового пристрою. Конструкції перекидального пристрою повинні мати достатню жорсткість і забезпечувати плавне проходження скіпа і вільне переміщення його «упряжі».

На головних балках моста встановлюють опорні конструкції скіпових головних і напрямних шківів. Зазори в світлі між віссю однієї з гілок скіпового каната (для гарантії міцності встановлюють дві паралельні нитки канатів) і гранню конструкцій повинні бути рівні: за кута нахилу каната до горизонту від 20 до 60° знизу каната – 250 мм, збоку і зверху каната – 150 мм; за кута нахилу 90° – 150 мм; за проміжних значеннях величина зазору визначається за інтерполяцією.

Проїзна частина похилого мосту в скіповій ямі нижче рівня спирання моста на стінку ями

становить чотири підрейкові балки, з'єднані між собою горизонтальними зв'язками. До цих балок кріпляться верхні напрямні скатів скіпа. Зазвичай обрис останніх у вертикальній площині прямолінійний, оскільки враховує необхідність перелому між нахилами самого похилого моста і його продовженням у скіповій ямі. До балок проїзної частини закріплюється механізм стопорного пристрою для влаштування скипів під час заміни канатів. Сталеві конструкції на цій ділянці підсилюють.

Будівля скіпового підйомника (машзал) зазвичай розташована під похилим мостом на постаменті над залізничними коліями. Будівля має виконуватися утепленою, для кращого осипання пилу ухил покрівлі приймається 45°.

Г.4 *Будівля доменної печі* забезпечує виконання робіт (випуск і розливання в ковші чавуну і шлаку) на робочій площадці. Будівлю прийнято умовно розділяти на дві частини – *ливарний двір і піддоменник*. Ливарні двори і піддоменники печей повинні бути в критих будівлях, виконаних із вогнестійких матеріалів.

Ливарний двір обладнується одним або двома мостовими кранами і монорейками. На новоспоруджених і модернізованих печах повинна бути забезпечена можливість підведення гака крана ливарного двору безпосередньо до кільцевого воздухопроводу гарячого дуття.

Каркас ливарного двору виконується металевим рамним. Просторова жорсткість каркаса забезпечується системою вертикальних в'язів, в'язів у рівні покрівлі та гальмівними площадками кранових шляхів. Каркас піддоменників виконується з металевих піврам, що спираються на опорну систему печі. Піддоменник повинен бути обладнаний не менше ніж двома виходами, не враховуючи виходу на ливарний двір. Усі жолоби і ковші розташовують під дахом, для цього до будівлі прилаштовують спеціальні відкрилки.

Робочий майданчик сучасних доменних печей – дворівнева, з залізобетонних плит по металевих балках з піщаним підсипанням, у товщі якої покладено жолоби, які транспортують розтоплений чавун і шлак, і цегляної вистілки поверх підсипання. Колони ливарного двору і балки робочого майданчика екрануються від теплового випромінювання розплавлених продуктів плавки. Кріплення захисних екранів ливарного двору, піддоменників і колон має унеможливлювати їхнє падіння.

У зв'язку зі значним виділенням тепла як від самої доменної печі, так і розтопленими продуктами плавки будівлю виконують холодною. Для доменних цехів (печей), що будуються або реконструюються, кут нахилу даху ливарного двору повинен прийматися не менше ніж 45°. За неможливості виконання даху із зазначеним кутом допускається його зменшення за умови видалення пилу з даху механізованим способом.

По периметру ливарного двору і піддоменника з позначки робочого майданчика до позначки покриття влаштовується фахверк. По торцях будівлі встановлюють закріплені до ригелів рам за допомогою листових шарнірів фахверкові колони. Листові шарніри забезпечують кріплення цих колон до ригелів рам у горизонтальній площині, але унеможливлює передачу на них вертикального навантаження. Прогін цих колон під час роботи на вітрове навантаження слід зменшувати виконанням жорстких горизонтальних площадок, що з’єднують підкранові балки, або влаштуванням спеціальних горизонтальних вітрових ферм, які передають вітрові навантаження на поздовжні в'язі. Конструкція цих площадок (ферм) повинна забезпечувати сприйняття вітрових зусиль.

Для аерації будівлі ливарного двору передбачають ліхтар, а також аераційні отвори в фахверку, заповнені поворотними щитами і жалюзійними ґратами. Керування стулками аераційних отворів повинно розташовуватися в доступних місцях і проводитися зі спеціальних площадок. Ліхтарі ливарних дворів, що будуються або реконструюються, повинні бути обладнані вітровідбійними щитами. Вітровідбійні щити не повинні перешкоджати сходженню пилу з даху.

Г.5 *Ліфт.* Для доступу людей і піднімання вантажів на колошник, оглядові площадки печі і верхні площадки повітронагрівачів печей, що будуються або реконструюються, повинні бути

обладнані ліфтами. Шахти ліфтів повинні з'єднуватися з площадками доменної печі і повітронагрівачів перехідними містками, огородженими поручнями.

Ліфти, зазвичай, розташовують біля торцевої рами ливарного двору з боку блока повітронагрівачів або біля пиловловлювача. За допомогою двох площин горизонтальних в'язів здійснюється кріплення ліфта до опорної системи печі (колошникової площадки) і конструкцій колошникового копра. Сторона ліфта, повернена в бік доменної печі, і стіни шахти ліфта обшивають суцільно, іншу частину затягують сталевою сіткою, що забезпечує достатню аерацію і захищає від загазованості.

Над шахтою кабіни ліфта має бути розташовано утеплене машинне приміщення зі сталевого каркаса.

Г.6 До складу б*лока повітронагрівачів входять:*

Г.6.1 *Повітронагрівач* (3–4 у блоці) – це циліндричний агрегат з плоским днищем і напівсферичним куполом, внутрішній об'єм якого заповнюється спеціальною вогнетривкою кладкою. Кожух повітронагрівача кріпиться до фундаменту анкерами. Під час розрахунку анкерів слід враховувати утримувальну силу, що складається з маси периферійної кладки, розташованої на днищі, і маси металоконструкцій кожуха.

Анкери за можливості встановлюють на однаковій відстані. Зміщення анкерів, зазвичай, не повинне перевищувати ± 3°.

Нижня царга кожуха нагрівача виконується більшою товщиною (36–40) мм, циліндрична частина – (20–25) мм зі збільшенням товщини до (25–30) мм у місцях виникнення крайового ефекту через переломи обрисів оболонки, купол – 20 мм. У місці врізування штуцера повітропровода гарячого дуття виконується місцеве потовщення кожуха до (36–40) мм. Днище виконується завтовшки (25–30) мм.

Враховуючи значний вплив циклічного режиму роботи, пов'язаного з коливанням внутрішнього тиску від 0 до 0,5 МПа за середньої кількості циклів $6 \cdot 10^4$ за розрахунковий час експлуатації, під час проєктування конструкції необхідно виконувати розрахунок з урахуванням малоциклової втоми кожухів.

З огляду на можливе виникнення явища корозійного розтріскування металу кожуха внаслідок міжкристалітної корозії, зумовленої виділенням з повітря під дією високих температур азоту й утворення його окислів за одночасного високого рівня напружень, рекомендується виконувати захист внутрішньої поверхні кожухів від агресивних середовищ покриттям двома шарами сіліцієорганічної антикорозійної емалі або жаростійкої силіконової фарби з алюмінієвою пігментацією без ґрунтовання.

Г.6.2 *Повітропровід гарячого дуття* призначений для транспортування гарячого повітря з повітронагрівачів до доменної печі. За розташуванням він поділяється на дві ділянки – кільцевий і прямий. До кільцевого відносять повітропровід, розташований навколо доменної печі і з'єднаний з фурменими приладами, до прямого – ділянку повітропровода, що проходить уздовж блока повітронагрівачів від повітронагрівачів до кільцевого повітропроводу.

З огляду на високу температуру гарячого повітря, повітропровід усередині футерується декількома рядами вогнетривкої цегли, термічне розширення яких компенсується деформаційним шаром з азбестового картону.

Прямий повітропровід гарячого дуття складається з протяжної ділянки повітропроводу, що йде уздовж блока повітронагрівачів, і прямих або косих відводів до повітронагрівача – штуцерів. Застосовується два типи підключення відводів до повітропроводу – бічне або нижнє.

Товщина стінки прямого повітропроводу визначається розрахунком і приймається не менше ніж 20 мм. У місцях приварювання штуцерів до кожухів повітронагрівачів виконується місцеве потовщення оболонки повітропроводу до (25–30) мм.

З огляду на те, що температура стінки оболонки повітропроводу досягає 100 °С і більше, а зниження жорсткості колін не відбувається через наявність футерування, рекомендується

знижувати загальну жорсткість системи встановленням компенсаторів. Компенсатори слід встановлювати на прямому повітропроводі між врізками штуцерів і перед кільцевим повітропроводом, а також на всіх штуцерах. Компенсатори повинні забезпечувати компенсацію переміщень різного напрямку: осьові, зсувні і кутові. Неврівноважені зусилля тиску дутьового повітря передаються на систему поздовжніх елементів – тяжів. Тяжі встановлюють максимально можливої довжини вздовж усього прямого повітропроводу і штуцерів. Пружне подовження затяжок, що встановлюють на прямому повітропроводі, компенсується спеціально передбаченим «хвостовим» компенсатором, розташованим в кінці повітропроводу, а тяжів, розташованих на штуцерах, – бічними переміщеннями на компенсаторах прямого повітропроводу. Тяжі залежно від конструкції вузлів можуть бути виконані круглого перетину діаметром (100–130) мм або у вигляді прямокутної смуги еквівалентної площі. Такий перетин тяжів приймається для зменшення переміщення від їхнього поздовжнього пружного розширення.

Компенсатори, що встановлюють на штуцерах, сприймають осьові переміщення на довжині штуцера, зсувні переміщення в горизонтальній площині від осьового зсуву прямого повітропровода і зсувні переміщення у вертикальній площині від зростання кожуха повітронагрівача. Крім того, компенсатори повинні забезпечувати можливість розтискання з'єднань для заміни клапана гарячого дуття або його ущільнення. Величина цього додаткового переміщення становить (20–30) мм. Для забезпечення роботи компенсаторів ці додаткові переміщення повинні бути зарезервовані в їхній розрахунковій компенсувальній здібності.

Компенсатори, що встановлюють на прямому повітропроводі, сприймають осьові переміщення від термічного розширення ділянки повітропроводу і зсувні переміщення в горизонтальній площині від впливу штуцерів. Компенсатори виконують у вигляді сильфонних вставок, які здатні сприймати навантаження від внутрішнього тиску (окрім осьового), а також осьові, зсувні і кутового переміщення.

За неможливості розміщення «хвостовика» або довгих поздовжніх тяжів для сприйняття сили неврівноваженого тиску сильфонні компенсатори замикають, влаштовуючи навколо них систему коротких стяжних болтів. Такі компенсатори не можуть в автоматичному режимі в циклах «нагрів» і «дуття» компенсувати температурні переміщення, оскільки за затягнутих болтах зникає їхня компенсувальна здатність в осьовому напрямку, а за відпущених болтах не сприймаються зусилля неврівноваженого тиску. Тому в період розігріву гайки болтів слід не затягувати, щоб хвилі компенсатора могли вільно переміщатися. Після закінчення розігріву перед подачею дуття гайки необхідно затягнути для утворення неперервної системи, що сприймає осьові розтягувальні зусилля від надлишкового внутрішнього тиску. Під час зупинки повітронагрівача на ремонт після скидання тиску гайки болтів відпускають, а під час пуску операції повторюють. Для унеможливлення ручного регулювання роботи компенсаторів до складу болтових кріплень вводяться блоки тарілчастих пружньо-обтиснених пружин, які компенсують невеликі, до (10–15) мм, переміщення.

Прямий повітропровід гарячого дуття можна підвішувати до вище розташованих балок будівлі (естакади) повітронагрівачів через підвісні опори – кільцеве опорне ребро або «рушник». За потреби компенсації опорою переміщень під тяжі підвісок встановлюють пакети тарілчастих пружин з різним розташуванням тарілок. Для пружин, зазвичай, використовують пружини тарілчастого типу з послідовною або паралельно послідовною схемою складання.

Прямий повітропровід гарячого дуття може також спиратися на нижче розташовані балки естакади із застосуванням ковзних опорних частин. Для зниження горизонтальних сил тертя ковзання від переміщень повітропроводу, що передаються на естакаду, можуть застосовуватися опорні частини з використанням прокладок із матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя (наприклад, прокладок із фторопласту).

Г.6.3 *Труба для взяття печі* «*на тягу*» призначена для швидкого продування і охолодження внутрішнього об’єму доменної печі перед проведенням ремонтних робіт. Цей процес

відбувається за рахунок природної тяги. Труба для взяття печі «на тягу» входить до загальної системи повітропроводу гарячого дуття і з'єднана з ним спеціальним відводом, на якому встановлений шибер. У разі влаштування в загальній схемі гарячого дуття компенсаторів, на відводі до труби також встановлюється компенсатор, розташування якого передбачається за шибером перед трубою, що дає змогу виконувати його незамкненим.

Конструктивно труба для взяття печі «на тягу» зазвичай виконується самонесною конструкцією, яка спирається стволом на фундамент і закріплюється горизонтальними в'язями до конструкцій естакади повітронагрівачів тощо. Кріпити трубу до кожухів повітронагрівачів не рекомендується. У разі вимушеного горизонтального прикріплення труби до одного або двох кожухів повітронагрівачів слід передбачити можливість їхнього незалежного переміщення за температурного зростання. За неможливості встановлення системи горизонтальних в'язів, що закріплюють трубу, як несна конструкція використовується вежа, а труба розташовується всередині неї. За такого компонувального рішення вежа може сприймати не тільки горизонтальні, але і вертикальні навантаження від труби і труба на фундамент може не спиратися.

Товщину оболонки труби зазвичай приймають такою, що дорівнює 12 мм зі збільшенням до 20 мм у місці спирання на фундамент. Всередині трубу футерують 1–2 шарами цегли, для підтримки яких встановлюють кільцеві ребра з кроком, кратним розміру цегли і відповідною кількістю швів між ними. Відстань між ребрами визначається за формулою:

$$L \approx n \cdot \left(R + 2\right) + 10 + \Delta, \qquad (Г.1)$$

де n – кількість шарів цегли між ребрами;

R – товщина цегли, мм;

2 – товщина шва між шарами цегли, мм;

10 – товщина ребра, мм;

Δ – компенсаційний зазор (приймається 10–15 мм).

Відстань між ребрами L не повинна перевищувати 1800 мм. Оскільки монтаж труби зазвичай здійснюється разом із футерівкою, слід обов'язково встановлювати ребра на відстані не більше ніж 200 мм від кінців монтажних марок труби.

Г.6.4 *Повітропровід холодного дуття* бере свій початок від повітродувки, але траса повітропроводу від повітродувки до кордонів блока повітронагрівачів не входить до складу доменного цеху.

У межах доменного цеху повітропровід починається повітряно-розвантажувальним клапаном, що встановлюється на просторовій умовно нерухомій опорі. На сучасних блоках повітронагрівачів повітряно-розвантажувальний клапан може не встановлюватися, а надлишок повітря по скидному повітропроводу направляється в димову трубу. Від прямого повітропроводу холодного дуття до кожного повітронагрівача відходять трубопроводи, на яких встановлено клапани холодного дуття, що відокремлюють повітропровід від повітронагрівача.

Трубопровід виконується без футерівки з товщиною оболонки, шо дорівнює (10–12) мм. Повітря в ньому знаходиться під тиском 0,3÷0,5 МПа і його температура досягає 120÷150 °С. Повітропровід холодного дуття в межах блока повітронагрівачів, зазвичай, виконується без компенсаторів і його температурні переміщення компенсуються за рахунок самокомпенсації в місцях зміни напрямку траси і зниження жорсткості кутів повороту. Опори повітропроводу зазвичай виконуються підвісними.

Г.6.5 *Газопровід чистого газу*. Для роботи пальника повітронагрівача як паливо використовується очищений у газоочиснику колошниковий доменний газ, який надходить на блок повітронагрівачів через зовнішні мережі з загальнозаводського колектора. Газ має низький тиск – до (15–20) кПа і температуру відповідно до кліматичних умов району. Товщина стінки труби не є розрахунковою і приймається зазвичай (8–10) мм. Для стоку конденсату газопровід виконується з ухилом не менше 0,5% т із влаштуванням у всіх нижніх точках водовідників. Газопровід залежно

від конфігурації виконується без компенсаторів як самокомпенсувальний переміщення або з хвильовими дисковими незамкнутими компенсаторами. Опори газопроводу на естакаду повітронагрівачів виконуються підвісними з допомогою «рушників» або ковзними.

Г.6.6 Централізована подача повітря в повітронагрівачі, що забезпечує процес горіння, здійснюється з допомогою *повітропроводу*, що транспортує повітря від станції подачі повітря горіння. Повітропровід розташований уздовж блока повітронагрівачів з відводами до кожного пальника. Тиск повітря незначний, близький до атмосферного, тому товщина стінки труби приймається конструктивною в межах (8–10) мм. Повітропровід, зазвичай, підвішують до несних конструкцій естакади повітронагрівачів за допомогою «рушників». Температурні переміщення повітропроводу компенсуються незамкненими дисковими компенсаторами.

Г.6.7 Продукти горіння у вигляді диму, що видаляються з повітронагрівачів через димові клапани, направляються в *димохід*, який виконується або у вигляді спеціального цегляного лежака, розташованого нижче рівня землі, або у вигляді металевої труби, піднятої над поверхнею землі і розташованої на власних опорах. Останнє рішення набуло більшого поширення на сучасних печах. З димоходу дим відводиться до димої труби.

Внутрішній тиск у димоході відсутній, дим перебуває під незначним розрідженням, створюваним природною тягою димової труби. У зв'язку з цим товщина стінки труби не є розрахунковою і приймається відповідно до конструктивних міркувань у межах (8–12) мм, залежно від діаметра димоходу і відстанню між його опорами.

Температура диму епізодично може досягати 400 °С, у зв'язку з чим знижується межа плинності металу. У разі застосування звичайної вуглецевої сталі димар доцільно розташовувати на естакаді з досить частим його спиранням. У разі розташування димоходу на окремо розташованих опорах відстань між ними слід визначати з урахуванням зниженого розрахункового опору металу труби, застосовуючи коефіцієнт умов роботи оболонки димоходу приблизно $\gamma_c = 0{,}5$. Можливо також застосування сталей, більш стійких до підвищених температур відповідно до ДСТУ 8541 (сталь марки 15ХСНД тощо). Згідно з правилами охорони праці, підняті над поверхнею землі нефутеровані димоходи повинні бути ізольовані зовнішньою поверхневою ізоляцією. В окремих випадках димохід футерують, забезпечуючи при цьому максимальну температуру стінки не вище 100°С. Для сприйняття значних температурних переміщень димоходу встановлюються незамкнуті дискові компенсатори.

Г.6.8 *Установка утилізації тепла*. Для підвищення економічної ефективності повітронагрівачів та енергозбереження доцільно використовувати тепло відпрацьованих нагрітих до температури (250–270)°С димових газів, шо зазвичай направляються в *димову трубу* для викиду в атмосферу. Установки утилізації тепла використовують тепло димових газів для попереднього нагрівання газу і повітря горіння перед подачею в повітронагрівачі. У цьому разі розігріті димові гази, що відходять від повітронагрівачів, надходять по димоходу до теплообмінника доменного газу і нагрівають доменний газ, який надходить туди з заводського колектора, до температури близько 180°С. Одночасно димові гази надходять до теплообмінника для підігрівання повітря горіння і нагрівають холодне повітря, що надходить туди від станції подачі повітря горіння також до температури близько 180°С. Потім нагріті газ і повітря надходять до газових пальників повітронагрівачів. Трубопроводи при цьому слід виконувати з зовнішньою ізоляцією. Димові гази після віддачі тепла спрямовуються до димової труби для викиду в атмосферу. За потреби відключення теплообмінників димові гази спрямовуються прямо в димову трубу, минаючи установку утилізації тепла.

Зниження жорсткості трубопроводів установки утилізації тепла для обмеження передачі значних зусиль на теплообмінники вирішується за рахунок установлення незамкнутих дискових компенсаторів, а також спиранням трубопроводів на ковзальні опори.

Г.6.9 *Будівля (естакада) повітронагрівачів* розташовується поруч із повітронагрівачами і призначена для влаштування мостового крана, монорейок, технологічного обладнання, площадок

для його обслуговування, різних приміщень і спирання газоповітропроводів.

Каркас естакади виконується у вигляді системи П-подібних багатоповерхових рам, просторова жорсткість яких забезпечується системою горизонтальних і вертикальних в'язів. Закріплення каркаса до кожухів повітронагрівачів забороняється.

Г.7 *Газоочисник*. Колошниковий газ після грубого очищення в пиловловлювачі для можливості його подальшого використання проходить наступні стадії очищення в агрегатах, зблокованих в єдину установку – газоочисник. Він розташовується за пиловловлювачем, з якого через спеціальний з'єднувальний газопровід надходить газ.

Компонування газоочисника залежить від кількості ступенів очищення. Зазвичай після грубого очищення в пиловловлювачі газ проходить ще дві стадії очищення – напівтонку в скрубері і тонку в установках дросельних груп, у трубах-розпилювачах (труби Вентурі) і іноді в електрофільтрах або тканинних фільтрах. Безпосередньо за пиловловлювачем розташовується скрубер, потім дросельна група: комплекс згрупованих паралельно розташованих, установлених горизонтально клапанів. Перед дросельної групою зазвичай розташовується водовіддільник, за нею краплеуловлювач для збору шламової води і відділення від газу крапельної вологи. Агрегати газоочисника з'єднані між собою системою газопроводів.

Г.7.1 *Скрубер* є циліндричною оболонкою діаметром (6–8) м заввишки (30–35) м, з конічним днищем і конічним або сферичним куполом. Кожух скрубера виконується завтовшки 16 мм зі збільшенням її до (20–25) мм у зонах крайового ефекту в місці сполучення оболонок купола і днища з циліндричною частиною. Конус днища складають і зварюють у перекинутому положенні. Для входу газу в нижній частині скрубера передбачається похилий патрубок, розташований приблизно під кутом 45°, до якого примикає з'єднувальний газопровід пиловловлювача. Відведення очищеного газу здійснюється через газопровід, розташований у куполі скрубера.

Зовні у верхній циліндричній частини скрубера встановлюють кілька ярусів кільцевих водопровідних труб із введеними всередину скрубера бризкальними форсунками. Навколо скрубера встановлюють кільцеві площадки для обслуговування трубопроводів зрошення, прикріплених до кожуха. Корпус скрубера спирається на постамент зі сталевих або залізобетонних колон.

Внутрішня поверхня скрубера не повинна мати виступних конструкцій або інших елементів (кронштейнів, площадок, решіток тощо).

Г.7.2 *Водовіддільник* – циліндричний агрегат діаметром (6–9) м, заввишки (10–15) м з конічним днищем і куполом. До купола входять два патрубки, до яких приєднуються газопроводи, по одному з яких газ надходить для осушення, а по іншому осушений газ надходить або до споживача, або на подальше осушення. Кожух водовіддільника виконується завтовшки 16 мм зі збільшенням до 20 мм у зонах крайового ефекту в місці сполучення оболонок купола і днища з циліндричною частиною. У верхній частині внутрішнього об’єму водовідвідника встановлюється роздільна перегородка заввишки (2,0–2,5) м, яка виконується з листа завтовшки 20 мм, укріпленого ребрами з кутиків 90 мм × 8 мм**.**

Г.7.3 *Краплевловлювач-циклон* має циліндричну конструктивну форму діаметром близько 6 м і заввишки до 30 м із конічними днищем і куполом. Кожух краплевловлювача виконується з листів завтовшки 12 мм зі збільшенням до 16 мм у місцях сполучення оболонок.

Подача газу в нього здійснюється через газопровід прямокутного перетину з розмірами приблизно 2400 мм × 1600 мм, що входить тангенціально в нижню частину циліндричної ділянки краплевловлювача. Розрахунок тангенціального підводу (з урахуванням можливості виникнення нештатних ситуацій) необхідно виконувати на внутрішній тиск, що дорівнює тиску під колошником. Підвід зміцнюють системою замкнутих ребер, установлених по його периметру, які зазвичай виконуються зі зварних таврів заввишки (300–400) мм, що встановлюють з кроком (400–500) мм. Вузли сполучення горизонтальних і вертикальних ребер виконуються жорсткими. У рівнях верхньої та нижньої частини отвору для входу тангенціального підводу на кожусі краплевловлювача

встановлюють кільцеві ребра жорсткості таврового поперечного перерізу заввишки (300–400) мм. Для запобігання вібрації, пов'язаної з несиметричним напрямком входу газу, в конічному днищі встановлюють хрестовину з пласких листів заввишки (1500–2000) мм.

Відведення сухого очищеного газу здійснюється по газопроводу з купола краплевловлювача до загальнозаводського колектора.

Г.8 *Бункерна естакада*. Найбільш поширеним рішенням естакади є виконання її у вигляді змішаної конструкції із застосуванням залізобетонних і металевих конструкцій: каркаса із залізобетонних рам з металевими в'язями і підвішених до каркаса сталевих бункерів.

Конструкції естакад і їхні основні розміри відрізняються: примиканням до естакад доменних печей, що вже експлуатуються, системою подачі матеріалів від бункерів до скіпового підйомника (з допомогою вагон-ваг або транспортерів), а також складом шихти.

Зі сталі в бункерній естакаді зазвичай виконуються:

— підрейкові балки; ґратки; похилі стінки; нижні частини бункерів;

— конструкції, що захищають залізобетонні частини бункерів від стирання;

— перекриття під транспортери подачі матеріалів;

— елементи перекриття в центральній частині естакади, що пов'язано з великими прогонами і навантаженнями;

— монорейки;

— тролейні стояки;

— сходи тощо.

Підрейкові балки двотаврового перетину звичайно мають розширений верхній пояс для закріплення рейок і захисні листи нижнього поясу, що захищають його від пошкодження матеріалами, що зсипаються з вагонів до бункерів.

Ґратки над бункерами, що захищають від потрапляння в них великих шматків матеріалу, встановлюють у рівні підошви рейок. Розмір комірок решіток приймається 300 мм × 300 мм.

Стінки бункерів виготовляються з листової сталі, покладеної на поперечні балки. Усі бункери виконуються у вигляді косої перекинутої піраміди. Коксові бункери мають дві тічки з розсікачем між ними. Ці рамки ефективно компенсують розпірні зусилля, запобігаючи деформації та руйнуванню місткості. Для підвищення жорсткості листової обшивки між рамками встановлюються ребра.

Захист поверхні бункерів від стирання виконується: для агломерата і добавок – сталевими ґратками, комірки яких забиваються матеріалом, що створює необхідний захисний шар; скрапних — вузькоколійними рейками, розташованими через (170–180) мм із заповненням простору між ними сталебетоном; коксових – половинками двотаврів № 16 із заповненням клінкерною цеглою; течок бункерів і несних балок – елементами з низьколегованої марганцовістої сталі.

Г.8.1 *Скіпова яма*. Наразі існує два основних рішення скіпової ями: у вигляді опускного колодязя або у вигляді правильного в плані багатокутника, утвореного із вертикальних пласких елементів. В обох випадках сталь застосовується не для основних конструкцій, а тільки для воронки і опор коксових ваг, обслуговувальних площадок і сходів, опор технологічного обладнання, проїзної частини вагонів-вагів, коксових грохотів тощо. Гідроізоляція скіпової ями нижче рівня грунтових вод також може виконуватися із сталевого листа завтовшки (8–10) мм.

Г.8.2 *Підіймач коксового дріб'язку*. Підіймач складається з опори, бункерів, приміщення грохоту і проїзної частини скіпа, а також обслуговувальних площадок і сходів. Зазвичай опорою бункера є плоский хитний пілон з укладеними на нього головними балками. Балки виступають консолями над залізничною колією, другий їхній кінець закріплений до конструкцій бункерної естакади. На балках встановлюють бункери, виготовлені зі сталі завтовшки (8–10) мм.

Вище бункерів розташована каркасна утеплена будівля грохота. Над дахом будівлі встановлюється приймальня воронка, в яку зсипається матеріал зі скіпа, що знаходиться в цей момент на перекидному пристрої проїзної частини підіймача. Проїжджа частина, що складається з двох вертикальних ферм і з'єднувальної їх решітки, утворює конструкції відкритого перетину, стійкість яких забезпечується жорсткими напіврамами. Ферми проїзної частини прив'язані у вертикальній площині до конструкцій бункерної естакади, опор бункерів і їхніх кожухів, а також до приміщення грохота. Рух передніх і задніх скатів скіпа відбувається по різних рейках, що забезпечує його поворот і висипання вмісту.

ДОДАТОК Д
(обов´язковий)

НАВАНТАЖЕННЯ НА КОНСТРУКЦІЇ ДОМЕННОГО КОМПЛЕКСУ

Д.1 Класифікацію навантажень на споруди доменного комплексу наведено в таблиці Д.1 (розглядати одночасно з ДБН В.1.2-2).

Таблиця Д.1 – Класифікація навантажень на споруди

<table>
<tr><th colspan="3">Характер навантаження</th><th>Вид навантаження</th></tr>
<tr><td colspan="3">1</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Основні</td><td colspan="2">Постійні</td><td>Вага несних і огороджувальних конструкцій, футерування, постійного обладнання, наприклад, холодильні плити доменної печі тощо</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Змінні</td><td>Тривалі</td><td>Вага стаціонарного обладнання та його впливи
Вага заповнення матеріалами і рідинами трубопроводів, бункерів і агрегатів
Вага відкладень промислового пилу
Робочий тиск газового середовища
Гідростатичний тиск рідин і сипких матеріалів
Температурні технологічні впливи за нормальної роботи
Вертикальні навантаження від мостових та підвісних кранів з квазіпостійними розрахунковими значеннями
Динамічні навантаження від обладнання
Навантаження на колони горна від шихти за нормальної роботи
Підіймання нормально завантаженого скіпа
Снігові навантаження з квазіпостійними розрахунковими значеннями
Температурні кліматичні впливи з квазіпостійними розрахунковими значеннями</td></tr>
<tr><td>Короткочасні</td><td>Вага людей, ремонтних матеріалів на площадках з граничними чи експлуатаційними розрахунковими значеннями
Навантаження від рухомих мостових та підвісних кранів з граничними чи експлуатаційними розрахунковими значеннями
Навантаження від підіймально-транспортного устаткування навантажувачів, електрокарів, тельферів тощо
Навантаження від стаціонарного обладнання, зокрема динамічного, з граничними чи експлуатаційними розрахунковими значеннями у разі його перевантажень, пов'язаних з технологічним процесом, монтажем, ремонтами тощо
Навантаження на колони горна від шихти під час її зависання
Підіймання перевантаженого скіпа
Випробувальні навантаження
Температурні кліматичні впливи, снігові, вітрові та ожеледні навантаження з граничними чи експлуатаційними розрахунковими значеннями</td></tr>
<tr><td colspan="3">епізодичні</td><td>Нерегулярні навантаження, пов'язані з порушеннями технологічного процесу і поломкою обладнання, у тому числі аварійного характеру:
— осадження шихти;
— аварійний динамічний вплив конусів;
— переповнення пилом пиловловлювача за несвоєчасного вивантаження;
— переповнення трубопроводів і агрегатів газоочисника конденсатом, водою до аварійного рівня через засмічення водовідвідників;
— температурні впливи під час руйнування футерування або виходу з ладу системи охолодження;
— навантаження на колони горна від шихти за її обриву після зависання;
— застрягання скіпа під час підіймання;
— обрив каната перевантаженого скіпа;
— вага відкладень у трубопроводах і агрегатах за різкого порушення режиму експлуатації.
Сейсмічні впливи.</td></tr>
</table>

Д.2 Корисні навантаження на площадках і сходах поза місцями безпосереднього розташування обладнання приймається рівномірно розподіленим і наведено в таблиці Д.2.

Таблиця Д.2 – Корисні навантаження на площадках і сходах

Конструкції	Характеристичне значення навантаження (змінне), кН/м^2
Робочі площадки доменних печей і ливарних дворів, а також площадки в рівні підошви повітронагрівачів	30
Робочі площадки (чиста підлога) будівель повітронагрівачів, колошникового підіймача і пиловловлювача, робоча площадка самого пиловловлювача, колошникова площадка, площадка балансирів (для печей з конусним завантажувальним пристроєм) і площадки повітронагрівачів, на яких можливе складування цегли під час ремонту	10
Перехідні площадки і сходи комплексу доменної печі	3
Те саме, комплексу газоочисника	2
Майданчики для обслуговування обладнання і перехідні містки	4
Гратки над бункерами	10

Д.3 Навантаження від відкладень пилу на зовнішніх суцільних покриттях враховуються тільки в радіусі не більше ніж 100 м від доменної печі. За ребристого настилу навантаження від пилу не враховуються. Навантаження від пилу приймаються тільки за кутах нахилу до горизонту від 0° до 45°, причому від 0° до 25° — за таблицею Д.3, а за кутах від 25° до 45° – за інтерполяцією (навантаження у разі 45° приймається таким, що дорівнює нулю).

Таблиця Д.3 – Навантаження від відкладень пилу

Конструкції	Характеристичне значення навантаження (змінне) кН/м^2
Колошникова площадка	4
Інші площадки колошника	2
Інші площадки	0,5

Д.4 Навантаження на газоповітропроводи та оболонки агрегатів доменного комплексу.

Д.4.1 Відкладення у газоповітропроводах

Об'ємну масу відкладень у газоповітропроводах наведено в таблиці Д.4.

Таблиця Д.4. – Об'ємна маса відкладень у газоповітропроводах

Відкладення у трубопроводах	Щільність матеріалу, кН/м^3
Пил колошниковий: відкладення брудного та напівчистого газів у трубопроводах, на суцільних площадках та на поверхні труб	20
Конденсат у трубопроводах чистого газу та повітропроводах холодного дуття	10
Зледеніння	9

Значення кутів, що відповідають заповненням трубопроводів відкладеннями за нормального режиму експлуатації та у разі різкого його порушення, наведено на рисунку Д.1 та в таблиці Д.5.

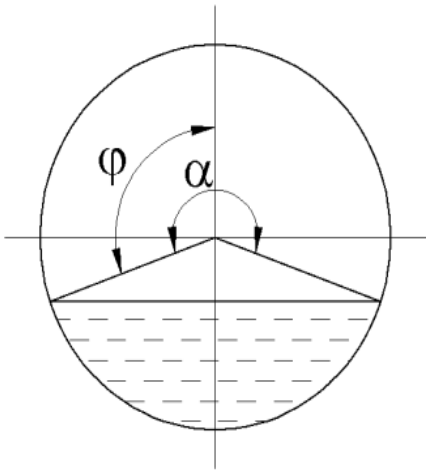


Рисунок Д.1 – Кути, що відповідають заповненню трубопроводів відкладеннями

Таблиця Д.5 – Значення кутів, що відповідають заповненням трубопроводів

D, мм	Під час звичайного технологічного процесу		У разі різкого порушення технологічного процесу	
	α, рад	α, град	α, рад	α, град
630	1,959	112°15’	1,306	74°50’
820	20,68	118°29’	1,537	88°04’
1020	2,146	122°57’	2,681	96°19’
1220	2,217	127°01’	1,805	103°25’
1420	2,257	129°19’	1,873	107°19’
1620	2,297	131°36’	1,931	110°38’
1820	2,325	133°13’	1,980	113°27’
2020	2,352	134°46’	2,024	115°58’
2220	2,377	136°12’	2,061	118°05’
2420	2,398	137°24’	2,094	120°00’
2620	2,421	138°43’	2,128	121°56’
2820	2,436	139°34’	2,150	123°11’
3020	2,451	140°26’	2,175	124°37’
3220	2,463	141°07’	2,193	125°39’
3420	2,478	141°59’	2,214	126°51’
3620	2,488	142°33’	2,227	127°36’

У газопроводах брудного газу навантаження від відкладень пилу всередині трубопроводів (умовно охоплюючи вагу зовнішніх ожеледних відкладень) у межах кутів нахилу трубопроводу до горизонту від 0° до 20° приймається за таблицею Д.6, а за кута нахилу 40° і більше – у розмірі 10 % від максимального навантаження. Величина навантаження за проміжних значень кута нахилу зазвичай приймається за інтерполяцією. У разі можливості відкладення цинкіту величина навантаження приймається за відповідним завданням.

Навантаження від відкладень пилу всередині газопроводів брудного газу (умовно охоплюючи вагу зовнішніх ожеледних відкладень) у межах кутів нахилу трубопроводу до горизонту від 0° до 20° наведено у таблиці Д.6.

Для газопроводів напівчистого газу навантаження від усіх відкладень приймається в половинному розмірі порівняно з навантаженнями для відповідних газопроводів брудного газу, але для того щоб це навантаження було не менше ніж для газопроводу чистого газу відповідного діаметра див. таблицю Д.6.

Таблиця Д.6 – Навантаження від відкладень пилу всередині газопроводів

Найменування конструкції	Заповнення (короткочасне навантаження у % від площі поперечного перерізу газопроводу)	Примітки
Горизонтальний газохід брудного газу (одна труба)	40	Під час розрахунку труби та опор під неї
Дві та більше труби — для більшої труби — для інших труб	 40 24	Під час розрахунку загальних опор

Для окремих піднятих ділянок газопроводу, з яких забезпечено стікання конденсату, навантаження можна приймати в половинному розмірі, а для окремих знижених ділянок, в які можливий стік, навантаження збільшується на 40 %.

Величини навантажень у таблиці Д.6 наведено для випадку, якщо відстань від точки, що відповідає верхньому рівню труби, до найближчого водовідведення не перевищує 100 м і за нахилу газопроводу не < 0,005.

Навантаження від відкладень для газопроводів чистого газу, %, від площі поперечного перерізу наведено в таблиці Д.7.

Таблиця Д.7 – Навантаження від відкладень для газопроводів чистого газу

Горизонтальний газопровід чистого газу (діаметр труб. мм)	Заповнення (короткочасне навантаження, %, від площі перечного перерізу газопроводу)	Примітка	Горизонтальний газопровід чистого газу (діаметр труб, мм)	Заповнення (короткочасне навантаження, %, від площі поречного перерізу газопроводу)	Примітка
1	2	3	1	2	3
1. Одна труба		Під час розрахунку труб і опор під них	800	46	Під час розрахунку труб і опор під них
500 і менше	70		900	40	
600	62		1000	35	
700	55		1100	31	
1200	28		3000	11	
1400	23		3500	10	
1500	21		2.Дві труби і більше	Для більшої труби заповнення приймається за попереднім пунктом таблиці, для інших – у половинному розмірі	Під час розрахунку загальних опор
1600	20				
1800	18				
2000	17				
2200	15,5				
2400	14				
2600	112,5				
2800	12				

Величини характеристичних значень погонних навантажень від відкладень для газопроводів чистого газу, Н/м^2 , наведено в таблиці Д.8.

Таблиця Д.8 – Величини характеристичних значень погонних навантажень від відкладень для газопроводів чистого газу, Н/м^2

№ № з/п	D, мм	Вологий очищений газ						Сухий очищений газ	
		Газопровід горизонтальний або похилий до горизонту не більше ніж 10°		Газопровід вертикальний або похилий до горизонту понад 10°		Місцеві знижені ділянки газопроводів		Горизонтальні газопроводи	
		За нормального технологічного процесу	У разі різкого порушення технологічного процесу	За нормального технологічного процесу	У разі різкого порушення технологічного процесу	За нормального технологічного процесу	У разі різкого порушення технологічного процесу	За нормального технологічного процесу	У разі різкого порушення технологічного процесу
1	630	750	1880	380	950	800	2000	150	380
2	720	900	2250	450	1130	1000	2500	200	500
3	820	1050	2620	530	1330	1250	3150	220	550
4	920	1200	3000	600	1500	1500	3750	250	630
5	1020	1350	3380	700	1750	1750	4370	270	680
6	1120	1500	3750	750	1880	2000	5000	300	750
7	1220	1600	4000	800	2000	2200	5500	350	880
8	1320	1770	4420	900	2250	2470	6170	380	950
9	1420	1930	4820	970	2430	2740	6850	420	1050
10	1520	2100	5250	1050	2630	3000	7500	450	1130
11	1620	2260	5620	1130	2830	3260	8150	480	1200
12	1720	2420	6050	1210	3030	3520	8800	510	1280
13	1820	2580	6450	1290	3230	3780	9450	540	1350
14	2020	2900	7250	1450	3630	4300	10750	600	1500
15	2220	3220	8050	1610	4030	4960	12400	660	1650
16	2420	3540	8850	1770	4430	5600	14000	720	1800
17	2520	3700	92500	1850	4630	5900	14800	750	1880
8	2620	3820	9550	1930	4830	6420	16100	780	1950
9	2820	4180	10450	2090	5230	7460	18700	840	2100
0	3020	4500	11250	2250	5630	8500	21250	900	2250
1	3220	4860	12150	2430	6080	9900	24750	980	2450
2	3520	5400	13500	2700	6750	12000	30000	1100	2750

Примітка. Характеристичне значення навантаження від ваги колошникового пилу для трубопроводів, розташованих на відстані не більше ніж 100 м від джерела виділення пилу, приймається 450 Н /м^2 горизонтальної проєкції за кута нахилу від 0° до 25°. За кута нахилу від 25° до 45° – за лінійною інтерполяцією.

Характеристичні навантаження на 1 м довжини від ваги відкладень усередині газопроводів доменного комплексу на стадії експлуатації наведено в таблиці Д.9.

Таблиця Д.9 – Характеристичні навантаження на 1 м довжини від ваги відкладень усередині газопроводів доменного комплексу на стадії експлуатації

Діаметр трубопроводу, мм	Характеристичні навантаження на 1 м довжини від ваги відкладень усередині трубопроводів, Н					
	Вологого очищеного		Сухого очищеного	Брудного доменного		
	На горизонтальні газопроводи	На місцеві знижені ділянки газопроводів	На горизонтальні газопроводи	На горизонтальні газопроводи та похилі під кутом не більше ніж 30°	На горизонтальні газопроводи та похилі під кутом не більше ніж 40°	На газопроводи несприятливої конфігурації
620	750	800	150			
720	900	1000	200			
820	1050	1250	220			
920	1200	1500	250			
1020	1350	1750	270			
1120	1500	2000	300			
1220	1600	2200	350	2200	700	6000
1320	1770	2470	380	2400	870	7250
1420	1940	2740	420	3500	1040	8600
1520	2100	3000	450	4000	1200	10000
1620	2260	3260	480	5000	1500	12500
1720	2420	3520	510	6000	1800	15000
1820	2580	3780	540	7000	2100	17500
2020	2900	4300	600	8000	2400	20000
2220	3220	4960	660	10500	3300	26000
2420	3540	5600	720	13000	4200	33000
2620	3860	6420	780	16000	5000	40000
2820	4180	7460	840	19000	5800	48000
3220	4500	8500	900	22500	6500	55000
3520	5400	12000	1100	27000	8000	67000

Примітка 1. Для газопроводів вологого та сухого очищеного газу під кутом 10° навантаження приймають у розмірі 50 % від відповідних значень горизонтальних газопроводів.
За кутів нахилу 0°…10° навантаження приймають за лінійною інтерполяцією.
Примітка 2. Для газопроводів брудного доменного газу за кутів нахилу 30°...40° навантаження приймають за лінійною інтерполяцією. Для газопроводів напівчистого доменного газу навантаження приймають у розмірі 50 % від відповідних значень для брудного доменного газу.
Характеристичне навантаження від ваги відкладень усередині газопроводів у разі різкого порушення режиму експлуатації приймають у 2,5 раза більше відповідного навантаження на стадії експлуатації, але не більше ваги відкладень від 70 % внутрішньої місткості газопроводів.

Д.4.2 Відкладення на газоповітропроводах

Характеристичні навантаження від відкладень пилу на газоповітропроводах наведено в таблиці Д.10.

Таблиця Д.10 – Характеристичні навантаження від відкладень пилу на газоповітропроводах

D, мм	Навантаження, Н/м	D, мм	Навантаження, Н/м	D, мм	Навантаження, Н/м
720	320	1420	630	2620	1170
820	360	1520	680	2820	1260
920	410	1620	720	3020	1350
1020	450	1820	810	3220	1440
1120	500	2020	900	3520	1580
1220	540	2220	990		
1320	590	2420	1080		

Д.4.3 Температурні навантаження на газоповітропроводи та оболонки приймають згідно з ДБН В.1.2-2, з урахуванням технологічних температур стінки труби, які приймаються за технологічним завданням. Для деяких газоповітропроводів технологічні температури стінки можуть бути прийняті за таблицею Д.11, якщо в технологічному завданні не зазначено інше.

Максимальну та мінімальну температуру для опор, а також трубопроводів, що транспортують газ/повітря з температурою зовнішнього повітря, приймають такою, що відповідає розрахунковим температурам зовнішнього повітря згідно з ДБН В.1.2-2.

Характеристичне значення різниці температур для визначення температурних деформацій та зусиль обчислюють за формулою:

$$\Delta t = t_{max} - t_z \quad \text{або} \quad \Delta t = t_z - t_{min}, \qquad (Д.1)$$

де $t_{\max}$, $t_{\min}$ – найбільша та найменша температура конструкції під час експлуатації;

t_z – температура конструкції на момент замикання системи.

Температура замикання t_z приймається за фактичною температурою замикання монтажу. Якщо невідомо фактичний час закінчення монтажу, температуру замикання слід визначати відповідно до ДБН В.1.2-2.

Таблиця Д.11 – Характеристичні значення температурних навантажень на газоповітропроводи та оболонки

№ з/п	Найменування конструкцій	Температура металу стінки труби, °С		
		за нормального технологічного процесу	у разі різкого порушення технологічного процесу	епізодичні
1	Доменна піч	100	120	150
2	Повітронагрівачі	100	120	150
3	Повітропровід гарячого дуття, футерований	140	180	200
4	Повітропровід холодного дуття, нефутерований	140	170	200
5	Пиловловлювачі	80	100	120
6	Газопровід брудного газу від доменної печі до пиловловлювача, футерований	80	120	150
7	Газопровід брудного газу за пиловловлювачем, футерований	50	75	100
8	Те саме, нефутерований	200	250	300

Кінець таблиці Д.11

9	Газопровід чистого доменного газу	50	80	120
10	Те саме, коксового газу	75	90	140

Якщо характеристичне значення температури стінки газоповітропроводу, прийнятої за таблицею Д.11 або за технологічним завданням, вище (нижче) характеристичного значення температури зовнішнього повітря в теплу (холодну) пору року t_w $\left(t_c\right)$, зміни середніх температур перерізу елемента Δt_{ow}, Δt_{oc} визначаються за таблицею 11.1 ДБН В.1.2-2 з підстановкою у формули значень

$$t^m{}_{Tex} = \gamma_{fm} \cdot t^m{}_{xTex} \; (t^x{}_{Tex} = \gamma_{fm} \cdot t^x{}_{x\,Tex}) \text{ замість значень } t^m \; (t^x), \qquad (Д.2)$$

де $t^m{}_{Tex}$ $\left(t^x{}_x\right)$ – характеристичне значення температури стінки газоповітропроводу, що приймається за таблицею Д.11 або за технологічним завданням.

Величина горизонтального навантаження, що передається на опори від рухомих опорних частин повітропроводів, дорівнює:

$$H = f \cdot P, \qquad (Д.3)$$

де f – коефіцієнти тертя;

P – вертикальне навантаження на опору.

Коефіцієнти тертя для рухомих опор приймають за таблицею Д.12.

Таблиця Д.12 – Коефіцієнти тертя для рухомих опор

Конструкція опори	Коефіцієнти тертя
У ковзних опорних частинах: — сталь по сталі; — сталь по фторопласту	 0,3 0,1
У каткових опорних частинах: — вздовж осі кочення; — поперек осі кочення	 0,1 0,3
У кульових опорних частинах	0,1

Зазначене горизонтальне навантаження діє на опору, на яку безпосередньо спирається трубопровід, у напрямку вектора переміщення конкретної рухомої опорної частини, а також у зворотному напрямку на найближчу нерухому опору.

У разі визначення горизонтальних навантажень уздовж траси на опори трубопровідної системи сумарне навантаження слід визначати як різницю відповідних зусиль трубопроводів, що діють у протилежні боки з обох боків нерухомої опори. Найменше значення, що входить у різницю, приймають з коефіцієнтом 0,8. У разі однакових зазначених зусиль навантаження на опору приймають 0,2 одного з цих значень. На повне зусилля проєктують лише елементи, що прикріплюють трубопроводи.

Горизонтальні зусилля, що виникають від деформацій у системі трубопроводів, під час розрахунку опор розглядають як навантаження на них. Сумарне зусилля від цих деформацій, що передається у вигляді навантаження на нерухому опору системи

$$Q = P \pm T, \qquad (Д.4)$$

де P – навантаження на опору від неврівноваженого розпору компенсаторів трубопроводів та неврівноваженого внутрішнього тиску (розрідження);

T – навантаження на опору від неврівноважених сил тертя у рухомих опорних частинах.

У разі самокомпенсовної схеми (без установлення компенсаторів) зусилля, спричинені

температурним розширенням трубопроводу, визначають як реакції опор на його подовжування. Трубопровід розраховують на дію температури. При цьому всі опори приймають конкретної заданої жорсткості (податливості), яка залежить від їх геометричних схем і перерізів елементів, а жорсткості труб на поворотах траси приймаються зменшеними.

Крім визначення навантажень на опори від температурних деформацій провідного трубопроводу, необхідно враховувати зусилля від температурних деформацій супутніх трубопроводів, які спираються на ведучий.

Горизонтальні навантаження впоперек траси передаються на всі опори, що мають жорсткість у напрямі їх дії.

Під час укладання трубопроводів по естакадах принцип визначення навантажень не змінюється. Різниця полягає лише в тому, що горизонтальні навантаження вздовж траси сприймаються системою горизонтальних в'язів усередині температурного блока.

Д.4.4 Характеристичне значення внутрішнього надлишкового тиску приймається за технічним завданням на проєктування. Розрахункові тиски під час випробувань газоповітропроводів доменного комплексу приймають за Д.4.5.

У схемах з компенсаторами, які не здатні сприймати зусилля від внутрішнього тиску (розрідження), що перевищує 20 кПа (наприклад, дискові компенсатори, сильфонні компенсатори без установлення тяг, що сприймають зусилля від тиску), у системі виникають зусилля від неврівноваженого тиску (розрідження). Ці зусилля діють на повороти трубопроводу, заглушки тощо і передаються на найближчі нерухомі опори, розрахунок яких проводиться з урахуванням зазначених зусиль.

Д.4.5 Навантаження від зовнішнього зледеніння для газоповітропроводів з постійними позитивними температурами стінки під час експлуатації не враховується, для інших газоповітропроводів його величина приймається за рисунком Д.2 (короткочасна), що повторюється один раз на п'ять років.

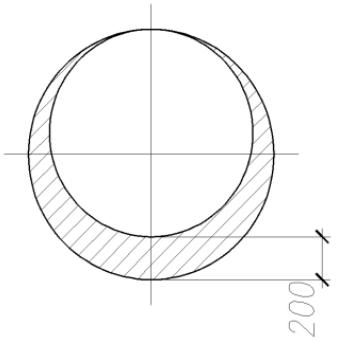


Рисунок Д.2 – Навантаження від зовнішніх ожеледних відкладень для газоповітропроводів за можливих від’ємних температур стінки

Д.4.6 Снігове навантаження під час експлуатації враховується тільки для газоповітропроводів охолодженого газу, температура яких нижче 0°С, для газоповітропроводів гарячого газу воно враховується тільки в період зупинки технологічного процесу. Якщо безпосередньо над газоповітропроводом розташований інший газопровід або обслуговувальна площадка з суцільним настилом, що запобігає потраплянню снігового покриву, снігове навантаження також не враховується.

Снігове навантаження для трубопроводів визначається відповідно до ДБН В.1.2-2. При цьому коефіцієнт переходу від снігового покриву на поверхні землі до снігового навантаження на газоповітропровід круглого перерізу приймається μ = 0,3, квадратного/прямокутного перерізу μ = 1,0, а ширина площі дії снігового навантаження – відповідає діаметру труби.

Снігове навантаження не враховується:

— для газоповітропроводів, у яких температура зовнішньої поверхні позитивна (тільки під

час експлуатації, зупинення на ремонт і в процесі будівництва снігове навантаження слід враховувати);

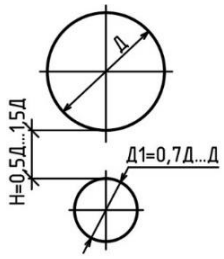
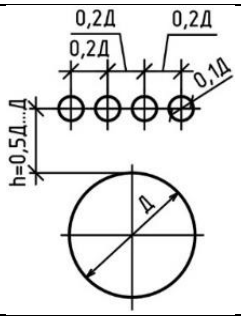
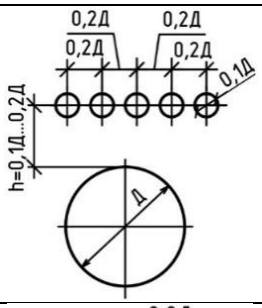
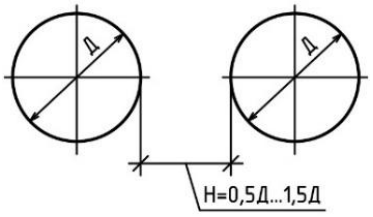
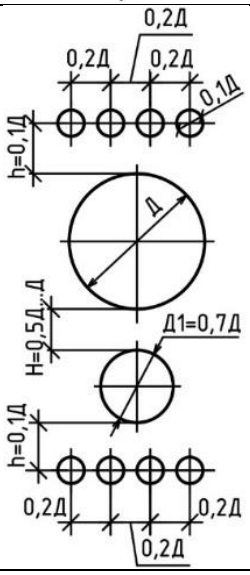
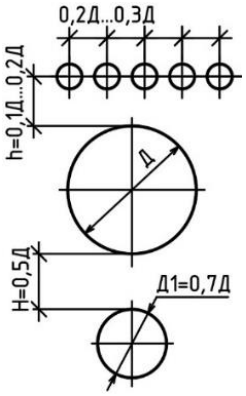
— для обслуговувальних площадок з ґратчастим настилом;

— для газоповітропроводів, розташованих безпосередньо під іншими газовоздухопроводами або під обслуговувальними площадками з суцільним настилом.

Д.4.7 Вітрове навантаження для газоповітропроводів слід визначати відповідно до ДБН В.1.2-2. Аеродинамічні коефіцієнти C_{aer}, що залежать від взаємного розташування труб у пакетах, наведено в таблиці Д.13.

Д.5 Конструкції повинні розраховуватися на випробувальний тиск повітрям. Випробуванню на надмірний внутрішній тиск піддаються окремі ділянки комплексу споруд доменного цеху і газоочисника. Позначення, найменування і величини тиску під час випробувань сталевих конструкцій доменних печей і газоочисників наведено в таблиці Д.14.

Таблиця Д.13 – Вітрове навантаження для газоповітропроводів

Схема компонування пакета труб	Значення, C_{aer}	Схема компонування пакета труб	Значення, C_{aer}
	1,0		1,0
	0,9		0,8
	1,1		1,1

Таблиця Д.14 – Позначення, найменування і величини тиску під час випробувань сталевих конструкцій доменних печей

№ з/п	Ділянка комплексу	Випробувальний тиск (короткочасне навантаження)	
		на щільність	на міцність
1	Повітропровід холодного дуття від повітродувної станції до клапанів холодного дуття	P_1	$1,25P_1$
2	Повітронагрівачі	P_1	$1,25P_1$
3	Повітропровід гарячого дуття	P_1	$1,25P_1$
4	Доменна піч	Див. примітки п.2	
5	Газопровід брудного газу від печі до пиловловлювача	Див. примітки п.2	
6	Пиловловлювач	P_2	$1,25P_2$
7	Газопровід брудного газу до скруберів	P_2	$1,25P_2$
8	Скрубери	P_2	$1,25P_2$
9	Газопровід напівчистого газу в межах газоочисника	P_2	$1,25P_2$
10	Газопровід напівчистого і чистого газу від газоочисника до введення і міжконусний простір		
11	Електрофільтри	P_2	$1,25P_2$
12	Газопровід чистого газу в межах газоочисника (до дросельної групи)	P_2	$1,25P_2$
13	Газопровід чистого газу від дросельної групи до листової засувки, що відключає блок доменна піч – пиловловлювачі – газоочисник	P_3	$1,5P_3$
14	Загальнозаводський колектор чистого газу (від листової засувки, що відключає блок) і газопровід від колектора до дросельного клапана на відводі до повітронагрівачів	P_4	$1,5P_4$
15	Газопровід чистого газу від дросельного клапана на відведенні до повітронагрівачів до пальників	P_4	$2P_4$

Примітка 1. Величини P_1, P_2, P_3, і P_4 – характеристичне значення надлишкового внутрішнього тиску під час експлуатації (тривале тимчасове навантаження):

P_1 – у повітропроводах холодного та гарячого дуття, у повітронагрівачах;

P_2 – під колошником, у газопроводах брудного газу, у пиловловлювачі, скруберах та електрофільтрах, у газопроводі напівчистого та чистого газу в межах газоочисника до дросельної групи, а також у газопроводах напівчистого або чистого газу від газоочищення до міжконусного простору (за конусного завантажувального пристрою) або до накопичувального бункера/бункерів БЗП (за безконусного завантажувального пристрою);

P_3 – у газопроводі чистого газу від дросельної групи до листової засувки.

Примітка 2. Величини P_1, P_2, P_3, і P_4 – характеристичне значення надлишкового внутрішнього тиску під час експлуатації (тривале тимчасове навантаження):

P_1 – у повітропроводах холодного та гарячого дуття, у повітронагрівачах;

P_2 – під колошником, у газопроводах брудного газу, у пиловловлювачі, скруберах та електрофільтрах, у газопроводі напівчистого та чистого газу в межах газоочисника до дросельної групи, а також у газопроводах напівчистого або чистого газу від газоочищення до міжконусного простору (за конусного завантажувального пристрою) або до накопичувального бункера/бункерів БЗП (за безконусного завантажувального пристрою);

Примітка 3. Встановленні розширювальної турбіни і відведення газу на розширювальну турбіну характеристичне значення надлишкового робочого тиску в газопроводі цієї ділянки приймається рівним P_2, а випробування на щільність перевіряється тиском, що дорівнює P_2 і на міцність – $1,25P_2$;

P_4 – у загальнозаводському колекторі чистого газу, охоплюючи газопровід чистого газу до пальників повітронагрівачів.

Примітка 4. Доменна піч і газопровід брудного газу випробовуються на щільність тиском P_2, але не більше тиску, отриманого за розрахунком, виходячи з погашення підіймальної сили ваги конструкцій порожньої печі. Випробування на міцність цих конструкцій не проводиться.

Таблицю складено для звичайної схеми газоочищення; у разі встановлення газорозширювальної турбіни величини випробувального тиску для споруд газоочисника встановлюються окремо.

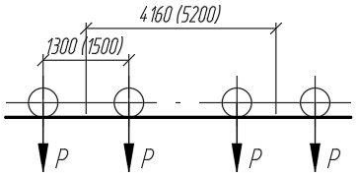
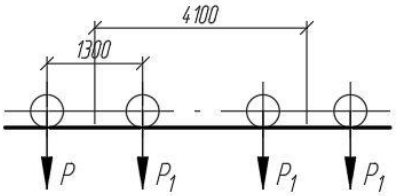
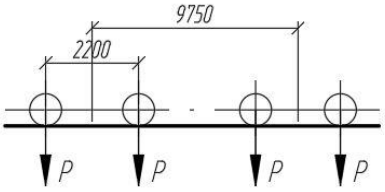
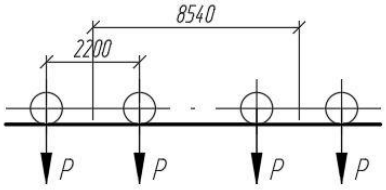
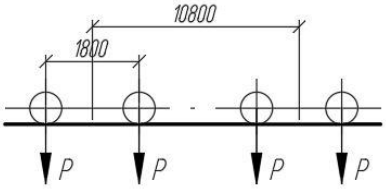
Д.6 Під час проєктування агрегатів і трубопроводів доменного комплексу слід враховувати температурні впливи, обумовлені технологічним процесом. Характеристичні значення температури t_w для агрегатів доменного комплексу приймають за технологічним завданням або, за його відсутності, за таблицею Д.15. Температурні навантаження на газоповітропроводи, які транспортують газ підвищеної температури, приймають згідно з Д.4.3.

Таблиця Д.15 – Характеристичні значення температури t_w для агрегатів доменного комплексу

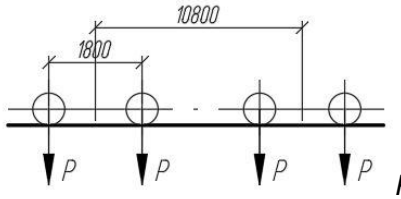
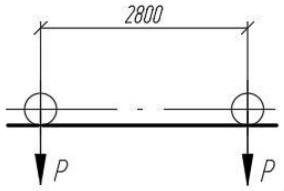
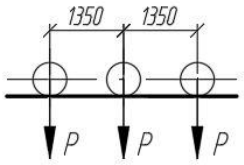
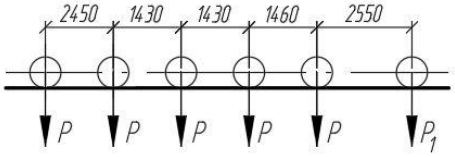
Конструкції	Температура, °С, для розрахункових сполучень навантажень (змінна)		
	за нормального технологічного процесу	у разі різкого порушення технологічного процесу	Епізодичні
Кожух доменної печі	100	120	150
Кожух повітронагрівача	100	120	150
Кожух пиловловлювача	80	100	120

Д.7 Нанантаження (короткочасне) від рухомого складу, що застосовується в доменних цехах, наведено в таблиці Д.16.

Таблиця Д.16 – Нанантаження (короткочасне) від рухомого складу

Найменування	Загальна вага в навантаженому стані, тс	Тара, тс	Характеристичне значення короткочасного навантаження
Чавуновоз 100 тс (140 тс)	158 (210,4)	58 (70,4)	 *P* = 39,5 (52,6)
Шлаковоз 16,5 м^3	106	73	 *P* = 31; P_1 = 25
Трансферкар рудний 60 тс	125	65	 *P* = 31,25
Трансферкар коксовий 30 тс	105	75	 *P* = 26,25
Вагон-ваги 30 тс	105	75	 *P* = 26,25

Кінець таблиці Д16

Вагон-ваги 40 тс	120	80	 *P* = 30
Візок для виведення вагон-ваг	140	20	 *P* = 70
Потяг 9П-0-3-0	55,2	-	 *P* = 18,4
Потяг 1-5-0	104,5	-	 *P* = 18,4; P_1 = 12,3
Примітка 1. У розрахункових схемах зазначено тиск на вісь. **Примітка 2.** Навантаження від скіпів та монтажного візка приймаються за технологічним завданням.			

Д.8 Характеристичне значення навантаження від шихти на конструкції, що безпосередньо сприймають це навантаження, наведено в таблиці Д.17.

Таблиця Д.17 – Характеристичне значення навантаження від шихти на конструкції

Категорія навантажень	Розрахункова формула	Примітки
Тимчасова тривала		Нормальна робота
Епізодична	$2\gamma\upsilon$	Осідання
υ – об´єм шихти (вище рівня прикладення навантаження); γ – об'ємна вага шихти; 2 – динамічний коефіцієнт, що приймається за таблицею Д.19.		

Д.9 Навантаження від скіпа на похилий міст та підіймач коксової дрібниці визначається геометричним розкладанням рівнодіючих сил тяжіння, що діють на скіп, за напрямами тягового каната (вздовж рейки у разі обриву та застрягання) та нормального напрямку до рейки або верхньої напрямної:

— тимчасове навантаження (підіймання нормально завантаженого скіпа)

$$g + 0,7 \cdot \gamma \cdot \upsilon = T + P_1 + P_2, \qquad (Д.5)$$

— тимчасове навантаження (підіймання перевантаженого скіпа)

$$g + \gamma \cdot \upsilon = T + P_1 + P_2, \qquad (Д.6)$$

— епізодичне навантаження (застрягання скіпа під час підіймання)

$$g + \left(0 \div \gamma\right) \cdot \upsilon = T_i + P_1 + P_2 + H, \qquad (Д.7)$$

або (обрив перевантаженого скіпа)

$$g + \gamma \cdot \upsilon = P_1 + P_2 + E\,. \qquad (Д.8)$$

Вплив кожного з обчислених за формулами (Д.5)÷(Д.8) навантажень підсумовується із впливом порожнього скіпа, що опускається по іншому шляху:

$$g = T + P_1 + P_2\,, \qquad (Д.9)$$

де g – власна вага скіпа;

0,7 – коефіцієнт нормального заповнення скіпа;

υ – корисний об'єм скіпа, що дорівнює 0,9 його геометричного об'єму; γ – насипна вага руди, що дорівнює 25 кН/м^3;

T – зусилля в скіповому канаті, що виникає під час підіймання скіпа;

T_i – зусилля в скіповому канаті, що розвиває лебідка за максимально можливого навантаження її електродвигуна; P_1 та P_2 – тиск на передню та задню осі скіпа;

H – сила опору, прикладена лише на рівні головки рейки;

E – неврівноважена складова, паралельна до рейки.

Під час розрахунку вертикальних ділянок шляхів підіймача коксової дрібниці горизонтальне навантаження від скіпа (у будь-якому напрямку) слід приймати 0,2 від ваги завантаженого скіпа.

ДОДАТОК Е

(довідковий)

ВИБІР СТАЛЕЙ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ ДОМЕННОГО КОМПЛЕКСУ

Е.1 Для кожухів доменних печей застосовувати:

1) для печей об'ємом 1800 м^3 і більше:

— сталь марки 09Г2СЮч згідно з ДСТУ 8817 у нормалізованому стані (з наступним відпусканням) з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20°С. У разі виготовлення кожуха зі сталі 09Г2СЮЧ згідно з ДСТУ 8817 до металу в місці чавунних і шлакових льоток пред'являється додаткова вимога щодо гарантії якості на зразках типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40°С;

2) для печей об'ємом не більше 1800 м^3 допускається використовувати:

а) для неохолоджуваних зон кожуха:

— сталь класу міцності С355 згідно з ДСТУ 8539 у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20°С, що відповідає 5-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539;

— сталь марки 09Г2С у нормалізованому стані за умови замовлення листової сталі категорії 9 (гарантія ударної в'язкості на зразках типу Шарпі за температури мінус 20°С) згідно з ДСТУ 8541;

б) для охолоджуваних зон кожуха:

— сталь класу міцності С355 згідно з ДСТУ 8539 у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40 °С, що відповідає 6-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539;

— сталь марки 09Г2С-12 згідно з ДСТУ 8541 у нормалізованому стані. Можлива заміна на сталь марки 09Г2С-9 згідно з ДСТУ 8541 за умови вмісту фосфору не більше ніж 0,020 % за масою.

Прокат для кожухів доменних печей повинен поставлятися з додатковими гарантіями щодо зварюваності згідно з 4.2.3 ДСТУ 8541 та з гарантією суцільності товстолистового прокату, що відповідає 1 класу суцільності згідно з таблицею В.1 додатка У ДСТУ 8818.

Група конструкцій для кожухів доменних печей – 1.

Товщина прокату для кожухів доменних печей має бути не менше ніж:

— під, горн, фурмена зона, заплечики – 60 мм:

— шахта, колошник, купол – 50 мм.

Для кожухів доменних печей об'ємом менше ніж 1800 м^3 товщини кожуха можуть бути зменшені за відповідного розрахункового обґрунтування.

Е.2 Для кожухів повітронагрівачів, які працюють під високим тиском за змінних навантажень і мають значні температурні деформації, слід застосовувати:

— сталь марки 09Г2СЮЧ згідно з ДСТУ 8817 у нормалізованому стані (з наступним відпусканням) з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40°С;

— сталь марки 09Г2С-15 згідно з ДСТУ 8541 за умови атестації якості сталі на зразках типу Шарпі згідно з ДСТУ ISO 148-1 із забезпеченням ударної в'язкості не менше ніж 29 Дж/см^2;

— сталь класу міцності С355 згідно з ДСТУ 8539 у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40°С, що відповідає 6-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539.

Повітропроводи холодного дуття за відповідного розрахункового обґрунтування допускається виконувати зі сталі класу міцності С255 згідно з ДСТУ 8539.

Група конструкцій для кожухів повітронагрівачів, повітропроводів гарячого та холодного дуття – 1.

Кожухи повітронагрівачів слід виконувати з прокату завтовшки (20–40) мм, повітропроводи гарячого дуття – (20-25) мм, повітропроводи холодного дуття – (10–12) мм, крім штуцерів, товщина яких приймається залежно від товщини кожуха повітронагрівача в місці врізання штуцера (товщина штуцера в місці врізання повинна бути не менше ніж 0,7 товщини кожуха).

У зв'язку зі змінними навантаженнями від внутрішнього тиску зварювання кожухів повітронагрівачів електрошлаковим способом не допускається.

Е.3 Для кожухів пиловловлювачів, скруберів, електрофільтрів, циклонів, водовіддільників застосовувати:

— сталь класу міцності С355 згідно з ДСТУ 8539 у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20 °С, що відповідає 5-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539;

— сталь марки 09Г2СЮЧ згідно з ДСТУ 8817 у нормалізованому стані у товщинах від 10 до 20 мм та у нормалізованому та відпущеному стані у товщинах понад 20 мм (у замовленні на поставку листового прокату вказувати на використання під час оцінювання якості сталі зразків типу Шарпі);

— сталь марки 09Г2С-12 згідно з ДСТУ 8541 за товщини (10–40) мм;

— сталь марки 09Г2С-9 згідно з ДСТУ 8541 за товщини (4–10) мм.

Група для зазначених у п.11.38.3 конструкцій – 1.

Е.4 Для труб у разі взяття печі «на тягу», циліндричних стовбурів ліфтів, бункерів, димових труб потрібно застосовувати сталь класу міцності С255 згідно з ДСТУ 8539.

За відповідного розрахункового обґрунтування допускається застосовувати:

— сталь класу міцності С355 згідно з ДСТУ 8539 у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20 °С;

— сталь марки 09Г2С-4 згідно з ДСТУ 8541.

Група для зазначених у 11.38.4 конструкцій – 2.

Е.5 Рекомендації щодо вибору марок сталей для газоповітропроводів наведено в таблиці Е.1.

Таблиця Е.1 – Рекомендовані марки сталі для газоповітропроводів

№ з/п	Конструкції	Група конструкцій	Сталь	ДСТУ
1	Повітропровід гарячого дуття	1	09Г2С-15 [1)]	ДСТУ 8541
			09Г2СЮч [2)]	ДСТУ 8817
			С355 [3)]	ДСТУ 8539
2	Повітропровід холодного дуття	1	09Г2С-15	ДСТУ 8541
			С255-3	ДСТУ 8539
3	Газопровід брудного газу від ДП до дросельної групи, інші газоповітропроводи з тиском понад 70 кПа	1	С355 [4)]	ДСТУ 8539
			09Г2СЮч [5)]	ДСТУ 8817
			09Г2С-12 [6)]; 09Г2С-9 [7)]	ДСТУ 8541
			С255-2	ДСТУ 8539
4	Газоповітропроводи з тиском від 20 кПа до 70 кПа	2	С355 [4)]	ДСТУ 8539
			09Г2С-4	ДСТУ 8541
			С255	ДСТУ 8539
5	Газоповітропроводи з тиском від 10 кПа до 20 кПа	3	С255	ДСТУ 8539
			С245	
6	Газоповітропроводи з тиском до 10 кПа	4	С245	ДСТУ 8539
			С235	

[1)] — за умови атестації якості сталі на зразках типу Шарпі згідно з ДСТУ ISO 148-1 із забезпеченням ударної в'язкості не менше ніж 29 Дж/см^2;

[2)] — у нормалізованому стані (з подальшим відпусканням) з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40°С і після механічного старіння, а також з гарантією зварюваності «св»;

[3)] — у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40°С, що відповідає 6-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539;

[4)] — у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20°С, що відповідає 5-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539;

[5)] — у нормалізованому стані в товщинах від 10 до 20 мм і в нормалізованому і відпущеному стані в товщинах понад 20 мм (у замовленні на поставку листового прокату вказувати на використання під час оцінювання якості сталі зразків типу Шарпі);

[6)] — за товщини від 10 до 40 мм, а також з гарантією зварюваності «св»;

[7)] — за товщини від 4 до 10 мм, а також з гарантією зварюваності «св».

Е.6 Марки сталей і групи основних стрижневих конструкцій доменного комплексу наведено в таблиці Е.2.

Таблиця Е.2 – Марки сталі і група основних стрижневих конструкцій доменного комплексу

№ з/п	Конструкції	Група конструкцій	Сталь	ДСТУ/ТУ
1	*Доменна піч*: — копер конусно-балансирного завантажувального пристрою, підбалансирні балки (для печей з конусним завантажувальним пристроєм); — опорна балка колошникової площадки; — монтажна балка, опора монтажної балки. *Блок повітронагрівачів*: — балки для спирання повітропроводу гарячого дуття. *Ливарний двір*: — балки під жолоби, що коливаються; — підкранові балки; — балки під рухоме навантаження; — проїжджа частина в'їзної естакади. *Шихтоподача*: — галерея та опори шихтоподачі; — головні, поперечні балки та балки проїзної частини похилого моста; — підшківні та головні балки підшківних площадок похилого моста; — пілони похилого моста; — підкранові балки пристрою для вилучення скіпів. *Ліфт*: балки підлоги машинного приміщення. *Будівля колошникового*	1	С255 С355 [1)] 09Г2СЮч [2)] 09Г2С-12	ДСТУ 8539 ДСТУ 8539 ДСТУ 8817 ДСТУ 8541
	підіймача (машзал): опорні балки лебідок та приводів. *Бункерна естакада*: — балки, що безпосередньо сприймають навантаження від рухомого складу; — балки під конвеєри та приводи конвеєрів; — балки та площадки грохотів. *Газоочисник*: опори циклонів та дросельної групи.			
2	*Доменна піч*: — колони горна та шахти; — конструкції опорної системи печі; — балки колошникової площадки; — приймальна площадка колошника. *Блок повітронагрівачів*: — будівля (естакада)	2	С245 С255 С355[1)] 09Г2СЮч [2)]	ДСТУ 8539 ДСТУ 8539 ДСТУ 8539 ДСТУ 8817

	повітронагрівачів; — балки робочої площадки; — каркас та опора труби для взяття печі «на тягу». *Ливарний двір*: — рами та в'язі просторового каркаса; — балки робочої площадки (крім балок, зазначених у п.1). *Шихтоподача*: конструкції для виїмки скіпа (крім конструкцій, зазначених у п.1). *Пиловловлювач*: — опора пиловловлювача; — балки робочої площадки; — копер відсікаючого клапана/опора монтажної балки. *Ліфт*: конструкції каркаса. *Бункерна естакада*: — ребра бункерів; — несні конструкції, конструкції каркаса; — бункерні балки (крім балок, що сприймають навантаження від рухомого складу чи інші динамічні навантаження). *Газоочисник*: опори скруберів, електрофільтрів, водовіддільників.		09Г2С-12[4)] 09Г2С-9[5)]	ДСТУ 8541 ДСТУ 8541
3	*Доменна піч*: площадки печі та колошника. *Блок повітронагрівачів*: площадки. *Ливарний двір*: стійки робочої площадки. *Будівля колошникового підіймача* (машзал): каркас. *Бункерна естакада*: площадки. *Газоочисник*: — площадки; — опори газопроводів. *Естакади газоповітропроводів*: опори.	3	С235 С245	ДСТУ 8539 ДСТУ 8539

— у нормалізованому стані з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20°С, що відповідає 5-й категорії відповідно до таблиці 3 ДСТУ 8539;
— у нормалізованому стані (з подальшим відпусканням) з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 20°С і після механічного старіння, а також з гарантією зварюваності «св»;
— з гарантією ударної в'язкості за результатами випробувань зразків типу Шарпі (KCV) за температури мінус 40°С та після механічного старіння;
— за товщини від 10 до 40 мм, а також з гарантією зварюваності «св»;
— за товщини від 4 до 10 мм, а також з гарантією зварюваності «св».
Примітка 1. Цю таблицю потрібно розглядати одночасно з таблицею Г.1 ДБН В.2.6-198.
Примітка 2. Сталь С440 потрібно застосовувати згідно з ДБН В.2.6-198.

Е.7 Застосування сталей для вище зазначених та інших конструкції комплексу доменної печі визначаються за 1–4 групами згідно з ДБН В.2.6-198, у тому числі сталей згідно з ДСТУ EN 10025-1, ДСТУ EN 10025-2, ДСТУ EN 10025-3, ДСТУ EN 10025-4, ДСТУ EN 10025-5, ДСТУ EN 10025-6.

ДОДАТОК Ж
(довідковий)

МІНІМАЛЬНА ТОВЩИНА ЛИСТІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БЕЗ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ

Таблиця Ж.1 – Мінімальна товщина листів огороджувальних конструкцій без захисту від корозії

Ступінь агресивного впливу середовища	Мінімальна товщина листів огороджувальних конструкцій, які застосовуються без захисту від корозії, мм		
	з алюмінію	з оцинкованої сталі класу I	зі сталі марок 10ХНДП, 10ХДП
Неагресивний	Не обмежується	0,5	Визначається агресивністю впливу на зовнішню поверхню**)
	Не обмежується	—	0,8**)
	1,0*)	—	—

*) Для алюмінію марок АД1М, АМцМ, АМг2М (алюміній інших марок без захисту від корозії до застосування не допускається).
**) У разі фарбування поверхні листів з боку приміщень.

ДОДАТОК И
(обов'язковий)

АНКЕРНІ БОЛТИ ДЛЯ КРІПЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ

И.1 Анкерні болти (далі – болти) для кріплення будівельних конструкцій і обладнання до бетонних і залізобетонних елементів (фундаментам, силовим підлогам, стінам тощо) слід застосовувати за розрахункової температури зовнішнього повітря до мінус 40 °С включно.

Примітка. Розрахунковою температурою повітря взимку вважається середня температура повітря найхолоднішої п'ятиденки залежно від району будівництва відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

И.2 У разі нагрівання бетону конструкцій понад 50 °С, в які замуровують болти, у розрахунках слід враховувати вплив температури на характеристики міцності матеріалу конструкцій, болтів, підливок, клейових складів тощо.

Розрахункові технологічні температури встановлюються у завданні на проєктування.

И.3 Болти, призначені для роботи в агресивному середовищі і в умовах високої вологості, слід проєктувати з врахуванням вимог їхнього захисту від корозії цинкуванням згідно ДСТУ EN ISO 1461.

И.4 За наявності відповідного обґрунтування допускається використання інших способів фіксації обладнання на фундаментах (наприклад, на віброгасниках, на клею тощо).

И.5 За конструктивним рішенням болти можуть виготовлятись з відігнутим кінцем, з анкерною сталевою пластиною, прямі і конусні (див. таблицю И.1).

За способом встановлення болти поділяться на дві основні групи: такі, що встановлюють до бетонування: мають відігнутий кінець або анкерну сталеву пластину; і такі, що встановлюють після бетонування фундаменту: монтують у просвердлені свердловини або спеціально утворені колодязі (прямі і конічні).

Прямі болти в колодязях фіксують синтетичним клеєм або за допомогою вібраційного заглиблення, а конічні – за допомогою розсувних царг або цементно-піщаних сумішей.

За умовами експлуатації болти поділяються на розрахункові і конструктивні. До розрахункових відносяться болти, які сприймають навантаження, що виникають під час експлуатації будівельних конструкцій або обладнання.

До конструктивних відносять болти, призначені для кріплення будівельних конструкцій і обладнання, стійкість котрих від перекидання або зсуву забезпечується за рахунок власної ваги цих конструкції або обладнання. Конструктивні болти також призначені для рихтування будівельних конструкцій під час монтування і забезпечення стабільної роботи конструкцій і обладнання під час експлуатації, а також для запобігання їхньому випадковому зміщенню.

Болти з відігнутим кінцем або анкерною сталевою пластиною можливо використовувати для кріплення конструкцій і обладнання без обмежень.

Болти, які встановлюють у колодязях, допускається застосовувати для кріплення будівельних конструкцій і обладнання, які не зазнають значних динамічних навантажень.

Для кріплення несних колон будівель і споруд, обладнаних мостовими кранами, а також для висотних будівель і споруд, де вітрове навантаження є одним із основних, забороняється використовувати болти, які установлюють у колодязях, за винятком болтів з конічним кінцем, що установлюють методом вібраційного заглиблення з глибиною свердловини не менше ніж $20d$.

И.6 Вибір марок сталі для анкерних болтів та їхніх конструкції і розміри слід приймати згідно з нормативно-правовими актами та/або нормативними актами.

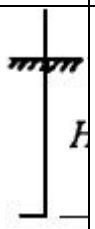
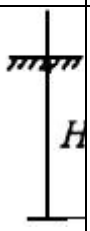
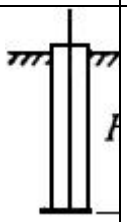
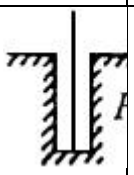
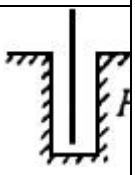
И.7 Розрахований опір сталі болтів на розтяг слід приймати відповідно до ДБН В.2.6-198.

И.8 Усі болти слід застосовувати з попереднім натягом, що контролюється. Зусилля попереднього натягу F, яке для статичних навантажень слід приймати таким, що

дорівнює 0,75 P, а для динамічних навантажень 1,1 P, де P – розрахункове навантаження, яке діє на болт.

Для будівельних конструкцій натяг болтів допускається виконувати стандартними ручними інструментами з граничним зусиллям (до упору).

Таблиця И.1 – Типи анкерних болтів

Конструкція болта	З відігнутим кінцем	З анкерною пластиною		Прямий	Конічний (розпірний)
		глухих	знімних		
Діаметр болта (по різьбленню) d, мм	12–48	12–140	56–125	12–48	6–48
Ескіз					
Мінімальна глибина замурування, *H*	25 d	15 d	30 d	10 d	10 d (8 d)*)
Найменша відстань між болтами	6 d	8 d	10 d	5 d	8 d
Найменша відстань від осі болта до грані фундаменту	4 d	6 d	6 d	5 d	8 d
Коефіцієнт навантаження, *x*%	0,4	0,4	0,25	0,6	0,55
Коефіцієнт стабільності натягу, *k*	1,9 (1,3) **)	1,9 (1,3)	1,5	2,5 (2)	2,3 (1,8)
*) У дужках наведено глибину замурування для болтів діаметром менше ніж 16 мм. **) У дужках наведено значення коефіцієнта *k* для статичних навантажень.					

Примітка. У разі конструктивного об'єднання анкерів в анкерну групу із спільною анкерною плитою допускається зменшення відстані між анкерами і глибиною замурування їх в бетон на основі розрахунку всієї анкерної групи.

И.9 Площу поперечного перерізу болта (за різьбленням) слід визначати із умови міцності за формулою:

$$A_{sa} = \frac{k_0 P}{R_{ba}}, \qquad (И.1)$$

де k_0 =1,35 – для динамічних навантажень, 1,05 – для статичних навантажень.

Для висотних конструкцій (димові труби, витяжні башти тощо), для яких розрахунковим навантаженням є вітрове навантаження, – $k_0 = 1{,}18$. Для знімних болтів з анкерними пластинами, встановленими в трубі, коефіцієнт k_0 для динамічних навантажень приймається таким, що дорівнює $k_0 = 1{,}15$.

И.10 У разі динамічних навантажень переріз болтів, визначений за формулою (И.1), слід перевіряти на витривалість за формулою:

$$A_{sa} = \frac{1{,}8 x \mu}{\alpha} \cdot \frac{P}{R_{ba}}, \qquad (И.2)$$

де x – коефіцієнт навантаження, який приймається за таблицею И.1 залежно від конструкції болта;

μ – коефіцієнт, який приймається за таблицею И.2 залежно від діаметра болта;

α – коефіцієнт, що враховує кількість циклів завантаження і приймається за таблицею И.3.

Таблиця И.2 – Значення коефіцієнта μ

Коефіцієнт μ	Діаметр болта, мм
0,9	10–12
1,0	16
1,1	20–24
1,3	30–36
1,6	42–48
1,8	56–72
2	80–90
2,2	100–125
2,5	140

Таблиця И.3 – Значення коефіцієнта α

Коефіцієнт α	Кількість циклів завантаження
3,15	$0{,}05 \times 10^5$
2,25	$0{,}2 \times 10^5$
1,57	$0{,}8 \times 10^5$
1,25	$2{,}0 \times 10^5$
1,0	5×10^5 і більше

И.11 У разі встановлення групи болтів для кріплення обладнання, значення розрахункового навантаження P, яке сприймається одним болтом, слід визначати для найбільш завантаженого болта за формулою:

$$P = -\frac{N}{n} + \frac{M y_1}{\sum y_i^2}, \qquad (И.3)$$

де N – розрахункова поздовжня сила;

M – розрахунковий момент вигину;

n – загальна кількість болтів;

y_1 – відстань від осі повороту до найвіддаленішого болта у розтягнутій зоні;

y_i – відстань від осі повороту до *i*-го болта, при цьому враховуються як розтягнуті так і стиснуті болти.

Допускається приймати, що вісь обертання проходить через центр ваги опорної поверхні обладнання або башмака колони.

И.12 Для наскрізних сталевих колон, що мають окремі башмаки, значення розрахункового навантаження розтягування на болт слід визначати за формулою:

$$P = \left(M - Nb\right) / nh, \tag{И.4}$$

де N, M – відповідно поздовжня сила і момент вигину в наскрізній колоні на рівні верха фундаменту;

b – відстань від центра ваги перерізу колони до осі стиснутої гілки;

n – кількість болтів, що прикріплюють гілку колони;

h – відстань між осями гілок колони.

И.13 Для опорних вузлів сталевих суцільних колон значення розрахункового навантаження, яке припадає на один розтягнутий болт, слід визначати за формулою:

$$P = \left(R_b b_s x - N\right) / n, \tag{И.5}$$

де R_b – розрахунковий опір бетону;

b_s – ширина опорної пластини башмака;

x – висота стискальної зони бетону під опорною плитою башмака, яка визначається відповідно до ДБН В.2.6-98, як для позацентрових стиснутих елементів;

N – розрахункова поздовжня сила у колоні:

n – кількість розтягнутих болтів, розташованих з одного боку башмака колони.

И.14 Зусилля попереднього натягу болтів F_1 для сприйняття горизонтальних (зсувних) зусиль у площині спирання устаткування на фундамент визначається за формулою:

$$F_1 = k\frac{Q - Nf}{nf}, \tag{И.6}$$

де k – коефіцієнт стабільності натягу болтів, який слід приймати за таблицею И.1;

Q – розрахункова зсувна сила, яка діє в опорній площині;

N – нормальна сила;

f – коефіцієнт тертя, який приймається таким, що дорівнює 0,25;

n – кількість болтів.

И.15 У разі сумісної дії вертикальних і горизонтальних (зсувних) сил значення зусиль натягу F_0 болтів слід визначати за формулою:

$$F_0 = F + F_1 / k. \tag{И.7}$$

И.16 Зсувну силу Q, що діє в площині моменту згину, для наскрізних колон, які мають окремі башмаки під гілки колони, допускається сприймати силою тертя під стиснутою гілкою колони, що задовольняє умову:

$$Q \le f\frac{M + N(h-b)}{h}, \qquad (И.8)$$

де позначення такі самі, як у формулі (И.4).

Зсувну силу для сталевих суцільних колон, а також наскрізних колон, що діє перпендикулярно до площини згинального моменту (в'язеві колони), допускається сприймати силою тертя від дії поздовжньої сили і сили натягу болтів, яка задовольняє умови:

$$Q \le f\left(nA_{sa}R_{ba} / 4 + N\right), \qquad (И.9)$$

де f –- коефіцієнт тертя, який приймається таким, що дорівнює 0,25;

n – кількість болтів для кріплення стиснутої гілки колони або кількість стиснутих болтів, розташованих з однієї сторони башмака колони суцільного перерізу;

A_{sa} – площа перерізу одного болта;

N – мінімальна поздовжня сила, що відповідає мінімальна поздовжня сила, що відповідає навантаженням, від яких визначається сила зсуву.

И.17 Мінімальну глибину замурування болтів у бетон H для бетону марки В 12.5 і сталі марки ВСт3кп2-И слід приймати за таблицею И.1.

Для інших марок сталі болтів або інших класів бетону за міцністю на стиск мінімальну глибину замурування H_0 болтів слід визначатиза формулою

$$H_0 = Hm_1m_2, \qquad (И.10)$$

де m_1 – відношення розрахункового опору розтягуванню бетону В12,5 до розрахункового опору бетону прийнятого класу. Для болтів діаметром 24 мм і більше, які встановлюють в колодязі готових фундаментів, коефіцієнт m_1 слід приймати таким, що дорівнює 1,0;

m_2 – відношення розрахункового опору металу болтів прийнятої марки сталі до розрахункового опору сталі марки ВСт3кп2-И.

И.18 Для конструктивних болтів із відігнутим кінцем глибину замурування в бетон допускається приймати такою, що дорівнює -15d, для болтів з анкерними сталевими пластинами - 10d, а для болтів, які встановлюють в колодязі - 5d.

И.19 Найменші допустимі відстані між осями болтів і від осі крайніх болтів до граней фундаментів наведені в таблиці И.1.

Відстані між болтами, а також від осі болтів до грані фундаменту допускається зменшити на 2d при відповідному збільшенні глибини замурування болта на 5d.

Відстань від осі болта до грані фундаменту допускається зменшити ще на один діаметр за наявності спеціального армування вертикальної грані фундаменту в зоні встановлення болта.

В усіх випадках відстань від осі болта до грані фундаменту не повинна бути менше 0,1 м для болтів діаметром не більше 30 мм, 0,15 м для болтів діаметром від 32мм до 48 мм включно і 0,2 м для болтів діаметром понад 48 мм.

И.20 Під час установлення спарених болтів (наприклад, для закріплення несних сталевих колон будівель і споруд) слід передбачати загальну анкерну сталеву пластину з відстанню між отворами, яка дорівнює проєктній відстані між осями болтів, або встановлювати окремі болти на відповідному рівні.

ДОДАТОК К
(довідковий)
БІБЛІОГРАФІЯ

1. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 № 173

2. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 № 476

3. Інструкція з експлуатації аеродромів державної авіації України, затверджена наказом Міністерства оборони України 01.07.2013 № 441 (у редакції наказу Міністерства оборони України 23 вересня 2020 року № 348), зареєстрована в Міністерстві юстиції України 22 липня 2013 р. за № 1229/23761.

4. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України 30.12.2014 № 1417, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 р. за № 252/26697.

УДК 69 (083.74) ОХС 91.040.20

Ключові слова: споруди, підпірні стінки, підвали, тунелі і канали, занурені колодязі, резервуари, газгольдери, засіки, бункери, силоси, вугільні башти, естакади, галереї, градирні, баштові копри, вибухопожежна небезпека, охорона навколишнього середовища, категорії безпеки А, Б, В, корозія, фундамент, висота підпірних стін, тиск ґрунту, стійкість.