



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**РЕМОНТ І ПІДСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ
І ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙ ТА ОСНОВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

ДСТУ Б В.3.1-2:2016

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій", ТК 303 "Будівельні конструкції", ПК 5 "Зовнішні конструкції"

РОЗРОБНИКИ: **О. Белоконь**, канд. техн. наук; **В. Глуховський**, канд. техн. наук; **С. Дубовик**; **В. Крітов**, канд. техн. наук; **О. Лісений**, канд. техн. наук; **Ю. Мелашенко**, канд. техн. наук; **І. Матвеев**, канд. техн. наук; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук

ЗА УЧАСТЮ:

Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (**В. Балицький**), д-р техн. наук; **О. Галінський**, канд. техн. наук; **А. Єсипенко**, д-р техн. наук; **В. Капалет**, **С. Полонська**, канд. техн. наук; **С. Романов**, канд. техн. наук; **В. Снісаренко**, д-р техн. наук)

Товариство з обмеженою відповідальністю "Український інститут сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського" (**В. Гордєєв**, д-р техн. наук; **В. Пасечнюк**, **О. Шимановський**, д-р техн. наук)

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Мінрегіону від 24.06.2016 № 182, чинний з 2017-04-01

3 НА ЗАМІНУ ДБН В.3.1-1-2002

**Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Забороняється повністю чи частково видавати, відтворювати задля
розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання цей національний
стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації без дозволу
ДП "УкрНДНЦ" чи уповноваженої ним особи**

ДП "УкрНДНЦ", 2017

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	3
4 Позначки та скорочення	5
5 Загальні вимоги	6
6 Бетонні і залізобетонні конструкції	10
6.1 Загальні вимоги	10
6.2 Матеріали	11
6.3 Класифікація способів ремонту і підсилення бетонних і залізобетонних конструкцій	12
6.4 Проектування ремонту і підсилення конструкцій	13
6.5 Розрахунок і конструювання елементів підсилення	21
6.6 Вимоги до виконання робіт	23
6.7 Контроль якості і приймання робіт	25
7 Кам'яні та армокам'яні конструкції	25
7.1 Загальні вимоги	25
7.2 Матеріали	26
7.3 Класифікація способів підсилення	26
7.4 Проектування ремонту і підсилення конструкцій	26
7.5 Розрахунок конструкцій підсилення	30
7.6 Вимоги до виконання робіт	31
7.7 Контроль якості і приймання робіт	33
7.8 Захист конструкцій від природних і техногенних впливів	33
8 Сталеві конструкції	33
8.1 Загальні вимоги	33
8.2 Матеріали	33
8.3 Класифікація способів ремонту і підсилення	34
8.4 Проектування підсилення сталевих конструкцій	35
8.5 Розрахунок конструкцій підсилення	36
8.6 Вимоги до виконання робіт	37
8.7 Контроль якості і приймання робіт	39
8.8 Захист конструкцій від природних і техногенних впливів	39
9 Дерев'яні конструкції	39
9.1 Загальні вимоги	39
9.2 Матеріали	39
9.3 Класифікація способів ремонту і підсилення	40
9.4 Підсилення конструкцій	41
9.5 Розрахунок конструкцій підсилення	42
9.6 Вимоги до виконання робіт	43
9.7 Контроль якості і приймання робіт	44
9.8 Захист конструкцій	44

10	Основи і фундаменти	45
10.1	Загальні вимоги	45
10.2	Вихідні дані для проектування	46
10.3	Закріплення ґрунтів основ	46
10.4	Способи ремонту і підсилення фундаментів	49
10.5	Розрахунок і проектування підсилення фундаментів і основ	51
10.6	Особливості проектування і виконання робіт із підсилення основ і фундаментів у просадних ґрунтах	53
10.7	Особливості ремонту і підсилення основ, фундаментів і наземних конструкцій на підроблюваних територіях	56
10.8	Вимоги до виконання робіт	58
Додаток А		
	Визначення тиску під подошвою підсилюваного фундаменту	62
Додаток Б		
	Визначення розрахункового опору ґрунту тривало навантаженої основи	65
Додаток В		
	Бібліографія	67

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

РЕМОНТ І ПІДСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ І ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ОСНОВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

РЕМОНТ И УСИЛЕНИЕ НЕСУЩИХ И ОГРАЖДАЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

REPAIR AND REINFORCEMENT BEARING AND ENCLOSING BUILDING STRUCTURES AND BASES OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Чинний від 2017-04-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт поширюється на проектування, виконання і приймання робіт з ремонту і підсилення несучих і огороджувальних бетонних, залізобетонних, кам'яних, армокам'яних, сталевих і дерев'яних конструкцій і фундаментів, а також основ будівель і споруд, в тому числі в особливих умовах експлуатації (сейсмічні впливи, підроблювані території, просадні основи, агресивні середовища тощо).

1.2 Ремонт і підсилення елементів будинків або споруд виконується з метою приведення їх до стану, що відповідає вимогам норм і стандартів з несучої здатності, експлуатаційної придатності та довговічності.

1.3 Проектування, виконання і приймання робіт з ремонту і підсилення будівельних конструкцій і основ виконується з урахуванням вимог даного стандарту, санітарних, протипожежних та екологічних нормативних актів, а також Положення про єдину державну систему цивільного захисту [1].

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні акти та нормативні документи:

ДБН А.2.1-1-2008 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва

ДБН А.2.2-1:2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд

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

ДБН А.3.1-5-2016 Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва

ДБН А.3.1-7-96 Управління, організація і технологія. Виробництво бетонних та залізобетонних виробів

ДБН А.3.2-2-2009 Системи стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення

ДБН В.1.1-5-2000 Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах

ДБН В.1.1-7:2016 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва

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

ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування

ДБН В.1.2-5:2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів

ДБН В.1.2-14-2009 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ

ДБН В.1.3-2-2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві

ДБН В.2.1-10-2009 Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування

ДБН В.2.6-22-2001 Конструкції будинків і споруд. Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей

ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення

ДБН В.2.6-161:2010 Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення

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

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

ДСТУ 3760:2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991, NEQ)

ДСТУ ГОСТ 7805:2008 Болты с шестигранной головкой класса точности А. Конструкция и размеры (Болты з шестигранною головкою класу точності А. Конструкція та розміри)

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

ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану

ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94) Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Методи польових випробувань палями

ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови

ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904-93) Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури

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

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

ДСТУ Б В.2.6-168:2011 Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури і закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ГОСТ 10922-90, MOD)

ДСТУ Б В.2.6-169:2011 З'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Типи, конструкції та розміри (ГОСТ 14098-91, MOD)

ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування

ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення

ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу

ДСТУ Б В.2.6-207:2015 Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних будівель і споруд
 ДСТУ Б В.2.7-126:2011 Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-220-2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю

ДСТУ Б В.2.7-223:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій

ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності

ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності

ДСТУ Б В.2.7-252:2011 Цегла та камені силікатні. Ультразвуковий метод визначення міцності на стиск (ГОСТ 24332-88, MOD)

ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013 Настанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій

ДСТУ-Н Б А.3.1-21:2013 Настанова з виконання монтажних з'єднань сталевих будівельних конструкцій на високоміцних болтах

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

ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель і споруд від корозії

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

ГОСТ 6727-80 Проволока из низкоуглеродистой стали холодноотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (Дріт з низьковуглецевої сталі холодноотягнутий для армування залізобетонних конструкцій. Технічні умови)

ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия (Сталь арматурна термомеханічно зміцнена для залізобетонних конструкцій. Технічні умови)

ГОСТ 22356-77 Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия (Болти і гайки високоміцні і шайби. Загальні технічні умови)

ГОСТ 25546-82 Краны грузоподъемные. Режимы работы (Крани вантажопідйомні. Режими роботи)

СНІП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии (Захист будівельних конструкцій від корозії)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни та визначення позначених ними понять

3.1 агресивне середовище

Середовище, під впливом якого відбувається зміна структури і властивостей матеріалів будівельних конструкцій, що призводить до зниження міцності матеріалів і руйнування конструкцій

3.2 дефект будівельної конструкції

Кожна окрема невідповідність будівельної конструкції (її елементів) встановленим вимогам

3.3 довговічність

Властивість будівельного об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану в умовах установленної системи технічного обслуговування та ремонту

3.4 критичні об'єкти

Об'єкти, що характеризуються високою соціальною значимістю або небезпекою виникнення погіршення екологічної ситуації у разі їх деформування чи руйнування

3.5 надійність будівельного об'єкта

Властивість будівельного об'єкта виконувати задані функції протягом заданого проміжку часу

3.6 особливо складний випадок

Випадок, коли можливі розрахункові схеми, моделі розрахунків конструкцій і основ не відбивають повною мірою їх фактичного стану і неможливо зробити прогноз зміни їх технічного стану без натурних випробувань

3.7 відповідальний випадок

Випадок, що характеризується можливою небезпекою для життя людей, негативними екологічними наслідками

3.8 перевірені розрахунки

Розрахунки з визначення несучої здатності, стійкості і деформації конструкцій, будинку і споруди за фактичною розрахунковою схемою, характеристиками і станом матеріалів конструкцій

3.9 підроблювані території

Території, під якими проводяться підземні гірничі виробки

3.10 повне розвантаження будівельної конструкції

Розвантаження існуючої будівельної конструкції, коли все навантаження сприймається елементами підсилення

3.11 ремонт

Комплекс операцій із відновлення працездатності об'єкта і (або) збільшення його довговічності – усунення дефектів, ушкоджень, запобігання передчасному зношенню конструкцій, а також (при капітальному ремонті) заміна і відновлення окремих частин конструкцій

3.12 складні умови

Наявність інтенсивних біологічних або хімічних, динамічних чи термодинамічних впливів на будівельні конструкції

3.13 складний об'єкт

Об'єкт, у якому ремонт і підсилення будівельних конструкцій і основ пов'язані з використанням нетрадиційних підходів і технологій, необхідністю застосування пристроїв та устаткування, не передбачених нормативними документами

3.14 поточний ремонт

Роботи з запобігання передчасному зношенню та усуненню незначних ушкоджень окремих елементів будівельних конструкцій будинку і споруди

3.15 підсилення будівельної конструкції і основи

Роботи з відбудови або зі збільшення можливості сприйняття навантажень будівельною конструкцією (її елементами) або основою

3.16 часткове розвантаження будівельної конструкції

Розвантаження існуючої будівельної конструкції, коли частина навантаження сприймається конструкцією, а частина – елементами підсилення

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У цьому стандарті використано такі позначки:

Латинські великі літери

- B – ширина поперечного перерізу кам'яного стовпа, м;
 E – початковий модуль деформації кладки,
 $E_{long\ term}$ – довготривалий модуль деформації кладки,
 E_0 – модуль загальної деформації ґрунту ненавантаженої основи,
 E_t – модуль деформації ґрунту тривало навантаженої основи,
 I_f – показник консистенції ґрунтів,
 $N_{c,max}$ – зусилля вдавнення палі наприкінці занурення, кН;
 N_{s2} – несуча здатність металевих кутиків підсилення стовпа, кН;
 F_d – розрахункова несуча здатність палі по ґрунту, кН;
 R – розрахунковий опір ґрунтів основи з усунутою просадністю під подошвою фундаменту, кПа;
 R_{fix} – розрахунковий опір закріпленого ґрунту під фундаментом, кПа;
 R_t – розрахунковий опір ґрунту основи існуючого фундаменту, МПа;
 R_0 – розрахунковий опір природного (не ущільненого) ґрунту, кПа;
 R_d – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа;
 S_r – коефіцієнт водонасичення,

Латинські малі літери

- c_t – питоме зчеплення ґрунту тривало навантаженої основи, кПа;
 d – глибина закладання подошви фундаменту, м;
 $f_{ck,cube}$ – характеристичне значення кубкової міцності бетону, МПа;
 f_{pk} – характеристичне значення міцності попередньо напруженої арматури, МПа;
 $f_{p0,1k}$ – характеристичне значення умовної границі текучості попередньо напруженої арматури при залишкових деформаціях 0,1%, МПа;
 k_c – коефіцієнт, що характеризує зміну стисливості,
 $k_{g,t}$ – коефіцієнт, що враховує зміну несучої здатності палі в часі,
 m – коефіцієнт, що враховує зміну фізико-механічних властивостей ґрунту за період експлуатації будинку (споруди),
 p_{min}, p_{max} – граничні тиски під подошвою фундаментів, кПа;
 $p_{x,max}, p_{y,max}$ – максимальні крайові тиски при дії згинальних моментів уздовж осей x та y , кПа;
 p – тиск під подошвою фундаменту, кПа;
 p_0 – середній тиск під подошвою існуючого фундаменту, кПа,
 p_{sl} – середня величина початкового просадного тиску ґрунту в межах глибини верхньої зони просідання, кПа;
 s_d – розрахункове осідання фундаменту, м;
 s_u – гранично-допустиме середнє осідання фундаменту, м;

Грецькі малі літери

- γ_{br1} – коефіцієнт умов роботи для бетону,
 γ_c – коефіцієнт надійності; коефіцієнт умов роботи,
 $\gamma_{g,t}$ – коефіцієнт, що враховує зміну несучої здатності палі в часі,
 γ_{sr1} – коефіцієнт умов роботи арматури,
 γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю згідно з ДБН В.1.2-14,
 φ_t – кут внутрішнього тертя ґрунту тривало навантаженої основи, град.

У цьому стандарті використані такі скорочення:

ПВР – проект виконання робіт.

5 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.1 Рішення щодо необхідності ремонту або підсилення будівельних конструкцій з метою відновлення чи збільшення їх несучої здатності та експлуатаційної придатності приймається на основі даних, отриманих при їх обстеженні згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18, інженерних вишукувань, виконаних згідно з ДБН А.2.1-1 а також з урахуванням результатів перевірних розрахунків, виконаних згідно з відповідними нормативними документами.

Обсяг і номенклатура обстежень і вишукувань визначається у залежності від технічного стану, ступеня відповідальності будинків (споруд), особливостей запланованих заходів щодо ремонту і підсилення.

В аварійних ситуаціях з метою запобігання обваленню будівельних конструкцій допускається розроблення проектів тимчасового страхувального кріплення (розвантаження) або підсилення цих конструкцій без повних матеріалів обстеження.

5.2 У процесі обстеження рекомендується вивчати наявну проектну та експлуатаційну документацію (паспорт технічного стану будинку або споруди, генеральний план, дані бюро технічної інвентаризації стосовно планів поверхів і віку споруди, що ремонтується, робочі креслення існуючих конструкцій, паспорти на конструкції заводів-виготовлювачів, виконавчу документацію), виконувати візуальний огляд та інструментальну оцінку параметрів конструкцій.

5.3 До складу результатів обстежень конструкцій та інженерних вишукувань включаються дані, потрібні для обґрунтованого вибору способів і прийняття надійних технічних рішень щодо ремонту і підсилення конструкцій.

Характеристики матеріалів існуючих конструкцій визначаються з залученням спеціалізованих лабораторій, акредитованих у відповідній галузі випробувань.

Всі отримані при обстеженні та використані в розрахунках будівельні параметри, що характеризують навантаження і впливи, а також міцність і деформативність матеріалів повинні мати довірчу імовірність відповідно до чинних нормативних документів на проектування. Забезпеченість нормативних значень характеристик міцності матеріалів та характеристик інженерно-геологічних елементів приймають, як правило, не менше ніж 0,95.

5.4 Технічний стан конструкцій будинків і споруд рекомендується визначати на підставі аналізу наявних дефектів та пошкоджень, а також результатів перевірних розрахунків, виконаних з врахуванням фактичних характеристик матеріалів та ґрунтів основи.

Технічний стан об'єкта за рівнем придатності до подальшої експлуатації визначається на підставі технічного стану окремих конструкцій і згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18 характеризується однією з чотирьох категорій: "нормальний", "задовільний", "непридатний до нормальної експлуатації" та "аварійний". Визначення цих категорій технічних станів об'єктів та конструкцій приймається відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-18.

Якщо збільшення навантажень не планується, то:

- при нормальному технічному стані – необхідність у ремонтних роботах відсутня;
- при задовільному технічному стані – виконується відновлення захисних покриттів конструкції та їх дрібний ремонт;
- при непридатному до нормальної експлуатації технічному стані передбачається контроль (моніторинг) за станом об'єкта (конструкції); виконання захисних заходів; контроль за параметрами процесу експлуатації (наприклад, обмеження навантажень) та виконання ремонту чи підсилення конструкції у звичайному режимі;
- при аварійному технічному стані вживаються заходи для недопущення перебування людей в аварійно небезпечній ділянці будівлі, виконується ремонт чи підсилення конструкції з попереднім вжиттям заходів проти її раптового руйнування; як альтернатива може розглядатися заміна

аварійних конструкцій чи демонтаж конструкцій або об'єкта в цілому (в залежності від ступеня ушкоджень та безпечності проведення ремонтно-відновлювальних робіт).

5.5 Перевірні розрахунки існуючих конструкцій проводяться при зміні об'ємно-планувальних вирішень та умов експлуатації, збільшенні діючих навантажень від технологічного обладнання, збільшенні тимчасових навантажень внаслідок зміни призначення будівлі або її частини, а також при виявленні дефектів та пошкоджень, що впливають на несучу здатність конструкцій. Перевірні розрахунки виконуються з метою встановлення достатньої несучої здатності та придатності за умов роботи, що змінилися. Конструкції, які не задовольняють вимоги перевірних розрахунків, підлягають підсиленню або заміні на нові.

Існуючі конструкції можуть не підсилюватися, якщо:

- їх фактичні прогини перевищують гранично-допустимі згідно з ДСТУ Б В.1.2-3, проте не перешкоджають нормальній експлуатації конструкцій і не змінюють їх розрахункову схему;
- наявні відхилення від конструктивних вимог чинних норм, проте конструкція експлуатувалась тривалий час, а її обстеження не виявило пошкоджень, обумовлених цими відхиленнями.

5.6 В розрахункових схемах будинків і споруд, а також розрахункових моделях будівельних конструкцій і основ рекомендується відображати їх фактичний стан, умови роботи, встановлені в результаті обстежень, прийняті методи ремонту і підсилення. В особливо складних і відповідальних випадках, коли розрахункові схеми і моделі розрахунків не відображають повною мірою фактичний стан конструкцій і не можна зробити прогноз зміни технічного стану без натурних випробувань, а також коли виникає небезпека для життя людей або екологічних наслідків, допускається перевіряти підсилені конструкції пробним навантаженням.

5.7 При розрахунку будівельних конструкцій і основ, підсилення яких виконується під навантаженням, враховуються напруження, наявні на час підсилення у конструкціях і основах, що зберігаються, і послідовність включення в роботу елементів підсилення.

5.8 Навантаження і впливи визначаються згідно з ДБН В.1.2-2. Тимчасові снігові і вітрові навантаження можуть уточнюватися за результатами вишукувань (обстежень).

При перевірних розрахунках конструкцій враховується коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n згідно з ДБН В.1.2-14. При цьому посилені конструкції за надійністю мають відповідати класу надійності (відповідальності) будинків і споруд, для яких конструкції підсилення розробляються.

5.9 Вибір способу ремонту чи підсилення рекомендується робити на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням:

- необхідного ступеня збільшення (відновлення) несучої здатності;
- виключення або мінімізації додаткових пошкоджень (ослаблень) конструкції при виконанні посилення;
- можливості реалізації прийнятого способу в конкретних виробничих умовах (пожежо- і вибухо-небезпека, хімічна агресивність середовища тощо);
- обмежень, що накладаються виробництвом, яке функціонує;
- ступеня надійності і довговічності конструкцій;
- забезпечення необхідних показників теплового опору, корозійної стійкості, вогнестійкості підсилених конструкцій;
- перспектив подальшого розвитку виробництва;
- місцевих умов і досвіду проектування і будівництва.

Рішення про підсилення конструкцій рекомендується приймати після того, як встановлено, що інші способи забезпечення надійності, такі як перерозподіл технологічних навантажень, застосування ефективних матеріалів для покриттів і огорожувальних конструкцій, використання тимчасових розвантажувальних елементів і пристроїв, необхідних для монтажу-демонтажу устаткування, неможливі чи недоцільні.

5.10 При виборі способу підсилення враховуються наступні умови, що утруднюють виконання робіт:

- неможливість зупинення виробничих процесів;
- необхідність улаштування риштування для встановлення елементів підсилення;
- необхідність розбирання стінових і покрівельних огорож;
- необхідність тимчасового виключення з роботи основних несучих конструкцій і контролю за їх напружено-деформованим станом.

5.11 Ремонт і підсилення будівельних конструкцій і основ виконуються на підставі проектної документації. Склад та зміст проектної документації визначаються згідно з ДБН А.2.2-3.

Ремонт будівельних конструкцій без їх підсилення може виконуватися на підставі відомостей робіт та кошторисів, складених на основі відомостей дефектів та пошкоджень.

5.12 При проектуванні ремонту і підсилення конструкцій і основ в особливих умовах експлуатації (просадні основи, підроблювані території, сейсмічні впливи, агресивні середовища тощо) дотримуються вимог ДБН В.1.1-5, ДБН В.1.1-12, ДСТУ-Н Б В.2.6-186, СНиП 2.03.11-85.

5.13 На всіх стадіях виконання робіт (часткове розбирання, тимчасове видалення в'язей тощо) забезпечується відповідність конструкцій, що підсилюються, вимогам несучої здатності та стійкості. У необхідних випадках в проекті можливо передбачати їх розкріплення або розвантаження.

5.14 При проектуванні підсилення конструкцій враховуються необхідність виконання робіт без зупинки виробництва або з короткочасною його зупинкою, а також вимоги технології та умов виконання робіт. При цьому враховуються: терміни ремонту, умови і режими експлуатації, види і величини навантажень, інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови майданчика, характеристики внутрішнього середовища, відомості про аварії, що мали місце, та їх причини, зони та ділянки з раніше виконаними підсиленнями конструкцій.

5.15 При розробленні проектної документації з ремонту і підсилення враховуються вимоги з технології та організації будівельного виробництва при реконструкції і технічному переоснащенні підприємств, а також вимоги охорони навколишнього середовища згідно з ДБН А.3.1-5. Виконання робіт з підсилення конструкцій здійснюється з дотриманням вимог безпеки праці у будівництві згідно з ДБН А.3.2-2. Крім того, дотримуються особливих вимог, пов'язаних із специфікою і умовами виконання робіт, зазначеними у проекті підсилення та ПВР.

5.16 Якщо ремонт і підсилення будівельних конструкцій і основ складних і унікальних об'єктів пов'язаний з використанням нетрадиційних підходів і технологій, необхідністю застосування матеріалів, пристроїв, устаткування, не передбачених нормативними документами, то крім системи контролю якості, передбаченої у розділі 8 ДБН А.3.1-5, здійснюється також спеціальний контроль якості згідно ДБН В.1.2-5.

5.17 Підсилення і ремонт конструкцій із використанням прийомів (схем), що вперше впроваджуються у виробництво або вперше освоюються будівельною організацією, а також нових конструкцій і технологій, рекомендується виконувати за участі автора проекту у відпрацюванні технології робіт та (або) її дослідної перевірки .

5.18 З метою скорочення обсягів робіт з ремонту і підсилення, а в деяких випадках і відмови від таких робіт рекомендується виявляти і використовувати резерви несучої здатності конструкцій шляхом:

- уточнення зусиль, що діють у найбільш напружених елементах, за рахунок урахування просторової роботи каркасу, фактичних умов з'єднання і кріплення елементів, фактичних значень навантажень, впливів і їх поєднань;
- уточнення характеристик міцності матеріалу конструкцій і з'єднань;
- урахування фактичних розмірів перерізів і габаритів елементів;
- включення в роботу огорожувальних конструкцій чи інших допоміжних елементів будинків і споруд.

З тією ж метою одночасно з ремонтом і підсиленням рекомендується вживати заходів щодо покращення умов роботи несучих конструкцій шляхом:

- вишукування можливості зменшення навантажень, що діють на всю будівлю (споруду) та її окремі елементи (обмеження вантажопідйомності кранів, ступеня їх зближення між собою, обмеження ходу візка, зміна схеми розташування кранів на підкранових коліях, зміни конфігурації покрівлі для зменшення можливості формування снігових мішків, вжиття заходів щодо боротьби з відкладенням промислового пилу тощо);

- зменшення навантажень від ваги огорожувальних конструкцій шляхом їх заміни більш легкими, особливо в тих випадках, коли заміна таких конструкцій пов'язана з їх незадовільним станом.

5.19 При розробленні проекту підсилення в робочих кресленнях рекомендується відобразити такі питання виконання робіт:

- послідовність виконання робіт з підсилення конструкції в цілому і її окремих елементів, якщо ця послідовність позначається на напружено-деформованому стані конструкції;

- взаємозв'язок робіт з виконання підсилення з технологічним процесом (обмеження навантажень і впливів) і умовами їх виконання (наприклад, температурний режим);

- заходи щодо забезпечення несучої здатності і стійкості конструкції на всіх етапах виконання робіт, включаючи вказівки про влаштування тимчасових опор і розкріплень і вимоги до величини монтажних навантажень і впливів;

- перелік конкретних зон, вузлів, конструктивних елементів і технологічних операцій, для яких потрібне дотримання визначеної послідовності і параметрів технологічних процесів (режим зварювання, регламент попереднього напруження тощо);

- заходи щодо безпечного виконання робіт в умовах ремонту, підсилення і реконструкції будинків, які експлуатуються, особливо на об'єктах, що перебувають в аварійному стані;

- перелік робіт і операцій, які приймаються за актами на закриття прихованих робіт, і які потребують проміжного контролю.

5.20 При розробленні проекту підсилення конструкцій, що експлуатуються в умовах накопичення, або таких, що сприяють накопиченню пошкоджень, рекомендується зазначити граничний термін реалізації проекту, після якого проектні рішення повинні бути уточнені чи переглянуті. Часовий розрив між видачею і реалізацією проекту обмежується не більше встановленого проектом терміну.

5.21 При підсиленні конструкцій з використанням способів регулювання зусиль (напружень) у проектній документації зазначаються припустимі відхилення зусиль регулювання або заданих переміщень, а також місця і способи контролю параметрів регулювання і напружено-деформованого стану конструкцій.

5.22 Під час ремонту і підсилення забезпечуються мінімальні значення класів вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні значення груп поширення вогню по них відповідно до ступеня вогнестійкості будинку згідно з ДБН В.1.1-7.

5.23 Якість і надійність відремонтованих чи посиленних конструкцій і будівель (споруд) забезпечуються шляхом здійснення комплексу технічних і організаційних заходів контролю на всіх стадіях створення будівельної продукції.

5.24 Виробничий контроль якості ремонту і підсилення будівельних конструкцій включає вхідний контроль робочої документації, конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування; операційний контроль окремих будівельних процесів або виробничих операцій і приймальний контроль будівельно-монтажних робіт згідно з проектом, ДБН В.1.3-2, ДСТУ Б В.2.6-199, ДСТУ Б В.2.6-200.

5.25 При прийманні відремонтованих або підсиленних будівельних конструкцій і основ представляється така документація:

- робочі креслення;

- паспорти, сертифікати та інші документи, що підтверджують якість матеріалів;

- акти на закриття прихованих робіт, зазначені в ПВР;
- журнали виконання робіт;
- документи про контроль якості зварних з'єднань;
- документи про величини попередніх напружень;
- акти, що підтверджують якість захисних покриттів;
- акти на закриття прихованих робіт, що засвідчують розташування і кількість арматурних стрижнів, з'єднань, кріплень;
- акти, якими додатково оформлюються особливі вимоги проекту, наприклад, результати ультразвукової діагностики кладки при виконанні ін'єкційних робіт.

5.26 При проектуванні реконструкції підприємств, будинків і споруд розробляються матеріали оцінки впливів на навколишнє середовище згідно з ДБН А.2.2-1.

6 БЕТОННІ І ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ

6.1 Загальні вимоги

6.1.1 Вимоги даного розділу поширюються на проектування і виконання робіт з ремонту і підсилення сталевим прокатом, бетоном і залізобетоном бетонних і залізобетонних конструкцій будинків і споруд, які експлуатуються при систематичному впливі температур від 50 °С до мінус 40 °С.

У даному розділі розглядаються несучі та огорожувальні монолітні і збірні попередньо напружені і без попереднього напруження арматури бетонні і залізобетонні конструкції з важких і легких бетонів одно- і багатопверхових будинків і споруд різних конструктивних схем, у тому числі безкаркасні і каркасні будинки з повним, неповним і комбінованим рамним чи в'язевим каркасом для різних умов будівництва.

Вимоги даного розділу не поширюються на ремонт і підсилення армоцементних конструкцій, а також конструкцій з бетонів на шлакових і гіпсових в'язучих.

6.1.2 Необхідність ремонту або підсилення бетонних і залізобетонних конструкцій рекомендується визначати на основі даних, отриманих при їх обстеженні згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18, та результатів перевірних розрахунків, виконаних відповідно до ДБН В.2.6-98, ДСТУ Б В.2.6-156 і даного стандарту.

6.1.3 Проект підсилення або ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій виконується на основі матеріалів обстеження, які включають:

- дані про характеристики міцності бетону;
- дані про характеристики міцності арматурної сталі;
- результати перевірних розрахунків, виконаних з урахуванням дефектів та пошкоджень.

6.1.4 При перевірних розрахунках використовуються розрахункові характеристики міцності бетону існуючої конструкції, що визначаються при обстеженні згідно з ДСТУ Б В.2.7-223, ДСТУ Б В.2.7-224, ДСТУ Б В.2.7-226 та ДСТУ Б В.2.7-220.

Клас бетону визначається, як правило, з врахуванням фактичного коефіцієнта варіації показника міцності згідно з ДСТУ Б В.2.7-224.

6.1.5 Якщо при обстеженні конструкції за нормовану характеристику бетону була прийнята його середня міцність M (в МПа), а фактичний коефіцієнт варіації міцності не перевищує 0,135, то характеристичне значення кубикової міцності $f_{ck,cube}$ допускається прийняти $f_{ck,cube} = K \times M$ (де $K = 0,8$ – для важкого, дрібнозернистого і легкого бетону; $K = 0,7$ – для ніздрюватого бетону).

Клас міцності бетону та його розрахункові характеристики приймаються відповідно до таблиці 3.1 ДБН В.2.6-98 відповідно до значень $f_{ck,cube}$.

6.1.6 При перевірних розрахунках конструкцій, що підсилюються, клас арматурної сталі приймається за даними випробувань відібраних зразків арматури. За неможливості відбору зразків арматури з конструкції розрахункові значення опору розтягу та стиску арматурної сталі залежно від її профілю допускається приймати так:

- для арматури гладкого профілю – 155 МПа;
- для арматури періодичного профілю з однаковим заходом на обох сторонах профілю ("гвинт") – 245 МПа;
- для арматури періодичного профілю з правим і лівим заходом на протилежних сторонах профілю ("ялинка") – 295 МПа.

Для поперечної арматури вказані значення множаться на 0,8.

Діаметр, кількість і розташування арматурних стрижнів у конструкції визначаються шляхом розкриття і прямих замірів або магнітним методом згідно з ДСТУ Б В.2.6-4.

6.2 Матеріали

6.2.1 Матеріали для підсилення конструкцій повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-7 і ДБН В.2.6-22.

6.2.2 Для ремонту і підсилення конструкцій у залежності від основного їх призначення і з урахуванням виду старого бетону можуть використовуватися:

- конструкційний бетон на щільних чи пористих заповнювачах, а також розчини на цементному в'язучому;
- спеціальний бетон: теплоізоляційний, жаростійкий, хімічно стійкий, пружний, декоративний, радіаційно-захисний, цементно-полімерний, полімербетон, бетон на цементі, що розширюється;
- сухі будівельні суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-126.

До бетону (розчину), крім основних проектних показників якості, можуть висуватися додаткові вимоги:

- прискорені терміни тверднення і набуття міцності;
- відсутність усадки;
- підвищена адгезія щодо старого бетону;
- підвищені захисні властивості стосовно арматури і закладних деталей.

6.2.3 При приготуванні цементних бетонів і розчинів застосовуються, як правило, портландцемент чи шлакопортландцемент марок не нижче ніж М400; при обмеженому періоді зупинки основного виробництва та в аварійних ситуаціях – швидкотверднучі цемент, гіпсоглиноземистий цемент, що розширюється, глиноземистий і напружуючий цемент.

Для приготування кислотостійких бетонів (розчинів) використовується рідке скло (силікат натрію розчинний). В особливих випадках застосовуються бетони на терморективних смолах, термопластичних полімерах тощо.

За особливих умов застосовуються спеціальні види цементів (сульфатостійкі, швидкотверднучі тощо) згідно з ДСТУ Б В.2.6-145.

Для усунення впливу усадних деформацій у спряженні старого та знову укладеного бетонів застосовуються бетони на безусадних цементах.

6.2.4 Крупність заповнювачів при бетонуванні в опалубці рекомендується приймати не більше 1/2 товщини бетонованої конструкції; при торкретуванні – (8 – 10) мм; при набризк-бетоні – до 20 мм.

У густоармованих конструкціях крупність заповнювача приймається не більше 2/3 відстані у світлі між стержнями арматури.

Кислотостійкість заповнювачів і наповнювачів у кислотостійких бетонах приймається не нижче за 97 %.

Для приготування лугостійких бетонів використовуються заповнювачі з вапняку, доломіту тощо.

6.2.5 Бетонні суміші при укладанні приймаються пластичної консистенції з маркою за легкоукладальністю (рухливістю) не менше ніж П1 (осідання конуса 3 – 4 см).

Дрібнозернисті бетонні суміші, що укладаються насосами, приймаються з маркою за легкоукладальністю не нижче ніж П2 (осідання стандартного конуса 8 – 9 см).

6.2.6 Дрібнозернистий бетон для закладання гнізд, борозен, отворів, тріщин і швів приймається класу не нижче ніж С12/15, розчин для захисних цементних штукатурок, полімерний розчин – марки не нижче ніж 200.

6.2.7 Для закладання тріщин застосовуються розчини на основі цементів, портландцементів, термоактивних смол (епоксидних, карбамідних тощо) чи термопластичних полімерів (метил-метакрилат тощо), що розширюються і напружуються.

6.2.8 Клас бетону, з якого виконують підсилення, рекомендується приймати відповідним умовному класу бетону конструкції, що підсилюється, але не нижче ніж С12/15.

6.2.9 Арматурну сталь і прокатні профілі, що застосовуються в конструкціях підсилення, приймаються згідно з ДБН В.2.6-98, ДСТУ Б В.2.6-156, ДСТУ 3760, ГОСТ 10884, ГОСТ 6727 та іншими нормативними документами.

Як гнучка робоча арматура застосовується арматура класів А-I, А-II, А-III, А240, А300, А400, Ат400с, Ат500С, Ат-IIIС; як жорстка арматура і для виготовлення металоконструкцій підсилення – сталевий прокат.

Ручне дугове зварювання при монтажі передбачається відповідно до ДБН А.3.1-7.

6.3 Класифікація способів ремонту і підсилення бетонних і залізобетонних конструкцій

6.3.1 Конструкції рекомендується підсилювати з метою відновлення або підвищення проектних експлуатаційних характеристик за неможливості зниження навантажень і забезпечення надійної роботи конструкції при зміні умов її експлуатації.

6.3.2 Способи підсилення при проектуванні рекомендується вибирати на основі перевірних розрахунків, виходячи з найбільш імовірної схеми руйнування конструкції.

У загальному випадку руйнування залізобетонних елементів, що згинаються чи позацентрово стискаються (розтягуються), може відбуватися: по розтягнутій зоні, по стиснутій зоні, по похилому перерізі – від впливу поперечних сил; по просторовому перерізу – від дії крутного моменту, місцевого зминання, відриву чи при продавлюванні. При цьому підсилення передбачається для найбільш слабкої зони конструкції.

6.3.3 У разі прогнозованого руйнування конструкцій по двох і більше зонах від спільної дії зовнішніх зусиль, а також при неможливості забезпечення необхідної несучої здатності підсиленням тільки однієї зони застосовується комбіноване підсилення.

6.3.4 Способи ремонту і підсилення конструкцій умовно можуть бути розділені на наступні чотири групи, що передбачають:

а) ремонт конструкцій, у тому числі:

- 1) захист від замочування і повітряних агресивних середовищ;
- 2) відновлення закладних деталей, петель, кріплень, анкерувань тощо;
- 3) відновлення робочої площі перерізів конструкцій без зміни її форми і геометричних розмірів, закладання тріщин, раковин, дефектів, відколів захисного шару тощо;
- 4) ліквідацію ушкоджень гідроізоляції;
- 5) відновлення антикорозійних захисних покриттів бетону і закладних елементів;
- 6) відновлення або влаштування захисних огорож для запобігання механічним ушкодженням конструкцій;

7) підвищення міцності бетону конструкцій за рахунок ін'єктування і просочення цементно-полімерними і клейовими композиціями;

б) збільшення несучої здатності конструкцій, у тому числі:

1) без зміни розрахункової схеми – шляхом підсилення розтягнутої та стиснутої зон, зони зрізу, підсилення конструкцій для сприйняття крутного моменту, при місцевому зминанні, відриві і продавлюванні;

2) із зміною розрахункової схеми шляхом зміни місця передачі навантаження на конструкцію, підвищення ступеня зовнішньої статичної невизначеності введенням додаткових в'язей, що забезпечують нерозрізність і просторову роботу;

3) із зміною напруженого стану за рахунок влаштування додаткових зтяжок, розпірок, шпренгелів, шарнірно-стрижневих ланцюгів;

в) розвантаження залізобетонних конструкцій з допомогою передачі навантажень на інші конструкції;

г) заміну конструкцій, у тому числі:

- 1) розбирання існуючих аварійних конструкцій з наступним спорудженням нових;
- 2) спорудження нових з наступним розбиранням існуючих;
- 3) спорудження нових без розбирання існуючих.

6.3.5 В залежності від розташування найбільш слабкої зони в конструкції і передбачуваної схеми руйнування розрізняються наступні види підсилення залізобетонних елементів:

- а) підсилення розтягнутої зони;
- б) підсилення стиснутої зони;
- в) підсилення зони зрізу;
- г) підсилення просторового перерізу від крутіння;
- д) підсилення при місцевому зминанні, продавлюванні чи відриві.

6.3.5.1 Підсилення розтягнутої зони конструкцій виконується збільшенням площі поперечного перерізу робочої арматури шляхом установки додаткової арматури із з'єднанням через "коротиші" чи відгини з робочою арматурою і наступним бетонуванням.

6.3.5.2 Підсилення стиснутої зони конструкцій забезпечується збільшенням їх поперечного перерізу, установленням додаткової стиснутої арматури, обмеженням поперечних деформацій шляхом нарощування стиснутої зони, влаштуванням обойм і сорочок.

6.3.5.3 Підсилення залізобетонних конструкцій на сприйняття поперечних сил виконується збільшенням розмірів поперечного перерізу конструкції, площі поперечної арматури в зоні скісного зрізу шляхом: улаштування нарощування, обойм, сорочок, із забезпеченням зчеплення з бетоном конструкції, що підсилюється, установкою поперечних елементів – хомутів, планок, стрижнів тощо.

6.3.5.4 Підсилення конструкції на сприйняття крутного моменту виконується нарощуванням поперечного перерізу, збільшенням площі поздовжньої, вертикальної і горизонтальної поперечної арматури, влаштуванням обойм; встановленням замкнутої поперечної арматури; розширенням площі опертя.

6.3.5.5 Підсилення конструкцій при місцевому зминанні, продавлюванні і відриві здійснюється розширенням площі опертя, нарощуванням перерізу.

6.3.5.6 При будь-якому способі підсилення рекомендується максимально розвантажувати конструкцію, що підсилюється. Розрізняють повне чи часткове розвантаження конструкцій.

При повному розвантаженні новими елементами сприймається усе навантаження, при частковому – частина навантаження сприймається існуючими конструкціями, а інша частина – елементами підсилення.

6.3.6 У разі руйнування більше ніж 50 % перерізу конструкцій або більше ніж 50 % площі робочої арматури рекомендується їх заміна новими конструкціями шляхом:

- розбирання і демонтажу старих конструкцій з наступним спорудженням нових;
- зведення нових з тимчасовим використанням як опалубки або на період монтажу конструкцій, що замінюються, з подальшим їх розбиранням;
- зведення нових конструкцій без розбирання існуючих із забезпеченням заходів, що запобігають їх обваленню.

Конструкції підсилення при цьому розраховуються на повне фактичне навантаження.

6.4 Проектування ремонту і підсилення конструкцій

6.4.1 Збірні і монолітні плити покриттів і перекриттів

6.4.1.1 Підсилення залізобетонних багатопустотних плит перекриттів рекомендується виконувати нарощуванням перерізів чи встановленням у порожнинах розвантажувальних елементів.

6.4.1.1.1 Підсилення багатопустотних плит перекриттів нарощуванням перерізу здійснюється за рахунок влаштування армованого набетонування згори з забезпеченням зчеплення поверхонь і встановлення вертикальних арматурних каркасів у поздовжніх порожнинах за недостатнього зчеплення поверхонь.

З метою більш повного включення в спільну роботу елементів підсилення з плитами рекомендується на період виконання робіт плити піддомкращувати або забезпечувати їх розвантаження.

6.4.1.1.2 Підсилення багатопустотних плит перекриттів установкою розвантажувальних елементів виконується:

- підведенням зверху розвантажувальних металевих балок з підвісками у швах між плитами;
- підведенням згори двоконсольних розвантажувальних балок над опорами плит з підвісками у швах між плитами;
- встановленням знизу горизонтальних затяжок з анкерами-упорами і натяжними гайками;
- встановленням надпорних арматурних каркасів згори в порожнечі з замонолічуванням бетоном;
- підведенням знизу металевих розвантажувальних балок з підклинюванням і зачekanенням розчином.

6.4.1.2 Підсилення ребристих плит покриттів і перекриттів виконуються нарощуванням перерізів, підведенням і установкою розвантажувальних і додаткових елементів.

6.4.1.2.1 Підсилення ребристих плит перекриттів нарощуванням перерізів здійснюється:

- замонолічуванням знизу простору між поздовжніми ребрами з армуванням;
- встановленням додаткової робочої арматури знизу з приварюванням до основної арматури ребер з допомогою "коротишів" і наступним замонолічуванням;
- влаштуванням армованого набетонування згори при забезпеченні зчеплення поверхонь;
- влаштуванням додаткової армованої ребристої плити згори з розчищенням швів і встановленням арматурних каркасів.

6.4.1.2.2 При підсиленні збірних ребристих плит перекриттів підведенням і встановленням розвантажувальних і додаткових елементів виконується:

- встановлення знизу по поздовжніх ребрах металевих балок зі стяжними болтами у швах між плитами;
- підведення металевих парних розвантажувальних балок знизу під поздовжні чи поперечні ребра з підклинюванням і їх опертя на балки чи ферми покриття;
- улаштування монолітних розвантажувальних балок крізь вирубані прорізи в полицях плит зі збереженням арматурних сіток;
- встановлення арматурних чи смугових горизонтальних чи похилих шпренгельних затяжок у швах між плитами, на поперечних чи поздовжніх ребрах з кутиковими упорами і гайками для натягу;
- встановлення розвантажувальних сталевих балок на консолях по верхніх поясах балок або ферм із підклинюванням поздовжніх ребер для включення в роботу;
- влаштування монолітної залізобетонної плити на додаткових металевих балках замість обваленої;
- встановлення надпорних сталевих елементів на болтах для створення нерозрізності плит;
- встановлення додаткової арматури у швах між поздовжніми ребрами плит;
- встановлення додаткових поперечних хомутів з обрізком швелера знизу і гайками для попереднього напруження;
- підведення розвантажувальних металевих ферм чи шпренгельних балок під поперечні ребра плит з опертям на кроквяну конструкцію.

6.4.1.3 Підсилення плоских і ребристих монолітних залізобетонних плит виконується нарощуванням перерізів або влаштуванням розвантажувальних елементів.

6.4.1.3.1 Підсилення монолітних залізобетонних плоских чи ребристих плит нарощуванням перерізів здійснюється:

- влаштуванням залізобетонного нарощування плити знизу з застосуванням сталевих смуг або арматурних сіток, прикріплених на анкерних болтах крізь просвердлені в плиті отвори чи іншим способом з наступним торкретуванням;

- влаштуванням залізобетонного нарощування плити згори з анкерами або шпонками для зчеплення нового бетону зі старим.

6.4.1.3.2 Підсилення монолітних залізобетонних плоских чи ребристих плит перекриттів установленням розвантажувальних елементів здійснюється:

- установленням напружених розвантажувальних шпренгелів зі стрижневої арматури в поздовжніх і похилих борознах з анкерними пристроями і натяжними гайками;

- заміною існуючої плити монолітною новою з улаштуванням кутикової залізобетонної обойми підсилення балок;

- підведенням знизу розвантажувальних металевих балок з підвіскою на опорні "коротиші" по ребрах плити з допомогою стяжних болтів і підклинювання.

6.4.1.3.3 Підсилення монолітних залізобетонних ребристих перекриттів з головними і другорядними балками установленням розвантажувальних елементів здійснюється:

- влаштуванням повного чи часткового розвантаження шляхом зведення зверху нового залізобетонного перекриття, об'єднаного з існуючим стяжними хомутами по головних балках з зазором чи без нього між розвантажувальними головними і другорядними балками та існуючим перекриттям;

- влаштуванням згори чи знизу перекриття балкової розвантажувальної клітки із прокатного металу з передачею зусиль на колони каркаса.

6.4.1.4 Підсилення вузлів обпирання плит покриттів на кроквяні балки або ферми і плит перекриттів на ригелі рамних чи в'язевих каркасів виконується:

- кріпленням додаткових столиків до верхніх поясів кроквяних елементів;

- кріпленням додаткових столиків до полиць чи граней ригелів.

6.4.1.5 Збільшення несучої здатності залізобетонних плит покриттів і перекриттів зміною розрахункової схеми за рахунок включення їх у спільну роботу виконується:

- встановленням сталевих горизонтальних накладок на вертикальних стяжних болтах у просвердлених отворах для багатопустотних і ребристих плит перекриттів;

- встановленням горизонтальних стяжних болтів для ребер плит перекриттів, що примикають;

- встановленням вертикальних стяжних хомутів зі швелерною підкладкою для ребер плит перекриттів;

- влаштуванням залізобетонних шпонок з установленням арматурних сіток і арматурних скоб у примиканнях порожнистих і ребристих плит;

- створенням збірно-монолітних конструкцій покриттів і перекриттів за рахунок влаштування арматурних випусків і шпонок у зонах контакту плит з ригелями і кроквяними конструкціями і між собою з установленням арматурних каркасів у шви між елементами і замонолічуванням бетоном.

6.4.2 Збірні і монолітні залізобетонні балки рамних і в'язевих каркасів покриттів і перекриттів

6.4.2.1 Підсилення залізобетонних балок і ригелів виконується нарощуванням перерізів, установкою лінійних чи шпренгельних затяжок, влаштуванням додаткових елементів, підведенням розвантажувальних елементів.

6.4.2.1.1 Підсилення балок і ригелів здійснюється:

- нарощуванням балок із приварюванням поздовжньої арматури чи кутиків підсилення з допомогою арматурних "коротишів", пластин чи відгинів з наступним набетонуванням;

- улаштуванням залізобетонної обойми з бетонуванням крізь вікна в залізобетонних плитах.

6.4.2.1.2 Збільшення несучої здатності залізобетонних балок зі зміною розрахункової схеми установкою затяжок здійснюється:

- встановленням знизу горизонтальних арматурних затяжок, що напружуються, з анкерними пристроями і натяжними гайками;

- встановленням шпренгелів з арматурної сталі чи прокатного металу з опорними пристроями, поперечними розпірками і стяжними хомутами для їх попереднього напруження;
- встановленням попередньо напружених шпренгельних елементів із прокатного металу з похилими натяжними хомутами для створення вигину елемента, що підсилюється.

6.4.2.1.3 Підсилення залізобетонних балок установленням додаткових елементів здійснюється:

- підведенням стояків у прогоні балки з розпірками і відтяжками для створення додаткових опор;
- установленням напружених шпренгельних зтяжок з додатковим сталевим елементом у стиснутій зоні при її ослабленні;
- включенням у спільну роботу з ригелем плит перекриттів.

6.4.2.1.4 Підсилення залізобетонних балок підведенням розвантажувальних елементів здійснюється:

- підведенням розвантажувальних стояків-опор з підклинюванням під ригель;
- підведенням розвантажувальних порталних рам;
- підведенням розвантажувальних підкосів із затуванням, що спираються на обійму колони;
- підведенням розвантажувальних кронштейнів на оголовках колон під опори балок;
- створенням шарнірно-стрижневих ланцюгів зі стояками-упорами по низу балки.

6.4.2.2 Підсилення опорних частин залізобетонних балок виконується:

- встановленням вертикальних і похилих поперечних хомутів і нижніх кутиків, з'єднаних планками в зоні похилих тріщин;
- влаштуванням обійми з кутиків і вертикальних поперечних стрижнів, що напружуються стяжними хомутами;
- установленням додаткових похилих стрижнів у вирубаних борознах із приварюванням до поздовжньої арматури внизу і наступним закладанням розчином.

6.4.2.3 Підсилення розтягнутої, стиснутої зон і зони зрізу від дії поперечних сил, просторового перерізу від дії крутного моменту балок монолітних залізобетонних перекриттів здійснюється:

- влаштуванням залізобетонного нарощування;
- установленням стяжних хомутів із просвердлюванням плити і натягуванням гайок;
- установленням напружених поперечних стрижнів біля опор;
- установленням похилих стрижнів біля опор із заведенням їх у плиту;
- влаштуванням залізобетонної сорочки з "коротишами", відгинами для приварювання поздовжньої арматури;
- влаштуванням залізобетонної обійми з пробиванням плити для пропуску хомутів і замонолічування.

6.4.2.4 Підсилення балок монолітних залізобетонних перекриттів установленням розвантажувальних елементів виконується:

- підведенням під головну балку металевої розвантажувальної балки з її обпиранням на консолі – обійми на колонах або підвішуванням хомутами до опор головної балки з підклинюванням;
- установленням додаткової термонапруженої арматури, що приварюється знизу до робочої арматури в нагрітому стані;
- установленням консольних розвантажувальних кронштейнів під опори головних балок;
- установленням полігональних шарнірно-стрижневих ланцюгів з арматурної сталі з опорними елементами і стояками по низу балки;
- підвішуванням до розвантажувальних балок натяжних П-подібних хомутів.

6.4.2.5 Підсилення балок монолітних залізобетонних перекриттів зтяжками здійснюється:

- установленням знизу горизонтальних зтяжок з арматурної сталі або кутикового прокату з поперечною стяжкою хомутами й анкеруванням у плиті чи колоні;

- установленням шпренгельних затяжок з арматурної сталі чи кутикового прокату зі стяжкою хомутом або болтом і анкеруванням у плиті чи колоні;
- установленням затяжок зі швелера з анкеруванням у плиті і поперечним болтовим відтисканням від балки.

6.4.2.6 Підсилення попередньо напружених одно- і двосхилих залізобетонних кроквяних балок здійснюється:

- установленням гнучких ланцюгів і затяжок;
- установленням додаткових розвантажувальних елементів;
- застосуванням затяжок, що напружуються, і нарощуванням перерізу.

6.4.2.7 Підсилення попередньо напружених залізобетонних кроквяних балок покриттів установленням ланцюгів і затяжок виконується:

- влаштуванням шарнірно-стрижневого ланцюга з арматурних канатів чи стрижнів з підвісками з арматурної напруженої сталі шляхом накручування гайок-підвісок, з'єднаних із упорними елементами;
- установленням попередньо напруженого шпренгеля з прокату по низу пояса балки, що відтискується гвинтами-упорами;
- установленням парних горизонтальних затяжок з арматурної сталі, які стягуються вертикальними стяжними хомутами.

6.4.2.8 Підсилення попередньо напружених залізобетонних кроквяних балок покриттів додатковими елементами здійснюється:

- установленням шпренгельних затяжок у прогоні, що напружуються відтягуванням болтами вниз по вертикалі через натяжні опорні пристрої;
- установленням попередньо напружених затяжок над опорами балок;
- установленням розвантажувальних кронштейнів у вигляді ферм-консолей, що опираються на оголовки колони.

6.4.2.9 Підсилення попередньо напружених залізобетонних кроквяних балок покриттів розвантажувальними елементами здійснюється:

- підвішуванням їх до розвантажувальних балок, розташованих над покриттям, з допомогою тяжів і кутиків у швах між плитами;
- підведенням бічних розвантажувальних балок, що спираються на стіни чи колони зі стояками з труб, під поздовжні ребра плит;
- підведенням двоконсольних розвантажувальних балок зі швелера, що приварюються до оголовка колони, з опорними перемичками-столиками знизу.

6.4.2.10 Підсилення залізобетонних кроквяних балок нарощуванням перерізу виконується:

- влаштуванням залізобетонної обойми із включенням у роботу верхнього пояса балки і плит перекриття, пробиванням отворів у полицях плит і стінці балки для встановлення хомутів із наступним замонолічуванням бетоном;
- влаштуванням металевої обойми навколо верхнього пояса балки зі швелерів, стягнутих болтами і замонолічених бетоном;
- влаштуванням залізобетонної набетонки по верхньому поясу балок із приварюванням додаткової арматури і замонолічуванням бетоном;
- установкою попередньо напружених затяжок з арматурної сталі по нижньому поясу із натягуванням гайок на торцях балок.

6.4.2.11 Підсилення опорних частин залізобетонних кроквяних балок виконується:

- установленням попередньо напружених поперечних стрижнів, приварених до чотирьох поздовжніх кутиків, які стягуються горизонтальними хомутами попарно;
- установленням металевих пластин із двох сторін стінки балки на епоксидному клеї зі стяжними болтами в просвердлених отворах.

6.4.3 Збірні залізобетонні попередньо напружені кроквяні ферми покриттів

6.4.3.1 Підсилення залізобетонних попередньо напружених кроквяних ферм покриттів здійснюється установленням сталевих затяжок і додаткових елементів.

6.4.3.1.1 Підсилення залізобетонних попередньо напружених кроквяних ферм сталевими затяжками здійснюється:

- установленням попередньо напружених затяжок з арматурної сталі на нижній пояс з торцевими упорами, розпірками і поперечною стяжкою стяжними хомутами по вертикалі;

- установленням попередньо напружених затяжок зі швелерів на нижній пояс зі сполучними планками і горизонтальним відтисканням розпірними гвинтами;

- установленням систем затяжок з арматурної сталі по висоті ферми, заанкерених на хомутах з листового металу по верхньому поясу з вертикальними стяжками й опорними елементами зі швелерів по нижньому поясу;

- установленням попередньо напружених затяжок з арматурної сталі на розтягнуті розкоси з їх приварюванням до хомутів, які обхоплюють вузли, з листового металу.

6.4.3.1.2 Підсилення залізобетонних попередньо напружених кроквяних ферм додатковими елементами здійснюється:

- установленням попередньо напружених затяжок на опорі по верхньому поясу приопорних панелей ферми з анкеруванням до листових хомутів, які обхоплюють пояс, і вертикальною стяжкою стяжними хомутами;

- установленням додаткових опор під нижні проміжні вузли;

- установленням шарнірно-стрижневих ланцюгів, перекидних балок у вузлах по нижньому поясу з вертикальними підвісками для попереднього напруження ланцюгів і включення їх у роботу.

6.4.3.2 Підсилення вузлів залізобетонних ферм здійснюється влаштуванням:

- металевих обойм на опорному чи проміжному вузлах ферми з кутиками, поперечними сполучними планками і вертикальними стяжними болтами з гайками;

- залізобетонних обойм на опорних вузлах із замкнутими поперечними хомутами і поздовжньою арматурою;

- сталевій обоймі з листа на нижньому проміжному вузлі ферми на полімерному розчині зі стяжними болтами по контуру обойми;

- металевій обоймі з ребрами жорсткості на верхньому проміжному вузлі ферми на цементно-піщаному розчині.

6.4.3.3 Підсилення вузлів обпирання кроквяних залізобетонних конструкцій на колони каркаса виконується шляхом влаштування додаткових опорних столиків чи установлення додаткових елементів з наступним підclinюванням для включення в роботу або влаштування опорного столика у вигляді залізобетонної обойми на оголовку колони.

6.4.4 Залізобетонні підкранові балки

6.4.4.1 Підсилення стиснутої і розтягнутої зон залізобетонних підкранових балок виконується нарощуванням полиць, усього перерізу балок і установленням додаткових елементів.

6.4.4.1.1 Підсилення полиць залізобетонних підкранових балок виконується влаштуванням:

- нарощування з залізобетону в стиснутій зоні по верхній частині балки товщиною не менше ніж 50 мм;

- нарощування з листового металу на полімерному розчині з установленням арматурних анкерів у висвердлені свердловини і приварюванням до листа;

- залізобетонної сорочки з видаленням зруйнованих звисів полиці;

- металевій швелерній обоймі зі сполучними планками з арматурної сталі.

6.4.4.1.2 Підсилення залізобетонних підкранових балок нарощуванням усього перерізу виконується:

- влаштуванням залізобетонної сорочки навколо ребра балки з цементного чи полімерного бетону;

- наклеюванням металевих листів на полімерному розчині на ребро балки з кріпленням їх горизонтальними стяжними болтами, встановленими в отвори, просвердлені в балці і металевих листах;

- влаштуванням металевої обійми зі швелерів у полиці і кутиків у ребрі зі стяжними планками зверху і поперечними планками знизу, горизонтальними стяжними болтами обійми і поперечними вертикальними хомутами;

- набризуванням бетону по сітці, що кріпиться до кутиків у ребрі і під полицею балки, що встановлюються із забиванням дюбелів.

6.4.4.1.3 Підсилення залізобетонних підкранових балок установленням додаткових елементів здійснюється:

- підведенням знизу попередньо напружених зтяжок з установленням упорів у середині прогону балок з натягуванням зтяжок на бетон торців балок;

- підведенням знизу з боків ребра парних розвантажувальних балок із прокатного металу з планками-опорами, що спираються на консолі колон;

- підведенням розвантажувальних підкосів з обпиранням на обрізи фундаменту;

- установленням на цементному розчині на поверхню попередньо відремонтованої полиці опорного металевих листа з бічними вертикальними обмежувачами.

6.4.5 Залізобетонні колони

6.4.5.1 Підсилення залізобетонних колон виконується:

- нарощуванням перерізів залізобетоном, армованим розчином або сталевим прокатом;

- установленням розвантажувальних стояків і розпірок;

- влаштуванням металевих обійм;

- установленням металевих хомутів, поясів і зтяжок.

6.4.5.1.1 Підсилення залізобетонних колон нарощуванням перерізів здійснюється влаштуванням:

- залізобетонної обійми з застосуванням стрижневої арматури, непрямого армування, просторових каркасів із кутикового прокату;

- залізобетонної сорочки для крайніх колон, що примикають до стінової огорожі;

- однобічного залізобетонного нарощування з приварюванням арматури підсилення до поздовжньої арматури колони;

- набризування бетону по сітці, прикріпленій до кутиків і стрижнів підсилення.

6.4.5.1.2 Підсилення залізобетонних колон установленням сталевих розвантажувальних стояків і розпірок виконується:

- установленням приставних розвантажувальних стояків із прокатних елементів з горизонтальними стяжними хомутами, опорними пластинами і підклинюванням;

- установленням односторонніх і двосторонніх сталевих напружених розвантажувальних розпірок;

- установленням телескопічних розвантажувальних стояків круглого перерізу (труба в трубі) з вікнами в нижній частині стояка для установки домкрата.

6.4.5.1.3 Підсилення залізобетонних колон установкою додаткових елементів виконується:

- влаштуванням попередньо напружених підсилювальних елементів з арматурної сталі з поперечними стяжними пристроями і підкладками;

- підведенням під ригелі окремих розвантажувальних стояків з підклинюванням для включення в роботу;

- установленням бічних розвантажувальних елементів зі швелерів з опорними пластинами і сполучними планками.

6.4.5.1.4 Підсилення залізобетонних колон металевими обіймами виконується влаштуванням:

- обійми з планок і кутиків з опорними базами;

- попередньо напруженої кутикової обойми з упорами на гілках підсилення і поперечними планками для піддомкращування і створення попереднього напруження;
- складної кутикової обойми з планками і натяжними розпірними болтовими пристроями у вузлах розрізу гілок обойми;
- кутикового обрамлення з попередньо напруженими поперечними планками, привареними до кутиків;
- поперечних стяжних металевих поясів, напружуваних кутовими болтами.

6.4.5.2 Підсилення залізобетонних двогілкових колон виконується нарощуванням перерізів залізобетоном чи металевими елементами, влаштуванням металевих обойм навколо гілок колони і встановленням розвантажувальних стояків у прорізах чи по висоті колони.

6.4.5.3 Підсилення консолей залізобетонних колон каркасів одно- і багатопверхових виробничих будинків здійснюється:

- установленням горизонтальних чи похилих попередньо напружених тяжів із упорними балками зі швелерів, стрижнів і пластин;
- влаштуванням попередньо напруженої металевої обойми з кутиків і тяжів з гайками, привареними одним кінцем до кутиків обойми;
- влаштуванням попередньо напруженої обойми з арматурної сталі з поперечними стягувальними хомутами-стискачами;
- влаштуванням металевої обойми з кутика, сполучних планок і додаткових кутикових столиків;
- влаштуванням залізобетонної обойми;
- підведенням опорних столиків зі швелерів;
- приварюванням вертикальних пластин для прихованих консолей колон в'язевого каркаса;
- частковим чи повним розвантаженням консолей;
- влаштуванням залізобетонного нарощування консолей знизу з забурюванням горизонтальних анкерів у колону;
- установленням сталевих листів на полімерному розчині з анкерами у висвердлених у колонах свердловинах.

6.4.5.4 Підсилення стиків збірних залізобетонних ригелів з колонами рамного і в'язевого каркасів здійснюється влаштуванням жорсткого стику ригеля з колоною з допомогою арматурних вкладишів, бічних планок-тяжів, горизонтальних листів і стикових арматурних вкладишів, приварюванням додаткових накладок і розклинюванням швів.

6.4.5.5 Підсилення вузлів сполучення колон з фундаментами виконується:

- влаштуванням залізобетонної чи металевої обойми з вертикальними стрижнями кутикового профілю і поперечними планками;
- нарощуванням стінок стакана фундаменту залізобетонною обоймою;
- нарощуванням стінок стакана металевою обоймою з опорною плитою, ребрами й анкерними болтами кріплення до фундаменту;
- влаштуванням сталевий обойми колони і сполученої з нею залізобетонної обойми у місці стику з фундаментом.

6.4.6 Стінові панелі

6.4.6.1 Підсилення збірних залізобетонних панелей стін виробничих будинків і споруд у залежності від характеру і ступеня ушкоджень виконується:

- установленням двосторонніх накладок з металевих смуг впоперек тріщин зі стягуванням болтами, встановленими в просвердлені отвори;
- влаштуванням двосторонніх вертикальних накладок з металевих кутиків на стяжних болтах з додатковим опорядженням оштукатурюванням;
- установленням арматурних скоб впоперек тріщин у пази, зроблені фрезою;
- влаштуванням суцільного однобічного нарощування на арматурній сітці новим бетоном товщиною 50 – 80 мм з кріпленням арматурної сітки анкерами.

6.4.6.2 Відновлення вузлів з'єднань стінових панелей з колонами каркаса виконується:

- влаштуванням стяжних хомутів навколо колони з кріпленням до них панелі;
- приварюванням до закладних деталей колони стяжних болтів з анкеруванням їх до швелерної балки, закріпленої у пазах панелі;
- підведенням опорних столиків на стяжних болтах під навісні панелі;
- наварюванням подовжувальних елементів із сталевого прокату на закладні деталі колон при їх зміщенні.

6.4.7 Залізобетонні рами каркасів

6.4.7.1 Підсилення залізобетонних рам каркасів одно- і багатопверхових будинків і споруд виконується влаштуванням діафрагм жорсткості, установленням і підведенням розвантажувальних елементів.

6.4.7.1.1 Підсилення залізобетонних багатопверхових рам діафрагмами жорсткості виконується:

- влаштуванням монолітних залізобетонних діафрагм жорсткості на зварюванні з арматурою колон або з залізобетонними обоймами, що обхоплюють колону;
- влаштуванням залізобетонних діафрагм жорсткості зі збірних елементів з армованими стиками між ними і металевими обоймами колон;
- перебудовою існуючих цегляних, бетонних або залізобетонних перегородок у діафрагми жорсткості шляхом двостороннього нарощування залізобетоном і влаштуванням залізобетонних обойм колон.

6.4.7.1.2 Підсилення залізобетонних одно- і багатопверхових рам установленням і підведенням розвантажувальних елементів виконується:

- установленням залізобетонних чи металевих підкосів під ригель з горизонтальною розпіркою і підклинюванням після піддомкращування;
- установленням залізобетонних чи металевих парних підкосів з тяжами, що спираються на залізобетонні обойми колон;
- установленням опор між ригелями перекриттів;
- установленням гнучких хрестових в'язей з натяжними муфтами та анкеруванням в обоймах колон;
- влаштуванням розвантажувальних тяжів з натяжними муфтами, перекидними балками під ригелем і анкеруванням на обоймах колон.

6.5 Розрахунок і конструювання елементів підсилення

6.5.1 Підсилення конструкцій розраховуються за граничними станами першої та другої груп.

6.5.2 При перевірному розрахунку існуючих конструкцій рекомендується перевіряти перерізи конструкцій з дефектами і пошкодженнями, а також перерізи, у яких при натурних обстеженнях виявлені зони бетону, міцність яких менша за середню на 20 % і більше. Дефекти і пошкодження враховуються шляхом зменшення площі перерізу бетону і арматури, яка вводиться у розрахунок. Також враховується вплив дефекту чи пошкодження на ексцентриситет поздовжньої сили, на зчеплення арматури з бетоном тощо.

6.5.3 Розрахункові характеристики бетону і арматури існуючих конструкцій визначаються згідно з ДБН В.2.6-98 та чинними нормативними документами. При цьому клас бетону підсилення за міцністю на стиск рекомендується призначати відповідно до класу бетону конструкцій, що підсилюються, і не менше ніж С12/15.

6.5.4 Залізобетонні конструкції, що підлягають підсиленню, проектується згідно з ДБН В.2.6-98 при підсиленні бетоном і залізобетоном і згідно з ДБН В.2.6-198 – при підсиленні сталевим прокатом.

6.5.5 Розрахунок підсилення виконується для двох стадій роботи конструкції:

- до включення в роботу підсилення на навантаження, що включають навантаження від підсилення (розрахунок ведеться тільки за першою групою граничних станів);
- після включення в роботу на експлуатаційні навантаження (за першою і другою групами граничних станів).

При проектуванні підсилення залізобетонних конструкцій забезпечується включення в роботу елементів конструкцій підсилення та спільна їх робота з конструкцією, що підсилюється.

6.5.6 Для конструкцій, що мають значні ушкодження (при руйнуванні 50 % і більше перерізу бетону чи 50 % і більше площі перерізу робочої арматури), елементи підсилення розраховуються на прийняття повного навантаження. При цьому несуча здатність конструкції, що підсилюється, в розрахунок не враховується.

6.5.7 При проектуванні підсилення конструкцій рекомендується передбачати, щоб навантаження в період підсилення не перевищувало 65 % від його розрахункової величини. При складності чи неможливості досягнення потрібного ступеня розвантаження допускається виконувати підсилення під більшим навантаженням. У цьому випадку вводяться коефіцієнти умов роботи для бетону $\gamma_{br1} = 0,8$ і для арматури $\gamma_{sr1} = 0,8$.

6.5.8 Зусилля в елементах статично невизначених конструкцій визначаються з урахуванням можливого їх перерозподілу, величину якого для підсилених конструкцій рекомендується обмежувати 25 %. При перевищенні цієї величини на окремих ділянках конструкцій останні перевіряють розрахунком, у першу чергу – несучу здатність стиснутої зони бетону та розкриття тріщин.

6.5.9 При підсиленні конструкцій попередньо напруженою арматурою величина попереднього натягу приймається згідно з 3.3 ДСТУ Б В.2.6-156. Максимальна величина напруження, прикладеного до попередньо напруженої арматури, обмежується значеннями $0,8 \times f_{pk}$ або $0,9 \times f_{p0,1k}$. Мінімальна величина попереднього натягу приймається не менше ніж $0,3 \times f_{p0,1k}$.

6.5.10 Згинальні і позацентрово стиснуті елементи, що підсилюються бетоном і залізобетоном, розраховуються як елементи суцільного перерізу за умови додержання конструктивних і розрахункових вимог щодо забезпечення спільної роботи старого і нового бетонів. Для цього передбачаються спеціальні конструктивні заходи (створення шорсткості, шпонок на поверхні конструкцій, що підсилюються, установка спеціальної додаткової арматури тощо). Забезпечуються гранично-допустимий за конструктивними вимогами крок і діаметр хомутив, а також за необхідності і конструктивної арматури.

6.5.11 У випадку прикладання динамічних навантажень додатково перевіряються розрахунком міцність контакту конструкції, що підсилюється, та обійми підсилення як збірно-монолітної конструкції.

6.5.12 Розрахунок залізобетонних елементів, що підсилюються бетоном, арматурою і залізобетоном, виконується за несучою здатністю для перерізів, нормальних до поздовжньої осі елемента, похилих і просторових (при дії крутних моментів) перерізів, а також на місцеву дію навантаження (стиск, продавлювання, відрив) згідно з ДБН В.2.6-98 та з урахуванням наявності у елементі, що підсилюється, бетону та арматури різних класів.

6.5.13 При підсиленні елементів залізобетонних конструкції поперечне армування конструюється замкнутим, а при підсиленні тристоронніми сорочками його рекомендується замикати чи з'єднувати зварюванням із спеціальними анкерами з кутикової чи смугової сталі, розташованими на четвертій (не бетонованій) стороні елемента, передбачаючи їх захист від корозії. Поперечну в'язеву арматуру рекомендується приймати діаметром не менше ніж 8 мм, зварну – діаметром 8 мм і встановлювати із кроком у 15 діаметрів поздовжньої арматури, але не більше ніж трикратної товщини обійми і не більше ніж 200 мм. Площа поздовжньої арматури визначається розрахунком, але її діаметр має бути не менше ніж 16 мм для стиснутих і 12 мм для розтягнутих стрижнів.

6.5.14 При влаштуванні місцевого підсилення обоймою її рекомендується заводити на непошкоджені ділянки:

- на довжину не менше ніж 500 мм і не менше ніж п'ятикратної товщини обойми підсилення;
- на довжину анкерування поздовжньої арматури підсилення;
- на розмір подвійної ширини більшої грані елемента, що підсилюється (для стрижневих конструкцій);

6.5.15 При підсиленні залізобетонних каркасів одно- і багатоповерхових будинків керуються такими положеннями:

- перевірні розрахунки каркасів з урахуванням дефектів і пошкоджень окремих елементів, вузлів, зміщення опор виконуються з урахуванням фізичної нелінійності матеріалів;
- при розрахунку і конструюванні підсилення забезпечуються несуча здатність, стійкість, жорсткість і тріщиностійкість окремих елементів, міцність з'єднань, а також просторову жорсткість та стійкість каркаса в цілому;
- передбачаються у повному обсязі конструктивні заходи, що забезпечують потрібну жорсткість та стійкість каркасів будинків у цілому за рахунок утворення жорсткості дисків покриттів і перекриттів, встановлення систем в'язей, діафрагм жорсткості тощо.

6.6 Вимоги до виконання робіт

6.6.1 Роботи з ремонту і підсилення залізобетонних конструкцій виконуються згідно з затвердженою в установленому порядку проектною документацією, проектом виконання робіт та ДБН А.3.1-5.

6.6.2 При проектуванні підсилення залізобетонних конструкцій рекомендується передбачати розроблення технологічної послідовності робіт із підсилення, на підставі чого розробляється проект виконання робіт, у якому передбачаються:

- схеми монтажу розвантажувальних елементів;
- способи включення розвантажувальних елементів у роботу;
- способи установки розвантажувальних елементів, що забезпечують їх проектне положення, і тимчасових опор під конструкції, що підсилюються, а також способи видалення останніх, які не викликають додаткових (не передбачених розрахунком) деформацій у конструкціях після включення в роботу бетону підсилення;
- способи підготовки поверхні контакту конструкції, що підсилюється, до укладення бетону підсилення;
- заходи для забезпечення проектного положення наново встановлюваної арматури і захисту її від корозії;
- заходи із забезпечення подачі, укладання та ущільнення бетонної суміші підсилення;
- заходи догляду за твердненням бетону підсилення і контроль його якості;
- заходи, що забезпечують безпечне виконання робіт.

6.6.3 У проекті підсилення передбачаються способи підготовки поверхні (видалення забруднень, яке забезпечує міцність контактної зони нового і старого бетонів: створення шорсткості, шпонок різного обрису). Зруйновані шари бетону рекомендується видаляти, а поверхні, забруднені вугільним пилом та промащені, очищувати.

6.6.4 Перед укладанням бетонної суміші перевіряються:

- правильність армування, установки закладних елементів, анкерів і кріплень для монтажу устаткування;
- правильність монтажу тимчасових опор, зварювання з закладними елементами і наново встановленої арматури з арматурою конструкцій, що підсилюються;
- підготовленість поверхні контакту старого бетону з елементами підсилення.

На всі вищеперераховані роботи складаються відповідні акти на закриття прихованих робіт.

6.6.5 Умови укладення бетонної суміші та догляду за укладеним бетоном підсилення, у т.ч. і при від'ємних температурах, приймаються у відповідності з вимогами ДБН А.3.1-7.

При укладанні бетонної суміші в зимових умовах особливу увагу рекомендується приділяти попередньому прогріванню конструкцій, що підсилюються, та догляду за укладеним бетоном підсилення з урахуванням його незначного об'єму.

6.6.6 При бетонуванні плит перерви у бетонуванні не рекомендуються. За неможливості забезпечення безперервного бетонування шви влаштовуються:

- при нарощуванні безбалкових монолітних перекриттів – у будь-якому місці паралельно стороні плити;
- при нарощуванні ребристих монолітних перекриттів – у напрямку, паралельному другорядним балкам;
- при нарощуванні окремих конструкцій – у межах зони нульових моментів.

У місцях укладання бетонної суміші здійснюють систематичний контроль її рухливості та відбирання зразків для визначення міцності.

6.6.7 Ремонтні роботи з закладання тріщин у конструкціях, що залишаються, рекомендується починати після стабілізації процесу тріщиноутворення. Підготовка тріщин полягає в звільненні їх від води, пилу, бруду й інших сторонніх включень, а також додатковому їх розчищенні.

У залежності від ширини розкриття тріщин, їх розташування (у горизонтальній, вертикальній чи похилій площинах), а також застосовуваного для закладання розчину використовуються способи зачеканення чи ін'єктування.

Відновлення захисного шару арматури, замонолічування стиків збірних конструкцій здійснюються методами, що забезпечують отримання покриття підвищеної непроникності. До них належать: бетонування набризком; сухе чи мокре торкретування; використання фібробетону, пластифікуючих і ущільнювальних добавок у бетонних сумішах; додаткова обробка поверхні бетону (гідрофобізація, флотування тощо).

Підвищення щільності (непроникності) і міцності бетону досягаються також ін'єктуванням розчинів різного складу (цементация, силікатизация, бітумізація тощо). Вибір способу зміцнення бетону визначають умови експлуатації конструкцій, їх масивність, характер пошкоджень, допустимий термін виконання робіт, можливість використання стаціонарного устаткування, влаштування свердловин, анкерів, вимоги безпеки тощо.

Вторинний поверхневий захист при ремонті, відновленні чи підсиленні конструкцій призначається у випадках, коли корозійна стійкість бетону недостатня для забезпечення експлуатації залізобетонної конструкції протягом розрахункового терміну з заданою надійністю. Роботи з улаштування вторинного захисту включають підготовку поверхні і виконання захисту (нанесення мастикових чи лакофарбових покриттів, поверхневе просочення тощо).

6.6.8 Конфігурація об'ємів, сорочок, нарощувань вибирається з урахуванням можливості застосування зварних сіток і каркасів, що виготовляються на машинах контактної точкової зварювання в заводських умовах, а також простої за конструкцією і зручної в експлуатації опалубки, у т.ч. незнімної (повністю чи частково).

Заходи, що забезпечують задані властивості відновленої (підсиленої) конструкції з належним ступенем деталізації, зазначаються у проекті підсилення.

6.6.9 У конструктивних вирішеннях з'єднань арматури на місці її установки передбачаються переважно методи без застосування зварювання: з'єднання внапуск в'язальним дротом, установлення кутових сіток і хомутиків тощо.

Конструкції арматурних каркасів і сіток призначаються з врахуванням забезпечення мінімального обсягу робіт зі згинання, вивірки і закріплення в проектному положенні, для чого в необхідних випадках передбачають оснащення кріпильними деталями і фіксаторами.

Арматурні вироби (хомути, відгини, сполучні стрижні) приймаються простої форми, що дозволяє виготовляти їх на згинальних верстатах.

6.6.10 При значних обсягах робіт сталеві елементи підсилення рекомендується проектувати з урахуванням їх заводського виготовлення, повністю підготовленими до монтажу, з установочними

деталіями і пристосуваннями, що забезпечують можливість складання в процесі монтажу без підгінних операцій. Передбачається надходження елементів підсилення до місця проведення робіт з обробленими крайками та антикорозійним покриттям, змащенням сполучних і кріпильних деталей, нарізкою тощо. Для складних елементів передбачається контрольне складання на болтах на заводі-виготовлювачі.

У проектних рішеннях сталевих елементів підсилення враховується можливість їх окремого монтажу, за якого опорні деталі встановлюються заздалегідь на підготовлені бетонні поверхні із вирівнюючим шаром розчину.

При проектуванні елементів підсилення з технологічними операціями щодо включення їх у роботу передбачаються рішення, що дозволяють сполучати ці операції з контролем зусиль.

Для включення елементів підсилення в роботу домкратами в місцях установки останніх передбачаються опорні деталі і фіксатори для закріплення в проектному положенні.

6.6.11 Для елементів підсилення, що охоплюють існуючі залізобетонні конструкції, розміри призначаються за максимальним значенням фактичних розмірів перерізів цих конструкцій.

6.7 Контроль якості і приймання робіт

6.7.1 Контроль якості робіт при підсиленні обіймами виконується на всіх етапах робіт у технологічній послідовності, передбаченій в робочій документації і проекті виконання робіт. Прийманню підлягають:

- підготовлені поверхні бетону конструкції, що підсилюється, відповідно до проекту, ДБН В.2.6-22 і ДСТУ Б В.2.6-2;
- змонтована арматура і зварні з'єднання відповідно до ДСТУ Б В.2.6-168 і ДСТУ Б В.2.6-169;
- змонтована опалубка відповідно до ДБН А.3.2-2.

Контроль якості бетону виконується шляхом випробування контрольних зразків, виготовлених біля місця укладання бетонної суміші.

6.7.2 Контроль якості робіт при підсиленні залізобетонних конструкцій сталевими елементами включає:

- перевірку відповідності елементів підсилення робочим кресленням;
- правильність встановлення опорних деталей, підготовки опорних поверхонь і кромок поверхонь, що зварюються;
- контроль натягу попередньо напружених елементів підсилення;
- контроль якості зварювальних робіт.

6.7.3 Результати контролю якості будівельно-монтажних робіт вносяться в журнали робіт, а також фіксуються в актах на закриття прихованих робіт.

6.7.4 Приймання закінчених робіт виконується відповідно до ДБН А.3.1-3.

6.7.5 Відомості про проведене підсилення заносяться в журнал з експлуатації і паспорт технічного стану будинку (споруди).

7 КАМ'ЯНІ ТА АРМОКАМ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ

7.1 Загальні вимоги

7.1.1 Необхідність ремонту або посилення кам'яних та армокам'яних конструкцій, що експлуатуються, визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18, ДСТУ Б В.2.6-207 та ДБН В.2.6-162.

7.1.2 Перевірка несучої здатності кам'яних та армокам'яних конструкцій виконується при зміні діючих навантажень, зміні умов експлуатації, а також при виявленні дефектів і пошкоджень. Дефекти і пошкодження враховуються шляхом зменшення введеної у розрахунок площі перерізу кладки або арматури. Конструкції, що не відповідають вимогам перевірного розрахунку, підлягають підсиленню.

7.1.3 При виконанні натурних обстежень рекомендується встановлювати: геометричні розміри перерізів, дані про міцність та інші фізико-механічні характеристики кладки, дані про систему

кладки, характеристики конструкцій багат шарових стін, дефекти і пошкодження, тріщини, у тому числі в примиканнях стін, пошкодження в'язей, відхилення від вертикалі, деформації будинку або споруди від різного роду впливів, пошкодження від розморожування кладки тощо.

7.1.4 На всіх стадіях проведення робіт (часткове розбирання, тимчасове видалення в'язей тощо) забезпечується відповідність вимогам несучої здатності і стійкості конструкцій будинку або споруди, які підсилюються. У необхідних випадках передбачаються розкріплення або розвантаження шляхом підведення різного типу пристроїв або конструкцій. У проекті відображаються вихідні дані для розроблення ПВР (схеми прикладання і величини навантажень, способи включення конструкцій підсилення в роботу, порядок розбирання кладки в прорізах, що влаштовуються, тощо).

7.2 Матеріали

7.2.1 Матеріали для підсилення і ремонту кам'яних і армокам'яних конструкцій вибираються відповідно до вимог ДБН В.2.6-162, ДБН В.2.6-98 і ДБН В.2.6-198.

7.2.2 Матеріали вибираються з урахуванням фізичних, механічних, теплофізичних і інших властивостей матеріалів конструкцій, що підсилюються, а також температурно-вологісного стану або режиму експлуатації приміщення, агресивності середовища тощо.

7.2.3 Характеристики міцності матеріалів, що застосовуються, передбачаються не нижчими ніж відповідні характеристики кладки конструкцій, які підсилюються.

7.2.4 При виборі матеріалів враховуються можливість реалізації проекту підсилення з використанням місцевих матеріалів і можливість виконання робіт у зимовий час.

7.3 Класифікація способів підсилення

7.3.1 Основними способами підсилення (відновлення несучої здатності) конструкцій є:

- повна чи часткова заміна існуючої кладки несучих конструкцій шляхом її аналогічного перекладання;
- відновлення несучої здатності існуючої кладки шляхом ін'єктування тріщин та місць локального руйнування;
- відновлення чи підвищення несучої здатності (жорсткості) конструкцій введенням різних елементів підсилення;
- відновлення загальної (просторової) жорсткості або стійкості будинку (споруди).

7.4 Проектування ремонту і підсилення конструкцій

7.4.1 Спосіб заміни (перекладання) окремих конструкцій (простінків, стовпів) застосовується при значному ушкодженні кладки внаслідок розморожування чи в аварійних ситуаціях. При перекладанні забезпечується повне розвантаження заміної конструкції. Розбирання кладки виконується тільки після повної передачі навантаження на розвантажувальні пристрої. Заміна простінків проводиться по черзі: розбирання наступного простінка виконується після набору розчином попереднього необхідної міцності. При частковій заміні нові шари кладки надійно з'єднуються анкерами із шарами, що зберігаються.

7.4.2 Для зведення кладки заміних конструкцій (простінків, стовпів) у проекті підсилення передбачаються кам'яні матеріали підвищеної міцності, але не нижче ніж марки 100 і цементний розчин марки 50. Товщина розчинових швів неармованої кладки приймається не більше ніж 15 мм. Кладка замінного простінка не доводиться до старої на 30...40 мм. Шов ретельно зачеканюється жорстким цементним розчином. Передача навантаження на кладку робиться при досягненні нею міцності, необхідної для прийняття зазначеного навантаження, тобто того, яке може бути прикладене в процесі проведення робіт, але не менше ніж 50 % від проектного.

7.4.3 Ушкоджені шари кладки підлягають розбиранню і заміні. Якщо несуча здатність, що залишається після розбирання кладки, недостатня, то стіни підсилюються шляхом заміни чи потовщення кладки. Мінімальна товщина нових шарів повинна бути не менше ніж половина

цеглини (каменя). Нова кладка зовнішніх шарів виконується з більш міцних і морозостійких матеріалів на цементному розчині марок від 50 до 100.

Спільна роботу додаткового шару з основною кладкою забезпечується конструктивними заходами: перев'язкою, шпонками, анкерами. Анкери рекомендується призначати з арматурної сталі періодичного профілю діаметром 8 мм. Вони закладаються на цементному розчині марки 100 в просвердлені отвори діаметром 20 – 25 мм. Глибина закладання анкерів приймається не менше ніж 120 мм. Крок анкерів приймається 0,4 м по висоті і 0,6 – 0,7 м – по довжині. Анкери розташовуються в шаховому порядку.

7.4.4 Для ремонту ін'єктуванням ушкоджених тріщинами стін використовуються цементно-колоїдні клеї, цементно-піщані, цементно-полімерні і полімерні розчини, їх склад і технологія робіт розробляється з урахуванням фізико-механічних властивостей кладки, її вологості тощо.

7.4.5 Для ремонту зовнішньої поверхні стін із ніздрюватих та легких бетонів застосовуються поризовані розчини густиною не більше ніж 1500 кг/м³. При цьому зовнішні шари порівняно з внутрішніми повинні мати більшу паропроникність.

7.4.6 Закладання (зачеканення) тріщин цементним розчином виконується при розкритті тріщин більше ніж 3 мм. Зони кладки з великими тріщинами з розкриттям до 50 мм перекладаються цеглою на розчині марок від 50 до 100 з перев'язкою з основною кладкою чи закладаються легким бетоном класу С8/10 густиною 1800 кг/м³ і нижче .

7.4.7 Облицювання тріщин і розломів, як правило, виконується за необхідності збереження лицьової фактури кладки. Кладка по довжині тріщини розбирається на глибину в половину цеглини і ширину (уздовж стіни) не менше однієї цеглини (каменя) у кожную сторону від тріщини з наступним закладанням штраби новою цеглою (каменем) з перев'язкою зі старою на розчинах марок від 50 до 100.

7.4.8 Підсилення ушкоджених кам'яних стовпів, пілястр і простінків здійснюється шляхом влаштування ненапружених розчинових, залізобетонних і сталевих навісних обойм. Застосування розчинових обойм у приміщеннях з підвищеною вологістю не допускається. Навісними вважаються обойми, елементи яких, в основному, працюють у поперечному напрямку.

7.4.9 Сталева обойма складається з вертикальних кутиків, які встановлюються на розчині по кутах елемента, що підсилюється, і хомутів зі штабової сталі чи круглих стрижнів, приварених до кутиків. Відстань між хомутами приймається не більше меншого розміру перерізу і не більше ніж 0,5 м. Для повного використання несучої здатності металевих елементів підсилення передбачається їх надійне включення в роботу: встановлення на розчині, застосування технологічних пристроїв для створення обтискання, підклинювання тощо.

Для забезпечення вогнестійкості і для захисту від корозії сталева обойма захищається шаром цементного розчину товщиною 25 – 30 мм по металевій сітці.

7.4.10 Залізобетонна обойма виготовляється з бетону класів від С8/10 до С12/15 з армуванням вертикальними стрижнями і хомутами. Відстань між хомутами приймається не більше ніж 150 мм. Товщина обойми призначається за розрахунком і приймається від 60 мм до 100 мм.

7.4.11 Обойма з розчину армується аналогічно до залізобетонної, але замість бетону арматура покривається шаром цементного розчину марки не нижче ніж 100 товщиною (30 – 40) мм.

7.4.12 Коли одна зі сторін елемента, наприклад, стіна, має значну довжину, то встановлюються додаткові внутрішні поперечні зв'язки (анкери), що пропускають через кладку і розташовуються по довжині і висоті на відстанях не більше товщини стіни. Зв'язки надійно закріплюються до арматурних сіток у їх вузлах.

7.4.13 Підвищення несучої здатності кам'яних стовпів, пілястр і простінків може забезпечуватись шляхом включення їх у попередньо напружені сталеві обойми.

7.4.14 Підсилення стін виконуються одно– чи двосторонніми нарощуваннями з залізобетону або армованим розчином. Залізобетонні нарощування виконуються з важкого чи легкого бетону

класів від С8/10 до С12/15, армованого сітками. Товщину нарощених стінок визначають розрахунком і приймають не менше ніж 40 мм при торкретуванні і 80 – 120 мм – при бетонуванні в опалубці з вібруванням.

Спільна робота кладки стін з конструкціями підсилення забезпечується встановленням розрахункових металевих анкерів діаметром від 12 мм до 20 мм, що закладаються в кладку на глибину в стиснутій зоні не менше ніж 120 мм і встановлюють із кроком від 500 мм до 1000 мм. Арматурні сітки розташовуються на відстані від 20 мм до 30 мм від поверхні стіни з допомогою фіксаторів і кріпляться притискними шайбами до анкерних стрижнів. Для влаштування нарощування з армованого розчинового шару застосовується цементний розчин марки не нижче ніж 100.

7.4.15 Підвищення жорсткості стін будинків в цілому рекомендується досягати введенням в опорні конструктиви вертикальних елементів у вигляді ребер, пілястр, колон (стояків), у тому числі з розрахунковим армуванням горизонтальних елементів у вигляді поверхових поясів у різних рівнях, з'єднаних із кладкою або іншими конструктивами. За необхідності, для вертикальних або горизонтальних елементів влаштовуються попередньо напружені тяжі або стрижні. Підвищення жорсткості стін може бути досягнуто також шляхом встановлення металевих колон, з'єднаних із кладкою анкерами або влаштуванням комплексних конструкцій.

7.4.16 Необхідність забезпечення просторової жорсткості чи підсилення стін кам'яних будинків (споруд), як правило, виникає при експлуатації будинків і споруд в умовах з нерівномірним осіданням основ: на просадних ґрунтах, підроблюваних територіях, в карстових районах. Конкретні конструктивні схеми підвищення просторової жорсткості чи підсилення призначаються відповідно до фактичних схем деформування будинків (споруд) згідно 7.4.17 – 7.4.21.

7.4.17 Забезпечення просторової жорсткості чи підсилення стін, розділених на блоки тріщинами, виконується за допомогою попередньо напружених металевих тяжів, поверхових поясів, які виконуються за принципом зовнішнього армування, і поверхових поясів, що встановлюються у штрабі.

У залежності від величин навантажень і впливів підроблюваної чи просадної основи, конструктивних особливостей несучих конструкцій застосовують різні варіанти підсилення за принципом зовнішнього армування.

7.4.18 Підсилення стін, розділених на клиноподібні блоки похилими тріщинами, що сходяться в середній частині на рівні карнизу або фундаментів, рекомендується здійснювати шляхом влаштування одно- чи двостороннього нарощування у вигляді армованого розчину; влаштування по простінках вертикальних елементів зовнішнього армування, що перерізають похилі тріщини; ін'єктування похилих тріщин полімерцементними розчинами з одночасним улаштуванням залізобетонних нарощувань на стінах підвалів і фундаментів.

Елементи підсилення розраховуються на вплив сил, що виникають у стінах від впливу нерівномірних переміщень основи.

7.4.19 Підсилення стін, розділених на вертикальні блоки похилими чи вертикальними тріщинами згинального характеру за рахунок перекосу прорізів по вертикальному стовпу, рекомендується виконувати шляхом влаштування одно- чи двосторонніх залізобетонних нарощувань переважно на стінах підвалів і фундаментів.

7.4.20 Підсилення стін, розділених на горизонтальні блоки похилими чи горизонтальними тріщинами згинального характеру за рахунок перекосу прорізів по горизонталі на рівні поверху, рекомендується виконувати шляхом:

- влаштування контрфорсів у площині підсилюваної стіни на окремих фундаментах;
- підсилення простінків металевими обіймами, зв'язаними в площині стіни вертикальними і горизонтальними елементами;
- заповнення частини прорізів цегляною кладкою.

Конструкції підсилення розраховуються на дію горизонтальних навантажень, наприклад, від крену будинку, динамічних чи сейсмічних впливів тощо.

7.4.21 Підсилення стін, розділених на блоки системою похилих тріщин, що перетинаються, рекомендується виконувати шляхом двостороннього нарощування з армованого розчину. При цьому арматурні вироби фіксуються і кріпляться до металевих анкерів, що закладаються на всю товщину стіни з кроком не більше ніж 0,6 м. Конструкції підсилення розраховуються на динамічні впливи, що слугували причиною руйнування стіни, наприклад, від роботи технологічного устаткування, важкого транспорту, вибухів у кар'єрах тощо.

7.4.22 Стіни, що мають локальне поздовжнє розшарування кладки в поздовжній площині, можуть бути підсилені шляхом стягування в поперечному напрямку наскрізними стрижнями діаметром не менше ніж 16 мм, закріпленими з обох кінців. Кріплення з боку, де товщина відокремленого шару дорівнює або більша ніж 0,25 м, виконують з допомогою шайб, а з боку, де товщина шару, що відокремився, менша ніж 0,25 м – за поздовжні нерівнобічні кутики номер 5,6/3,6 (велика полиця прилягає до стіни). Тріщини повинні бути забиті ін'єкцією цементно-полімерного розчину. Крок стрижнів приймається в межах 0,4 – 0,6 м, але не більше ніж товщина стіни.

Елементи обойми розраховуються на бічний тиск кладки, прийнятий з коефіцієнтом бічного тиску 0,8. Вертикальні навантаження на зруйновані простінки визначають з розрахунку будинку як системи на основі, що деформується, на особливе сполучення навантажень, що включає нерівномірні вимушені переміщення фундаментів.

7.4.23 У місцях відсутності перев'язки чи утворення вертикальних тріщин у місцях примикань і пересікань несучих стін рекомендується встановлювати анкери зі стрижнів діаметром 20 – 24 мм, довжиною не менше ніж 1,5 м. Анкери закріплюються в поперечних стінах з допомогою відрізків кутиків чи швелерів. Тріщини або зазори закладаються цементним розчином.

7.4.24 Ушкоджені тріщинами чи зруйновані рядові або клинчасті перемички підлягають пере-кладанню чи підсиленню.

Підсилення перемичок виконується з використанням кутиків, установлюваних на опорах у швах кладки. Між собою кутики з'єднуються планками на зварюванні в кутах прорізу із кроком не більше ніж 0,4 м по довжині прорізу. Довжина закладення і переріз кутиків визначають розрахунком.

Підсилення ділянок стін при зминанні чи сколюванні кладки біля опорних частин перемичок (ригелів) може виконуватися шляхом:

- введення в стару кладку сталевих чи залізобетонних розподільних подушок;
- заміни старої кладки на зруйнованих ділянках на глибину опори перемички (ригеля) і на ширину не менше ніж 0,25 м новою цегляною кладкою;
- хомутами або влаштуванням залізобетонних чи сталевих стояків, які підводяться під опори перемичок (ригелів).

Зв'язок залізобетонного стояка з цегляною стіною забезпечується сталевими анкерами і заповненням при бетонуванні розчищених на глибину 20 – 30 мм горизонтальних швів у кладці.

Кріплення вертикальних металевих кутиків здійснюється за допомогою планок товщиною 8 – 10 мм, шириною 80 – 100 мм, центрувальних пластин і шпильок або стяжних болтів, розташованих із кроком не більше товщини стіни.

7.4.25 При влаштуванні прорізів у стінах у залежності від необхідних прогонів, товщини стін і величин діючих навантажень конструкція перемичок приймається з парних кутиків (при прогоні до 1,5 м) або швелерів, розташованих у штрабах, а також у вигляді металевих замкнених рам. Перерізи елементів, розміри площадок опертя, необхідність встановлення хомутів в опорах визначаються розрахунком.

7.4.26 Підсилення аркових великопрогонових перемичок, що спираються на цегляні стовпи чи простінки і ушкоджені тріщинами, виконується ін'єктуванням тріщин і влаштуванням конструкцій підсилення у вигляді обрамлень (металевих чи залізобетонних). У разі потреби в конструкцію підсилення можуть бути включені жорсткі розпірки чи затяжки, розташовані на рівні п'яти перемичок.

При влаштуванні додаткових прорізів у несучих цегляних стінах рекомендується керуватися наступними правилами:

- додаткові прорізи слід, за можливості, розташовувати в одному вертикальному ряді з існуючими;
 - розширення існуючих прорізів доцільно виконувати симетрично від осі прорізу;
 - необхідно уникати розміщення додаткових прорізів у простінках між суміжними вертикальними рядами прорізів;
 - у глухих стінах прорізи доцільно виконувати в середній їх частині;
 - при значних прогонах прорізів обрамлення доцільно виконувати у вигляді замкнутих рам.
- При декількох прорізах зазначається послідовність їх влаштування.

7.5 Розрахунок конструкцій підсилення

7.5.1 Розрахунки з підсилення кам'яних і армокам'яних елементів проводяться за фактичною міцністю всіх матеріалів несучого кістяка, що беруть участь у роботі (цегли, розчину, бетону і сталі) у розтягнутій і стиснутій зонах. При цьому враховуються усі фактори, що знижують характеристики міцності і жорсткості стін (тріщини, місцеві дефекти, відхилення стін від вертикалі, ексцентриситети навантажень у площині і з площини стін, порушення з'єднань між несучими конструкціями, зміщення плит покриттів, перемичок, прогонів, кроквяних конструкцій).

Конструктивні форми і варіанти підсилення вибираються з врахуванням раціонального і архітектурно-естетичного розташування всіх додаткових елементів на деформованому несучому конструктиві за умов максимального розрахункового використання несучої здатності і жорсткості його перерізів, опорних зон і з'єднань. При цьому додаткові елементи підсилення включаються в спільну роботу зі стінами з урахуванням мінімальної концентрації напружень у місцях взаємодії.

Елементи підсилення рекомендується проектувати відповідно до вимог довговічної експлуатації та умов захисту від корозії згідно з ДСТУ Б В.2.6-145 (бетонні елементи) та ДСТУ Б В.2.6-193 (сталеві елементи).

7.5.2 Розрахунковий опір кладки приймається відповідно до 8.6 ДБН В.2.6-162 на основі результатів механічних та неруйнівних випробувань каменів і розчину відповідно до ДСТУ Б В.2.7-252 та методик випробувальних лабораторій, затверджених у установленому порядку.

7.5.3 Початковий модуль деформації кладки E приймається відповідно до 8.7 ДБН В.2.6-162.

7.5.4 Значення довготривалого модуля деформації кладки $E_{long\ term}$ визначається з врахуванням повзучості відповідно до 8.7.2.3 ДБН В.2.6-162. Деформації повзучості кам'яної кладки враховуються згідно з 8.7.4 ДБН В.2.6-162.

7.5.5 Значення зміщень, здимання стін чи зовнішніх шарів, кренів рекомендується приймати за даними інструментальних вимірів, а у випадку подальшого осідання – за даними прогнозованих осідань. Розрахункові довжини стін, простінків, стовпів визначаються з урахуванням їх закріплення з перекриттями, поперечними стінами чи каркасом будинку. Точками закріплення вважаються наявні в'язі, при цьому враховується поділ стін тріщинами на даній ділянці на окремі відсіки і технічний стан в'язей.

При перевірних розрахунках багат шарових стін враховують фактичний стан в'язей (жорстких чи гнучких) і відхилення від вертикальності окремих шарів.

7.5.6 Перевірні розрахунки кам'яних і армокам'яних конструкцій будинків і споруд проводяться відповідно до ДБН В.2.6-162.

Розрахункові схеми складаються з урахуванням спільного деформування основи і споруди, просторового характеру роботи елементів. Геометричні розміри перерізів стін, простінків, стовпів, глибину ушкоджень, борозен визначаються за даними обмірювальних креслень.

При пружній розрахунковій моделі будинку жорсткість елементів кам'яних конструкцій призначається з урахуванням модуля деформації кладки $E_{long\ term}$.

7.5.7 Розрахунок підсилення кам'яних конструкцій із включенням у роботу додаткових шарів виконується за правилами розрахунку багат шарових стін з урахуванням неповного використання міцності нових шарів при їх спільній роботі за рахунок повзучості кладки.

7.5.8 При закладенні в цегляні стіни залізобетонних балок і плит перекриттів, крім розрахунку на позацентровий і місцевий стиск перерізу кладки, розташованого під опорою залізобетонного елемента, виконується розрахунок на осьовий стиск опорного вузла. При цьому також перевіряється несуча здатність горизонтального перерізу ребер порожнистої плити, що закладена в стіну.

При передачі на обріз плити зусиль від обойм стояків перевіряється її несуча здатність на зріз і продавлювання, і, у разі потреби, передбачається заповнення порожнин на приопорних ділянках бетоном, міцність якого не менше міцності плити.

7.5.9 За наявності тріщин у крайніх клинчастих і аркових перемичках визначається несуча здатність п'яти на зріз, а також несуча здатність кутового простінка (за відсутності затяжок) при позацентровому стиску у площині стіни від спільної дії розпору і вертикальної поздовжньої сили. Якщо несуча здатність п'яти на зріз чи кутового простінка на позацентровий стиск недостатні, для прийняття розпору в аркових перемичках передбачається встановлення затяжки.

У будинках зі склепінчастими цегляними перекриттями по металевих балках за відсутності затяжок у крайніх прогонах розрахунок стін, що примикають до несучих балок, виконується з урахуванням величини розпору, створюваного склепінням. За наявності зосереджених навантажень у межах окремого склепіння враховується різниця розпірних зусиль у суміжних прогонах. Для прийняття подібних зусиль передбачається влаштування затяжок із кроком 1,5 – 2,0 м, які прикріплюються до металевих балок.

7.5.10 При влаштуванні прорізів розрахунок стін ведеться з урахуванням наявних і проєктованих прорізів і жорсткості конструкцій підсилення (обрамлення). Жорсткість елементів підсилення призначається таким чином, щоб унеможливити утворення тріщин у кладці.

Розрахунок конструкцій стін виконується для всіх проміжних стадій влаштування прорізів, у тому числі при ослабленні стін тимчасовими прорізами і штрабами.

7.5.11 Анкери поверхових поясів, виконаних по периметру зовнішнього армування або встановлених у штрабах, перевіряються розрахунком на зсувні зусилля, що визначаються, як максимальна різниця поздовжніх сил у поверховому поясі в двох перерізах – ліворуч і праворуч від анкера. Крім того, матеріал цегляної кладки перевіряється на місцеве зминання під анкерами відповідно до розрахункових зусиль.

7.5.12 Розрахунок конструкцій підсилення цегляної кладки здійснюється згідно з ДСТУ Б В.2.7-207.

7.6 Вимоги до виконання робіт

7.6.1 Роботи з ремонту і підсилення кам'яних і армокам'яних конструкцій рекомендується виконувати відповідно до проєкту виконання робіт (ПВР). При цьому рекомендується в обов'язковому порядку додатково оглядати несучі конструкції, до яких доступ при обстеженні був закритий.

7.6.2 До початку робіт рекомендується вилучити всі тимчасові (у тому числі кранові) і частину постійних навантажень, якщо це передбачено проєктом підсилення.

7.6.3 При розвантаженні простінків, пілястр, стовпів, що підлягають розбиранню, передача навантаження на розвантажувальні пристрої виконується при навантаженнях до 250 кН клинами, до 500 кН – гвинтовими пристроями, більше 500 кН – гідравлічними домкратами. В усіх випадках забезпечується плавна передача навантажень на розвантажувальні пристрої з постійним контролем стану стояків і клинів. За відповідного обґрунтування допускається передача навантаження на розвантажувальні пристрої шляхом розбирання кам'яних конструкцій. Розбирання виконується симетрично відносно осі конструкції.

7.6.4 Розбирання і перекладання простінків та стовпів ведеться по черзі. Для забезпечення щільного прилягання нової кладки до старої верх нової кладки не доводиться до старої на 4 – 5 см

з наступним ретельним зачеканенням жорстким дрібнозернистим бетоном класів від С8/10 до С12/15 або цементно-піщаним розчином марки 100...150. Розвантажувальні пристрої демонтуються при міцності нової кладки згідно з проектом виконання робіт, але не нижче ніж 50 % проектною міцності.

7.6.5 Відновлення поверхневих шарів чи облицювань робиться у такій послідовності:

- видалення зруйнованих шарів кладки;
- зведення нової кладки чи облицювання.

Нова кладка зводиться з перев'язкою зі старою тичковими рядами або установкою гнучких в'язей (анкерів) чи з одночасним використанням перев'язки та гнучких в'язей. Вертикальний шов між новою і старою кладкою щільно заповнюється розчином із забезпеченням зчеплення матеріалів.

7.6.6 Анкери (гнучкі в'язі), що з'єднують нову і стару кладку, вставляються у висвердлені отвори на розрахункову глибину і ретельно заливаються цементно-піщаним розчином марки нижче ніж М 100.

7.6.7 Відновлення лицьової поверхні стін, пошкоджених тріщинами значної ширини, виконується в такій послідовності:

- розбирання кладки на глибину у півцеглини (каменя) і ширину не менше ніж однієї цеглини;
- закладання штраби новою цеглою, забезпечуючи перев'язку зі старою.

7.6.8 Всі отвори в цегляних стінах і фундаментах для пропуску тяжів, анкерів виконуються шляхом свердління, а в бутових – пробивання та буріння. Після установки тяжів та анкерів зазори між ними і стінками отворів заповнюються розчином згідно з розрахунком.

7.6.9 Влаштування одно- чи двосторонніх сорочок, нарощувань або обойм виконується з ретельним очищенням і зволоженням поверхні кладки у залежності від величини вологовбирання каменів.

7.6.10 Монтаж металевих конструкцій підсилення кам'яних і армокам'яних конструкцій здійснюється згідно з ДСТУ Б В.2.6-200.

Включення в роботу конструкцій підсилення стін, стовпів і простінків рекомендується забезпечувати спеціальними прийомами, зокрема:

- при монтажі металевих обойм підсилення вертикальні елементи, наприклад, кутики, встановлюються на розчині;
- перед приварюванням поперечних хомутів (планок) кутики обойми попарно стягуються струбцинами;
- ефективно включення поперечних хомутів у роботу в навісних обоймах забезпечується щільним приляганням вертикальних елементів до кладки, нагріванням хомутів перед приварюванням;
- включення в роботу кутиків обойми досягається підклинюванням або за допомогою гвинтових упорів;
- для рівномірної передачі зусиль на конструкції підсилення всі проміжки і зазори між їх елементами і конструкцією, що підсилюється, ретельно зачеканюються цементним розчином марки не нижче 100.

7.6.11 Обштукатурювання відкритих металевих конструкцій по сітці виконується після приймання робіт за актом на закриття прихованих робіт.

7.6.12 Ремонт зовнішніх поверхонь кладки з легкобетонних чи ніздрюватобетонних каменів виконується поризованими розчинами густиною не більше ніж 1500 кг/м³. Пошкоджена поверхня очищається та на неї наносяться борозни або насічки. Після знепилення і зволоження поверхня ґрунтується синтетичними або полімерцементними розчинами з адгезією для наступного покриття.

Ремонт поверхневого шару поризованими розчинами робиться:

- а) глибиною до 10 мм – обштукатурюванням без ущільнення і затирання для збереження пористої структури розчину;

- б) глибиною до 20 мм – заливанням розчину за щит опалубки;
 - в) глибиною від 50 мм до 70 мм – закріпленням арматурної сітки і заливанням розчину за щит.
- Ремонт більш глибоких ушкоджень рекомендується виконувати перекладанням, використовуючи дрібнорозмірні легкобетонні камені.

7.7 Контроль якості і приймання робіт

7.7.1 При провадженні робіт із підсилення та відновлення кам'яних і армокам'яних конструкцій виконується поопераційний контроль якості виконання окремих видів робіт і їх приймання з веденням технічної документації у встановленому порядку.

7.7.2 Усі матеріали, вироби, конструкції для підсилення повинні мати паспорти, сертифікати і відповідати вимогам нормативних документів, технічних умов.

7.7.3 Контролю підлягають:

- відповідність проекту кількості і розташування арматури і зварних з'єднань;
- якість закладання анкерів і результати їх випробувань;
- відповідність проекту змонтованих металевих конструкцій підсилення;
- контрольовані зусилля натягу в попередньо напружених елементах;
- температура, за якої виконаний натяг попередньо напружених елементів;
- наявність антикорозійного захисту гнучких в'язей, що закладаються в кладку;
- міцність розчину і бетону.

7.8 Захист конструкцій від природних і техногенних впливів

7.8.1 При ушкодженнях конструкцій через невідповідність фізико-механічних характеристик матеріалу каменів чи розчину умовам експлуатації (знижена морозостійкість, міцність і вид розчину, підвищена вологість у будинках через порушення режимів експлуатації, підйом ґрунтових вод з агресивним впливом стосовно матеріалу каменів чи розчину тощо) рекомендується вживати заходів для захисту (забезпечення належного температурно-вологісного режиму, що виключає розморожування чи ушкодження кладки, накопичення у масиві конструкції вологи або влаштування теплогідроізоляційних шарів, захист стін підвалу від агресивного впливу ґрунтових вод тощо).

Врахування інших видів впливу на будинки (від підземних гірничих виробок, замочування основи тощо) виконується відповідно до 7.4 і 7.5.

8 СТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ

8.1 Загальні вимоги

8.1.1 Необхідність ремонту або посилення будівельних сталевих конструкцій, що експлуатуються, визначають згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-210.

8.1.2 Робочими кресленнями для виконання робіт з ремонту і підсилення сталевих конструкцій є креслення КМ (при заводському виготовленні конструкцій – креслення КМД).

8.1.3 При виконанні монтажних робіт забороняються ударні впливи на зварні конструкції сталей:

- а) із границею текучості 390 МПа і менше – за температури нижче ніж мінус 25 °С;
- б) із границею текучості понад 390 МПа – за температури нижче ніж 0 °С.

8.1.4 При виконанні оглядів та обстежень будівельних сталевих конструкцій, що експлуатуються, навантаження і впливи визначаються згідно з ДБН В.1.2-2 та ДСТУ Б В.2.6-210.

8.2 Матеріали

8.2.1 Сталеві конструкції, вироби і матеріали, що застосовуються при ремонті, підсиленні і реконструкції, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов і робочих креслень.

8.2.2 Сталь, що використовується для елементів підсилення, не повинна поступатися за якістю металу конструкцій, що підсилюються, (за механічними властивостями, в'язкістю і зварюваністю).

8.2.3 Клас сталі елементів підсилення рекомендується призначати відповідно до ДБН В.2.6-198 після проведення хімічного аналізу сталі конструкцій, що підсилюється (коли інше не встановлене в кресленнях КМД). Якщо існуючі конструкції виконані без застосування зварювання і відсутні дані про зварюваність сталі, то зварювання може застосовуватися тільки після проведення оцінки зварюваності.

8.2.4 При підсиленні конструкцій, які експлуатуються в агресивному середовищі, корозійна стійкість металу елементів підсилення передбачається не нижче стійкості металу конструкції, що підсилюється.

8.2.5 Для металу елементів старих конструкцій, що зберігаються при ремонті, і для їх з'єднань механічні характеристики уточнюються відповідно до ДСТУ Б В.2.6-210.

8.3 Класифікація способів ремонту і підсилення

8.3.1 Основними способами ремонту і підсилення сталевих конструкцій є:

- збільшення площі поперечного перерізу окремих елементів конструкції; заміна елементів;
- зміна конструктивної схеми всієї споруди або її окремих елементів, у результаті чого міняється розрахункова схема;
- зміна виду з'єднань елементів і конструкцій;
- регулювання напружень.

Кожен із цих способів застосовується самостійно або у комбінації з іншими. При виборі способу підсилення і розробленні проекту підсилення враховуються вимоги монтажної технологічності.

8.3.2 При проектуванні підсилення способом збільшення перерізів рекомендується:

- забезпечити надійну спільну роботу елементів підсилення і підсилюваного елемента, у тому числі виконати вимоги місцевої стійкості (розміри звисів, вигинів) і незмінності перерізу (встановлення в необхідних випадках ребер, діафрагм тощо);
- не допускати рішень, що ускладнюють виконання заходів щодо антикорозійного захисту, що спричиняють щільну корозію та утворення замкнутих порожнин, застосовуючи при потребі герметизацію щілин;
- визначати місця обриву елементів підсилення за умови роботи непідсилених перерізів при дії розрахункових навантажень у пружній стадії, не допускаючи різких концентрацій напружень у зазначених місцях;
- враховувати наявність конструктивного оформлення вузлів, ребер жорсткості, прокладок тощо, а також допустимість збільшення габаритів будівельних конструкцій;
- забезпечувати технологічність виконання робіт із підсилення, зокрема, можливість зварювання, свердління отворів, закручування болтів тощо.

8.3.3 Підсилення конструкцій заміною елементів виконується за повної неможливості підсилити відповідний елемент і, як правило, здійснюється повторенням попереднього конструктивного рішення.

8.3.4 Основними способами зміни конструктивної схеми є:

- введення жорстких конструкцій і в'язей, які забезпечують передачу навантажень із рядових поперечників на торці будинку і використовуються за необхідності підсилення великої кількості перевантажених колон;
- введення шпренгелів, що розвантажують елементи ферм і зменшують їх розрахункову довжину;
- перетворення розрізних конструкцій в нерозрізні;
- введення в існуючу конструкцію додаткових шарнірів, які знижують згинальні моменти;
- включення конструкцій ліхтарів у роботу кроквяних конструкцій;
- створення розподільних конструкцій, що передають локальні навантаження на декілька елементів.

При підсиленні конструкцій зі зміною конструктивної схеми рекомендується враховувати:

- перерозподіл зусиль у конструкціях, елементах, вузлах, а також в опорах, включаючи додаткові перевірки фундаментів;
- зміну розрахункової довжини елементів, особливо при використанні таких змін розрахункової схеми, коли ця довжина збільшується;
- різницю температур, якщо існуючі та нові конструкції можуть експлуатуватися в різних температурних режимах, а також температурний режим при замиканні статично невизначених систем.

8.3.5 Зміна виду з'єднань елементів і конструкцій виконується заміною розладнаних заклепкових з'єднань фрикційними сполученнями на високоміцних болтах або заклепкових і болтових з'єднань зварними.

8.3.6 Спосіб підсилення конструкцій, що передбачає регулювання напружень, дозволяє зменшити зусилля, які діють у конструкції. Перевага його полягає в тому, що підсилення може виконуватися без розвантаження конструкцій і зупинки технологічного процесу. Регулювання напружень здійснюється одним із таких способів:

- введенням у конструктивну схему напружуючих зтяжок із пристроями для їх натягування;
- тимчасовим зняттям в'язей або розніманням з'єднань, навантаженням частини конструкцій, що залишилась (наприклад, з використанням гідродократів), і відновленням зв'язків або сполучень під навантаженням;
- частковим розвантаженням системи від дії навантажень та установкою в цьому стані додаткових елементів, що включаються в роботу після відновлення повного навантаження.

При регулюванні зусиль у системі величину зусиль попереднього напруження рекомендується коригувати залежно від температури замикання.

8.4 Проектування підсилення сталевих конструкцій

8.4.1 Елементи підсилення сталевих конструкцій рекомендується проектувати, як правило, орієнтуючись на їх повне виготовлення в заводських умовах. В особливих випадках допускається виготовлення деталей підсилення з припуском і наступною обробкою на місці установки.

З'єднання деталей підсилення з існуючими конструкціями виконується зварюванням або болтами класу точності А та В відповідно з ДСТУ ГОСТ 7805 чи на високоміцних болтах. Якщо є небезпека виникнення крихкого руйнування та руйнування від втоми, то приєднання елементів підсилення здійснюється за допомогою високоміцних болтів або болтів класу точності А.

8.4.2 При ремонті сталевих балок враховуються:

- умови обпирання на балку елементів перекриттів чи покриттів (по верхньому чи нижньому поясах);
- можливість збільшення будівельної висоти балки і наявність простору для розміщення елементів підсилення;
- можливість виконання робіт без зупинки виробництва або під час природних технологічних перерв;
- технологічні можливості виготовлення і монтажу елементів підсилення.

Якщо при збільшенні навантажень не забезпечена несуча здатність стінки балки по зрізу або її стійкість, то рекомендується встановлення додаткових поперечних, поздовжніх чи похилих ребер жорсткості. При встановленні додаткових ребер рекомендується використовувати однобічне розташування ребер та шви мінімального катета.

8.4.3 Ремонт підкранових балок під крани з режимами роботи 7К та 8К за ГОСТ 25546, які мають ушкодження у вигляді тріщин від втоми, допускається як тимчасовий захід за неможливості зупинки виробництва для заміни балок. При кранах з іншими режимами роботи можливий ремонт, розрахований на тривалий термін експлуатації.

Підсилення верхніх поясів підкранових балок улаштуванням додаткових чи похилих пластин проводиться з використанням методів зниження концентрації напружень у кінцях монтажних швів

за допомогою підкладок, що залишаються, з виведенням швів на ці підкладки, виконанням закруглень, обварюванням торців тощо.

Одночасно з підсиленням підкранових балок для збільшення їх ресурсу рекомендується використання поліпшених способів кріплення рейки до балки, зокрема, установлення пружних прокладок або використання тангенціальних прокладок.

8.4.4 При ремонті ферм способом збільшення перерізів стрижнів рекомендується прагнути до збереження центрування у вузлах ферм. При підсиленні стиснутих стрижнів доцільно розташувати елементи таким чином, щоб максимально збільшити радіус інерції перерізу, при цьому елементи підсилення можуть не заводитися на фасонки, якщо забезпечена несуча здатність непідсиленого перерізу. Елементи підсилення розтягнутих стрижнів заводяться на фасонки на довжину, достатню для передачі частини зусилля, яке сприймається ними.

8.4.5 Ремонт колон виконується у випадку істотного корозійного зносу при значних локальних ушкодженнях. Через складність розвантаження колон їх ремонт звичайно проводиться під навантаженням.

При підсиленні колон способом збільшення перерізів використовуються симетричні і несиметричні схеми підсилення. При підсиленні центрально стиснутих колон і стояків використовуються симетричні схеми чи схеми підсилення, що забезпечують мінімальне зміщення центра ваги підсиленого перерізу від лінії дії стискальних зусиль. При підсиленні позацентрово стиснутих колон використовуються несиметричні схеми підсилення зі зміщенням центра ваги підсиленого перерізу у бік дії моменту.

При недостатній несучій здатності опорної плити її підсилення виконується шляхом встановлення додаткових ребер, що зменшують розміри ділянок плити.

При перенапруженні анкерів встановлюються додаткові фундаментні болти із закріпленням їх в існуючих фундаментах або у додатковому набетонуванні.

8.4.6 При використанні зварювання передбачаються заходи для зменшення і регулювання зварювальних деформацій. Катети швів для цього приймаються мінімально допустимими згідно з ДБН В.2.6-198. При накладанні декількох близько розташованих швів розробляється проект виконання зварювальних робіт (ПВЗР) із зазначенням послідовності накладання швів і температурних режимів підігрівання і зварювання.

8.4.7 Підсилення статично навантажених конструкцій 3-ї та 4-ї груп із застосуванням переривчастих зварних швів виконується згідно з ДБН В.2.6-198.

8.5 Розрахунок конструкцій підсилення

8.5.1 Перевірні розрахунки підсилення сталевих конструкцій виконуються, як правило, згідно з ДБН В.2.6-198, а з врахуванням впливу виявлених при обстеженні дефектів – згідно з ДСТУ Б В.2.6-210.

8.5.2 При розрахунку на стійкість і деформативність елементів, що підсилюються під навантаженням, враховуються початкові і додаткові їх деформації, що виникають на стадії підсилення (зокрема, додаткові прогини, що виникають при підсиленні за допомогою зварювання). Скривлення від зварювання при перевірці стійкості стиснутих і позацентрово стиснутих елементів враховується введенням додаткового коефіцієнта умов роботи $\gamma_c = 0,8$.

8.5.3 При розрахунку підсилення елементів конструкцій на несучу здатність і деформативність коефіцієнти умов роботи приймаються відповідно до ДБН В.2.6-198. У розрахунках на загальну стійкість коефіцієнт умов роботи γ_c приймають 0,9, якщо ДБН В.2.6-198 не передбачене менше значення. Для елементів, що підсилюються збільшенням площі поперечного перерізу, враховується зміна положення центра ваги поперечного перерізу при несиметричному збільшенні його площі.

8.5.4 Коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n приймається згідно з ДБН В.1.2-14. При цьому для будинків і споруд III рівня відповідальності на стадіях підготовки і виконання ремонтних

робіт допускається приймати $\gamma_n = 0,8$ (як для тимчасових будинків і споруд), якщо тривалість перебування конструкцій у цих стадіях не перевищує трьох років.

8.5.5 З метою забезпечення несучої здатності елементів у процесі ремонту контролюється рівень їх початкового навантаження, що характеризується коефіцієнтом β_0 , який являє собою відношення абсолютної величини найбільшого напруження під час ремонту до розрахункового опору елемента, який ремонтується ($\beta_0 = |\sigma_{0,max}/R_{y0}|$).

Граничний рівень початкового навантаження елементів для конструкцій, які ремонтуються із застосуванням зварювання, обмежується, як правило, умовами:

- $\beta_0 \leq 0,2$ – для зварювання конструкцій, що працюють в особливо важких умовах експлуатації (підкранові балки для кранів режиму роботи 7К, 8К, елементи конструкцій бункерних і розвантажувальних естакад, які безпосередньо сприймають навантаження від рухомих складів тощо);

- $\beta_0 \leq 0,4$ – для елементів конструкцій, які безпосередньо сприймають рухливі, динамічні чи вібраційні навантаження;

- $\beta_0 \leq 0,8$ – для інших конструкцій.

Якщо зазначені умови не виконуються, то застосовуються попереднє розвантаження конструкцій або спеціальні технологічні заходи, що забезпечують обмеження деформацій конструкцій (зокрема, зварних).

8.6 Вимоги до виконання робіт

8.6.1 При підсиленні елементів конструкцій способом збільшення перерізів із використанням зварювання рекомендується передбачати такий порядок виконання робіт:

- приєднання (притискання) елементів підсилення по всій їх довжині до елемента, що підсилюється, за допомогою струбцин, стяжок тощо;

- приварювання елементів підсилення до елемента, що підсилюється, на зварювальних прихватках довжиною 20 – 30 мм із кроком 300 – 500 мм;

- зварювання кінцевих ділянок, що включають у роботу елементи підсилення;

- накладання сполучних швів, що забезпечують спільну роботу стрижня, що підсилюється, та елементів підсилення.

8.6.2 При підсиленні збільшенням перерізів двох і більше елементів (прогонів) статично незначених конструкцій (рам, нерозрізних балок тощо) спочатку приєднуються елементи підсилення до всіх стрижнів системи, що підсилюються, на зварювальних прихватках, а потім виконується зварювання кінцевих ділянок і з'єднувальних швів. Зварювання швів стрижнів, що підсилюються, виконується послідовно, починаючи з найменш навантаженого стрижня (прогону) конструкції.

8.6.3 При двосторонніх схемах збільшення перерізів спочатку приварюються елементи підсилення, розташовані з боку розтягнутих волокон, а потім – з боку стиснутих.

8.6.4 Деформовані конструкції, придатні для подальшого використання, рекомендується випрямляти. Випрямлення виконується без нагрівання пошкоджених елементів (холодне випрямлення) або з попереднім нагріванням (випрямлення у гарячому стані) термічним чи термомеханічним методом. Холодне випрямлення застосовується тільки для плавно деформованих елементів.

8.6.5 Холодне випрямлення конструкцій рекомендується виконувати способами, що унеможливають утворення вм'ятин, вибоїн та інших пошкоджень на поверхні прокату.

8.6.6 Монтажні з'єднання сталевих деталей і конструкцій виконуються згідно з ДСТУ Б В.2.6-199 та ДСТУ Б В.2.6-200, а вхідний та операційний контроль – згідно з ДБН А.3.1-5.

8.6.7 Підсилення зварних з'єднань виконується збільшенням довжини або товщини зварних швів. Підсилення швів збільшенням їх довжини краще у зв'язку з тим, що короткі шви сприяють концентрації напружень.

Довжина і товщина швів, що підсилюються, а також товщина шару, наплавленого на ці шви, визначається за різницею розрахункового зусилля у зварному з'єднанні від розрахункового навантаження, що діє після підсилення, і розрахунковою несучою здатністю існуючого з'єднання.

Для комбінованих зварних з'єднань розтягнутих елементів, до складу яких входять лобові та флангові шви, відношення загальної розрахункової площі флангових швів у з'єднанні, що підсилюється, до розрахункової площі лобових швів повинно бути більше ніж 4,5.

8.6.8 Підсилення зварних з'єднань збільшенням товщини швів наплавлення нових шарів застосовується за відсутності місця для накладання нових швів. Підсилення збільшенням довжини і товщини зварних швів починають зі збільшення довжини швів. Рекомендується катет збільшеного шва при підсиленні виконувати не більше 16 мм.

8.6.9 У конструкціях, що підсилюються під навантаженням, рекомендується уникати накладання швів, розташованих поперек діючих зусиль. У випадку неможливості виконання цієї вимоги вживаються технологічні заходи, що забезпечують безпечне зварювання таких швів.

8.6.10 Підсилення зварних з'єднань шляхом збільшення довжини зварних швів (крім поперечних) може виконуватися під навантаженнями, за яких напруження в існуючих швах не перевищують їх розрахункового опору. У металі конструкцій, що з'єднуються, витримують співвідношення для значень β_0 , наведені у 8.5.5. Несуча здатність зварних з'єднань підвищується при цьому пропорційно збільшенню площі перерізу швів.

8.6.11 При розробленні технології підсилення зварних з'єднань рекомендується дотримуватися наступних умов:

- при наплавленні додаткових шарів необхідно вносити якомога меншу кількість тепла в деталі конструкцій;

- наплавлення шару підсилення починають в місцях наявних дефектів шва, що підсилюється, (підрізи, наплави, кратери тощо), в іншому випадку – з будь-якого зручного місця;

- роботи з підсилення зварних швів повинні виконувати висококваліфіковані зварники.

Після підсилення шва з одного кінця по перу одного з парних кутиків переходять до підсилення шва другого парного кутика зі зворотної сторони тієї ж фасонки чи з протилежного кінця елемента. Після накладення усіх швів по перу кутиків переходять до накладення швів по обушку кутиків у тій же послідовності.

8.6.12 Нові зварні шви на конструкціях розташовуються, за можливості, в найменш напружених перерізах, якнайдалі від місць зміни перерізу, вирізів, ребер. Рекомендується уникати скупченості зварних швів, перетинань їх під гострим кутом, а також близького розташування паралельних стикових і кутових швів, для чого керуються наступним:

- а) відстань між двома паралельними стиковими швами, а також між паралельними стиковими і кутовими швами повинна бути не менше ніж $10t$ (де t – товщина елемента, до якого приварюється нова деталь, мм);

- б) кут між двома стиковими швами повинен бути не менше ніж 60° ;

- в) відстань між новими стиковими швами та існуючими кріпленнями елементів (ребра, фасонки, стикові накладки і шви) повинна бути не менше ніж 100 мм, в інших випадках відстань між швами має бути не менше ніж $4,5t$;

- г) при зварюванні стиків нижнього пояса балок у місцях перетину цих швів зі стінкою необхідно передбачати виріз у стінці, що забезпечує якісне виконання шва;

- д) у місцях перетину зварних швів необхідно виконувати отвори діаметром 20 мм.

Товщину зварних швів рекомендується приймати мінімальною. Перевагу варто віддавати тонким довгим швам з симетричним розташуванням відносно осей, з мінімальним віддаленням від центра ваги конструкції.

8.6.13 Заклепкові з'єднання підсилюються високоміцними болтами згідно з ГОСТ 22356 і болтами класу точності А згідно з ДСТУ ГОСТ 7805.

Підсилення заклепкових і болтових з'єднань з допомогою зварювання допускається як виняток у тих випадках, коли зварні шви підсилень розраховуються на сприйняття всього навантаження у вузлі (без урахування роботи заклепок і болтів).

Високоміцні болти застосовуються відповідно до ДСТУ Б В.2.6-200.

8.7 Контроль якості і приймання робіт

8.7.1 Контроль якості і приймання виконаних робіт здійснюється відповідно до ДСТУ Б В.2.6-200 та ДСТУ Б В.2.6-199.

8.7.2 У випадках особливої відповідальності конструкцій у проекті підсилення передбачається вибіркове випробування міцності і стійкості підсиленних конструкцій дослідним завантаженням.

8.7.3 Під час ремонту сталевих конструкцій контролюється цілісність і товщина шару вогнезахисного покриття і, у випадку невідповідності, покриття доводиться до нормативного стану.

8.8 Захист конструкцій від природних і техногенних впливів

8.8.1 Корозійний захист підсиленних конструкцій здійснюється відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-193.

8.8.2 Якщо матеріалами оцінки технічного стану конструкцій було встановлено, що їх ушкодження чи фізичне зношення з'явилися в результаті прямого впливу на конструкцію ударів транспортних засобів, високотемпературного випромінювання від встановленого устаткування або від інших аналогічних техногенних причин, то в проекті підсилення передбачаються заходи щодо захисту конструкцій спеціальними облицюваннями, огорожами тощо.

9 ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ

9.1 Загальні вимоги

9.1.1 Необхідність ремонту і/або підсилення дерев'яних конструкцій, що експлуатуються, визначається на підставі технічного висновку за результатами обстеження згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18. Технічний стан дерев'яних конструкцій визначається з врахуванням виду і розмірів дефектів і ушкоджень конструкцій, включаючи накладки, прокладки та інші їх дерев'яні, сталеві і пластмасові елементи.

9.1.2 До основних дефектів і ушкоджень дерев'яних конструкцій, що можуть викликати їх обвалення чи руйнування будинку в цілому, відносяться:

- враження деревини грибами (гнилизнаю) і дереворуйнівними комахами (жуками, термітами тощо);
- втрата несучої здатності кріпильних металевих елементів (корозія, тріщини, ослаблення в з'єднаннях тощо);
- тріщини в деревині елементів конструкцій, у тому числі в деталях вузлів і стиків;
- розриви (повні чи часткові) розтягнутих елементів (поясів, розкосів, стояків тощо);
- значні деформації стиснутих (здимання) і вигнутих (прогини) конструкцій і їх елементів.

9.1.3 Перевірні розрахунки конструкцій рекомендується виконувати згідно з ДБН В.2.6-161 в обсязі, що забезпечує достовірний висновок про можливість продовження експлуатації конструкції, що зберігається, чи про необхідність її ремонту або підсилення (заміни).

9.1.4 В конструктивних рішеннях будинків і споруд рекомендується забезпечувати можливість періодичного огляду дерев'яних конструкцій та поновлення захисних матеріалів.

9.2 Матеріали

9.2.1 Дерев'яні елементи підсилення несучих дерев'яних конструкцій (далі – конструкцій) виготовляються переважно з деревини хвойних порід. Деревина дуба й інших цінних листяних твердих порід застосовують переважно для виготовлення нагелів, шпонок, подушок і інших дрібних подібних за призначенням деталей.

9.2.2 Дерево та сталь, що застосовуються для елементів підсилення, не повинні поступатися за якістю (міцністю) матеріалам конструкцій, що підсилюються.

При підсиленні конструкцій, які експлуатуються в агресивному середовищі, корозійна стійкість елементів підсилення повинна бути не нижче ніж стійкість конструкції, що підсилюється.

9.2.3 Якість деревини хвойних чи листяних порід повинна задовольняти вимоги ДБН В.2.6-161.

9.2.4 До вологості деревини, що застосовується для ремонту і підсилення конструкцій, потрібно ставити вимоги згідно з ДБН В.2.6-161 в залежності від температурно-вологісних умов експлуатації і виду деревини (клесна, неклесна).

Вологість деревини для виготовлення нагелів, вкладишів і інших відповідальних деталей не повинна перевищувати 12 %.

9.2.5 Випробування стандартних зразків деревини проводяться відповідно до ДБН В.2.6-161.

9.2.6 Деревина для нагелів, шпонок, вкладишів і інших дрібних деталей повинна бути щільною, прямошаруватою, без сучків і інших вад. Такі деталі з деревини малостійких у відношенні загнивання порід (наприклад, береза, бук) повинні піддаватися антисептуванню.

9.2.7 Для сталевих частин конструкцій, що підсилюються, застосовується сортовий і листовий прокат, а також гнуті профілі, що відповідають вимогам, установленим для будівельних конструкцій відповідними нормативними документами.

9.2.8 Розрахункові опори деревини і сталі визначаються згідно з ДБН В.2.6-161.

9.2.9 Розрахункові опори прокату, з якого виготовлені елементи і деталі конструкції, визначаються згідно з ДБН В.2.6-198, а розрахункові опори арматурної сталі – згідно з ДБН В.2.6-98 та ДСТУ Б В.2.6-156.

9.2.10 Для сталевих елементів конструкцій, що підсилюються, які мають корозійне зношення із втратою більше ніж 25 % площі поперечного перерізу чи залишкову після корозії товщину 5 мм і менше, розрахункові опори рекомендується знижувати шляхом множення на коефіцієнт 0,95 при слабоагресивному, 0,9 – при середньоагресивному і 0,85 – при сильноагресивному середовищі. Ступінь агресивності середовища визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-193.

9.2.11 Розрахункові опори зрізу і розтягу болтів, а також змінанню сталевих елементів, що з'єднуються болтами, приймаються відповідно до ДБН В.2.6-198 та ДСТУ Б В.2.6-200. Якщо неможливо встановити клас міцності болтів, то значення розрахункових опорів рекомендується приймати, як для болтів класу міцності 8.6 при розрахунку на зріз і класу міцності 8.8 – при розрахунку на розтяг.

Допускається уточнювати розрахункові опори зрізу і розтягу болтів за результатами випробувань болтів на розрив.

9.3 Класифікація способів ремонту і підсилення

9.3.1 Основними способами ремонту і підсилення дерев'яних конструкцій є:

- збільшення поперечного перерізу;
- заміна ушкоджених дерев'яних елементів новими дерев'яними чи металевими, у тому числі з застосуванням пруткових чи пластмасових протезів;
- зміна конструктивної схеми всього каркаса або окремих елементів (перетворення розрізних конструкцій у нерозрізні; виключення з роботи окремих елементів ґратчастих конструкцій з передачею зусилля на інші додаткові елементи, наприклад, виключення дефектного стиснутого розкосу; перетворення балок і ферм у шпренгельні або ригельно-підкісні системи; попарне розкріплення плоских конструкцій просторовими в'язями жорсткості; перетворення розпірних склепін у склепіння-оболонки тощо);
- регулювання напружень;
- установлення додаткових конструкцій чи робочих елементів без зміни схеми роботи конструкцій, що підсилюються (установка нових конструкцій; кріплення до дерев'яних елементів посилюваних накладок чи прокладок підсилення; встановлення паралельно розтягнутому еле-

менту стяжних хомутів чи сталевих тяжів; установлення у вузлах дерев'яних конструкцій додаткової кількості болтів чи цвяхів);

– зміцнення і захист від вологи конструкцій за рахунок замонолічування тріщин і пористих об'ємів.

Кожен з цих способів може застосовуватися самостійно або у комбінації з іншими.

9.3.2 При встановленні нових несучих конструкцій для зменшення навантаження на існуючі або при заміні конструкцій, що знаходяться у непридатному до ремонту стані, особливо у будинках хімічних виробництв, рекомендується використовувати переважно клеєні дерев'яні конструкції, які проектується згідно з ДБН В.2.6-161.

Клеєні балки, рами і арки проектується з симетричним або несиметричним армуванням арматурою класу А500.

У балках, переріз яких визначається умовою жорсткості, армування недоцільне.

9.4 Підсилення конструкцій

9.4.1 Вибір способу підсилення балок і ферм визначається:

– умовами обпирання на несучу конструкцію елементів перекриттів або покриттів (для балки – на рівні верхнього чи нижнього краю, для ферми – на рівні верхнього або нижнього пояса);

– можливістю збільшення будівельної висоти несучої конструкції і наявністю простору для розміщення елементів підсилення;

– можливістю виконання робіт без зупинки виробництва або під час технологічних перерв;

– технологічними можливостями виготовлення і монтажу елементів підсилення.

9.4.2 При підсиленні дерев'яних конструкцій шляхом збільшення поперечного перерізу рекомендується забезпечувати:

– надійну спільну роботу елементів підсилення і конструкції, що підсилюється;

– технологічність виконання робіт із підсилення, зокрема, доступ до вузлів, стиків тощо.

9.4.3 При підсиленні дерев'яних конструкцій шляхом зміни конструктивної схеми рекомендується враховувати:

– перерозподіл зусиль у конструкціях, елементах, вузлах, а також у опорах, включаючи додаткові перевірки фундаментів;

– різниця температур, якщо існуючі і нові конструкції можуть експлуатуватися у різних температурних режимах;

– можливість компенсації розбіжностей розмірів існуючих і нових конструкцій.

9.4.4 Підсилення конструкцій шляхом регулювання напружень дозволяє зменшити зусилля, що діють у конструкції. Перевага його полягає також у тому, що підсилення може виконуватись без розвантаження і зупинки технологічного процесу.

9.4.5 При підсиленні балок шляхом збільшення перерізу найбільш раціональними є двосторонні симетричні чи близькі до симетричних схеми підсилення з розташуванням елементів підсилення за можливості далі від центра ваги непідсиленого перерізу балки.

За наявності у балках значних тріщин від усихання, що може спричинити відколювання деревини в опорах, вони перевіряються розрахунком з урахуванням фактичного ослаблення тріщинами.

У разі необхідності підсилення виконується парними дощатими накладками на цвяхах.

При висоті балок понад 25 см їх підсилення виконується перехресною обшивкою з двох шарів дощок або обшивкою склеєними по довжині листами фанери. Забивати цвяхи слід після розвантаження балки, що підсилюється.

Товщина дощок або фанери і кількість цвяхів визначаються виходячи із можливості повного розшарування балки у площині розташування тріщин.

9.4.6 При підсиленні кроквяних ферм шляхом збільшення перерізу стрижнів рекомендується забезпечувати центрування у вузлах ферм.

При підсиленні кроквяних ферм шляхом зміни конструктивної схеми звичайно потрібне і підсилення окремих стрижнів за рахунок збільшення їх перерізів.

Установка шпренгелів до верхнього пояса ферми зменшує розрахункові довжини елементів верхнього пояса в площині ферми, але не впливає на їх стійкість з площини ферми. При цьому перевіряється необхідність підсилення розтягнутих стрижнів нижнього пояса ферми.

Перетворення розрізних кроквяних ферм у нерозрізні з улаштуванням стиків на опорах вимагає розбирання покрівлі. Цю схему підсилення доцільно використовувати при трьох і більше прогонах.

За наявності ліхтаря на середньому ряді колон його елементи можуть бути включені в спільну роботу з фермами. Таке рішення, як правило, вимагає підсилення стояків і розкосів ліхтаря. Його ефективність залежить від відносної ширини ліхтаря.

Підсилення ферм одно- чи двостояковим шпренгелем, а також підсилення затяжкою по нижньому поясу доцільне при використанні розтягнутих елементів із металу.

9.4.7 Підсилення колон виконується при значному збільшенні навантажень у випадку істотного зносу чи при значних локальних ушкодженнях. Через складність розвантаження колон їх підсилення звичайно виконується під навантаженням, що в основному визначає вибір способу підсилення.

Для зниження поздовжніх зусиль у колонах доцільно використати додаткові стояки і підкоси.

Для підсилення колон і стояків застосовуються попередньо напружені шпренгельні системи, основним призначенням яких є зменшення розрахункової довжини стиснутих елементів конструкцій і збільшення моменту інерції колони або стояка в цілому. При цьому враховують додаткові стискальні напруження, які створюють гнучкі попередньо напружені елементи шпренгеля.

При підсиленні колон і стояків доцільно використовувати прийоми регулювання зусиль з частковим розвантаженням елемента, що підсилюється, та одночасним збільшенням розрахункового перерізу.

9.4.8 При підсиленні колон шляхом збільшення перерізів використовуються симетричні і несиметричні схеми підсилення.

При підсиленні центрально стиснутих колон і стояків використовуються симетричні або близькі до них схеми підсилення.

При підсиленні позацентрово стиснутих колон доцільне використання несиметричної схеми підсилення зі зміщенням центра ваги підсиленого перерізу у бік дії моменту.

9.4.9 При підсиленні колон у високих однопрогонових будинках з покрівлею малої жорсткості (наприклад, із хвилястих листів азбофанери) доцільно встановлювати поздовжні в'язі по нижніх поясах ферми для використання ефекту просторової роботи. Цей прийом рекомендується для відносно коротких будинків із жорсткими торцями.

При виборі способу підсилення колон враховуються умови, що ускладнюють проведення робіт: влаштування риштування та елементів підсилення; розбирання стінових огорож при підсиленні колон крайніх рядів.

Підсилення колон можливе за рахунок зменшення їх розрахункової довжини. Розрахункова довжина колон у напрямку із площини рами може бути зменшена установкою додаткових розпірок, з'єднаних з вузлами в'язей по колонах, а в площині рами – встановленням підкосів.

9.4.10 Зміцнення і захист дерев'яних конструкцій за рахунок омонолічування здійснюється ін'єктуванням полімерних клеючих розчинів і просочуванням глибокопроникними полімерними (поліуретановими, акриловими, силіконовими) розчинами.

9.5 Розрахунок конструкцій підсилення

9.5.1 У розрахунковій схемі конструкцій рекомендується відображати умови їх роботи і фактичний стан, установлені за даними обстежень. У необхідних випадках слід виконувати розрахунок з використанням декількох варіантів розрахункових схем і розподілу жорсткостей, а також ураховувати прогнозоване зношення.

9.5.2 Розрахунок виконується згідно з ДБН В.2.6-161 тільки для тих частин будинків і споруд, на які впливають зміна режиму експлуатації, дефекти й ушкодження.

9.5.3 Для конструкцій, що не мають дефектів і ушкоджень, при зміні режиму експлуатації перевіряється несуча здатність, а при зміні лише навантажень без зміни схеми їх прикладання допускається обмежитися порівнянням їх значень із наведеними у первісній технічній документації.

При перевищенні величини навантажень порівняно з проектними зіставляють зусилля від них із фактичною несучою здатністю.

9.5.4 При розрахунку конструкцій, підсилення яких виконується під навантаженням, враховуються напруження, що існують у момент підсилення у конструкціях, що зберігаються, і послідовність включення в роботу додаткових конструкцій, деталей підсилення і розкріплення.

9.5.5 При розрахунку на стійкість і деформативність елементів, що підсилюються під навантаженням, враховуються початкові і додаткові їх деформації, що виникають на стадії підсилення.

При розробленні конструкцій підсилення і методів його виконання передбачаються заходи для зниження небажаних додаткових деформацій елементів у процесі підсилення.

9.5.6 Розрахункова схема конструкції, споруди або будинку в цілому приймається з урахуванням особливостей їх дійсної роботи, у тому числі з урахуванням фактичних відхилень геометричної форми, розмірів, перерізів, умов закріплення і виконання вузлів сполучення елементів.

Перевірні розрахунки елементів конструкцій і їх з'єднань виконуються з урахуванням виявлених дефектів і ушкоджень, корозійного й іншого зносу, фактичних умов сполучення й спирання.

9.5.7 Конструкції, що не задовольняють вимоги норм за міцністю і деформативністю, рекомендується підсилити чи замінити.

9.5.8 Несучу здатність конструкцій у процесі виконання робіт з підсилення рекомендується забезпечувати з урахуванням впливу ослаблень перерізів додатковими отворами, вирізами, прорізами тощо. У необхідних випадках конструкція цілком або частково розвантажується.

9.5.9 При розрахунку елементів конструкцій, що підсилюються шляхом збільшення перерізу, враховуються різні розрахункові опори матеріалу основної конструкції і підсилення. Допускається приймати один розрахунковий опір, який дорівнює меншому з них, якщо вони відрізняються не більше ніж на 15 %.

9.5.10 Розрахунок на несучу здатність і стійкість елементів, що підсилюються шляхом збільшення перерізів, виконується з урахуванням напружень, що існують в елементі в момент підсилення (з урахуванням розвантаження конструкцій). При цьому враховуються початкові викривлення елементів, зміщення центра ваги підсиленого перерізу.

9.6 Вимоги до виконання робіт

9.6.1 Вказівки щодо технології виконання робіт з ремонту і підсилення дерев'яних конструкцій зазначають у проекті виконання робіт відповідно до ДБН А.3.1-5.

9.6.2 При розробленні проекту підсилення встановлюються:

- послідовність виконання робіт з підсилення дерев'яних конструкцій у цілому і їх окремих елементів;
- узгодження робіт з підсилення з технологічним процесом їх виконання (обмеження щодо навантажень і впливів) і умовами проведення (температурний і вологісний режими);
- заходи для забезпечення несучої здатності і стійкості конструкцій на всіх етапах виконання робіт, включаючи вказівки про влаштування тимчасових опор і розкріплень і вимоги до значень монтажних навантажень і впливів;
- перелік конкретних зон, вузлів, конструктивних елементів і технологічних операцій, для яких потрібне дотримання певної послідовності і технологічних параметрів.

9.6.3 При розробленні проекту підсилення конструкцій, що експлуатуються в складних умовах, які сприяють нагромадженню ушкоджень (інтенсивні динамічні чи термоциклічні впливи, корозія, що розвивається тощо), рекомендується вказувати граничний термін реалізації проекту, після закінчення якого проектні рішення повинні бути уточнені чи переглянуті.

9.6.4 При розробленні технології робіт з підсилення конструкцій під навантаженням рекомендується забезпечувати мінімально можливе ослаблення перерізів елементів, що підсилюються (при видаленні ушкоджених дереворуйнівниками шарів, влаштуванні додаткових отворів, пропилів, врізань тощо).

9.6.5 При підсиленні конструкцій шляхом збільшення перерізів забезпечується щільне примикання (притиснення) елементів підсилення по всій їх довжині до конструкції, що підсилюється, за допомогою струбцин, розпірок, клинів тощо.

9.6.6 При підсиленні шляхом збільшення перерізів для двох або більше елементів статично невизначених конструкцій (рам, нерозрізних балок тощо) рекомендується спочатку прикріпити тимчасовими засобами елементи підсилення до всіх стрижнів системи, що підсилюються, потім приступити до проектного з'єднання кінцевих ділянок. Після цього виконуються послідовно проектні з'єднання вздовж елементів підсилення, що залишилися, починаючи з найменш навантаженого стрижня (прогону) конструкції, з урахуванням 9.6.7 і 9.6.8.

9.6.7 При двосторонніх схемах збільшення перерізів спочатку приєднуються елементи підсилення, розташовані з боку розтягнутих волокон, потім – з боку стиснутих. Знак напружень (розтяг, стиск) при перемінній епюрі моментів на ділянці підсилення визначають по перерізу з найбільшим за абсолютною величиною значенням згинального моменту. Додаткові болти чи цвяхи розміщуються відповідно до вимог ДБН В.2.6-161. Установка додаткових болтів чи цвяхів, що сприймають не більше ніж 25 % діючих зусиль, виконується без розвантаження конструкції.

При підсиленні виключаються всі рухомі навантаження, які передають удари і вібрації на конструкції, що підсилюються.

9.6.8 При приєднанні елементів підсилення на болтах роботи ведуться з мінімально можливим ослабленням елемента, що підсилюється. З цією метою після завершення складання на струбцинах спочатку одним чи двома болтами прикріплюються кінці елементів підсилення, потім, спрямовуючи до середини, установлюються інші. Кожен наступний отвір починають свердлити тільки після встановлення болта в попередній. Після встановлення всіх проміжних болтів закінчується прикріплення кінців елемента.

9.7 Контроль якості і приймання робіт

9.7.1 Контроль якості робіт з ремонту і підсилення дерев'яних конструкцій і їх приймання здійснюється відповідно до проекту.

9.7.2 Для перевірки якості великого обсягу виконаних робіт і оцінки застосованих методів підсилення або у випадках особливої відповідальності відремонтованих конструкцій рекомендується провести вибіркове випробування їх несучої здатності і стійкості дослідним навантаженням, що не перевищує більше ніж у півтора рази розрахункові величини навантажень.

9.8 Захист конструкцій

9.8.1 При ремонті і підсиленні дерев'яні конструкції рекомендується захищати від хімічної корозії, викликаній хімічно агресивними середовищами (газоподібними, твердими, рідкими), від біологічної корозії, спричиненої біологічними агентами (грибами тощо), від ураження дереворуйнівними комахами (жуками, термітами тощо), від загорання.

Під час ремонту дерев'яних конструкцій, що експлуатуються, контролюється наявність, цілісність і товщина шару захисного (в тому числі вогнезахисного) покриття і, у випадку невідповідності, доводиться до нормативного.

9.8.2 Ступінь агресивного впливу на деревину біологічних і хімічно активних агентів приймається відповідно до СНиП 2.03.11.

9.8.3 При проектуванні дерев'яних конструкцій для експлуатації в хімічних середовищах середнього і сильного ступеня агресивного впливу дія біологічних факторів не враховується.

9.8.4 Для дерев'яних конструкцій, призначених для експлуатації в хімічних середовищах середнього і сильного ступеня агресивного впливу, застосовуються:

- деревина хвойних порід (сосна, ялина тощо);
- несучі конструкції з елементів суцільного перерізу (клеєних, брущатих);
- клеєні фанерні панелі як огорожувальні конструкції;
- склеювання елементів конструкцій фенольними, резорциновими і фенольно-резорциновими клеями.

Допускається застосування дощатих покрівельних настилів і обшивок стінових панелей за умови забезпечення необхідного захисту їх від корозії.

9.8.5 Дерев'яні конструкції, що експлуатуються в умовах хімічно агресивного середовища, проектується з мінімальною кількістю металевих з'єднувальних деталей із застосуванням хімічно стійких матеріалів (модифікованої полімерами деревини, склопластиків тощо). При застосуванні металевих з'єднувальних деталей передбачається їх захист від корозії.

9.8.6 Для захисту дерев'яних конструкцій від корозії, викликаній впливом біологічних факторів, і від ураження дереворуйнівними комахами передбачається антисептування, консервування, покриття лакофарбовими матеріалами або поверхневе просочення розчинами комплексної дії.

9.8.7 При впливі хімічно агресивних середовищ передбачається покриття конструкцій лакофарбовими матеріалами або поверхневе просочення розчинами комплексної дії.

9.8.8 Матеріали та суміші для антисептування і консервування деревини та способи захисту дерев'яних конструкцій та їх елементів від корозії, викликані біологічними факторами, а також газоподібними, рідкими і твердими середовищами, залежно від ступеня агресивного впливу вибираються відповідно до СНиП 2.03.11.

9.8.9 Ділянки дерев'яних конструкцій, уражені біологічними факторами і дереворуйнівними комахами, підлягають негайному спаленню в котельних установках.

9.8.10 Усі цегляні, бетонні та кам'яні поверхні (гнізда балок тощо), що примикають до уражених ділянок деревини, рекомендується ретельно очистити і знезаразити антисептуванням або обпаленням паяльною лампою з дотриманням заходів пожежної безпеки.

10 ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

10.1 Загальні вимоги

10.1.1 Необхідність ремонту або підсилення фундаментів, а також підсилення основ рекомендується визначати на основі даних, отриманих при їх обстеженні згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-18, інженерних вишукувань, виконаних згідно з ДБН А.2.1-1 а також з урахуванням результатів перевірних розрахунків, виконаних відповідно до ДБН В.2.1-10 і даного стандарту.

Необхідність ремонту або підсилення може бути викликана наступними факторами:

- а) збільшення навантажень на основи і фундаменти;
- б) зміною умов роботи основ і фундаментів, викликані забудовою території, що прилягає, освоєнням підземного простору та іншими причинами;
- в) наднормативними осіданнями і кренами через помилки і недогляди на стадіях вишукувань, проектування і будівництва, порушення режиму експлуатації, зміни гідрогеологічних умов тощо;
- г) зношенням, ушкодженням чи руйнуванням конструкцій (тріщини, відшарування захисного шару арматури, корозія, зниження міцності матеріалу фундаментів тощо).

10.1.2 Спосіб ремонту і підсилення фундаментів рекомендується обирати в залежності від їх типу, матеріалів, причин і характеру наявних деформацій і пошкоджень, інженерно-геологічних умов тощо.

При виборі способу підсилення фундаментів враховуються всі фактори, що впливають на їх стан, і приймається такий спосіб, який зможе виключити або звести до мінімуму вплив несприятливих факторів і сприяти надійній і тривалій експлуатації об'єкта, що реконструюється або відновлюється.

10.1.3 При виборі способу підсилення рекомендується не допускати ослаблення основи і конструкцій фундаментів у процесі проведення робіт, але передбачати заходи щодо зменшення додаткових деформацій.

10.1.4 Підсилення виконується одним способом за єдиною технологією під усім деформаційно-осідальним відсіком будинку. В окремих випадках, коли неможливо реалізувати цю вимогу, допускається застосовувати різні, але однотипні способи, наприклад, різні види і способи влаштування паль.

10.1.5 Конструктивна схема підсилення приймається з урахуванням характеристик жорсткості наземної частини об'єкта і стану несучих конструкцій. За необхідності передбачається попередній ремонт чи підсилення наземних конструкцій.

10.2 Вихідні дані для проектування

10.2.1 Вихідними матеріалами для проектування підсилення фундаментів є:

– матеріали обстеження технічного стану конструкцій та основ будинку, що підлягають ремонту і підсиленню;

– проектна і виконавча документація на спорудження будинку, а за її відсутності – обмірювальні креслення;

– матеріали інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань майданчика розташування будинку з даними про конструкції і розміри фундаментів будинку, і прилеглих до нього існуючих або запроектованих будинків і споруд. Дані про ґрунти основи повинні відповідати завданням підсилення і вимогам ДБН А.2.1-1;

– топогеодезична зйомка майданчика розташування будинку із зазначенням розміщення підземних комунікацій;

– відомості про діючі і проектні навантаження на фундаменти;

– результати спостережень за деформаціями будинку (у разі їх проведення).

10.2.2 Інженерно-геологічні вишукування проводяться в одну стадію для робочої документації за вимогами ДБН А.2.1-1.

Інженерно-геологічні виробки призначаються в безпосередній близькості від фундаментів і будівельних конструкцій, що підсилюються у місцях прояву деформацій і замочування ґрунтів, з урахуванням необхідної діагностики стану інженерно-геологічного масиву.

10.3 Закріплення ґрунтів основ

10.3.1 Закріплення ґрунтів основ застосовується за відповідного техніко-економічного обґрунтування для підсилення основ фундаментів і для підвищення несучої здатності паль та інших глибоких опор існуючих будинків і споруд.

10.3.2 Застосовуються такі способи закріплення ґрунтів:

– хімічне закріплення ін'єкцією;

– цементацію;

– струминне ін'єктування;

– буро-змішувальний спосіб закріплення;

– термічне закріплення.

10.3.3 Проект закріплення ґрунтів основ розробляється відповідно до вказівок розділу 16 ДБН В.2.1-10. До проекту рекомендується включати:

– техніко-економічне обґрунтування вибору способів закріплення ґрунтів;

– плани і розрізи з нанесенням обґрунтованих розрахунком контурів із зазначенням розрахункових розмірів закріплених масивів і вимоги до міцнісних, деформаційних та інших властивостей закріплених ґрунтів;

– обґрунтовані розрахунком дані про обсяги і кількість необхідних для виконання робіт хімічних і інших матеріалів;

- дані про просторове розташування у масивах, що закріплюються, ін'єкторів і контрольних свердловин;
- дані про необхідні механізми й устаткування;
- обґрунтовані розрахунками та дослідними роботами рішення про режим процесу закріплення (питомі витрати, величина тиску, температура розчинів, що нагнітаються);
- технологічні карти на основні технологічні процеси;
- рішення з техніки безпеки і охорони довкілля.

10.3.4 Розміри масивів закріплених ґрунтів, їх місце розташування у ґрунтовому середовищі і вимоги до міцнісних, деформаційних та інших властивостей закріплених ґрунтів встановлюються розрахунками за двома граничними станами.

Необхідні характеристики закріплених ґрунтів для вказаних розрахунків одержуються у результаті спеціальних вишукувань і досліджень. При цьому за вихідний показник міцності рекомендується приймати результати штампових випробувань або міцність при одноосьовому стиску зразків діаметром 40 – 50 мм, одержаних шляхом випилювання із закріплених масивів.

Результати випробувань зразків згруповуються за інтервалами відстаней від ін'єктора, при цьому інтервал відстані приймається кратним 10 см. Забезпеченість одержаних характеристик міцності повинна бути не нижче ніж 0,85.

10.3.5 Розрахунок фундаментів, що спираються на закріпленний ґрунт, виконується за двома групами граничних станів.

Розрахунок фундаментів за деформаціями основи рекомендується виконувати на основі лінійних чи нелінійних розрахункових моделей згідно з 7.1.10, 7.1.11 ДБН В.2.1-10.

Лінійні моделі застосовуються при дотриманні критерію:

$$p \leq R_{fix}, \quad (10.1)$$

де p – питомий тиск на ґрунт від навантаження на фундамент, кПа;

R_{fix} – розрахунковий опір закріпленого ґрунту основи під подошвою фундаменту, кПа.

Деформаційні властивості закріпленого ґрунту, як правило, визначаються шляхом штампових випробувань масивів закріпленого ґрунту. При цьому в отримані при випробуваннях дані вводиться коефіцієнт запасу, величина якого залежить від величини статистичної забезпеченості отриманих даних при випробуваннях. Величина коефіцієнта запасу приймається:

а) при забезпеченості, що дорівнює або менше 0,85, – $\gamma_g = 3$;

б) при забезпеченості від 0,85 до 0,90 – $\gamma_g = 2$;

в) при забезпеченості від 0,90 до 0,95 – $\gamma_g = 1,5$.

За неможливості отримання результатів штампових випробувань деформаційні властивості масиву закріпленого ґрунту під фундаментом можуть бути визначені на основі результатів випробування зразків, одержаних із закріпленого масиву. При цьому в розрахунках враховуються:

- масштабний фактор;
- нерівномірність закріплення ґрунту вздовж радіуса ін'єкції;
- положення ін'єктора стосовно подошви фундаменту;
- ступінь перекриття подошви фундаменту закріпленим ґрунтом;
- коефіцієнт запасу, що залежить від ретельності проведення робіт і методів контролю їх якості.

10.3.6 Рекомендується у проекті закріплення ґрунтів передбачати заходи щодо контролю якості робіт. При цьому основна роль в оцінці якості ґрунтів належить розкриттю та обстеженню закріплених масивів шурфами і свердловинами з відбиранням проб і лабораторним визначенням фізико-механічних характеристик закріплених ґрунтів.

10.3.7 Розрахунок взаємодії закріплених масивів ґрунту з основою, а також розрахунок окремих опор із закріпленого ґрунту виконується згідно з ДБН В.2.1-10.

10.3.8 Хімічне закріплення ін'єкуванням рекомендується застосовувати в ґрунтових масивах, що мають достатню водопроникність, включаючи ґрунти тріщинуваті скельні і напівскельні, велико-

уламкові, піщані, просадні лесові з коефіцієнтами фільтрації від 0,2 м/доб до 80 м/доб і швидкістю руху ґрунтових вод менше ніж 5 м/доб.

10.3.9 Для хімічного закріплення ґрунтів ін'єктуванням в ін'єкційні розчини, окрім закріплювачів-затверджувачів, можуть також вводитися регулятори тужавлення, пластифікатори і стабілізатори, дозволені для застосування в цементних бетонах і розчинах.

10.3.10 За техніко-економічного обґрунтування прийнятого методу хімічного закріплення ґрунтів орієнтовна міцність при одноосьовому стиску зразків закріплених масивів ґрунту приймається (0,5 – 3) МПа для методів обсмолення карбамідними смолами і (5 – 10) МПа – для методів закріплення уретановим лігоміром. Проектну міцність закріплених масивів ґрунту рекомендується визначати винятково дослідним шляхом за результатами контрольного закріплення, виконаного безпосередньо на запроєктованому об'єкті.

Зразки лесового ґрунту, що закріплюється за технологією однорозчинної силікатизації, випробовуються на стійкість до вилужування шляхом фільтрації через них води з градієнтом напору не менше ніж 1.

10.3.11 Процес хімічного закріплення ґрунтів може інтенсифікуватися шляхом пропускання через малопроникні глинисті ґрунти електричного струму з метою підвищення їх проникності.

В анізотропних ґрунтах ін'єкцію закріплювального розчину рекомендується робити таким чином, щоб основні лінії течії розчину збігалися з напрямком максимального коефіцієнта фільтрації ґрунту.

10.3.12 Проект ін'єкційного хімічного закріплення ґрунтів розробляється на основі матеріалів, перерахованих у 10.2, і результатів спеціальних польових і лабораторних досліджень, а також дослідних робіт.

10.3.13 Роботи з хімічного закріплення ґрунтів виконуються згідно з ДСТУ-Н Б В.2.1-28.

10.3.14 Цементацию рекомендується використовувати:

– як допоміжний засіб при хімічному закріпленні ґрунтів для ущільнення контакту фундаменту з основою;

– для закріплення тріщинуватих скельних і напівскельних, у тому числі великоуламкових ґрунтів;

– для закріплення лесових і інших малопроникних ґрунтів у режимі розриву пластів, з армуванням ґрунту просторовими елементами з цементного розчину.

10.3.15 Методи контролю виконаних цементацийних робіт встановлюються проектом у залежності від особливостей цементованих ґрунтів і конструкцій. Як правило, контроль призначається в кількості 5 – 10 % від основних цементацийних свердловин.

10.3.16 Струминне ін'єктування застосовується для підсилення основи фундаментів будинків і споруд у м'яких однорідних ґрунтах, у тому числі практично водонепроникних. За допомогою струминної технології улаштовують вертикальні циліндричні ґрунтоцементні палі діаметром до 1000 мм. Параметри струменя, швидкість його обертання і поступального переміщення нагору, вид, марка і кількість цементу, що вводиться в ґрунт, визначаються у проекті на основі дослідних робіт, виконаних на ділянці проектування.

10.3.17 Контроль якості паль, що влаштовуються методом струминного ін'єктування, виконується не раніше семи днів з моменту їх влаштування способом колонкового буріння тіла паль з відбором кернів через 1 м по глибині з наступним випробуванням отриманих з кернів циліндрів на міцність. Кількість контрольних свердловин для відбору кернів призначається не менше ніж 5 % від числа паль. При цьому не менше ніж 50 % контрольних свердловин буриться для уточнення фактичного радіуса паль.

Випробування паль, влаштованих струминною технологією, на осьове стискальне навантаження виконується згідно з ДБН В.2.1-10. При цьому кількість дослідних паль приймається не менше ніж 2 % від числа паль, але не менше ніж 6 шт. на об'єкт.

10.3.18 Бурозмішувальний спосіб закріплення застосовується переважно в мулистому та інших слабких глинистих ґрунтах текучої консистенції. За допомогою бурозмішувальної технології в товщі слабого водонасиченого глинистого ґрунту виготовляються циліндричні ґрунтоцементні палі діаметром до 1000 мм. Параметри буріння, вид, марка і кількість цементу, що вводиться в ґрунт, визначаються проектом.

10.3.19 Контроль якості влаштування бурозмішувальних паль здійснюється аналогічно вказівкам 10.3.17.

10.3.20 Термічне закріплення ґрунтів (глибинний випал) застосовується для ліквідації просядних і здимальних властивостей ґрунтових основ, зміцнення укосів, влаштування зі зміцнених ґрунтів фундаментів і підпірних стінок. Цей спосіб застосовується переважно в лесових і глинистих ґрунтах із вмістом глинистих часток не менше 7 % при ступені вологості не більше ніж 0,8.

10.3.21 Форми і розміри термоґрунтових паль і масивів устанавлюються проектом і контролюються бурінням у радіальному напрямку від нагрівальної свердловини.

Перевірка міцності закріпленого ґрунту виконується випробуванням зразків, відібраних з випаленого масиву, контрольним бурінням, розкриттям шурфами. Необхідність випробування обпалених масивів штампом визначається проектом.

10.4 Способи ремонту і підсилення фундаментів

10.4.1 Для ремонту і підсилення фундаментів рекомендується застосовувати наступні способи:

- ін'єктування в тіло фундаменту цементного розчину, синтетичних смол тощо;
- влаштування залізобетонних обойм (сорочок) навколо існуючого фундаменту;
- збільшення опорної площі підшви фундаменту;
- введення додаткових опор для розвантаження існуючого фундаменту;
- підсилення фундаментів палями.

10.4.2 Підсилення тіла фундаментів ін'єкцією цементного розчину чи синтетичних смол виконується шляхом пробурювання перфораторами в тілі фундаменту шпурів або отворів, установки ін'єкторів і подачі через них під тиском закріплюючого розчину, що заповнює наявні в тілі фундаменту тріщини, порожнечі, ослаблені ділянки.

10.4.3 При підсиленні фундаментів залізобетонними обоймами для зв'язку з існуючим фундаментом обойми анкеруються стрижнями.

Для забезпечення зчеплення нового бетону зі старим виконується очищення поверхні старого бетону шляхом напірного промивання водою, хімічними речовинами (наприклад, розчином соляної кислоти), за допомогою піскоструминного очищення сухим чи мокрим способами, з наступним насіканням перфораторами або відбійними молотками тощо.

Для включення в роботу ґрунтової основи під новою частиною фундаменту (обоймою) ґрунт під цією частиною ущільнюється шляхом утрамбовування щепеню.

10.4.4 При недостатній несучій здатності ґрунтів основи застосовується спосіб збільшення опорної площі фундаментів. У цьому випадку влаштовуються односторонні (при позацентровому навантаженні) і двосторонні (при центральному навантаженні) розширення.

10.4.5 При тісному розташуванні в плані існуючих фундаментів доцільно поєднувати їх у єдину конструктивну систему (плиту або коробчасту конструкцію) для перерозподілу навантажень і вирівнювання осідань, а також для можливості влаштування суцільної гідроізоляції з метою запобігання подальшому проникненню в ґрунт технологічних вод.

10.4.6 Підсилення фундаментів палями полягає в передачі на них всього або частини навантаження, що припадає на фундамент, залежно від стану основ і фундаментів, характеру і величини нерівномірних осідань фундаментів і деформації надземних конструкцій.

10.4.7 Для підсилення фундаментів застосовуються наступні типи паль: такі, що вдавлюються (суцільні чи багатосекційні), бурові, набивні і пневмонабивні, буроін'єкційні.

10.4.8 Суцільні палі, що вдавлюються, застосовуються за наявності вільного доступу до фундаментів, які підсилюються, що забезпечує занурення паль необхідної довжини.

10.4.9 Багатосекційна паля являє собою складену паля із секцій довжиною 0,5 – 1,5 м. По мірі вдавлювання секції стикуються до проектної довжини.

10.4.10 Реактивні зусилля від домкратів при вдавлюванні багатосекційних паль у залежності від умов виробництва можуть сприйматися власною масою будинків (споруд), що підсилюються, масою залізобетонних плит (ростверків), тимчасовими привантаженнями, анкерними пристроями (наприклад, гвинтовими).

10.4.11 При використанні маси будинків (споруд), що підсилюються, упором для домкрата при вдавлюванні паль може слугувати підшва існуючого фундаменту, верх ніші в стіні чи упорні елементи, що влаштовуються додатково, у вигляді забитих у конструкції фундаментів або стін поздовжніх чи поперечних балок.

10.4.12 Стикування секцій паль суцільного перерізу виконується зварюванням чи болтами. Стики секційних паль розраховуються на навантаження, що виникають при зануренні паль та при експлуатації будинків (споруд).

10.4.13 Стикування секцій залізобетонних паль із центральним наскрізним каналом здійснюється за допомогою внутрішніх чи зовнішніх тонких сталевих бандажів, що відіграють роль напрямних при зануренні, і заповненням каналу дрібнозернистим бетоном, який утворює монолітне осереддя, що забезпечує несучу здатність і жорсткість палі.

10.4.14 За відповідного техніко-економічного обґрунтування як секції паль, що вдавлюються, використовуються труби чи зварні короби, які стикуються по мірі занурення зварюванням чи болтами. Порожнини таких паль підлягають обов'язковому заповненню дрібнозернистим бетоном.

10.4.15 Всі елементи палі (секції, стики, упорні елементи) захищаються від корозії згідно з ДСТУ Б В.2.6-145.

10.4.16 За відсутності в ґрунтах агресивного середовища стосовно бетону і залізобетону для підсилення фундаментів можуть використовуватися буронабивні і буроін'єкційні палі.

10.4.17 Буронабивні палі за технологією влаштування і характером роботи розподіляються на:
– набивні (штамповані), що влаштовуються на місці шляхом занурення в ґрунт (вдавленням, забиванням) трубчастих елементів з башмаком, що втрачається, чи днищем, що відкривається, з наступним заповненням свердловини бетоном або розчином по мірі витягування трубчастих елементів;

– бурові, що влаштовуються бурінням свердловин з вийманням ґрунту з наступним заповненням їх бетоном.

10.4.18 Підсилення фундаментів буронабивними палями діаметром більше ніж 400 мм застосовується відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.1-28 та [2].

10.4.19 Бурові палі діаметром менше ніж 400 мм допускається застосовувати в ґрунтових умовах, що забезпечують стійкість стінок свердловин при бетонуванні стовбура палі.

При діаметрі свердловини 200 – 400 мм бетонування стовбура виконується вільним скиданням бетонної суміші консистенції литва (ПБ 4). Армування стовбура в цьому випадку виконується після бетонування свердловини шляхом установлення у свіжоукладений бетон окремих стрижнів або занурення каркаса.

Якщо арматурний каркас встановлюється у свердловину до бетонування, а також якщо діаметр свердловини менше ніж 200 мм, то заповнення останньої бетонною сумішшю чи розчином здійснюється через бетонолитну трубу, опущену у вибір свердловини.

10.4.20 Набивні (штамповані) палі діаметром менше ніж 400 мм допускається застосовувати як у стійких, так і в нестійких ґрунтах.

Бетонування стовбура набивних паль у стійких ґрунтах виконується відповідно до 10.4.19, а в нестійких (що спливають) ґрунтах – під тиском бетонної суміші або глинистого розчину, що перевищує тиск ґрунту на рівні низу обсадної труби, що витягається.

10.4.21 При застосуванні буроін'єкційних паль для підсилення фундаментів рекомендується керуватися вимогами ДБН В.2.1-10 і ДСТУ-Н Б В.2.1-28.

10.5 Розрахунок і проектування підсилення фундаментів і основ

10.5.1 Розрахунок і проектування підсилення фундаментів мілкового закладання виконується відповідно до ДБН В.2.1-10.

При збільшенні площі подошви фундаментів необхідно враховувати зростання глибини активної зони основ фундаментів і відмінності деформаційних та міцнісних характеристик ґрунтів під подошвою існуючих фундаментів і під уширеннями. Тиск під подошвою фундаменту, що підсилюється, визначається відповідно до додатка А.

10.5.2 Розрахунковий опір ґрунту R_d , кПа, під подошвою існуючого фундаменту з урахуванням ущільнення тиском від фундаменту визначається за фактичними показниками c_{II} , φ_{II} , γ_{II} несучого шару на глибині до 0,5 м під подошвою фундаменту відповідно до додатка Б.

10.5.3 Для попередніх розрахунків допускається визначати R_d за формулою:

$$R_d = R_0 m k_c, \quad (10.2)$$

де R_0 – розрахунковий опір природного (неущільненого) ґрунту, прийнятий згідно з ДБН В.2.1-10 як для нового будівництва, кПа;

m – коефіцієнт, що враховує зміну фізико-механічних властивостей ґрунту за період експлуатації будинку (споруди), прийнятий у залежності від ступеня обтиснення ґрунту p/R_0 .

При $p/R_0 > 0,8$ $m = 1,3$;

при $p/R_0 = 0,7 - 0,8$ $m = 1,15$;

при $p/R_0 < 0,7$ $m = 1,0$;

p – тиск під подошвою існуючого фундаменту, кПа;

k_c – коефіцієнт, що характеризує зміну стискальності ґрунту і приймається згідно з таблицею 10.1 у залежності від ступеня реалізації граничного осідання фундаменту (відношення розрахункового осідання s_d при тиску, що дорівнює розрахунковому, до гранично-допустимого осідання s_u).

10.5.4 Для пилувато-глинистих ґрунтів з показником консистенції $I_L \geq 0,5$ і строком експлуатації менше ніж 15 років і для будинків на ґрунтах різних видів у випадку, якщо розрахункове осідання при тиску, що дорівнює допустимому, перевищує 70 % граничного осідання, навантаження допускається збільшувати тільки в межах значень величини R_0 .

10.5.5 Якщо в існуючому будинку є тріщини і ознаки нерівномірних деформацій, навантаження на основу під існуючими фундаментами не рекомендується приймати більше ніж R_0 .

Таблиця 10.1 – Залежність коефіцієнта k_c від ступеня реалізації граничного осідання фундаменту

Ґрунт	Значення коефіцієнта k_c при s_d/s_u , що дорівнює	
	0,2	0,7
Піски:		
крупні і середньої крупності	1,4	1,0
дрібні	1,2	1,0
пилуваті	1,1	1,0
пилувато-глинисті:		
$I_L \leq 0$	1,2	1,0
$I_L \leq 0,5$ (при строку експлуатації більше 15 років)	1,1	1,1

Примітка. Для проміжних значень k_c приймають шляхом інтерполяції.

10.5.6 При виконанні перевірних розрахунків тисків на ґрунт під подошвою підсиленого позacentрово навантаженого стовпчастого фундаменту будівель з мостовими кранами вантажопідйомністю 75 т і вище, труб, доменних печей та інших споруд баштового типу, а також фундаментів відкритих кранових естакад із кранами вантажопідйомністю 15 т і вище при розрахунковому опорі ґрунту основи не вище ніж 0,15 МПа епюра тисків на ґрунт під подошвою фундаменту повинна мати трапеїдальну форму з відношенням крайових тисків $p_{\min}/p_{\max} \geq 0,25$.

10.5.7 Розрахунок додаткових фундаментів (що розвантажують основні) виконується з урахуванням глибини їх закладання та взаємного впливу з існуючими фундаментами. За необхідності заглиблення нового фундаменту нижче глибини закладання існуючого дотримуються умови (4) ДБН В.2.1-10.

10.5.8 При проектуванні підсилення основ і фундаментів визначаються розрахунком величини прогнозованих осідань з урахуванням зміни розмірів фундаментів у плані і по глибині, зміни навантажень на них, глибини активної зони тощо. При цьому визначається можлива нерівномірність осідань.

10.5.9 Розрахунок і проектування палей і їх основ при підсиленні фундаментів виконується згідно ДБН В.2.1-10. При цьому палі підсилення повинні передавати на основу додаткову частину зовнішнього навантаження, а також запобігати і забезпечувати стабілізацію подальших осідань фундаментів і деформацій наземних конструкцій. Виключення з роботи по ґрунту існуючих фундаментних конструкцій допускається тільки при встановленні їх повної технічної непридатності.

10.5.10 Для підсилення фундаментів застосовуються вертикальні палі. Похилі палі допускається використовувати лише за неможливості влаштування вертикальних палей або за наявності горизонтальних навантажень на фундамент.

10.5.11 Несуча здатність похилої палі за матеріалом стовбура та ґрунтом визначається розрахунком згідно ДБН В.2.1-10 на одночасну дію поздовжньої і горизонтальної сил, що одержують від розкладання вертикального навантаження на палю вздовж і поперек її осі, а також згинального моменту при жорсткому закладанні палі у фундамент.

Крім того, стовбур похилої палі перевіряється розрахунком на згин від тиску ґрунту, що передається від подошви існуючого фундаменту.

10.5.12 Розрахункову несучу здатність палі, що вдавлюється по ґрунту F_d , кН, у непросадних ґрунтах допускається визначати за формулою:

$$F_d = \frac{N_{c,\max}}{\gamma_c} k_{g,t}, \quad (10.3)$$

де $N_{c,\max}$ – зусилля вдавлення палі наприкінці занурення, кН;

γ_c – коефіцієнт надійності, прийнятий 1,2;

$k_{g,t}$ – коефіцієнт, що враховує зміну несучої здатності палі в часі, який визначається у залежності від ґрунтів основи, відповідно до таблиці 10.2.

Величина $N_{c,\max}$ у формулі (10.3) призначається у межах її максимально можливого значення, обмеженого реактивним навантаженням, що допускається на упорні елементи, вантажопідйомністю домкратів (гідроциліндрів), що застосовуються для вдавлення, і несучою здатністю палі по матеріалу.

Таблиця 10.2 – Значення коефіцієнта $k_{g,t}$

Ґрунт, у який заглиблені нижні кінці паль	Ґрунт, що прорізується палями	Значення коефіцієнта $k_{g,t}$
Піски крупні, середньої крупності і дрібні	Піски крупні, середньої крупності і дрібні	0,9
	Пилувато-глинисті ґрунти при показнику консистенції: $I_L \leq 0,2$	0,95
	$0,2 < I_L \leq 0,5$	1,1
	$I_L > 0,5$	1,2
Пилувато-глинисті ґрунти	Пилувато-глинисті ґрунти при показнику консистенції: $I_L \leq 0,2$	1,0
	$0,2 < I_L \leq 0,5$	1,15
	$I_L > 0,5$	1,25

10.5.13 У всіх випадках прийняту в проекті несучу здатність паль рекомендується підтверджувати статичними випробуваннями дослідних паль відповідно до ДСТУ Б В.2.1-1.

10.5.14 Розрахунок і проектування упорних елементів, що передають навантаження на пали від несучих конструкцій будинку, що підсилюється, виконується відповідно до ДБН В.2.6-98 і ДБН В.2.6-162.

10.6 Особливості проектування і виконання робіт із підсилення основ і фундаментів на просадних ґрунтах

10.6.1 На майданчиках, складених просадними ґрунтами, склад вихідних інженерно-геологічних даних, передбачених ДБН А.2.1-1 і даним стандартом, рекомендується доповнювати:

- даними обстеження будинку (споруди) з виявленням його деформацій (нерівномірних осідань, тріщин, кренів, прогинів, вигинів, відколів, місцевих аварійних ушкоджень конструктивних елементів тощо) в ув'язуванні з зонами можливого (чи встановленого) обводнювання основи, вводами водоносних і теплових мереж, випусками каналізації, зовнішніми джерелами і приміщеннями з постійним неконтрольованим розливом води (душовими, умивальниками, туалетами), ділянками цеху з технологічним регулярним розливом води тощо;

- даними геодезичних спостережень за деформаціями будинку (споруди);

- даними про деформації сусідніх будинків (споруд), що знаходяться в аналогічних інженерно-геологічних умовах, і відомостями про виконання на них ремонтно-відновлювальних робіт і їх ефективності.

10.6.2 При виконанні інженерно-геологічних вишукувань враховується фактичний напружений стан ґрунтів основи, що визначається згідно з додатком 7 частини II ДБН В.1.1-5.

10.6.3 Розрахункові характеристики ґрунтів рекомендується визначати за даними лабораторних чи штампових випробувань з урахуванням гілок навантаження чи розвантаження як при природній вологості, так і в замоченому (водонасиченому) стані згідно з додатком 5 частини II ДБН В.1.1-5.

10.6.4 Дані інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань на майданчику об'єкта підсилення зіставляються з даними аналогічних вишукувань, на основі яких розроблялися проекти підсилення об'єктів, з метою виявлення взаємозв'язку між їх деформаціями і зміною (погіршенням) фізико-механічних властивостей ґрунтів основи за період експлуатації об'єктів.

10.6.5 Вибір способу ремонту або підсилення фундаменту існуючого будинку (споруди), який зведений на просадних ґрунтах і має наднормативні деформації, що перешкоджають його нормальній експлуатації, а також при реконструкції будинку (споруди) рекомендується виконувати з урахуванням:

а) характеру прояву деформацій наземних конструкцій (наростання, загасання, стабілізації, періодичності їх прояву – сезонного, регулярного, аварійного, одно– чи багаторічного тощо);

б) типу будинку (споруди) за характером виробничого процесу та ймовірністю обводнювання ґрунтів основи, у тому числі:

1) будинків (споруд) з технологічним процесом, що супроводжується регулярним розливом води чи водяних рідин на окремих ділянках або всій площі;

2) будинків (споруд), що не мають технологічного процесу з регулярним розливом води й інших рідин, але оснащених водонесучими мережами і пристроями з використанням водомістких технологій, а також приміщення побутового призначення з душовими кабінами, умивальними, туалетами тощо;

3) будинків (споруд), не оснащених водонесучими мережами і пристроями, за винятком систем зовнішнього водовідведення і зливової каналізації, з розташуванням зовнішніх водонесучих мереж на відстанях, що перевищують глибину просадної товщі у 1,5 раза;

в) наявності (відсутності) зовнішніх постійно діючих чи можливих (аварійних) джерел замочування ґрунтів основи (водоймищ, градирень, басейнів, ставків-накопичувачів, відстійників, резервуарів тощо), розташованих поблизу об'єкта підсилення;

г) тривалого витікання води з несправних водонесучих мереж і споруд водопроводу і каналізації, теплопостачання, зливозбірників, випусків зливової і побутової каналізації тощо;

д) підняття рівня ґрунтових вод (постійного чи сезонного);

е) щорічного затоплення території забудови паводковими водами;

ж) порушення умов природного стоку атмосферних і талих вод унаслідок відсутності необхідного вертикального планування забудованої території;

й) безконтрольного поливання зелених насаджень.

10.6.6 Ремонт і підсилення конструкцій, підсилення основ і роботи з відновлення експлуатаційної придатності будинків (споруд), що мають недопустимі деформації внаслідок просідання ґрунтів у основах їх фундаментів, виконуються тільки після комплексу інженерних заходів щодо усунення і попередження подальшого замочування ґрунтів основи фундаментів і максимально можливого зниження впливу факторів, перелічених у 10.6.5, та інструментального підтвердження стабілізації осідань фундаментів і деформації наземних конструкцій.

У тих випадках, коли з обґрунтованих причин (наприклад, при технологічному процесі з беззупинним розливом води) не можна виключити замочування ґрунтів основи, розробляються технічні рішення для максимально можливого зниження витоків води в ґрунт і підсилення (пристосування) конструкцій будинку (споруди) для сприйняття ним зусиль і впливів, викликаних деформаціями основи.

10.6.7 Підсилення фундаментів, зведених на просадних ґрунтах, способом збільшення опорної площі підшови допускається застосовувати при групах складності умов будівництва 1Б і 1В згідно з 2.8-2.12 частини II ДБН В.1.1-5. При цьому слід перевіряти розрахунком величину зростання величини зони просідання від зовнішнього навантаження $h_{sl,p}$ згідно з ДБН В.1.1-5 і, залежно від цього приймати рішення про доцільність (недоцільність) уширення стрічкових фундаментів або збільшення площі підшов стовпчастих фундаментів чи про використання інших способів підсилення.

10.6.8 У тих випадках, коли збільшення площі підшов існуючих фундаментів не може бути застосоване або його використання неефективне, застосовується підсилення фундаментів палями, що прорізають шари просадного ґрунту в основі фундаменту і спираються в шар не-просадного ґрунту необхідної міцності. З цією метою можуть застосовуватися палі різних типів (такі, що вдавлюються, буроін'єкційні, набивні тощо).

10.6.9 При визначенні несучої здатності паль підсилення, що прорізають товщу просадних ґрунтів, за можливості проявлення просідання ґрунту біля паль враховується довантажувальна сила по бічній поверхні цих паль.

10.6.10 Для зниження величини або виключення довантажувальних сил по бічній поверхні паль підсилення можна застосовувати антифрикційні покриття (змащення) бетонної поверхні паль, влаштувати захисні екрани або використовувати інші, перевірені практикою, інженерні прийоми і способи.

10.6.11 За відповідного обґрунтування та певного досвіду робіт із позитивними результатами у процесі експлуатації будинку (споруди) допускається для закріплення просадного ґрунту застосовувати методи закріплення основ відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.1-28 та даного стандарту.

10.6.12 Підсилення фундаментів виробничих будівель допоміжного призначення (складських, адміністративних, побутового призначення тощо) допускається виконувати шляхом розширення підшов стрічкових чи збільшення площі підшов стовпчастих фундаментів виходячи з умови:

$$p \leq p_{sl}, \quad (10.4)$$

де p – середній тиск під підшовою фундаменту, що підсилюється, від повного навантаження, переданого ним на основу після закінчення робіт з підсилення, кПа;

p_{sl} – середня величина початкового тиску просідання ґрунту в межах глибини верхньої зони просідання від зовнішнього навантаження $h_{sl,p}$, кПа.

Розрахунок підсилення фундаментів за умови (10.4) варто застосовувати тільки на майданчиках із групою складності умов будівництва 1-А (при неусунутій просадності ґрунтів у зоні навантаження $h_{sl,p}$) і відсутності просідання ґрунтів основи від власної ваги. При величині початкового тиску просідання $p < 100$ кПа підсилення фундаментів відповідно до умови (10.4) не допускається.

При групі складності умов будівництва 1-Б (за наявності під фундаментами, що підлягають підсиленню, ущільненого ґрунтового екрана) і за відсутності просідання товщі ґрунту від власної ваги розрахунок підсилення виконується за умовою:

$$p \leq R, \quad (10.5)$$

де R – розрахунковий опір ґрунтів основи з усунутою просадністю (тобто ущільненого ґрунтового екрана) під підшовою фундаменту, кПа.

При цьому перевіряється, щоб сумарні тиски на підшві ущільненого ґрунтового екрана (від навантаження p , що розподіляється по глибині, і власної ваги ґрунту основи й екрана, що ущільнюється) не перевищували початкового тиску просідання ґрунтів, що лежать нижче екрана. Якщо зазначена умова не виконується, розрахунок підсилення фундаментів відповідно до умови (10.5) виконувати не можна. У таких випадках застосовується підсилення (закріплення) ґрунту основи або прорізання просадних шарів згідно з 10.6.8 і 10.6.11.

При групі складності умов будівництва 1-В і відсутності просідання ґрунтів основи від власної ваги підсилення фундаментів може виконуватися за умовою:

$$p \leq R_{sat}, \quad (10.6)$$

де R_{sat} – розрахунковий опір ґрунтів основи під підшовою фундаменту, що обчислюється згідно з ДБН В.2.1-10 за фізико-механічними показниками ґрунтів при коефіцієнті водонасичення $S_r = 0,8$.

10.6.13 Не допускається підсилення фундаментів виробничих будинків, оснащених крановим устаткуванням, а також будинків (споруд) зі складними схемами передачі навантажень на основу, багатоповерхових каркасних і безкаркасних будинків, споруд з мокрим технологічним процесом, баштових споруд, димарів, водонаповнених споруд тощо, згідно з (10.4), незалежно від групи складності умов будівництва згідно з 2.8 ДБН В.1.1-5. У цьому разі потрібно керуватися умовами 10.6.7.

10.6.14 При розрахунку і проектуванні конструкцій підсилення основ і фундаментів в умовах будівництва груп складності 2-А, Б, В, крім вимог 10.5.8, варто також урахувати викривлення

основи при замочуванні ґрунтів унаслідок їх просідання від власної ваги відповідно до додатка 2 ДБН В.1.1-5.

10.7 Особливості ремонту і підсилення основ, фундаментів і наземних конструкцій на підроблюваних територіях

10.7.1 Ремонт і підсилення основ, фундаментів і наземних конструкцій на підроблюваних територіях виконується з врахуванням положень частини I ДБН В.1.1-5.

10.7.2 Території, під якими промислові запаси корисних копалин повністю відпрацьовані чи законсервовані на невизначений термін, через два роки після останнього підріткту вважаються непідроблюваними. Ремонт і підсилення основ, фундаментів і надземних конструкцій будинків і споруд на таких територіях здійснюється за нормами для звичайних умов експлуатації. При цьому враховуються фактори, що несприятливо впливають на умови експлуатації будинків і споруд:

- підтоплення території в результаті зміни висотних позначок, а також у результаті припинення експлуатації гірничодобувного підприємства;
- зміна фізико-механічних характеристик ґрунтів у результаті їх розсуцільнення чи доуцільнення від дії горизонтальних деформацій земної поверхні;
- ексцентриситети прикладання навантажень, викликані переміщенням конструкцій у результаті зрушення земної поверхні;
- нерівномірні осідання опорних частин технологічного, у т.ч. транспортного устаткування, викликані впливом підземних гірничих виробок;
- зміна міцності і деформаційних характеристик матеріалів конструкцій у результаті складного напруженого стану під впливом підземних гірничих виробок;
- розгерметизація стиків і швів збірних конструкцій у результаті зміщення конструктивних елементів під впливом підземних гірничих виробок;
- залишкові напруження у трубопровідних комунікаціях;
- зміна ухилів самопливних каналізаційних і дренажних систем;
- порушення суцільності основи і небезпека проникнення в будинки і споруди метану з гірничих виробок.

Усі перелічені фактори враховуються при проведенні додаткових інженерно-геологічних вишукувань і матеріалів інструментальних обстежень будинків і споруд.

10.7.3 Ремонт і підсилення основ, фундаментів і наземних конструкцій промислових будинків та споруд на підроблюваних територіях здійснюється відповідно до проекту будівельних засобів захисту на підставі матеріалів натурних обстежень.

10.7.4 З метою врахування в проектах будівельних засобів захисту змін гірничо-геологічних умов, систем розробок і технології ведення гірничих робіт, а також стану і характеру експлуатації об'єкта будівельні заходи захисту, прийняті при проектуванні будинків і споруд, підлягають повторному розгляду і, за необхідності, уточненню за рік до початку впливу підземних гірничих виробок на об'єкт.

10.7.5 Для обстеження і вибору заходів захисту об'єктів на підроблюваних територіях їх рекомендується розділяти на критичні об'єкти і класифікаційні групи, що складаються з одного і більше об'єктів. У кожній класифікаційній групі вибирається найбільш характерний для неї об'єкт-представник.

Критичний об'єкт:

- має високу соціальну значимість;
- відіграє значну роль у забезпеченні функціонування населеного пункту чи промислового підприємства;
- є недубльованим і дублювання його неможливе чи обмежене;
- не допускає або обмежує зупинки для виконання ремонтних робіт;
- є вогне- чи вибухонебезпечним або не виключається хімічне, радіаційне чи бактеріологічне зараження середовища при його деформуванні або ушкодженні.

Класифікаційна група формується з об'єктів, що мають загальні ознаки:

- за формою, геометричними розмірами, об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями, розрахунковою схемою, технічним станом конструкцій;
- за ступенем захисту від впливу гірничих виробок будівельними заходами, що здійснюються при будівництві об'єкта;
- за інженерно-геологічними, гідрологічними і гірничо-геологічними умовами;
- за впливом технологічного процесу або його наслідків на елементи об'єкта.

Об'єкт-представник, обраний із класифікаційної групи об'єктів, характеризується такими ознаками:

- має найбільшу довжину в плані по лінії навхрест простягання пластів;
- зазнає найбільших деформацій земної поверхні;
- має найбільший ступінь зношення елементів;
- є найбільш відповідальним у забезпеченні нормальної експлуатації населеного пункту чи промислового підприємства.

10.7.6 Будівельні заходи захисту призначаються у залежності від прогнозу технічного стану об'єкта на підроблюваній території на основі результатів техніко-економічного порівняння варіантів заходів захисту. За способом захисту об'єкта будівельні заходи розподіляються на такі групи:

- заходи щодо компенсації, призначені для повного чи часткового усунення впливів підроблюваної основи на об'єкт (поділ об'єкта на відсіки з улаштуванням деформаційних швів та компенсаційних траншей, ізоляція основи під об'єктом від масиву, що зрушується, зменшення експлуатаційних навантажень, перетворення конструктивної схеми об'єкта чи його елементів зі зниженням ступеня статичної невизначеності системи, зміна фізико-механічних властивостей основи тощо);

- заходи з підсилення, призначені для повного сприйняття об'єктом впливів підроблюваної основи (підсилення конструкцій і в'язей, збільшення площі опирання елементів, установлення додаткових вертикальних і горизонтальних в'язей, влаштування блоків жорсткості, усунення наслідків фізичного зношення конструкції, заміна окремих конструктивних елементів тощо);

- заходи з вирівнювання, призначені для виправлення положення об'єкта, його частини або окремих елементів, деформованих впливами підроблюваної основи (способи підйому, опускання, виймання ґрунту з основи, горизонтального переміщення тощо);

- заходи з відновлення нормальної експлуатаційної придатності об'єкта, порушеної впливами підроблюваної основи (виконання післясадочних, позачергових, поточних і капітальних ремонтів тощо).

10.7.7 Робоча документація на будівельні заходи захисту розробляється для критичних об'єктів і об'єктів-представників на основі розрахунків конструкції на аварійне сполучення навантажень, що включає розрахункові параметри деформацій земної поверхні з урахуванням технічного стану об'єкта, встановленого в результаті детального обстеження.

За відповідно техніко-економічного обґрунтування допускається проектувати будівельні заходи захисту без виконання розрахунків конструкції для об'єктів класифікаційної групи за аналогією з заходами захисту, розробленими для об'єкта – представника зазначеної класифікаційної групи.

10.7.8 Будівельні заходи захисту повинні забезпечувати один з наступних станів об'єкта:

- придатність до нормальної експлуатації на весь період впливу підземних гірничих виробок або до моменту реконструкції чи ліквідації об'єкта;

- придатність до експлуатації на весь період впливу підземних гірничих виробок або до моменту реконструкції чи ліквідації об'єкта;

- придатність до експлуатації на період впливу підземних гірничих виробок, передбачених затвердженим гірничо-геологічним обґрунтуванням будівництва.

Вибір розрахункового стану об'єкта виконується на підставі техніко-економічного зіставлення варіантів.

10.7.9 Придатність об'єкта до нормальної експлуатації забезпечується розрахунками конструкцій за двома групами граничних станів відповідно до ДБН В.1.2-14.

Придатність об'єкта до експлуатації забезпечується розрахунками конструкцій за першою групою граничних станів (втрата несучої здатності) і (чи) повна непридатність до експлуатації. При цьому розрахунки конструкцій за другою групою граничних станів (непридатність до нормальної експлуатації) не виконують.

При розрахунках конструкцій рекомендується використовувати деформаційні критерії граничних станів першої групи:

- деформації матеріалів, установлені дослідним шляхом чи за довідковими даними (деформації арматури, що відповідають початку текучості, зміцнення і розриву арматури; деформації бетону, що відповідають досягненню напружень тріщиноутворення, гранична стисливість бетону; деформації сталевих конструкцій, що відповідають початку текучості, зміцнення і розриву або втраті стійкості конструкції в найбільш напруженому перерізі чи елементі; деформації основи, що відповідають вичерпанню його несучої здатності тощо);

- узагальнені деформації і переміщення (кривизна, відносні переміщення, крени тощо), що встановлюються попередніми розрахунками за результатами детального обстеження з використанням простих деформаційних критеріїв (деформацій матеріалів).

10.7.10 Для розрахунку конструкцій будинків на підроблюваних територіях рекомендується використовувати нелінійні методи. При цьому враховується складний характер навантаження об'єкта. Допускається складне навантаження представляти послідовністю простих навантажень від таких впливів:

- навантаження основного сполучення;
- деформації земної поверхні від впливу підземних гірничих виробок, що проявилися до моменту обстеження об'єкта;
- розрахункові деформації земної поверхні від запланованих розробок.

10.7.11 До робочої документації на будівельні заходи захисту, що не забезпечують придатність об'єкта, який зберігається, до нормальної експлуатації, включаються вимоги про необхідність виконання післясадочних, поточних і капітальних ремонтів з метою періодичного відновлення придатності об'єкта до нормальної експлуатації.

10.7.12 У робочій документації на будівельні заходи захисту, за необхідності, передбачається проведення інструментальних спостережень за деформаціями конструкцій і осіданнями (переміщеннями) основи.

10.7.13 Рекомендується розробляти проектні рішення щодо будівельних заходів захисту з забезпеченням їх здійснення без зупинки технологічних процесів. З цією метою виконання будівельних заходів захисту варто передбачати по захватках, із влаштуванням тимчасових кріплень, дублюючих мереж, з підключенням резервних потужностей, проведенням проміжних налагоджувальних робіт тощо.

10.7.14 Здійснення будівельних заходів захисту, що передбачають вирівнювання будинків, експлуатація яких пов'язана з постійним перебуванням людей, допускається тільки за умови тимчасового припинення експлуатації будинків на період виконання будівельно-монтажних робіт.

10.7.15 Будівельні заходи захисту повинні у необхідних випадках забезпечувати захист будинків і споруд від проникнення метану шляхом улаштування захисних екранів дренажних каналів і випусків, вентиляції підвалів, виробничих приміщень та іншими способами відповідно до частини I ДБН В.1.1-5.

10.8 Вимоги до виконання робіт

10.8.1 Роботи з ремонту і підсилення фундаментів рекомендується виконувати згідно з ДСТУ-Н Б В.2.1-28 і цим стандартом.

10.8.2 До початку робіт з ремонту і підсилення фундаментів забезпечується підготовка будівельного виробництва, що включає підготовчі заходи і внутрішньомайданчикові підготовчі роботи.

10.8.3 До підготовчих заходів належать:

- вирішення питань про умови використання існуючих транспортних і інженерних комунікацій для потреб підрядної організації, а також питань виготовлення упорних і несучих елементів;
- узгодження режиму роботи реконструйованого чи аварійного підприємства на період робіт з підсилення фундаментів з урахуванням збереження, за можливості, діяльності промислових підприємств;
- визначення черговості підсилення фундаментів у конкретних умовах і з врахуванням можливостей підрядника;
- організація інструментального геодезичного і візуального спостережень по маяках за поведінкою несучих конструкцій будинку, що підсилюється;
- інструктаж виконавців про особливості будинку, що підсилюється, у проекті проведення робіт, про контроль якості і заходи безпеки робіт.

10.8.4 Внутрішньомайданчикові підготовчі роботи включають:

- забезпечення доступу до фундаментів і, за необхідності, закладання шурфів;
- влаштування необхідних монтажних прорізів, електроосвітлення, вентиляції, а також підведення комунікацій відповідно до проекту виконання робіт;
- монтаж допоміжних підйомно-транспортних пристроїв і механізмів;
- організацію тимчасових складських майданчиків і облаштування побутових приміщень;
- комплектацію майданчика необхідними механізмами й устаткуванням;
- забезпечення конструкціями, деталями і матеріалами відповідно до робочих креслень.

10.8.5 Перед початком робіт з підсилення знімаються відліки по всіх настінних геодезичних марках і фіксується стан настінних маяків. Надалі інструментальні геодезичні спостереження за осіданнями конструкцій об'єкта проводяться протягом усього періоду робіт з підсилення основ і фундаментів.

10.8.6 Роботи з підсилення фундаментів і закріплення основ проводяться в послідовності, встановленій проектом.

10.8.7 Не допускається залишати котловани і траншеї відкритими під час дощів і сніготанення. За неможливості уникнути цього і для продовження робіт передбачаються заходи для відкачування води з дна котлованів (траншей), не допускаючи її накопичення і фільтрації в ґрунт.

10.8.8 Якщо в процесі робіт з підсилення фундаментів і (чи) основ виявляться їх незатухаючі осідання або інші неприпустимі деформації, роботи з підсилення на цій ділянці об'єкта необхідно припинити до виявлення і ліквідації причин, що викликали осідання, і їх стабілізації.

10.8.9 У тих випадках, коли нерівномірні осідання фундаментів загрожують стійкості конструкцій будинку (споруди) або викликають небезпеку обвалення, необхідно встановлювати тимчасові опори і кріплення.

10.8.10 У процесі підсилення фундаментів ведуться журнал виконання робіт, журнали влаштування паль і складаються акти на закриття прихованих робіт.

10.8.11 Особлива увага при виконанні робіт приділяється забезпеченню контролю параметрів, наведених у таблиці 10.3.

Таблиця 10.3 – Граничні відхили параметрів, контрольованих при проведенні робіт із підсилення фундаментів

Контрольовані параметри	Граничні відхили
При підсиленні фундаментів багатосекційними палями, що вдавлюються	
Зусилля вдавлювання наприкінці занурення останньої секції, кН	± 5,0
Глибина занурення нижнього кінця першої секції, м	± 0,5
Положення палі в плані, мм	± 50
Відхил форсекції від вертикалі при установці під домкрат, мм	± 5
При підсиленні фундаментів буронабивними палями	
Діаметр свердловини, мм	± 10
Глибина свердловини, мм	+ 500
Вертикальність свердловини, %	1
Наявність розпушеного ґрунту у вибої свердловини	Не допускається
Відхил об'єму укладеного бетону від об'єму свердловини за геометричними об'ємами, %	+ 10
Міцність бетону (за контрольними кубиками), %	+ 10
Відхил положення палі в плані, мм	± 50
При підсиленні фундаментів буроін'єкційними палями	
Глибина занурення шнека, мм	+ 500
Діаметр паль у головній частині, мм	+ 20
Відхил об'єму укладеного бетону від об'єму свердловини за геометричними об'ємами, %	+ 10
Відхил положення палі в плані, мм	± 100
При підсиленні збільшенням опорної площі і поглибленні фундаментів	
Відповідність ґрунту під подошвою фундаменту прийнятому в проекті	Відхили неприпустимі
Щільність ґрунту основи	Те саме

10.8.12 Для пальових варіантів підсилення, крім вище зазначених параметрів, контролюється несуча здатність паль шляхом проведення статичних випробувань відповідно до ДСТУ Б В.2.1-1 та ДБН В.2.1-10.

Додаткові вимоги до виконання робіт на майданчиках, складених просадними ґрунтами

10.8.13 У разі виконання робіт на майданчиках, складених просадними ґрунтами, проект організації будівельних робіт розробляється з урахуванням особливостей просадних ґрунтів і до нього додатково включаються:

- дані про ґрунтові умови майданчика (ділянки) із зазначенням можливості просідання ґрунтів від власної ваги і викривлення земної поверхні (для розроблення заходів щодо запобігання замочуванню ґрунтів основи);
- вказівки щодо здатності ґрунтів основи до просідання під зовнішнім навантаженням при місцевих замочуваннях (на окремих ділянках споруди, у місцях складування вантажів, матеріалів, виробів, устаткування тощо);

- план майданчика із зазначенням рівня ґрунтових вод, суміщений зі схемою нашарувань просадних ґрунтів;
- проект вертикального планування майданчика об'єкта із зазначенням шляхів відведення поверхневих вод (атмосферних, талих, аварійних), а також води із сусідніх (прилеглих) майданчиків;
- план розташування зовнішніх водоносних мереж і споруд із зазначенням засувок і запірних пристроїв.

10.8.14 При виконанні будівельно-монтажних робіт на майданчиках, складених просадними ґрунтами, передбачаються:

- комплексні водозахисні заходи, що забезпечують відведення поверхневих вод з території (майданчика), на якій ведуться роботи, не допускаючи їх накопичення поблизу відкритих котлованів і траншей;
- розміщення ділянок складування матеріалів, виробів, устаткування тощо таким чином, щоб вони не перетинали шляхів природного стоку поверхневих вод у каналізацію або в спеціально відведені місця.

10.8.15 Під час проведення робіт із улаштування паль підсилення на майданчиках, складених просадними ґрунтами, при випадковому (аварійному) замочуванні ґрунтів основи на частині будинку (споруди), де підведення паль підсилення ще не виконано, можуть виникати неприпустимі нерівномірні осідання фундаментів стосовно тієї частини об'єкта, де підведення паль уже завершено. При великих обсягах робіт із улаштування паль підсилення і їх тривалості в часі влаштування тимчасове підсилення конструкцій об'єкта за допомогою бандажів, поясів, в'язей, закладання прорізів, сталевих об'ємів на стовпах і простінках, підведення дублюючих елементів покриття чи перекриття тощо. Після завершення робіт із улаштування паль підсилення під усім об'єктом і стабілізації осідання тимчасове підсилення може бути демонтоване.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ ПІД ПІДОШВОЮ ПІДСИЛЮВАНОГО ФУНДАМЕНТУ

A.1 Розрахунок тисків під підшоною підсилюваного фундаменту виконується для кожної стадії проведення робіт.

A.2 Розрахунок тисків передбачає:

а) визначення тиску під підшоною існуючого фундаменту в період підсилення від експлуатаційних значень навантажень і власної ваги фундаменту, при цьому перевіряються умови:

$$\begin{aligned} p_0 &\leq R_d, \\ p_{x,\max} &\leq 1,2R_d, \\ p_{y,\max} &\leq 1,2R_d, \\ p_{xy,\max} &\leq 1,5R_d, \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

де R_d – розрахунковий опір ґрунту основи існуючого фундаменту з урахуванням тривалої його експлуатації й риття котловану при його підсиленні, кПа (тс/м²);

p_0 – середній тиск під підшоною існуючого фундаменту, кПа (тс/м²);

$p_{x,\max}$, $p_{y,\max}$ – максимальні крайові тиски при дії згинальних моментів уздовж осей x та y відповідно, кПа (тс/м²);

$p_{xy,\max}$ – максимальний тиск у кутовій точці позацентрово навантаженого фундаменту, кПа (тс/м²);

б) визначення тиску під підшоною підсиленого фундаменту від додаткових навантажень, що прикладаються до фундаменту, при цьому враховуються співвідношення \bar{E}_t , модулів загальної деформації ґрунту під існуючою та новою частинами підсиленого фундаменту за формулою:

$$\bar{E}_t = \frac{1 - \bar{p}_0 + (\bar{R}_t - 1) \cdot \frac{E_t}{E_0}}{\bar{R}_t - \bar{p}_0}, \quad (\text{A.2})$$

де $\bar{R}_t = \frac{R_t}{R_0}$;

\bar{p}_0 та E_t – визначають згідно з формулами (Б.2) та (Б.7) додатка Б даного стандарту, а визначення R_0 та R_t , див. там же.

Напруження під підшоною фундаменту від додаткового вертикального навантаження N_{ad} , кН (тс), визначаються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= \frac{N_{ad}}{A_1 + \frac{A_2}{E_t}}, \\ p_2 &= \frac{N_{ad}}{A_1 \cdot \bar{E}_t + A_2}, \end{aligned} \right\} \quad (\text{A.3})$$

де A_1 – площа підшови наявної частини фундаменту, м²;

A_2 – площа підшови нової частини фундаменту, м²;

p_1 – середній тиск під існуючим фундаментом, кПа (тс/м²);

p_2 – те саме під новою частиною підсиленого фундаменту, кПа (тс/м²).

Напруження під підшоною фундаменту від додаткових згинальних моментів M_{ad} , кН·м (тс·м), уздовж кожної осі фундаменту визначаються за формулами:

$$\left. \begin{aligned} p_{11} &= \pm \frac{M_{ad}}{W_1 + \frac{W_2}{E_t}}, \\ p_{12} &= \pm \frac{M_{ad}}{W_1 \cdot E_t + W_2}, \\ p_2 &= p_{12} \cdot \frac{l_2}{l_1}, \end{aligned} \right\} \quad (\text{A.4})$$

- де p_{11} – тиск під подошвою старого фундаменту на межі з новою його частиною, кПа (тс/м²);
 p_{12} – тиск під подошвою нової частини фундаменту на межі зі старим фундаментом, кПа (тс/м²);
 p_2 – крайовий тиск під подошвою підсиленого фундаменту, кПа (тс/м²);

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= \frac{b_1 \cdot l_1^2}{6}, \\ W_2 &= \frac{1}{6l_1} \cdot (b_2 \cdot l_2^3 - b_1 \cdot l_1^3), \end{aligned} \right\} \quad (\text{A.5})$$

- де l_1, b_1 – розміри існуючого фундаменту уздовж і поперек осі дії згинального моменту, м;
 l_2, b_2 – те саме для підсиленого фундаменту, м;

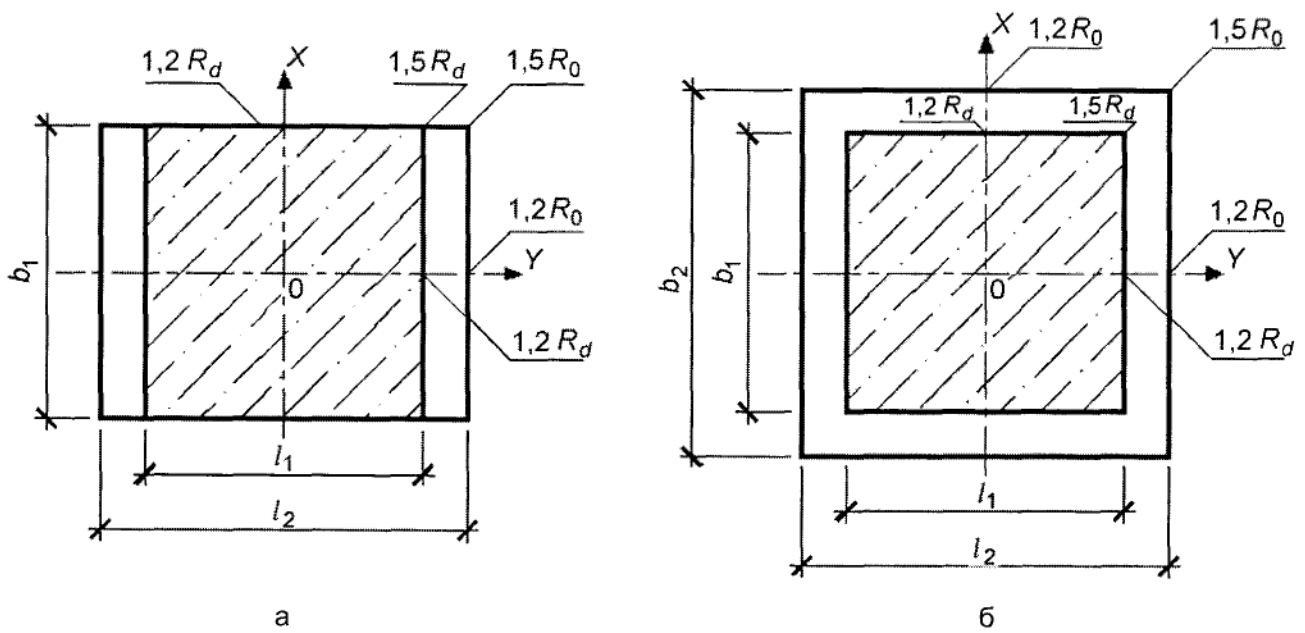
в) перевірку виконання обмежень тисків біля країв подошви фундаменту від дії на нього сумарних навантажень після підсилення.

Для стовпчастих фундаментів, розширюваних в одному і двох напрямках, обмеження контактних тисків наведені на рисунку А.1,а і А.1,б. Для стрічкових фундаментів обмеження тисків під подошвою наведені на рисунку А.2.

г) перевірку обмежень для середніх тисків під старою і новою частинами підсилюваного фундаменту від дії сумарних навантажень після підсилення

$$\left. \begin{aligned} \sum p_1 &\leq R_d, \\ \sum p_2 &\leq R_0, \end{aligned} \right\}; \quad (\text{A.6})$$

д) обмеження мінімальних крайових тисків, що приймаються в залежності від призначення фундаменту згідно з 2.207 "Посібника з проектування основ будинків і споруд" до СНиП 2.02.01.



а – для фундаментів, що розширюються в одному напрямку; б – для фундаментів, що розширюються в двох напрямках

Рисунок А.1 – Обмеження контактних тисків для стовпчастих фундаментів

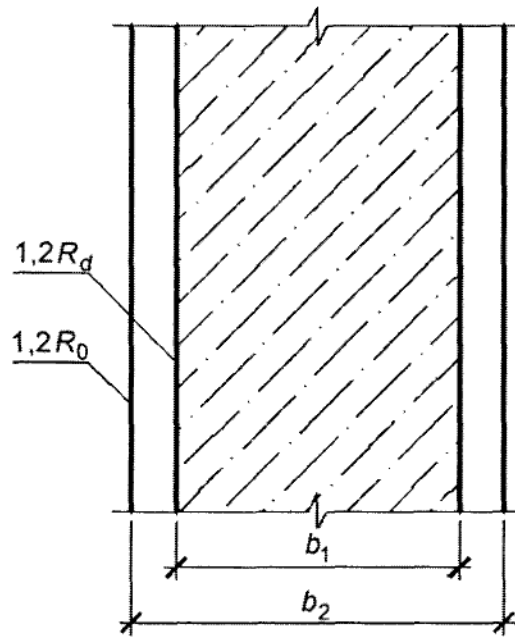


Рисунок А.2 – Обмеження тисків під підшовою стрічкових фундаментів

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

**ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ОПОРУ ҐРУНТУ
ТРИВАЛО НАВАНТАЖЕНОЇ ОСНОВИ**

Б.1 Розрахунковий опір ґрунту тривало навантаженої основи R_d , кПа (тс/м²), визначається за формулою:

$$R_d = R_0 + (R_t - R_0) \frac{E_t}{E_0}, \quad (\text{Б.1})$$

- де R_0 – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа (тс/м²), згідно з ДБН В.2.1-10 при значеннях кута внутрішнього тертя $\varphi_{II} = \varphi_0$, град. і питомого зчеплення $c_{II} = c_0$, кПа (тс/м²), що відповідають ненавантаженої основи;
- E_0 – модуль деформації ґрунту ненавантаженої основи, МПа (кгс/м²);
- E_t – модуль деформації ґрунту тривало навантаженої основи, МПа (кгс/м²), при середньому тиску під подошвою P_0 , кПа (тс/м²);
- R_t – розрахунковий опір ґрунту основи згідно з ДБН В.2.1-10 при характеристиках міцності ґрунту $\varphi_{II} = \varphi_t$ і $c_{II} = c_t$, що відповідають тривало навантаженої основи, кПа (тс/м²).

В.2 Розрахункові міцнісні і деформаційні характеристики ґрунту тривало навантаженої основи залежать від виду ґрунту, тривалості навантаження t (років) і інтенсивності середнього тиску \bar{p}_0

$$\bar{p}_0 = \frac{p_0}{R_0}. \quad (\text{Б.2})$$

Кут внутрішнього тертя ґрунту φ_t , град.

$$\varphi_t = \varphi_0 \cdot \left(1 + \bar{p} \cdot \rho_\varphi \cdot \sqrt[3]{t}\right), \quad (\text{Б.3})$$

де \bar{p} – ступінь обтиснення основи існуючого фундаменту додатковим тиском

$$\bar{p} = \frac{\bar{p}_0 - \bar{p}_\gamma}{1 - \bar{p}_\gamma}, \quad (\text{Б.4})$$

а \bar{p}_γ – інтенсивність тиску від власної ваги ґрунту на рівні подошви фундаменту

$$\bar{p}_\gamma = \frac{\gamma'_{II} \cdot d}{R_0}. \quad (\text{Б.5})$$

Питоме зчеплення ґрунту c_t , кПа (тс/м²)

$$c_t = c_0 \cdot \left(1 + \bar{p} \cdot \rho_c \cdot \sqrt[3]{t}\right). \quad (\text{Б.6})$$

Максимальний модуль деформації ґрунту E_t , МПа

$$E_t = E_0 \cdot \left(1 + \rho_E \cdot \sqrt[3]{t}\right), \quad (\text{Б.7})$$

де d – глибина закладання подошви фундаменту, м;

γ'_{II} – розрахункове значення питомої ваги ґрунту, що залягає вище подошви фундаменту, кН/м³ (тс/м³);

ρ_φ , ρ_c , ρ_E – безрозмірні коефіцієнти, що визначаються за формулами:

$$\rho_\varphi = \alpha_\varphi \left(1 - \frac{\varphi_0}{45^\circ}\right), \quad (\text{Б.8})$$

$$\rho_c = 0,025 + \alpha_c \cdot e \cdot (1 + 0,3 \cdot I_L), \quad (\text{Б.9})$$

$$\rho_E = 0,09 + \alpha_E \cdot e \cdot (1 + 0,2 \cdot I_L), \quad (\text{Б.10})$$

де e – коефіцієнт пористості;

I_L – показник текучості для глинистих ґрунтів, для піщаних – $I_L = 0$;

$\alpha_\varphi, \alpha_c, \alpha_E$ – коефіцієнти, прийняті за таблицею Б.1

Таблиця Б.1 – Значення коефіцієнтів $\alpha_\varphi, \alpha_c, \alpha_E$

Коефіцієнт	Найменування ґрунтів				
	Піски		Пилувато-глинисті		
	крупні, середні	дрібні, пилуваті	супіски	суглинки	глини
α_φ	0,070	0,090	0,055	0,040	0,035
α_c	0,250	0,350	0,110	0,070	0,040
α_E	0,200	0,300	0,100	0,060	0,035

ДОДАТОК В
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Положення про єдину державну систему цивільного захисту, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 09 січня 2014 р. № 11.
2. Руководство по проектированию и устройству фундаментов из буронабивных свай и опор-колонн. К., НДІБВ, 1991. (Керівництво з проектування і влаштування фундаментів з буронабивних паль і опор-колон).

Код УКНД 91.080, 93.020, 91.090

Ключові слова: ремонт, підсилення, ґрунт, розрахунковий опір, несучі та огорожувальні конструкції, основи і фундаменти.