



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ЄВРОКОД 8.
ПРОЕКТУВАННЯ СЕЙСМОСТІЙКИХ КОНСТРУКЦІЙ
Частина 6. БАШТИ, ВЕЖІ І ДИМОВІ ТРУБИ
(EN 1998-6:2005, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1998-6:201X
(Проект, остаточна редакція)

**Київ
Мінрегіон України
201X**

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП НДІБК)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Ю. Немчинов**, доктор техн. наук; **О. Хавкін**, канд. техн. наук, (науковий керівник); **В. Тарасюк**, канд. техн. наук; **М. Мар’єнков**, канд. техн. наук; **Ю. Калюх**, доктор техн. наук; **Т. Каргопольцева**; **Т. Мірошник**; **А. Скрипченко**; **А. Юров**

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Мінрегіону України від __. __.201X № ____ з _____

3 Національний стандарт відповідає EN 1998-6:2005 Eurocode 8 - Desing of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys (Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 6. Башти, вежі і димові труби)

Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

Цей стандарт видано з дозволу CEN

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

**Право власності на цей документ належить державі.
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований
і розповсюджений як офіційне видання без дозволу
Міністерства регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства України**

©Мінрегіон України, 201X

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад EN 1998-6:2005 Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys (Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 6. Башти, вежі і димові труби).

EN 1998-6:2005 «Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys» підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250 «Structural Eurocodes» (Єврокоди конструкцій), секретаріатом якого керує BSI (Британський інститут стандартів).

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1998-6:201X «Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 6. Башти, вежі і димові труби (EN 1998-6:2005, IDT)», викладена українською мовою.

Відповідно до ДБН А.1.1-1-2009 «Основні положення» цей стандарт відноситься до комплексу нормативних документів у галузі будівництва В.2.6 - «Конструкції будинків і споруд».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт - ТК 304 «Захист будівель і споруд».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей європейський стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинка», «Передмова», «Національний вступ» та «Зміст» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- крапку замінено на кому як вказівник десяткових знаків.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1998-6:2005, наведено в додатку НА.

Копії МС, що неприйняті як національні стандарти, але на які є посилання в EN 1998-6:2005, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

ЗМІСТ

CONTENTS

Вступ	IX	Foreword	IX
Основи програми Єврокоду	IX	Background of the Eurocode programme	IX
Статус і сфера застосування Єврокодів	XI	Status and field of application of Eurocodes	XI
Національні Стандарти, що впроваджують Єврокоди	XIII	National Standards implementing Eurocodes	XIII
Зв'язки між Єврокодами і гармонізованими технічними умовами (EN-и і ЕТА-и) для виробів	XIV	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	XIV
Додаткова інформація стосовно EN 1998-6	XIV	Additional information specific to EN 1998-6	XIV
Національний додаток до EN 1998-6	XIV	National annex for EN 1998-6	XIV
1 Загальні положення	1	1 General	1
1.1 Галузь використання	1	1.1 Scope	1
1.2 Нормативні посилання	2	1.2 Normative references	2
1.2.1 Використання	2	1.2.1 Use	2
1.2.2 Загальні стандарти на які є посилання	3	1.2.2 General reference standards	3
1.2.3 Додаткові стандарти на башти, вежі і димові труби, на які є посилання	3	1.2.3 Additional reference standards for towers, masts and chimneys	3
1.3 Припущення	4	1.3 Assumptions	4
1.4 Відмінності між принципами і правилами застосування	4	1.4 Distinction between principles and applications rules	4
1.5 Терміни та визначення	5	1.5 Terms and definitions	5
1.5.1 Загальні терміни та визначення	5	1.5.1 General terms and definitions	5
1.5.2 Подальші терміни та визначення, що використовуються в стандарті EN 1998-6	5	1.5.2 Further terms and definitions used in EN 1998-6	5
1.6 Позначення	6	1.6 Symbols	6
1.6.1 Загальні положення	6	1.6.1 General	6
1.6.2 Подальші позначення, що використовуються в EN 1998-6	6	1.6.2 Further symbols used in EN1998-6	6

1.7	Одиниці СІ	6	1.7	S.I. Units	6
2	Вимоги до характеристик і критерії відповідності.....	7	2	Performance requirements and compliance criteria	7
2.1	Основні вимоги	7	2.1	Fundamental requirements	7
2.2	Критерії відповідності	8	2.2	Compliance criteria	8
2.2.1	Фундамент	8	2.2.1	Foundation	8
2.2.2	Абсолютний граничний стан ..	8	2.2.2	Ultimate limit state	8
2.2.3	Граничний стан з обмеження пошкоджень	8	2.2.3	Damage limitation state	8
3	Сейсмічний вплив	9	3	Seismic action	9
3.1	Визначення сейсмічної дії	9	3.1	Definition of the seismic input	9
3.2	Пружний спектр відповіді	9	3.2	Elastic response spectrum	9
3.3	Проектний спектр відповіді	9	3.3	Design response spectrum	9
3.4	Представлення динаміки зміни в часі	10	3.4	Time-history representation	10
3.5	Довгоперіодні складові руху в точці	10	3.5	Long period components of the motion at a point	10
3.6	Складові руху ґрунту	11	3.6	Ground motion components	11
4	Проектування сейсмостійких веж, щогл і димових труб	12	4	Desing of earthquake resistant towers, masts and chimneys.....	12
4.1	Класи і коефіцієнти важливості	12	4.1	Importance classes and importance factors	12
4.2	Правила та допущення моделювання	13	4.2	Modelling rules and assumptions	13
4.2.1	Число ступенів свободи	13	4.2.1	Number of degrees of freedom	13
4.2.2	Маси	14	4.2.2	Masses	14
4.2.3	Жорсткість	15	4.2.3	Stiffness	15
4.2.4	Демпфування	17	4.2.4	Damping	17
4.2.5	Взаємодія «ґрунт-споруда».....	17	4.2.5	Soil-structure interaction	17
4.3	Методи аналізу	18	4.3	Methods of analysis	18
4.3.1	Методи, що застосовуються...18		4.3.1	Applicable methods.....	18
4.3.2	Метод поперечної сили	18	4.3.2	Lateral force method	18
4.3.2.1	Загальні положення	18	4.3.2.1	General	18
4.3.2.2	Сейсмічні зусилля	19	4.3.2.2	Seismic forces	19
4.3.3	Модальний аналіз спектру відповіді	20	4.3.3	Combination of modes	20
4.3.3.1	Загальні положення	20	4.3.3.1	General	20
4.3.3.2	Кількість мод	20	4.3.3.2	Number of modes	20
4.3.3.3	Комбінація мод	21	4.3.3.3	Combination of modes	21

4.4 Комбінації дії складових сейсмічного впливу21	4.4 Combinations of the effects of the components of the seismic action21
4.5 Комбінації сейсмічного впливу з іншими впливами21	4.5 Combinations of the seismic action with other actions21
4.6 Переміщення21	4.6 Displacements21
4.7 Перевірки безпеки22	4.7 Safety verifications22
4.7.1 Кінцевий граничний стан22	4.7.1 Ultimate limit state22
4.7.2 Умова опору конструктивних елементів22	4.7.2 Resistance condition of the structural elements22
4.7.3 Ефекти другого порядку23	4.7.3 Second order effects23
4.7.4 Опір з'єднань23	4.7.4 Resistance of connections23
4.7.5 Стійкість24	4.7.5 Stability24
4.7.6 Умова пластичності і дисипації енергії24	4.7.6 Ductility and energy dissipation condition24
4.7.7 Фундаменти25	4.7.7 Foundations25
4.7.8 Відтяжки і кріплення25	4.7.8 Guys and fittings25
4.8 Теплові ефекти25	4.8 Thermal effects25
4.9 Граничний стан з обмеження пошкоджень26	4.9 Damage limitation state26
4.10 Показник поведінки27	4.10 Behaviour factor27
4.10.1 Загальні положення27	4.10.1 General27
4.10.2 Значення коефіцієнта модифікації k_r27	4.10.2 Values of modification factor k_r27
5 Спеціальні правила для залізобетонних димових труб29	5 Specific rules for reinforced concrete chimneys29
5.1 Галузь використання29	5.1 Scope29
5.2 Проектування для дисипативної поведінки29	5.2 Design for dissipative behaviour29
5.3 Конструювання арматури32	5.3 Detailing of the reinforcement32
5.3.1 Мінімальне армування (вертикальне і горизонтальне)32	5.3.1 Minimum reinforcement (vertical and horizontal)32
5.3.2 Мінімальне армування навколо отворів33	5.3.2 Minimum reinforcement around openings33
5.4 Спеціальні правила аналізу і проектування34	5.4 Special rules for analysis and design34
5.5 Граничний стан з обмеження пошкоджень35	5.5 Damage limitation state35

6 Спеціальні правила для сталевих димових труб36	6 Special rules for steel chimneys36
6.1 Проектування для дисипативної поведінки36	6.1 Design for dissipative behaviour36
6.2 Матеріали37	6.2 Materials.....37
6.2.1 Загальні положення37	6.2.1 General37
6.2.2 Механічні властивості для конструкційних вуглецевих сталей38	6.2.2 Mechanical properties for structural carbon steels38
6.2.3 Механічні властивості нержавіючих сталей38	6.2.3. Mechanical properties of stainless steels38
6.2.4 З'єднання38	6.2.4. Connections38
6.3 Граничний стан з обмеження пошкоджень38	6.3. Damage limitation state38
6.4 Кінцевий граничний стан38	6.4 Ultimate limit state38
7 Спеціальні правила для сталевих веж40	7 Special rules for steel towers40
7.1 Галузь використання40	7.1 Scope40
7.2 Проектування для дисипативної поведінки40	7.2 Design for dissipative behaviour40
7.3 Матеріали40	7.3 Materials40
7.4 Проектування веж з концентричними в'язями.....41	7.4 Design of towers with concentric bracings41
7.5 Спеціальні правила з проектування опор ліній електропередачі42	7.5 Special rules for the design of electrical transmission towers42
7.6 Граничний стан з обмеження пошкоджень43	7.6 Damage limitation state43
7.7 Інші спеціальні правила проектування44	7.7 Other special design rules44
8 Спеціальні правила для щогл з відтяжками45	8 Special rules for guyed masts45
8.1 Галузь використання45	8.1 Scope45
8.2 Спеціальні вимоги до аналізу та проектування45	8.2 Special analysis and design requirements45
8.3 Матеріали46	8.3 Materials.....46
8.4 Граничний стан з обмеження пошкоджень46	8.4 Damage limitation state46
Додаток А Лінійний динамічний аналіз з урахуванням обертальних складових руху ґрунту47	Annex A Linear dynamic analysis accounting for rotational components of the ground motion47

Додаток В Модальне демпфування при модальному аналізі спектра відповіді	51
Додаток С Взаємодія «грунт-конструкція»	54
Додаток D Кількість ступенів свободи і мод коливань	57
Додаток E Кам'яні димові труби	59
Додаток F Опори ліній електропередачі	62
Додаток HA Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних MS, посилання на які є в EN 1998-6:2005.....	64

Annex B Modal damping in modal response spectrum analysis	51
Annex C Soil-structure interaction	54
Annex D Number of degrees of freedom and of modes of vibration	57
Annex E Masonry chimneys	59
Annex F Electrical transmission towers	62
Annex HA List of National Standards of Ukraine (SSU), identical MS, which are referenced in EN 1998-6:2005.....	64

Вступ

Цей Європейський Стандарт EN 1998-6, Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Башти, вежі і димові труби, був підготовлений Технічним Комітетом CEN/TC 250 "Єврокоди в галузі будівництва", секретаріат якого проводиться BSI. CEN/TC 250 відповідає за всі Єврокоди конструкцій.

Цей Європейський Стандарт повинен отримати статус національного стандарту, або шляхом опублікування ідентичного тексту, або схвалення, не пізніше травня 2005 року, і національні стандарти, що суперечать даному, повинні бути відкликані не пізніше березня 2010 року.

Цей документ замінює собою ENV 1998-6:1994.

Згідно Внутрішніх Регламентів CEN-CENELEC, Організації Національних стандартів наступних країн зобов'язані застосовувати цей Європейський Стандарт: Австрія, Бельгія, Кіпр, Чеська Республіка, Данія, Естонія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Греція, Угорщина, Ісландія, Ірландія, Італія, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Норвегія, Польща, Португалія, Словаччина, Словенія, Іспанія, Швеція, Швейцарія та Сполучене Королівство.

Основи програми Єврокоду

В 1975 році, комісією Європейського Співтовариства було прийнято рішення про програму дій в області будівництва, на підставі статті 95 Договору. Метою програми було усунення технічних перешкод для торгівлі та гармонізації технічних специфікацій.

У рамках цієї програми дій, Комісія ухвалила ініціативу щодо створення набору гармонізованих технічних правил для проектування будівельних робіт, які, на першому етапі будуть служити в якості

Foreword

This European Standard EN 1998-6, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance: Towers, masts and chimneys, has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 "Structural Eurocodes", the secretariat of which is held by BSI. CEN/TC 250 is responsible for all Structural Eurocodes.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by May 2005, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

This document supersedes ENV 1998-6:1994.

According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the National Standard Organisations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

Background of the Eurocode programme

In 1975, the Commission of the European Community decided on an action programme in the field of construction, based on article 95 of the Treaty. The objective of the programme was the elimination of technical obstacles to trade and the harmonisation of technical specifications.

Within this action programme, the Commission took the initiative to establish a set of harmonised technical rules for the design of construction works which, in a first stage, would serve as an alternative to the national

альтернативи для національних норм, чинних в державах - Членах і, в кінцевому рахунку, замінити їх.

Протягом п'ятнадцяти років, комісія, за допомогою Керівного комітету з Представниками держав - Членів, провела розробку програми Єврокодів, яка привела до першого покоління європейських кодів у 1980-х роках.

В 1989 році, комісія і держави - члени ЄС і **Європейська асоціація вільної торгівлі** (ЄАВТ) вирішили, на підставі згоди¹ між комісією і CEN, передати підготовку і публікацію Єврокодів до CEN через ряд Мандатів, з тим щоб забезпечити їм (Єврокодам) майбутній статус Європейського Стандарту (EN). Це зв'язує фактично Єврокоди з положеннями всіх директив Ради і/або рішень комісії, пов'язаних з європейськими стандартами (наприклад, директива Ради 89/106/ЄЕС про будівельну продукцію - CPD - і директиви Ради 93/37/ЄЕС, 92/50/ЄЕС і 89/440/ЄЕС про громадські роботи, послуги і еквівалент ЄАВТ директиви ініційовано з ціллю створення внутрішнього ринку).

Структурно програма Будівельних Єврокодів включає в себе такі стандарти, які, як правило, складаються з декількох частин:

EN 1990 Єврокод. Основи проектування конструкцій

EN 1991 Єврокод 1. Дії на конструкції

EN 1992 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій

rules in force in the Member States and, ultimately, would replace them.

For fifteen years, the Commission, with the help of a Steering Committee with Representatives of Member States, conducted the development of the Eurocodes programme, which led to the first generation of European codes in the 1980's.

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and **European Free Trade Association** (EFTA) decided, on the basis of an agreement¹ between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links *de facto* the Eurocodes with the provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (*e.g.* the Council Directive 89/106/EEC on construction products - CPD - and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

The Structural Eurocode programme comprises the following standards generally consisting of a number of Parts:

EN 1990 Eurocode : Basis of Structural Design

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

¹ Угода між комісією Європейських Співтовариств і Європейського комітету з Стандартизації (CEN) відносно роботи з ЕВРОКОДАМИ для проектування будівель та будівельних робіт (BC/CEN/03/89).

¹ Agreement between the Commission of the European Communities and the European Committee for Standardisation (CEN) concerning the work on EUROCODES for the design of building and civil engineering works (BC/CEN/03/89).

EN 1994 Єврокод 4. Проектування сталезалізо-бетонних конструкцій	EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
EN 1995 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій	EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures
EN 1996 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій	EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures
EN 1997 Єврокод 7. Геотехнічне проектування	EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design
EN 1998 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій	EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
EN 1999 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій	EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

Єврокоди визнають відповідальність регулюючих органів у кожній Державі-члені, і є гарантіями їх права визначати значення, що стосуються регулювання питань безпеки на національному рівні, де вони продовжують варіюватися від Держави до Держави.

Eurocode standards recognise the responsibility of regulatory authorities in each Member State and have safeguarded their right to determine values related to regulatory safety matters at national level where these continue to vary from State to State.

Статус і сфера застосування Єврокодів

Status and field of application of Eurocodes

Держави-Члени ЄС і ЄАВТ визнали, що Єврокоди служать в якості довідкового матеріалу для таких цілей:

The Member States of the EU and EFTA recognise that Eurocodes serve as reference documents for the following purposes:

- як спосіб доказу відповідності будівель і будівельних робіт основним вимогам директиви Ради 89/106/ЕЕС, особливо важлива Вимога № 1 - Механічний опір та стійкість - і важлива Вимога № 2 - Безпека у разі пожежі;

– as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential requirements of Council Directive 89/106/EEC, particularly Essential Requirement №1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement №2 – Safety in case of fire ;

- як основа для визначення контрактів на будівельні роботи і суміжні інженерні послуги;

– as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services ;

- як основа для розробки гармонізованих технічних характеристик будівельної продукції (EN-и і ЕТА-и).

– as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs).

Єврокоди, в тій мірі, в якій вони стосуються

The Eurocodes, as far as they concern the

саме будівельних робіт, матимуть прямий зв'язок з Пояснювальними Документами², передбаченими в Статті 12, CPD, хоча вони мають іншу природу від гармонізованих продуктів стандартизації³. Таким чином, технічні аспекти, що впливають при роботі з Єврокодами, повинні бути належним чином розглянуті Технічними Комітетами CEN і/або Робочими Групами EOTA, що працюють з стандартами продукції з метою досягнення повної сумісності цих технічних специфікацій з Єврокодами.

Єврокоди надають загальні структурні правила проектування для повсякденного використання при проектуванні будівель і окремих конструкцій як традиційного так і інноваційного характеру. Незвичайні форми конструкцій або проектування умов, які не підпадають до додаткового експертного розгляду, потребують особливого підходу в таких випадках.

construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents² referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards³. Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

The Eurocode standards provide common structural design rules for everyday use for the design of whole structures and component products of both a traditional and an innovative nature. Unusual forms of construction or design conditions are not specifically covered and additional expert consideration will be required by the designer in such cases.

² Згідно ст. 3.3 CPD, основним вимогам (ER-ам), повинна бути дана конкретна форма в тлумаченні документів для створення необхідних зв'язків між основним вимогам і мандатами для гармонізованих EN-и і ETAG-и/ETA-и.

³ Згідно ст. 12 CPD пояснювальні документи повинні:

- a) дати конкретну форму необхідним вимогам по гармонізації термінології і технічним основам і зазначенням класів і рівнів по кожній вимозі в разі потреби;
- b) вказати способи зв'язку цих класів і рівнів вимог з технічними характеристиками, *наприклад*, методи обчислення і докази, технічні правила для розробки проекту тощо;
- c) служити керівництвом для розробки гармонізованих стандартів і керівних принципів для європейських технічних схвалень.

Єврокоди, *фактично*, грають аналогічну роль у ER 1, та, частково, у ER 2.

² According to Art. 3.3 of the CPD, the essential requirements (ERs) shall be given concrete form in interpretative documents for the creation of the necessary links between the essential requirements and the mandates for harmonised ENs and ETAGs/ETAs.

³ According to Art. 12 of the CPD the interpretative documents shall:

- a) give concrete form to the essential requirements by harmonising the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary ;
- b) indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, *e.g.* methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc. ;
- c) serve as a reference for the establishment of harmonised standards and guidelines for European technical approvals.

The Eurocodes, *de facto*, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.

Національні Стандарти, що впроваджують Єврокоди **National Standards implementing Eurocodes**

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди, містять повний текст Єврокоду (включно з усіма додатками), що виданий CEN, який може доповнювати Національний титульний аркуш та Національний вступ на початку, а також Національний додаток в кінці.

The National Standards implementing Eurocodes will comprise the full text of the Eurocode (including any annexes), as published by CEN, which may be preceded by a National title page and National foreword, and may be followed by a National annex.

Національний додаток може містити тільки інформацію про ті параметри, які залишаються відкритими в Єврокодах для національного вивикористання, відомий як національно встановлені параметри, які будуть використовуватися для проектування та будівництва у конкретній країні, а саме:

The National annex may only contain information on those parameters which are left open in the Eurocode for national choice, known as Nationally Determined Parameters, to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the country concerned, i.e. :

- значення та/або класи, де варіанти наведені в Єврокодi,

- values and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,

- значення, які можна використовувати там, де символ дано тільки в Єврокодi,

- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode,

- конкретні дані країни (географічні, кліматичні тощо), *наприклад*, карту снігового покриву,

- country specific data (geographical, climatic, etc.), *e.g.* snow map,

- процедура, яка повинна використовуватися як альтернативна процедурі, наведеної в Єврокодi.

- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode.

Він також може містити

It may also contain

- рішення щодо застосування інформаційних доповнень,

- decisions on the application of informative annexes,

- посилання на несуперечливу додаткову інформацію, щоб допомогти користувачеві застосовувати Єврокод.

- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

Зв'язки між Єврокодами і гармонізованими технічними умовами (EN-и і ЕТА-и) для виробів **Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products**

Існує необхідність забезпечення послідовності між гармонізуванням технічних специфікацій на будівельні вироби і технічними правилами для works⁴. Крім того, вся інформація, яка супроводжує СЕ-маркировку на будівельну продукцію, яка відноситься до Єврокодів, повинна чітко вказувати, які параметри, визначені на національному рівні було прийнято до уваги.

There is a need for consistency between the harmonised technical specifications for construction products and the technical rules for works⁴. Furthermore, all the information accompanying the CE Marking of the construction products which refer to Eurocodes shall clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

Додаткова інформація стосовно EN 1998-6 **Additional information specific to EN 1998-6**

Для проектування конструкцій в сейсмічних районах положення цього стандарту повинні застосовуватися в додаток інших відповідних Єврокодів. Зокрема, положення цього стандарту є доповненням до Єврокоду 3 Частина 3-1 "Башти та Щогли" і Частина 3-2 "Труби", які не охоплюють спеціальні вимоги сейсмічного проектування.

For the design of structures in seismic regions the provisions of this standard are to be applied in addition to the provisions of the other relevant Eurocodes. In particular, the provisions of the present standard complement those of Eurocode 3, Part 3-1 " Towers and Masts " and Part 3-2 " Chimneys", which do not cover the special requirements for seismic design.

Національний додаток до EN 1998-6 **National annex for EN 1998-5**

Вказує, де національні уточнення повинні бути зроблені. Національний Стандарт реалізації EN 1998-6 повинен мати Національний додаток, що містить всі встановлені державою параметри, які будуть використовуватися для проектування в країні. Національний вибір потрібен в наступних розділах.

Notes indicate where national choices have to be made. The National Standard implementing EN 1998-6 shall have a National annex containing values for all Nationally Determined Parameters to be used for the design in the country. National choice is required in the following sections.

⁴ див. розд..3.3 і розд. 12 з CPD, а також 4.2, 4.3.1, 4.3.2 і 5.2 ID 1.

⁴ see Art.3.3 and Art.12 of the CPD, as well as 4.2, 4.3.1, 4.3.2 and 5.2 of ID 1.

Довідковий розділ Reference section	Пункти Item
1.1(2)	Інформативні Додатки А, В, С, D, E і F. Informative Annexes A, B, C, D, E and F.
3.1(1)	Умови, при яких обертальну складову руху ґрунту потрібно взяти до уваги. Conditions under which the rotational component of the ground motion should be taken into account.
3.5(2)	Показник нижньої межі β для значення проектного спектру, якщо були здійснені специфічні дослідження для майданчику із специфічним посиленням на довгоперіодний зміст сейсмічного впливу. The lower bound factor β on design spectral values, if site-specific studies have been carried out with particular reference to the longperiod content of the seismic action.
4.1(5)P	Показники важливості для щогл, веж, і димових труб. Importance factors for masts, towers, and chimneys.
4.3.2.1(2)	Детальні умови, доповнюючі ті, що є в 4.3.2.1(2), для розрахунків методом бічних сил, які прикладено. Detailed conditions, supplementing those in 4.3.2.1(2), for the lateral force method of analysis to be applied.
4.7.2(1)P	Часткові показники для матеріалів Partial factors for materials
4.9(4)	Зниження показника ν для зменшення межі граничного стану пошкоджень Reduction factor ν for displacements at damage limitation limit state

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 8. ПРОЕКТУВАННЯ СЕЙСМОСТІЙКИХ КОНСТРУКЦІЙ Частина 6. Башти, вежі і димові труби

ЕВРОКОД 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИЙ Часть 6. Башни, мачты и дымовые трубы

EUROCODE 8 DESIGN OF STRUCTURES FOR EARTHQUAKE RESISTANCE Part 6. Towers, masts and chimneys

Чинний від 201X - XX - XX

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Галузь використання

(1) Галузь використання Єврокоду 8 визначена в EN 1998-1:2004, **1.1.1**, а галузь використання цього стандарту визначена в п. (2) - (4). Додаткові частини Єврокоду 8 вказані в EN 1998-1:2004, **1.1.3**.

(2) EN 1998-6 встановлює вимоги, критерії та правила проектування високих гнучких споруд: башт (включаючи дзвіниці, приймальні вежі, радіо- і телевежі), щогл, димових труб (включаючи самонесучі промислові димові труби) і маяків. Додаткові положення, характерні для залізобетонних і сталевих димових труб, наведені в розділах **5** і **6**, відповідно. Додаткові положення, характерні для сталевих веж і сталевих щогл з відтяжками, наведені в розділах **7** і **8**, відповідно. Наводяться також вимоги до несучих елементів, таких як антени, матеріалу футеровки димових труб та іншого обладнання.

ПРИМІТКА 1 В Додатку А наводяться вказівки та інформація по лінійному динамічному аналізу з урахуванням обертових складових коливань ґрунту.

1 GENERAL

1.1 Scope

(1) The scope of Eurocode 8 is defined in EN 1998-1:2004, **1.1.1** and the scope of this Standard is defined in (2) to (4). Additional parts of Eurocode 8 are indicated in EN 1998-1:2004, **1.1.3**.

(2) EN 1998-6 establishes requirements, criteria, and rules for the design of tall slender structures: towers, including bell-towers, intake towers, radio and TV-towers, masts, chimneys (including free-standing industrial chimneys) and lighthouses. Additional provisions specific to reinforced concrete and to steel chimneys are given in Sections **5** and **6**, respectively. Additional provisions specific to steel towers and to steel guyed masts are given in Sections **7** and **8**, respectively. Requirements are also given for non-structural elements, such as antennae, die liner material of chimneys and other equipment.

NOTE 1 Infonnative Annex A provides guidance and information for linear dynamic analysis accounting for rotational components of the ground motion.

ПРИМІТКА 2 В Додатку В наводиться інформація та вказівки по модальному демпфіруванню при модальному аналізі спектра відповіді.

ПРИМІТКА 3 В Додатку С наводиться інформація щодо взаємодії «грунт-конструкція» і вказівка на її облік в лінійному динамічному аналізі.

ПРИМІТКА 4 В Додатку D наводиться додаткова інформація та вказівки по числу ступенів свободи і числу мод коливань, що враховуються при аналізі.

ПРИМІТКА 5 В Додатку Е наводиться інформація і вказівки із сейсмічного проектування кам'яних димових труб.

ПРИМІТКА 6 В Додатку F дається додаткова інформація по сейсмічним характеристиками і проектуванню опор ліній електропередач.

(3) Ці положення не застосовуються до градирень і морських споруд.

(4) Для веж надземних резервуарів застосовується EN 1998-4.

1.2 Нормативні посилання

1.2.1 Використання

(1) Цей Європейський стандарт містить положення інших публікацій у вигляді датованих або недатованих посилань. Ці нормативні посилання розташовуються у відповідних місцях тексту, а перелік публікацій наведено нижче. Для датованих посилань наступні поправки або редакції будь-яких таких публікацій застосовуються до даного Європейського стандарту, тільки якщо вони включені в нього поправкою або редакцією. Для недатованих посилань застосовується останнє видання публікації, на яку дається посилання (з урахуванням поправок).

NOTE 2 Informative Annex B provides information and guidance on modal damping in modal response spectrum analysis.

NOTE 3 Informative Annex C provides information on soil-structure interaction and guidance for accounting for it in linear dynamic analysis.

NOTE 4 Informative Annex D provides supplementary information and guidance on the number of degrees of freedom and the number of modes of vibration to be taken into account in the analysis.

NOTE 5 Informative Annex E gives information and guidance for the seismic design of Masonry chimneys.

NOTE 6 Informative Annex F gives supplemental information for the seismic performance and design of electrical transmission towers.

(3) The present provisions do not apply to cooling towers and offshore structures.

(4) For towers supporting tanks, EN 1998-4 applies.

1.2 Normative References

1.2.1 Use

(1) This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

1.2.2 Загальні стандарти, на які є посилання

(1) Застосовується EN 1998-1:2004, **1.2.1**.

1.2.3 Додаткові стандарти на башти, вежі і димові труби, на які є посилання

(1) EN 1998-6 містить інші нормативні посилання, розташовані у відповідних місцях тексту. Вони наведені нижче:

EN 1990 Основи проектування конструкцій. Додаток А3. Використання башт і щогл

EN 1992-1-1 Проектування залізобетонних конструкцій. Загальні правила і правила для споруд

EN 1992-1-2 Проектування залізобетонних конструкцій. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

EN 1993-1-1 Проектування сталевих конструкцій. Загальні правила і правила для споруд

EN 1993-1-2 Проектування сталевих конструкцій. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

EN 1993-1-4 Проектування сталевих конструкцій. Загальні положення. Додаткові правила для нержавіючої сталі

EN 1993-1-5 Проектування сталевих конструкцій. Пластинчасті елементи конструкцій

EN 1993-1-6 Проектування сталевих конструкцій. Міцність і стійкість оболонок

EN 1993-1-8 Проектування сталевих конструкцій. Проектування з'єднань

EN 1993-1-10 Проектування сталевих конструкцій. Ударна в'язкість

1.2.2 General reference standards

(1) EN 1998-1:2004, **1.2.1** applies.

1.2.3 Additional reference standards for towers, masts and chimneys

(1) EN 1998-6 incorporates other normative references cited at the appropriate places in the text. They are listed below:

EN 1990 Basis of structural design - Annex A3: Application for towers and masts

EN 1992-1-1 Design of concrete structures - General rules and rules for buildings

EN 1992-1-2 Design of concrete structures - Structural fire design

EN 1993-1-1 Design of steel structures - General rules and rules for buildings

EN 1993-1-2 Design of steel structures - Structural fire design

EN 1993-1-4 Design of steel structures - Stainless steel

EN 1993-1-5 Design of steel structures - Plated structural elements

EN 1993-1-6 Design of steel structures - Strength and stability of shell structures

EN 1993-1-8 Design of steel structures - Design of joints

EN 1993-1-10 Design of steel structures - Selection of material for fracture toughness and through thickness properties

EN 1993-1-11 Проектування сталевих конструкцій. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами

EN 1993-3-1 Проектування сталевих конструкцій. Башти і щогли

EN 1993-3-2 Проектування сталевих конструкцій. Димові труби

EN 1994-1-1 Проектування сталезалізо-бетонних конструкцій. Загальні правила і правила до споруд

EN 1994-1-2 Проектування сталезалізо-бетонних конструкцій. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість

EN 1998-1 Проектування сейсмостійких конструкцій. Загальні правила, сейсмичні дії і правила щодо споруд

EN 1998-5 Проектування сейсмостійких конструкцій. Фундаменти, підпірні конструкції та геотехнічні аспекти

EN 1998-2 Проектування сейсмостійких конструкцій. Мости

EN 13084-2 Труби димові самонесучі. Бетонні труби

EN 13084-7 Труби димові самонесучі. Циліндричні сталеві деталі для однорядних сталевих димових труб і сталевих обсадних труб. Технічні умови на продукцію

1.3 Припущення

(1)P Застосовуються загальні припущення EN 1990:2002, **1.3**, і EN 1998-1:2004, **1.3(2)P**.

1.4 Відмінності між принципами і правилами застосування

(1) Застосовується EN 1990:2002, **1.4**.

EN 1993-1-11 Design of steel structures - Design of structures with tension components made of steel

EN 1993-3-1 Design of steel structures - Towers, masts and chimneys - Towers and masts

EN 1993-3-2 Design of steel structures - Towers, masts and chimneys - Chimneys

EN 1994-1-1 Design of composite steel and concrete structures - General rules and rules for buildings

EN 1994-1-2 Design of composite steel and concrete structures - Structural fire design

EN 1998-1 Design of structures for earthquake resistance - General rules, seismic actions and rules for buildings

EN 1998-5 Design of structures for earthquake resistance - Foundations, retaining structures and geotechnical aspects

EN 1998-2 Design of structures for earthquake resistance - Bridges

EN 13084-2 Free-standing chimneys - Concrete chimneys

EN 13084-7 Free-standing chimneys - Product specification of cylindrical steel fabrications for use in single-wall steel chimneys and steel liners

1.3 Assumptions

(1)P The general assumptions of EN 1990:2002, **1.3** and EN 1998-1:2004, **1.3(2)P**, apply.

1.4 Distinction between principles and application rules

(1) EN 1990:2002, **1.4** applies.

1.5 Терміни та визначення

1.5.1 Загальні терміни та визначення

(1) Застосовується EN 1998-1:2004, **1.5.1** та **1.5.2**.

(2) Застосовуються визначення з EN 1993-3-1, **1.5**, і EN 1993-3-2, **1.5**.

1.5.2 Подальші терміни та визначення, що використовуються в стандарті EN 1998-6

кутова опора

опора лінії електропередачі, що встановлюється на кутах повороту лінії на більш ніж 3° в плані. Вона сприймає ті ж типи навантажень, що і пряма опора

кінцеві опори (також названі анкерними опорами)

опора лінії електропередачі, що сприймає навантаження в кінці лінії від одностороннього тяжіння всіх проводів, а також вертикальні і поперечні навантаження

пряма опора

опора лінії електропередачі, що встановлюється на прямих ділянках кабельної лінії або на кутах повороту, що не перевищують 3° в плані. Вона сприймає вертикальні навантаження, поперечне навантаження від кутового тяжіння проводів, поздовжнє навантаження через нерівні прольоти, а також зусилля, викликані натягом або обривом проводів

телескопічне з'єднання

безфланцеві з'єднання між трубчастими елементами, внутрішній діаметр одного з яких дорівнює зовнішньому діаметру іншого

опора лінії електропередачі

вежа, яка використовується для утримання низько-або високовольтних проводів електропередачі

шпренгельна опора опора, в якій з'єднання не розраховані на опір пластичного моменту з'єднаних елементів

1.5 Terms and definitions

1.5.1 General terms and definitions

(1) EN 1998-1:2004, **1.5.1** and **1.5.2** apply.

(2) The definitions in EN 1993-3-1, **1.5** and EN 1993-3-2, **1.5** apply.

1.5.2 Further terms and definitions used in EN 1998-6

angle tower

transmission tower used where the line changes direction by more than 3° in plan. It supports the same kind of loads as the tangent tower

dead-end towers (also called anchor towers)

transmission tower able to support dead-end pulls from all the wires on one side, in addition to the vertical and transverse loads tangent tower

transmission tower

used where the cable line is straight or has an angle not exceeding 3° in plan. It supports vertical loads, a transverse load from the angular pull of the wires, a longitudinal load due to unequal spans, and forces resulting from the wire-stringing operation, or a broken wire

telescope joint

joint between tubular elements without a flange, the internal diameter of one being equal to the external diameter of the other

transmission tower

tower used to support low or high voltage electrical transmission cables

trussed tower tower in which the joints are not designed to resist the plastic moment of the connected elements

1.6 Позначення

1.6.1 Загальні положення

(1) Застосовується EN 1998-1:2004, **1.6.1** та **1.6.2**.

(2) Для зручності використання подальших позначень, які використовуються у зв'язку з сейсмічним проектуванням веж, щогл і димових труб, вони визначені в тесті при їх згадуванні. Крім того, позначення, які найчастіше зустрічаються при використанні EN 1998-6, приведені та визначені в **1.6.2**.

1.6.2 Подальші позначення, що використовуються в EN 1998-6

E_{eq} Еквівалентний модуль пружності;

M_i Ефективна модальна маса для i -ї моди коливань;

R^0 Відношення між максимальним моментом в пружині осцилятора при обертанні з одним ступенем свободи і обертальним моментом інерції навколо осі обертання. Графік залежності R^0 від періоду власних коливань є обертальним спектром відповіді;

R_x^0 , R_y^0 , R_z^0 Обертальні спектри відповіді навколо осей x , y і z , рад/с²;

γ Питома вага кабелю;

σ Розтягуюча напруга в кабелі;

$\bar{\xi}_j$ Еквівалентний модальний коефіцієнт демпфування j -ї моди.

1.7 Одиниці СІ

(1) P Застосовується EN 1998-1:2004, **1.7(1)P**.

(2) Застосовується EN 1998-1:2004, **1.7(2)**.

1.6 Symbols

1.6.1 General

(1) EN 1998-1:2004, **1.6.1** and **1.6.2** apply.

(2) For ease of use, further symbols, used in connection with the seismic design of towers, masts and chimneys, are defined in the text where they occur. However, in addition, the most frequently occurring symbols used in EN 1998-6 are listed and defined in **1.6.2**.

1.6.2 Further symbols used in EN1998-6

E_{eq} Equivalent modulus of elasticity;

M_i Effective modal mass for the i -th mode of vibration;

R^0 Ratio between the maximum moment in the spring of an oscillator with rotation as its single-degree-of-freedom, and the rotational moment of inertia about the axis of rotation. The diagram of R^0 versus the natural period is the rotation response spectrum;

R_x^0 , R_y^0 , R_z^0 Rotation response spectra around the x , y and z axes, in rad/s²;

γ Unit weight of the cable;

σ Tensile stress in the cable;

$\bar{\xi}_j$ Equivalent modal damping ratio of j -th mode.

1.7 S.I. Units

(1)P EN 1998-1:2004, **1.7(1)P** applies.

(2) EN 1998-1:2004, **1.7(2)** applies.

2 ВИМОГИ ДО ХАРАКТЕРИСТИК І КРИТЕРІЇ ВІДПОВІДНОСТІ

2.1 Основні вимоги

(1)P Для типів конструкцій, що розглядаються цим Єврокодом, застосовується вимога відсутності руйнування в EN 1998-1:2004, **2.1(1)P**, щоб забезпечити безпеку людей, сусідніх будівель і суміжних об'єктів.

(2)P Для типів конструкцій, що розглядаються цим Єврокодом, застосовується вимога обмеження пошкодження в EN 1998-1:2004, **2.1(1)P**, щоб зберегти безперервність експлуатації установок, виробництв і систем комунікацій у разі землетрусів.

(3)P Вимога обмеження пошкоджень відноситься до сейсмічного впливу, що має ймовірність перевищення проектного сейсмічного впливу. Конструкція повинна бути спроектована і споруджена так, щоб витримати цей вплив без ушкоджень і обмежень при скористуванні; при цьому збиток від ушкоджень вимірюється по відношенню до ефектів на обладнання, яке підтримується, та щодо обмеження використання внаслідок порушення роботи об'єкта.

(4) У випадках низької сейсмічності, визначених в EN 1998-1:2004, **2.2.1(3)** і **3.2.1(4)**, основні вимоги можуть бути дотримані при проектуванні конструкції на сейсмічну розрахункову ситуацію як недисипативну, не враховуючи ніякої гістерезисної енергії дисипації і нехтуючи правилами цього Єврокоду, які особливо стосуються здатності до дисипації енергії. В цьому випадку показник поведінки не повинен перевищувати значення 1,5 з урахуванням запасів міцності (див. EN 1998-1:2004, **2.2.2(2)**).

2 PERFORMANCE REQUIREMENTS AND COMPLIANCE CRITERIA

2.1 Fundamental requirements

(1)P For the types of structures addressed by this Eurocode, the no-collapse requirement in EN 1998-1:2004, **2.1(1)P** applies, in order to protect the safety of people, nearby buildings and adjacent facilities.

(2)P For the types of structures addressed by this Eurocode the damage limitation requirement in EN 1998-1:2004, **2.1(1)P** applies, in order to maintain the continuity of the operation of plants, industries and communication systems, in the event of earthquakes.

(3)P The damage limitation requirement refers to a seismic action having a probability of exceedance higher than that of the design seismic action. The structure shall be designed and constructed to withstand this action without damage and limitation of use, the cost of damage being measured with respect to the effects on the supported equipment and from the limitation of use due to disruption of operation of the facility.

(4) In cases of low seismicity, as defined in EN 1998-1:2004, **2.2.1(3)** and **3.2.1(4)**, the fundamental requirements may be satisfied by designing the structure for the seismic design situation as non-dissipative, taking no account of any hysteretic energy dissipation and neglecting the rules of the present Eurocode that specifically refer to energy dissipation capacity. In that case, the behaviour factor should not be taken greater than the value of 1,5 considered to account for over strengths (see EN 1998-1:2004, **2.2.2(2)**).

2.2 Критерії відповідності

2.2.1 Фундамент

(1)Р Проектування фундаменту повинне відповідати EN 1998-5.

2.2.2 Абсолютний граничний стан

(1) Застосовується EN 1998-1:2004, **2.2.2**.

2.2.3 Граничний стан з обмеження пошкоджень

(1) За відсутності будь-яких особливих вимог власника діють правила, зазначені в 4.9, які гарантують, що будуть виключені пошкодження самої конструкції, несучих елементів і встановленого обладнання, що вважаються неприпустимими для даного граничного стану. Граничні значення деформації встановлені по відношенню до сейсмічного впливу, ймовірність появи якого вища, ніж у розрахункового сейсмічного впливу, відповідно до EN 1998-1:2004, **2.1(1)P**.

(2) Якщо не прийняті спеціальні заходи, то положення цього Єврокоду спеціально не забезпечують захист від пошкодження обладнання та несучих елементів при розрахунковому сейсмічному впливі, як це визначено в EN 1998-1:2004, **2.1(1)P**.

2.2 Compliance criteria

2.2.1 Foundation

(1)P Foundation design shall conform to EN 1998-5.

2.2.2 Ultimate limit state

(1) EN 1998-1:2004, **2.2.2** applies.

2.2.3 Damage limitation state

(1) In the absence of any specific requirement of the owner, the rules specified in 4.9 apply, to ensure that damage considered unacceptable for this limit state will be prevented to the structure itself, to non-structural elements and to installed equipment. Deformation limits are established with reference to a seismic action having a probability of occurrence higher than that of the design seismic action, in accordance with EN 1998-1:2004, **2.1(1)P**.

(2) Unless special precautions are taken, provisions of this Eurocode do not specifically provide protection against damage to equipment and non-structural elements under the design seismic action, as this is defined in EN 1998-1:2004, **2.1(1)P**.

3 СЕЙСМІЧНИЙ ВПЛИВ

3.1 Визначення сейсмічної дії

(1) На додаток до поступальних складових сейсмічних коливань, визначених в EN 1998-1:2004, **3.2.2** і **3.2.3**, для високих конструкцій в регіонах високої сейсмічності необхідно враховувати обертальну складову коливань ґрунту.

ПРИМІТКА 1 Умови, при яких необхідно враховувати обертальну складову коливань ґрунту в конкретній країні, приведені в національному додатку. Рекомендовані умови: конструкції висотою понад 80 м в регіонах, де значення $a_g S$ перевищує 0,25g.

ПРИМІТКА 2 В Додатку А дається можливий метод визначення обертальних складових коливань і наводяться вказівки щодо їх обліку при аналізі.

3.2 Пружний спектр відповіді

(1)P Пружний спектр відповіді, виражений в прискоренні, визначається в EN 1998-1:2004, **3.2.2.2** для горизонтальних поступальних складових і в EN 1998-1:2004, **3.2.2.3** для вертикальної поступальної складової.

3.3 Проектний спектр відповіді

(1) Проектний спектр відповіді визначається в EN 1998-1:2004, **3.2.2.5**. Значення показника поведінки, q_y , відображає, крім гістерезисної дисипативної здатності конструкції, вплив в'язкого демпфування, що відрізняється від 5 %, включаючи демпфування внаслідок взаємодії «ґрунт-конструкція» (див. EN 1998-1:2004, **2.2.2** (2), **3.2.2.5** (2) і (3)).

(2) Для веж, щогл і димових труб, залежно від поперечного перерізу елементів, доцільним може бути проектування на пружну поведінку до настання кінцевого граничного стану. В цьому випадку коефіцієнт q не повинен перевищувати значення $q = 1,5$.

3 SEISMIC ACTION

3.1 Definition of the seismic input

(1) In addition to the translational components of the earthquake motion, defined in EN 1998-1:2004, **3.2.2** and **3.2.3**, the rotational component of the ground motion should be taken into account for tall structures in regions of high seismicity.

NOTE 1 The conditions under which the rotational component of the ground motion should be taken into account in a country, will be found in the National Annex. The recommended conditions are structures taller than 80 m in regions where the product $a_g S$ exceeds 0,25g.

NOTE 2 Informative Annex A gives a possible method to define the rotational components of the motion and provides guidance for taking them into account in the analysis.

3.2 Elastic response spectrum

(1)P The elastic response spectrum in terms of acceleration is defined in EN 1998-1:2004, **3.2.2.3** for the horizontal translational components and in EN 1998-1:2004, **3.2.2.3** for the vertical translational component.

3.3 Design response spectrum

(1) The design response spectrum is defined in EN 1998-1:2004, **3.2.2.5**. The value of the behaviour factor, q_y reflects, in addition to the hysteretic dissipation capacity of the structure, the influence of the viscous damping being different from 5 %, including damping due the soil-structure interaction (see EN 1998-1:2004, **2.2.2**(2), **3.2.2.5**(2) and (3)).

(2) For towers, masts and chimneys, depending on the cross section of the members, design for elastic behaviour until the Ultimate Limit State may be appropriate. In this case the q factor should not exceed $q = 1,5$.

(3) В якості альтернативи пункту (2) проектування на пружну поведінку може бути основане на пружному спектрі відповіді з $q = 1,0$ і величинах демпфування, визнаних доцільними для конкретної ситуації відповідно до **4.2.4**.

3.4 Представлення динаміки зміни в часі

(1) EN 1998-1:2004, **3.2.2.5** застосовується до подання сейсмічного впливу у вигляді динаміки зміни прискорення в часі. У разі обертальних складових коливання ґрунту обертальні прискорення просто використовуються замість поступальних.

(2) Незалежні динаміки зміни в часі повинні використовуватися для будь-яких двох різних складових коливань ґрунту (включаючи поступальні і обертальні складові).

3.5 Довгоперіодні складові руху в точці

(1) Вежі, щогли і димові труби часто чутливі до довгоперіодичного утримування коливання ґрунту. М'які ґрунти або особливі топографічні умови можуть зумовити незвично велике посилення обсягу довгоперіодного руху ґрунту. Це посилення повинно бути відповідно враховано.

ПРИМІТКА Вказівки щодо оцінки типу ґрунту з метою визначення відповідних спектрів ґрунту наведені в EN 1998-5:2004, **4.2.2**, і EN 1998-1:2004, **3.1.2**. Вказівки щодо випадків, коли топографічне посилення коливань може бути значним, наводяться в Додатку А стандарту EN 1998-5:2004.

(2) Якщо проводилися спеціальні дослідження майданчика з особливим акцентом щодо обсягу довгоперіодного руху, то доцільними є більш низькі значення коефіцієнта β у виразі **(3.16)** стандарту EN 1998-1:2004.

ПРИМІТКА Значення, що приписується β для

(3) Alternatively to (2), design for elastic behaviour may be based on the elastic response spectrum with $q = 1,0$ and values of the damping which are chosen to be appropriate for the particular situation in accordance with **4.2.4**.

3.4 Time-history representation

(1) EN 1998-1:2004, **3.2.2.5** applies to the representation of the seismic action in terms of acceleration time-histories. In the case of the rotational components of the ground motion, rotational accelerations are simply used instead of translational ones.

(2) Independent time-histories should be used for any two different components of the ground motion (including the translational and the rotational components).

3.5 Long period components of the motion at a point

(1) Towers, masts and chimneys are often sensitive to the long-period content of the ground motion. Soft soils or peculiar topographic conditions might provide unusually large amplification of the long-period content of the ground motion. This amplification should be taken into account as appropriate.

NOTE Guidance on the assessment of soil type for the purpose of determining appropriate ground spectra is given in EN 1998-5:2004, **4.2.2** and in EN 1998-1:2004, **3.1.2**. Guidance on cases where topographical amplification of motion may be significant is given in Informative Annex A of EN 1998-5:2004.

(2) Where site-specific studies have been carried out, with particular reference to the long period content of the motion, lower values of the factor β in expression **(3.16)** of EN 1998-1:2004 are appropriate.

NOTE The value to be ascribed to β for use in a

використання в країні в тих випадках, коли проводилися спеціальні дослідження майданчика щодо обсягу довгоперіодного руху, можна знайти у відповідному національному додатку. В такому випадку рекомендованим значенням β є 1,0.

3.6 Складові руху ґрунту

(1) Слід прийняти, що дві горизонтальні складові і вертикальна складова сейсмічного впливу діють спільно.

(2) При обліку обертальних складових коливання ґрунту слід прийняти, що вони діють спільно з поступальними складовими.

county, in those cases where site-specific studies have been carried out with particular reference to the long-period content of the motion, can be found in its National Annex. The recommended value for β in such a case is 0,1.

3.6 Ground motion components

(1) The two horizontal components and the vertical component of the seismic action should be taken as acting simultaneously.

(2) When taken into account, the rotational components of the ground motion should be taken as acting simultaneously with the translational components.

4 ПРОЕКТУВАННЯ СЕЙСМОСТІЙКИХ ВЕЖ, ЩОГЛ І ДИМОВИХ ТРУБ

4.1 Класи і коефіцієнти важливості

(1)Р Вежі, щогли і димові труби класифікуються за чотирма класами важливості в залежності від наслідків руйнування або ушкодження, від їх важливості для громадської безпеки та цивільного захисту в період безпосередньо після землетрусу, а також від соціально-економічних наслідків руйнування або ушкодження.

(2) Визначення класів важливості наведені в Таблиці 4.1.

4 DESIGN OF EARTHQUAKE RESISTANT TOWERS, MASTS AND CHIMNEYS

4.1 Importance classes and importance factors

(1)P Towers, masts and chimneys are classified in four importance classes, depending on the consequences of collapse or damage, on their importance for public safety and civil protection in the immediate post-earthquake period, and on the social and economic consequences of collapse or damage.

(2) The definitions of the importance classes are given in Table 4.1.

Таблиця 4.1 Класи важливості для веж, щогл і димових труб

Table 4.1 Importance classes for towers, masts and chimneys

Клас значущості Importance class	
I	Башта, щогла або димова труба, що має низьку важливість для громадської безпеки Tower, mast or chimney of minor importance for public safety
II	Башта, щогла або димова труба, що не відноситься до класів I, III або IV Tower, mast or chimney not belonging in classes I, III or IV
III	Башта, щогла або димова труба, чиє руйнування може зачепити навколишні будівлі або зони можливого скупчення людей Tower, mast or chimney whose collapse may affect surrounding buildings or areas likely to be crowded with people
IV	Вежі, щогли або димові труби, чия цілісність має суттєве значення для підтримки роботи служб цивільного захисту (систем водопостачання, електростанцій, телекомунікацій, лікарень) Towers, masts or chimneys whose integrity is of vital importance to maintain operational civil protection services (water supply systems, an electrical power plants, telecommunications, hospitals)

(3) Коефіцієнт важливості $\gamma = 1,0$ пов'язаний з сейсмічними подіями, що мають номінальний період повторюваності, зазначений в EN 1998-1:2004, **3.2.1(3)**.

(4)P Значення γ для класу важливості II має, за визначенням, дорівнювати 1,0.

(5)P Класи важливості характеризуються різними коефіцієнтами важливості γ , як описано в EN 1998-1:2004, **2.1(3)**.

ПРИМІТКА Значення, що привласнюються γ для застосування в країні, можна знайти в її національному додатку. Значення γ можуть бути різними для різних сейсмічних зон країни в залежності від умов сейсмічної небезпеки і факторів громадської безпеки (див. примітку до EN 1998-1:2004, **2.1(4)**). Рекомендовані значення γ для класів важливості I, III і IV дорівнюють 0,8, 1,2 і 1,4, відповідно.

4.2 Правила та припущення моделювання

4.2.1 Число ступенів свободи

(1) Математична модель повинна:

- враховувати оберտальну і поступальну жорсткість фундаменту;
- включати достатнє число ступенів свободи (і пов'язаних мас) для визначення відповіді будь-якого значного елемента конструкції, обладнання або прибудови;
- включати жорсткість кабелів і відтяжок;
- враховувати відносні переміщення опор машин і устаткування (наприклад, взаємодію між ізоляційним шаром і зовнішнім шаром димової труби);

(3) The importance factor $\gamma = 1,0$ is associated with a seismic event having the reference return period indicated in EN 1998-1:2004, **3.2.1(3)**.

(4)P The value of γ for importance class II shall be, by definition, equal to 1,0.

(5)P The importance classes are characterised by different importance factors γ as described in EN 1998-1:2004, **2.1(3)**.

NOTE The values to be ascribed to γ for use in a country may be found in its National Annex. The values of γ may be different for the various seismic zones of the country, depending on the seismic hazard conditions and on public safety considerations (see Note to EN 1998-1:2004, **2.1(4)**). The recommended values of γ for importance classes I, III and IV are equal to 0,8, 1,2 and 1,4, respectively.

4.2 Modelling rules and assumptions

4.2.1 Number of degrees of freedom

(1) The mathematical model should:

- take into account the rotational and translational stiffness of the foundation;
- include sufficient degrees of freedom (and the associated masses) to determine the response of any significant structural element, equipment or appendage;
- include the stiffness of cables and guys;
- take into account the relative displacements of the supports of equipment or machinery (for example, the interaction between an insulating layer and the exterior tube in a chimney);

- враховувати взаємодії трубопроводів, застосований ззовні конструктивних зв'язків, гідродинамічні навантаження (ефекти маси і жорсткості, по мірі необхідності).

(2) Моделі ліній електропередачі мають бути репрезентативні для всієї лінії. У модель мають бути включені не менше трьох послідовних веж, щоб маса і жорсткість кабелю була характерною для умов центральної вежі.

(3) Динамічні моделі дзвіниць повинні враховувати коливання дзвонів, якщо маса дзвону значна по відношенню до маси верхньої частини дзвіниці.

4.2.2 Маси

(1)P Дискретизація мас в моделі повинна бути характерною для розподілу інерційних ефектів сейсмічного впливу. При використанні грубої дискретизації поступних мас, обертальні моменти інерції повинні бути віднесені до відповідних обертальних ступеней свободи.

(2)P Маси повинні включати всі постійні елементи, кріплення, димові канали, ізоляцію, будь-який пил або золу, що прилипає до поверхні, наявні та майбутні покриття, футеровку (включаючи будь-які значущі коротко- або довгострокові впливи рідин або вологи на щільність футеровки) і обладнання. Необхідно врахувати постійне значення маси конструкцій або постійних елементів і т. п., квазіпостійне значення маси обладнання та навантаження від обмерзання або снігового навантаження, а також квазіпостійне значення тимчасового навантаження на платформи (враховуючи ремонтне та тимчасове обладнання).

- take into account piping interactions, externally applied structural restraints, hydrodynamic loads (both mass and stiffness effects, as appropriate).

(2) Models of electric transmission lines should be representative of the entire line. As a minimum, at least three consecutive towers should be included in the model, so that the cable mass and stiffness is representative of the conditions for the central tower.

(3) Dynamic models of bell-towers should take into account the oscillation of bells, if the bell mass is significant with respect to that of the top of the bell-tower.

4.2.2 Masses

(1)P The discretisation of masses in the model shall be representative of the distribution of inertial effects of the seismic action. Where a coarse discretisation of translational masses is used, rotational inertias shall be assigned to the corresponding rotational degrees of freedom.

(2)P The masses shall include all permanent parts, fittings, flues, insulation, any dust or ash adhering to the surface, present and future coatings, liners (including any relevant short- or long-term effects of fluids or moisture on the density of liners) and equipment. The permanent value of the mass of structures or permanent parts, etc., the quasi-permanent value of the equipment mass and of ice or snow load, and the quasi-permanent value of the imposed load on platforms (accounting for maintenance and temporary equipment) shall be taken into account.

(3)Р Коефіцієнти комбінації ψ_{Ei} , запропоновані в EN 1998-1:2004, **3.2.4(2)Р**, вираз (3.17), для обчислення інерційних ефектів сейсмічного впливу, повинні бути прийняті рівними коефіцієнтам комбінації ψ_{2i} для квазіпостійного значення змінного впливу q_i , наведеним у EN 1990:2002, Додаток А3.

(4)Р Маса кабелів і відтяжок повинна бути включена в модель.

(5) Якщо маса кабелю або відтяжки значна по відношенню до маси вежі або щогли, то кабель або щогла повинні моделюватися у вигляді системи зосереджених мас.

(6)Р Повна ефективна маса зануреної частини прийомних веж повинна бути прийнята рівною сумі наступних складових:

- фактичної маси стовбура вежі (без урахування плавучості),
- маси води, що можливо міститься в башті (для порожніх веж),
- приєднаної маси зовні захопленої води.

ПРИМІТКА За відсутності ретельного аналізу, приєднану масу захопленої води можна розрахувати відповідно до Довідкового Додатку F стандарту EN 1998-2:2005.

4.2.3 Жорсткість

(1) В бетонних елементах властивості жорсткості слід оцінювати, враховуючи ефект розтріскування. Якщо проектування засновано на значенні коефіцієнта q вище 1, з відповідним проектним спектром, ці властивості жорсткості повинні відповідати межі текучості і можуть бути визначені відповідно до EN 1998-1:2004, **4.3.1(6)** і (7). Якщо розрахунок заснований на значенні $q = 1$ і пружному спектрі

(3)P The combination coefficients ψ_{Ei} introduced in EN 1998-1:2004, **3.2.4(2)P**, expression (3.17), for the calculation of the inertial effects of the seismic action shall be taken as equal to the combination coefficients ψ_{2i} for the quasi-permanent value of variable action q_i as given in EN 1990:2002, Annex A3.

(4)P The mass of cables and guys shall be included in the model.

(5) If the mass of the cable or guy is significant in relation to that of the tower or mast, the cable or guy should be modelled as a lumped mass system.

(6)P The total effective mass of the immersed part of intake towers shall be taken as equal to the sum of:

- the actual mass of the tower shaft (without allowance for buoyancy),
- the mass of the water possibly enclosed within the tower (hollow towers),
- the added mass of the externally entrained water.

NOTE In the absence of rigorous analysis, the added mass of entrained water may be estimated according to Informative Annex F of EN 1998-2:2005.

4.2.3 Stiffness

(1) In concrete elements the stiffness properties should be evaluated taking into account the effect of cracking. If design is based on a value of the q factor greater than 1, with the corresponding design spectrum, these stiffness properties should correspond to incipient yielding and may be determined in accordance with EN 1998-1:2004, **4.3.1(6)** and (7). If design is based on a value of $q = 1$ and the elastic response spectrum or a corresponding time-history

відповіді або відповідному поданні динаміки зміни руху ґрунту в часі, то жорсткість бетонних елементів слід розраховувати за властивостями поперечного перетину з тріщиною, які відповідають рівню напружень при сейсмічному впливі.

(2) Слід врахувати ефект підвищеної температури на жорсткість і міцність сталі або залізобетону в сталевих або бетонних димових трубах, відповідно

(3) Якщо весь кабель моделюється у вигляді однієї пружини, а не ряду зосереджених мас, з'єднаних пружинами, то жорсткість однієї пружини повинна враховувати провисання кабелю. Цього можна досягти, використовуючи наступний еквівалентний модуль пружності:

$$E_{eq} = \frac{E_c}{1 + \frac{(\gamma l)^2}{12\sigma^3} E_c} \quad (4.1)$$

де:

E_{eq} еквівалентний модуль пружності,

γ питома вага кабелю, включаючи вагу будь-якого навантаження від обмерзання на кабель в сейсмічній проектній ситуації,

σ розтягуюча напруга в кабелі,

l довжина кабелю,

E_c модуль пружності матеріалу кабелю.

(4) Для пасмів, що складаються з намотаних тросів або дротів, E_c зазвичай нижче, ніж модуль пружності E в єдиній струні. За відсутності особливих даних від виробника можна прийняти наступне зменшення:

representation of the ground motion, the stiffness of concrete elements should be calculated from the cracked cross-section properties that are consistent with the level of stress under the seismic action.

(2) The effect of the elevated temperature on the stiffness and strength of the steel or of reinforced concrete, in steel or concrete chimneys, respectively, should be taken into account.

(3) If a cable is modelled as a single spring for the entire cable, instead of a series of lumped masses connected through springs, the stiffness of the single spring should account for the sag of the cable. This may be done by using the following equivalent modulus of elasticity:

where:

E_{eq} is the equivalent modulus of elasticity,

γ is the unit weight of the cable, including the weight of any ice load on the cable in the seismic design situation,

σ is the tensile stress in the cable,

l is the cable length,

E_c is the modulus of elasticity of the cable material.

(4) For strands consisting of wrapped ropes or wires, E_c is generally lower than the modulus of elasticity E in a single chord. In the absence of specific data from the manufacturer, the following reduction may be taken:

$$\frac{E_c}{E} = \cos^3 \beta \quad (4.2)$$

де β кут намотування однієї струни.

where β is the wrapping angle of the single chord.

(5) Якщо попередній натяг кабелю такий, що провисання незначне, або якщо вежа нижче 40 м, то кабель можна моделювати як лінійну пружину.

(5) If the preload of the cable is such that the sag is negligible, or if the tower is shorter than 40 m, then the cable may be modelled as a linear spring.

ПРИМІТКА Маса кабелю слід повністю враховувати відповідно до 4.2.2(4)Р.

NOTE The mass of the cable should be fully accounted for in accordance with 4.2.2(4)P.

4.2.4 Демпфування

4.2.4 Damping

(1) Якщо аналіз виконується відповідно до п. 3.3(3) на підставі пружного спектру відповіді з EN 1998-1:2004, 3.2.2.2, можна використовувати в'язке демпфування, відмінне від 5 %. В цьому випадку можна застосувати модальний аналіз спектру відповіді, при цьому коефіцієнт демпфування відрізняється в кожній моді коливань.

(1) If the analysis is performed in accordance with 3.3(3) on the basis of the elastic response spectrum of EN 1998-1:2004, 3.2.2.2, viscous damping different from 5 % may be used. In that case, a modal response spectrum analysis may be applied with damping ratio taken to be different in each mode of vibration.

ПРИМІТКА Процедура модального аналізу спектру відповіді з урахуванням модального демпфування приведена в Додатку В.

NOTE A modal response spectrum analysis procedure accounting for modal damping is given in Informative Annex B.

4.2.5 Взаємодія «грунт-споруда»

4.2.5 Soil-structure interaction

(1) Для конструкцій, що спираються на м'які ґрунтові відкладення, до ефектів взаємодії ґрунт-конструкція застосовується EN 1998-1:2004, 4.3.1(9)Р.

(1) For structures founded on soft soil deposits, EN 1998-1:2004, 4.3.1(9)P applies for the effects of soil-structure interaction.

ПРИМІТКА 1 В Додатку С даються вказівки з обліку взаємодії ґрунт-конструкція при аналізі.

NOTE 1 Informative Annex C provides guidance for taking soil-structure interaction into account in the analysis.

ПРИМІТКА 2 У високих конструкціях, наприклад, з висотою, яка більш ніж у п'ять разів перевищує максимальний розмір фундаменту, відповідні коливання ґрунту є важливими і можуть значно збільшити ефекти другого порядку.

NOTE 2 In tall structures, e.g. with height being greater than five times the maximum base dimension, the rocking compliance of the soil is important and may significantly increase the second order effects.

4.3 Методи аналізу

4.3.1 Методи, що застосовуються

(1) Дії сейсмічного впливу та дії інших впливів, включених в сейсмічну проектну ситуацію, можуть бути визначені, виходячи з лінійно - пружної поведінки споруди.

(2) Застосовується EN 1998-1:2004, **4.3.3.1(2)P**, (3), (4) і (5).

ПРИМІТКА Застосовується примітка до EN 1998-1:2004, **4.3.3.1(4)**.

(3)P Для того, щоб припущення «жорсткої діафрагми» було застосовано до сталевих башт, повинні бути передбачені системи горизонтальних розпірок, здатні забезпечити необхідний вплив жорсткої діафрагми.

(4)P Для того, щоб припущення «жорсткої діафрагми» було застосовано до сталевих димарів, повинні бути передбачені горизонтальні кільця жорсткості з щільним розміщенням.

(5) Якщо умови застосовності припущення «жорсткої діафрагми» не виконуються, слід виконати тривимірний динамічний аналіз, здатний зафіксувати деформування конструкції в горизонтальних площинах.

4.3.2 Метод поперечної сили

4.3.2.1 Загальні положення

(1) Цей тип аналізу придатний до споруд, які одночасно відповідають наступним двом умовам:

(a) Поперечна жорсткість і розподіл маси приблизно симетричні в плані по відношенню до двох ортогональних горизонтальних осей, так що можна використовувати незалежну модель уздовж кожної з цих двох ортогональних осей.

4.3 Methods of analysis

4.3.1 Applicable methods

(1) The seismic action effects and the effects of the other actions included in the seismic design situation may be determined on the basis of linear-elastic behaviour of the structure.

(2) EN 1998-1:2004, **4.3.3.1(2)P**, (3), (4) and (5) apply.

NOTE The Note to EN 1998-1:2004, **4.3.3.1(4)** applies.

(3)P For the "rigid diaphragm" assumption to be applicable to steel towers, a horizontal bracing system capable of providing the required rigid diaphragm action, shall be provided.

(4)P For the "rigid diaphragm" assumption to be applicable to steel chimneys, horizontal stiffening rings shall be provided at close spacing.

(5) If the conditions for the applicability of the "rigid diaphragm" assumption are not met, a three-dimensional dynamic analysis should be performed, capable of capturing the distortion of the structure within horizontal planes.

4.3.2 Lateral force method

4.3.2.1 General

(1) This type of analysis is applicable to structures that meet both of the following two conditions

(a) The lateral stiffness and mass distribution are approximately symmetrical in plan with respect to two orthogonal horizontal axes, so that an independent model can be used along each one of these two orthogonal axes.

(b) Відповіді не роблять істотного впливу на розподіл вищих мод коливань.

2) Для дотримання умови (1)b основний період в кожному з двох горизонтальних напрямків з (1)a повинен задовольняти EN 1998-1:2004: 4.3.3.2.1(2)a. Крім того, поперечна жорсткість, маса і горизонтальні розміри споруди повинні залишатися постійними або поступово зменшуватися від основи до верхівки без різких змін.

ПРИМІТКА Докладні або додаткові умови для аналізу методом поперечної сили, що застосовуються в країні, можна знайти в її Національному Додатку. Рекомендованими додатковими умовами є загальна висота, H , не більше 60 м і клас важливості I або II.

(3) Якщо відносний рух між опорами трубопроводу і устаткування, що підтримується в різних точках, важливий для перевірки трубопроводів і обладнання, слід використовувати модальний аналіз спектру відповіді, щоб врахувати внесок вищих мод на величину цього відносного руху.

ПРИМІТКА Аналіз методів поперечної сили може давати занижену оцінку величини відносного руху між різними точками споруди.

4.3.2.2 Сейсмічні зусилля

(1) Аналіз по визначенню ефектів дії сейсмічного впливу виконується шляхом застосування горизонтальних сил F_i , $i = 1, 2 \dots n$ до n зосереджених мас, до яких була дискретизована споруда, включаючи маси фундаменту. Сума цих зусиль дорівнює зсуву фундаменту і приймається рівною:

$$F_t = S_d(T) \sum_1^n m_j \quad (4.3)$$

де $S_d(T)$ ордината відповіді проектного спектру, визначена в EN 1998-1:2004, 3.2.2.5, для основного періоду коливань T в горизонтальному напрямку

(b) The response is not significantly affected by contributions of higher modes of vibration.

(2) For condition (1)b to be met, the fundamental period in each one of the two horizontal directions of (1)a should satisfy EN 1998-1:2004: 4.3.3.2.1(2)a. In addition, the lateral stiffness, the mass and the horizontal dimensions of the structure should remain constant or reduce gradually from the base to the top, without abrupt changes.

NOTE The detailed or additional conditions for the lateral force method of analysis to be applied in a country may be found in its National Annex. The recommended additional conditions are: a total height, H , not greater than 60 m and an importance class I or II.

(3) If the relative motion between the supports of piping and equipment supported at different points is important for the verification of the piping or the equipment, a modal response spectrum analysis should be used, to take into account the contribution of higher modes to the magnitude of this relative motion.

NOTE The lateral force method of analysis might underestimate the magnitude of the differential motion between different points of the structure.

4.3.2.2 Seismic forces

(1) The analysis for the determination of the effects of the seismic action is performed by applying horizontal forces F_i , $i = 1, 2 \dots n$ to the n lumped masses to which the structure has been discretised, including the masses of the foundation. The sum of these forces is equal to the base shear, taken as equal to:

where: $S_d(T)$ is the ordinate of the design response spectrum as defined in EN 1998-1:2004, 3.2.2.5, for the fundamental period of vibration T the horizontal

поперечних сил. Якщо період T не оцінюється, як в EN 1998-1:2004, **4.3.3.2.2(2)**, то у виразі **(4.3)** слід використовувати спектральну величину $S_d(T_c)$.

(2) Розподіл горизонтальних зусиль F_i до n зосереджених мас слід прийняти у відповідності з EN 1998-1:2004, **4.3.3.2.3**.

ПРИМІТКА Метод поперечних сил зазвичай завищує оцінку дії сейсмічних впливів у вежах, що звужуються, в яких розподіл маси істотно зменшується з висотою.

4.3.3 Модальний аналіз спектру відповіді

4.3.3.1 Загальні положення

(1) Даний метод аналізу може застосовуватися до кожної конструкції, при цьому сейсмічний вплив визначається спектром відповіді.

4.3.3.2 Кількість мод

(1)P Застосовується EN 1998-1:2004, **4.3.3.3.1 (2)P**.

(2) Вимоги, зазначені в (1)P, можуть вважатися виконаними, якщо сума ефективних модальних мас для врахованих мод становить не менше 90 % повної маси споруди.

ПРИМІТКА 1 Додаткова інформація та вказівки щодо використання (2) представлені в довідковому Додатку D.

ПРИМІТКА 2 Кількість мод, необхідне для обчислення сейсмічних впливів зверху споруди, зазвичай більше, ніж достатньо для оцінки перекидуючого моменту або загального зсуву фундаменту споруди.

ПРИМІТКА 3 Майже осесиметричні споруди зазвичай мають дуже близько розташовані моди, що заслуговує особливої уваги.

direction of the lateral forces. If the period T is not evaluated as in EN 1998-1:2004, **4.3.3.2.2(2)**, the spectral value $S_d(T_c)$ should be used in expression **(4.3)**.

(2) The distribution of the horizontal forces F_i to the n lumped masses should be taken in accordance with EN 1998-1:2004, **4.3.3.2.3**.

NOTE The lateral force method normally overestimates the seismic action effects in tapered towers where the mass distribution substantially decreases with elevation.

4.3.3 Modal response spectrum analysis

4.3.3.1 General

(1) This method of analysis may be applied to every structure, with the seismic action defined by a response spectrum.

4.3.3.2 Number of modes

(1)P EN 1998-1:2004, **4.3.3.3.1 (2)P** applies.

(2) The requirements specified in (1)P may be deemed to be satisfied if the sum of the effective modal masses for the modes taken into account amounts to at least 90 % of the total mass of the structure.

NOTE 1 Informative Annex D provides further information and guidance for the application of (2).

NOTE 2 The number of modes which is necessary for the calculation of seismic actions at the top of the structure is generally higher than what is sufficient for evaluating the overturning moment or the total shear at the base of the structure.

NOTE 3 Nearly axisymmetric structures normally have very closely spaced modes which deserve special consideration.

4.3.3.3 Комбінація мод

(1) Для комбінації максимальних модальних відповідей застосовується EN 1998-1:2004, 4.3.3.3.2(1), (2) і (3)P.

4.4 Комбінації дії складових сейсмічного впливу

(1) Ефекти будь-якої обертальної складової руху ґрунту навколо горизонтального напрямку можуть комбінуватися з ефектами поступальної складової в ортогональному горизонтальному напрямку за правилом квадратного кореня із суми квадратів (геометрична сума векторів).

(2) Комбінацію ефектів складових сейсмічного впливу слід врахувати відповідно до будь-якої з двох альтернативних процедур, зазначених в EN 1998-1:2004, 4.3.3.5.2(4). Для застосування процедури в EN 1998-1:2004, 4.3.3.5.2(4), заснованої на виразах (4.20) до (4.22), будь-які обертальні складові навколо горизонтального напрямку повинні спочатку бути комбіновані з поступальними складовими в ортогональному горизонтальному напрямку у відповідності з (1).

4.5 Комбінації сейсмічного впливу з іншими впливами

(1) Для комбінації сейсмічного впливу з іншими впливами в сейсмічній проектній ситуації застосовується EN 1990:2002, 6.4.3.4 і EN 1998-1:2004, 3.2.4(1)P і (4).

4.6 Переміщення

(1) Для обчислення переміщень, викликаних проектним сейсмічним впливом, застосовується EN 1998-1:2004, 4.3.4(1)P і (3).

4.3.3.3 Combination of modes

(1) EN 1998-1:2004, 4.3.3.3.2(1), (2) and (3)P apply for the combination of modal maximum responses.

4.4 Combinations of the effects of the components of the seismic action

(1) The effects of any rotational component of the ground motion about a horizontal direction may be combined with those of the translational component in the orthogonal horizontal direction through the square root of the sum of the squares rule (SRSS combination).

(2) The combination of the effects of the components of the seismic action should be accounted for in accordance with either one of the two alternative procedures specified in EN 1998-1:2004, 4.3.3.5.2(4). For the application of the procedure in EN 1998-1:2004, 4.3.3.5.2(4) based on expressions (4.20) to (4.22), any rotational components about a horizontal direction should first be combined with those of the translational component in the orthogonal horizontal direction in accordance with (1).

4.5 Combinations of the seismic action with other actions

(1) EN 1990:2002, 6.4.3.4 and EN 1998-1:2004, 3.2.4(1)P and (4) apply for the combination of the seismic action with other actions in the seismic design situation.

4.6 Displacements

(1) EN 1998-1:2004, 4.3.4(1)P and (3) apply for the calculation of the displacements induced by the design seismic action.

4.7 Перевірки безпеки

4.7.1 Кінцевий граничний стан

(1)P Вимога відсутності руйнування (кінцевого граничного стану) в проектній сейсмічній ситуації вважається виконаною, якщо задовольняються умови, зазначені в наступних параграфах, щодо опору елементів і з'єднань, пластичності і стійкості.

4.7.2 Умова опору конструктивних елементів

(1)P Наступна нерівність має виконуватися для всіх конструктивних елементів, включаючи з'єднання:

$$R_d \geq E_d \quad (4.4)$$

де:

R_d проектний опір елемента, обчислений у відповідності з механічними моделями і правилами, характерними для матеріалу (на підставі характеристичного значення властивостей матеріалу, f_k , і часткових показників γ_M),

E_d проектне значення дії впливу внаслідок проектної сейсмічної ситуації (див. EN 1990:2002 **6.4.3.4**), включаючи, за необхідності, ефекти другого порядку (див. **4.7.3**) і теплові ефекти (див. **4.8**). Перерозподіл згинаючих моментів допускається відповідно до EN 1992-1-1:2004, EN 1993-1-1:2004 і EN 1994-1-1:2004.

ПРИМІТКА Значення, що приписуються частковим показникам для сталі, бетону, конструкційної сталі, цегли та інших матеріалів при використанні в країні, можна знайти у відповідному Національному Додатку до цього стандарту. У стандарті EN 1998-1:2004 примітки до параграфів **5.2.4(3)**, **6.1.3(1)**, **7.1.3(1)** і **9.6(3)** відносяться до значень часткових показників для сталі, бетону, конструкційної сталі і цегли при проектуванні нових будівель в різних країнах.

4.7 Safety verifications

4.7.1 Ultimate limit state

(1)P The no-collapse requirement (ultimate limit state) under the seismic design situation is considered to be fulfilled if the conditions specified in the following subclauses regarding resistance of elements and connections, ductility and stability are met.

4.7.2 Resistance condition of the structural elements

(1)P The following relation shall be satisfied for all structural elements, including connections:

where:

R_d is the design resistance of the element, calculated in accordance with the mechanical models and the rules specific to the material (in terms of the characteristic value of material properties, f_k , and partial factors γ_M),

E_d is the design value of the action effect due to the seismic design situation (see EN 1990:2002 **6.4.3.4**), including, if necessary, second order effects, (see **4.7.3**) and thermal effects (see **4.8**). Redistribution of bending moments is permitted in accordance with EN 1992-1-1:2004, EN 1993-1-1:2004 and EN 1994-1-1:2004.

NOTE The values ascribed to the partial factors for steel, concrete, structural steel, masonry and other materials for use in a country can be found in the relevant National Annex to this standard. In EN 1998-1:2004 notes to subclauses **5.2.4(3)**, **6.1.3(1)**, **7.1.3(1)** and **9.6(3)** refer to the values of partial factors for steel, concrete, structural steel and masonry for the design of new buildings in different countries.

4.7.3 Ефекти другого порядку

(1)Р Ефекти другого порядку повинні бути враховані, якщо не виконується умова в (2).

(2) Ефекти другого порядку не потрібно враховувати, якщо виконується така умова:

$$\delta M/M_0 < 0,10 \quad (4.5)$$

де

δM перекидаючий момент внаслідок ефекту другого порядку (P- Δ)-ефект,

M_0 перекидаючий момент першого порядку.

4.7.4 Опір з'єднань

(1)Р Для зварних або болтових недисипативних сполучень, опір має бути визначений відповідно до EN 1993-1-1.

(2)Р Опір, передбачений для зварних або болтових дисипативних сполучень, повинен бути більше пластичного опору з'єданого дисипативного елемента, заснованого на проектній межі текучості матеріалу, як визначено в EN 1993-1-1, з урахуванням коефіцієнта запасу міцності (див. EN 1998-1, **6.1.3(2)** і 6.2).

(3) До вимог і властивостей болтів і витратних зварювальних матеріалів застосовується EN 1993-1-8:2004.

(4) Недисипативні з'єднання дисипативних елементів, виконані за допомогою стикових зварних швів з повним проплавленням, вважаються такими, що задовольняють критерію запасу міцності.

4.7.3 Second order effects

(1)P Second order effects shall be taken into account, unless the condition in (2) is fulfilled.

(2) Second order effects need not be taken into account if the following condition is fulfilled:

where

δM is the overturning moment due to second order effect (P- Δ) effect,

M_0 is the first-order overturning moment.

4.7.4 Resistance of connections

(1)P For welded or bolted non-dissipative connections, the resistance shall be determined in accordance with EN 1993-1-1.

(2)P The resistance to be provided for welded or bolted dissipative connections shall be greater than the plastic resistance of the connected dissipative member based on the design yield stress of the material as defined in EN 1993-1-1, taking into account the overstrength factor (see EN 1998-1, **6.1.3(2)** and 6.2).

(3) For requirements and properties for bolts and welding consumables, EN 1993-1-8:2004 applies.

(4) Non-dissipative connections of dissipative members made by means of full penetration butt welds are deemed to satisfy the overstrength criterion.

4.7.5 Стійкість

(1)Р Загальна стійкість конструкції в проектній сейсмічній ситуації повинна бути перевірена з урахуванням ефекту взаємодії трубопроводів і з урахуванням гідродинамічних навантажень, у відповідних випадках для проектної сейсмічної ситуації.

(2) Загальну стійкість можна вважати перевіреною, якщо виконані правила, пов'язані з перевіркою стійкості в EN 1992-1-1, EN 1993-1-1, EN 1993-1-5, EN 1993-1-6, EN 1993-3-1 і EN 1993-3-2.

(3) Використання секцій класу 4 в елементах з конструкційної сталі допускається при дотриманні всіх наступних умов:

(a) виконані спеціальні правила в EN 1993-1-1:2004, **5.5**;

(b) значення показника поведінки, q , обмежується величиною 1,5 (див. також спеціальні правила в розділах 6 або 7 для конструкцій з секціями класу 4); та

(c) гнучкість λ не більше:

- 120 в опорних стійках;

- 180 в сейсмічних первинних розпірних елементах;

- 250 в сейсмічних вторинних розпірних елементах; якщо сейсмічні первинні та сейсмічні вторинні елементи визначені, як в EN 1998-1:2004, **4.2.2**.

4.7.6 Умова пластичності і дисипації енергії

(1)Р Конструктивні елементи і споруда в цілому повинні володіти здатністю до пластичності і дисипації, яка є достатньою для потреб проектного сейсмічного впливу. Значення показника поведінки, що використовується при проектуванні, повинно бути пов'язане із здатністю конструкції до пластичності і дисипації енергії.

4.7.5 Stability

(1)P The overall stability of the structure in the seismic design situation shall be verified, taking into account the effect of piping interaction and of hydrodynamic loads, where relevant for the seismic design situation.

(2) The overall stability may be considered to be verified, if the rules relevant to stability verification in EN 1992-1-1, EN 1993-1-1, EN 1993-1-5, EN 1993-1-6, EN 1993-3-1 and EN 1993-3-2 are fulfilled

(3) The use of class 4 sections is allowed in structural steel members, provided that all of the following conditions are met:

(a) the specific rules in EN 1993-1-1 2004, **5.5** are fulfilled;

(b) the value of the behaviour factor, q , is limited to 1,5 (see also special rules in Sections 6 or 7 for structures with class 4 sections); and

(c) the slenderness λ is not greater than:

- 120 in leg members;

- 180 in seismic primary bracing members;

- 250 in seismic secondary bracing members; where seismic primary and seismic secondary members are defined as in EN 1998-1:2004, **4.2.2**.

4.7.6 Ductility and energy dissipation condition

(1)P The structural elements and the structure as a whole shall possess capacity for ductility and energy dissipation which is sufficient for the demands under the design seismic action. The value of the behaviour factor used in the design should be related to the ductility and energy dissipation capacity of the structure.

(2) Вимога в (1)P вважається виконаною за допомогою одного з наступних двох підходів до проектування:

(a) Проектування конструкції для дисипативної поведінки з використанням значення показника поведінки більше 1,5 і з застосуванням спеціальних правил, наведених у розділах 5, 6, 7 і 8 для здатності дисипації енергії різних типів конструкцій, розглядаються в цих розділах.

(b) Проектування конструкції для не- (або низько-) дисипативної поведінки з використанням значення показника поведінки не більше 1,5 і з застосуванням 2.1(4).

4.7.7 Фундаменти

(1)P Застосовується EN 1998-1:2004, 2.2.2(4)P.

(2) Проектування і перевірка фундаменту повинні відповідати EN 1998-1:2004, 4.4.2.6. Коли дія впливу з аналізу для проектного сейсмічного впливу, E_{FE} , у виразі (4.30) з EN 1998-1:2004 є вертикальним зусиллям внаслідок землетрусу, N_{Ed} , внеском вертикальної складової сейсмічного впливу до N_{Ed} , можна знехтувати, якщо вона викликає відрив фундаменту.

4.7.8 Відтяжки і кріплення

(1) До вимог і властивостей канатів, пасмів, дротів і кріплень застосовується EN 1993-1-11.

4.8 Теплові ефекти

(1) Теплові ефекти нормальної робочої температури на такі механічні властивості елементів конструкції, як модуль пружності і межа текучості, слід враховувати відповідно до EN 1992-1-2:2004, EN 1993-1-2:2004 і EN 1994-1-2:2004. Тепловими ефектами температур елементів конструкції менш 100°C можна знехтувати. Для самонесучих сталевих димових труб див. EN 13084-7.

(2) The requirement in (1)P is deemed to be satisfied through either one of the following design approaches:

(a) Design the structure for dissipative behaviour, using a value of the behaviour factor greater than 1,5 and applying the special rules given in Sections 5, 6, 7 and 8 for energy dissipation capacity of the different types of structures addressed in those Sections.

(b) Design the structure for non- (or low-) dissipative behaviour, using a value of the behaviour factor not greater than 1,5 and applying 2.1(4).

4.7.7 Foundations

(1)P EN 1998-1:2004, 2.2.2(4)P applies.

(2) The design and verification of the foundation should be in accordance with EN 1998-1:2004, 4.4.2.6. When the action effect from the analysis for the design seismic action, E_{FE} , in expression (4.30) of EN 1998-1:2004 is the vertical force due to the earthquake, N_{Ed} , the contribution of the vertical component of the seismic action to N_{Ed} may be neglected if it causes uplift of the foundation.

4.7.8 Guys and fittings

(1) For requirements and properties of ropes, strands, wires and fittings, EN 1993-1-11 applies.

4.8 Thermal effects

(1) The thermal effects of the normal operating temperature on the mechanical properties of the structural elements, such as the elastic modulus and the yield stress, should be taken into account in accordance with EN 1992-1-2:2004, EN 1993-1-2:2004 and EN 1994-1-2:2004. Thermal effects of structural element temperatures less than 100°C may be neglected. For free-standing steel chimneys, see EN 13084-7.

4.9 Граничний стан з обмеження пошкоджень

(1) Вимога обмеження пошкоджень встановлює межі переміщень внаслідок сейсмічного впливу з обмеженням пошкоджень. У розділах 5, 6, 7 і 8 наводяться межі в залежності від типу споруди.

(2) Якщо експлуатація споруди чутлива до деформацій (наприклад, в телекомунікаційних вежах, де деформація може призвести до постійного пошкодження обладнання або втрати сигналу), можна використовувати знижені межі переміщень.

(3) Переміщення для вимоги обмеження пошкоджень можуть бути обчислені як переміщення, отримані відповідно до 4.6(1) для проектного сейсмічного впливу, відповідного «вимозі кінцевого граничного стану», помноженому на коефіцієнт зниження ν , який враховує нижчий період повторюваності сейсмічного впливу, пов'язаного з вимогою обмеження пошкоджень (див. EN 1998-1:2004, 4.4.3.1).

(4) Значення коефіцієнта зниження ν може також залежати від класу важливості конструкції.

ПРИМІТКА Значення, що приписуються коефіцієнту ν для використання в країні, можна знайти в її Національному Додатку до цього стандарту. Різні значення ν можуть бути визначені для різних сейсмічних зон країни в залежності від умов сейсмічної небезпеки і від цілей обмеження пошкоджень, які можуть відрізнятися для веж, щогл або димових труб. Рекомендованими значеннями ν є $\nu = 0,4$ для класів важливості III і IV і $\nu = 0,5$ для класів важливості I і II.

4.9 Damage limitation state

(1) The damage limitation requirement establishes limits to displacements under the damage limitation seismic action. Sections 5, 6, 7 and 8 provide limits depending on the type of structure.

(2) If the operation of the structure is sensitive to deformations, (for example in telecommunication towers, where deformation might lead to permanent damage of equipment or loss of the signal), reduced limits to displacements may be used.

(3) Displacements for the damage limitation requirement may be calculated as those obtained in accordance with 4.6(1) for the design seismic action corresponding to the "ultimate limit state requirement" multiplied by a reduction factor ν which takes into account the lower return period of the seismic action associated with the damage limitation requirement (see EN 1998-1:2004, 4.4.3.1).

(4) The value of the reduction factor ν may also depend on the importance class of the structure.

NOTE The values to be ascribed to ν for use in a country may be found in its National Annex. Different values of ν may be defined for the various seismic zones of a country, depending on the seismic hazard conditions and on the damage limitation objectives, which may be different for towers, masts or chimneys. The recommended values of ν are $\nu = 0,4$ for importance classes III and IV and $\nu = 0,5$ for importance classes I and II.

4.10 Показник поведінки

4.10 Behaviour factor

4.10.1 Загальні положення

4.1.0.1 General

(1)Р Значення показника поведінки q визначається таким чином:

(1)P The value of the behaviour factor q shall be determined as

$$q = q_0 k_r \geq 1,5 \quad (4.6)$$

де

where:

q_0 базове значення показника поведінки, що відображає пластичність системи опору поперечних сил; зі значеннями визначеними в розділах **5, 6, 7 і 8** для кожного різного типу споруди;

q_0 is the basic value of the behaviour factor, reflecting the ductility of the lateral load resisting system, with values defined in Sections **5, 6, 7 and 8** for each different type of structure,

k коефіцієнт модифікації, що відображає відхилення від регулярного розподілу маси, жорсткості або міцності; зі значенням, визначеним в **4.10.2**.

k is the modification factor reflecting departure from a regular distribution of mass, stiffness or strength, with values defined in **4.10.2**.

4.10.2 Значення коефіцієнта модифікації k_r

4.10.2 Values of modification factor k_r

(1)Р Значення k_r слід прийняти рівним 1,0, якщо воно не модифіковане внаслідок існування будь-якого з наступних нерегулярностей в споруді.

(1)P The value of k_r shall be taken as equal to 1,0, unless modified due to the existence of any of the following irregularities in the structure.

a) Горизонтальний ексцентриситет маси на горизонтальному рівні по відношенню до центру жорсткості елементів на цьому рівні, що перевищує 5% паралельного розміру споруди:

a) Horizontal eccentricity of the mass at a horizontal level with respect to the centroid of the stiffness of the elements at that level, exceeding 5% of the parallel dimension of the structure:

$$k_r = 0,8$$

$$k_r = 0,8$$

b) Отвори в димарі або конструктивній оболонці викликають зменшення моменту інерції поперечного перетину на 30% або більше:

b) Openings in a shaft or structural shell causing a 30% or larger reduction of the moment of inertia of the cross-section:

$$k_r = 0,8$$

$$k_r = 0,8$$

c) Зосереджена маса в межах верхньої третини висоти споруди сприяє збільшенню на 50% або більше перекидаючого моменту в основі:

c) Concentrated mass within the top third of the height of the structure, contributing by 50% or more to the overturning moment at the base:

$$k_r = 0,7$$

$$k_r = 0,7$$

(2)Р Якщо присутні більше однієї зі згаданих нерегулярностей, k_r вважається рівним добутку 0,9 на найнижчі значення k_r .

(2)P When more than one of the above irregularities are present, k_r shall be assumed to be equal to the product of 0,9 times the lowest values of k_r .

5 СПЕЦІАЛЬНІ ПРАВИЛА ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ДИМОВИХ ТРУБ

5.1 Галузь використання

(1)Р Даний розділ відноситься до бетонних димарів кільцевого (полого кругового) поперечного перерізу.

(2)Р Бетонні димові труби, спроектовані відповідно до цього Єврокоду, повинні відповідати стандартам EN 1992-1-1:2004 і EN 1992-1-2:2004 і додатковим правилам, зазначеним у цьому розділі. До окремо стоячих бетонних димарів також застосовуються правила EN 13084-2:2001, які доповнюють і не суперечать правилам будь-якого EN-Єврокоду.

(3) Бетон повинен бути не нижче класу C20/25, як визначено в EN 1992-1-1:2004.

5.2 Проектування для дисипативної поведінки

(1) Бетонні димові труби можуть проектуватися для дисипативної поведінки з базовим значенням показника поведінки $q_0 = 2,5$ за допомогою застосування в межах критичних перерізів, визначених у (2), правил цього пункту **5.2**.

(2) Повинні бути прийняті наступні критичні області:

- від основи димової труби до висоти D над основою;
- від різкої зміни перерізу до висоти D над різкою зміною перерізу;
- висота D над і під перерізами димової труби, де є понад один отвір.

5 SPECIFIC RULES FOR REINFORCED CONCRETE CHIMNEYS

5.1 Scope

(1)P This section refers to concrete chimneys of annular (hollow circular) cross-section.

(2)P Concrete chimneys designed in accordance with this Eurocode shall conform to EN 1992-1-1:2004 and EN 1992-1-2:2004 and to the additional rules specified in this Section. For free-standing concrete chimneys, the rules of EN 13084-2:2001 that are complementary and non-contradictory to the rules of any EN-Eurocode apply also.

(3) Concrete should be of a class not lower than C20/25, as defined in EN 1992-1-1:2004.

5.2 Design for dissipative behaviour

(1) Concrete chimneys may be designed for dissipative behaviour with a basic value of the behaviour factor $q_0 = 2,5$, by applying within the critical sections defined in (2) the rules of the present clause **5.2**.

(2) The critical region should be taken as the following:

- from the base of the chimney to a height D above the base;
- from an abrupt change of section to a height D above the abrupt change of section;
- a height D above and below sections of chimney where more than one opening exists.

(3) При проектуванні для дисипативної поведінки слід забезпечити мінімальне значення коефіцієнта пластичності локальної кривизни, μ_ϕ в межах критичних перерізів, визначених в (2). Коефіцієнта пластичності локальної кривизни слід забезпечити шляхом застосування побічної арматури, відповідно до (4) та EN 1998-1:2004, **5.4.3.2.2(10)P** і (11).

(4) Механічне об'ємне відношення побічної арматури, ω_{wd} , визначене як в EN 1998-1:2004, **5.4.3.2.2(8)**, має бути пов'язане з коефіцієнтом пластичності локальної кривизни, μ_ϕ , після відшарування захисного шару бетону за допомогою загального методу, заснованого на:

a) визначенні коефіцієнта пластичності кривизни за значеннями кривизни при межі міцності і межі текучості у вигляді $\mu_\phi = \phi_u / \phi_y$;

b) обчисленні ϕ_u у вигляді $\phi_u = \varepsilon_{cu2,c} / x_u$ і ϕ_y у вигляді $\phi_y = 1,5f_y / (E_s D)$, де D - діаметр, як визначено в (2);

c) глибині нейтральної осі, x_u , обчисленої з рівноваги перерізу в умовах межі міцності;

d) моделях «напруга-деформація» в EN 1992-1-1:2004, **3.1.9** і міцності та граничної деформації обмеженого бетону, $f_{ck,c}$ и $\varepsilon_{cu2,c}$, у вигляді функції ефективною поперечної обмежуючої напруги відповідно до EN 1992-1-1:2004, п. **3.1.9**; і

e) виразу ефективною поперечною обмежуючої напруги у вигляді $0,5\alpha\omega_{wd}$, з коефіцієнтом ефективності обмеження α , взятого з EN 1998-1:2004, **5.4.3.2.2 (8) b)** або c).

(5) Значення коефіцієнта пластичності кривизни, μ_ϕ , яке використовувався в (3), (4), можна визначити за коефіцієнтом пластичності переміщення, μ_δ , використовуючи вираз:

(3) In the design for dissipative behaviour, a minimum value of the local curvature ductility factor, μ_ϕ should be provided within the critical sections defined in (2). The local curvature ductility factor should be ensured by providing confining reinforcement, in accordance with (4) and with EN 1998-1:2004, **5.4.3.2.2(10)P** and (11).

(4) The mechanical volumetric ratio of confining reinforcement, ω_{wd} , defined as in EN 1998-1:2004, **5.4.3.2.2(8)**, should be related to the local curvature ductility factor, μ_ϕ , after spalling of the cover concrete, through the general method based on:

a) the definition of the curvature ductility factor from the curvatures at ultimate and at yielding, $\mu_\phi = \phi_u / \phi_y$;

b) calculation of ϕ_u as $\phi_u = \varepsilon_{cu2,c} / x_u$ and ϕ_y as $\phi_y = 1,5f_y / (E_s D)$, where D is the diameter as defined in (2);

c) neutral axis depth, x_u , estimated from section equilibrium at ultimate conditions;

d) the stress-strain models in EN 1992-1-1:2004, **3.1.9** and the strength and ultimate strain of confined concrete, $f_{ck,c}$ and $\varepsilon_{cu2,c}$, as a function of the effective lateral confining stress in accordance with EN 1992-1-1:2004, **3.1.9**; and

e) expression of the effective lateral confining stress as $0,5\alpha\omega_{wd}$, with the confinement effectiveness factor α , taken from EN 1998-1:2004, **5.4.3.2.2(8) b)** or c).

5) The value of the curvature ductility factor, μ_ϕ , to be used in (3), (4) may be determined from the displacement ductility factor, μ_δ using the expression:

$$\mu_{\phi} = \frac{\phi_u}{\phi_y} = 1 + \frac{\mu_{\delta} - 1}{4 \frac{L_{p1}}{L_V} \left(1 - 0,5 \frac{L_{p1}}{L_V} \right)} \quad (5.1)$$

де

L_{p1} довжина пластичного шарніра;

$L_V = M_{Ed} / V_{Ed}$ ділянка зрізу димової труби у нижньому перерізі критичної області, обчислена на підставі моменту і зсуву з розрахунків.

(6) Значення коефіцієнту пластичності переміщення, μ_{δ} , що використовується у виразі (5.1), можна отримати з наступних залежностей між μ_{δ} і q_0 :

$$\mu_{\delta} = q_0 \quad \text{якщо } T_1 \geq T_C$$

$$\mu_{\delta} = 1 + (q_0 - 1)T_C/T_1 \quad \text{якщо } T_1 < T_C$$

де T_1 - основний період димової труби
 T_C період біля верхньої межі області постійного спектру прискорення відповідно до EN 1998-1:2004, 3.2.2.2 (2)P.

(7) Значення довжини пластичного шарніру, L_{p1} , які будуть використовуватися у виразі (5.1), можна прийняти рівним:

$$L_{p1} = 0,5 D \quad (5.4)$$

де D - зовнішній діаметр димової труби, як визначено в (2).

(8) Щоб уникнути вибухового відшарування бетону на внутрішній поверхні в межах критичних перерізів, визначених у (2), значення відношення зовнішнього діаметра, визначеного в (2), до товщини перерізу стінки не повинна перевищувати 20.

(9) Слід уникати горизонтальних будівельних стиків в межах критичних перерізів, визначених в (2).

where.

L_{p1} plastic hinge length,

$L_V = M_{Ed} / V_{Ed}$ shear span of the chimney at the bottom section of the critical region calculated on the basis of the moment and shear from the analysis.

(6) The value of the displacement ductility factor, μ_{δ} to be used in expression (5.1) may be derived from the following relationship between μ_{δ} and q_0 :

$$\mu_{\delta} = q_0 \quad \text{if } T_1 \geq T_C \quad (5.2)$$

$$\mu_{\delta} = 1 + (q_0 - 1)T_C/T_1 \quad \text{if } T_1 < T_C \quad (5.3)$$

where T_1 is the fundamental period of the chimney T_C is the period at the upper limit of the constant acceleration region of the spectrum, in accordance with EN 1998-1:2004, 3.2.2.2(2)P.

(7) The value of the plastic hinge length, L_{p1} , to be used in expression (5.1), may be taken equal to:

where D is the outside diameter of the chimney as defined in (2).

(8) To avoid implosive spalling of the concrete at the inner surface, within the critical sections defined in (2) the value of the ratio of the outer diameter, as defined in (2), to the thickness of the section wall, should not exceed 20.

(9) Horizontal construction joints within the critical sections defined in (2) should be avoided.

(10) В межах критичних областей, визначених у (2), застосовується EN 1998-2:2005, 6.2.3.

5.3 Конструювання арматури

5.3.1 Мінімальне армування (вертикальне і горизонтальне)

(1)P В димових трубах із зовнішнім діаметром, D , 4 м або більше, вертикальна і горизонтальна арматура повинна розташовуватися у двох шарах (полотнах) кожна: один шар по напрямку поблизу внутрішньої, а другий шар - поблизу зовнішньої поверхні, причому не менше половини всій вертикальної арматури повинно розташовуватися в шарі поблизу зовнішньої поверхні.

(2) В димових трубах із зовнішнім діаметром 4 м або більше, мінімальне відношення вертикальної арматури до площі поперечного перерізу повинно бути не менше 0,003.

(3) У димових трубах із зовнішнім діаметром 4 м або більше, мінімальне відношення горизонтальної арматури до площі поперечного перерізу повинно бути не менше 0,0025. Для вільно розміщених бетонних димових труб також застосовується відповідне правило EN 13084-2:2001.

(4)P В димових трубах із зовнішнім діаметром менше 4 м уся вертикальна чи горизонтальна арматура може бути розміщена в одному шар (полотні) по напрямку, поблизу зовнішньої поверхні. У цьому випадку відношення арматури в зовнішньому шарі до площі поперечного перерізу не повинно бути менше 0,002 по напрямку.

(10) EN 1998-2:2005,6.2.3 applies within the critical regions defined in (2).

5.3 Detailing of the reinforcement

5.3.1 Minimum reinforcement (vertical and horizontal)

(1)P In chimneys with an outer diameter, D of 4 m or more, the vertical and the horizontal reinforcement shall be placed in two layers (curtains) each: one layer per direction near the inner and the other layer near the outer surface, with not less than half of the total vertical reinforcement placed in the layer near the outer face.

(2) In chimneys with an outer diameter of 4 m or more, the minimum ratio of the vertical reinforcement to the cross-sectional area should be not less than 0.003.

(3) In chimneys with an outer diameter of 4 m or more, the minimum ratio of the horizontal reinforcement to the cross-sectional area should be not less than 0.0025. For free-standing concrete chimneys, the relevant rule of EN 13084-2:2001 applies also.

(4)P In chimneys with an outer diameter of less than 4 m, the entire vertical or horizontal reinforcement may be placed in a single layer (curtain) per direction, near the outer surface. In that case the ratio of the reinforcement in the outer layer to the cross-sectional area should be not less than 0.002 per direction.

(5) Поряд з верхівкою димової труби, де напруги внаслідок постійних навантажень низькі, мінімальне відношення вертикальної арматури можна прийняти рівним відношенню горизонтальної арматури.

(6) Інтервал між вертикальними стрижнями повинен бути не більше 250 мм, а між горизонтальним стрижнями - не більше 200 мм.

(7) Горизонтальні арматурні стрижні повинні розміщуватися між вертикальними стрижнями і бетонною поверхнею. Поперечні в'язі між зовнішнім і внутрішнім шарами арматури повинні мати горизонтальні і вертикальні відстані не більше 600 мм.

5.3.2 Мінімальне армування навколо отворів

(1) Навколо периметра і кутів отворів арматура повинна розміщуватися додатково до арматури, наявної на відстані від отворів. Додаткова арматура повинна включати в себе діагональні, а також горизонтальні і вертикальні стрижні на кутах і повинна розташовуватися настільки близько до зовнішньої поверхні отвору, як це дозволяють нормальні будівельні міркування. Стрижні повинні виступати за периметр отвору на повну довжину анкерування.

(2) Площа додаткової горизонтальної та вертикальної арматури в кожному напрямку повинна бути не менше площі стрижнів, які обриваються через наявність отвору. За відстань по горизонталі або вертикальну сторону отвору на половину ширини отвору коефіцієнт вертикального армування не повинен бути менше 0,0075.

(5) Close to the chimney top, where stresses due to the permanent loads are low, the minimum vertical reinforcement ratio may be taken as equal to that of the horizontal reinforcement.

(6) The spacing of vertical bars should be not more than 250 mm and that of horizontal bars should be not more than 200 mm.

(7) The horizontal reinforcement bars should be placed between the vertical bars and the concrete surface. Cross-ties between the outer and the inner layer of reinforcement should be provided at a horizontal and vertical spacing of not more than 600 mm.

5.3.2 Minimum reinforcement around openings

(1) Around the perimeter and the corners of openings, reinforcement should be placed additional to that provided away from the openings. The additional reinforcement should include diagonal as well as vertical and horizontal bars at the corners and should be placed as near to the outside surface of the opening as normal constructional considerations permit. The bars should extend past the opening perimeter for a full anchorage length.

(2) The area of the additional horizontal and vertical reinforcement in each direction should not be less than that of the bars which are discontinued due to the presence of the opening. Over a horizontal distance from either vertical side of the opening of half the opening width, the vertical reinforcement ratio should not be less than 0,0075.

5.4 Спеціальні правила аналізу і проектування

(1) За винятком випадків, зазначених в (2)P, потрібно враховувати тільки одну горизонтальну складову руху ґрунту.

(2)P В димових трубах з отворами в межах критичних областей, визначених у 5.2(2), з горизонтальним розміром більше товщини стінки димової труби потрібно враховувати обидві горизонтальні складові руху ґрунту.

(3) Вертикальну складову руху ґрунту можна не враховувати.

(4) Якщо футеровка (що складається з цегли, сталі або інших матеріалів) підтримується в поперечному напрямку несучої оболонкою димової труби в близько розташованих точках, так що рух футеровки по відношенню до оболонки вважається незначним, масу футеровки можна включити в масу несучої оболонки, не включаючи окремі ступені свободи футеровки.

(5) Якщо опори футеровки димової труби у верхній частині труби і, можливо, в проміжних точках, допускають рух футеровки по відношенню до несучої оболонки, то футеровку слід включити в модель динамічного аналізу окремо від бетонної конструкції оболонки. В цьому випадку, якщо для аналізу використовується пружний спектр відповіді відповідно до 3.3(2) і 4.2.4, значення коефіцієнта демпфування, що використовується для футеровки, має залежати від її конструкції.

ПРИМІТКА У довідковому Додатку В запропоновані значення коефіцієнта демпфування для типових матеріалів футеровки.

5.4 Special rules for analysis and design

(1) Except as specified in (2)P, only one horizontal component of the ground motion needs to be taken into account.

(2) P In chimneys with openings within the critical regions defined in 5.2(2) with horizontal size greater than the thickness of the chimney wall, both horizontal components of the ground motion need to be taken into account.

(3) The vertical component of the ground motion may be disregarded.

(4) When the liner (consisting of brick, steel, or other materials) is laterally supported by the chimney structural shell at closely spaced points such that the movement of the liner relative to the shell is considered negligible, the mass of the liner may be incorporated into that of the structural shell, without including separate degrees of freedom for the liner.

(5) When the supports of the chimney liner at the top of the chimney and possibly at intermediate points permit movement of the liner relative to the structural shell, the liner should be included in the dynamic analysis model separately from the concrete structural shell. In that case, if the elastic response spectrum is used for the analysis in accordance with 3.3(2) and 4.2.4, the value of the damping ratio to be used for the liner should depend on its construction.

NOTE Informative Annex B proposes values of the damping ratio for typical liner materials.

5.5 Граничний стан з обмеження пошкоджень

(1) Канали відпрацьованих газів у димових трубах повинні бути перевірені на накладені деформації між місцями опору і зазорами між внутрішніми елементами, так щоб не була втрачена газонепроникність, і залишався достатній запас проти руйнування труби димових газів при переміщеннях, обчислених відповідно до 4.9(3).

(2) Вимога щодо обмеження пошкоджень вважається виконаною, якщо поперечне переміщення верху споруди, обчислене відповідно до 4.9(3), не перевищує 0,5% висоти споруди.

(3) Відносне відхилення між різними місцями опору футеровки, обчислене відповідно до 4.9(3), має бути обмежене для обмеження ушкоджень футеровки. Якщо для конкретного проекту не вказані більш жорсткі граничні значення, повинні бути дотримані наступні граничні значення відносних поперечних переміщень сусідніх точок опору футеровки:

а) якщо вжито заходів, щоб допустити відносний рух між окремими частинами футеровки (наприклад, за допомогою складання футеровки з труб, незалежних одна від одної, з відповідним зазором):

$$d_r \leq 0,020\Delta H \quad (5.5)$$

б) у всіх інших випадках:

$$d_r \leq 0,012\Delta H \quad (5.6)$$

де ΔH - вертикальна відстань між сусідніми платформами, що підтримують футеровку.

5.5 Damage limitation state

(1) Waste gas flues in chimneys should be checked for imposed deformations between support points and clearances between internal elements, so that gas tightness is not lost and sufficient reserve is maintained against collapse of the flue gas tube, under the displacements calculated in accordance with 4.9(3).

(2) The requirement for damage limitation is considered to be satisfied if the lateral displacement of the top of the structure, calculated in accordance with 4.9(3), does not exceed 0,5% of the height of the structure.

(3) The relative deflection between different points of support of the liner, computed in accordance with 4.9(3), should be restricted for damage limitation of the liner. Unless stricter limits are specified for the particular project, the following limits on the relative lateral displacements of adjacent points of support of the liner should be observed:

a) if provisions are taken to allow relative movement between separate parts of the liner, (e.g. by constructing the liner of tubes independent from each other, with suitable clearance):

b) in all other cases:

where ΔH is the vertical distance of adjacent platforms supporting the liner.

6 СПЕЦІАЛЬНІ ПРАВИЛА ДЛЯ СТАЛЕВИХ ДИМОВИХ ТРУБ

6.1 Проектування для дисипативної поведінки

(1) Сталеві рами або ферми споруди, які забезпечують поперечний опір каналам відпрацьованих газів димових труб, можуть бути запроектовані для дисипативної поведінки згідно з відповідними правилами EN 1998-1:2004, Розділ 6. В цьому випадку їх проектування повинно бути засновано на величинах базового показника поведінки q_0 , який не перевищує наступні значення:

(a) рами, що сприймають моменти або рами з ексцентричними в'язями: $q_0 = 5$;

(b) рами з концентричними в'язями: q_0 приймається з Рисунка 7.1

(2) Сталеві димові труби, які містять конструктивну оболонку та проектуються для дисипативної поведінки, повинні відповідати вимогам EN 1993-1-1:2004, **5.4.3** і **5.6** для загального пластичного аналізу. В цьому випадку їх проектування може бути засновано на значенні базового показника поведінки: $q_0 = 2,5$.

(3) В залежності від обраних поперечних перерізів, базове значення показника поведінки обмежується значеннями, наведеними в Таблиці 6.1.

ПРИМІТКА Сталеві димові труби з відтяжками зазвичай легковагові. По суті, їх проектування на поперечні впливи зазвичай визначається вітром, якщо вони не мають великих факелів або інших мас поблизу верхівки.

6 SPECIAL RULES FOR STEEL CHIMNEYS

6.1 Design for dissipative behaviour

(1) Steel frame or truss structures which provide lateral support to flue gas ducts of chimneys may be designed for dissipative behaviour, in accordance with the relevant rules of EN 1998-1:2004, Section 6. In that case their design should be based on values of the basic behaviour factor q_0 not exceeding the following:

(a) moment resisting frames or frames with eccentric bracing: $q_0 = 5$,

(b) frames with concentric bracing: q_0 taken from Fig. 7.1.

(2) Steel chimneys consisting of a structural shell designed for dissipative behaviour should satisfy the requirements of EN 1993-1-1:2004, **5.4.3** and **5.6** for plastic analysis. In that case their design may be based on a value of the basic behaviour factor: $q_0 = 2,5$.

(3) Depending on the chosen cross-sections, the basic value of the behaviour factor is limited by the values given in Table 6.1.

NOTE Guyed steel chimneys are generally lightweight. As such, their design for lateral actions is usually governed by wind, unless they have large flares or other masses near the top.

Таблиця 6.1 - Обмеження на базове значення показника поведінки в залежності від класу поперечного перерізу сталевих елементів

Table 6.1 - Restrictions on the basic value of the behaviour factor, depending on the cross-sectional class of steel elements

Базове значення показника поведінки, q_0 Basic value of the behaviour factor	Допустимий клас поперечного перерізу Allowed cross-sectional class
$\leq q_0$ 1,5	Клас 1, 2, 3 або 4 (відповідно до 4.7.5(3)) Class 1,2,3 or 4 (in accordance with 4.7.5(3))
$1,5 < q_0$ 2	Клас 1, 2 або 3 Class 1,2 or 3
$2 \leq q_0$ 4	Клас 1 або 2 Class 1 or 2
$q_0 > 4$	Клас 1 Class 1

6.2 Матеріали

6.2 Materials

6.2.1 Загальні положення

6.2.1 General

(1)Р Конструкційна сталь повинна відповідати Європейським стандартам, згадуваним в EN 1993-1-1:2004, **1.2.2** і EN 1993-3-2.

(1)P Structural steel shall conform to the European Standards referred to in EN 1993-1-1:2004, **1.2.2** and EN 1993-3-2.

(2)Р Конструкційна сталь повинна відповідати EN 1993-1-1:2004, **3.2**.

2)P Structural steel shall conform to EN 1993-1-1:2004, **3.2**.

(3) Товщина сталевих елементів повинна відповідати вимогам EN 1993-1-10:2004, Таблиця 2.1, в залежності від енергії по Шарпі для зразка з V-подібним надрізом та інших характерних параметрів, а також від EN 1993-3-2.

(3).The thickness of steel elements should conform to the requirements of EN 1993-1-10:2004, Table 2.1, depending on the Charpy V-Notch (CVN) energy and other relevant parameters, and of EN 1993-3-2.

(4) Якщо компоненти з нержавіючої або легованої сталі з'єднуються з вуглецевою сталлю, кращими є болтові з'єднання. Щоб уникнути прискореної корозії внаслідок гальванічного впливу, такі з'єднання повинні містити ізолюючі прокладки. Зварювання допускається за умови, що виконується спеціалізований металургійний контроль щодо процедури зварювання і вибору електрода.

(4) Where stainless steel or alloy steel components are connected to carbon steel, bolted connections are preferred. In order to avoid accelerated corrosion due to galvanic action, such connections should include insulating gaskets. Welding is permitted, provided that specialised metallurgical control is exercised with regard to the welding procedure and the electrode selection.

6.2.2 Механічні властивості для конструкційних вуглецевих сталей

(1)P Механічні властивості конструкційних вуглецевих сталей S 235, S 275, S 355, S 420, S 460 повинні бути взяті з EN 1993-1-1:2004, а для властивостей при високих температурах з EN 13084-7.

6.2.3 Механічні властивості нержавіючих сталей

(1)P Механічні властивості, пов'язані з нержавіючими сталями, повинні бути взяті з EN 1993-1-4 для температури до 400°C, а при більш високих температурах - з EN 13084-7.

6.2.4 З'єднання

(1) Для матеріалів з'єднань, витратних матеріалів для зварювання тощо, слід звертатися до EN 1993-1-8:2004 і відповідних стандартів на виробу, зазначених у ньому.

ПРИМІТКА Також робиться посилання на EN 1993-3-2:2005, Довідкові додатки C і E.

6.3 Граничний стан з обмеження пошкоджень

(1) Застосовується 5.5(1).

(2) Застосовується 5.5(2).

6.4 Кінцевий граничний стан

(1) Вважається, що проектування відповідно до цього стандарту, включаючи значення показників поведінки, зазначених для дисипативної або недисипативної поведінки забезпечується, коли малоциклова втома елементів конструкції (особливо з'єднань) не сприяє кінцевому граничному стану.

6.2.2 Mechanical properties for structural carbon steels

(1)P The mechanical properties of structural carbon steels S 235, S 275, S 355, S 420, S 460 shall be taken from EN 1993-1-1:2004 and, for properties at higher temperatures, from EN 13084-7.

6.2.3. Mechanical properties of stainless steels

(1)P Mechanical properties related to stainless steels shall be taken from EN 1993-1-4 for temperature up to 400°C and at higher temperatures from EN 13084-7.

6.2.4. Connections

(1) For connection materials, welding consumables, etc., reference should be made to EN 1993-1-8:2004 and the relevant product standards specified therein.

NOTE Reference is also made to EN 1993-3-2:2005, Informative Annexes C and E.

6.3. Damage limitation state

(1) 5.5(1) applies.

(2) 5.5(2) applies.

6.4 Ultimate limit state

(1). Design in accordance with the present standard, including the values of the behaviour factors specified for dissipative or for non-dissipative behaviour, is deemed to ensure that low cycle fatigue of structural details (especially connections) will not contribute to the ultimate limit state.

(2) При проектуванні елементів, таких як фланці, слід врахувати розподіл пластичних напруг.

(3) При перевірці димової труби на проектну сейсмічну ситуацію слід врахувати допуск товщини на корозію відповідно до EN 1993-3-2, якщо не прийняті спеціальні заходи корозійного захисту в EN 1993-1-1:2004.

(4) Ослаблення поперечного перерізу за допомогою вирізів або отворів (люки, вхід до димового каналу) має бути компенсовано локальним посиленням несучої оболонки (наприклад, засобом елементів жорсткості навколо країв отворів) з урахуванням міркувань локальної стійкості (див. EN 1993-3-2).

(2).In the design of details, such as flanges, the plastic stress distribution should be taken into account.

(3)In the verification of a chimney for the seismic design situation, a corrosion allowance on thickness should be taken into account in accordance with EN 1993-3-2, unless the special measures for corrosion protection in EN 1993-1-1:2004 are taken.

(4).Weakening of cross-section by cut-outs or openings (manholes, flue inlet) shall be compensated for by local reinforcement of the structural shell (e.g. through stiffeners around the edges of the openings), taking into account local stability considerations (see EN 1993-3-2).

7 СПЕЦІАЛЬНІ ПРАВИЛА ДЛЯ СТАЛЕВИХ ВЕЖ

7.1 Галузь використання

(1)Р Сталеві вежі, запроектовані згідно до цього Єврокоду, повинні відповідати відповідним частинам EN 1993, включаючи EN 1993-1-1 і EN 1993-3-1, та додатковим правилам, зазначеним у цьому Розділі.

7.2 Проектування для дисипативної поведінки

(1) Проектування сталевих веж для дисипативної поведінки повинно підкорятися відповідним правилам EN 1998-1:2004, Розділ 6. В цьому випадку їх проектування повиненно бути засновано на значеннях базового показника поведінки q_0 , що не перевищують наступні:

(a) рами, що сприймають моменти або рами з ексцентричними в'язями $q_0 = 5$;

(b) рами з концентричними в'язями: q_0 приймається з Рисунка 7.1.

(2) Застосовується 6.1(3).

(3) Якщо у великих діагоналях вежі використовуються шпренгельні труби, базове значення показника поведінки має бути обмежене значенням 2.

7.3 Матеріали

(1)Р Конструкційна сталь повинна відповідати Європейським Стандартам, згадуваним в EN 1993-1-1:2004, 1.2.2 і EN 1993-3-1.

(2)Р Застосовується 6.2.1(2) Р.

(3)Р Застосовується 6.2.1(3) Р.

(4) Застосовуються вимоги з EN 1998-1:2004, 6.2.

7 SPECIAL RULES FOR STEEL TOWERS

7.1 Scope

(1)P Steel towers designed according to this Eurocode shall conform to the relevant parts of EN 1993, including EN 1993-1-1 and EN 1993-3-1, and to the additional rules specified in this Section.

7.2 Design for dissipative behaviour

(1) Design of steel towers for dissipative behaviour should be in accordance with the relevant rules of EN 1998-1:2004, Section 6. In that case their design should be based on values of the basic behaviour factor q_0 not exceeding the following:

(a) moment resisting frames, or frames with eccentric bracings $q_0 = 5$;

(b) frames with concentric bracings: q_0 taken from Fig. 7.1.

(2) 6.1(3) applies.

(3) If trussed tubes are used in the major diagonals of the tower, the basic value of the behaviour factor should be limited to 2.

7.3 Materials

(1)P Structural steel shall conform to the European Standards referred to in EN 1993-1-1:2004, 1.2.2 and EN 1993-3-1.

(2)P 6.2.1(2)P applies.

(3)P 6.2.1(3)P applies.

(4) The requirements in EN 1998-1:2004, 6.2 apply.

(5) Товщина холоднодеформованих елементів веж повинна становити не менше 3 мм.

ПРИМІТКА Сталеві вежі іноді проектуються на експлуатацію без обслуговування протягом від 30 до 40 або більше років. При цьому можна використовувати атмосферостійку сталь, якщо не наноситься антикорозійний захист, такий як гаряче цинкування.

7.4 Проектування веж з концентричними в'язями

(1) На Рисунку 7.1 показані значення q_0 , використовувані при проектуванні типових конфігурацій сталевих веж з концентричними в'язями для дисипативної поведінки.

(2) В рамах на Рисунку 7.1 (а) - (е) та (h) потрібно врахувати як розтягнуті, так і стиснуті в'язі при пружному розрахунку споруди на сейсмічний вплив.

(3) Рами на Рисунку 7.1 (а) - (с) належать до розпірних типу К та не допускаються для дисипативної поведінки. Значення q для цього типу рам обмежується 1,5.

(4) Рами на Рисунку 7.1(d) та (h) можуть розглядатися, як рами з V-подібними розпірками, з в'язями, що перетинаються на безперервному горизонтальному елементі. Проектування для дисипативної поведінки має відповідати правилам, наведеним у EN 1998-1:2004, 6.7 щодо ферм з V-подібними розпірками.

(5) Для рами на Рисунку 7.1(e) проектування для дисипативної поведінки має відповідати правилам в EN 1998-1:2004, 6.7 щодо рам з діагональними розпірками, в яких діагоналі не розташовуються як X-подібні діагональні розпірки.

(6) Рами з X-подібними розпірками на малюнку 7.1(f) та (g) можуть розглядатися як рами з X-подібними діагональними розпірками. При

(5) The thickness of cold-formed members for towers should be at least 3 mm.

NOTE Steel towers are sometimes designed to be in service without maintenance for 30 years to 40 years or even longer. Weathering steel may then be used, unless protection against corrosion is applied, such as hot dip galvanising.

7.4 Design of towers with concentric bracings

(1) Figure 7.1 shows the values of q_0 to be used in the design of typical configurations of steel towers with concentric bracings for dissipative behaviour.

(2) In the frames in Figure 7.1 (a) to (e) and (h), both the tension and compression diagonals shall be taken into account in an elastic analysis of the structure for the seismic action.

(3) The frames in Figure 7.1 (a) to (c) belong to K types of bracings and are not allowed for dissipative behaviour. The value of q for this type of frames is limited to 1,5.

(4) The frames in Figure 7.1(d) and (h) may be considered similar to V-braced frames with diagonals intersecting on a continuous horizontal member. Design for dissipative behaviour should be in accordance with the rules given in EN 1998-1:2004, 6.7 pertaining to frames with V bracings.

(5) For the frame in Figure 7.1(e) design for dissipative behaviour should be in accordance with the rules in EN 1998-1:2004, 6.7 pertaining to frames with diagonal bracings in which the diagonals are not positioned as X diagonal bracings.

(6) The X-braced frames in Figure 7.1 (f) and (g) may be considered as frames with X diagonal bracings. In design for dissipative behaviour only the tension diagonals should

проектуванні для дисипативної поведінки тільки розтягнуті діагоналі слід враховувати в пружному розрахунку споруди на сейсмічний вплив. Таке проектування повинно виконуватися згідно з правилами, наведеними в EN 1998-1:2004, **6.7** щодо рам з X-подібними діагональними розпірками.

(7) Якщо значення базового показника поведінки, який використовується при проектуванні, більше або дорівнює 3,5, то повинні бути забезпечені трикутні горизонтальні в'язі повністю, як на рисунку 7.2.

7.5 Спеціальні правила для проектування опор ліній електропередачі

(1) При проектуванні повинні бути враховані негативні ефекти на опори кабелів між сусідніми опорами.

(2) Вимога в (1) може бути задоволена, якщо дія сейсмічного впливу в споруді опори обчислюються шляхом простого додавання наступних складових (не слід використовувати правило геометричного додавання векторів або подібні правила):

- Дії сейсмічного впливу внаслідок зусиль, прикладених до опори від кабелів, вважаючи, що опора рухається статично по відношенню до сусідніх опор в найнесприятливішому напрямі. Передбачуване відносне переміщення повинно дорівнювати подвоєному розрахунковому переміщенню ґрунту, зазначеному в EN 1998-1:2004, **3.2.2.4**. Сукупність усіх фізично можливих відносних переміщень між опорами повинна бути проаналізована при припущенні, що опори закріплені біля основи;

- Дії сейсмічного впливу внаслідок інерційних навантажень з динамічного аналізу відповідно до **4.2.1(2)**. У моделі з трьома опорами може бути зроблено обмежуваче допущення для двох сусідніх

be taken into account in an elastic analysis of the structure for the seismic action. Such design should be in accordance with the rules given in EN 1998-1:2004, **6.7** pertaining to frames with X diagonal bracings.

(7) If the value of the basic behaviour factor used in the design is greater than or equal to 3,5, fully triangulated horizontal bracings, such as those in Figure 7.2, should be provided.

7.5 Special rules for the design of electrical transmission towers

(1) The design should take into account the adverse effects on the tower of the cables between adjacent towers.

(2) The requirement in (1) may be satisfied if the seismic action effects in the tower structure are calculated by a simple addition of the following (SRSS or similar combination rules should not be used):

- The seismic action effects due to the forces exerted on the tower by the cables, assuming that the tower moves statically with respect to the adjacent ones in the most adverse direction. The assumed relative displacement should be equal to twice the design ground displacement specified in EN 1998-1:2004, **3.2.2.4**. A set of all physically possible relative displacements between towers should be analysed, under the assumption that towers are fixed at their base;

-The seismic action effects due to the inertia loads from a dynamic analysis in accordance with **4.2.1(2)**. In the three towers model, a limiting assumption may be made for the two adjacent towers, if these

опор, якщо вони є прямими. В цьому випадку інерційні навантаження можна обчислити, припускаючи, що сусідня опора є пружно-опертою на висоті кабелю вздовж напрямку кабелів.

are tangent towers. In this case, inertia loads may be calculated assuming the adjacent tower is elastically supported at the cable elevation along the direction of the cables.

7.6 Граничний стан з обмеження пошкоджень

7.6 Damage limitation state

(1) Межі переміщень, обчислені відповідно до 4.9(3), повинні бути вказані для конкретного проекту для граничного стану з обмеження пошкоджень залежно від призначення опори.

(1) Limits on the displacements, calculated in accordance with 4.9(3), should be specified for the particular project for the damage limitation state, depending on the function of the tower.

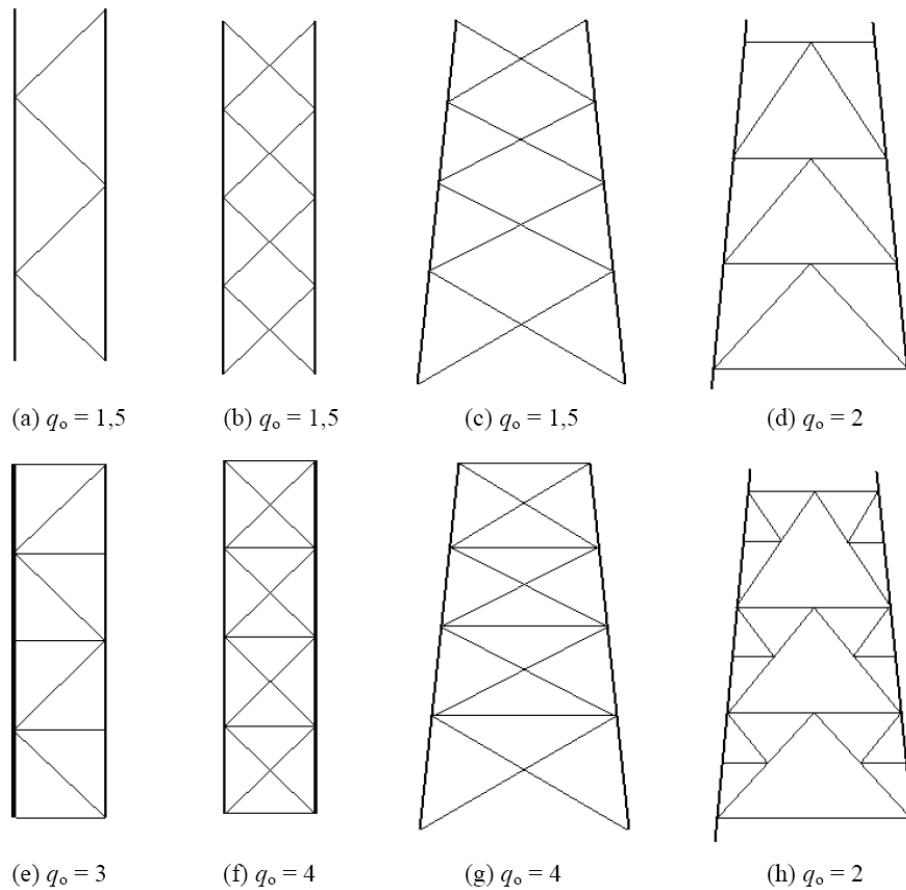


Рисунок 7.1: Базові значення показника поведінки для конфігурацій сталевих рам з концентричними в'язями

Figure 7.1: Basic values of the behaviour factor for configurations of steel frames with concentric bracings.

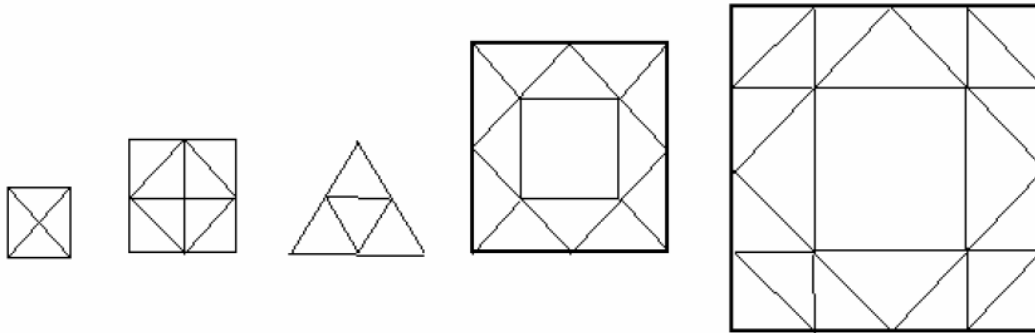


Рисунок 7.2: Приклади повністю трикутних горизонтальних в'язей, для використання в баштах з $q_0 \geq 3,5$.

Figure 7.2: Examples of fully triangulated horizontal bracings, to be used in towers with $q_0 \geq 3,5$.

7.7 Інші спеціальні правила проектування

(1) «Телескопічні з'єднання» можуть використовуватися в трубчастих сталевих вежах, тільки якщо вони експериментально кваліфіковані.

(2) Анкери фундаменту повинні бути забезпечені біля основи колон на розтягуючі сили, які більше з наступних двох значень, якщо вони є розтягнутими:

(a) сила, обчислена відповідно до 4.2.1(2);

(b) сила, обчислена з аналізу для сейсмічної проектної ситуації з використанням значення показника поведінки не більш $q = 2$.

(3) Стикі в баштах, повинні бути спроектовані і сконструйовані, щоб відповідати відповідним вимогам в EN 1998-1:2004, Розділ 6 для стиків в конструктивних системах подібного типу та конфігурації, запроектованих за тим же базовим значенням показника поведінки, q_0 , що і дана вежа.

7.7 Other special design rules

(1) "Telescope joints" may only be used in tubular steel towers, if they are experimentally qualified.

(2) Anchorage to the foundation should be provided at the base of the columns for the tension force which is the larger of the following two values, if they are tensile:

(a) the force calculated in accordance with 4.2.1(2);

(b) the force calculated from the analysis for the seismic design situation, using a value of the behaviour factor not greater than $q = 2$.

(3) Joints in towers should be designed and detailed to meet the relevant requirements in EN 1998-1:2004, Section 6 for joints in structural systems of similar type and configuration, designed for the same basic value of the behaviour factor, q_0 , as the tower.

8 СПЕЦІАЛЬНІ ПРАВИЛА ДЛЯ ЩОГЛ З ВІДТЯЖКАМИ

8.1 Галузь використання

(1) Р Цей розділ відноситься до сталевих щогл.

(2)Р Сталеві щогли, запроектовані відповідно до цього Єврокоду, повинні відповідати відповідним частинам EN 1993, включаючи EN 1993-1-1 і EN 1993-3-1, а також додатковим правилам, зазначеним у цьому Розділі.

8.2 Спеціальні вимоги до аналізу та проектування

(1) Проектування для дисипативної поведінки не допускається для щогл з відтяжками. Вони повинні проектуватися на низькодисипативну поведінку з $q = 1,5$.

(2)Р Напруга в канатних відтяжках внаслідок проектного сейсмічного впливу повинна бути нижча, ніж напруга попереднього навантаження каната.

(3) Пружний зв'язок, що накладається канатними відтяжками на щоглу, повинен бути врахований наступним чином:

- у відносно коротких щоглах (до 30 або 40 м) канатні відтяжки можуть розглядатися як прості натяжні елементи з жорсткістю, яка залишається постійною при згині щогли;

- у більш високих вежах провисання канатних розтяжок велике і має бути враховане за допомогою жорсткості канату, яка залежить від деформацій відповідно до 4.2.3(2) і (3).

(4) Провисання канатних відтяжок внаслідок льодового навантаження, що розглядається в сейсмічній проектній ситуації, має бути враховане.

(5) Для провисаючих і прямих канатів

8 SPECIAL RULES FOR GUYED MASTS

8.1 Scope

(1)P This section refers to steel masts.

(2)P Steel masts designed according to this Eurocode shall conform to the relevant parts of EN 1993, including EN 1993-1-1 and EN 1993-3-1, and to the additional rules specified in this Section.

8.2 Special analysis and design requirements

(1) Design for dissipative behaviour is not allowed in guyed masts. They should be designed for low dissipative behaviour with $q = 1,5$.

(2)P The stress in the guy cables due to the design seismic action shall be lower than the preload stress of the cable.

3).The elastic restraint provided by the guy cables to the mast should be taken into account as follows:

- in relatively short masts (up to 30 or 40m) the guy cables may be considered to act as simple tension ties, with stiffness that remains constant as the mast bends;

- in taller towers the sag of the guy cables is large and should be accounted for through a cable stiffness that depends on deformations in accordance with 4.2.3(2) and (3).

(4).The sagging of guy cables due to the ice load considered in the seismic design situation should be taken into account.

(5).For both sagging and straight cables, the

горизонтальна складова жорсткості канатної відтяжки повинна бути прийнята рівною:

$$K_{\text{eff},n} = \cos^2 \alpha \frac{A_c E_{\text{eq}}}{l} \quad (8.1)$$

де

in which

A_c площа поперечного перерізу канатної відтяжки;

A_c is the cross-section area of the guy cable;

E_{eq} ефективний модуль пружності канатної відтяжки (з урахуванням провисання відповідно до п. 4.2.3(3) і 4.2.3(4), якщо потрібно, відповідно до (3), (4));

E_{eq} is the effective modulus of elasticity of the guy cable (accounting for the sag according to 4.2.3(3) and 4.2.3(4), if required in accordance with (3), (4));

l довжина каната;

l is the length of the cable,

α кут канатної відтяжки по відношенню до горизонталі.

α is the angle of the guy cable with respect to the horizontal.

(6) Якщо провисання і маса канатної відтяжки є значними, слід врахувати можливість імпульсного навантаження щогли від каната в сейсмічній проектній ситуації.

(6) If both the sag and the mass of the guy cable are significant, the possibility of impulsive loading on the mast from the cable in the seismic design situation should be taken into account.

8.3 Матеріали

8.3 Materials

(1)P Застосовується 7.3(1)P.

(1)P 7.3(1)P applies.

(2)P Застосовується 6.2.1(2)P.

(2)P 6.2.1(2)P applies.

(3)P Застосовується 6.2.1(3)P.

(3)P 6.2.1(3)P applies.

(4) Застосовуються вимоги з EN 1998-1:2004, 6.2.

(4) The requirements in EN 1998-1:2004, 6.2 apply.

8.4 Граничний стан з обмеження пошкоджень

8.4 Damage limitation state

(1) Застосовується 5.5(2).

(1). 5.5(2) applies.

(2) Граничне значення відносних переміщень між горизонтальними елементами жорсткості, обчислене відповідно до 4.9(3), має бути вказано для конкретного проекту для граничного стану з обмеження пошкоджень, в залежності від призначення щогли.

(2). A limit on the relative displacements between horizontal stiffening elements, computed in accordance with 4.9(3), should be specified for the particular project for the damage limitation state, depending on the mast function.

ДОДАТОК А
(довідковий)

ANNEX A
(informative)

**ЛІНІЙНИЙ ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ
З УРАХУВАННЯМ ОБЕРТАЛЬНИХ
СКЛАДОВИХ РУХУ ҐРУНТУ**

**LINEAR DYNAMIC ANALYSIS
ACCOUNTING FOR ROTATIONAL
COMPONENTS OF THE GROUND
MOTION**

(1) Коли враховуються обертальні складові руху ґрунту в процесі землетрусу, сейсмічний вплив може бути представлений трьома пружними спектрами реакції для поступальних складових і трьома пружними спектрами реакції для обертальних компонент.

(1) When the rotational components of the ground motion during the earthquake are taken into account, the seismic action may be represented by three elastic response spectra for the translational components and three elastic response spectra for the rotational components.

(2) Пружні спектри реакції для двох горизонтальних поступальних складових (осі x і y) і для вертикальної складової (вісь z) є спектрами, наведеними в EN 1998-1:2004, 3.2.2.2 і 3.2.2.3.

(2) The elastic response spectra for the two horizontal translational components (x and y axes) and for the vertical component (z axis) are those given in EN 1998-1:2004, 3.2.2.2 and 3.2.2.3.

(3) Обертальний спектр реакції визначається аналогічно спектру реакції поступальних складових, тобто шляхом розгляду пікової реакції на обертальний рух обертального осцилятора з одним ступенем свободи з періодом власних коливань T і критичним коефіцієнтом демпфування ξ .

(3) The rotation response spectrum is defined in an analogous way to the response spectrum of the translational components, i.e. by considering the peak response to the rotational motion of a rotational single-degree-of-freedom oscillator, with natural period T and critical damping ratio ξ .

(4) R^0 означає відношення між максимальним моментом в пружині осцилятора і обертовим моментом інерції навколо осі обертання. Графік залежності R^0 від періоду власних коливань T для заданих значень ξ є обертальним спектром реакції.

(4) R^0 denotes the ratio between the maximum moment in the oscillator spring and the rotational moment of inertia about its axis of rotation. The diagram of R^0 versus the natural period T for given values of ξ is the rotation response spectrum.

(5) Якщо відсутні результати спеціального дослідження або документально підтверджені польові вимірювання, обертальний спектр реакції можна визначити як:

(5). When results of a specific investigation or of well-documented field measurements are not available, the rotational response spectra may be determined as:

$$R_x^0(T) = 1,7\pi S_e(T)/v_s T \quad (A.1)$$

$$R_y^0(T) = 1,7\pi S_e(T)/v_s T \quad (A.2)$$

$$R_z^0(T) = 2,0\pi S_e(T)/v_s T \quad (A.3)$$

де

R_x^0, R_y^0, R_z^0 обертальні спектри реакції навколо осей x, y і z , рад/с²;

$S_e(T)$ пружні спектри реакції для горизонтальних складових на майданчику, м/с²;

T період,

v_s середня швидкість поперечної хвилі, в м/с, верхніх 30 м профілю ґрунту. Можна використовувати значення, відповідне низькоамплітудним вібраціям, тобто деформації зсуву порядку 10^{-6} .

(6) Кількісна оцінка v_s виконується безпосередньо польовими вимірами або за допомогою лабораторних вимірювань модуля зсуву G , при малій деформації, і щільності ґрунту ρ , а також за допомогою інвертування виразу (3.1) в EN 1998-5:2004, 3.2(1):

$$v_s = \sqrt{G/\rho}$$

(7) В тих випадках, коли оцінка v_s здійснюється не експериментальними вимірами відповідно до (6), можна використовувати значення з Таблиці А.1, репрезентативне для типу ґрунту площадки:

Таблиця А.1 - Значення за умовчанням швидкості поперечної хвилі для п'яти стандартних типів ґрунту

Table A.1 - Default values of shear wave velocity for the five standard ground types

Тип ґрунту Ground type	A	B	C	D
Швидкість поперечної хвилі v_s , м/с Shear wave velocity v_s m/sec	800	580	270	150

where

R_x^0, R_y^0, R_z^0 are the rotation response spectra around the x, y and z axes, in rad/s²;

$S_e(T)$ is the elastic response spectra for the horizontal components at the site, in m/s²;

T is the period in seconds.

v_s is the average S-wave velocity, in m/s, of the top 30 m of the ground profile. The value corresponding to low amplitude vibrations, i.e., to shear deformations of the order of 10^{-6} , may be used.

(6) The quantity v_s is directly evaluated by field measurements, or through the laboratory measurement of the shear modulus of elasticity G , at low strain, and the soil density ρ and inverting expression (3.1) in EN 1998-5:2004, 3.2(1):

(8) Якщо розглядається поступальне прискорення ґрунту $\ddot{x}(t)$ вздовж горизонтального напрямку x разом з обертальним прискоренням $\ddot{\theta}(t)$ у вертикальній площині x - z , то за умови, що $[M]$ - матриця інерції, $[K]$ - матриця жорсткості, а $[C]$ - матриця демпфування, формули руху для результуючої системи з багатьма ступенями свободи приймають вигляд:

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = -(\{m\}\ddot{x} + \{mh\}\ddot{\theta}), \quad (\text{A.4})$$

де

$\{\ddot{u}\}$ вектор, що складається з прискорень ступенів свободи конструкції щодо основи;

$\{u\}$ вектор, що складається з швидкостей ступенів свободи конструкції;

$\{u\}$ вектор, що складається з переміщень ступенів свободи щодо основи;

$\{m\}$ вектор, що складається з поступальних мас в горизонтальному напрямку поступального обурення. Цей вектор співпадає з головною діагоналлю матриці маси $[M]$, якщо вектор $\{u\}$ містить тільки поступальні переміщення в горизонтальному напрямку обурення;

$\ddot{x}(t)$ поступальне прискорення ґрунту, представлене S_e ;

$\ddot{\theta}(t)$ обертальне прискорення основи, представлене R^0 .

(9) Щоб урахувати член $\{m\}$ коефіцієнт участі в модальному аналізі моди k становить:

(8) When a translational ground acceleration $\ddot{x}(t)$ is considered along horizontal direction x together with a rotation acceleration $\ddot{\theta}(t)$ in the vertical plane x - z , then, if the inertia matrix is $[M]$, the stiffness matrix is $[K]$, and the damping matrix is $[C]$, the equations of motion for the resulting multi-degree-of-freedom system are given by:

where:

$\{\ddot{u}\}$ is the vector comprising the accelerations of the degrees of freedom of the structure relative to the base,

$\{u\}$ is the vector comprising the velocities of the degrees of freedom of the structure;

$\{u\}$ is the vector comprising the displacements of the degrees of freedom relative to the base;

$\{m\}$ is the vector comprising the translational masses in the horizontal direction of the translational excitation. This vector coincides with the main diagonal of the mass matrix $[M]$ if the vector $\{u\}$ includes only the translational displacements in the horizontal direction of the excitation;

$\ddot{x}(t)$ is the translational ground acceleration, represented by S_e ;

$\ddot{\theta}(t)$ is the rotational acceleration of the base, represented by R^0 .

(9) To account for the term $\{m\}$, the participation factor in the modal analysis of mode k is:

$$a_{kw} = \frac{\{\Phi^T\}\{m\}}{\{\Phi^T\}[M]\{\Phi\}}, \quad (\text{A.5})$$

а для члена $\{mh\}$ коефіцієнт участі становить:

while, for the term $\{mh\}$, the participation factor is:

$$a_{k0} = \frac{\{(\Phi h)^T\}\{m\}}{\{\Phi^T\}[M]\{\Phi\}}, \quad (\text{A.6})$$

де

where:

$\{\Phi\}$ k -й модальний вектор;

$\{\Phi\}$ is the k -th modal vector;

$\{\Phi h\}$ вектор добутку модальної амплітуди Φ_i при i -му ступені свободи і її висоти h_i .

$\{\Phi h\}$ is the vector of the products of the modal amplitude Φ_i at the i -th degree-of-freedom and its elevation h_i .

(10) Ефекти двох примусових функцій повинні зазвичай накладатися в домені часу. Вони зазвичай не в фазі, отже, ефекти оберտального збудження ґрунту можуть складатися з ефектами поступального збудження за правилом геометричного додавання векторів (квадратний корінь із суми квадратів).

(10) The effects of the two forcing functions should normally be superimposed in the time domain. They are generally not in phase, and accordingly the effects of the rotational ground excitation may be combined with those of the translational excitation via the SRSS (square root of the sum of the squares) rule.

ДОДАТОК В
(довідковий)

ANNEX B
(informative)

**МОДАЛЬНЕ ДЕМПФУВАННЯ ПРИ
МОДАЛЬНОМУ АНАЛІЗІ СПЕКТРА
ВІДПОВІДІ**

**MODAL DAMPING IN MODAL
RESPONSE SPECTRUM ANALYSIS**

(1) Якщо застосовується розрахунковий спектр відповіді, значення показника поведінки q включає в себе дисипацію енергії в пружному діапазоні відповіді конструкції, дисипацію енергії внаслідок взаємодії «грунт-конструкція» і дисипацію енергії внаслідок гистерезисної поведінки конструкції. Якщо при аналізі використовується пружний спектр, потрібно явне визначення коефіцієнта демпфування (по відношенню до критичного демпфування). При виконанні модального аналізу коефіцієнти демпфування потрібно визначити для кожної моди коливань. Якщо мода має на увазі переважно один конструкційний матеріал, коефіцієнт демпфування повинен відповідати дисипативним властивостям цього матеріалу і повинен узгоджуватися з амплітудою деформації.

(1) When the design response spectrum is applied, the value of the behaviour factor q incorporates energy dissipation in the elastic range of structural response, energy dissipation due to soil structure interaction, and energy dissipation due to the hysteretic behaviour of the structure. When the elastic spectrum is used in the analysis, the damping ratio (relative to the critical damping) needs to be explicitly defined. When a modal analysis is performed, the damping factors need be defined for each mode of vibration. If a mode involves essentially a single structural material, the damping ratio should conform to the dissipation properties of the material and should be consistent with the amplitude of deformation.

(2) Для найбільш поширених конструкційних матеріалів можна використовувати значення демпфування, наведені в EN 1998-2:2005, **4.1.3**.

(2) For the most common structural materials, the damping values given in EN 1998-2:2005, **4.1.3** may be used

(3) Якщо вважається, що ненесучі елементи сприяють енергії дисипації, можна прийняти більш високі значення демпфування. Через залежність від амплітуди деформації взагалі нижні граничні значення коефіцієнтів підходять для сейсмічної дії при обмеженні ушкоджень, а верхні граничні значення коефіцієнтів підходять для розрахункового сейсмічного впливу. Можна прийняти наступні межі:

(3). If non-structural elements are considered to contribute to energy dissipation, higher values of damping may be assumed. Due to the dependency on the amplitude of deformation, in general lower bound values of the ratios are suitable for the damage limitation seismic action, while upper bound values of the ratios are suitable for the design seismic action. These bounds may be taken as:

- для керамічного облицювання:
0,015-0,05;

- for ceramic cladding: 0,015-0,05;

- для цегляного облицювання:
0,03-0,10;

- for brickwork liner: 0,03-0,10;

- для сталевий обшивки: 0,01-0,04;

- for steel liner: 0,01-0,04;

- для обшивки з армованого волокном полімеру: 0,015-0,03.

- for fibre reinforced polymer liner: 0,015-0,03.

(4) Репрезентативні діапазони коефіцієнта демпфування для енергії дисипації в ґрунті при моделюванні амортизатора:

(4) Representative ranges of the damping ratio for the dashpots modelling energydissipation in the soil, are:

- для горизонтального ступеня свободи (відповідність поперечному хитанню ґрунту): 0,10-0,20

- for the horizontal degree of freedom (swaying soil compliance): 0,10-0,20

- для обертального ступеня свободи (відповідність подовжньому хитанню ґрунту): 0,07-0,15

- for the rotational degree of freedom (rocking soil compliance): 0,07-0,15

- для вертикального ступеня свободи (відповідність вертикальному руху ґрунту): 0,15-0,20

- for the vertical degree of freedom (vertical soil compliance): 0,15-0,20

(5) Низькі коефіцієнти демпфування слід приймати для амортизаторів фундаментів на дрібному ґрунтовому відкладенні, що лежить на скелястій основі або ґрунті близької жорсткості.

(5). Low damping ratios should be assigned to the dashpots of foundations on a shallow soil deposit underlain by bedrock or ground of similar stiffness.

(6) Взагалі, для типу конструкцій, що розглядаються в цьому Єврокодi, будь-яка мода коливань викликає деформацію більше одного матеріалу. В цьому випадку для кожної моди підходящим є середнє модальне демпфування, засноване на енергії пружної деформації, накопиченої в цій моді.

(6). In general, for the type of structures addressed by this Eurocode, any mode of vibration involves the deformation of more than one material. In this case, for each mode, an average modal damping based on the elastic deformation energy stored in that mode is appropriate.

(7) Вираз у вигляді формули дає:

(7). The formulation leads to

$$\bar{\xi}_j = \frac{\{\phi\}^T [\bar{K}] \{\phi\}}{\{\phi\}^T [K] \{\phi\}}, \quad (\text{B.1})$$

де

where:

$\bar{\xi}_j$ еквівалентний модальний коефіцієнт демпфування j -ї моди;

$\bar{\xi}_j$ - is the equivalent modal damping ratio of the j -th mode;

$[K]$ матриця жорсткості;

$[K]$ is the stiffness matrix.

- [K] модифікована матриця жорсткості з членами, рівними добутку відповідного члена матриці жорсткості [K] на коефіцієнт демпфування, який відповідає цьому елементу, і [K] is the modified stiffness matrix, with terms equal to the product of the corresponding term of the stiffness matrix [K], multiplied by the damping ratio appropriate for that element, and
- { ϕ } j -й модальний вектор. { ϕ } is the j -th modal vector.
- (8) Також можна використовувати інші методи, якщо є більше докладних даних за характеристиками демпфування конструктивних підсистем. (8) Other techniques may also be used, if more detailed data on the damping characteristics of structural subsystems are available.
- (9) Рекомендується, щоб значення $\bar{\xi}_j$ не перевищувало 0,15, якщо інше не обґрунтовано експериментальними даними. (9) It is recommended that the value of $\bar{\xi}_j$ does not exceed 0,15, unless justified by experimental evidence.

ДОДАТОК С
(довідковий)

**ВЗАЄМОДІЯ «ГРУНТ-
КОНСТРУКЦІЯ»**

(1) Цей додаток містить інформацію додатково до інформації Довідкового Додатку D стандарту EN 1998-5:2004.

(2) Розрахункові сейсмічні коливання визначені на поверхні ґрунту в умовах вільної території, тобто де воно не піддається впливу інерційних сил внаслідок присутності споруд. Якщо конструкція спирається на ґрунтові відкладення або м'який ґрунт, результуючі коливання біля основи конструкції будуть відрізнятися від коливань на тій же висоті у вільному полі внаслідок деформованості ґрунту. Для високих конструкцій піддатливість ґрунту подовжньому хитанню може бути значною і може істотно збільшити ефекти другого порядку.

(3) Методи моделювання взаємодії «ґрунт-конструкція» повинні враховувати:

(a) величину заглиблення,

(b) глибину до можливої скельної основи,

(c) розташування шарів ґрунту,

(d) мінливість модулів ґрунту в будь-якому окремому шарі, і

(e) залежність властивостей ґрунту (модуля зсуву і демпфування) від деформації.

(4) Взагалі, можна припустити, що діє припущення про горизонтальне розташування шарів.

(5) Якщо дослідження ґрунту не передбачає відповідного діапазону

ANNEX C
(informative)

SOIL-STRUCTURE INTERACTION

(1) This annex contains information supplementary to that of Informative Annex D of EN 1998-5:2004.

(2) The design earthquake motion is defined at the ground surface in free-field conditions, i.e. where it is not affected by the inertial forces due to the presence of structure. When the structure is founded on soil deposits or soft ground, the resulting motion at the base of the structure will differ from that at the same elevation in the free-field, due to the soil deformability. For tall structures, the rocking compliance of the soil may be important and may significantly increase the second order effects.

(3) The modelling methods of soil-structure interaction should take into account:

(a) the extent of embedment,

(b) the depth to the possible bedrock,

(c) the layering of the soil strata,

(d) the variability of the soil moduli in any single stratum, and

(e) the strain-dependence of soil properties (shear modulus and damping).

(4) The assumption of horizontal layering may generally be considered to apply.

(5) Unless the soil investigation suggests a suitable range of variability for the dynamic

мінливості для динамічних модулів ґрунту, верхню межу жорсткості ґрунту можна отримати множенням всієї сукупності найкращих оцінок модулів на 2, а нижню межу - множенням всієї сукупності на 0,5.

(6) Будучи залежними від деформації, демпфування і модуля зсуву, для кожного шару ґрунту повинні відповідати інтенсивності ефективної деформації зсуву, очікуваної при сейсмічному впливі, що розглядається. Допустимим є еквівалентний лінійний метод. У цьому випадку аналіз повинен виконуватися ітераційно. На кожній ітерації аналіз є лінійним, але властивості ґрунту коригуються на кожній ітерації до тих пір, поки обчислені деформації не будуть відповідати властивостям ґрунту, використовуваним при аналізі. Ітераційна процедура може виконуватися для ґрунтового відкладення вільного поля без обліку наявності конструкції.

(7) Амплітуди ефективної деформації зсуву в будь-якому з шарів, що використовуються для обчислення динамічних модулів і демпфування в еквівалентних лінійних методах, можна виразити як:

$$\gamma_{\text{eff}} = 0,65 \gamma_{\text{max,t}} \quad (\text{C.1})$$

де $\gamma_{\text{max,t}}$ максимальне значення деформації зсуву в шарі ґрунту у вільному полі при сейсмічному впливі, що розглядається

(8) Якщо для ґрунту використовується кінцево-елементний метод моделювання, критерії для визначення розташування нижньої межі і бічної межі моделюючої області мають бути обґрунтовані. У загальному випадку, примусові функції для моделювання сейсмічних коливань прикладаються до цих меж. У таких випадках потрібно створити таку систему збудження, що діє на межах, щоб відповідні коливання ґрунтових

soil moduli, an upper bound of the soil stiffness may be obtained by multiplying the entire set of the best estimates of the moduli by 2, and a lower bound by multiplying the entire set by 0,5.

(6) Being strain-dependent, damping and shear moduli for each soil layer should be consistent with the effective shear strain intensity expected during the seismic action considered. An equivalent linear method is acceptable. In this case the analysis should be performed iteratively. In each iteration the analysis is linear, but the soil properties are adjusted from iteration to iteration until the calculated strains are compatible with the soil properties used in the analysis. The iterative procedure may be performed for the free-field soil deposit, disregarding the presence of the structure.

(7) The effective shear strain amplitudes in any one layer, to be used to evaluate the dynamic moduli and damping in equivalent linear methods, may be taken as

where $\gamma_{\text{max,t}}$ is the maximum value of the shear deformation in the soil layer in the free-field during the seismic action considered.

(8) If the finite elements modelling method for is used for the soil, the criteria for determining the location of the bottom boundary and the side boundary of the region modelled should be justified. In general, the forcing functions to simulate the earthquake motion are applied at these boundaries. In such cases, it is required to generate an excitation system acting at boundaries such that the response motion of the soil media at the surface free field is

середовищ на поверхні вільної території були ідентичні коливанням ґрунту внаслідок сейсмічного впливу, що розглядається. Процедури і теорії створення такої системи збудження повинні бути представлені.

9) Якщо використовується метод півпросторового моделювання (метод зосереджених параметрів), параметри, які використовуються при аналізі деформованості ґрунту, повинні враховувати розташування шарів. Мінливість модулів ґрунту і властивості, що залежать від деформації, також повинні бути враховані.

(10) Будь-які інші методи моделювання, використовувані для аналізу взаємодії «ґрунт-конструкція» повинні мати чітке пояснення.

(11) Відмова від обліку взаємодії «ґрунт-конструкція» при аналізі повинна бути обґрунтована.

identical to the ground motion due to the seismic action considered. The procedures and theories for generation of such excitation system should be presented.

(9) If the half-space (lumped parameters) modelling method is used, the parameters used in the analysis for the soil deformability should account for the layering. The variability of soil moduli, and strain-dependent properties should also be taken into account.

(10) Any other modelling methods used for soil-structure interaction analysis should be clearly explained.

(11) The decision not to take into account soil-structure interaction in the analysis should be justified.

ДОДАТОК D
(довідковий)

ANNEX D
(informative)

**КІЛЬКІСТЬ СТУПЕНІВ СВОБОДИ І
МОД КОЛИВАНЬ**

**NUMBER OF DEGREES OF
FREEDOM AND OF MODES OF
VIBRATION**

(1) Динамічний аналіз (наприклад, метод спектра відповіді або динаміки зміни в часі) використовується, якщо використання методу поперечних зусиль не вважається виправданим.

(1) A dynamic analysis (e.g. response spectrum or time-history method) is used when the use of the lateral force method is not considered justified.

(2) Аналіз повинен:

(2) The analysis should:

- враховувати коливальну і поступальну відповідь фундаменту;
- містити достатню кількість мас і ступенів свободи для визначення відповіді будь-якого конструктивного елемента і устаткування;
- містити достатню кількість мод, щоб забезпечити участь усіх значних мод;
- забезпечувати максимальне відносне переміщення між опорами обладнання або машин (для димової труби - взаємодія між внутрішньою і зовнішньою трубами);
- враховувати такі значні ефекти, як взаємодії трубопроводу, ззовні прикладені конструкційні зв'язки, гідродинамічні навантаження (ефекти маси та жорсткості) і можливу нелінійну поведінку;
- забезпечувати «спектри відповіді підлоги», якщо конструкція підтримує важливе легке обладнання або пристосування.

- take into account the rocking and translation response of the foundation;
- include a sufficient number of masses and degrees of freedom, to determine the response of any structural element and plant equipment;
- include a sufficient number of modes to ensure participation of all significant modes;
- provide the maximum relative displacement between supports of equipment or machinery (for a chimney, the interaction between internal and external tubes);
- take into account significant effects, such as piping interactions, externally applied structural restraints, hydrodynamic loads (both mass and stiffness effects) and possible nonlinear behaviour;
- provide "floor response spectra", when the structure supports important light equipment or appendices.

(3) Ефективна модальна маса, M_i , в моді i , згадана в 4.3.3.2(2), визначається таким чином:

(3) The effective modal mass, M_i , in mode i , mentioned in 4.3.3.2(2), is defined as:

$$M_i = [\{\phi\}^T [M] \{i\}]^2 / \{\phi\}^T [M] \{\phi\}, \quad (D.1)$$

де

$\{\phi\}$ i -й модальний вектор;

$\{i\}$ вектор-стовпець з членами, рівними 1 або 0, який представляє переміщення, викликане у відповідному ступеню свободи, коли її основа піддається одиничному переміщенню в напрямку аналізованої складової сейсмічного впливу.

(4) Критерій, зазначений в **4.3.3.2(2)**, не забезпечує адекватної дискретизації маси, якщо розглядається легке обладнання або конструктивне пристосування. В цьому випадку вищезазначена умова могла б бути виконана, але математична модель конструкції могла б бути не адекватною для опису відповіді обладнання або пристосування. Якщо необхідний аналіз обладнання або пристосування, повинен бути розроблений «спектр відповіді підлоги», який можна застосовувати для висоти підлоги, де встановлено обладнання/пристосування. Цей підхід також рекомендується, якщо частина конструкції вимагає окремого аналізу, наприклад, внутрішній кам'яний канал димової труби, підтримуваний на окремих кронштейнах несучої оболонки.

where:

$\{\phi\}$ is the i -th modal vector;

$\{i\}$ is a column vector, with terms equal to 1 or 0, which represents the displacement induced in the associated degree of freedom when its base is subjected to a unit displacement in the direction of the seismic action component considered.

(4) The criterion indicated in **4.3.3.2(2)** does not ensure the adequacy of the mass discretisation if light equipment or a structural appendix is concerned. In that case the above condition might be fulfilled, but the mathematical model of the structure could be inadequate to describe the response of the equipment or appendix. When the analysis of the equipment or appendix is necessary, a "floor response spectrum", applicable for the floor elevation where the equipment/appendix is supported, should be developed. This approach is also recommended when a portion of the structure needs to be analysed independently, for instance, an internal masonry flue of a chimney, supported on individual brackets of the structural shell.

ДОДАТОК Е
(довідковий)

ANNEX E
(informative)

КАМ'ЯНІ ДИМОВІ ТРУБИ

MASONRY CHIMNEYS

Е.1 Вступ

(1) Кам'яна димова труба - це димова труба, споруджена з цегли та цементного розчину, яка далі іменуються кам'яною кладкою. Споруда, анкерування, обпирання і армування кам'яних димових труб має відповідати вимогам цього Додатку.

E.1 Introduction

(1) A masonry chimney is a chimney constructed of masonry units and mortar, hereinafter referred to as masonry. Masonry chimneys should be constructed, anchored, supported and reinforced as required in this Annex.

Е.2 Підосви і фундаменти

(1) Фундаменти кам'яних димових труб повинні споруджуватися з бетону або суцільної кам'яної кладки товщиною не менше 300 мм і повинні виступати не менш ніж на 150 мм за поверхню димової труби або опорної стіни з усіх сторін. Підосви повинні опиратися на природний непорушений ґрунт або споруджену засипку нижче глибини промерзання. В областях, не схильних до замерзання, підосви повинні знаходитися на глибині не менше 300 мм нижче поверхні ґрунту.

E.2 Footings and foundations

(1) Foundations for masonry chimneys should be constructed of concrete or solid masonry at least 300 mm thick and should extend at least 150 mm beyond the face of the chimney or support wall on all sides. Footings should be founded on natural undisturbed ground or engineered fill below frost depth. In areas not subjected to freezing, footings should be at least 300 mm below the ground surface.

Е.3 Показник поведінки

(1) Показник поведінки q слід прийняти рівним 1,5, відповідно до низькодисипативної поведінки.

E.3 Behaviour factor

(1) The behaviour factor q should be taken as equal to 1,5, corresponding to low dissipative behaviour.

Е.4 Мінімальне вертикальне армування

(1) Для димових труб з горизонтальним розміром до 1 м усього чотири безперервних вертикальних стрижня діаметром 12 мм, заанкерованих у фундамент, повинні бути вміщені в бетон між рядами суцільної кам'яної кладки або вміщені і залиті цементним розчином в чарунки порожніх цеглин. Необхідно запобігти зчепленню цементного розчину з футеровкою

E.4 Minimum vertical reinforcement

(1) For chimneys with a horizontal dimension up to 1 m, a total of four 12 mm diameter continuous vertical bars anchored in the foundation should be placed in concrete between leaves of solid masonry or placed and grouted within the cells of hollow masonry units. Grout should be prevented from bonding with the flue liner, to avoid restricting its thermal expansion. For chimneys with a horizontal dimension

димоходу, щоб уникнути обмеження його теплового розширення. Для димових труб з горизонтальним розміром більше 1 м необхідно забезпечити два додаткових безперервних вертикальних стрижня діаметром 12 мм на кожен додатковий метр горизонтального розміру або його частину.

E.5 Мінімальне горизонтальне армування

(1) Вертикальна арматура повинна бути укладена між в'язевою діаметром 6 мм або іншої арматурою еквівалентного поперечного перерізу на відстані не більше 400 мм.

E.6 Мінімальне сейсмічне анкерування

(1) Кам'яна димова труба, що проходить через підлоги і дах будівлі, повинна бути заанкерована на кожному рівні підлоги або даху, які знаходяться більш ніж на 2 м вище землі, за винятком споруджених повністю в межах зовнішніх стін. Дві сталеві стрічки перетином 5 мм на 25 мм повинні бути поміщені в димову трубу на мінімальну довжину 300 мм. Стрічки повинні бути заанкеровані гаками навколо зовнішніх стрижнів і повинні виступати на 150 мм за вигин біля гака. Кожна стрічка повинна бути прикріплена мінімум до чотирьох балок перекриття двома болтами 12 мм.

E.7 Консольний виступ

(1) Кам'яна димова труба не повинна виступати у вигляді консолі зі стіни або фундаменту більш ніж на половину товщини стінки димової труби. Димова труба не повинна виступати у вигляді консолі зі стіни або фундаменту завтовшки менше 300 мм, якщо тільки вона не виступає однаково з кожного боку стіни. Як виняток, на другому поверсі двоповерхових будівель

greater than 1 m, two additional 12 mm diameter continuous vertical bars should be provided for each additional metre in horizontal dimension or fraction thereof.

E.5 Minimum horizontal reinforcement

(1) Vertical reinforcement should be enclosed within 6mm diameter ties, or other reinforcement of equivalent cross-sectional area, at a spacing of not more than 400 mm.

E.6 Minimum seismic anchorage

(1) A masonry chimney passing through the floors and roof of a building should be anchored at each level of floor or roof which is more than 2 m above the ground, except where constructed completely within the exterior walls. Two 5 mm by 25 mm steel straps should be embedded into the chimney over a minimum length of 300 mm. Straps should be anchored by hooks around the outer bars, and should extend by 150 mm beyond the bent at the hook. Each strap should be fastened to a minimum of four floor joists with two 12 mm bolts.

E.7 Cantilevering

(1) A masonry chimney should not project as a corbel from a wall or foundation by more than half of the chimney wall thickness. A masonry chimney should not project as a corbel from a wall or foundation that is less than 300 mm in thickness unless it projects equally on each side of the wall. As an exception, at the second storey of two-storey buildings, corbelling of chimneys outside the exterior walls may be

консольний виступ димових труб назовні зовнішніх стін може дорівнювати товщині стіни. Виступ одного ряду не повинен перевищувати половини висоти цегли або однієї третини його товщини в залежності від того, що виявиться менше.

E.8 Зміни розмірів

(1) Розмір або форма стінки димової труби або футеровки димоходу труби не повинна змінюватися в межах 150 мм вище або нижче рівня, де димова труба проходить через підлогу або дах або їх компоненти.

E.9 Зсув

(1) Якщо кам'яна димова труба споруджена з футеровкою димоходу з вогнетривкої глини, оточеної одним рядом кам'яної кладки, то максимальне зміщення повинно бути таким, щоб центральна вісь димоходу над зміщенням не виступала за центр стінки димової труби під зміщенням. Якщо зміщення димової труби підтримується кам'яною кладкою під зміщенням способом, на який димова труба була розрахована, то обмеження по максимальному зміщенню не застосовуються.

E.10 Додаткові вертикальні навантаження

(1) Димові труби не повинні нести вертикальних навантажень на додаток до їхньої власної ваги, якщо вони на них не розраховані. Кам'яні димові труби можуть бути споруджені як частина кам'яних або бетонних стін будівлі.

E.11 Товщина стінки

(1) Стінки кам'яних димових труб повинні бути споруджені з суцільних цеглин або порожнистих цеглин, заповнених цементним розчином, номінальною товщиною не менше 100 мм.

equal to the wall thickness. The projection of a single course should not exceed one-half of the height of the masonry unit, or one-third of its bed depth, whichever is less.

E.8 Changes in dimension

(1) The chimney wall or chimney flue liner should not change in size or shape within 150 mm above or below the level where the chimney passes through a floor or a roof, or their components.

E.9 Offsets

(1) Where a masonry chimney is constructed with a fireclay flue liner surrounded by one leaf of masonry, the maximum offset should be such that the centreline of the flue above the offset does not extend beyond the centre of the chimney wall below the offset. Where the chimney offset is supported by masonry below the offset in a manner for which the chimney has been designed, the maximum offset limitations do not apply.

E.10 Additional vertical loads

(1) Chimneys should not support vertical loads in addition to their own weight unless they are designed for them. Masonry chimneys may be constructed as part of the masonry walls or concrete walls of the building.

E.11 Wall thickness

(1) Masonry chimney walls should be constructed of solid masonry units, or hollow masonry units grouted solid with not less than 100 mm nominal thickness.

ДОДАТОК F
(довідковий)

ОПОРИ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

(1) Проектування конструкцій для передачі і розподілу електроенергії, а також опор для проводів підстанцій, зазвичай визначається вітровими навантаженнями часто в поєднанні з навантаженнями від обмерзання або нерівномірними поздовжніми навантаженнями від проводів. Сейсмічна проектна ситуація, в цілому, не регулює їх проектування, за винятком випадків, коли є великі навантаження від обмерзання. Поведінка цих конструкцій при землетрусі продемонструвало, що сейсмічним навантаженням можна протистояти на підставі традиційного навантаження конструкцій опор для проводів електропередачі, підстанцій і розподільної мережі. Важке обладнання, таке як трансформатори в розподільних мережах, може викликати значні сейсмічні навантаження і аварію.

(2) Викликані землетрусом пошкодження опор для проводів електропередачі, підстанцій або розподільних мереж часто пов'язані з великими переміщеннями фундаментів внаслідок зсувів, осідання або розрідження ґрунту. Такі явища звичайно призводять до локального руйнування або пошкодження конструкції без повної втрати цілісності і працездатності споруди.

(3) Основна частота цих типів споруд зазвичай знаходиться в діапазоні від 0,5 Гц до 6 Гц. Споруда типу однієї щогли мають основні модові частоти в діапазоні від 0,5 Гц до 1,5 Гц. Споруди з Н-подібними рамами мають основні модові частоти в діапазоні від 1 Гц до 3 Гц, при цьому нижні частоти в напрямку, нормальному до площини конструкції, а верхні частоти - в площині конструкції. Гратчасті споруди на

ANNEX F
(informative)

**ELECTRICAL TRANSMISSION
TOWERS**

(1) The design of structures for electrical power transmission and distribution, and of substation wire supports is typically controlled by wind loads, often combined with ice loads or by unbalanced longitudinal wire loads. The seismic design situation generally does not control their design, except when it includes high ice loads. Earthquake performance of these structures has demonstrated that seismic loads can be resisted based on traditional electrical transmission, substation and distribution wire support structure loading. Heavy equipment, such as transformers in distribution structures, may result in significant seismic loadings and distress.

(2) Earthquake damage to electrical transmission, substation wire support or distribution structures is often due to large displacements of the foundations due to landslides, ground failure or liquefaction. Such occurrences normally lead to local structural failure or damage, without complete loss of the integrity and the function of the structure.

(3) The fundamental frequency of these types of structure typically ranges from 0.5 Hz to 6 Hz. Single-pole types of structure have fundamental mode frequencies in the 0.5 Hz to 1.5 Hz range. H-frame structures have fundamental mode frequencies in the 1 Hz to 3 Hz ranges, with the lower frequencies in the direction normal to the plane of the structure and the higher ones in-plane. Four-legged lattice structures have fundamental mode

чотирьох опорах мають основні модові частоти в діапазоні від 2 Гц до 6 Гц. Гратчасті прямі конструкції зазвичай мають нижчі частоти в цьому діапазоні; кутові і тупікові споруди мають вищі частоти в цьому діапазоні. Ці діапазони частот можна використовувати для визначення можливості того, що сейсмічне навантаження буде контролювати конструктивне проектування опори. Якщо це так, то необхідно виконати більш точне визначення частот коливань споруди і форм коливань.

frequencies in the 2 Hz to 6 Hz range. Lattice tangent structures typically have lower frequencies in this range, angle and dead end structures have higher frequencies in the range. These frequency ranges can be used to determine whether earthquake loading is likely to control the structural design of the tower. If it is, then a more detailed evaluation of the structure vibration frequencies and mode shapes should be performed.

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ (ДСТУ),
ІДЕНТИЧНИХ МС, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В EN 1998-6:2005**

Позначення та назва європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990 Eurocode - Basis of structural design	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1900:2008 "Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)»
EN 1998-1 Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 «Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT)»
EN 1998-2 Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1998-2:201X «Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 2. Мости (EN 1998-2:2005, IDT)»
EN 1998-4 Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1998-4:201X «Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 4. Силосні башти, резервуари та трубопроводи (EN 1998-4:2006, IDT)»
EN 1998-5 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects	IDT	ДСТУ-Н Б EN 1998-5:201X «Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 5. Фундаменти, підпірні конструкції та геотехнічні аспекти (EN 1998-5:2004, IDT)»

Код УКНД 91.120.25

Ключові слова: землетрус, сейсмонебезпечність, Єврокоди, сейсмостійкість, правила проектування, башти, вежі, димові труби, сейсмічні навантаження.

Перший заступник директора ДП НДІБК
з наукової роботи, голова ТК 304
«Захист будівель і споруд»

Ю. Немчинов

Завідувач відділом автоматизації досліджень
та сейсмостійкості будівель і споруд,
науковий керівник

О. Хавкін

Завідувач лабораторії теорії сейсмостійкості
та динамічних випробувань,
відповідальний виконавець

М. Мар'єнков

